

FARKLI RENKLERDEKİ HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.)
TOHUMLARININ YAĞ ASİDİ DAĞILIMININ VE
BAZI BİYOAKTİF BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet ABUDAK

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 2014

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI RENKLERDEKİ HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.)
TOHUMLARININ YAĞ ASİDİ DAĞILIMININ VE
BAZI BİYOAKTİF BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet ABUDAK

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 2014

TEZ ONAY SAYFASI

Mehmet ABUDAK tarafından hazırlanan “ Farklı Renklerdeki Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Tohumlarının Yağ Asidi Dağılımının ve Bazı Biyoaktif Bileşenlerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 02/05/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

Başkan : Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR İmza
Afyon Kocatepe Ü. Mühendislik Fakültesi,

Üye : Doç. Dr. Veli GÖK İmza
Afyon Kocatepe Ü. Mühendislik Fakültesi,

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA İmza
Bayburt Ü. Mühendislik Fakültesi

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

.....

Prof. Dr. Yılmaz YALÇIN
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.

02/05/2014

İmza

Mehmet ABUDAK

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

FARKLI RENKLERDEKİ HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) TOHUMLARININ
YAĞ ASİDİ DAĞILIMININ VE BAZI BİYOAKTİF BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet ABUDAK
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

Bu çalışmada, üç farklı renkteki (beyaz, sarı, gri) altı farklı tanımlı (Ofis 95, Ofis 96, Ofis 3, Ofis 8, TMO-T ve TMO-1) haşhaş tohumu çeşidi kullanılmıştır. Bu haşhaş tohumları ve bu tohumlara ait yağlarda bazı genel fiziksel ve kimyasal niteliklerin (% nem, % yağ içeriği, % kül, 1000 tane ağırlığı ve iyot sayısı) yanında, yağ asidi kompozisyonu, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite, E vitamini (α -tokoferol) ve renk değerlerini tespit etmeye yönelik analizler yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı tayini Folin-Ciocalteu, antioksidan aktivite tayini DPPH ve renk tayini CIE-L*a*b* yöntemine göre yapılmıştır. Haşhaş tohumu yağlarının hâkim yağ asitleri; linoleik asit (% 65,52 (TMO-T) - % 74,97 (Ofis 96)), oleik asit (% 13,26 (Ofis 96) - % 21,43 (TMO-T)) ve palmitik asit (% 8,65 (Ofis 95) - % 10,06 (TMO-T)) olarak saptanmıştır. Haşhaş tohumu yağlarının toplam fenolik madde miktarlarının 2,617 (TMO-T) – 2,916 (Ofis 96) (GAE mg/mL), antioksidan aktivite değerlerinin % 56,50 (TMO-1) - % 87,30 (Ofis 96) arasında ve E vitamini (α -tokoferol) içeriğinin 29,4 (TMO-T) - 54,0 (Ofis 95) (mg/kg yağ) aralığında olduğu belirlenmiştir. Haşhaş tohumu yağlarının L*, a*, b* değerleri sırasıyla 62,57 (TMO-T) – 67,03 (Ofis 96) (parlak); -1,34 (Ofis 95) - -3,24 (Ofis 3) (yeşil); 5,51 (Ofis 95) – 17,89 (TMO-T) (sarı) aralığında değişmiştir. Haşhaş tohumlarında ise L*, a*, b* değerleri sırasıyla 27,92 (Ofis 3) – 70,46 (Ofis 8); 0,91 (TMO-T) - 8,65 (TMO-1) (kırmızı); -0,01 (TMO-T) – 27,25 (Ofis 95) (sarı) aralığında değişmiştir. 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 (Σ PUFA) içeriğinin, beyaz renkli haşhaş tohum yağlarında ise toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitenin diğer renkteki haşhaş tohumu yağlarından daha yüksek olduğu saptanmıştır.

2014, xiii + 82 sayfa

Anahtar Kelimeler: Haşhaş tohumu, yağ, yağ asidi, fenolik madde, antioksidan aktivite, tokoferol, renk

ABSTRACT
M.Sc Thesis

THE DETERMINATION OF FATTY ACID COMPOSITIONS AND SOME BIOACTIVE COMPONENTS OF POPPY (*Papaver somniferum* L.) SEEDS WITH DIFFERENT COLORS

Mehmet ABUDAK

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

In this study, were used six poppy seed varieties (Ofis 95, Ofis 96, Ofis 3, Ofis 8, TMO-T ve TMO-1) with different colors (white, yellow, grey). Some general physical and chemical properties (moisture (%), oil content, % ash, weight of 1000 seeds and iodine value), fatty acid composition, total phenolic compound amount, antioxidant activity, E vitamin (α -tocopherol) and color analyses were made in the poppy seed varieties and its seed oils. Total phenolic compound amount according to Folin-Ciocalteu method, antioxidant activity according to DPPH method and color according to CIE-L*a*b* method were analysed. The major fatty acids in poppy seed oils were determined linoleic acid asit (65,52 % (TMO-T) - 74,97 % (Ofis 96)), oleic acid (13,26 % (Ofis 96) - 21,43 % (TMO-T)) and palmitic acid (8,65 % (Ofis 95) - 10,06 % (TMO-T)). Total phenolic compound amounts vary between 2,617 (TMO-T) - 2,916 (Ofis 96) (GAE mg/mL), antioxidant activity values vary between 56,50 % (TMO-1) - 87,30 % (Ofis 96) and E vitamin (α -tocopherol) contents vary between 29,4 (TMO-T) - 54,0 (Ofis 95) (mg/kg oil) were determined in the poppy seed oils. L* , a* , b* values of poppy seed oils ranged from 62,57 (TMO-T) to 67,03 (Ofis 96) (bright); from -1,34 (Ofis 95) to -3,24 (Ofis 3) (green); from 5,51 (Ofis 95) to 17,89 (TMO-T) (yellow), respectively. L* , a* , b* values of poppy seeds ranged from 27,92 (Ofis 3) to 70,46 (Ofis 8); from 0,91 (TMO-T) to 8,65 (TMO-1) (red); from -0,01 (TMO-T) to 27,25 (Ofis 95) (yellow), respectively. Linoleic and stearic acid were found to be higher in yellow-colored poppy seed oils,

conversely oleic and palmitic acid in grey-colored ones. % oil content and total polyunsaturated fatty acid (Σ PUFA) content in yellow-colored poppy seed oils and total phenolic compound amount and antioxidant activity in white-colored poppy seed oils were determined to be higher than other-colored poppy seed oils.

2014, xiii + 82 pages

Key Words: Poppy seed, oil, fatty acid, phenolic compound, antioxidant activity, tocopherol, color

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel alışmaların ynlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarında dolay tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA'ya,

Çalışmalarım sresinde yardımını benden esirgemeyen Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı hocamız Sayın Prof. Dr. Abdullah AğLAR'a,

Tez çalışmasında kullanılan tüm tanımlı haşhaş tohumu çeşitlerinin temininde ve Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü'nden izin alınmasında yardımını esirgemeyen Afyonkarahisar-Bolvadin Alkoloid Fabrikası Haşhaş Islah ve Tohum retim Őube Müdürü Sayın Fatih LEBLEBİCİ'ye,

Fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite tayininde yardımlarını esirgemeyen sevgili meslektaşım ve iř arkadaşım Sayın Halil BAYKAL'a,

Yüksek lisans tezimin istatistik analizler bölümünde ve renk tayininde yardımlarını esirgemeyen Sayın Araş. Gör. Çiğdem AŐCIOęLU'na

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim aileme teşekkür ederim.

Mehmet ABUDAK

AFYONKARAHİSAR, 2014

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
RESİMLER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	3
2.1 Haşhaş ve Tarihçesi.....	4
2.2 Haşhaş Yağı	9
2.2.1 Gıda Sanayi ve İnsan Sağlığı Bakımından Önemi	14
3. MATERYAL ve METOT	17
3.1 Materyal	17
3.2 Bin Tane Ağırlığı Tayini	21
3.3 Nem Tayini	21
3.4 Ekstraksiyon İşlemi	21
3.5 Kül Oranı Tayini.....	22
3.6 Yağ Oranı Tayini.....	22
3.7 İyot Sayısı Tayini	22
3.8 Yağ Asidi Kompozisyonu Tayini	22
3.9 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	23
3.10 Antioksidan Aktivite Tayini.....	25
3.11 E vitamini (α -Tokoferol) Tayini.....	25
3.12 Renk Tayini.....	26
3.13 İstatistiksel Analiz.....	26
4. BULGULAR	27
4.1 Haşhaş Tohumlarına İlişkin Analiz Sonuçları.....	27
4.1.1 Nem, Yağ, Kül ve Bin Tane Ağırlığına İlişkin Sonuçlar.....	27
4.1.2 Renk Analizine İlişkin Sonuçlar (CIE-L*, a*, b*).....	28

4.2 Haşhaş Yağı Numunelerine İlişkin Analiz Sonuçları.....	28
4.2.1 İyot Sayısı ve Doymamışlık İndeksi (Di) Analizine İlişkin Sonuçlar.....	28
4.2.2 Yağ Asidi Dağılımına İlişkin Sonuçlar.....	29
4.2.3 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Analizine İlişkin Sonuçlar..	32
4.2.4 E Vitamini (α -tokoferol) Analizine İlişkin Sonuçlar	33
4.2.5 Renk Analizine İlişkin Sonuçlar (CIE-L*, a*, b*).....	33
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	34
5.1 Haşhaş Tohumlarına İlişkin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	34
5.1.1 Nem, Yağ, Kül ve Bin Tane Ağırlığına İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi	34
5.1.2 Renk Analizine İlişkin Sonuçların (CIE-L*, a*, b*) Değerlendirilmesi.....	40
5.2 Haşhaş Yağı Numunelerine İlişkin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	41
5.2.1 İyot Sayısı ve Doymamışlık İndeksi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	41
5.2.2 Yağ Asidi Dağılımına İlişkin Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	45
5.2.3 Doymuş/Doymamış Yağ Asidi (%) Dağılımına İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi.....	58
5.2.4 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	65
5.2.5 E vitamini (α -tokoferol) Analizine İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi	68
5.2.6 Renk Analiz Sonuçlarının (CIE-L*, a*, b*) Değerlendirilmesi.....	70
5.3 Sonuçlar.....	72
6. KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	82

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Abs	Absorbans
A	Alfa
N ₂	Azot gazı
β	Beta
dk	Dakika
rpm	Dakikadaki devir
γ	Gama
g	Gram
L	Litre
μm	Mikrometre
mg	Miligram
mL	Mililitre
nm	Nanometre
N	Normal
w ₃	Omega 3
w ₆	Omega 6
KOH	Potasyum hidroksit
°C	Santigrat derece
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
%	Yüzde
Σ	Toplam

Kısaltmalar

FID	Alev iyonizasyon dedektörü
AOCS	Amerikan Yağ Kimyacıları Topluluğu
AA	Antioksidan aktivite
BM	Birleşmiş Milletler
ÇDYA	Çoklu doymamış yağ asidi
GC	Gaz kromatografisi
IP	İndüksiyon periyodu
MS	Kütle spektrumu
MUFA	Tekli doymamış yağ asidi
TED	Tespit edilemeyen değer
TMO	Türk Mahsülleri Ofisi
UV	Ultraviyole
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Yasal Haşhaş Ekim Alanları (TMO 2013).....	8
Şekil 3.1 Gallik asit standart grafiği ve denklemi (Folin-Ciocalteu).....	24
Şekil 5.1 Haşhaş tohumlarının % nem içerikleri.....	34
Şekil 5.2 Haşhaş tohumlarının % yağ oranları.....	35
Şekil 5.3 Haşhaş tohumlarının % kül oranları.....	38
Şekil 5.4 Haşhaş tohumlarının bin tane ağırlıkları.....	39
Şekil 5.5 Haşhaş tohumlarının L^* , a^* , b^* değerleri.....	40
Şekil 5.6 Yağ örneklerinin iyot sayıları.....	42
Şekil 5.7 Yağ örneklerinin doymamışlık indeksi değerleri.....	42
Şekil 5.8 İyot sayısı ve doymamışlık indeksi arasındaki regresyon grafiği.....	43
Şekil 5.9 OFİS 95 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı.....	45
Şekil 5.10 OFİS 96 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı.....	46
Şekil 5.11 OFİS 3 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı.....	47
Şekil 5.12 OFİS 8 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı.....	47
Şekil 5.13 TMO-T haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı.....	48
Şekil 5.14 TMO-1 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı.....	49
Şekil 5.15 Yağ örneklerinin yağ asidi % dağılımı.....	50
Şekil 5.16 Linoleik asit (%) ve doymamışlık indeksi (DI) arasındaki regresyon grafiği.....	52
Şekil 5.17 Yağ örneklerinin toplam doymuş ve toplam doymamış yağ asitleri % dağılım oranları.....	59

Şekil 5.18 Yağ örneklerinin (Σ MUFA), (Σ PUFA) ve (Σ SFA) % oranları.....	60
Şekil 5.19 Haşhaş yağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları.....	66
Şekil 5.20 Haşhaş yağı örneklerinin antioksidan aktivite (%AA) değerleri.....	66
Şekil 5.21 Haşhaş yağı örneklerinin E vitamini (α - tokoferol) içerikleri.....	69
Şekil 5.22 Haşhaş yağı örneklerinin L^* , a^* , b^* değerleri.....	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Ana Üretici Ülkeler Bazında Yasal Haşhaş Ekim Alanları (TMO 2013).....	8
Çizelge 2.2 Keten, haşhaş ve aspir tohumlarının yaklaşık kompozisyonu (Bozan ve Temelli 2008)	10
Çizelge 2.3 Tohum yağlarının toplam tokoferol (mg/100g), α -tokoferol (mg/100g), γ -tokoferol(mg/100g), çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA, %) ve oksidatif stabilite değerleri (Bozan ve Temelli 2008).....	13
Çizelge 2.4 Haşhaş bitkisinin mineral içerikleri (mg/kg) (Özcan 2004).....	13
Çizelge 3.1 Gaz Kromatografisinin çalışma koşulları.....	23
Çizelge 3.2 HPLC deneysel koşullar.....	25
Çizelge 4.1 Haşhaş tohumu çeşitlerinin nem (%), yağ (%), kül (%) ve bin tane ağırlığı...27	
Çizelge 4.2 Haşhaş tohumu çeşitlerinin CIE-L*, a*, b* değerleri.....	28
Çizelge 4.3 Haşhaş yağı örneklerinin iyot sayısı ve doymamışlık indeksi değerleri.....	28
Çizelge 4.4 Haşhaş yağı örneklerinin yağ asidi (%) dağılımı.....	30
Çizelge 4.5 Haşhaş yağı örneklerinin doymuş/doymamış yağ asidi (%) dağılımı.....	31
Çizelge 4.6 Haşhaş yağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı.....	32
Çizelge 4.7 Haşhaş yağı örneklerinin antioksidan aktivite değerleri	32
Çizelge 4.8 Haşhaş yağı örneklerinin E vitamini (α -tokoferol) içerikleri.....	33
Çizelge 4.9 Haşhaş yağı örneklerinin CIE-L*, a*, b* değerleri.....	33
Çizelge 5.1 Haşhaş çeşitlerinin renk, yağ ve morfin ilişkisi.....	38
Çizelge 5.2 Farklı tohum rengi ile ortalama yağ asidi (%) dağılımı ilişkisi.....	51
Çizelge 5.3 2012 ve 2010 yıllarında hasat edilmiş haşhaş tohumlarının yağ asidi (%) dağılımındaki değişimi.....	57

- Çizelge 5.4** Haşhaş tohumu rengi ile yağ örneklerinin (Σ SFA), (Σ MUFA), (Σ PUFA) ve (Σ UFA) % oranları arasındaki ilişki.....61
- Çizelge 5.5** Tohum rengine göre yağ örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite oranı ortalamaları.....67

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 2.1 <i>Papaver somniferum</i> L.....	4
Resim 2.2 <i>Papaver somniferum</i> L.....	4
Resim 2.3 Synnada antik kentine ait üzerinde haşhaş resmi bulunan bronz sikke.....	6
Resim 2.4 Türkiye’de haşhaş ekimine izin verilen iller (TMO 2013).....	9
Resim 3.1 OFİS 8 haşhaş tohumu çeşidine ait bir görüntü.....	17
Resim 3.2 TMO-1 haşhaş tohumu çeşidine ait bir görüntü.....	18
Resim 3.3 TMO-T haşhaş tohumu çeşidine ait bir görüntü.....	18
Resim 3.4 OFİS 96 haşhaş tohumu çeşidine ait bir görüntü.....	19
Resim 3.5 OFİS 95 haşhaş tohumu çeşidine ait bir görüntü.....	19
Resim 3.6 OFİS 3 haşhaş tohumu çeşidine ait bir görüntü.....	20
Resim 3.7 OFİS 95, OFİS 96, TMO-1, OFİS 8, TMO-T ve OFİS 3 haşhaş tohumu çeşitlerinin bir arada bulunduğu bir görüntü.....	20

1. GİRİŞ

Haşhaş (*Papaver somniferum* L.), dünyada ve ülkemizde tıbbi ve gıda amaçlı tarımı yapılan geleneksel bir bitkidir. Haşhaş sahip olduğu zengin yağlı tohumları ve tohum kapsüllerinden elde edilen alkaloidi için antik zamanlardan beri yetiştirilmektedir. Haşhaş kapsüllerinden ve kamış çubuğundan elde edilen alkaloidler ilaç endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılırken, tohumları çeşitli fırıncılık ürünlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Bernath 1998, Singh *et al.* 1998).

Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) dünyadaki en önemli tıbbi bitkilerden birisidir. Narkotik (uyuşturucu) - analjezik (ağrı kesici) özelliği olan morfin, kodein, tebain, papaverin ve noskopin gibi alkaloidler için bir kaynak olarak bilinmektedir (Gümüştü ve Arslan 2008). Aynı zamanda tohumları pastacılık ve unlu mamüllerin üretiminde bir gıda ögesi ve yemeklik yağ ham maddesi olarak da kullanılmaktadır. Haşhaş yağı, bazı yemek ve ilaçların yapımında kullanılmakla beraber boya, parlaticı ve sabun yapımında da kullanılmaktadır (Krist *et al.* 2005).

Haşhaş yağı yüksek besleyici değeri olan gıda ve yemeklik yağ kaynağı olarak kullanılan yağlardan olup çoklu doymamış yağ asitlerince zengin bir kaynaktır (Hlinková *et al.* 2012). Haşhaş tohumu yağının %88,2'sini doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır. Doymamış yağ asitleri içerisinde linoleik asit (C18:2) toplam yağ asitlerinin %74,5'ini oluştururken, palmitik asit (C16:0) ise doymuş yağ asitlerinin %84,0'ünü oluşturmaktadır. Doymamış yağ asitleri içerisinde linoleik asit, doymuş yağ asitleri içerisinde ise palmitik asit hâkim yağ asitleridir (Bozan ve Temelli 2008).

Çoklu doymamış yağ asitleri, insan vücudu için temel bir yapı maddesi olmasının yanında; kardiovasküler hastalıklar, kalp krizi ve birçok inflamatuvar hastalıklara karşı korunma yönünden organizma için önemli yapı taşlarıdır (Hlinková *et al.* 2012).

Çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA), hücre membranlarının gerekli bileşenleri olmaları ve birçok hücre prosesinde anahtar rol oynamaları bakımından önem arz etmektedirler. Çoklu doymamış yağ asitlerinin sitokinler ve yapışkan moleküllerin üretimini azaltması nedeniyle anti-inflamatuvar etkisi vardır. Romatizmalı artritid, Crohn's hastalığı, ülseratif kolit, kistik fibroz, astım, diabet, alerjik hastalıklar, çoklu doku sertleşmesi, obstrüktif akciğer hastalığı, damar sertliği gibi hastalıklarda çoklu doymamış yağ asitlerinin tedavi amaçlı kullanımı mümkündür (Abbate et al. 1996, Calder, P.C. 2001,2003). Haşhaş yağı ayrıca diyet ürünlerde ayçiçeği yağı için uygun bir alternatif olarak düşünülmektedir (Küsmenoğlu *et al.* 2002).

Bu çalışmanın amacı, Afyonkarahisar ilinde yaygın bir tarım ürünü olan haşhaşın çeşit farkına bağlı olarak, farklı renkteki tohumlarının yağ asidi kompozisyonu, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktiviteleri ve E vitaminin gibi biyoaktif nitelikler yönünden incelenmesidir. Söz konusu niteliklerin insan sağlığı ve ürünün raf ömrü bakımından önem arz etmesi nedeni ile çalışma neticesinde tohum renginin bu özelliklere de etkisi belirlenmiş olacaktır. Bununla beraber farklı renkteki haşhaş çeşitlerine ait tohumların her birinin yukarıda bahsedilen özellikler yönünden incelenmesi sonucunda insan sağlığı açısından ortaya çıkacak olumlu niteliklerin haşhaş tohumlarından hangisinin ürüne işlenmesinin daha yararlı olacağı hakkında bir fikir verecektir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Haşhaş ve Tarihçesi

Papaveraceae familyası 28 cins ve teşhisi yapılmış yaklaşık 250 tür bitkiyi kapsamaktadır. Bu familyaya mensup bitkiler dünyada kuzey yarım kürenin ılıman ve subtropik bölgelerinde yayılış göstermektedir. Ülkemizde ise bu familyaya ait 5 cins bulunmaktadır (Seçmen *et al.* 1995). Bu cinslerden biri olan *Papaver* L. cinsinin dünya üzerinde 110 kadar türü olduğu bildirilmektedir (Kapoor 1997). Ülkemizde ise *Papaver* L. cinsinin teşhisi yapılmış 36 türü olduğu bildirilmektedir. Bu türler bir, iki veya çok yıllık otsu bitkilerdir. Tek yıllık türler kök sistemi zayıfken, iki ve çok yıllık olan türlerin kök sistemi daha güçlüdür. Türler arasında 120 cm kadar boylanabilenler mevcuttur. *Papaver* L. cinsinin çiçekleri tek, salkım veya bileşik salkım şeklinde ve çoğunlukla gösterişli çiçeklere sahip olup; çiçek renkleri beyaz, eflatun, pembe veya kırmızı olabilmektedir. Bitkilerin meyvesi bir kapsül şeklinde olup; kapsül çapı 5-7 cm olan türler mevcuttur (Arslan *et al.* 2008).

Papaver L. cinsi 10 seksiyon altında gruplandırılmaktadır. Bunlar; *Argemonidium*, *Carinatae*, *Glauca*, *Horrida*, *Meconella*, *Miltantha*, *Oxytona (Macrantha)*, *Papaver*, *Pilosa* ve *Rhoeadium*'dur. Ülkemiz doğal florasında bu 10 seksiyondan 8 tanesinin bulunduğu bilinmektedir. *Horrida* ve *Meconella* seksiyonları ülkemiz florasında bulunmamaktadır. Kültürü yapılan ve haşhaş olarak bilinen *Papaver somniferum* bitkisi (Resim 2.1 ve Resim 2.2), *Papaver* seksiyonu içerisinde yer almaktadır (Sarıyar 2002). *Papaver somniferum*' un iki alt türü vardır: *P. somniferum ssp. spomtaneum* ve *P. somniferum ssp. anatolicum* bu alt türlerden birincisinin kapsülleri olgunlaşınca üstten delikler açılmakta ve tohumları dökülmektedir. Bu alt türe Türkiye'de "açık haşhaş" adı verilmektedir. İkinci alt türün kapsülleri olgunlaşınca açılmaz, bu alt tür de ülkemizde "kör haşhaş" olarak bilinmektedir. Ülkemizde ağırlıklı olarak *P. somniferum ssp. anatolicum* alt türünün beyaz ve mor çiçekli varyeteleri tarımsal amaçlı olarak kullanılmaktadır (Tanker 2003).



Resim 2.1 *Papaver somniferum* L.



Resim 2.2 *Papaver somniferum* L.

Haşhaş (*Papaver somniferum L.*) bitkisi özellikle alkaloidi için yetiştirilen bir kültür bitkisi olup; alkaloidler bitkinin kapsüllerinden elde edilmektedir. İslah edilmiş haşhaş çeşitlerinin kapsülleri % 1 dolayında alkaloid içermektedir (Koç *et al.* 2006). Bu kapsüllerinin içinde ise 1 mm veya daha küçük çapta çok sayıda tohum bulunmaktadır. Tohum renkleri bitkinin çiçek rengine göre farklılık göstermekle birlikte; beyaz çiçek rengine sahip varyeteler beyaz ve sarı tohum, mor çiçeklere sahip varyeteler pembe ve kahve renkli hatta maviye bakar renkte tohumlar vermektedir. Haşhaş tohumlarının genel bileşim analizlerinde yaklaşık olarak % 44-50 sabit yağ, % 4,3-5,2 nem, % 22,3-24,4 protein, % 4,8-5,8 ham lif ve % 5,6-6,0 kül içerdiği tespit edilmiştir (Küçük 1996, Önmez 2007). Tohumlarından soluk sarı veya altın sarısı renğinde oleik ve linoleik asit bakımından zengin kaliteli yemeklik yağ elde edilmektedir. Yağı fazla miktarda çift bağ içerdiğinden kuruyucu bir yağ olup; boya sanayisinde kullanılma potansiyeline sahiptir (Arslan *et al.* 2008).

Haşhaş bitkisinin Latincedeki cins ismi *Papaver* olup, günümüzdeki Latin kökenli birçok dilde örneğin Fransızca *pavot* ve Portekizcede *papoila* adını almaktadır. Tür ismi *somniferum* (Latince *somnus* "uyku" ve *ferre* "getirmek") afyonun uyuşturucu etki gösteren özelliklerine karşılık gelmektedir. Tür ismi İspanyolca karşılığı *adormidera* (Latineden gelen *dormire* "uyumak") ve Arapçada haşhaşın ismi *abual-num* iken "uykunun babası" anlamına gelmektedir. Haşhaşın diğer dillere ait genel kullanımdaki isimleri farklıdır. Fransızca: pavot somnifere; Almanca: Mohn; İtalyanca: papavero; İspanyolca: ababa; Hintçe: post dana. Haşhaş en eski yetiştirilen bitkiler arasındadır. Romalılar ve Yunanlılar haşhaş tohumlarını gıda ve tıbbi amaçlı kullanmışlardır. Mısırlılar haşhaş tohumlarını bir çeşni maddesi gibi kullanmışlardır. Eski Yunanlılar haşhaş tohumlarını özellikle bitki olarak yetiştirmişler ve birçok alanda kullanmışlardır. Haşhaş tohumlarını özellikle ballı keklerin içine karıştırmışlar ve bu karışım ani bir enerji patlaması sağlayan olimpik atletler tarafından tüketilmiştir. Romalılar zamanında, haşhaş tohumları mantar şeklindeki ekmeklerin üzerini süslemiş ve bu uygulama günümüze kadar hala devam etmiştir (Charles 2013).

Haşhaş bitkisinin ülkemizde ve dünyanın çeşitli bölgelerinde çok eskiden beri yetiştirilmektedir. Milattan beş bin yıl önce Mezopotamya'nın güneyinde yaşamış olan Sümerlerin kullandıkları dilde afyona ait bazı kelimelere ve Asurlara ait bazı kabartmalarda haşhaş resimlerine rastlanmaktadır. Anadolu'da haşhaş tarımı Hititler döneminden beri yapıldığı bilinmektedir (İncekara 1949).

Afyonkarahisar merkez ilçesi olan İsehisar ilçesinde yapılan kazılarda, Etilere ait olduğu tahmin edilen sanat eserleri arasında ele geçirilen bir taş kabartmada bir haşhaş kapsülünün resmi bulunmaktadır (İncekara 1949).

Afyon Şehir Müzesi'nde antik dönemden kalma kent sikkeleri bulunmaktadır. Kent sikkelerine, kentle ilgili özel bilgiler darbedildiğinden bu sikkelerden çokça bilgi edinilmektedir. Bu kent sikkelerinden birisi de "Synnada" antik kentine ait bronz sikkelerdir. Synnada yerleşim yeri Şuhut ilçe merkezindedir. Geçmişe eski tunç çağına kadar uzanmaktadır. Hellen, Roma ve Bizans dönemlerinde Merkezi Frigyanın başkenti olmuş büyük bir kenttir. Synnada antik kentine ait bronz sikke incelendiğinde; üzerinde kentin isminin yazdığı ve o döneme ait zirai ürünlerin kabartma şeklinde sikkenin üzerine darbedildiği anlaşılmaktadır. Sikke üzerinde açıkça haşhaş resmi gözükmektedir (Resim 2.3).



Resim 2.3 Synnada antik kentine ait üzerinde haşhaş resmi bulunan bronz sikke

Üç bin beş yüz yıldır ağrı kesici olarak kullanılan afyon ekstraktları, ham haşhaş kapsüllerinin yarılması ile elde edilmektedir. Diğer taraftan ise haşhaş tohumları ve yağ beslenme kültürümüzün ana parçasını oluşturmakta ve haşhaş ekilen tüm alanlarda çok sayıda pişirme tarifi bulunmaktadır. Afyon içermeyen haşhaş tohumları ekmeklerin üzerine serpmek suretiyle fırıncılık sektöründe yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Haşhaş tohumları insan ve hayvanların beslenmesinde iyi bir gıda kaynağı olduğu kadar yağlı boya, vernik ve sabun üretiminde kullanılan kuruyan yağların da kaynağıdır (Bernáth 1998).

Haşhaş eski zamanlardan beri farklı amaçlar için yetiştirilmektedir. Şimdiye kadar farklı kültür, çeşit ve kimyasal tiplerde yetiştirilen haşhaşlar çeşitli kullanım amacına, iklime ve bölgeye adapte oldular. Bu nedenle haşhaş kuzey yarım kürede Bombay'dan Rusya'ya ve güney yarım kürede Tazmanya'ya kadar dünyanın değişen bölgelerinde yetiştirilmektedir. Dünyada haşhaş yetiştiriciliği yapan ana ülkeler Türkiye, Hindistan, Japonya, Çin, Avustralya, Fransa ve İspanya'dır. Türkiye, Birleşmiş Milletler tarafından geleneksel haşhaş üretimi yapan ülkelerden biri olarak kabul edilmektedir (Bernáth 1998).

Türkiye'de ilk defa 1933'de bitkinin tarımı kontrol altına alınmış ve zaman zaman çıkartılan kanun ve yönetmeliklerle üretime devam edilmiştir. Afyon kaçakçılığının uluslararası seviyede kontrol altına alınmasına ilişkin çalışmalara Türkiye'de katılmış, 1959 yılında haşhaş üretiminin denetim altına alınması için yeni bir kanun çıkarılmıştır. 1961 yılından itibaren sınırlı bir üretime geçilmiştir. Türkiye de Birleşmiş Milletler'e verdiği taahhütlere uyarak haşhaş tarımına ayrılan coğrafi alanları daraltmaya başlamış ve 1962-1963 üretim yılında 42 ilde ekim ve üretime izin verilmiştir (Arslan *et al.* 1986).

1971 yılında 2654 sayılı hükümet kararnamesi ile haşhaş tarımı Türkiye'de yasaklanmıştır. Üretim 1974 yılında tekrar serbest bırakılmıştır. Ekim yasağı 7 il ile sınırlı olmak şartıyla kaldırılmış ve haşhaş ekimine yeniden başlanmıştır. Ancak kapsül çizimi yasaklanmış ve TMO denetiminde kurulan Bolvadin Afyon Alkoloidleri

Fabrikası'nda kapsülden morfin elde edilmesi yönüne gidilmiştir. Bolvadin Alkoloid Fabrikası yıllık 20 bin ton kuru haşhaş işleme kapasitesine sahiptir. Bu fabrika dünyanın yıllık ihtiyacının % 35'ini karşılayacak seviyededir (Erdurmuş 1989).

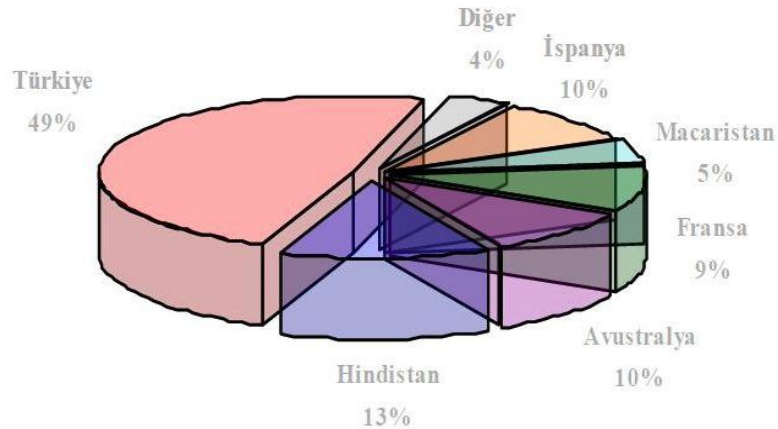
Dünyada haşhaş ekimi Birleşmiş Milletler (BM) Teşkilatı kontrolünde yapılmaktadır. Yasal çerçevede ana üretici olan ülkeler Türkiye, Hindistan, Avustralya, Fransa, İspanya ve Macaristan olup, Türkiye ve Hindistan BM Teşkilatınca geleneksel haşhaş üreticisi ülkeler olarak kabul edilmektedir (TMO 2013).

Çizelge 2.1 Ana Üretici Ülkeler Bazında Yasal Haşhaş Ekim Alanları (Hektar) (TMO 2013)

Yıllar	Türkiye	Hindistan	Avustralya	Fransa	İspanya	Macaristan	Toplam
2008	20 042	2 653	4 108	3 683	5 507	2 262	38 255
2009	48 893	8 853	4 598	6 750	6 865	1 114	77 073
2010	51 897	12 237	9 127	9 400	6 439	7 308	96 408
2011	54 911	16 518	10 973	8 592	9 488	6 025	106 507
2012	13 510	12 092	10 158	8 680	9 308	3 755	57 503

KAYNAK: INCB Narcotic Drugs Report 2012

Çizelge 2.1 ve Şekil 2.1'de görüleceği üzere son beş yıllık verilerin ortalamasına göre ülkemiz dünya yasal haşhaş ekim alanları içerisinde % 49'luk bir paya sahip bulunmaktadır.



Şekil 2.1 Yasal Haşhaş Ekim Alanları (TMO 2013)

Ülkemizde 2012 yılı sonbaharından itibaren Afyonkarahisar, Amasya, Balıkesir, Burdur, Çorum, Denizli, Isparta, Kütahya, Tokat, Uşak, Eskişehir, Konya, Manisa illerinde izin belgesi karşılığında Birleşmiş Milletler Teşkilatınca ülkemize verilen 700.000 dekar limit dahilinde haşhaş ekimi ve çizilmemiş haşhaş kapsülü üretimi serbesttir (Resim 2.4) (TMO 2013).



Resim 2.4 Türkiye’de haşhaş ekimine izin verilen iller (TMO 2013)

2.2 Haşhaş Yağı

Yağ, haşhaş tohumunun en önemli bileşenidir ve genellikle Türkiye’deki haşhaş tohumu çeşitlerine göre %34 - %50 arasında değişmektedir (Azcan *et al.* 2004). Haşhaş tohumu yağının yağ asidi kompozisyonu, haşhaş tohumu çeşidine göre değişmektedir. Türkiye’den elde edilen haşhaş tohumu yağının temel yağ asitleri linoleik asit (%56,4 - %69,2), oleik asit (%16,1 - %19,4) ve palmitik asittir (%10,6 - %16,3). Hindistan’daki haşhaş tohumu genotiplerinde linoleik, oleik ve palmitik asit içeriği sırasıyla % olarak 41,0 - 68,00, 13,22 - 36,79 ve 8,90 - 21,48 değişmektedir (Singh *et al.* 1990).

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. 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 α -linolenik, palmitoleik ve stearik asit olduğu tespit edilmiştir. Araşidik ve gadoleik asit seviyesi iz miktarda ($< \%0,1$) bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada Eskişehir ve Konya civarından elde edilen keten, aspir ve haşhaş tohumlarının kimyasal özellikleri incelenmiş ve bu üç adet yağlı tohumdan en yüksek yağ içeriğinin haşhaş tohumuna ait olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada (Çizelge 2.2) haşhaş tohumlarının % 49,9 oranında yağ, %21,6 oranında protein, %5,3 oranında nem, %5,9 oranında kül ve %18,3 oranında karbonhidrat ve lif içerdiği bulunmuştur (Bozan ve Temelli 2008).

Çizelge 2.2 Keten, haşhaş ve aspir tohumlarının yaklaşık kompozisyonu^a (Bozan ve Temelli 2008)

Analiz	Keten tohumu	Haşhaş tohumu	Aspir tohumu
Ham yağ (%)	33,6 ± 28	49,9 ± 0,7	27,5 ± 2,6
Ham protein (%)	17,9 ± 0,1	21,6 ± 0,3	12,6 ± 0,3
Nem (%)	6,4 ± 0,1	5,3 ± 0,01	6,1 ± 0,01
Kül (%)	3,9 ± 0,7	5,9 ± 0,02	1,9 ± 0,03
Karbonhidrat + lif (%)	38,1 ± 0,1	18,3 ± 0,1	51,9 ± 0,2

^aDeğerler, üç tekrarın ortalama \pm standart sapmasıdır.

Azcan vd. (2004)'a göre; haşhaş tohumu yağı linoleik asidi en yüksek seviyede içerirken (%56,4 - 69,2), oleik asit seviyesi %16,1 – 19,4 ve palmitik asit seviyesi %10,6 – 16,4'tür. Miktarı düşük olan yağ asitleri stearik ve α -linolenik asittir.

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 α -linolenik (C18:3) asittir. En fazla bulunan yağ asidi linoleik asit (C18:2)'dir. Palmitoleik asit (C16:1), miristik asit (C14:0), araşidik asit (C20:0) ve gadoleik asit (C20:1) iz miktarda tespit edilen yağ asitleridir (Hlinková *et al.* 2012).

Fenolik asitler, onların türevleri ve flavanoidler yağ bakımından zengin olan tohumlarda baskın fenolik bileşiklerdir. Fenolik asitler ve onların esterlerinin antioksidant kapasitesi moleküldeki hidroksil gruplarının sayısına bağlıdır. Birçok çalışma, fenolik asit esterlerinin antioksidan potansiyelindeki zenginleşmeyi fenolik asitlerin şeker gibi bir grup ile esterleşmesiyle olduğunu bildirmektedir (Amarowicz *et al.* 2003, Liyana-Pathirana and Shahidi 2006). Bunun da ötesinde yüksek miktarda esterleşmiş fenolikler oksidatif bozulmadan tohumların korunmasında rol oynamaktadır.

Fenolik bileşikler, tohumların besinsel ve duyuşal kalitesi ile ilgilidir. Düşük konsantrasyonda fenolikler, tohumların oksidatif olarak bozulmadan korunmasında bir rol oynayabilirken, yüksek konsantrasyonda ise bazı yağlı tohumlarda koyu renk, acı tat ve kötü kokunun oluşmasında rol oynayabilirler (Shahidi 2000). Sadece tohumlar değil aynı zamanda tohum yağları da, yağın stabilitesinde büyük bir etkisi olan fenolik bileşikler oldukça yüksek miktarda içerirler (Tovar *et al.* 2001). 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 (Bozan ve Temelli 2008).

Bitki materyalleri içindeki çoklu doymamış yağ asitlerini oksidatif bozulmaya karşı korumak için önemli bir rolü olmasının yanında, tohumlar ve tohum yağlarında da tokol (tokoferol+tokotrienol) seviyesi çok büyük önem arz etmektedir. Haşhaş yağı başlıca γ - tokoferol (21,74 mg/100 g yağ) ve α - tokoferol (5,5 mg/100 g yağ) içermektedir. β - tokoferol (1,67 mg/100 g yağ) ise haşhaş yağında en az bulunan tokoferol çeşididir. Haşhaş yağında tokoferol miktarı bakımından sıralama yapıldığında γ - α - β - olarak sıralanmaktadır. Haşhaş yağı, γ - tokotrienol (1,47 mg/100 g yağ) ve δ - tokotrienol (0,58 mg/100 g yağ) içermektedir. α - tokotrienol ise tespit edilememiştir. Toplam tokol (tokoferol+tokotrienol) miktarı 30,9 mg/100 g yağ'dır (Bozan ve Temelli 2008).

Diğer bir çalışmada, haşhaş tohumu yağlarının γ -tokoferol ve α -tokoferol miktarlarının sırasıyla 195,37 - 280,85 ve 21,99 – 45,83 mg kg⁻¹ aralığında değiştiği ve ortalama γ -tokoferol ve α -tokoferol miktarının sırasıyla 261,31 ve 33,03 mg kg⁻¹ olduğu bildirilmektedir (Erinç *et al.* 2009).

Yağın doymamışlık derecesi ile birlikte tokol içeriği yağın oksidatif stabilitesini etkilemektedir. Tokol'ün antioksidant aktivitesi, kimyasal yapısına ve konsantrasyonuna bağlıdır. Genellikle, tokoferollerin antioksidant aktivitesi α - β - γ - δ - tokoferol olarak sıralanmaktadır (Shahidi and Shukla 1996). Bu sıralamaya göre α -tokoferol en aktif olanıdır. (Burton *et al.* 1985, Lampi *et al.* 1999). Diğer tokoferoller ve tokotrienollerin antioksidan etki etmedikleri raporlanmaktadır (Huang *et al.* 1994, Soldeen and Soldeen 2005).

Aşağıda çizelge 2.3'te haşhaş ile birlikte aspir ve keten tohumu yağlarına ait toplam tokoferol, α -tokoferol, γ -tokoferol, çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) ve oksidatif stabilite değerleri verilmiştir. Çizelge 2.3'te görüldüğü gibi oksidatif stabilite ile tokol içeriği arasında korelasyon olmadığı anlaşılmaktadır. İndüksiyon periyodu (IP, saat) sıralandığında; keten yağı (1,57 saat) < aspir yağı (2,87 saat) < haşhaş yağı (5,56 saat) sıralaması oluşmaktadır. Toplam tokol miktarı (mg tokol/100 g yağ) sıralandığında; haşhaş yağı (30,94 mg/100 g yağ) < aspir yağı (53,20 mg/100 g yağ) < keten yağı (79,41 mg/100 g yağ) olmaktadır. Yukarıdaki sıralamalardan anlaşılacağı üzere haşhaş yağı toplam tokol miktarı en az olmasına rağmen oksidatif stabilitesi en fazla olan yağdır. Bu da tokol içeriği ile oksidatif stabilite arasında korelasyon olmadığını göstergesidir. Bunun yanında aspir yağı haşhaş yağının yaklaşık 2/3 katı tokol içermesine rağmen aspir yağının oksidatif stabilitesi, haşhaş yağının indüksiyon periyodunun yarısıdır. Bu durum aspir yağının içinde mevcut bulunan az miktardaki çoklu doymamış ve uzun zincirli yağ asitlerinin var olması ile açıklanabilir (Bozan ve Temelli 2008).

Çizelge 2.3 Tohum yağlarının toplam tokoferol (mg/100g), α-tokoferol (mg/100g), γ-tokoferol (mg/100g), çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA, %) ve oksidatif stabilite değerleri (Bozan ve Temelli 2008)

	Toplam tokol	α-T	γ-T	ÇDYA	İndüksiyon ^a zamanı (saat)
Keten yağı	79,41	0,59	75,67	72,27	1,57 ± 0,20
Haşhaş yağı	30,94	5,53	21,74	75,07	5,56 ± 0,80
Aspir yağı	53,20	44,09	te	71,05	2,87 ± 0,50

te: tespit edilmedi

^aDeğerler, iki tekrarın ortalama ± standart sapmasıdır.

Fenolik bileşiklerin yağların antioksidant kapasitesine katkısı çok iyi bilinmesine karşın, tohumların toplam fenolik içeriği ve yağların oksidatif stabilitesi arasında korelasyon bulunamamıştır (Bozan ve Temelli 2008). Bu durum antioksidant aktivitenin sadece toplam fenolik içeriğine bağlı olmadığına aynı zamanda yağ içinde mevcut olan fenolik bileşiklerin tipine de bağlı olduğu anlamına gelmektedir (Tovar *et al.* 2001).

Haşhaş tohumuna ait mineral madde içeriklerinin dağılımında Ca, K, Mg, P, S, Fe elementlerinin ana mineral grubunu oluşturduğu gözlenmektedir. Kadmiyum (Cd) ve Kurşun (Pb) gibi ağır metaller ise bulunmamaktadır. 32 bitki türü arasında yapılan çalışmada en fazla fosfor (P) içeriği haşhaş bitkisine (5795 mg/kg) ait olması onu daha değerli yapmaktadır. Haşhaş bitkisine ait mineral madde içeriğinin dağılımına ait veriler Çizelge 2.4'te verilmektedir (Özcan 2004).

Çizelge 2.4 Haşhaş bitkisinin mineral içeriği (mg/kg) (Özcan 2004)

	Al	B	Ba	Bi	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Li
HAŞHAŞ	19.6	30.31	118	3.00	10538	-	6.34	14.4	91.1	5906	0.09
	Mg	Mn	N	N	P	Pb	S	Se	Sr	V	Zn
	4256	56.1	8.69	4.63	5795	-	2113	2.88	70.6	13.9	42.5

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 (Özcan ve Atalay 2006).

Kalsiyum (Ca), kemiklerin ana bileşeni ve diş gelişimine yardımcı olması açısından ana bileşendir (Brody 1994). Magnezyum (Mg), fosfor (P), demir (Fe) birçok enzimde kofaktör olarak gerektiğinden önemli minerallerdir (Akpanabiatu *et al.* 1998). İz elementlerden selenyum (Se), son zamanlarda insan sağlığı açısından önemi gittikçe artmaktadır (Foster *et al.* 1998). Selenyum'un iltihaplı - ateşli hastalıklarda düzenleyici olmasında ve bağışıklık sisteminin tepki göstermesinde aktif bir role sahiptir (Neve 1991). Kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) gibi ağır toksik metallerin haşhaşta bulunmaması çok büyük bir avantaj sağlamaktadır. Diğer bir iz element ise Lityum (Li)'dur. Lityum da selenyum gibi faydalı farmakolojik özellikleri bulunan bir elementtir. Lityum, manik depresif hastalıkların tedavisinde efektif olarak kullanılmaktadır (Macrae *et al.* 1993b). Tüm bu bilgiler göz önüne alındığında haşhaş bitkisi mineral madde içeriği ve çeşitliliği bakımından zengin bir bitkidir.

2.2.1 Gıda Sanayi ve İnsan Sağlığı Bakımından Önemi

Yağlı tohumlar, fonksiyonel gıdalar ve nutrasetikler gibi potansiyel uygulamalarıyla yağ, protein ve karbonhidrat gibi ham maddelerin ana kaynağıdır. Bunlar, tokoferol ve fitokimyasal gibi yüksek katma değerli bileşiklerin düşük fiyatlı tekrar yenilenebilir kaynaklarını sağlayabilirler. Tohum yağlarının yağ asidi kompozisyonu ve tokoferol içeriği ile ilişkili olarak diyet içeriklerinin ana kaynağıdır. Faydalı ajanlar olduğu inanılan doymamış yağ asitlerince ve yüksek seviyeli tokoferolce zengin yağlar, günümüzde bebek mamalarına ve çeşitli gıda ürünlerine eklenmektedir ve birçok ülkede nutrasetikal destekleyici olarak anılmaktadır (Oomah and Mazza 1999, Lampi *et al.* 2002, Moyad 2005).

Yağlı tohumlar sadece yağ bileşenleri bakımından değil aynı zamanda yağın ekstraksiyonundan sonra kalan kısmı da protein, karbonhidrat ve besleyici değeri olmayan ama biyoaktif bileşikler olan fenolikler bakımından önemli kaynaklardır (Naczak and Shahidi 2006).

Haşhaş tohumlarının kalitesi ve besleyici değeri, lipid içeriğine ve çoklu doymamış yağ asitlerine bağlıdır. Genellikle haşhaş tohumları sofralık yağın %50'sini içerir (Singh *et al.* 1990). Haşhaş yağı ayrıca diyet ürünlerde ayçiçeği yağı için uygun bir alternatiftir (Küsmenoğlu *et al.* 2002).

Haşhaş tohumu yağı yüksek linoleik asit ve düşük linolenik asit seviyesi bakımından gıda endüstrisi için çok uygun bir ürün (Singh *et al.* 1998) iken, α -linolenik asidin yüksek olması, otooksidasyonla ilgili modifikasyonlar ve α -linolenik asidin stabil olmaması bakımından gıda endüstrisi için uygun değildir (Green, A.G. 1986).

Haşhaş tohumu yağının ana yağ asitleri linoleik, oleik ve palmitik asittir. Haşhaş yağı doymamış yağ asitlerince yüksek içeriğe sahip olması nedeniyle dengeli bir yağ asidi dağılımı içermekte ve çoklu doymamış ve temel yağ asitlerince zengin olması insan beslenmesi için iyi kalite olduğunu göstermektedir. Linoleik asit insanlarda kandaki kolesterol seviyesini daha düşük seviyeye çekme özelliğine sahiptir. Linoleik asidin bu özelliği damar sertliği ve diğer kardiovasküler hastalıkların riskini azaltmada rol oynayabilir. Bunun da ötesinde dengeli bir yağ asidi kompozisyonu ile bazı gıdaların besinsel değerini geliştirmek için kullanılabilir (Rahimi *et al.* 2011).

Haşhaş, Türkiye'nin önemli kültür bitkilerinden birisi olup, tohumlarından elde edilen yağı ile kapsüllerinden elde edilen morfin ve diğer alkaloidlerinden yararlanılmaktadır.

Haşhaş bir yağ bitkisi olmakla birlikte ülkemizde tıbbi amaçla yetiştirilir. İlk kez insanlar bitkinin öz suyunu bebeklerin iyi uyumalarını sağlamak amacıyla mamalara karıştırılarak kullanmışlardır. Zamanla haşhaş kapsülünden elde edilen afyon sakızı büyük önem

kazanmıştır. Afyon ve afyon sakızından elde edilen diğer alkaloidler tıpta yatıştırıcı, ağrı giderici olarak çok fazla kullanım alanına sahiptir. Tohumlarında bulunan %40-60 arasındaki yağ haşhaş yetiştirilen alanlarda önemli bir kullanım alanı bulmaktadır. Tohumlarındaki yağ yemeklik olarak tüketildiği gibi yarı kuruyan yağlardan olduğu için boyacılıkta, sabun sanayinde ve endüstrinin diğer kollarında da kullanılır (İncekara 1964).

Ekmek yapımında kullanılan bazı katkı maddelerinin ekmek kalitesi ve bayatlama özellikleri üzerine etkisinin incelendiği araştırmada kullanılan katkıları yabani mercan köşk, tarçın, yenibahar, haşhaş ezmesi ve patates nişastası olarak sıralanmaktadır. Ekmekte spesifik hacim ve protein oranını en fazla arttıran katkının haşhaş ezmesi katkısı olduğu ortaya çıkmıştır (Çelik 2008).

Köfte üretimi sırasında sığır etine ilave olarak hayvansal yağ yerine haşhaş tohumu ezmesinin kullanılması, köftenin kolesterol ve doymuş yağ asidi oranını düşürmekte diğer taraftan çoklu doymamış yağ asidi oranını arttırmaktadır. Bu değişiklikler insan sağlığını etkilemekte ve kardiovasküler hastalıkların önlenmesine yardım etmektedir. Gıda sanayi açısından hayvansal yağlar yerine bitkisel yağ olan haşhaş tohumu ezmesi kullanımı daha verimli olmakta ve yenilikçi bir et ürününün yolunu açmaktadır (Gök *et al.* 2011).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Bu çalışma kapsamında kullanılan haşhaş tohum çeşitleri, Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğünün (Merkez-ANKARA) izniyle Afyon-Bolvadin Alkoloid Fabrikasından temin edilmiştir. Analizi yapılacak numuneler üç farklı renkte (sarı, gri ve beyaz) altı adet tanımlı haşhaş tohum çeşididir. Bu tanımlı haşhaş tohumu çeşitleri: OFİS 95, OFİS 96, OFİS 3, OFİS 8, TMO-T ve TMO-1'dir. Yukarıda ismi geçen 6 adet tanımlı haşhaş tohumu çeşidinin ayrı ayrı (Resim 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6) ve bir arada bulunduğu (Resim 3.7) görüntülere aşağıda yer verilmiştir.



Resim 3.1 OFİS 8 haşhaş tohumu çeşidine ait bir görüntü



Resim 3.2 TMO-1 haşaş tohumu çeşidine ait bir görüntü



Resim 3.3 TMO-T haşaş tohumu çeşidine ait bir görüntü



Resim 3.4 OFİS 96 haşaş tohumu çeşidine ait bir görüntü



Resim 3.5 OFİS 95 haşaş tohumu çeşidine ait bir görüntü



Resim 3.6 OFİS 3 haşhaş tohumu çeşidine ait bir görüntü



Resim 3.7 OFİS 95, OFİS 96, TMO-1, OFİS 8, TMO-T ve OFİS 3 haşhaş tohumu çeşitlerinin bir arada bulunduğu bir görüntü

3.2 Bin Tane Ağırlığı Tayini

Bin tane ağırlığı tayini Özkaya ve Kahveci (1990) tarafından belirtilen yöntemle yapılmış, sonuçlar kuru madde üzerinden gram olarak verilmiştir.

3.3 Nem Tayini

Nem tayini yapılacak haşhaş tohumu çeşitleri öncelikle içerisindeki kabuk gibi kirliliklerden arındırılmıştır. İçerisinde istenmeyen maddelerden arındırılmış haşhaş tohumu çeşitleri mutfak tipi öğütücü ile öğütüldükten sonra, 3-5 g numune otomatik nem ölçme cihazı (Sartorius MA45) ile 105°C'da duyarlı bir şekilde kurutulmuş ve nem oranı % olarak belirlenmiştir.

3.4 Ekstraksiyon İşlemi

Haşhaş tohumundan elde edilecek yağların toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi de inceleneceğinden ekstraksiyon işlemi olarak soğuk ekstraksiyon yöntemi tercih edilmiştir. Her bir haşhaş tohumu örneğinden beher içine alınarak yaklaşık 50 gr olacak şekilde hassas terazide (KERN 440-33N) tartıldı. Haşhaş tohumundan yağın ekstraksiyon sırasında daha kolay ayrılması için numune öğütücüde (Sinbo marka) öğütülerek erlen içine aktarılmıştır. Erlenin içine çözücü olarak n-hegzan katılarak 250 mL'ye tamamlanmıştır. Erlenin ağzı parafilm ile kapatılarak orbital çalkalayıcıda (Lab companion) yaklaşık 30 dakika 180 rpm'de karıştırılmıştır. Sıvı fazda bulunan çözücü - yağ karışımının ayrılması için kaba süzgeç kâğıdı ile süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzgeç kâğıdında retentant olarak artık haşhaş tohumu numunesi kalırken, süzgeç kâğıdından geçerek erlenin içinde ekstrakt olarak çözücü ve yağ karışımı biriktirilmiştir. Yağ-çözgen ayrımı döner buharlaştırıcı (Heidolph) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yağ örnekleri koyu kahve renkli cam şişelere aktarılmıştır. Şişelerin üst boşluğuna N₂ gazı basılarak yapılacak analiz işlemlerine kadar buzdolabının derin dondurucu kısmında - 18°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

3.5 Kül Oranı Tayini

Örneklerin kül oranları AOCS (American Oil Chemists' Society)'nin Ba 5a-49 numaralı methoduna göre yapılmış ve sonuçlar kuru madde üzerinden % olarak hesaplanmıştır (Anonim 2004).

3.6 Yağ Oranı Tayini

Örneklerin sabit yağ oranları IUPAC (1964)'e göre Soxhlet yöntemi ile yapılmış ve sonuçlar kuru madde üzerinden % olarak hesaplanmıştır.

3.7 İyot Sayısı Tayini

Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerinin iyot sayısı AOCS'nin Cd 1-25 numaralı Wijs Method'una göre gerçekleştirilmiştir (Anonim 2004).

İyot sayısı doymamışlığın bir ölçüsüdür. Bu nedenle her bir haşhaş tohumu çeşidinin yağ asidi kompozisyonundan aşağıdaki formül ile doymamışlık indeksini (DI) hesaplayarak iyot sayısı ile arasında paralellik olup olmadığı bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

$$DI = [1*(\% TDYA) + 2*(\% ÇDYA) + 3*(\% ÜDYA)] / 100 \quad (3.1)$$

Bu denklemde: *DI* Doymamışlık indeksini, % *TDYA* Tekli doymamış yağ asidi toplam yüzdesini, % *ÇDYA* Çiftli doymamış yağ asidi toplam yüzdesini, % *ÜDYA* Üçlü doymamış yağ asidi toplam yüzdesini ifade etmektedir.

3.8 Yağ Asidi Kompozisyonu Tayini

Yağ örnekleri esterleştirildikten sonra gaz kromatografisi vasıtası ile yağ asitleri kompozisyonları ve oranları belirlenmiştir (Anonim 1990). Gaz Kromatografisinin çalışma koşullarına ilişkin bulgular Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Gaz Kromatografisinin çalışma koşulları

Cihaz	Agilent Technologies 6890N Network GC System
Dedektör	Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)
Kolon modeli	Supelco SP-2380
Kolon maksimum sıcaklığı	280 °C
Kolon uzunluğu	60 m
Kolon çapı	250 µm
Kolon film kalınlığı	0,20 µm
Fırın çalışma başlangıç sıcaklığı	260 °C (50 dk)
Fırın son sıcaklık	280 °C (5 dk)
Taşıyıcı gaz	Hidrojen
Hidrojen akış hızı	30,0 mL/dk
Hava akış hızı	300,0 mL/dk
Split oranı	40:1
Enjektör basıncı	15,30 psi
Enjektör sıcaklığı	280 °C
Dedektör sıcaklığı	290 °C
Süre	50 dk

3.9 Toplam Fenolik Madde Tayini

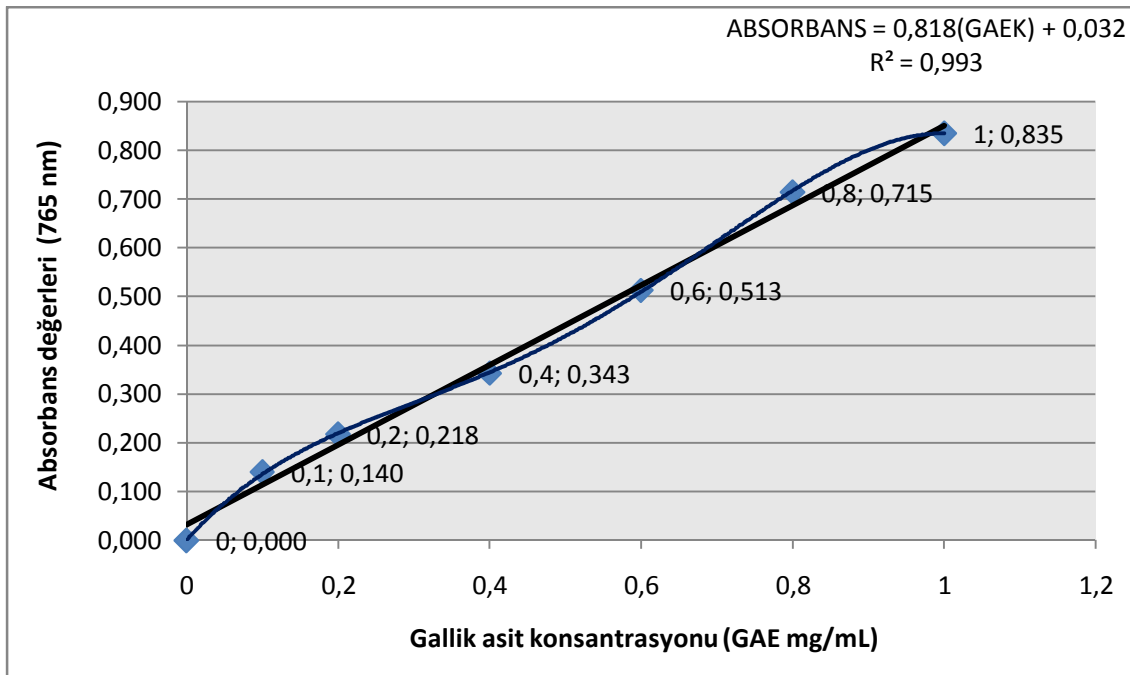
Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocalteu yöntemi esas alınarak gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır (Singleton and Rossi 1965).

Hazırlanan gallik asit standart çözeltisinden ve haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerinden tüplere 20µl alınıp üzerine 1,58ml distile su ilave edilmiştir (kör için distile sudan 20µl alınmıştır). Daha sonra 100µl Folin reaktifi eklenip 5 dakika karıştırılmıştır. Son olarak 300µl sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenerek tekrar karıştırılmıştır. 20 °C'de 2 saat bekletildikten sonra 765 nm'de köre karşı absorbans

değerleri spektrofotometre (Cary 50 Bio UV-Visible - Varian marka) yardımıyla kaydedilmiştir.

Gallik asit stok çözeltisinden 0-2-4-8-12-16 ve 20 ml tüplere alınıp distile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Böylece 0-100-200-400-600-800 ve 1000 mg/L GAE (gallik asit eşdeğeri) toplam fenol miktarı içeren standartlar oluşturulmuştur.

Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam fenolik madde miktarları (mg/mL) gallik asit standart grafiği ve denklemini kullanarak hesaplanmıştır. Yağ örneklerinin toplam fenolik madde miktarları $ABSORBANS = 0,818(GAEK) + 0,032$ denklemini ile spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda okunan absorbans değerleri kullanılarak, Gallik Asit Eşdeğer (GAE) konsantrasyonu "mg (GAE)/mL yağ" cinsinden hesaplanmıştır. Gallik asit standart grafiği ve denklemini Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Gallik asit standart grafiği ve denklemini (Folin-Ciocalteu)

3.10 Antioksidan Aktivite Tayini

Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerinin antioksidan aktivitesi, DPPH yöntemi (Katalinić *et al.* 2004, Atoui 2005) kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, otomatik pipet yardımıyla 50µl haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerinden alınarak 1950µl 6x10⁻⁵ molar DPPH radikali (metanolde hazırlanmış) ile karıştırılmıştır. Kontrol olarak saf su kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı vorteks karıştırıcıda karıştırılıp oda sıcaklığında 60 dakika süreyle karanlıkta bekletilmiştir. Sürenin bitiminde karışımın absorbanı spektrofotometrede 517nm'de metanole karşı okunmuştur. Antioksidan aktivite % olarak (%AA), aşağıdaki eşitlikten (Yen and Duh 1994) yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$AA (\%) = \frac{Abs_{Kontrol} - Abs_{Örnek}}{Abs_{Kontrol}} \times 100 \quad (3.2)$$

Formülde $Abs_{Kontrol}$ örnek içermeyen DPPH çözeltisinin absorbanını, $Abs_{Örnek}$ örnek içeren DPPH çözeltisinin absorbanını göstermektedir.

3.11 E vitamini (α-Tokoferol) Tayini

Yağ örneklerinin E vitamini (α-Tokoferol) içerikleri, AOCS'nin Ce 8-89 nolu methoduna göre Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Anonim 2004). HPLC'nin çalışma koşullarına ilişkin bilgiler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 HPLC çalışma koşulları

Kolon	Düz faz Kromasil 100-5 SIL 25x4,6 mm
Dedektör	Floresans (Giriş:290nm, Çıkış: 330nm)
Akış hızı	1mL/dk
Mobil faz	İzopropanol; n-hekzan (0,5:99,5)

3.12 Renk Tayini

Haşhaş tohumları ve tohum yağı örneklerine ait renk ölçümleri için Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Osaka, Japan) model kolorimetre kullanılmıştır. $L^*a^*b^*$ değerleri, ortalama değer \pm standart sapma olarak kolorimetre cihazı tarafından hesaplanarak çıktı halinde verilmiştir.

Gıdaların yüzeysel görünüşü ve rengi, tüketicilerin değerlendirdiği ilk kalite kriteridir ve tüketici tarafından gıdanın kabul edilebilirliği için kritik faktörlerdir. Farklı renk - uzay diyagramları olmasına karşın gıda renginin ölçülmesinde bu diyagramlardan en çok kullanılan $L^*a^*b^*$ renk uzay diyagramıdır. Bunun nedeni renklerin düzenli dağılışı göstermesi ve renklerin insan algısına en yakın olmasıdır (León *et al.* 2006).

Genellikle gıdaların rengi $L^*a^*b^*$ renk sistemi kullanılarak ölçülmüştür. $L^*a^*b^*$ (veya CIELab) renk uzay sistemi, 1976 yılında Commission International d'Eclairage tarafından renk ölçümleri için kabul edilen uluslararası bir standarttır. L^* skalası, parlaklık ve matlığın bir ölçütüdür. Düşük değerler (0-50) matlığı, yüksek değerler (51-100) parlaklığı göstermektedir. L^* değeri arttıkça matlığın azaldığı parlaklığın fazlaştığı anlaşılır. a^* skalası, yeşil ve kırmızılığın bir ölçütüdür. Pozitif a^* değerleri kırmızılığı, negatif a^* değerleri yeşilliği göstermektedir. b^* skalası, mavi ve sarılığın bir ölçütüdür. Pozitif b^* değerleri sarılığı, negatif b^* değerleri maviliği göstermektedir (İnt.Kyn.1).

3.13 İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS® programı (SPSS Statistics 17.0) ve MATLAB® programı (MATLAB 7.10.0 (R2010a)) ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar iki tekerrürlü ölçümlerin ortalaması \pm standart sapma olarak gösterilmiştir. Tek yönlü (One-way ANOVA) varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Farklılıkların ($p < 0,05$) seviyesinde önemli olduğu düşünülmüştür. Korelasyon ve regresyon analizleri sırasıyla Pearson korelasyon analizi ve Linear regresyon analizi ile gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Haşhaş Tohumlarına İlişkin Analiz Sonuçları

4.1.1 Nem, Yağ, Kül ve Bin Tane Ağırlığına İlişkin Sonuçlar

Haşhaş tohumlarının % nem, % yağ, % kül ve bin tane ağırlığına ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Haşhaş tohumlarına ait nem (%) içeriğinin % 4,21 (Ofis 96) – % 5,23 (Ofis 3) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Kuru maddede yağ (%) oranının % 40,35 (Ofis 3) – % 49,93 (Ofis 96) aralığında ve kuru maddede kül (%) miktarının % 6,528 (Ofis 3) - % 7,229 (Ofis 95) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Haşhaş tohumuna ait bin tane ağırlığının 0,341 (Ofis 8) - 0,404 (TMO-T) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 Haşhaş tohumu çeşitlerinin nem (%), yağ (%), kül (%) ve bin tane ağırlığı *

Çeşit	Nem (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Bin Tane Ağırlığı
OFİS 95	4,55 ^{bc} ±0,53	48,84 ^b ±0,12	7,229 ^a ± 0,003	0,385 ^b ±0,002
OFİS 96	4,21 ^c ±0,05	49,93 ^a ±0,17	6,556 ^b ±0,032	0,378 ^b ±0,002
OFİS 3	5,23 ^a ±0,28	40,35 ^f ±0,19	6,528 ^b ± 0,411	0,383 ^b ±0,004
OFİS 8	4,86 ^{ab} ±0,10	45,42 ^c ±0,13	7,013 ^{ab} ± 0,087	0,341 ^c ±0,003
TMO-T	4,91 ^{ab} ±0,01	42,92 ^e ±0,20	6,566 ^{ab} ±0,004	0,404 ^a ±0,006
TMO-1	4,73 ^{abc} ±0,00	43,38 ^d ±0,11	7,082 ^{ab} ± 0,470	0,340 ^c ±0,001

*Değerler, iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır.

^{a,b,c,d,e,f} Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.1.2 Renk Analizine İlişkin Sonuçlar (CIE-L*, a*, b*)

Haşhaş tohumlarının L* değerlerinin 27,92 (Ofis 3) – 70,46 (Ofis 8); a* değerlerinin 0,91 (TMO-T) - 8,65 (TMO-1); b* değerlerinin -0,01 (TMO-T) – 27,25 (Ofis 95) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Haşhaş tohumlarının CIE-L*, a*, b* değerlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Haşhaş tohumu çeşitlerinin CIE-L*, a*, b* değerleri*

Çeşit	Tohum		
	L*	a*	b*
OFİS 95	50,60 ^b ±0,20	8,12 ^a ± 0,14	27,25 ^a ± 0,16
OFİS 96	47,57 ^c ±0,63	8,29 ^a ± 0,11	26,21 ^b ± 0,29
OFİS 3	27,92 ^e ±1,33	3,07 ^c ± 0,43	0,25 ^e ± 0,47
OFİS 8	70,46 ^a ±0,86	4,56 ^b ± 0,13	22,26 ^c ± 0,36
TMO-T	38,44 ^d ±0,86	0,91 ^d ± 0,11	-0,01 ^e ± 0,24
TMO-1	53,02 ^b ±0,56	8,65 ^a ± 0,12	21,26 ^d ± 0,09

*Değerler, iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır.

a,b,c,d,e Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.2 Haşhaş Yağı Numunelerine İlişkin Analiz Sonuçları

4.2.1 İyot Sayısı ve Doymamışlık İndeksi (Dİ) Analizine İlişkin Sonuçlar

Haşhaş yağı örneklerinin iyot sayısı 139,41 (TMO-T) ile 148,82 (Ofis 96) arasında, doymamışlık indeksi değerleri 1,542 (TMO-T) ile 1,646 (Ofis 96) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Haşhaş yağı örneklerine ait iyot sayısı ve doymamışlık indeksi değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Haşhaş yağı örneklerinin iyot sayısı ve doymamışlık indeksi değerleri*

Çeşit	İyot Sayısı	Doymamışlık İndeksi (Dİ)
OFİS 95	148,02 ^a ±0,32	1,637 ^a ± 0,004
OFİS 96	148,82 ^a ±0,72	1,646 ^a ± 0,008
OFİS 3	147,37 ^a ±1,34	1,630 ^a ± 0,015
OFİS 8	143,85 ^b ±1,29	1,591 ^b ± 0,014
TMO-T	139,41 ^c ±0,37	1,542 ^c ± 0,004
TMO-1	147,85 ^a ±0,61	1,635 ^a ± 0,007

*Değerler, iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır.

a,b,c,d Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

4.2.2 Yağ Asitleri Dağılımına İlişkin Sonuçlar

Haşhaş yağı örneklerinin yağ asidi (%) dağılımı incelendiğinde dört yağ asidinin hâkim olduğu anlaşılmıştır. Bunlar linoleik asit (C18:2), oleik asit (C18:1), palmitik asit (C16:0) ve stearik asittir (C18:0). Diğer yağ asitleri ise oran olarak yağ asidi dağılımında % 1'in altında kalan yağ asitleridir. Bunlar: miristik asit (C14:0), palmitoleik asit (C16:1), margarik asit (C17:0), heptadesenoik asit (C17:1), linolenik asit (C18:3), araşidik asit (C20:0), eikosanoik asit (C20:1), behenik asit (C22:0) ve lignoserik (C24:0) asittir. En hâkim yağ asidi linoleik asit olup haşhaş tohumu çeşidine göre oranı % 65,51 (TMO-T) – % 74,97 (Ofis 96) arasında değişmektedir. Diğer hâkim yağ asitleri olan oleik, palmitik ve stearik asit oranları sırasıyla % 13,26 (Ofis 96) – % 21,43 (TMO-T), % 8,65 (Ofis 95) – % 10,06 (TMO-T) ve % 2,06 (TMO-T) – % 2,22 (Ofis 95) arasında değiştiği görülmüştür. Haşhaş yağı numunelerinin hâkim yağ asitleri ortalama oranları: linoleik asit (% 71,91), oleik asit (% 15,94), palmitik asit (% 9,15) ve stearik asit (% 2,15) olarak bulunmuştur. Haşhaş yağı örneklerinin yağ asidi (%) dağılımı Çizelge 4.4'te verilmiştir. Haşhaş yağlarının toplam doymuş yağ asidi (Σ SFA), tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA), çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) ve toplam doymamış yağ asidi (Σ UFA) değerleri sırasıyla % 11,07 (Ofis 95) – % 12,33 (TMO-T), % 13,41 (Ofis 96) – % 21,63 (TMO-T), % 66,04 (TMO-T) – % 75,37 (Ofis 96) ve % 87,67 (TMO-T) – % 88,93 (Ofis 95) aralığında olduğu tespit edilmiştir. Haşhaş yağı örneklerinin doymuş/doymamış yağ asidi (%) dağılımı Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Haşhaş yağı örneklerinin yağ asidi (%) dağılımı *

Yağ Asitleri		OFİS 95	OFİS 96	OFİS 3	OFİS 8	TMO-T	TMO-1
Miristik Asit	C 14:0	0,04 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,00	0,06 ^a ± 0,01	0,06 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,01
Palmitik Asit	C 16:0	8,65 ^b ± 0,20	8,85 ^{ab} ± 0,22	9,29 ^{ab} ± 0,38	9,22 ^{ab} ± 1,00	10,06 ^a ± 0,24	8,80 ^b ± 0,32
Palmitoleik Asit	C 16:1	0,07 ^b ± 0,01	0,07 ^b ± 0,01	0,07 ^b ± 0,01	0,10 ^{ab} ± 0,02	0,11 ^a ± 0,01	0,09 ^{ab} ± 0,01
Margarik Asit	C 17:0	0,04 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01
Heptadesenoik Asit	C 17:1	0,03 ^c ± 0,00	0,04 ^{bc} ± 0,01	0,04 ^{bc} ± 0,01	0,05 ^{ab} ± 0,01	0,05 ^a ± 0,00	0,04 ^{abc} ± 0,00
Stearik Asit	C 18:0	2,22 ^a ± 0,01	2,12 ^a ± 0,18	2,17 ^a ± 0,06	2,14 ^a ± 0,11	2,06 ^a ± 0,02	2,16 ^a ± 0,03
Oleik Asit	C 18:1	14,48 ^c ± 0,07	13,26 ^d ± 0,28	14,00 ^{cd} ± 0,84	18,00 ^b ± 0,28	21,43 ^a ± 0,13	14,48 ^c ± 0,01
Linoleik Asit	C 18:2	73,90 ^a ± 0,13	74,97 ^a ± 0,57	73,69 ^a ± 1,27	69,66 ^b ± 0,59	65,52 ^c ± 0,13	73,69 ^a ± 0,33
Linolenik Asit	C 18:3	0,42 ^{bc} ± 0,01	0,41 ^c ± 0,04	0,48 ^{abc} ± 0,07	0,53 ^a ± 0,01	0,52 ^a ± 0,01	0,50 ^{ab} ± 0,01
Araşidik Asit	C 20:0	0,07 ^b ± 0,01	0,08 ^{ab} ± 0,02	0,07 ^b ± 0,01	0,10 ^a ± 0,01	0,08 ^{ab} ± 0,01	0,08 ^{ab} ± 0,01
Eikosanoik Asit	C 20:1	0,04 ^a ± 0,00	0,05 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01
Behenik Asit	C 22:0	0,04 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,02	0,04 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,03	0,05 ^a ± 0,02	0,04 ^a ± 0,00
Erusik Asit	C 22:1	TED	TED	TED	TED	TED	TED
Lignoserik Asit	C 24:0	0,03 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,03	0,03 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,03	0,03 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,01

*Değerler, iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır.

a,b,c,d Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

(TED<0,01)

Çizelge 4.5 Haşhaş yağı örneklerinin doymuş/doymamış yağ asidi (%) dağılımı *

Yağ Asitleri	OFİS 95	OFİS 96	OFİS 3	OFİS 8	TMO - T	TMO - 1
C 14:0	0,04 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,00	0,06 ^a ± 0,01	0,06 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,01
C 16:0	8,65 ^b ± 0,20	8,85 ^{ab} ± 0,22	9,29 ^{ab} ± 0,38	9,22 ^{ab} ± 1,00	10,06 ^{ab} ± 0,24	8,80 ^{ab} ± 0,32
C 17:0	0,04 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01
C 18:0	2,22 ^a ± 0,01	2,12 ^a ± 0,18	2,17 ^a ± 0,06	2,14 ^a ± 0,11	2,06 ^a ± 0,02	2,16 ^a ± 0,03
C 20:0	0,07 ^b ± 0,01	0,08 ^{ab} ± 0,02	0,07 ^b ± 0,01	0,10 ^a ± 0,01	0,08 ^{ab} ± 0,01	0,08 ^{ab} ± 0,01
C 22:0	0,04 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,02	0,04 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,03	0,05 ^a ± 0,02	0,04 ^a ± 0,00
C 24:0	0,03 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,03	0,03 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,03	0,03 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,01
Toplam Doymuş Yağ Asidi Miktarı (Σ SFA)	11,07 ^b ± 0,22	11,22 ^b ± 0,30	11,69 ^{ab} ± 0,33	11,62 ^{ab} ± 0,84	12,33 ^a ± 0,25	11,18 ^b ± 0,32
C 16:1	0,07 ^b ± 0,01	0,07 ^b ± 0,01	0,07 ^b ± 0,01	0,10 ^{ab} ± 0,02	0,11 ^a ± 0,01	0,09 ^{ab} ± 0,01
C 17:1	0,03 ^c ± 0,00	0,04 ^{bc} ± 0,01	0,04 ^b ± 0,01	0,05 ^{ab} ± 0,01	0,05 ^a ± 0,00	0,04 ^{abc} ± 0,00
C 18:1	14,48 ^c ± 0,07	13,26 ^d ± 0,28	14,00 ^{cd} ± 0,84	18,00 ^b ± 0,28	21,43 ^a ± 0,13	14,48 ^c ± 0,01
C 20:1	0,04 ^a ± 0,00	0,05 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01
C 22:1	TED	TED	TED	TED	TED	TED
Tekli Doymamış Yağ Asidi Miktarı (Σ MUFA)	14,61 ^c ± 0,08	13,41 ^d ± 0,23	14,15 ^{cd} ± 0,87	18,19 ^b ± 0,26	21,63 ^a ± 0,10	14,63 ^c ± 0,01
C 18:2(ω6)	73,90 ^a ± 0,13	74,97 ^a ± 0,57	73,69 ^a ± 1,27	69,66 ^b ± 0,59	65,52 ^c ± 0,13	73,69 ^a ± 0,33
C 18:3(ω3)	0,42 ^{bc} ± 0,01	0,41 ^c ± 0,04	0,48 ^{abc} ± 0,07	0,53 ^a ± 0,01	0,52 ^a ± 0,01	0,50 ^{ab} ± 0,01
Çoklu Doymamış Yağ Asidi Miktarı (Σ PUFA)	74,32 ^a ± 0,13	75,37 ^a ± 0,54	74,17 ^a ± 1,20	70,19 ^b ± 0,59	66,04 ^c ± 0,14	74,19 ^a ± 0,33
Toplam Doymamış Yağ Asidi Miktarı (Σ UFA)	88,93 ^a ± 0,21	88,78 ^a ± 0,30	88,31 ^{ab} ± 0,31	88,38 ^{ab} ± 0,84	87,67 ^b ± 0,25	88,82 ^a ± 0,32

(TED<0,01). * Değerler, iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır.

a,b,c,d Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

C14:0 miristik, C16:0 palmitik, C16:1 palmitoleik, C17:0 margarik, C17:1 heptadesenoik, C18:0 stearik, C18:1 oleik, C18:2 linoleik, C18:3 linolenik, C20:0 araşidik, C20:1 eikosonoik, C22:0 behenik, C22:1 erusik, C24:0 lignoserik asit.

4.2.3 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Analizine İlişkin Sonuçlar

Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların toplam fenolik madde miktarları incelendiğinde, 2,617 (TMO-T) ile 2,916 (Ofis 96) (mg GAE/mL yağ) aralığında değiştiği görülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı, haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 96 (2,916) > Ofis 8 (2,786) > TMO-1 (2,698) > Ofis 3 (2,661) > Ofis 95 (2,659) > TMO-T (2,617) olarak sıralanmıştır. Haşhaş tohumu çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Haşhaş yağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı* (mg GAE/mL yağ)

Toplam Fenolik Madde Miktarı	OFİS 95	OFİS 96	OFİS 3	OFİS 8	TMO - T	TMO - 1
	2,659 ^a ±0,23	2,916 ^a ±0,26	2,661 ^a ±0,02	2,786 ^a ±0,08	2,617 ^a ±0,05	2,698 ^a ±0,30

*Değerler, iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır.

^aAynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların antioksidan aktivite sonuçları incelendiğinde, antioksidan aktivite yüzdelerinin % 56,50 (TMO-1) ile % 87,30 (Ofis 96) arasında değiştiği görülmüştür. Antioksidan aktivite (% AA) değerleri haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 96 (% 87,30) > Ofis 8 (% 74,58) > Ofis 95 (% 72,23) > TMO-T (% 72,08) > Ofis 3 (% 68,98) > TMO-1 (% 56,50) olarak sıralanmıştır. Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Haşhaş yağı örneklerinin antioksidan aktivite değerleri (% AA)

	OFİS 95	OFİS 96	OFİS 3	OFİS 8	TMO - T	TMO - 1
% AA*	72,23 ^b ±1,77	87,30 ^a ±2,26	68,98 ^b ±8,21	74,58 ^b ±2,69	72,08 ^b ±1,45	56,50 ^c ±5,74

*Değerler, iki tekerrürün ortalama ± standart sapmasıdır.

^{a,b,c}Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05)

4.2.4 E Vitamini (α -tokoferol) Analizine İlişkin Sonuçlar

Haşhaş yağı örneklerinin E vitamini (α -tokoferol) içeriklerinin 29,4 (mg/kg yağ) (TMO-T) ile 54,0 (mg/kg yağ) (Ofis 95 ve Ofis 3) arasında değiştiği tespit edilmiştir. E vitamini (α -tokoferol) içerikleri tohum çeşidine göre sırasıyla Ofis 95 = Ofis 3 (54,0) > Ofis 96 (40,0) > TMO-1 (33,0) > Ofis 8 (31,0) > TMO-T (29,4) olarak sıralanmıştır. Yağ örneklerinin E vitamini (α -tokoferol) içerikleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Haşhaş yağı örneklerinin E vitamini (α -tokoferol) içerikleri (mg/kg yağ)

	OFİS 95	OFİS 96	OFİS 3	OFİS 8	TMO - T	TMO - 1
E vitamini*						
α-tokoferol (mg/kg yağ)	54,0 ^a ±0,18	40,0 ^b ±0,14	54,0 ^a ±0,57	31,0 ^d ±0,42	29,4 ^e ±0,28	33,0 ^c ±0,42

* Değerler, iki tekerrürün ortalama \pm standart sapmasıdır.

a,b,c,d,e Aynı satırda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05)

4.2.5 Renk Analizine İlişkin Sonuçlar (CIE-L*, a*, b*)

Haşhaş yağı örneklerinin L* değerlerinin 62,57 (TMO-T) - 67,03 (Ofis 96); a* değerlerinin -1,34 (Ofis 95) - -3,24 (Ofis 3); b* değerlerinin 5,51 (Ofis 95) -17,89 (TMO-T) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Haşhaş yağı örneklerinin CIE-L*, a*, b* değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Haşhaş yağı örneklerinin CIE-L*, a*, b* değerleri*

Çeşit	Tohum Yağı		
	L*	a*	b*
OFİS 95	63,42 ^a ±0,53	-1,34 ^a ± 0,04	5,51 ^e ± 0,09
OFİS 96	67,03 ^a ±0,96	-1,73 ^{bc} ± 0,00	6,63 ^{de} ± 0,07
OFİS 3	66,13 ^a ±0,59	-3,24 ^d ± 0,05	13,73 ^b ± 0,19
OFİS 8	66,21 ^a ±1,64	-1,56 ^{ab} ± 0,11	7,79 ^d ± 0,44
TMO-T	62,57 ^a ±0,78	-1,81 ^{bc} ± 0,04	17,89 ^a ± 0,43
TMO-1	62,73 ^a ±1,13	-1,85 ^c ± 0,08	9,11 ^c ± 0,38

* Değerler, iki tekerrürün ortalama \pm standart sapmasıdır.

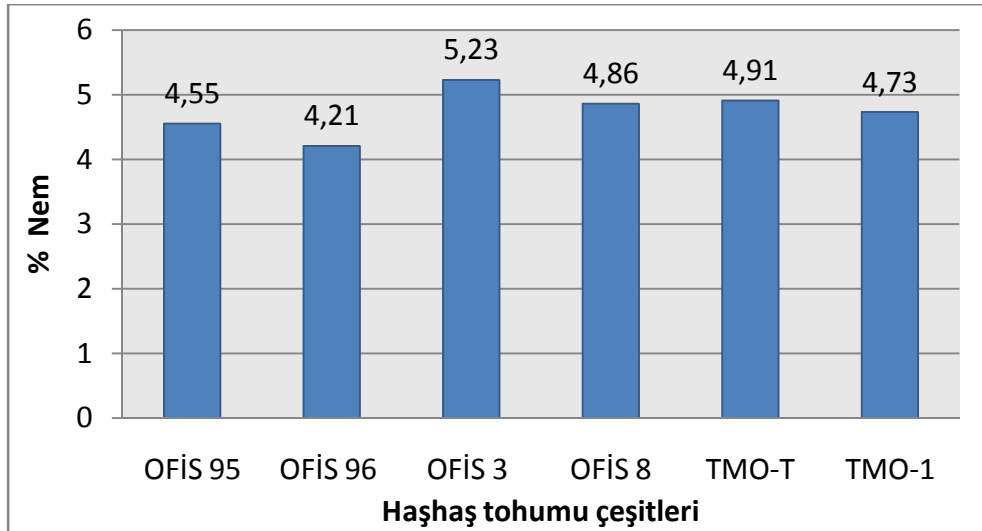
a,b,c,d,e Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Haşhaş Tohumlarına İlişkin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.1.1 Nem, Yağ, Kül ve Bin Tane Ağırlığına İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi

Haşhaş tohumu çeşitlerine ait % nem miktarının % 4,21 (Ofis 96) ile % 5,23 (Ofis 3) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Haşhaş tohumu çeşitlerinin % nem içeriği sırasıyla Ofis 3 (%5,23)> TMO-T (%4,91)> Ofis 8 (%4,86)> TMO-1 (%4,73)> Ofis 95 (%4,55)> Ofis 96 (% 4,21) şeklinde sıralanmıştır. Haşhaş tohumlarının % nem miktarlarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.1’de verilmiştir.



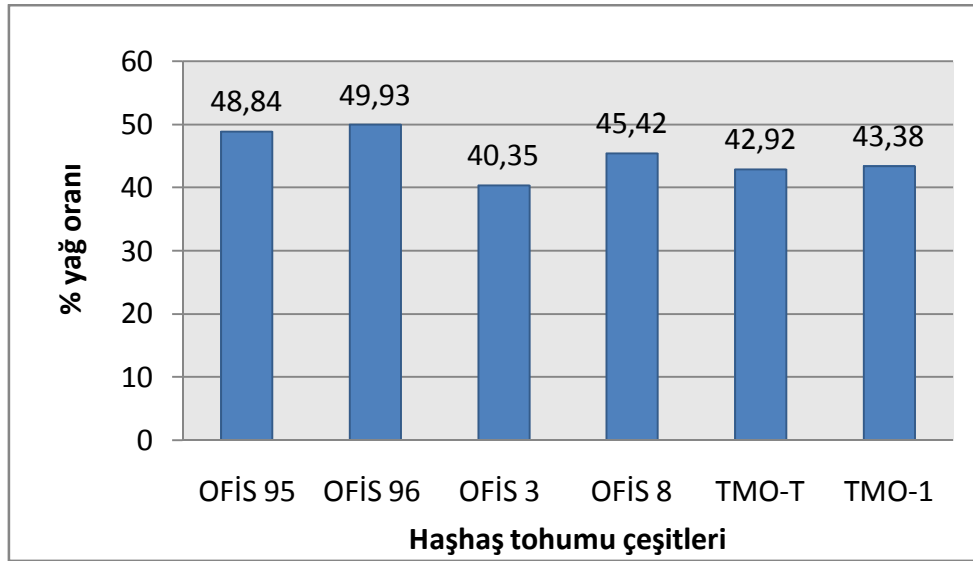
Şekil 5.1 Haşhaş tohumlarının % nem içerikleri

Haşhaş tohumlarının % nem içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Ofis 8 ve TMO-T haşhaş tohumu çeşitlerine ait % nem içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p > 0,05$), Ofis 95, Ofis 96, Ofis 3, TMO-1 ve (Ofis 8 veya TMO-T) haşhaş tohumlarının % nem içerikleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Özcan ve Atalay (2006), yaptığı araştırmada 7 farklı haşhaş tohumu çeşidinin % nem içeriklerini % 3,4 – 4,8 aralığında bulmuşlardır. Bozan ve Temelli (2008) ise Orta Anadolu (Eskişehir ve Konya) bölgesinden temin ettiği haşhaş tohumu örneğinin % nem içeriğini % 5,3 olarak bulmuştur. Azcan vd. (2004) de, üç farklı renkteki (sarı, beyaz, mavi) haşhaş tohumu çeşidinin ortalama % nem içeriğini % 6,4 olarak bulmuşlardır. Çalışma sonuçları ile diğer sonuçlar karşılaştırıldığı zaman haşhaş tohumlarının % nem içeriklerinin benzer olduğu tespit edilmiştir.

Haşhaş tohumu çeşitlerine ait % yağ oranlarının % 40,35 (Ofis 3) - % 49,93 (Ofis 96) arasında değiştiği bulunmuştur. % yağ oranı, haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 96 (% 49,93) > Ofis 95 (% 48,84) > Ofis 8 (% 45,42) > TMO-1 (% 43,38) > TMO-T (% 42,92) > Ofis 3 (% 40,35) olarak sıralanmıştır. Haşhaş tohumlarının % yağ oranlarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2 Haşhaş tohumlarının % yağ oranları

Haşhaş tohumunun % yağ oranı ile haşhaş tohumunun rengi arasında belirli bir uyumun olduğu saptanmıştır. En yüksek % yağ oranı sarı renkli haşhaş tohumu çeşidi olan Ofis 96 (% 49,93) ve Ofis 95 (% 48,84) çeşitlerinin iken, en düşük % yağ oranı gri renge sahip olan TMO-T (% 42,92) ve Ofis 3 (% 40,35) haşhaş tohumu çeşitlerine ait olduğu bulunmuştur. Beyaz renkteki haşhaş tohumu çeşidi olan Ofis 8 (% 45,42) ise %

yağ oranı olarak sarı ve gri renkteki haşhaş tohumu çeşitlerinin arasında yer aldığı tespit edilmiştir. % yağ oranları, haşhaş tohumu renklerine göre "sarı > beyaz > gri" olarak sıralandığı tespit edilmiştir. Ancak yukarıda sıralama aynı renkteki çeşitlerin ortalama % yağ oranları üzerinden yapılmış olup, tohum çeşide göre sıralama değişebilir. Buna örnek olarak beyaz tohum rengine sahip Ofis 8 haşhaş tohumu çeşidinin % yağ oranı % 45,42 olmasına karşın sarı tohum rengine sahip TMO-1 haşhaş tohumu çeşidinin % yağ oranı % 43,38 olarak bulunmuştur. Bu da haşhaş tohumu renginin tek başına % yağ oranını etkilemediği aynı zamanda haşhaş tohumu çeşidinin de % yağ oranı üzerine etkisi olduğu sonucuna işaret etmektedir.

Tüm haşhaş tohumu çeşitlerinin % yağ oranları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Hlinková vd. (2012) sekiz farklı tanımlanmış haşhaş tohumu çeşidinin 2007 ve 2009 hasat yıllarına ait örnekleri üzerinde çalışmışlardır. Bu sekiz haşhaş tohumu çeşidinin 2007 yılında hasat edilmiş olanlarının % yağ oranı % 43,3 - 49,9 aralığında bulunmuş iken, 2009 yılında hasat edilmiş olanların ise % yağ oranı % 40,8 - 50,1 aralığında bulunmuştur. Bu da haşhaş tohumuna ait % yağ oranının haşhaş tohumunun renk ve çeşidinin yanında hasat yılına da bağlı olduğunu göstermiştir.

Bozan ve Temelli (2008)'de Orta Anadolu (Eskişehir ve Konya) bölgesinden temin ettiği haşhaş tohumu örneğinin % yağ oranını % 49,9 olarak bulmuştur. Özcan ve Atalay (2006), haşhaş tohumunun % yağ oranını % 32,4 ile % 45,5 arasında bulmuşlardır.

Sarı, beyaz ve mavi renkli haşhaş tohumu çeşitlerinin çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen yağ oranları ortalamaları sırasıyla % 49,2, % 36,8 ve % 33,6 olarak bulunmuştur. Bu değerler sarı haşhaş tohumu çeşidinin diğer iki farklı renkteki haşhaş tohumu çeşidinden daha yüksek bir yağ oranına sahip iken, mavi renkteki haşhaş tohumunun en düşük yağ oranına sahip olduğunu göstermektedir (Azcan *et al.* 2004).

Rahimi vd. (2011) yaptığı araştırmada 18 çeşit haşhaş tohumunda % yağ oranları ve yağ asitleri bileşimleri araştırılmıştır. Haşhaş tohumlarının yağ iğeriği % 35,38 ile % 47,95 arasında belirlenmiştir. Rahimi vd. (2011) yaptığı araştırmanın, bu ęalıřma kapsamındaki önemi: 18 çeşit haşhaş tohumundan 5 tanesi aynı zamanda bu ęalıřmadaki 6 çeşit haşhaş tohumunun 5 tanesi ile aynı olmasıdır. Bu haşhaş tohumu çeşitleri: Ofis 8, Ofis 96, Ofis 95, TMO-1 ve Ofis 3'tür. Bu durum aynı haşhaş tohumu çeşitlerinin farklı hasat yıllarına ait % yağ oranlarını karşılaştırmamızda bize yardımcı olmuştur. Rahimi vd. (2011) yaptığı araştırmada kullandıkları haşhaş tohumları 2010 yılında hasat edilmişken, bu ęalıřma kapsamında kullanılan haşhaş tohumları ise 2012 yılında hasat edilmiştir. Rahimi vd. (2011) yaptığı araştırma kapsamında 2010 yılında hasat edilmiş olan 5 haşhaş tohumu çeşidini Ofis 8, Ofis 96, Ofis 95, TMO-1 ve Ofis 3'ün yağ verimi sırasıyla %39,93, %43,73, %45,44, %46,14 ve %40,86'dır. Bu ęalıřma kapsamında 2012 yılında hasat edilmiş olan aynı 5 haşhaş tohumu çeşidinin % yağ oranları ise sırasıyla %45,42, %49,93, %48,84, %43,38 ve %40,35'dir. Ofis 8, Ofis 96, Ofis 95 haşhaş tohumu çeşitlerinin % yağ oranları artmışken, TMO-1 ve Ofis 3 haşhaş tohum çeşitlerinin % yağ oranları azalmıştır. Bu durum aynı haşhaş tohumu çeşidinin farklı hasat yıllarına ait % yağ oranının farklılık gösterebileceği sonucuna ulaştırmıştır.

Ęalıřma sonuçları ile diğer sonuçlar karşılaştırıldığında haşhaş tohumu çeşitlerinin % yağ oranlarının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Azcan vd. (2004)'nin yaptığı ęalıřmadaki haşhaş tohumu rengi - % yağ oranı ilişkisinden ęıkan sonuç ile bu ęalıřma kapsamında elde edilen sonuç paralellik göstermiş olup, her iki ęalıřmada da sarı renge sahip haşhaş tohumu çeşitlerinin % yağ oranlarının en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

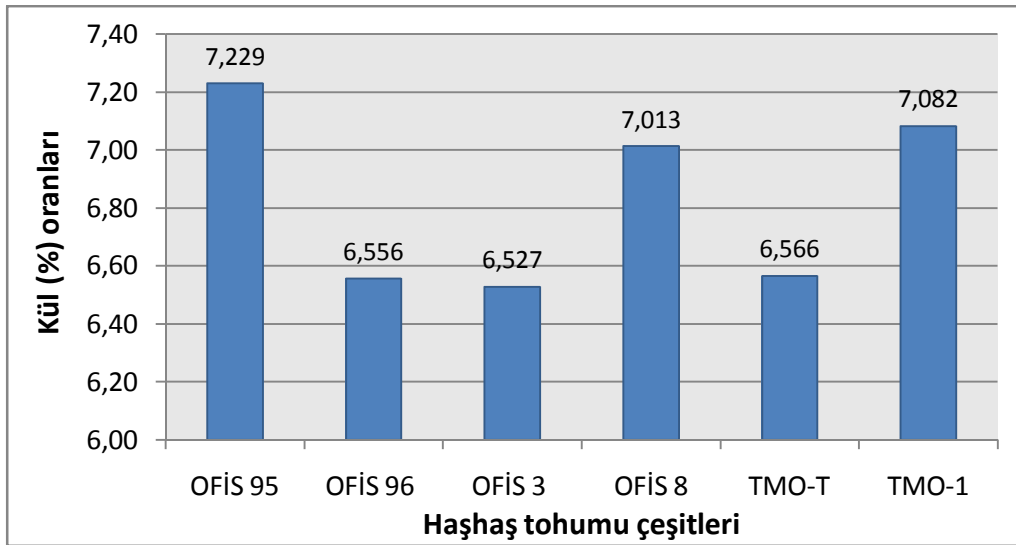
Çizelge 5.1 Haşhaş çeşitlerinin renk, yağ ve morfin ilişkisi

Çeşit	Renk	Yağ Oranı(%)	Morfin Oranı (%)*
OFİS 95	Sarı	48,84	0,550 - 0,710
OFİS 96	Sarı	49,93	0,550 - 0,710
OFİS 3	Gri	40,35	0,978 - 1,348
OFİS 8	Beyaz	45,42	0,998 - 1,131
TMO-T	Gri	42,92	0,08
TMO-1	Sarı	43,38	0,780 - 0,840

* Morfin oranı, Afyon-Bolvadin Alkoloid Fabrikasından temin edilmiştir.

Haşhaş çeşitlerinin renk, yağ oranı (%) ve morfin oranına (%) ilişkin veriler tablo halinde Çizelge 5.1'de verilmiştir. Haşhaş çeşitlerinin yağ oranı ile morfin oranı arasında bir paralelliğin olmadığı görülmüştür. Hem yağ oranı hem de morfin oranı kalitesi bakımından üstünlük gösteren herhangi bir haşhaş çeşidinin bulunmadığı, yağ oranının yüksek olduğu çeşitlerde morfin oranının düşük ve morfin oranının yüksek olduğu çeşitlerde genellikle yağ oranının düşük olduğu görülmüştür.

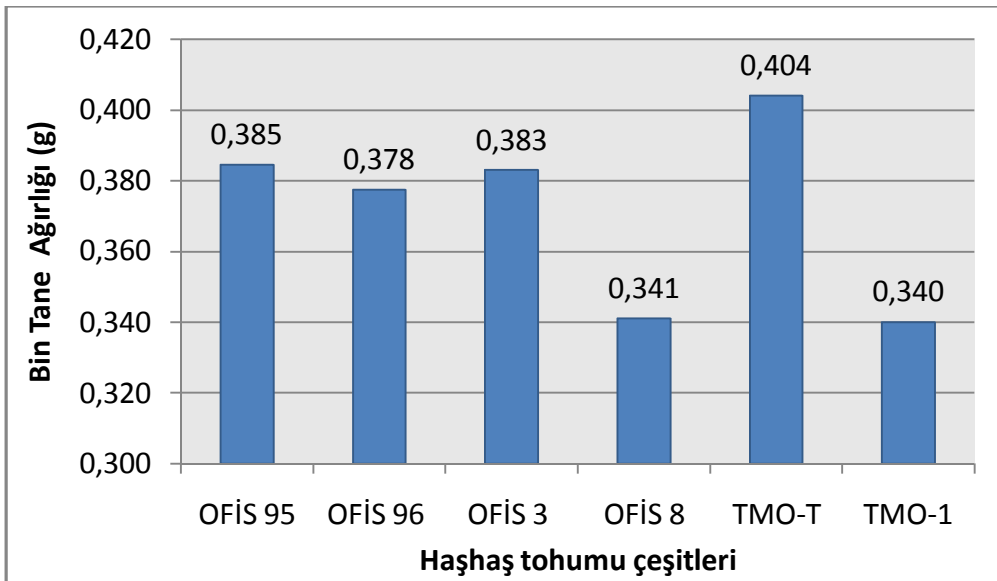
Haşhaş tohumlarının kuru maddede kül (%) oranının % 6,528 (Ofis 3) - % 7,229 (Ofis 95) aralığında değiştiği bulunmuştur. Kül (%) oranı, haşhaş çeşitlere göre sırasıyla Ofis 95 (% 7,229) > TMO-1 (% 7,082) > Ofis 8 (% 7,013) > TMO-T (% 6,566) > Ofis 96 (% 6,556) > Ofis 3 (% 6,528) olarak sıralanmıştır. Haşhaş tohumlarının kül (%) oranlarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.3'te verilmiştir.



Şekil 5.3 Haşhaş tohumlarının kül (%) oranları

Özcan ve Atalay (2006) yaptıkları çalışmada inceledikleri tohum çeşitlerinin kuru maddede kül oranlarını % 4,921 ile % 6,254 arasında bulmuşlardır. Bozan ve Temelli (2008) ise kül oranını % 5,9 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmanın sonuçları, Özcan ve Atalay (2006) ve Bozan ve Temelli (2008)'nin çalışma sonuçlarının üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Haşhaş tohumuna ait bin tane ağırlığının 0,341 g (Ofis 8) - 0,404 g (TMO-T) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bin tane ağırlığı, tohum çeşidine göre sırasıyla TMO-1 (0,340) > Ofis 8 (0,341) > Ofis 96 (0,378) > Ofis 3 (0,383) > Ofis 95 (0,385) > TMO-T (0,404) olarak sıralanmıştır. Haşhaş tohumu taneleri çok küçük olduğundan bin tane ağırlığı düşük çıkmıştır. Tohumların bin tane ağırlıklarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.4'te verilmiştir.



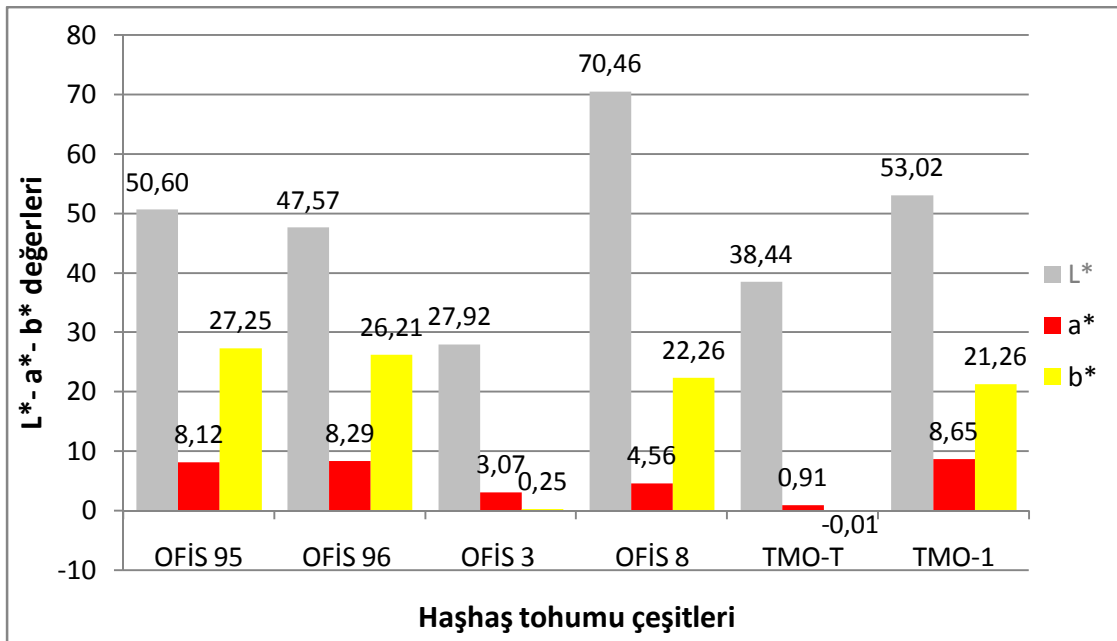
Şekil 5.4 Haşhaş tohumlarının bin tane ağırlıkları

Haşhaş tohumlarının bin tane ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Özcan ve Atalay (2006) çalışmasında haşhaş tohumlarının bin tane ağırlıklarını 0,29 g ile 0,43 g arasında bulmuşlardır. Özcan ve Atalay (2006)'ın bu sonuçları yaptığımız çalışmanın sonucu ile uyumlu bulunmuştur.

5.1.2 Renk Analizine İlişkin Sonuçların (CIE-L*, a*, b*) Değerlendirilmesi

Haşhaş tohumlarına ait L*, a* ve b* değerlerinin sırasıyla 27,92 (Ofis 3) – 70,46 (Ofis 8), 0,91 (TMO-T) - 8,65 (TMO-1) ve -0,01 (TMO-T) – 27,25 (Ofis 95) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Tohumlara ait L* değerleri, tohum çeşidine göre sırasıyla Ofis 8 (70,46) > TMO-1 (53,02) > Ofis 95 (50,60) > Ofis 96 (47,57) > TMO-T (38,44) > Ofis 3 (27,92); a* değerleri, tohum çeşidine göre sırasıyla TMO-1 (8,65) > Ofis 96 (8,29) > Ofis 95 (8,12) > Ofis 8 (4,56) > Ofis 3 (3,07) > TMO-T (0,91) ve b* değerleri, tohum çeşidine göre sırasıyla Ofis 95 (27,25) > Ofis 96 (26,21) > Ofis 8 (22,26) > TMO-1 (21,26) > Ofis 3 (0,25) > TMO-T (-0,01) olarak sıralanmıştır. Haşhaş tohumlarının L*, a* ve b* değerlerine ilişkin sütun grafiği Şekil 5.5'de verilmiştir.



Şekil 5.5 Haşhaş tohumlarının L*, a*, b* değerleri

Ofis 95 ve TMO-1 tohum çeşitlerine ait L* değerleri; Ofis 95, Ofis 96 ve TMO-1 tohum çeşitlerine ait a* değerleri; Ofis 3 ve TMO-T tohum çeşitlerine ait b* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p < 0,05$).

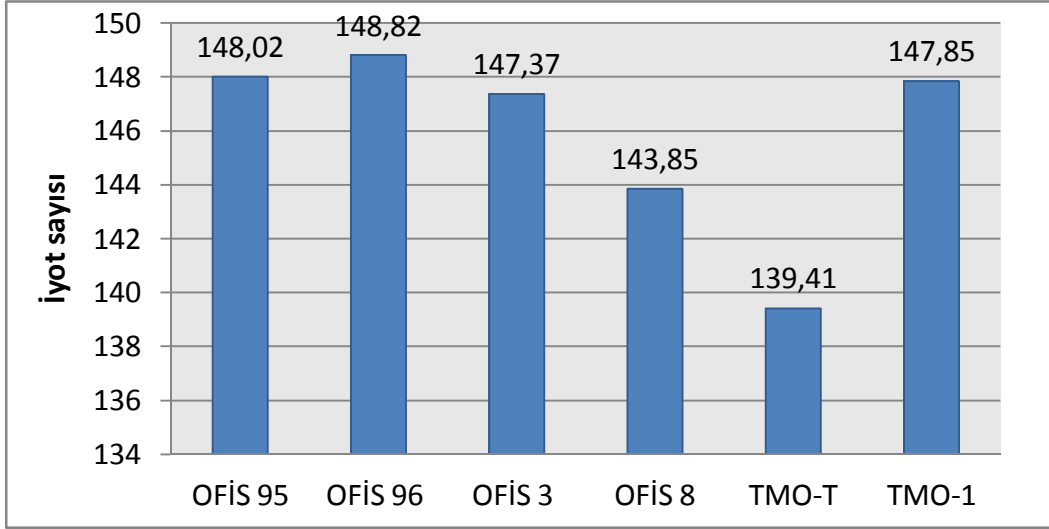
Haşhaş tohumunun rengi ile L* değerleri arasındaki ilişkiye bakılırsa, en yüksek L* (parlaklık) değerine sahip haşhaş tohumu olan Ofis 8'in tohum rengi beyaz olduğu görülmektedir. L* değerleri, haşhaş çeşitlerinin kabuk rengine göre sıralaması yapılırsa; beyaz (Ofis 8) > sarı (TMO-1, Ofis 95, Ofis 96,) > gri (TMO-T, Ofis 3) olarak sıralandığı görülmüştür. Tüm haşhaş çeşitlerinin tohumlarına ait a* değerleri pozitif olduğundan kırmızı (+a) rengi ifade etmektedir. En yüksek a* değerine sahip haşhaş tohumu olan TMO-1'in tohum rengi sarıdır. a* değerlerini, haşhaş tohumlarının kabuk rengine göre sıralaması yapılırsa; "sarı > beyaz > gri" olarak sıralandığı görülmüştür. Haşhaş çeşitlerinin tohumlarına ait b* değerleri genellikle pozitif olduğundan sarı (+b) rengi ifade etmektedir. En yüksek b* değerlerine sahip haşhaş tohum (Ofis 95) renginin sarı olduğu ve tohum kabuğu rengine göre "sarı > beyaz > gri" olarak sıralandığı görülmüştür.

Yapılan literatür araştırmasında haşhaş tohumuna ait renk analizine rastlanmamıştır.

5.2 Haşhaş Yağı Numunelerine İlişkin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

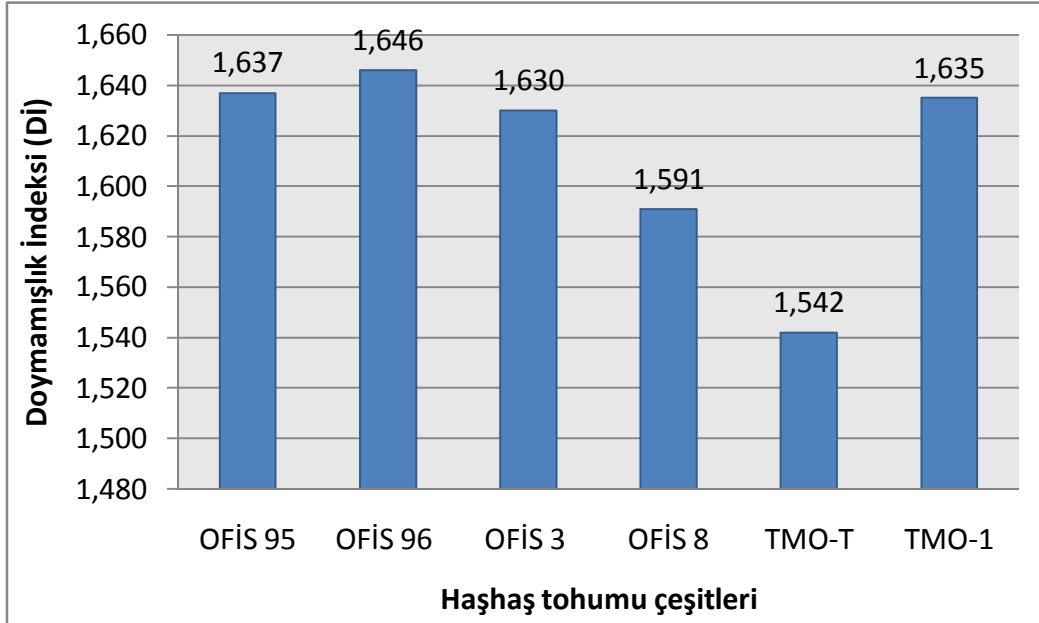
5.2.1 İyot Sayısı ve Doymamışlık İndeksi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yağ örneklerinin iyot sayıları 139,41 (TMO-T) ile 148,82 (Ofis 96) arasında bulunmuştur. Yağ örneklerinin iyot sayıları, haşhaş tohumu çeşitlerine göre sırasıyla Ofis 96 (148,82) > Ofis 95 (148,02) > TMO-1 (147,85) > Ofis 3 (147,37) > Ofis 8 (143,85) > TMO-T (139,41) olarak sıralanmıştır. Yağ örneklerinin iyot sayılarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.6 Yağ örneklerinin iyot sayıları

Doymamışlık indeksinin 1,542 (TMO-T) ile 1,646 (Ofis 96) arasında olduğu bulunmuştur. Yağ örneklerini doymamışlık indeksi, tohum çeşitlerine göre sırasıyla Ofis 96 (1,646) > Ofis 95 (1,637) > TMO-1 (1,635) > Ofis 3 (1,630) > Ofis 8 (1,591) > TMO-T (1,542) olarak sıralanmıştır. Yağ örneklerinin doymamışlık indekslerine ilişkin sütun grafiği Şekil 5.7’de verilmiştir.

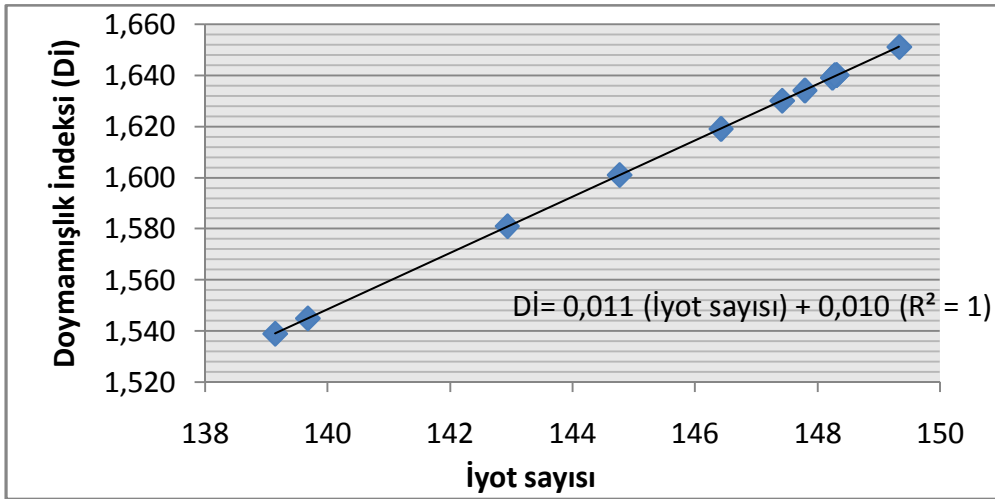


Şekil 5.7 Yağ örneklerinin doymamışlık indeksi değerleri

İyot sayısı ve doymamışlık derecelerinin haşhaş tohumu çeşitlerine göre en büyükten en küçüğe doğru olan sıralamaları ve değerleri incelendiğinde, yağ örneklerinin iyot sayısı ve doymamışlık dereceleri arasında korelasyon olduğu anlaşılmıştır.

Yağ örneklerinin iyot sayıları ve doymamışlık dereceleri (Dİ) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Ofis 95, Ofis 96, Ofis 3 ve TMO-1 yağ örneklerinin iyot sayısı ve doymamışlık dereceleri (Dİ) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p > 0,05$); Ofis 8, TMO-T ve (Ofis 95/Ofis 96/Ofis 3/TMO-1) ait yağ örneklerinin iyot sayısı ve doymamışlık dereceleri (Dİ) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Yapılan Pearson korelasyon analizinde iyot sayısı ve doymamışlık dereceleri ($N=12$, $R=1$, $p < 0,01$) arasında korelasyon bulunmuştur. Yapılan Linear regresyon analizinde iyot sayısı ve doymamışlık dereceleri ($N=12$, $R^2=1$) arasında $Dİ = 0,011$ (iyot sayısı) + $0,010$ ($R^2 = 1$) linear regresyon denklemi bulunmuştur. Yağ örneklerinin iyot sayısı ve doymamışlık indeksine ilişkin regresyon grafiği Şekil 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.8 İyot sayısı ve doymamışlık indeksi arasındaki regresyon grafiği

Korelasyon ve regresyon analizlerinde $R=1$ ve $R^2=1$ sonuçlarının çıkması yağ örneklerinin iyot sayısı ile doymamışlık indeksi (Dİ) arasında mükemmel bir uyumun olduğunu göstermiştir. Bu da iyot sayısı ve GC analizi sonucu elde edilen yağ asidi kompozisyon sonuçlarının güvenilirliğinin çok yüksek olduğunu göstermiştir.

Yağ örneklerinin iyot sayısı ve doymamışlık indeks değerleri açısından en yüksek değere sahip ilk üç haşhaş tohumu çeşidinin Ofis 96, Ofis 95 ve TMO-1 olduğu tespit edilmiştir. Bu üç haşhaş tohumu çeşidinin ortak yönü sarı renkli haşhaş tohumu çeşidi olmalarıdır. Çalışma kapsamında tohum rengi ile doymamışlık arasında bir ilişki kurulursa; sarı renkli haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerinin beyaz ve gri renkli haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerine göre doymamışlığının daha yüksek olduğudur.

Özcan ve Atalay (2006), yaptıkları araştırmada haşhaş tohumu çeşidine ait yağların iyot sayılarını 122,0 ile 129,5 aralığında bulmuşlardır. Azcan vd. (2004), sarı renkli haşhaş tohumu yağının iyot sayısını 139,6 olarak bulmuşlardır. Çalışmanın sonuçlarının, Özcan ve Atalay (2006) ile Azcan vd. (2004)'nin yaptıkları çalışmalardaki sonuçlardan daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

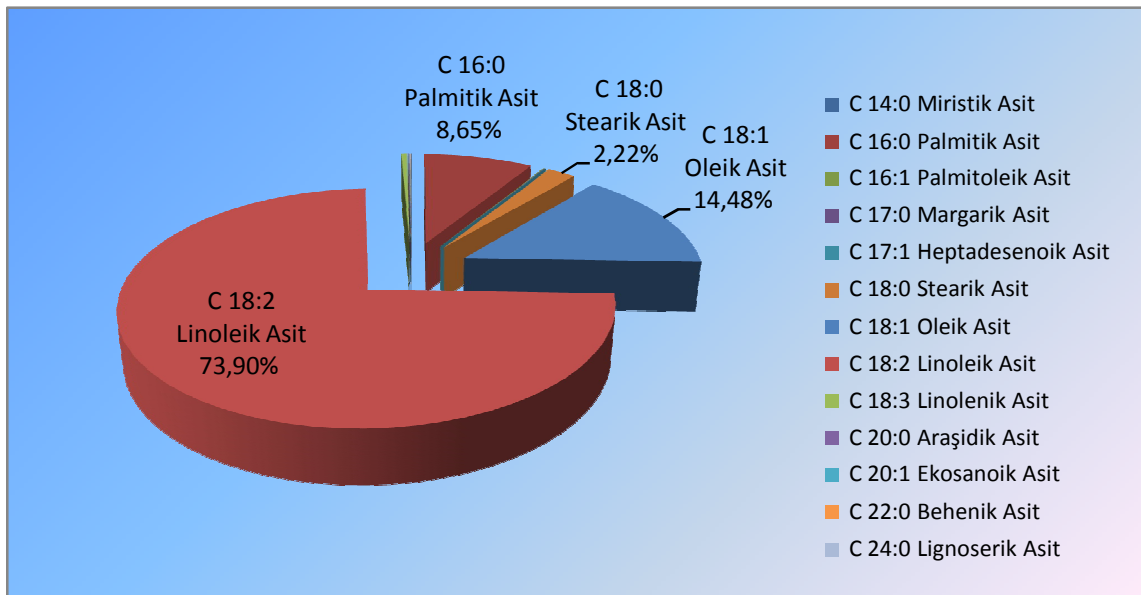
Hlinková vd. (2011), slovak kökene sahip sekiz farklı haşhaş tohumu çeşidinin (Opal, Albin, Gerlach, Lazur, Malsar, Maratón, Major, Bergam) yağ asitlerinin doymamışlık indekslerini rapor etmişlerdir. En yüksek doymamışlık indeksi Opal (1,67) ve Gerlach (1,66) bulunmuşken; en düşük doymamışlık indeksi Lazur (1,60) haşhaş tohumu çeşidine ait olduğu bulunmuştur. Çalışma sonuçları ile Hlinková vd. (2011) buldukları sonuçlar arasında doymamışlık indeksi (Dİ) yönünden benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

Hlinková vd. (2012), 2007 ve 2009 yıllarında hasat edilmiş sekiz farklı tanımlı haşhaş tohumu çeşidi üzerine yaptığı çalışmada 2007 hasat yılına sahip haşhaş tohumu çeşitlerinden en yüksek doymamışlık indeksini ZB-5 (1,53) ve en düşüğünü ise Budha (1,45) olarak tespit etmişlerdir. 2009 hasat yılına sahip haşhaş tohumu çeşitlerinden ise en yüksek doymamışlık indeksi ZB-1 ve ZB-5 (1,51)'e ait iken en düşüğünün ZB-7 (1,47)'ye ait olduğu tespit edilmiştir. 2007 yılına ait haşhaş tohumu çeşitlerinin doymamışlık indeksi 1,53 ile 1,45 aralığında iken 2009 yılına ait haşhaş tohumu çeşitlerinin doymamışlık indeksi 1,51 ile 1,47 aralığında bulunmuştur. Çalışma sonuçlarının Hlinková vd. (2012)'nin sonuçlarına göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

5.2.2 Yağ Asidi Dağılımına İlişkin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

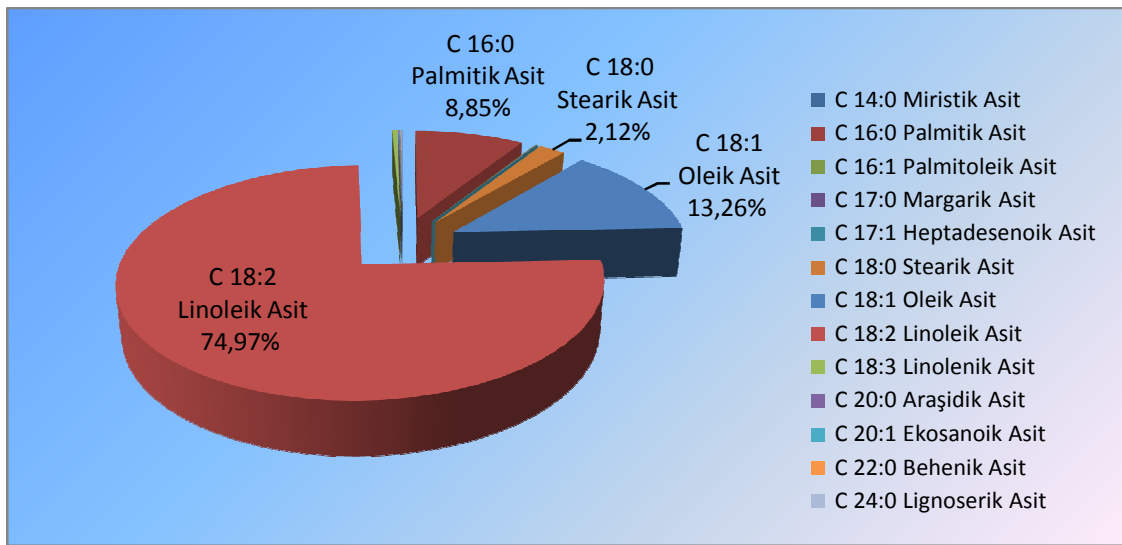
Yağ örneklerinin yağ asidi dağılımı incelendiğinde dört adet yağ asidinin hakim olduğu tespit edilmiştir. Bunlar palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1) ve linoleik asit (C18:2) yağ asitleridir. Bu yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit toplam doymuş yağ asitleri içinde baskın doymuş yağ asitleri iken; oleik ve linoleik asit toplam doymamış yağ asitleri içerisinde baskın doymamış yağ asitleridir. Yağ örneklerinde en yüksek doymuş yağ asidi oranına sahip yağ asidi palmitik asit, en yüksek doymamış yağ asidi oranına sahip yağ asidinin ise linoleik asit olduğu tespit edilmiştir. Yağ asidi dağılımında en yüksek orana sahip yağ asidi linoleik asittir.

Ofis 95 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ örneğinin yağ asidi yüzdeleri sırasıyla: % 0,04 miristik asit (C14:0), % 8,65 palmitik asit (C16:0), % 0,07 palmitoleik asit (C16:1), % 0,04 margarik asit (C17:0), % 0,03 heptadesenoik asit (C17:1), % 2,22 stearik asit (C18:0), % 14,48 oleik asit (C18:1), % 73,90 linoleik asit (C18:2), % 0,42 linolenik asit (C18:3), % 0,07 araşidik asit (C20:0), % 0,04 ekosanoik asit (C20:1), % 0,04 behenik asit (C22:0), % 0,03 lignoserik asit (C24:0). OFİS 95 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımına ilişkin dairesel grafik Şekil 5.9'da verilmiştir.



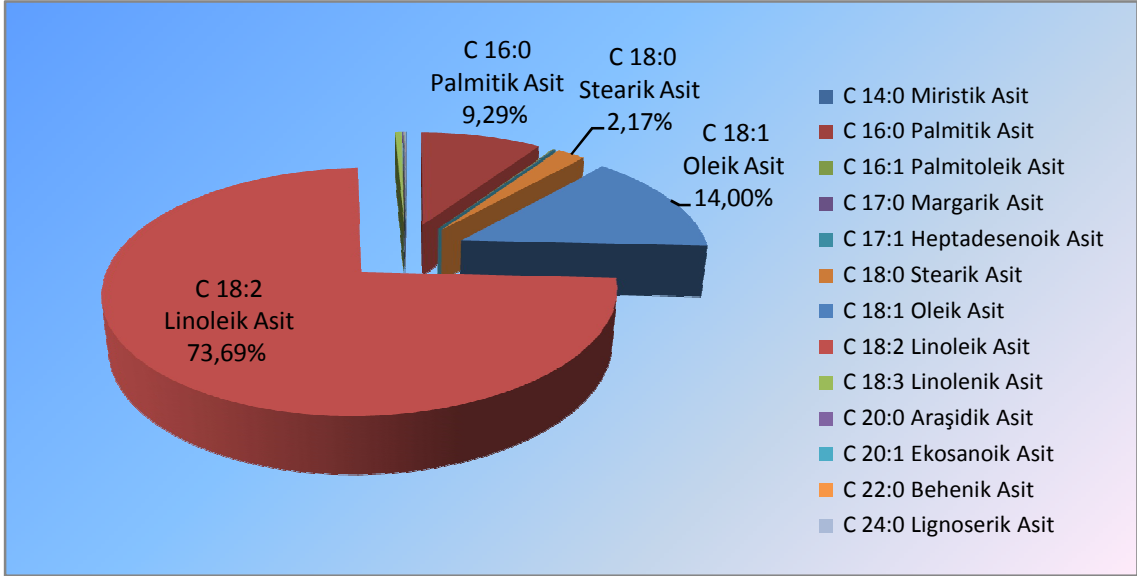
Şekil 5.9 OFİS 95 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı

Ofis 96 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ örneğinin yağ asidi yüzdeleri sırasıyla: % 0,04 miristik asit (C14:0), % 8,85 palmitik asit (C16:0), % 0,07 palmitoleik asit (C16:1), % 0,05 margarik asit (C17:0), % 0,04 heptadesenoik asit (C17:1), % 2,12 stearik asit (C18:0), % 13,26 oleik asit (C18:1), % 74,97 linoleik asit (C18:2), % 0,41 linolenik asit (C18:3), % 0,08 araşidik asit (C20:0), % 0,05 ekosanoik asit (C20:1), % 0,05 behenik asit (C22:0), % 0,05 lignoserik asit (C24:0). OFİS 96 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi dağılımına ilişkin dairesel grafik Şekil 5.10'da verilmiştir.



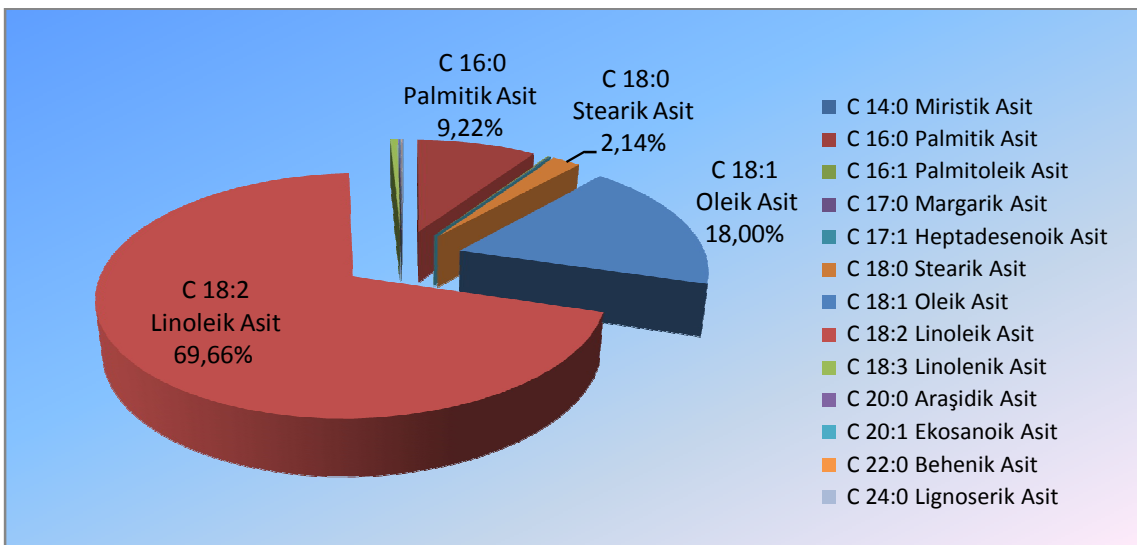
Şekil 5.10 OFİS 96 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı

Ofis 3 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ örneğinin yağ asidi yüzdeleri sırasıyla: % 0,06 miristik asit (C14:0), % 9,29 palmitik asit (C16:0), % 0,07 palmitoleik asit (C16:1), % 0,04 margarik asit (C17:0), % 0,04 heptadesenoik asit (C17:1), % 2,17 stearik asit (C18:0), % 14,00 oleik asit (C18:1), % 73,69 linoleik asit (C18:2), % 0,48 linolenik asit (C18:3), % 0,07 araşidik asit (C20:0), % 0,04 ekosanoik asit (C20:1), % 0,04 behenik asit (C22:0), % 0,03 lignoserik asit (C24:0). OFİS 3 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi dağılımına ilişkin dairesel grafik Şekil 5.11'de verilmiştir.



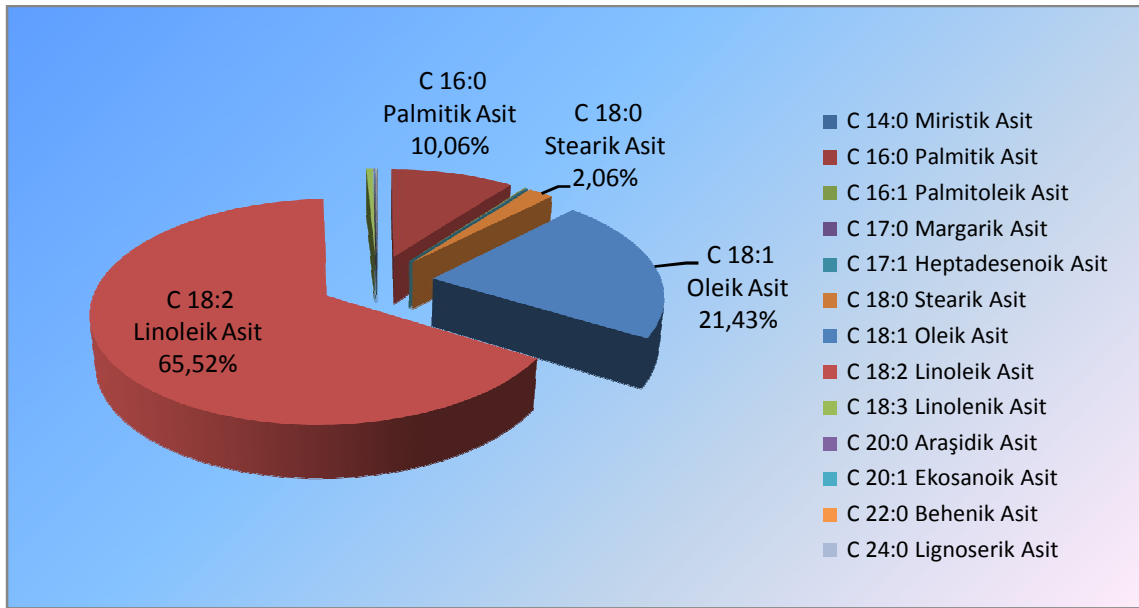
Şekil 5.11 OFİS 3 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı

Ofis 8 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ örneğinin yağ asidi yüzdeleri sırasıyla: % 0,06 miristik asit (C14:0), % 9,22 palmitik asit (C16:0), % 0,10 palmitoleik asit (C16:1), % 0,04 margarik asit (C17:0), % 0,05 heptadesenoik asit (C17:1), % 2,14 stearik asit (C18:0), % 18,00 oleik asit (C18:1), % 69,66 linoleik asit (C18:2), % 0,53 linolenik asit (C18:3), % 0,10 araşidik asit (C20:0), % 0,05 ekosanoik asit (C20:1), % 0,04 behenik asit (C22:0), % 0,04 lignoserik asit (C24:0). OFİS 8 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi dağılımına ilişkin dairesel grafik Şekil 5.12’de verilmiştir.



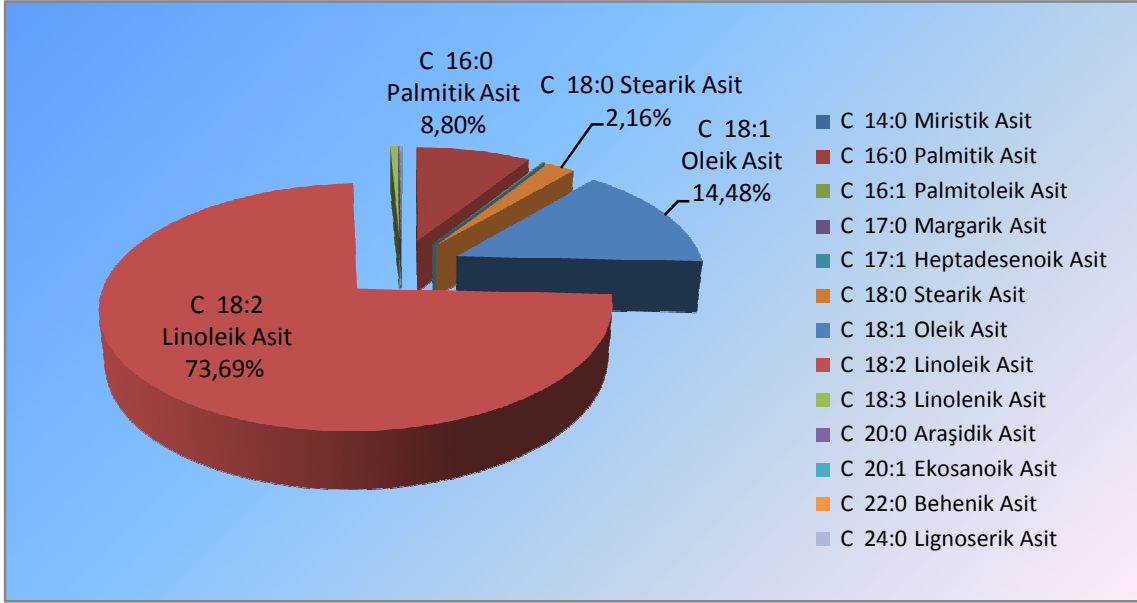
Şekil 5.12 OFİS 8 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı

TMO-T haşhaş tohumu çeşidine ait yağ örneğinin yağ asidi yüzdeleri sırasıyla: % 0,04 miristik asit (C14:0), % 10,06 palmitik asit (C16:0), % 0,11 palmitoleik asit (C16:1), % 0,04 margarik asit (C17:0), % 0,05 heptadesenoik asit (C17:1), % 2,06 stearik asit (C18:0), % 21,43 oleik asit (C18:1), % 65,52 linoleik asit (C18:2), % 0,52 linolenik asit (C18:3), % 0,08 araşidik asit (C20:0), % 0,04 ekosanoik asit (C20:1), % 0,05 behenik asit (C22:0), % 0,03 lignoserik asit (C24:0). TMO-T haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi dağılımına ilişkin dairesel grafik Şekil 5.13'te verilmiştir.



Şekil 5.13 TMO-T haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı

TMO-1 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ örneğinin yağ asidi yüzdeleri sırasıyla: % 0,05 miristik asit (C14:0), % 8,80 palmitik asit (C16:0), % 0,09 palmitoleik asit (C16:1), % 0,04 margarik asit (C17:0), % 0,04 heptadesenoik asit (C17:1), % 2,16 stearik asit (C18:0), % 14,48 oleik asit (C18:1), % 73,69 linoleik asit (C18:2), % 0,50 linolenik asit (C18:3), % 0,08 araşidik asit (C20:0), % 0,04 ekosanoik asit (C20:1), % 0,04 behenik asit (C22:0), % 0,04 lignoserik asit (C24:0). TMO-1 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi dağılımına ilişkin pasta grafiği Şekil 5.14'te verilmiştir.



Şekil 5.14 TMO-1 haşhaş tohumu çeşidine ait yağ asidi % dağılımı

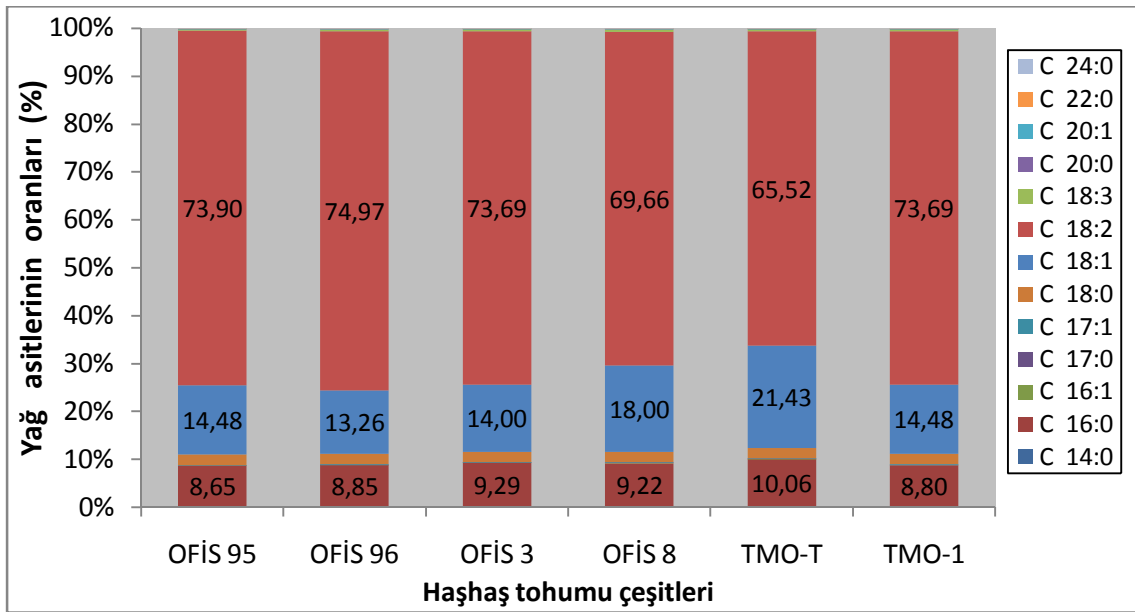
Tüm yağ örneklerinin yağ asidi % dağılımı bakımından % 1'in üzerinde dört adet yağ asidinin (palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit) olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında daha çok bu dört çeşit yağ asidi üzerinde karşılaştırma yapılmıştır.

Yağ örneklerine ait yağ asidi % dağılımı incelendiğinde en yüksek orana sahip yağ asidinin linoleik asit (C18:2) olduğu tespit edilmiştir. Linoleik asit oranı, yağ örneklerinde % 65,52 (TMO-T) ile % 74,97 (Ofis 96) arasında değişirken tohum çeşidine göre sırasıyla Ofis 96 (% 74,97) > Ofis 95 (% 73,90) > TMO-1 = Ofis 3 (% 73,69) > Ofis 8 (% 69,66) > TMO-T (% 65,52) olarak sıralanmıştır.

Linoleik asitten sonra en yüksek orana sahip yağ asidi oleik asittir (C18:1). Oleik asit oranı, yağ örnekleri içerisinde % 13,26 (Ofis 96) ile % 21,43 (TMO-T) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Oleik asit oranı, haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla TMO-T (% 21,43) > Ofis 8 (% 18,00) > TMO-1 = Ofis 95 (% 14,48) > Ofis 3 (% 14,00) > Ofis 96 (% 13,26) olarak sıralanmıştır.

Oleik asitten sonra en yüksek orana sahip yağ asidi palmitik asittir (C16:0). Yağ örneklerinin palmitik asit oranı % 8,65 (Ofis 95) ile % 10,06 (TMO-T) arasında değiştiği tespit edilmiş olup, haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla TMO-T (% 10,06) > Ofis 3 (% 9,29) > Ofis 8 (% 9,22) > Ofis 96 (% 8,85) > TMO-1 (% 8,80) > Ofis 95 (% 8,65) olarak sıralanmıştır.

Palmitik asitten sonra en yüksek orana sahip yağ asidi stearik asittir (C18:0). Yağ örneklerinin stearik asit oranı % 2,06 (TMO-T) ile % 2,22 (Ofis 95) arasında değiştiği ve haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 95 (% 2,22) > Ofis 3 (% 2,17) > TMO-1 (% 2,16) > Ofis 8 (% 2,14) > Ofis 96 (% 2,12) > TMO-T (% 2,06) olarak sıralandığı tespit edilmiştir. Yağ örneklerinin yağ asidi % dağılımına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.15'te verilmiştir.



Şekil 5.15 Yağ örneklerinin yağ asidi % dağılımı

Yağ örneklerinin yağ asidi % dağılımı incelendiğinde doymamış yağ asidi oranının doymuş yağ asidi oranına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam doymamış yağ asitleri arasında hakim yağ asidi linoleik asit (C18:2) iken, toplam doymuş yağ asitleri arasında hakim yağ asidinin ise palmitik asit (C16:0) olduğu bulunmuştur.

Yağ örneklerinin hakim yağ asidi ortalama oranları: linoleik asit (% 71,91), oleik asit (% 15,94), palmitik asit (% 9,15) ve stearik asit (% 2,15) olarak bulunmuştur.

Yağ asidi (%) dağılımı ve tohum rengi arasındaki ilişki incelendiğinde yağ asidi dağılımının tohum rengine göre değiştiği tespit edilmiştir. Haşhaşta farklı tohum rengi ile yağ asidi (%) dağılımına ilişkin veriler Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Farklı tohum rengi ile ortalama yağ asidi (%) dağılımı ilişkisi

Tohum Rengi	Yağ asidi (%) dağılımı*				
	Linoleik asit	Oleik asit	Palmitik asit	Stearik asit	Diğer
Sarı	74,19	14,07	8,77	2,17	0,81
Beyaz	69,66	18,00	9,22	2,14	0,98
Gri	69,61	17,72	9,68	2,12	0,89

* Aynı renkteki haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağ örneklerinin ortalama yağ asidi dağılımı alınmıştır.

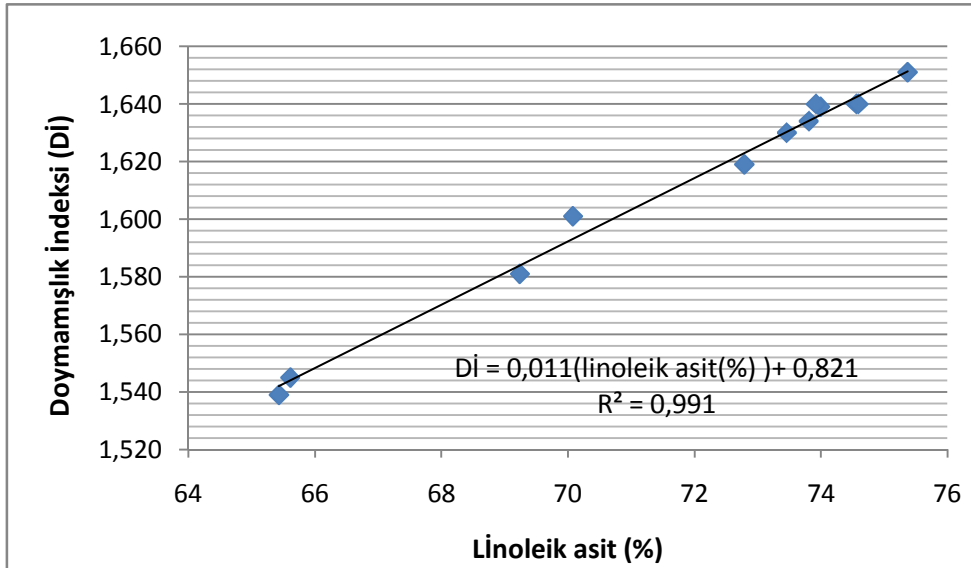
Sarı renkli haşhaş tohumu çeşitlerinde yüksek oranda linoleik ve stearik asit, gri renkli haşhaş tohum çeşitlerinde ise yüksek oranda oleik ve palmitik asit bulunduğu saptanmıştır. Farklı bir şekilde ifade edecek olursak haşhaş tohumu çeşitlerinde açık renkli tohumların daha yüksek oranda linoleik ve stearik asit, koyu renkli haşhaş tohumlarında daha yüksek oranda oleik ve palmitik asit bulunduğu saptanmıştır.

Ofis 95 ve TMO-1 çeşitlerine ait yağ örneklerinin palmitik asit (C16:0) değerleri ile Ofis 96, Ofis 3 ve Ofis 8 çeşitlerine ait yağ örneklerinin palmitik asit değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p>0,05$); TMO-T, (Ofis 95/TMO-1) ve (Ofis 96/Ofis 3/Ofis 8) çeşitlerine ait yağ örneklerinin palmitik asit değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Yağ örneklerinin stearik asit (C18:0) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Ofis 95 ve TMO-1 çeşitlerine ait yağ örneklerinin oleik asit (C18:1) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p>0,05$); Ofis 96, Ofis 3, Ofis 8, TMO-T ve (Ofis 95 veya TMO-1) çeşitlerine ait yağ örneklerinin oleik asit değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Ofis 95, Ofis 96, Ofis 3 ve TMO-1 çeşitlerine ait yağ örneklerinin linoleik asit oranı (C18:2) ve doymamışlık dereceleri (Dİ) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p>0,05$); Ofis 8, TMO-T ve (Ofis 95/ Ofis 96/Ofis 3/ TMO-1) çeşitlerine ait yağ örneklerinin linoleik asit oranı ve doymamışlık dereceleri (Dİ) arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yapılan Pearson korelasyon analizinde linoleik asit oranı ve doymamışlık dereceleri ($N=12$, $R=0,994$, $p<0,01$) arasında korelasyon bulunmuştur. Yapılan Linear regresyon analizinde linoleik asit oranı ve doymamışlık dereceleri ($N=12$, $R^2=0,991$) arasında $Dİ = 0,011(\text{Linoleik asit}(\%)) + 0,821$ ($R^2 = 0,991$) linear regresyon denklemi bulunmuştur. Yağ örneklerinin linoleik asit (%) ve doymamışlık indeksi (Dİ) arasındaki regresyon grafiği Şekil 5.16'da verilmiştir.



Şekil 5.16 Linoleik asit (%) ve doymamışlık indeksi (Dİ) arasındaki regresyon grafiği

Korelasyon ve regresyon analizlerinde $R=0,994$ ve $R^2=0,991$ sonuçlarının çıkması yağ örneklerinde linoleik asit (%) oranı ile doymamışlık indeksi (Dİ) arasındaki paralelliğin yüksek olduğunu göstermiştir.

Türkiye’de yemeklik olarak tüketilen yağların omega yağ asitleri yönünden incelendiği araştırmada haşhaş tohumundan ekstrakte edilen yağın omega-6 (linoleik asit 18:2) içeriği bakımında zengin olduğu rapor edilmiştir (Kolayli *et al.* 2011). Yağlık tohumlardan olan ayçiçeği, ceviz, susam ve haşhaş gibi tohumlardan elde edilen yağların temel yağ asitlerinden biri olan omega-6 yağ asidi bakımından en yüksek orana sahip olduğu bulunmuştur. Aynı analizde haşhaş yağında % 10,70 oranında palmitik asit (C16:0), % 2,45 oranında stearik asit (C18:0), % 11,10 oranında oleik asit (C18:1) ve % 66,06 oranında linoleik asit (C18:2 Omega-6) bulunmuştur (Kolayli *et al.* 2011). Çalışma kapsamında elde edilen palmitik asit ve stearik asit oranı, Kolayli vd. (2011) bulduğu palmitik asit ve stearik asit oranının altında, linoleik asit ve oleik asit oranları ise Kolayli vd. (2011) bulduğu linoleik asit ve oleik asit oranının üstünde çıktığı tespit edilmiştir.

Bozan ve Temelli (2008), yaptıkları araştırmada haşhaş tohumu yağının % 88,2’sini doymamış yağ asitleri oluştururken, toplam yağ asidi kompozisyonunun %74,5’ini linoleik asit oluşturduğu rapor edilmiştir. Aynı çalışmada palmitik asit ise toplam doymuş yağ asidinin % 84,0’ünü oluşturarak hakim doymuş yağ asidi olduğu ve haşhaş yağında % 9,79 oranında palmitik asit, % 1,93 oranında stearik asit, % 13,03 (% 11,94 (w9-cis) ve % 1,09 (w7-cis)) oranında oleik asit ve % 74,47 oranında linoleik asit olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen oleik asit ve stearik asit oranı Bozan ve Temelli (2008)’nin bulduğu oleik asit ve stearik asit oranından daha yüksek; linoleik asit ve palmitik asit oranlarının ise Bozan ve Temelli (2008)’nin bulduğu linoleik asit ve palmitik asit oranından genellikle daha düşük çıktığı tespit edilmiştir.

Özcan ve Atalay (2006), haşhaş yağlarının % 12,85-18,70 palmitik asit, % 2,40-4,30 stearik asit, % 13,11-24,13 oleik asit, % 52,60-71,50 linoleik asit ve % 0,16-0,50 linolenik asit içerdiklerini rapor etmişlerdir. Bu çalışma kapsamında elde edilen palmitik asit ve stearik asit oranı, Özcan ve Atalay (2006)’ın bulduğu palmitik asit ve stearik asit oranından daha düşük, linoleik asit ve oleik asit oranlarının ise Özcan ve Atalay

(2006)'ın bulduğu linoleik asit ve oleik asit oranları ile genellikle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Azcan vd. (2004), üç farklı renkte (sarı, beyaz ve mavi) haşhaş tohumu çeşidi ile yaptığı araştırmada, haşhaş tohumu rengine bağlı olarak yağ asitlerinin dağılımını ve oranlarını: linoleik asit (% 56,4-69,2), oleik asit (% 16,1-24,7), palmitik asit (%10,0-13,0) ve stearik asit (%2,5-3,2) olarak bulmuşlardır.

Azcan vd. (2004)'nin çalışmasında, en yüksek linoleik asit oranı beyaz renkli haşhaş tohumuna (% 69,2) ait iken, en düşük oran mavi renkli haşhaş tohumuna aittir. En yüksek oleik asit, palmitik asit ve stearik asit oranı mavi renkli haşhaş tohumu çeşidine; aynı yağ asitlerinin en düşük oranları beyaz renkli haşhaş tohumu çeşidine ait olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları ile Azcan vd. (2004)'nin yaptığı çalışma sonuçları karşılaştırıldığı zaman, çalışma kapsamında elde edilen palmitik asit oranı ve stearik asit oranı, Azcan vd. (2004)'nin bulduğu palmitik asit ve stearik asit oranından daha düşük olduğu, linoleik asit ve oleik asit oranlarının ise Azcan vd. (2004)'nin bulduğu linoleik asit ve oleik asit oranları ile genellikle uyum içinde olduğu tespit edilmiştir.

Baydar ve Turgut (1999), yaptıkları çalışmada yağ bitkilerinin yağ asidi kompozisyonunun sürekli sabit olmayıp ekolojik, morfolojik, fizyolojik, kültürel ve kalıtsal pek çok faktörün tek tek veya birlikte etkileşimleri ile az çok değişebildiğini rapor etmişlerdir. Haşhaş tohumlarından elde edilen yağ asitlerinin ortalama oranları palmitik asit (% 9,75), stearik asit (%1,69), oleik asit (%13,69) ve linoleik asit (%72,26) olarak rapor edilmiştir.

Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonu üzerine ekolojik ve fizyolojik faktörlerden başka morfolojik faktörler de etkili olmaktadır. Yapılan araştırmada haşhaşta farklı tohum renkliliği ile yağ asitleri kompozisyonu arasında belirgin ilişkilerin varlığı saptanmıştır. Haşhaşta da, açık renkli tohumların daha yüksek oranda linoleik, koyu renkli tohumların daha yüksek oranlarda oleik asit içerdiği, ayrıca koyu renkli

tohumlarda daha yüksek oranlarda stearik ve linolenik asit bulunduğu saptanmıştır. Haşaşta saptanan bu bulgulara dayanarak; tohumun yağ asidi içeriği ile kabuk rengi arasında yakın ilişkinin bulunduğu bildirilmiştir (Baydar ve Turgut 1999).

Çalışma sonuçları ile Baydar ve Turgut (1999)'un sonuçları yağ asidi dağılımı açısından karşılaştırıldığı zaman benzerlik gosterdiği sadece stearik asit oranının çalışma kapsamında elde edilen aralığın altında kaldığı tespit edilmiştir. Haşaş tohumu rengi ile yağ asidi kompozisyonu arasındaki ilişki incelendiğinde çalışma sonuçları ile Baydar ve Turgut (1999)'un yaptığı çalışmadan elde edilen sonucun benzerlik gosterdiği her iki çalışmada da açık renkli tohumların daha yüksek oranda linoleik asit ve palmitik asit, koyu renkli tohumların daha yüksek oranlarda oleik asit ve stearik asit içerdiği saptanmıştır.

Hlinkov vd. (2011) yaptığı çalışmada yağ asidi kompozisyonu içerisinde en yüksek içeriğe sahip yağ asidinin linoleik asit olduğunu rapor etmiştir. Yapılan alışma kapsamında haşaş tohumu çeşitlerinin ana yağ asitleri oranları; linoleik asit (% 69,5 – 78,0), oleik asit (% 7,6 – 17,4), palmitik asit (% 8,5 – 10,5) ve stearik asit (% 1,9 – 2,5) aralığında değiştiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada doymamışlık indeksi (Dİ) değerlerinin 1,60 – 1,67 aralığında değiştiği ve en yüksek doymamışlık indeksine sahip olan haşaş tohumu çeşidinin aynı zamanda en yüksek linoleik asit oranına sahip olduğu rapor edilmiştir. Bu da haşaş tohumu yağlarının doymamışlık indeksinin belirlenmesinde ana faktörün linoleik asit olduğunu göstermiştir. Hlinkov vd. (2011)'nin linoleik asit, oleik asit, palmitik asit ve stearik asit oranları ile çalışma sonuçları arasında benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Hlinkov vd. (2011)'nin doymamışlık indeksi (Dİ) sonuçlarının 1,60 – 1,67 aralığında değiştiği, bu çalışma kapsamında ise doymamışlık indeksi değerlerinin 1,54 – 1,64 aralığında olduğu düşünülürse sonuçların büyük ölçüde benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Hlinková vd. (2012) yaptığı çalışmada 2007 ve 2009 yıllarında hasat edilen 8 farklı haşhaş tohumu çeşidinin yağ asidi kompozisyonunu incelemiştir. Analizi yapılan haşhaş tohumlarının yağlarında baskın yağ asidinin linoleik asit olduğu ve diğer baskın yağ asitlerinin de palmitik ve oleik asit olduğu belirlenmiştir. Düşük oranda tespit edilmiş yağ asitleri; stearik asit, alfa-linoleik ve palmitoleik asittir. İz miktarda tespit edilmiş yağ asitleri ise miristik, araşidik ve gadoleik asittir. 2007 yılında hasat edilmiş olan 8 farklı haşhaş tohumu çeşidinin ana yağ asitleri ve ortalama yüzdeleri: palmitik asit (% 15,55), oleik asit (% 15,39) ve linoleik asit (% 65,83) iken; 2009 yılında hasat edilmiş olan 8 farklı haşhaş tohumu çeşidinin ana yağ asitleri ve ortalama yüzdeleri: palmitik asit (% 15,13), oleik asit (% 16,80) ve linoleik asit (% 65,02) olarak rapor edilmiştir.

18 çeşit haşhaş tohumunda yağ asitleri (%) dağılımının araştırıldığı diğer bir çalışmada; başlıca yağ asidinin linoleik asit olup, yağ örneklerindeki içeriği yaklaşık % 68,76 – 74,22 aralığında bulunmuşken, oleik ve palmitik asit oranları sırasıyla % 13,30 – 17,80 ve % 7,96 – 10,19 arasında olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, tohumların dengeli bir yağ asidi dağılımına sahip olmasının yanında, yüksek oranda doymamış yağ asidi içeriğine sahip olduğunu göstermektedir (Rahimi *et al.* 2011).

Çalışma sonuçları ile Rahimi vd. (2011)'nin sonuçları karşılaştırıldığı zaman, Rahimi vd. (2011)'nin yaptığı çalışmada linoleik asit, oleik ve palmitik asit oranları ile çalışma kapsamında bulunan değerlerin benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca Rahimi vd. (2011)'nin yaptığı çalışmada 18 haşhaş tohumu çeşidinden 5 tanesi tez çalışması kapsamında kullanılan haşhaş tohumu çeşitleri ile aynı olduğu bu sayede bu haşhaş tohumu çeşitlerinin farklı hasat yıllarında elde edilen yağlarının yağ asidi dağılımının karşılaştırılması sağlanmıştır. 2010 ve 2012 yıllarında hasat edilmiş haşhaş tohumlarının yağ asidi (%) dağılımını gösteren veriler Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3 2012^a ve 2010^b yıllarında hasat edilmiş haşhaş tohumlarının yağ asidi (%) dağılımındaki değişim

Tohum Çeşidi	Yağ asidi (%) dağılımı									
	Linoleik asit		Oleik asit		Palmitik asit		Stearik asit		Diğer	
	2012	2010	2012	2010	2012	2010	2012	2010	2012	2010
Ofis 95	73,90	74,15	14,48	14,84	8,65	7,96	2,22	2,09	0,75	0,96
Ofis 96	74,97	72,73	13,26	15,52	8,85	8,39	2,12	2,27	0,80	1,09
TMO-1	73,69	74,05	14,48	14,26	8,80	8,44	2,16	2,19	0,87	1,06
Ofis 8	69,66	71,49	18,00	15,72	9,22	9,51	2,14	1,98	0,98	1,30
Ofis 3	73,69	73,24	14,00	13,96	9,29	9,45	2,17	2,23	0,85	1,12

^a 2012 yılına ait veriler tez çalışması kapsamında elde edilmiştir.

^b 2010 yılına ait veriler Rahimi vd. (2011) yaptığı çalışmadan alınmıştır.

Ofis 95 haşhaş tohumu çeşidinin 2010 yılına göre 2012 yılında linoleik ve oleik asit oranı azalırken palmitik ve stearik asit oranı artmıştır. Ofis 96 haşhaş tohumu çeşidinin 2010 yılına göre 2012 yılında linoleik ve palmitik asit oranı artarken oleik ve stearik asit oranı azalmıştır. TMO-1 haşhaş tohumu çeşidinin 2010 yılına göre 2012 yılında linoleik ve stearik asit oranı azalırken oleik ve palmitik asit oranı artmıştır. Ofis 8 haşhaş tohumu çeşidinin 2010 yılına göre 2012 yılında linoleik ve palmitik asit oranı azalırken oleik asit ve stearik asit oranı artmıştır. Ofis 3 haşhaş tohumu çeşidinin 2010 yılına göre 2012 yılında linoleik ve oleik asit oranı artarken palmitik ve stearik asit oranı azalmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında, iki farklı hasat yılına ait aynı haşhaş tohumu çeşidinin yağ asidi kompozisyonu oluşturan hâkim yağ asitlerinin değişmediği, değişenin yağ asidi oranları olduğu ve bu oranlarda da göze çarpan çok büyük değişimlerin olmadığı görülmüştür. Aynı tohum çeşidinin farklı hasat yıllarındaki yağ asidi (%) dağılımındaki değişim nedeninin ekolojik, morfolojik, fizyolojik, kültürel ve kalıtsal pek çok faktörün tek tek veya birlikte etkileşimleri olabileceği düşünülebilir. Buradan da farklı hasat yıllarına ait aynı haşhaş tohumu çeşitlerinin ana yağ asidi oranlarının farklılık gösterebildiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.2.3 Doymuş/Doymamış Yağ Asidi (%) Dağılımına İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi

Yağ örneklerinin doymuş ve doymamış yağ asidi (%) dağılımı incelendiğinde doymamış yağ asidi yüzdesinin doymuş yağ asidi yüzdesine oranla çok daha yüksek olduğu; bununla birlikte doymamış yağ asidi dağılımının da büyük bölümünü çoklu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir.

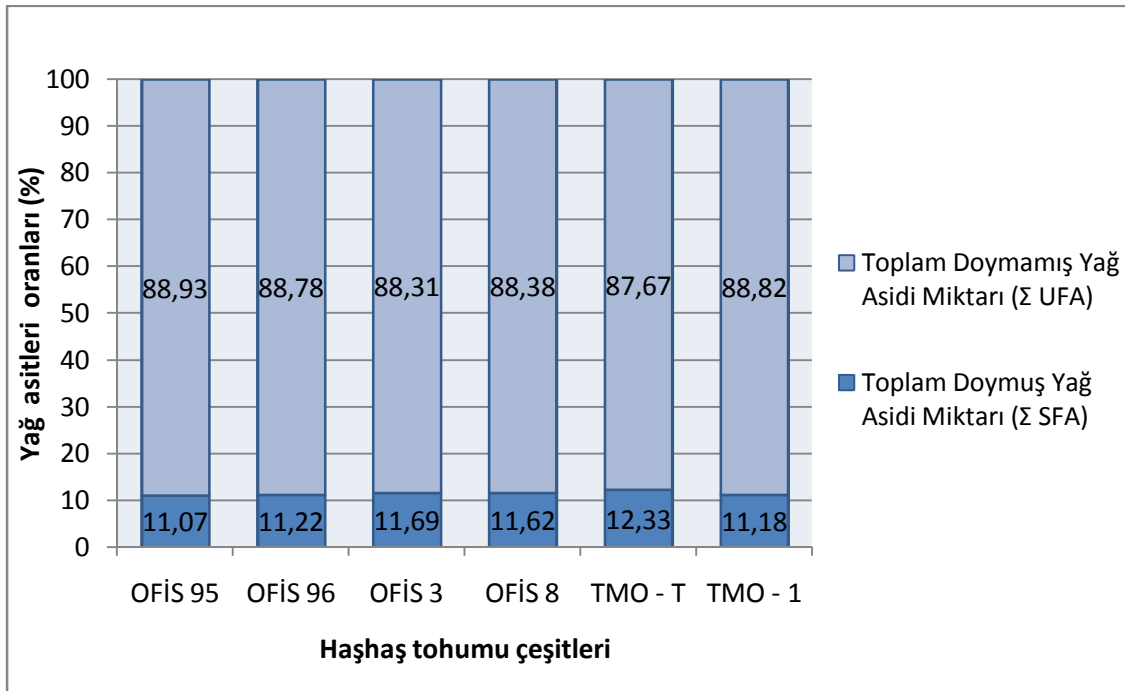
Toplam doymuş yağ asidi (Σ SFA) oranı hesaplanırken kullanılan yağ asitleri: miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), margarik asit (C17:0), stearik asit (C18:0), araşidik asit (C20:0), behenik asit (C22:0) ve lignoserik asit (C24:0)'dir. Tekli Doymamış Yağ Asidi Toplamını (Σ MUFA) oluşturan yağ asitleri: palmitoleik asit (C16:1), heptadesenoik asit (C17:1), oleik asit (C18:1) ve eikosonik asittir (C20:1). Çoklu Doymamış Yağ Asidi Toplamını (Σ PUFA) oluşturan yağ asitleri: linoleik asit (C18:2) ve linolenik asittir (C18:3).

Palmitik asidin (C16:0) doymuş yağ asitlerinin, oleik asidin (C18:1) tekli doymamış yağ asitlerinin ve linoleik asidin (C18:2) ise çoklu doymamış yağ asitlerinin ana yağ asidi bileşenini oluşturduğu tespit edilmiştir.

Yağ örneklerinin toplam doymuş yağ asidi oranı ortalaması (Σ SFA) % 11,52 iken toplam doymamış yağ asidi oranı ortalaması (Σ UFA) % 88,48 olarak bulunmuştur. Toplam doymamış yağ asidi (Σ UFA) kendi içerisinde iki farklı gruba ayrılmakta olup bunlar: Tekli Doymamış Yağ Asidi Toplamı (Σ MUFA) ve Çoklu Doymamış Yağ Asidi Toplamı (Σ PUFA)'dır. Yağ örneklerinin toplam tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA) oranı ortalaması % 16,10 iken toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) oranı ortalaması % 72,38 olarak bulunmuştur.

Yağ örneklerinin toplam doymuş yağ asidi (Σ SFA) oranının % 11,07 (Ofis 95) ile % 12,33 (TMO-T) arasında değiştiği tespit edilmiş olup, haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla TMO-T (% 12,33) > Ofis 3 (% 11,69) > Ofis 8 (% 11,62) > Ofis 96 (% 11,22) > TMO-1 (% 11,18) > Ofis 95 (% 11,07) olarak sıralanmıştır.

Diğer taraftan, yağ örneklerinin toplam doymamış yağ asidi (Σ UFA) oranının % 87,67 (TMO-T) ile % 88,93 (Ofis 95) arasında değiştiği tespit edilmiş olup, haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 95 (% 88,93) > TMO-1 (% 88,82) > Ofis 96 (% 88,78) > Ofis 8 (% 88,38) > Ofis 3 (% 88,31) > TMO-T (% 87,67) olarak sıralanmıştır. Yağ örneklerinin toplam doymuş ve toplam doymamış yağ asitleri % oranlarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.17’de verilmiştir.

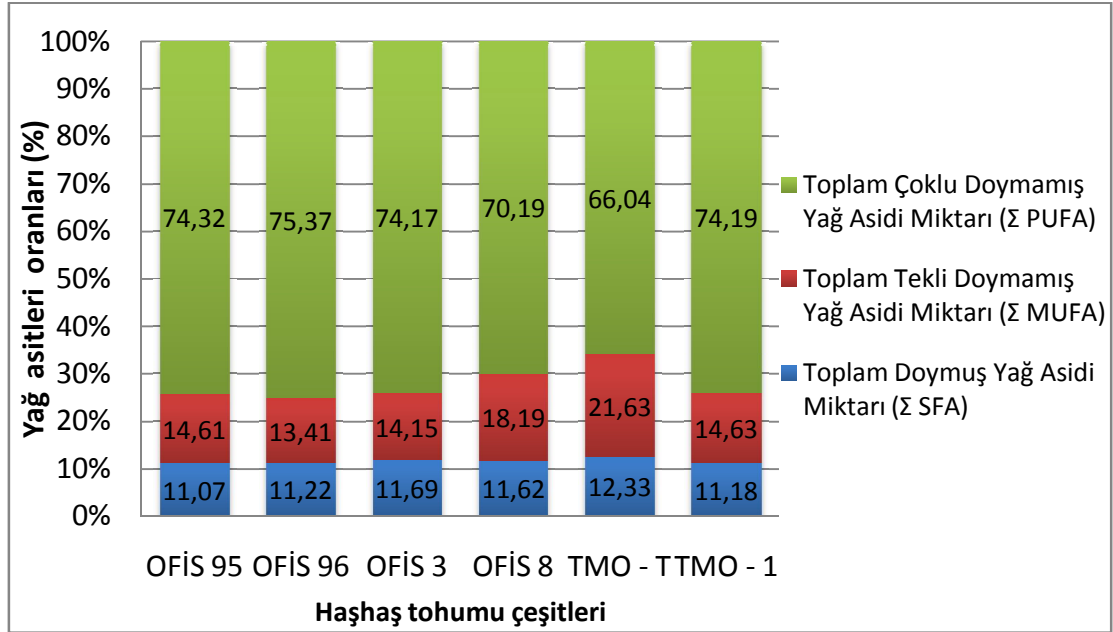


Şekil 5.17 Yağ örneklerinin toplam doymuş ve toplam doymamış yağ asitleri % dağılım oranları

Toplam doymamış yağ asidi (Σ UFA) oranını, toplam tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA) oranı ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) oranı oluşturmuştur.

Yağ örneklerinin toplam tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA) oranının % 13,41 (Ofis 96) ile % 21,63 (TMO-T) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Toplam tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA) oranı, haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla TMO-T (% 21,63) > Ofis 8 (% 18,19) > TMO-1 (% 14,63) > Ofis 95 (% 14,61) > Ofis 3 (% 14,15) > Ofis 96 (% 13,41) olarak sıralanmıştır.

Yağ örneklerinin toplam çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) oranı, % 66,04 (TMO-T) ile % 75,37 (Ofis 96) aralığında değişirken; haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 96 (% 75,37) > Ofis 95 (% 74,32) > TMO-1 (% 74,19) > Ofis 3 (% 74,17) > Ofis 8 (% 70,19) > TMO-T (% 66,04) olarak sıralanmıştır. Yağ örneklerinin toplam tekli doymamış yağ asidi, toplam çoklu doymamış yağ asidi ve toplam doymuş yağ asidi (%) oranlarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.18’de verilmiştir.



Şekil 5.18 Yağ örneklerinin (Σ MUFA), (Σ PUFA) ve (Σ SFA) % oranları

Yağ örnekleri arasında toplam doymamış yağ asidi ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (%) oranlarının en yüksek olduğu ilk üç haşhaş tohumu çeşidi Ofis 95, Ofis 96 ve TMO-1 olup, bu üç haşhaş tohumu çeşidinin ortak yönü tohum renginin sarı olmasıdır. Diğer taraftan ise yağ örnekleri arasında toplam doymuş yağ asidi (%) oranının en yüksek olduğu ilk iki haşhaş tohumu çeşidi TMO-T ve Ofis 3 olup, bu iki haşhaş tohumu çeşidinin de ortak yönü tohum renginin gri olmasıdır. Geri kalan tek haşhaş tohumu çeşidi olan Ofis 8’in tohum rengi beyaz olup, hem toplam doymuş yağ asidi hem de toplam doymamış yağ asidi (%) oranı, sarı ve gri renkli olan haşhaş tohumu çeşitlerinin arasında olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki bilgiler ışığında, toplam doymamış yağ asidi oranı ortalaması tohum rengine göre "sarı > beyaz > gri" olarak sıralanmışken; toplam doymuş yağ asidi oranı ortalaması da tohum rengine göre "gri > beyaz > sarı"

olarak sıralanmıştır. Bu bilgilere göre açık renkli tohum rengine sahip haşhaş tohumu çeşitlerinde toplam doymamış yağ asidi oranı yüksek iken, koyu renkli tohum rengine sahip haşhaş tohumu çeşitlerinde de toplam doymuş yağ asidi oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Haşhaş tohumu rengi ile yağ örneklerinin (Σ SFA), (Σ MUFA), (Σ PUFA) ve (Σ UFA) % oranlarına ilişkin veriler Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4 Haşhaş tohumu rengi ile yağ örneklerinin (Σ SFA), (Σ MUFA), (Σ PUFA) ve (Σ UFA) % oranları arasındaki ilişki

Tohum Rengi	Doymuş yağ asitleri toplamı (Σ SFA)	Tekli doymamış yağ asitleri toplamı (Σ MUFA)	Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı (Σ PUFA)	Doymamış yağ asitleri toplamı (Σ UFA)
Sarı	11,16	14,22	74,63	88,84
Beyaz	11,62	18,19	70,19	88,38
Gri	12,01	17,89	70,10	87,99

Ofis 95, Ofis 96 ve TMO-1 çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam doymuş yağ asidi değerleri ile Ofis 3 ve Ofis 8 çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam doymuş yağ asidi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Ofis 95 ve TMO-1 çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam tekli doymamış yağ asidi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p>0,05$); Ofis 96, Ofis 3, Ofis 8, TMO-T ve (Ofis 95 veya TMO-1) çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam tekli doymamış yağ asidi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Ofis 95, Ofis 96, Ofis 3 ve TMO-1 çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam çoklu doymamış yağ asidi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p>0,05$); Ofis 8, TMO-T ve (Ofis 95/Ofis96/Ofis 3/TMO-1) çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam çoklu doymamış yağ asidi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Ofis 95, Ofis 96 ve TMO-1 çeşitleriyle Ofis 3 ve Ofis 8 çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam doymamış yağ asidi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p > 0,05$); TMO-T, (Ofis 95/Ofis96/TMO-1) ve (Ofis 3 veya Ofis 8) çeşitlerine ait yağ örneklerinin toplam doymamış yağ asidi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Baydar ve Turgut (1999), yaptıkları çalışmada üç farklı renkte haşhaş tohumu çeşidi ile çalışmış olup, ortalama ve tohum rengine göre olmak üzere iki farklı yağ asidi kompozisyonu vermişlerdir. Ortalama yağ asidi kompozisyon sonuçlarına göre doymuş yağ asidi (Σ SFA) oranı % 11,6 – doymamış yağ asidi (Σ UFA) oranı % 88,4 – tekli doymamış yağ asidi (Σ MUFA) oranı % 13,75 – çoklu doymamış yağ asidi (Σ PUFA) oranı % 74,65 olarak belirlenmiştir. Tohum rengine göre elde edilen sonuçlar: kahverengi haşhaş tohumu için Σ SFA : % 11,6 - Σ MUFA : % 14,2 - Σ PUFA : % 74,2 - Σ UFA : % 88,4, mavi haşhaş tohumu için Σ SFA : % 11,9 - Σ MUFA : % 14,2 - Σ PUFA : % 74,9 - Σ UFA : % 88,1, beyaz haşhaş tohumu için Σ SFA : % 11,3 - Σ MUFA : % 12,9 - Σ PUFA : % 75,8 - Σ UFA : % 88,7 olarak yer almıştır. Haşhaş tohumu rengine göre elde edilen sonuçlara bakıldığında doymuş ve doymamış yağ asidi toplam oranlarının birbirine çok yakın olduğu ve koyu renkli haşhaş tohumunda doymuş yağ asidi oranının daha yüksek açık renkli haşhaş tohumunda ise doymamış yağ asidi oranının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonuçları ve Baydar ve Turgut (1999)'un sonuçları karşılaştırıldığında, toplam doymuş ve doymamış yağ asidi oranları birbirleri ile örtüşürken, çalışma kapsamında toplam tekli doymuş yağ asidi oranı yüksek iken Baydar ve Turgut (1999)'un yaptığı çalışmada ise toplam çoklu doymamış yağ asidi oranının az da olsa daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Her iki çalışmada da koyu renkli haşhaş tohumu örneklerinde toplam doymuş yağ asidi oranının, açık renkli haşhaş tohumu örneklerinde ise toplam doymamış yağ asidi oranının daha yüksek olduğu ve bu yönden her iki çalışmanın da benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır.

Fruhworth vd. (2003)'nin yaptığı çalışmada üç farklı renkteki (mavi, gri ve beyaz) haşhaş tohumuna ait yağların doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi içeriklerine incelenmiştir. Mavi renkli haşhaş tohumuna ait yağda toplam doymuş yağ asidi % 16,9 – toplam tekli doymamış yağ asidi % 13,2 – toplam çoklu doymamış yağ asidi % 69,9; gri renkli haşhaş tohumuna ait yağda toplam doymuş yağ asidi % 17,2 – toplam tekli doymamış yağ asidi % 11,3 – toplam çoklu doymamış yağ asidi % 71,5; beyaz renkli haşhaş tohumuna ait yağda toplam doymuş yağ asidi % 17,1 – toplam tekli doymamış yağ asidi % 11,6 – toplam çoklu doymamış yağ asidi % 71,3 olarak verilmiştir. Bu sonuçlara göre toplam doymuş ve toplam doymamış yağ asidi oranları üç farklı renkteki haşhaş tohumu çeşidinde birbirine çok yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Haşhaş tohumu rengine göre toplam doymuş yağ asidi gri > beyaz > mavi; toplam tekli doymamış yağ asidi mavi > beyaz > gri; toplam çoklu doymamış yağ asidi gri > beyaz > mavi olarak sıralanmıştır. Çalışma sonuçları ile Fruhwirth vd. (2003)'nin çalışma sonuçları karşılaştırıldığında, toplam doymuş ve toplam doymamış yağ asidi içeriği bakımından iki çalışmanın birbiri ile benzerlik göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Fruhwirth vd. (2003)'nin yaptığı çalışmada toplam doymuş yağ asidi oranı yüksek iken bu çalışma kapsamında ise toplam doymamış yağ asidi içeriğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışma sonuçlarında toplam doymamış yağ asidi oranı, Fruhwirth vd. (2003)'nin sonuçlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam çoklu doymamış yağ asidi açısından çalışma sonuçları ve Fruhwirth vd. (2003)'nin sonuçları birbiri ile örtüşmektedir. Diğer taraftan haşhaş tohumu rengine göre her iki çalışmadaki veriler incelendiğinde her iki çalışmada da gri renkli haşhaş tohumuna ait yağların diğer renkteki haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağlara göre daha yüksek oranda toplam doymuş yağ asidi içerdiği tespit edilmiştir.

Azcan vd. (2004)'nin sarı, mavi ve beyaz renkli haşhaş tohumu çeşitlerinde yaptıkları çalışmada toplam doymuş yağ asidi oranı % 13,1 - 16,2 aralığında, toplam doymamış yağ asidi oranı % 76,3 – 85,9 aralığında değişmektedir. Tohum rengine göre elde edilen sonuçlar: sarı haşhaş tohumu için Σ SFA : % 15,3 - Σ MUFA : % 17,7 - Σ PUFA : % 66,3 –

Σ UFA : % 84,0, beyaz haşhaş tohumu için Σ SFA : % 13,1 - Σ MUFA : % 16,1 - Σ PUFA : % 69,8 - Σ UFA : % 85,9, mavi haşhaş tohumu için Σ SFA : % 16,2 - Σ MUFA : % 19,4 - Σ PUFA : % 56,9 - Σ UFA : % 76,3 olarak yer almıştır. Bu sonuçlara göre koyu renkli haşhaş tohumu çeşidinde toplam doymuş yağ asidi oranı yüksek iken açık renkli haşhaş tohumu çeşidinde toplam doymamış yağ asidi oranının yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonuçları ile Azcan vd. (2004)'nin sonuçları karşılaştırıldığı zaman, Azcan vd. (2004)'nin toplam doymuş yağ asidi oranı sonuçlarının bu çalışmanın sonuçlarına göre daha yüksek olduğu; diğer taraftan çalışmanın toplam doymamış yağ asidi oranının ise Azcan vd. (2004)'nin yaptığı çalışmaya göre daha yüksek olduğu ve her iki çalışmada da koyu renkli haşhaş tohumu çeşidinde toplam doymuş yağ asidi oranı yüksek iken açık renkli haşhaş tohumu çeşidinde toplam doymamış yağ asidi oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Özcan ve Atalay (2006), toplam doymuş yağ asidi oranının % 15,25 - 22,80; toplam tekli doymamış yağ asidi oranının % 13,11 – 24,13; toplam çoklu doymamış yağ asidi oranının % 53,01 – 71,80; toplam doymamış yağ asidi oranının % 77,14 – 84,91 aralığında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonuçları ile Özcan ve Atalay (2006)'in sonuçları karşılaştırıldığında, toplam doymuş yağ asidi oranı Özcan ve Atalay (2006)'in yaptığı çalışmada daha yüksek iken; toplam çoklu doymamış yağ asidi ve toplam doymamış yağ asidi oranı bu çalışma kapsamında daha yüksek çıkmıştır. Her iki çalışmada da toplam tekli doymamış yağ asidi oranlarının birbiri ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Bozan ve Temelli (2008)'nin, yaptıkları araştırmada haşhaş tohumu yağının % 88,23'ünü doymamış yağ asitlerinin, % 11,72'sini ise doymuş yağ asitlerinin oluşturduğu rapor edilmiştir. Haşhaş tohumu yağının % 13,16'sını tekli doymamış yağ asitleri oluştururken % 75,07'sini ise çoklu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu belirtilmiştir. Doymamış yağ asitlerinin büyük kısmını linoleik asit (%74,47) oluştururken doymuş yağ asitlerinin büyük kısmını palmitik asit (% 9,79) oluşturmuştur. Çalışma sonuçları ile Bozan ve Temelli (2008)'nin sonuçları toplam doymuş ve

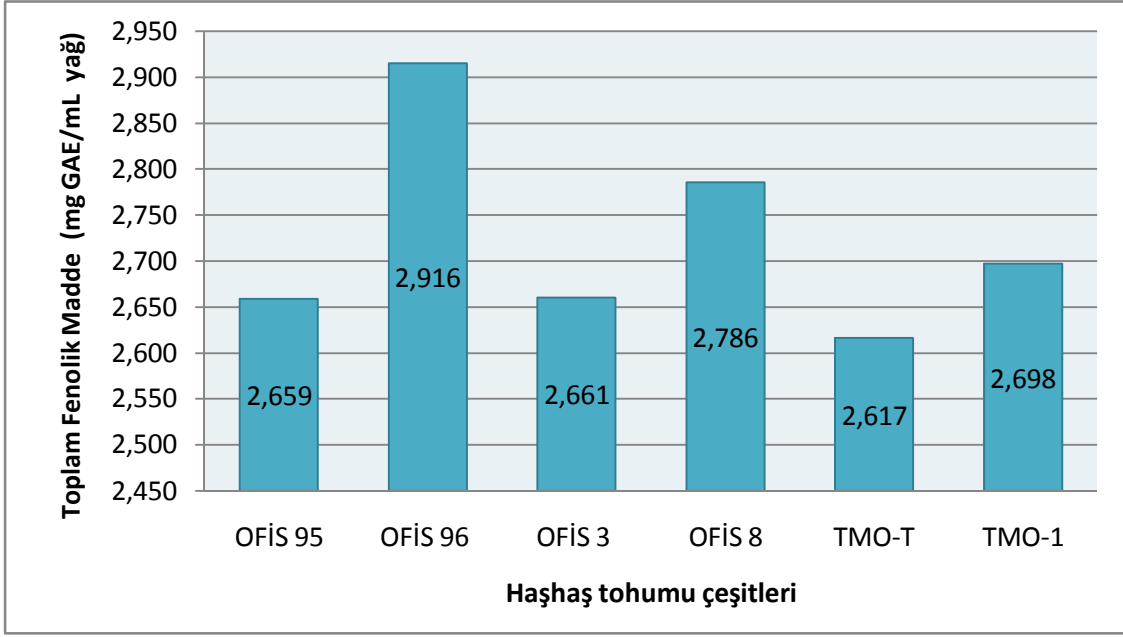
doymamış yağ asidi oranları bakımından aynı olduğu tespit edilmiştir. Temel farkın doymamış yağ asidi içeriğini oluşturan tekli ve çoklu doymamış yağ asidi içeriğinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ortalama toplam tekli doymamış yağ asidi oranı yüksek bulunmuşken; Bozan ve Temelli (2008)'nin yaptığı çalışmada ise toplam çoklu doymamış yağ asidi oranı yüksek bulunmuştur. Çalışma kapsamındaki ortalama toplam doymuş ve doymamış yağ asidi oranı sonuçlarına en yakın veriler Bozan ve Temelli (2008)'nin yaptığı çalışmada elde edilmiştir.

Kolayli vd. (2011) yaptığı çalışmada, toplam doymuş yağ asidi oranını % 16,7 ve toplam doymamış yağ asidi oranını % 82,4 olarak rapor etmişlerdir. Toplam doymuş yağ asidi oranı Kolayli vd. (2011)'nin sonuçlarında ve ortalama toplam doymamış yağ asidi oranının ise çalışma sonuçlarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Rahimi vd. (2011)'nin yaptıkları çalışmada ortalama doymuş yağ asidi oranı % 11,04 ve ortalama doymamış yağ asidi oranı % 88,96 olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada linoleik asidin doymamış yağ asitlerinin, oleik asidin tekli doymamış yağ asitlerinin ve palmitik asidin ise doymuş yağ asitlerinin temel yağ asidi bileşeni olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonuçları ile Rahimi vd. (2011)'nin sonuçları ortalama toplam doymuş ve doymamış yağ asidi oranları bakımından benzerlik göstermiştir.

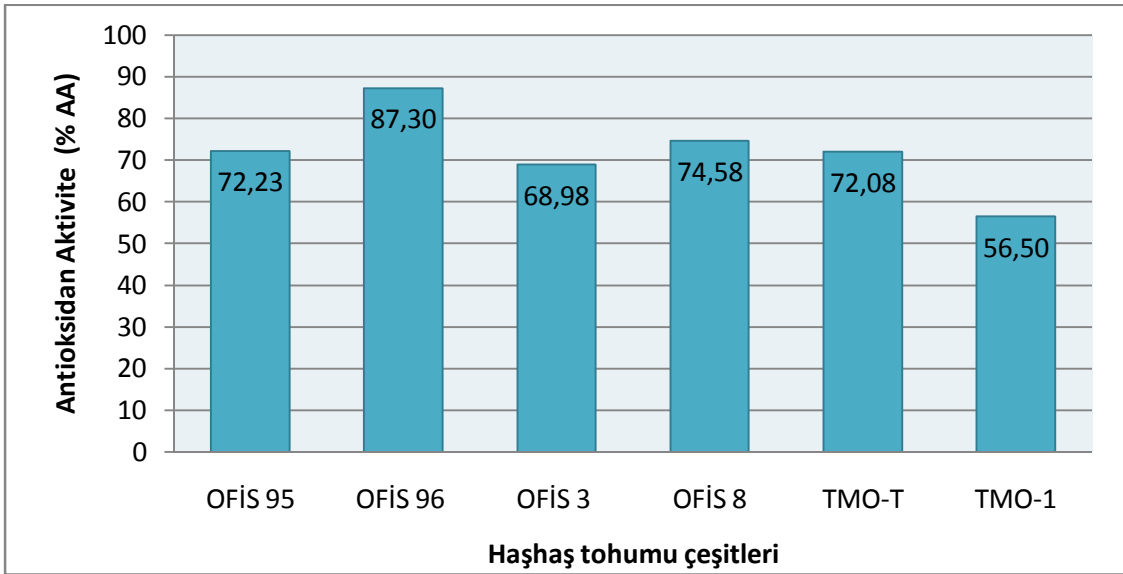
5.2.4 Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Toplam fenolik madde miktarı, haşhaş tohumu yağlarında 2,617 ile 2,916 mg/mL aralığında değişirken, haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 96 (2,916 mg/mL) > Ofis 8 (2,786 mg/mL) > TMO-1 (2,698 mg/mL) > Ofis 3 (2,661 mg/mL) > Ofis 95 (2,659 mg/mL) > TMO-T (2,617 mg/mL) olarak sıralanmıştır. Yağ örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.19'da verilmiştir.



Şekil 5.19 Haşhaş yağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları

Antioksidan aktivite (%AA) değerleri, haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağlarda % 56,50 ile % 87,30 aralığında değişirken haşhaş tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 96 (% 87,30) > Ofis 8 (% 74,58) > Ofis 95 (% 72,23) > TMO-T (% 72,08) > Ofis 3 (% 68,98) > TMO-1 (% 56,50) olarak sıralanmıştır. Yağ örneklerinin antioksidan aktivite oranlarına ilişkin sütun grafiği Şekil 5.20’de verilmiştir.



Şekil 5.20 Haşhaş yağı örneklerinin antioksidan aktivite (%AA) değerleri

Yağın elde edildiği haşhaş tohumunun rengine göre sınıflandırılıp, bunların ortalamasının alındığı toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite oranlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 5.5’de verilmiştir. Bu çizelge ile haşhaş tohumu rengi ile bu tohumlardan elde edilen yağların toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite oranları arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 5.5 Tohum rengine göre yağ örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite oranı ortalamaları

Tohum Rengi	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mgGAE / mL yağ)	Antioksidan Aktivite (%)
Beyaz	2,786	74,58
Sarı	2,757	72,01
Gri	2,639	70,53

Çizelge 5.5’de görüldüğü üzere tohum rengine bağlı olarak haşhaş tohumu yağlarının ortalama toplam fenolik madde miktarlarının “beyaz > sarı > gri”, antioksidan aktivite oranlarının da yine aynı şekilde “beyaz > sarı > gri” şeklinde sıralandığı saptanmıştır.

Tohum rengine göre ortalama toplam fenolik madde miktarları ve ortalama antioksidan aktivite değerleri (Çizelge 5.5) incelendiğinde tohum rengine göre sıralamanın “beyaz > sarı > gri” şeklinde olduğu görülmüştür. Buradan açık renkli haşhaş tohumu çeşitlerinden elde edilen yağlarda toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitenin yüksek; koyu renkli haşhaş tohumu çeşitlerinden elde edilen yağlarda toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitenin düşük olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların toplam fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p>0,05$), antioksidan aktivite oranları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).Yapılan Pearson korelasyon analizinde toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite oranları ($N=12$, $R=0,445$) arasında zayıf derecede pozitif korelasyon saptanmıştır.

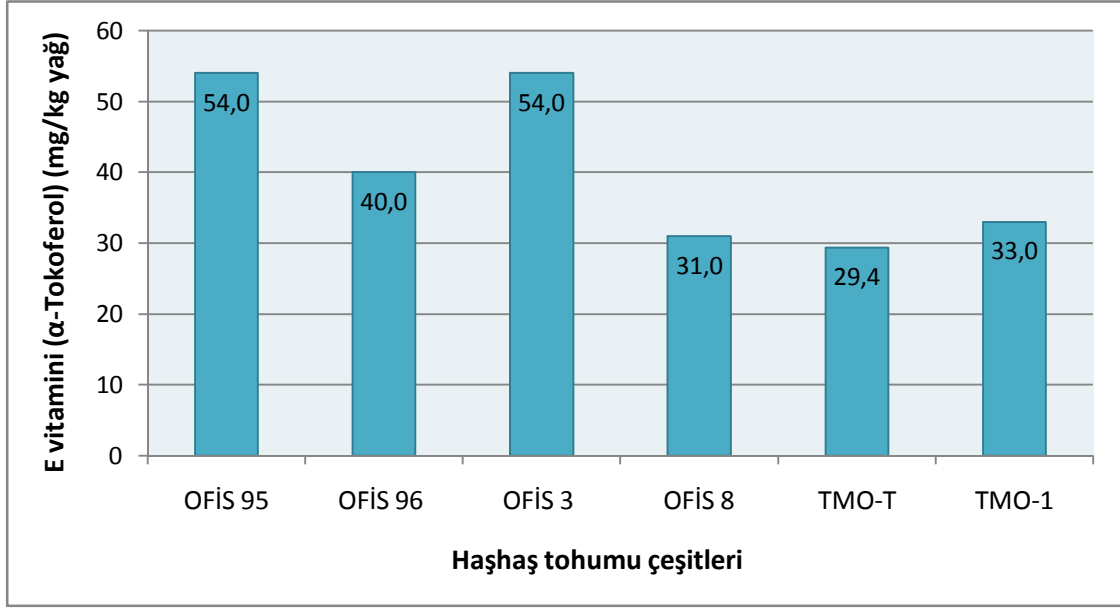
Fruhworth vd. (2003) yaptığı çalışmada mavi, gri ve beyaz renkli haşhaş tohumlarına ait yağların fenolik madde içerikleri Trolox eşdeğeri ($\mu\text{mol/g}$ yağ) olarak verilmiştir. Mavi, gri ve beyaz renkli haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların toplam fenolik içerikleri sırasıyla 0,36 – 0,37 – 0,45 Trolox eşdeğeri ($\mu\text{mol/g}$ yağ) olarak verilmiştir. Yağa ait fenolik madde içeriği haşhaş tohumu rengine göre beyaz > gri > mavi olarak sıralanmıştır. Bu sonucun yaptığımız çalışma ile benzerlik arz ettiği görülmüştür.

Gevenkiriş (2011) yaptığı çalışmada beyaz, sarı ve mavi renkli haşhaş tohumlarının toplam fenolik miktarını haşhaş tohumu kuru maddesi üzerinden vermiştir. Beyaz, sarı ve mavi renkli haşhaş tohumlarında toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 4,44 - 3,05 - 3,67 (mg/g) olarak bulunmuştur. Gevenkiriş (2011)'in bu sonuçları yaptığımız çalışmadan elde edilen sonuçlarla uyumlu bulunmuştur.

Tez çalışmasında toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinin en yüksek olduğu haşhaş tohumu çeşidi ile Erinç vd. (2009) yaptığı çalışmada antioksidan aktivitenin bir göstergesi olan γ -tokoferol miktarının en yüksek olduğu haşhaş tohumu çeşidi aynıdır (Ofis 96). Bu nedenle antioksidan aktiviteye toplam fenolik madde miktarının yanında, γ -tokoferol miktarında etkisi olduğu düşünülmektedir.

5.2.5 E vitamini (α -tokoferol) Analizine İlişkin Sonuçların Değerlendirilmesi

Haşhaş yağı örneklerinin E vitamini (α -tokoferol) içeriklerinin 29,4 (mg/kg yağ) (TMO-T) - 54,0 (mg/kg yağ) (Ofis 95, Ofis 3) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. E vitamini (α -tokoferol) içerikleri haşhaş tohumu çeşitlerine göre Ofis 95 = Ofis 3 (54,0) > Ofis 96 (40,0) > TMO-1 (33,0) > Ofis 8 (31,0) > TMO-T (29,4) (mg/kg yağ) olarak sıralanmıştır. Haşhaş yağı örneklerinin E vitamini (α -tokoferol) içeriklerine ilişkin sütun grafiği Şekil 5.21'de verilmiştir.



Şekil 5.21 Haşhaş yağı örneklerinin E vitamini (α-tokoferol) içerikleri

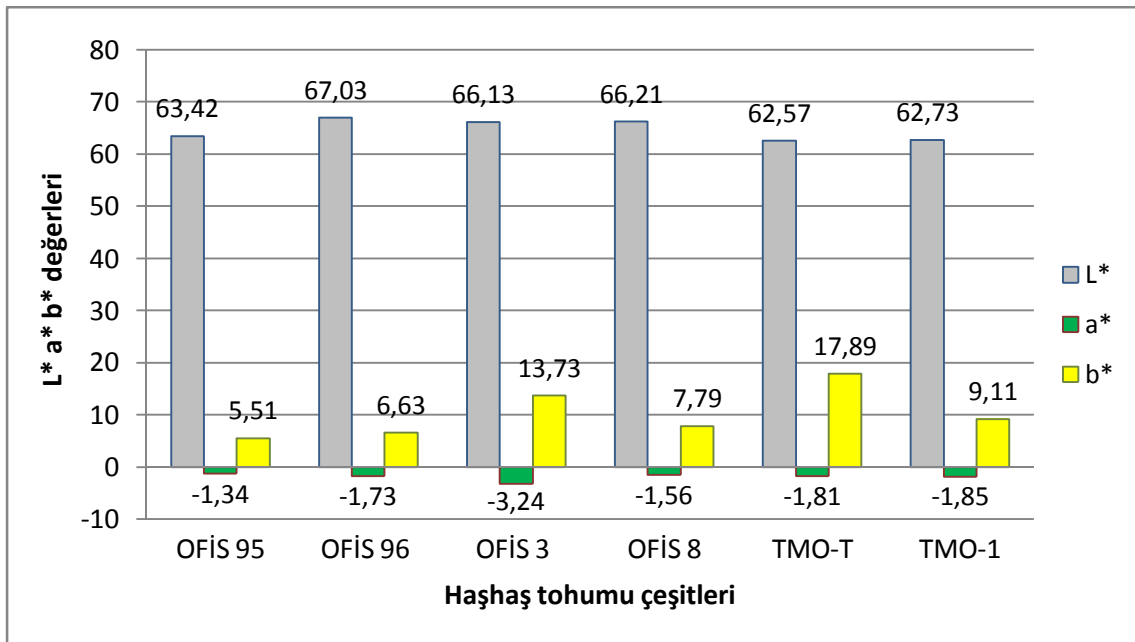
Haşhaş yağı örneklerinin E vitamini (α-tokoferol) içeriklerindeki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Haşhaş tohumu yağlarının E vitamini (α-tokoferol) içerikleri ile tohum rengi arasında bir ilişki bulunamamıştır. Sarı renkli Ofis 95 ile gri renkli Ofis 3 tohum çeşitlerinin E vitamini (α-tokoferol) içerikleri aynı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Ofis 95 ve Ofis 3 haşhaş çeşitleri biyolojik açıdan en yüksek E vitamini (α-tokoferol) aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir.

Erinç vd. (2009) sekiz farklı haşhaş çeşidine ait tohum yağının α-tokoferol içeriğini 21,99 – 45,83 mg kg⁻¹ aralığında bulmuşlardır. Bozan ve Temelli (2008) haşhaş yağında α-tokoferol içeriğini 5,53 mg/100 g yağ olarak bulmuştur. Özcan ve Atalay (2006) ise yedi farklı haşhaş tohumu çeşidine ait yağların α-tokoferol içeriğinin 26,8 – 37,2 ppm aralığında değiştiğini bulmuşlardır. Bu sonuçların yaptığımız çalışma ile benzerlik arz ettiği görülmüştür.

5.2.6 Renk Analiz Sonuçlarının (CIE-L*, a*, b*) Değerlendirilmesi

Haşhaş tohum yağlarının L*, a* ve b* değerlerinin sırasıyla 62,57 (TMO-T) - 67,03 (Ofis 96), - 1,34 (Ofis 95) - - 3,24 (Ofis 3) ve 5,51 (Ofis 95) - 17,89 (TMO-T) aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Tohum yağlarının L* değerleri, tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 96 (67,03) > Ofis 8 (66,21) > Ofis 3 (66,13) > Ofis 95 (63,42) > TMO-1 (62,73) > TMO-T (62,57); a* değerleri, tohumu çeşidine göre sırasıyla Ofis 3 (- 3,24) > TMO-1 (- 1,85) > TMO-T (- 1,81) > Ofis 96 (- 1,73) > Ofis 8 (- 1,56) > Ofis 95 (- 1,34) ve b* değerleri; tohumu çeşidine göre sırasıyla TMO-T (17,89) > Ofis 3 (13,73) > TMO-1 (9,11) > Ofis 8 (7,79) > Ofis 96 (6,63) > Ofis 95 (5,51) olarak sıralanmıştır. Haşhaş yağı örneklerinin L*, a*, b* değerlerine ilişkin sütun grafiği Şekil 5.22’de verilmiştir.



Şekil 5.22 Haşhaş yağı örneklerinin L*, a*, b* değerleri

Haşhaş tohumu yağlarının L* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamışken ($p > 0,05$); b* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Ofis 96 ve TMO-T hariç tüm haşhaş tohumu yağlarının a* değerleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Haşhaş tohumu yağlarının L^* değerlerine bakıldığında parlaklığın daha baskın olduğu, parlaklığı en yüksek olan yağın Ofis 96 haşhaş tohumu çeşidine ait olduğu parlaklığı en düşük olan yağın TMO-T haşhaş tohumu çeşidine ait olduğu gözükmetedir. a^* değerlerinin negatif olması haşhaş tohumu yağlarında yeşilliğin baskın olduğunu göstermiştir. Negatif ekseninde mutlak olarak en yüksek a^* değerine sahip yağın yeşilliği en baskın olacağı için bu haşhaş tohumunun Ofis 3 çeşidine ait olduğu belirlenmiştir. b^* değerleri incelendiğinde elde edilen değerlerin pozitif olması haşhaş tohumu yağlarında sarılığın baskın olduğunu göstermiştir. Haşhaş tohumuna yağları arasında en yüksek b^* değeri sarı renkli haşhaş tohumu olan TMO-T çeşidinde belirlenmiştir. Genel olarak haşhaş tohumu yağlarının üç boyutlu renk – uzay skalası parlak (L^*) – yeşil (a^*) – sarı (b^*) olarak tespit edilmiştir.

5.3 Sonuçlar

1. Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde 4 yağ asidinin hakim olduğu anlaşılmıştır. Bunlar palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1) ve linoleik asit (C18:2)'dir. Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağlarda en yüksek doymuş yağ asidi oranına sahip yağ asidi palmitik asit, en yüksek doymamış yağ asidi oranına sahip yağ asidinin ise linoleik asit olduğu bulunmuştur. Tüm yağ asidi kompozisyonu içinde en yüksek orana sahip yağ asidi linoleik asittir.
2. Haşhaş tohumu çeşitlerinin hakim yağ asidi ortalama oranları: linoleik asit (% 71,91), oleik asit (% 15,94), palmitik asit (% 9,15) ve stearik asit (% 2,15) olarak bulunmuştur.
3. Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların yağ asidi kompozisyonu ve tohum rengi arasındaki ilişki incelendiğinde sarı renkli haşhaş tohumu çeşitlerinde yüksek oranda linoleik ve stearik asit, gri renkli haşhaş tohum çeşitlerinde ise yüksek oranda oleik ve palmitik asit bulunduğu saptanmıştır.
4. Haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların doymuş/doymamış yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde doymamış yağ asidi yüzdesinin doymuş yağ asidi yüzdesine oranla çok daha yüksek olduğu; bununla birlikte doymamış yağ asidi kompozisyonun da büyük bölümünü çoklu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu tespit edilmiştir.
5. Sarı renkli haşhaş tohumu çeşitlerinde toplam doymamış yağ asidi oranı yüksek iken, gri renkli tohum rengine sahip haşhaş tohumu çeşitlerinde toplam doymuş yağ asidi oranının yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Tohum rengine göre (Σ UFA) içeriği "sarı > beyaz > gri"; (Σ SFA) içeriği "gri > beyaz > sarı" olarak sıralanmıştır.

6. Tohum rengine göre ortalama toplam fenolik madde miktarı “beyaz > sarı > gri” şeklinde sıralanmaktadır. Tohum rengine göre ortalama antioksidan aktivite değerleri “beyaz > sarı > gri” şeklinde sıralanmaktadır. Buradan açık renkli haşhaş tohumu çeşitlerinden elde edilen yağlarda toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitenin yüksek; koyu renkli haşhaş tohumu çeşitlerinden elde edilen yağlarda toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitenin düşük olduğu sonucu çıkarılmıştır.

7. Toplam fenolik madde miktarının yüksekliğine bağlı olarak oksidatif stabilite bakımından beyaz haşhaş tohumu yağının avantajlı olacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle gıda sanayinde oksidatif bozulmalar bakımından beyaz haşhaş kullanımının ürünün raf ömrünü artırıcı etki yapacağı düşünülmektedir.

8. Fenolik maddeler antioksidan özellik gösteren başlıca ana gruplardan birisi olmasına rağmen toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivite arasındaki korelasyonun düşük çıkması, haşhaş tohumuna ait yağlarda tek başına fenolik maddelerin antioksidan aktivitenin belirlenmesinde yeterli olmadığı sonucuna ulaştırmıştır. Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde toplam fenolik madde miktarı kadar varolan fenolik maddelerin türleri de önemlidir. Bununla birlikte yağda iyi çözünen tokoferol türleri ve doymamış yağ asitleri de antioksidan aktiviteyi etkileyen bileşenlerdir.

9. Haşhaş çeşitlerinin yağ oranı ile morfin oranı kalitesi bakımından benzerlik göstermediği tespit edilmiştir. Hem yağ oranı hem de morfin oranı kalitesi bakımından üstünlük gösteren herhangi bir haşhaş çeşidinin bulunmadığı, yağ oranının yüksek olduğu çeşitlerde morfin oranının düşük ve morfin oranının yüksek olduğu çeşitlerde genellikle yağ oranının düşük olduğu görülmüştür.

10. Yağ (%) oranı, nem içeriği, linoleik asit ($\omega 6$) içeriği, toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) oranı, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite yönünden en üstün niteliklere sahip haşhaş tohumu çeşidinin “OFİS 96 (sarı)” olduğu tespit edilmiştir

11. Yağ (%) oranı, nem (%) içeriği bakımından en zayıf niteliklere sahip haşhaş tohumu çeşidi "OFİS 3 (gri)"; linoleik asit ($\omega 6$) içeriği, toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) oranı, toplam fenolik madde miktarı ve E vitamini (α -tokoferol) miktarı yönünden en zayıf niteliklere sahip haşhaş tohumu çeşidinin "TMO-T (gri)" olduğu tespit edilmiştir.

12. Haşhaş tohumu yağının E vitamini (α -tokoferol) ve esansiyel yağ asitlerinden biri olan linoleik asit ($\omega 6$) içeriği bakımından zengin olması insan sağlığı açısından önemini arttırmaktadır. Ayrıca haşhaş yağı yüksek oranda bulunan çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içeriği ve tekli doymamış yağ asidi (MUFA) içeriği nedeniyle insan sağlığı açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abbate, R., Brunelli, T., Filippini, M., Gensini, G.F., Gori, A.M., Martini, F., Paniccia, R., Prisco, D., Rancalanci, I. and Sernerri, G.G.N. (1996). N-3 PUFA supplementation monocyte PCA expression and interleukin-6 production. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, **54**: 439-444.
- Akpanabiatu, M.I., Basse, N. B., Eyong, E.U. and Udosen, E.O. (1998). Evaluation of some minerals and toxicants in some Nigerian soup meals. *Journal of Food Composition and Analysis*, **11**: 292-297.
- Amarowicz, R., Raab, B. and Shahidi, F. (2003). Antioxidant activity of phenolic fractions of rapeseed. *Journal of Food Lipids*, **10 (1)**: 51-62.
- Anonim, (1990). Fatty acids in oil and fats. AOAC Official Methods of Analysis, 15. Edition, Helrich, K. Ed. Vol:2; 963-964, Virginia.
- Anonim, (2004). Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. American Oil Chemists' Society Champaign, 5. edition, 2. Printing, Illinois, USA.
- Anonim, 2013. 2012 Yılı Haşhaş Raporu. TMO Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Arslan, N., Er, C. ve Camcı, H. (1986). Haşhaş Ekimi Yasağının Kaldırılmasından beri Haşhaş Tarımı ve Problemleri. VI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Ankara, 10-16 Mayıs, 99-118.
- Arslan, Y., Katar, D., Kayaçetin, F. ve Subaşı, İ. (2008). Afyon (Opium) alkaloitleri ve önemi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **17(1-2)**: Derleme.
- Atoui, A.K., Boskou, G., Kefalas, P. and Mansouri, A. (2005). Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*, **89**: 27-36.
- Azcan, N., Kalender, B.O. and Kara, M. (2004). Investigation of Turkish poppy seeds and seed oils. *Chemistry of Natural Compounds*, **40**: 370-372.

- Baydar, H. ve Turgut, İ. (1999). Yağlı Tohumlu Bitkilerde Yağ Asitleri Kompozisyonunun Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere ve Ekolojik Bölgelere Göre Değişimi. *Journal of Agriculture and Forestry*, **23(1)**: 81-86.
- Bernath, J. (1998). Poppy, The Genus Papaver. Harwood Academic Publisher, Amsterdam, The Netherlands.
- Bozan, B. and Temelli, F. (2008). Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*, **99**: 6354-6359.
- Brody, T. (1994). Nutritional Biochemistry. Academic Press, San Diego, USA.
- Burton, G.G., Doba, T., Gabe E.J., Ingold. K.U., Hughes, L., Lee, F.L. and Prasad, L. (1985). Autoxidation of biological molecules. 4. Maximizing the antioxidant activity of phenols. *Journal American Chemistry Society*, **107**: 7053-7065.
- Calder, P.C. (2001). Polyunsaturated fatty acids, inflammation and imunity. *In Lipids*, **36**: 1007-1024.
- Calder, P.C. (2003). N-3 polyunsaturated fatty acids and inflammation: from molecular biology to the clinic. *In Lipids*, **38**: 342-352.
- Charles, D.J. (2013). Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources. Springer Science and Business Media, New York, USA.
- Çelik, E. (2008). Ekmek Yapımında Kullanılan Bazı Katkı Maddelerinin Ekmek Kalitesi ve Bayatlama Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Erdurmuş, A. (1989). Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Hatlarında Fenolojik ve Morfolojik Karakterlerin Morfin ve Tohum Verimiyle İlişkileri. Basılmamış Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Eriñç, 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.) seeds. *Grasas y Aceites*, **60(4)**: 375-381.

- Foster, L.H., Chaplin, M.F. and Sumar, S. (1998). The effected of heat treatment on intrinsic and fortified selenium levels in cow's milk. *Food Chemistry*, **62**: 21-25.
- Fruhwith, G.O., El-Toukhy, R., Hermetter, A., Wagner, F.S. and Wenzl, T. (2003). Fluorescence screening of antioxidant capacity in pumpkin seed oils and other natural oils. *European Journal Lipid Science Technology*, **105**: 266-274.
- Gevenkiriş, A. (2011). Türk Menşeyli Haşhaş Tohumundaki Morfin Ve Toplam Fenolik İçeriğine Bakılması. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gök, V., Akkaya, L., Bulut, S. ve Obuz, E. (2011). Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. *Meat Science*, **89**: 400-404.
- Green, A.G. (1986). Genetic control of polyunsaturated fatty acid biosynthesis in flax (*Linum usitatissimum*) seed oil. *Theoretical and Applied Genetics*, **72**: 654-666.
- Gümüşcü, A. ve Arslan, N. (2008). Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) melez hatlarının verim ve verim öğelerinde heterosis üzerine araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **14(4)**: 365-373.
- Hlinková, A., Bednářová, 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.
- Hlinková, A., Čertík, M. and Havrlentová, M. (2011). Investigation of lipid content and fatty acids composition in selected poppy cultivars (*Papaver Somniferum* L.). *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, **57**: 118-123.
- Huang, S.W., Frankel, E.N. and German, J.B. (1994). Antioxidant activity of α - and γ -tocopherol in bulk oils and oil-in-water emulsion. *Journal Agriculture Food Chemistry*, **42**: 2108-2114.

- IUPAC, (1964). Standard methods of the oils and fats. Butterworths Scientific Publishing, 4. edition, London.
- İncekara, F. (1949). Türkiye Haşhaş Çeşitleri ve Bunların Tohum ve Afyon Bakımından Değerleri. Toprak Mahsulleri Ofisi Yayınları, ANKARA.
- İncekara, F. (1964). Yağ Bitkileri. Ege Üniversitesi Yayınları, No:83, İzmir.
- Kapoor, L.D. (1997). Opium Poppy: Botany, Chemistry and Pharmacology. Food Products Press, New York, USA.
- Katalinić, V., Boban, M., Milos, M., Modun, D. and Music, I. (2004). Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. *Food Chemistry*, **80**: 593-600.
- Koç, H., Camcı, H., Kadiroğlu, A. ve Gür, K. (2006). Seçilmiş Bazı Haşhaş Hatlarının Morfin Oranları Yönünden Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, **1**: 31-35.
- Kolayli, S., Aliyazicioğlu, R., Kara, M., Kucuk, M. and Tarhan, O. (2011). An investigation of frequently consumed edible oils in Turkey in terms of omega fatty acids. *Chemistry of Naturel Compounds*, **47(3)**: 347-351.
- Krist, S., Bandion, F., Buchbauer, G., Stuebiger, G. and Unterweger, H. (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(21)**: 8310-8316.
- Küçük, Y. (1996). Türkiye'nin Çeşitli Yörelerinde Yetiştirilen Haşhaş Bitkilerinde Alkaloidlerin Ekstraksiyonu ve Ekstraksiyonların Susuz Fen Ortamlarda Özelliklerinin İncelenmesi. Basılmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Küsmenoğlu, S., Akay, Z. and Sener, B. (2002). Fatty acid composition in the seed oils of *Papaver somniferum* from different provinces. *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, **27**: 13-18.

- Lampi, A.M., Kajata, L., Kamal-Eldin, A. and Piironen, V. (1999). Antioxidant activities of α - and γ -tocopherols in the oxidation of rapeseed oil triacylglycerols. *Journal American Oil Chemistry Society*, **76**: 749-755.
- Lampi, A., Kamal-Eldin, A. and Piironen, V. (2002). Tocopherols and tocotrienols from oil and cereal grains. In: Shi, J., Mazza, G., and Maguer, M.L., (Eds.), *Functional Foods. Biochemical and Processing Aspects*, vol. 2, CRC Press, Boca Raton.
- León, K., León, J., Mery, D. and Pedreschi, F. (2006). Color measurement in $L^*a^*b^*$ units from RGB digital images. *Food Research International*, **39**: 1084-1091.
- Liyana-Pathirina, C.M. and Shahidi, F. (2006). Importance of insoluble-bound phenolics to antioxidant properties of wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54**: 1256-1264.
- Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J. (1993b). *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*, vol. 7. Academic Press, San Diego, USA.
- Moyad, M.A. (2005). An introduction to dietary/supplemental omega-3 fatty acids for general health and prevention (Part I). *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations* 23, 23-25.
- Naczka, M. and Shahidi, F. (2006). Phenols in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **41**: 1523-1542.
- Neve, J. (1991). Physiological and nutritional importance of selenium. *Experientia*, **47**: 187-193.
- Oomah, B.D. and Mazza, G. (1999). Health benefits of phytochemicals from selected Canadian crops. *Trend Food Science Technology*, **10**: 193-198.
- Önmez, H. (2007). *Papaver somniferum* Bitkisinden Elde Edilen Alkaloidlerin Ekstraksiyonunda Kullanılan Çözücü ve Metodların Karşılaştırılması. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Özcan, M. (2004). Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chemistry*, **84**: 437-440.
- Özcan, M. and Atalay, Ç. (2006). Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. *Grasas y Aceites*, **57(2)**: 169-174.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B. (1990). Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları; 11, 152 s., Ankara.
- Rahimi, A., Arslan, N., Bayrak, A., Doğramacı, S. and Kiralan, M. (2011). Variation in fatty acid composition of registered poppy (*Papaver somniferum* L.) seed in Turkey. *Academic Food Journal*, **9(3)**: 22-25.
- Sarıyar, G. (2002). Biodiversity in the Alkaloids of Turkish Papaver Species. *Pure Application Chemistry*, **74(4)**: 557-574.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekar, L. ve Leblebici, E. (1995). Tohumlu Bitkiler Sistematığı. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi No: 116, İzmir, 396.
- Shahidi, F. and Shukla, V.K.S. (1996). Nontriacylglycerol constituents of fat, oils. *Inform* **7**: 1227-1232
- Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and food antioxidants. *Nahrung***44 (3)**: 158-163.
- Singh, S.P., Dixit, B.S., Khanna, K.R. and Srivastava, S.N. (1990). Fatty acid composition of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seed oil. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, **60**: 358-359.
- Singh, S.P., Banerji, R.O., Dixit, B.S., Khanna, K.R., and Shukla, S. (1998). Variation of major fatty acids in generation of opium poppy (*Papaver somniferum* x *Papaver setigerum*) genotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **76**: 168-172.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, **16**: 144-158.

Soldeen, K. and Soldeen T. (2005). Importance of tocopherols beyond α -tocopherol: evidence from animal and human studies. *Nutritional Resource*, **25**: 877-889.

Tanker, M. ve Tanker, N. (2003). Farmakognozi Cilt.1. Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 66, Ankara.

Tovar, M.J., Motilva, M.J. and Romero, M.P. (2001). Changes in the phenolic composition of virgin olive from young trees (*Olea europæes L. ev. Arbequina*) grown under linear irrigation strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49 (11)**: 5502-5508.

Yen, G.C. and Duh, P.D. (1994). Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active oxygen species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **42**: 629-632.

İnternet Kaynakları

1 - <http://www.hunterlab.com/application-notes.html>, Ulaşım Tarihi: 25.12.2013

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet ABUDAK
Doğum Yeri ve Tarihi : Bakırköy – 10/05/1982
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : mehmetabudak@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Turgutlu Halil Kale Fen Lisesi (1996-1999)
Lisans : Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği (2000-2005)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi (2010-2014)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Tarım Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı
Eyüp İlçe Tarım Müdürlüğü (2007-2009)
Salihli İlçe Tarım Müdürlüğü (2009-2009)
Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu
Afyonkarahisar İl Koordinatörlüğü (2009-....)

Yayınları (SCI ve diğer) : K. KILIÇ, H. ÇİÇEK, M. ABUDAK, E. TOP, İ.H.BOYACI
Elektroforez jel görüntülerinin analizine yönelik
alternatif yazılım geliştirilmesi
14.Ulusal Biyoteknoloji Konferansı
31 Ağustos – 2 Eylül 2005
Bildiri ve Poster Kitabı, Sayfa 225, ESKİŞEHİR.

Diğer konular