

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MALATYA'DA YETİŞEN IHLAMUR AĞACI TOHUMU YAĞI ELDESİ VE
KARAKTERİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tuğçe Bengü MUMCU

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Yunus ÖNAL

ŞUBAT-2021

T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MALATYA'DA YETİŞEN IHLAMUR AĞACI TOHUMU YAĞI ELDESİ VE
KARAKTERİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğçe Bengü MUMCU

(13617170304)

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yunus ÖNAL

Eş Danışman: Prof. Dr. Selim ERDOĞAN

ŞUBAT-2021

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her adımında, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgemededen bana her konuda yardımcı olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Yunus ÖNAL'a, desteklerini esirgemeyen arkadaşım Yeliz AKBULUT' a,

Çalışma sürecim boyunca benden her türlü desteklerini esirgemeyen başta eőim olmak üzere aileme ve dostlarıma,

Tezin uygulama aşamasında vermiş oldukları maddi ve manevi destekten dolayı, İnönü Üniversitesi BAP (FYL-2019-1687 nolu proje) birimine

Teşekkür ederim.



ONUR SÖZÜ

Malatya İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Malatya’ da Yetişen Ihlamur Ağacı Tohumu Yağ Eldesi ve Karakterizasyonu” başlıklı bu çalışmayı sonuna kadar danışmanım Doç. Dr. Yunus ÖNAL ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Tuğçe Bengü MUMCU

İmza

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	ii
ONUR SÖZÜ.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
KISALTMA VE SİMGELER	ix
ÖZET	xi
ABSTRACT.....	xii
1.GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER	4
2.1 Yağ Nedir?.....	4
2.2 Yağların Sınıflandırılması.....	5
2.3 Yağ Asitlerinin Sınıflandırılması.....	5
2.3.1 Doymuş yağ asitleri.....	6
2.3.2 Doymamış yağ asitleri.....	7
2.3.3 Elzem yağ asitleri	10
2.4 Yağların Kalite Standartları	10
2.4.1 Asit sayısı	10
2.4.2 İyot sayısı.....	10
2.4.3 Sabunlaşma sayısı.....	11
2.4.4 Reichert- Meissl Sayısı.....	11
2.4.5 Peroksit sayısı.....	11
2.4.6 Dumanlanma noktası	11
2.4.7 Kuruma özelliği.....	11
2.4.8 Yağların hidrojenasyonu	12
2.5 Bitkisel Yağ Elde Etme Yöntemleri	12
2.5.1 Ön işlemler	12
2.5.2 Rafinasyon ünitesi	14
2.5.3 Ön presleme - ekstraksiyon yöntemi	16
2.5.4 Mekanik (soğuk) presleme yöntemi	20
2.6 Yağlı Tohumların Durumu	20
2.7 Dünya’da ve Türkiye’ de Yağlı Tohum Üretimi	21
2.7.1 Dünya’ da Yağlı Tohum Üretimi.....	21
2.7.2 Türkiye’ de Yağlı Tohum Durumu.....	24
2.7.3 Türkiye’ de Tarımı Yapılan Başlıca Yağlı Tohumlar	24

2.7.4 Türkiye' de Yağlı Tohum Üretimi	25
2.8 Yağlı Tohumlar.....	27
2.8.1 Soya tohumu (Glycine max).....	27
2.8.2 Kanola tohumu	28
2.8.3 Ayçiçeği tohumu (Helianthus annuus L.).....	29
2.8.4 Pamuk tohumu (Çiğit) (Gossipium L.).....	29
2.8.5 Yerfıstığı tohumu.....	30
2.8.6 Susam	31
2.8.7 Aspir tohumu (Carthamus tinctorius L.)	31
2.8.8 Ihlamur Bitkisi ve Özellikleri.....	32
2.9 Yağlı Tohumlu Bitkilerin Kullanım Alanları	36
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	38
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	41
4.1 Materyal.....	41
4.1.1 Örneklerin toplanması	41
4.1.2 Yağ eldesi	41
4.2 Yöntem.....	43
4.2.1 Ihlamur tohumunda yapılan analizler	43
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	50
5.1 Yağ Ekstraksiyonu	50
5.2 Kül Tayini Sonuçları.....	51
5.3 Yağlarda Sabunlaşma Sayısı.....	52
5.4 Ihlamur Tohumu Element Analizi Sonuçları.....	53
5.5 Ihlamur Tohumu Yağ Analizi Sonuçları	54
5.6 Ihlamur Tohumu SEM Analizi Sonuçları.....	56
5.7 Ihlamur Tohumu FTIR Analiz Sonuçları.....	58
5.8 Ihlamur Tohumu XRD Analiz Sonuçları.....	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR	66

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1: Doymuş yağ asitleri	7
Çizelge 2.2: Başlıca doymuş yağ asitleri	8
Çizelge 2.3: Dünyada yağlı tohum ekim alanı (milyon hektar).....	21
Çizelge 2.4: Dünyada yağlı tohum üretim miktarı (milyon ton).	22
Çizelge 2.5: Dünyada yağlı tohum üretimi (milyon ton).....	23
Çizelge 2.6: Dünya bitkisel yağ üretimi (milyon ton).	24
Çizelge 2.7: Türkiye’ de yağlı tohum ekim alanı (bin hektar).....	25
Çizelge 2.8: Türkiye’ de yağlı tohum üretim miktarı (bin ton).	26
Çizelge 2.9: Türkiye’ de yağlı tohumlarda kendine yeterlilik oranı (TUIK, 2019).....	27
Çizelge 5.1: Deneysel kısaltmalar	50
Çizelge 5.2: Farklı maddelerle ekstrakte edilen tohum içlerinin % yağ oranları	51
Çizelge 5.3: Yağı alınmış ıhlamur tohumlarında, ıhlamur kabuğunda, yağlı iç çekirdekteki kül değerleri ve % kül oranları	52
Çizelge 5.4: Yağlardaki sabunlaşma sayısı sonuçları	53
Çizelge 5.5: Ihlamur tohumu element analizi	53
Çizelge 5.6: Yağ asidi analiz sonuçlar	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Trigliserit oluşumu	4
Şekil 2.2: Doymuş yağ asidi zincirinde C atomları	6
Şekil 2.3: Tekli doymamış yağ asidi, Oleic acid.	8
Şekil 2.4: Çoklu doymamış yağ asidi, Linoleic acid.	9
Şekil 2.5: Doymamış yağ asidinin cis ve trans konumları.....	9
Şekil 2.6: Solvent ekstraksiyonu deney düzeneği.....	18
Şekil 2.7: Süper kritik akışkan ekstraksiyon sistemi	19
Şekil 2.8: Soğuk pres makinesi.....	20
Şekil 2.9: İhlamur bitkisi	32
Şekil 2.10: İhlamur tohumu	34
Şekil 2.11: İhlamur tohumlarının yapısı	34
Şekil 4.1: Ayıklanan ıhlamur tohumlarının kabukları ve ayıklanan ıhlamur tohumlarının içleri.....	41
Şekil 4.2: Deneyler için agat havanda öğütülmüş ıhlamur tohumu çekirdeği	42
Şekil 4.3: İhlamur tohumu yağı soxhlet deney düzeneğimiz.....	43
Şekil 4.4: Fırında yakma İşlemi	44
Şekil 4.5: Yanmış örneklerin tüplere alınması.....	44
Şekil 4.6: Leco CHNS-932 elementel analiz cihazı	46
Şekil 4.7: X ışınları toz kırınımı cihazı.....	46
Şekil 4.8: Taramalı elektron mikroskobu	47
Şekil 4.9: Fourier Transform İnfrared Spektrofotometresi	48
Şekil 4.10: SHIMADZU GC-2010 PLUS	49
Şekil 5.1: TM (Öğütülmüş yağlı tohum içi) SEM görüntüler.....	57
Şekil 5.2: TMK (Öğütülmüş Kabuk) SEM görüntüleri	58

Şekil 5.3: Öğütülmüş yağlı iç çekirdek (TM) ve öğütülmüş tohum kabuğunun (TMK) FTIR grafiği.....	59
Şekil 5.4: Yağı alınmış iç çekirdeklerin FTIR grafiği	60
Şekil 5.5: Ekstrakte edilip elde edilen yağların FTIR grafiği	61
Şekil 5.6: Kül haline getirilmiş ürünlerin FTIR grafiği	62
Şekil 5.7: Öğütülmüş yağlı iç çekirdek (TM), öğütülmüş tohum kabuğunun (TMK) ve öğütülmüş kabuk külünün (TMKK) XRD grafiği.....	63



KISALTMA VE SİMGELER

g	Gram
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nün (OECD)
Kg	kilogram
SC	süperkritik akışkan ekstraksiyonu
T	TİLİA
OACS	Amerikan Oil Chemists' Society
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
ISO	International Organization for Standardization
KOH	Sodyum Hidroksit
H₂SO₄	Sülfirik Asit
N	Normal
L	Litre
mg	Miligram
HCl	Hidroklorik asit
ml	Mililitre
XRD	X-Işını Kırınım
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
FTIR	Fourier Transform Infrared Spektrofotometresi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
HPLC	Yüksek performans sıvı kromatografisi
TMET	Etil Alkolle ekstrakte edilen tohum yağı
TM1H	Hekzanla ekstrakte edilen tohum yağı
TMA1	Asetonla ekstrakte edilen tohum yağı
TM3H	Hekzanla ekstrakte edilen tohum yağı
TMA2	Asetonla ekstrakte edilen tohum yağı
TMK	Öğütülmüş kabuk

TM	Öğütölmüş yağlı iç tohum
TMKK	Öğütölmüş kabuk külü
TMTK	Öğütölmüş yağlı iç tohum külü
TM1	Hekzanla ekstrakte edilip yağđ alınmış tohum içđ
TM2	Asetonla ekstrakte edilip yağđ alınmış tohum içđ
TM3	Hekzanlı ekstrakte edilip yağđ alınmış tohum içđ
TM4	Asetonla ekstrakte edilip yağđ alınmış tohum içđ
TM5	Etil alkolle ekstrakte edilip yağđ alınmış tohum içđ
TMKÖL	Öğütölmüş yağlı iç tohumun külü



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MALATYA'DA YETİŞEN İHLAMUR AĞACI TOHUMU YAĞI ELDESİ VE KARAKTERİZASYONU

TUĞÇE BENGÜ MUMCU

İnönü Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

68+XII sayfa

2021

Danışman: Doç. Dr. Yunus ÖNAL

Bu tez çalışmasında Malatya yöresinden toplanan ıhlamur tohumlarının yağı çözücü ekstraksiyonu yöntemi ile alınıp karakterizasyonu yapılmıştır. Deneyler için tohumlar 2018 yılı Ağustos sonunda Malatya bölgesindeki ıhlamur tohumlarının toplanıp dış kabuklarının tohumlardan ayrılarak soxhlet cihazıyla yağ eldesi yapılmıştır. Soxhlet cihazında çözücü olarak aseton, hekzan ve etil alkol kullanılmıştır. Elde edilen yağların yağ kalitesini belirlemek amacıyla XRD, SEM, elementel analiz, kül tayini, sabunlaşma sayısı gibi bir takım analizlere tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucu aseton ile yağ verimi ağırlıkça % 28, hekzan ile % 28,65 ve % 33 etil alkol değerleri belirlenmiştir. İhlamur ağacı tohumu yağ asidi bileşiminde ağırlıkça % olarak oleik asit: aseton için 27,442 ,hekzan için 30,852 , palmitik asit: aseton için 10,9545 , hekzan için 11,929 , linoleik asit: aseton için 51,188 , hekzan için 44,145 değerleri bulunmuştur. Sabun sayısı değerleri mg KOH/ g yağ olarak hekzan için 176,72 ; aseton için 246,94; etil alkol için 232,48 olarak bulunmuştur. Kül tayini değerleri ortalama % 5,575 ; kabuk külü farklı olarak % 2.1 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: İhlamur tohumu, Soxhlet, Yağ asitleri, Çözücü

ABSTRACT

Master Thesis

EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF LINDEN TREE SEED OIL GROWN IN MALATYA

Tuğçe Bengü MUMCU

Inonu University

Graduate School of Nature and Applied Sciences

Department of Chemical Engineering

68+XII sayfa

2019

Supervisor: Doc. Dr. Yunus ÖNAL

In this thesis, the linden seeds collected from Malatya region were extracted and characterized by oil solvent extraction method. Seeds for experiments At the end of August 2018, linden seeds were collected in the Malatya region and the outer shells were separated from the seeds and oil was obtained with the soxhlet device. Acetone, hexane and ethyl alcohol were used as solvents in the Soxhlet device. In order to determine the oil quality of the obtained oils, they were subjected to some analyzes such as XRD, SEM, elemental analysis, ash determination, saponification number. As a result of the analysis, the oil yield with acetone was 28% by weight, 28.65% with hexane and 33% ethyl alcohol values were determined. In the linden tree seed fatty acid composition, the values by weight% oleic acid: acetone 27,442, hexane 30,852, palmitic acid: acetone 10,9545, hexane 11,929, linoleic acid: acetone 51,188, and 44,145 values were found. Soap number values were 176.72 for hexane as mg KOH / g oil; 246.94 for acetone; it was found to be 232.48 for ethyl alcohol. Ash determination values average 5.575%; Unlike shell ash, it was found to be 2.1%.

Keywords: Linden seed, Soxhlet, Oil, Fatty acids, Solvent

1.GİRİŞ

İnsanların beslenme alışkanlıkları zamanla değişim göstermiştir. Yapılan araştırmalar, beslenme alışkanlıkları ile karşılaştıkları hastalıklar arasında bir ilişki olduğunu ispatlamışlardır. Özellikle gelişmiş ülkelerde, sağlıklı bir yaşam sürdürmek isteyen insanlar beslenmelerine daha özenlidirler. Karbonhidrat, protein ve yağlar insan varlığının sürdürülebilmesi için temel enerji kaynaklarıdır. Yağlar, insan ve hayvanlar için önemli temel bileşenlerdir. Bunların yanı sıra yüksek enerji verirler [1].

İnsanların günlük faaliyetlerini yerine getirebilmesi için toplam 2800-3000 kaloriye gerek duyar. Bunun % 30-35'ini (850-900 kalori) yağlardan karşılamaktadır. 1 gr yağın 9.3 kalorilik enerji verdiği göz önüne alındığında, bir insanın günde 95 gr yağ tüketmesi gerekmektedir. Normal beslenme kurallarına göre, insanların yağ ihtiyaçlarının 1/3' ünü sıvı olarak yemeklerle, 1/3'ünü katı yağ olarak kahvaltılarda ve 1/3'ünü de peynir, süt, fındık gibi besinlerle karşılanabilmektedir. Doymuş yağ asitleri yüksek olan yağlar, insan sağlığı için büyük tehlike arz etmektedir. Özellikle hayvansal kökenli yağlar doymuş yağ asitlerini yüksek oranda barındırmaktadırlar. Bu nedenle insanlar ihtiyaç duydukları yağın en az % 30'unu bitkisel kökenli yağlardan temin etmelidirler [1].

Yağlı tohumların ham yağ tesislerinde elde edilmesi sonucu oluşan bitkisel yağlar; insan beslenmesinin yanı sıra sağlığımız açısından da önemlidir. Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini içerisinde bulunan yağ asitlerinin oranları ve kompozisyonlarıyla belirlenmektedir. Yağ bitkilerinin kompozisyonları sürekli değişiklik gösterebilir. Değişiklik göstermesinin sebeplerinin arasında ekolojik, morfolojik, fizyolojik, genetik sebepleri sıralayabiliriz. Buna sebep olan etmenlerin bilinmesi yağın kalitesi açısından önemlidir. Bunların yanı sıra yağın kalitesi, besleme, teknolojik ve işleme değerleriyle de yağ asitlerinin yağdaki dağılımını belirlediğinden bu etmenlerde önemlidir. Yağ asitlerinin kompozisyonlarının belirlenmesi yağların kullanım amaçlarına göre üretilmesi açısından önem arz etmektedir. Böylelikle amaca uygun yağlar üretilmektedir [2].

Dünyadaki artan nüfus ile birlikte üretilen yağ miktarı insanlar için gerekli olan yağ miktarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Türkiye' nin yıllık bitkisel yağ üretimi 1 milyon 354 bin ton olarak araştırılmıştır. Ülkemizdeki bitkisel yağların % 44'ü ayçiçeğinden, % 16'sı soyadan, % 13'ü pamuk çığitinden, % 11'i zeytinden, % 9'u kolzadan ve geri kalan % 7'si mısır, keten tohumu ve susam gibi diğer yağ bitkilerinden üretilmektedir. Endüstriyel olarak en önemli yağlı

tohumları pamuk çiğidi, soya fasulyesi, ayçiçeği, susam, yer fıstığı, kanola, aspir, zeytin, hindistan cevizi, palmiye tohumu ve keten tohumu olarak sıralayabiliriz. Yapılan araştırmalara göre; Palm ve Hindistan cevizi dışındaki yağlı tohumlu bitkilerin neredeyse tamamı, yazlık veya kışlık olarak ülkemizde yetiştirilebilmektedir. Fakat mevcut olan yağ bitkilerimiz ve üretilen yağlar tknetimi karşılayamamaktadır. Bundan dolayı her yıl ham ve rafine yağlardan bunların yanı sıra yağlı tohum kspelerinden milyarlar doların üzerinde ithalat yapılmaktadır. Nüfusun artmasıyla beraber Türkiye'nin bitkisel yağ ihtiyacı her yıl artmaktadır. Bundan dolayı bu ihtiyacımızın açığının giderilmesi için yeni yağ bitkileriyle ilgili çalışmalara önem verilmelidir [1].

Endüstride yağlı tohumlardan yağ elde etmek için bazı n işlemlere tabi tutulmalıdır. Birkaçını sıralayacak olursak; sert kabuklularda i çekirdek çıkarıldıktan sonra ve ayçiçeği çekirdeği dahil diğer yağlı tohumlar doğrudan, soğuk presleme ve/veya çözücü ekstraksiyonu yöntemleri kullanılmaktadır. Burada ayçiçeği çekirdeği gibi yağı alınmış malzemeler hayvansal yem endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Alternatif ekstraksiyon yöntemlerinde ise sulu Enzimatik ekstraksiyon ve süper kritik akışkan ekstraksiyon yöntemlerini de görebiliriz.

Natürel yağların diğer rafinasyon yağlarına göre tüm yararlı bileşenlerini korudukları yani doğal yapılarını bozmadıkları deneysel olarak ispatlanmıştır. Tüketiciler ve üreticiler natürel yağı diğer yağlara göre daha çok tercih etmektedirler. Zeytinyağı dışında farklı natürel yağlarda pazarda yerini almaya başlamıştır. Kolza, ayçiçeği, avakado, kenevir, kabak çekirdeği ve argan gibi yağları bunlar arasında sıralayabiliriz. Yalnızca bu yağlar diğerlerine göre fiyat olarak hem daha yüksek hem de fiyat aralıkları daha geniş yağlardır. Bu tür gurme yağların fiyatlarının yüksek olma sebebi ise soğuk presleme yöntemiyle elde edilmeleridir. Soğuk preslemede yağ veriminin düşün olması fiyatının yüksek olmasına sebep olmaktadır. Nem oranının yüksek olduğu bölgelerde yağ asitliği arttığı için büyük kayıplara neden olmaktadır. Üretimde dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Yağlı tohumlardan elde edilen yağlar, sanayide de kullanılmaktadırlar. Yaygın olarak kullanılan sektörlerin başında; sabun, şampuan, kumaş boyaları, kağıt, cam macunu, kozmetik ürünler, inşaat malzemeleri, ilaç, dezenfektan, şampuan, plastik sanayi alanları gelir. Ayrıca bitkisel kökenli sıvı yağlar, kimya endüstrisinde yağ asidi alkolleri, ağır metal sabunları, kalıp ajanlar, kaydırıcı kimyasallar gibi çok çeşitli ve önemli kullanım alanları da mevcuttur. Gelecekte atık yağlardan katalitik reaksiyonlarla endüstrinin ihtiyacı olan temel kimyasal ham maddelerde retilenilecektir.

Son yıllarda petrol fiyatlarındaki artışlar ve dalgalanmalar sebebiyle pek çok ülke petrole alternatif olarak yeni arayışlar içerisine girmişlerdir. Bu arayışların sonucunda bitkisel yağlardan biyo-dizel üretimini alternatif olarak başlamışlardır. .

Bu yüksek lisans çalışmasının amacı son zamanlarda sıvı yağ endüstrisinde kullanılmayan fakat büyük miktarlar da üretimi söz konusu yağlı tohumların ekonomiye kazandırılmasına referans teşkil edecek ıhlamur tohumu yağının farklı yöntemlerle elde edilip yağ asidi bileşimlerinin analiz edilerek karakterizasyonun yapılmasıdır [3].



Doğadaki yağ dağılımının % 68' ini bitkisel yağlar, % 28' ini hayvansal yağlar, % 4' ünü ise balık yağı oluşturmaktadır.

2.2 Yağların Sınıflandırılması

- Basit lipidler
 - Neutral yağlar
 - Mumlar
- Bileşik lipidler
 - Fosfolipidler
 - Glikolipidler
 - Proteolipidler
- Türev lipidler
 - Yağ asitleri
 - Alkoller
 - Vitaminler
 - Hidrokarbonlar

2.3 Yağ Asitlerinin Sınıflandırılması

Lipidlerin en önemli sınıfını oluşturan yağ asitleri 4- 24 karbon atomuna sahip uzun zincirli, hidrokarbon zincirinin ucunda karboksil grubu yer almaktadır. Yapısında barındırdığı karboksil grubu moleculu asitlik özelliği kazandırır.

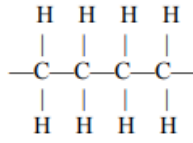
Yağ asitleri bu yapılarından kaynaklı olarak suda çözünmezler. Yağ asitleri doku ve hücrelerde serbest olarak bulunmazlar. Fakat diğer lipidlere kovalent bağ ile bağlanırlar. Bundan kaynaklı olarak lipidler, buldukları yerlerden kimyasal hidroliz ile ayrılırlar. Hücrelerde serbest olarak çok az düzeyde yağ asitleri bulunur. Tabiattaki hemen hemen bütün yağ asitleri çift karbon atomuna sahiptir.

Yağ asitlerinin hem fiziksel hem de fizyolojik özellikleri karbon zincirinin uzunluğuna ve moleküldeki çift bağların sayısına (yağ asidinin doymamışlık derecesine) bağlıdır.

Yağ asitleri yapılarındaki karbon atomlarının arasındaki çift bağ sayısına ve moleküldeki karbon sayısına göre adlandırılmaktadırlar. Molekülündeki karbon atomları tek veya çift bağ ile birbirlerine tutunmuşlardır. Yapısında çift bağ bulunmayanlara doymuş yağ asitleri, çift bağ bulunmayanlara ise doymamış yağ asitleri denir.

2.3.1 Doymuş yağ asitleri

Hidrokarbon zincirindeki C atomları arasında tekli kovalent bağlar (-C-C-) içeren yağ asitlerine doymuş yağ asitleri denir.



Şekil 2.2 : Doymuş yağ asidi zincirinde C atomları

Kısa zincirli doymuş yağ asitleri oda sıcaklığında sıvı, daha büyük olanlar ise katı halde bulunurlar. Doymuş yağ asitlerinin erime noktası karbon sayısının artmasıyla yükselir.

Çizelge 2. 1 : Doymuş yağ asitleri

Adı	Karbon sayısı	Formülü
Butirik asit	4	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH
Kaproik asit	6	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH
Kaprilik asit	8	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH
Kaprik asit	10	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH
Laurik asit	12	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
Miristik asit	14	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
Palmitik asit	16	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
Stearik asit	18	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
Araşidik asit	20	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH
Lignoserik asit	24	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH
Serotik asit	26	CH ₃ (CH ₂) ₂₄ COOH

Miristik asit, stearik asit, araşidonik asit, behenik asit ve palmitik asit bitkisel yağlarda bulunan en önemli doymuş yağ asitleri olarak sıralabilirler. Özellikler palmitik asit doğal yağların karakteristik bir bileşimidir. Canlıların yağ asitlerinin oluşumunda ilk sentezlenen yağ asiti palmitik asittir. Daha uzun yağ asitleri palmitik asitten üretilir. Doymuş yağ asitleri insan vücudunda sentez edilirler.

2.3.2 Doymamış yağ asitleri

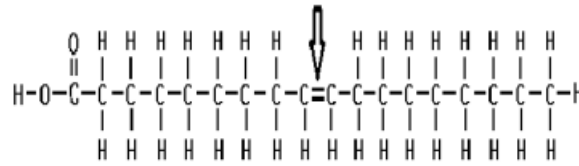
Hidrokarbon zincirindeki C atomları arasında en az bir tane çift bağ içeren yağ asitlerine doymamış yağ asitleri denir. Doymamış yağ asitlerinin adlandırmaları moleküldeki çift bağların sayısına ve çift bağların buldukları yerlere göre yapılır.

Çizelge 2. 2 : Başlıca doymuş yağ asitleri

Adı	Kapalı formülü	Çift bağ sayısı
Kaproleik asit	$C_9H_{17}-COOH$	1
Lauroleik asit	$C_{11}H_{21}-COOH$	1
Miristoleik asit	$C_{13}H_{25}-COOH$	1
Palmitoleik asit	$C_{15}H_{29}-COOH$	1
Oleik asit	$C_{17}H_{33}-COOH$	1
Eurisik asit	$C_{21}H_{41}-COOH$	1
Linoleik asit	$C_{17}H_{31}-COOH$	2
Linolenik asit	$C_{17}H_{29}-COOH$	3
Araşidonik asit	$C_{19}H_{31}-COOH$	4

- **Tekli doymamış yağ asitleri;** Yapısında bir tane çift bağ barındıran yağ asitlerine tekli doymamış yağ asitleri ya da monoenoik yağ asitleri denir.

Tekli doymamış yağ asitlerinin en önemlileri palmitonik asit ve oleik asittir. Tekli doymamış yağ asitleri doğal yağlarda yüksek oranda bulunmaktadır. Kolza ve zeytin yağında yağ asitlerine yüksek oranda rastlanmaktadır. Bunların yanı sıra günlük hayatta fazlaca tükettiğimiz kabuklu yemişlerde ve kabuklu yemişlerin yağlarında bulunmaktadır.

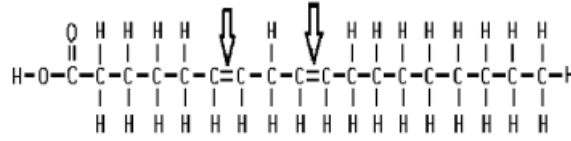


Şekil 2.3 : Tekli doymamış yağ asidi, Oleic acid.

- **Çoklu doymamış yağ asitleri;** Yapısında birden fazla çift bağ barındıran yağ asitlerine de doymamış yağ asitleri veya polienoik yağ asitleri denir. Beslenmede esansiyel yağ asitleri olarak bilinmektedir. Ayrıca F vitamin olarak bilinmektedirler.

Oleik asit, linoleik asit, araşidonik asit ve linolenik asit yüksek yapılı organizmalarda en çok rastlanan yağ asitleri olarak sıralanabilirler. Ancak linolenik, linoleik ve araşidonik asit gibi yağ asitleri sentez edilemediklerinden dolayı esansiyel yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Besinlerle

dışarıdan alınmaları gerekmektedir. Yapılarındaki çift bağlardan dolayı sıvı halde bulunurlar. Çift bağ sayısı arttıkça erime noktaları azalmaktadır.



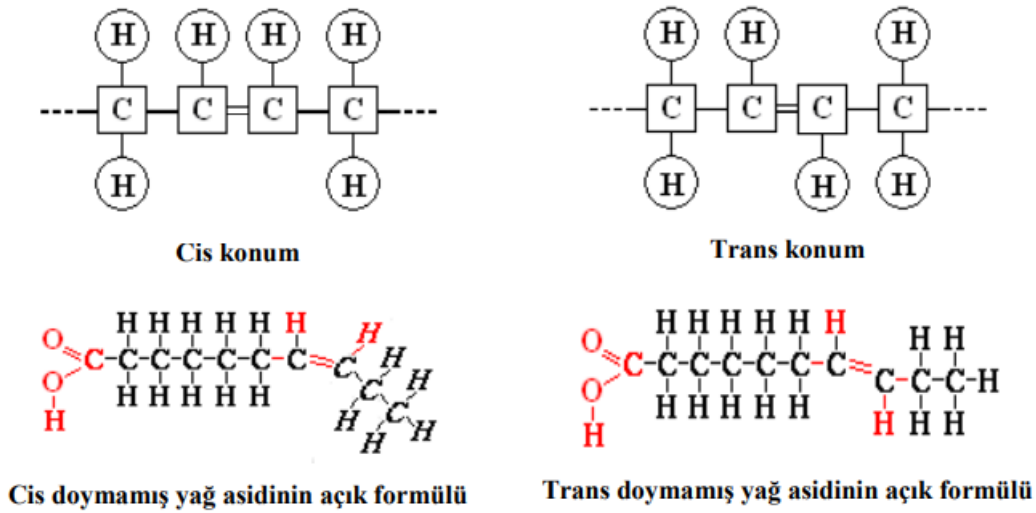
Şekil 2.4 : Çoklu doymamış yağ asidi, Linoleic acid.

Önemli yağ asitlerinden oleik ve linoleik asitlerin yüksek fakat linolenik yağ asidinin ise düşük olması yağın kalitesini arttırmaktadır.

Doymamış yağ asitlerindeki çift bağlar cis ya da trans şeklinde olur. Cis olan bir çift bağ yağ asidinde bükülme ve kıvrım meydana getirir. Yağların davranışları için bu çok önemlidir.

Şekilde kuyruktaki çift bağ sebebiyle doymamış yağ asidindeki bükülmeleri görülmektedir.

Bu da oda sıcaklığında sıkı durmayı zorlaştırır ve sıvı halde bulunurlar.



Şekil 2.5 : Doymamış yağ asidinin cis ve trans konumları

Günümüzde oleik asit bir çift bağlıdır ve omega-9 (n-9) olarak bilinmektedir. Zeytinyağında %60-80 oranında bulunmaktadır. Linoleik asit ise iki çift bağlıdır ve omega 6 (n-6) olarak bilinmektedir. Soya ve çiğit yağlarında %50 üzerinde bulunmaktadır. Linolenik asit üç çift bağlıdır ve omega 3 (n-3) olarak bilinmektedir. Deniz ürünlerinde, kuru fasulye, keten Tohumu yağı, yeşil yapraklı sebzeler, marul, brokoli ve lahana da bulunmaktadır. Araşidonik asit ise

dört çift bağlıdır. Fıstık yağlarında ve hayvansal yağlarda bulunmaktadır. Büyüme hormonlarının salgılanması için önemlidir.

2.3.3 Elzem yağ asitleri

Vücudumuz linoleik asit ve alfa- linolenik asit haricindeki diğer yağ asitlerini kendileri oluşturabilirler. Vücudumuz tarafından üretilmediğinden dolayı hazır gıdalarla alınması gereken linoleik, linolenik yağ sitlerine elzem yağ asitleri denilmektedir. Çünkü vücudumuz karbon zincirinde karboksilik grubundan yani sondan başa metil grubuna doğru 1-9 C atomlarının arasına çift bağ yerleştiremediğinden dolayı sadece sentezleme yapabilmektedirler. Elzem yağ asitlerine aynı zamanda vitamin F de denilmektedir.

2.4 Yağların Kalite Standartları

Yağlar tek ve saf maddeden oluşmamışlardır. Kimyasal olarak birbirine yakın maddelerin karışımlarıdır. Yağın saflığını, cinsini ve nerede kullanılabileceğini öğrenmek amaçlı kimyasal ve fiziksel bazı yöntemlerle yağ indeksleri vardır. Bu indeksler daha çok yemeklik yağlar için kontrol amaçlı önemlidir.

2.4.1 Asit sayısı

Yağlardaki asitlik yağda bulunan yağ asitlerinden meydana gelmektedir. Doğal yapılarından kaynaklı bulunabileceği gibi yağların kötü işlenmesi esnasında olabileceği gibi pişirme özellikle kızartma sırasında ve depolama şartlarından kaynaklıda oluşabilmektedir.

Asit sayısı yöntemi ile yağ asidi miktarlarının yani trigliseritlerin ne kadar hidrolize uğradığını belirlemek amacıyla yapılmaktadır.

2.4.2 İyot sayısı

Yağ asitlerinden doymamış yağların iyot sayıları ve iyot bağlamaları farklıdır. Yağlarda iyot sayısı doymamışlığın bir ölçüsüdür. Özellikle yağların birbiriyle karıştırılıp karıştırılmadığının belirlenmesinde özellikle zeytinyağında kullanılmaktadır.

%90 doymamış yağ asidine sahip olduğundan iyot sayısı düşüktür. Keten ise çok çabuk bozulabilir çünkü iyot sayısı yüksektir. İyot sayısına bakılarak yağın kalitesini analiz edebiliriz.

2.4.3 Sabunlaşma sayısı

Yağ asitlerinin sabunlaşması sırasında açığa çıkan yağ asitlerini nötralize etmek için kullanılan KOH' ın miktarıdır. Bitkisel yağların büyük bir kısmında sabunlaşma sayısı 190-200 arasındadır. Sabunlaşma sayısının az olması istenmektedir. Sabunlaşma sayısı azaldıkça yağın hazmı kolaylaşır.

2.4.4 Reichert- Meissl Sayısı

4 C' lu bütirik asitten 14 C' lu mistrik aside kadar yani küçük moleküllü olanlarda yağ asitlerini su buharı ile uçurulmaları mümkündür. Fakat büyük moleküllüleri buharla damıtma yoluyla uzaklaştırılabilir. Özellikle tereyağına hile amaçlı farklı yağlardan katılıp katılmadığını anlamak için yapılır.

2.4.5 Peroksit sayısı

Yağlardaki aktif oksijen miktarının ölçüsüdür. Peroksit sayısı güneş ışığı, havanın oksijeni ve ısı gibi parametrelerden etkilenmektedir. Peroksit sayısı 5 olduğunda yağımızda acılık meydana gelmektedir. 12den büyük ise rafine edilmeden tüketilmemelidir.

2.4.6 Dumanlanma noktası

Yüksek sıcaklıkta ısıtılan yağların yapılarında parçalanma gerçekleşir ve parçalanma sonucu olan uçucular gözle görülecek şekilde uzaklaşırlar. Uçucu gazların uzaklaştığı en düşük sıcaklık derecesine dumanlanma noktası denir. Dumanlanma noktası kızartmalık kullanılacak yağlar için önemlidir. Genel olarak sıvı yağların dumanlanma noktaları katı yağlarınkine göre daha yüksektir.

2.4.7 Kuruma özelliği

Yağların havadaki oksijeni tutma yeteneklerine göre kuruma özellikleri belirlenir. Bu özellik doymamış yağ asitlerine özgüdür ve düşük dereceli oksidasyon ile meydana gelmektedir. Kuruma özelliği iyot sayısı ile bağlantılıdır çünkü yağ moleküllerindeki çift bağlar ile alakalıdır.

İyot sayısı 90' ın altında olan yağlar kurumayan yağlar (zeytin yağı), 90-130 aralığındakiler yarı kuruyan yağlar (susam yağı, pamuk yağı), 130' un üzerindeki kuruyan yağlar (ayçiçeği, keten, ceviz yağı)' dir. Kuruyan yağlar boya sanayiinde kullanılır.

2.4.8 Yağların hidrojenasyonu

Çift bağ içeren yağ asitleri hidrojen ile doyurulabilirler. Bu işlem için katalizör gereklidir. Hidrojenasyon sonrası yumuşak olan doymamış yağlar, sert doymuş yağlara dönüştürülürler. Daha az aktif hale gelmiş olurlar ve bozunmadan saklanmaları açısından önemli bir işlemdir. Fakat yağlar tamamen doyurulmazlar yoksa çok sert olurlar ve erime noktaları yükseldiğinden kullanımları çok zor olur.

2.5 Bitkisel Yağ Elde Etme Yöntemleri

Endüstride yağlı tohumlardan yağ eldesinde ön işlemlerden sonra genellikle soğuk presleme yada çözücü ekstraksiyon yöntemleri bulunmaktadır. Alternatif olarak süperkritik akışkan ile ekstraksiyon yöntemi ve sulu enzimatik ekstraksiyon yöntemlerini sıralayabiliriz [14].

2.5.1 Ön işlemler

Ön işlemleri; depolama, temizleme, pamuk tohumu için linterleme, tohumun nemlendirilmesi, kabuk kırma ve ayırma, pulcuk haline getirme ve kavurma işlemleri olarak sıralayabiliriz [15].

2.5.1.1 Depolama

Yağın kalitesinin yüksek olması için tohumların depolama koşulları önemlidir. Kimyasal (hava, su), biyolojik (mikroorganizmalar, haşereler) ve fizyolojik (çimlenme, enzimler, solunum ve doğal oksidonlar) etmenler tohumlarda bozunmalara sebep olmaktadır. Etmenlerin biri yada birden fazlası aynı anda etki ettikleri gibi başlayan bozunmanın farklı bozunmaların başlamasını da tetikleyebilirler.

Depo ve tohumun nem ve sıcaklıklarının kontrolünün sağlanması gerekmektedir. Depo kuru ve serin hava ile muhafaza edilmelidir. Başarılı bir depolama için, tohuma ait özellikler bilinerek kontrol sağlanmalıdır. Tohumların erken hasat edilmiş olması, fazlaca kırılmış ve ezilmiş tane içermesi, organik yabancı madde içermesi yağdaki bozunma tepkimelerinin başlamasına sebep olmaktadır [16].

2.5.1.2 Hammaddenin temizlenmesi

Ekstraksiyondan önce hammaddenin kabuk ve çekirdeklerden ayıklanması aşaması önemlidir [14]. Kullanılacak olan hammadde içerisinde taş, kum, metal parçaları, bitkisel kalıntılar, toprak vb. gibi yabancı maddeler içerebilmektedir. Tohumlardaki yabancı maddeler şekil, irilik,

mıknatıslıkbe yoğunluk özelliklerindenden yararlanarak çalışan sistemler sayesinde ayıklanmaktadır [15].

Tohum dışındaki taş, sap, toprak, metal gibi her türlü yabancı maddeler makinelere zarar vermemesi için mutlaka ayıklanmalıdır. Yağlı tohumların temizlenmesinde kullanılan sistemleri sıralayacak olursa; elekler, triyörler, pnömatik (havalı) ayırıcılar, mıknatıs sistemi, linterleme makinaları (pamuk tohumunu liflerinden ayırmada), fırçalama makinalarını söyleyebiliriz [16].

Elekler: İrilik esasına göre ,

Triyörler: Şekil farkından yararlanarak,

Pnömatik ayırıcılar: Yoğunluk farkını kullanarak,

Mıknatıs sistemi: Yağlı tohumlar içinde olabilen metal parçalarının tesislerdeki makinalara zarar vermesini önlemek amacıyla mıknatıslık özelliğinden faydalanarak ayırma kullanılmaktadır [17].

2.5.1.3 Yağlı tohumların nemlendirilmesi

Yağlı tohumların kavurma, pulcuklandırma, kabuk kırma ve ayırma basamaklarının daaha kolay gerçekleşmesi için tohumun %16-18 oranında nem barındırması gerekmektedir [18].

2.5.1.4 Kabukların kırılması ve tohumdan ayrılması işlemi

Yağlı tohumlardan kabukların kırılması ve ayrılması işlemi ön işlem basamaklarındandır [16]. Kabuk %1 oranında yağ içerdiğinden ve protein değerinin çok düşük olmasından dolayı tohumdan uzaklaştırılmalıdır. Presleme sırasında kabuk tarafından emilen yağın geri kazanımı zor olduğundan dolayı yağ kaybına sebep olmaktadır.

Çözgen ekstraksiyonu esnasında kabuğun tat, koku ve renk maddeleri de çözünme olduğundan dolayı yağın kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Presleme esnasında iste kabuklar presleme kapasitesinin düşmesine etkili olduğundan bu basamak önemlidir [15]. Daha minimal çalışmalarda çok etkili olduğu söyleyemezsek de tonlarca tohumun işlendiği ve tohumlardaki kabuğun ortalama %20-40 arasında olduğunu düşünürsek yağ kaybımız küçümsenemeyecek miktarlarda olacaktır [16].

Daha esnek kabuklarla kaplı olan tohumların kabukların soyulması bar ve disk kabuk soyucular kullanılmaktadır. Ayçiçeği, yerfıstığı ve pamuk tohumu gibi yağlı tohumların kabuklarını buna örnek gösterebiliriz. Daha küçük hacimli soyulması çok daha zor olan yağlı tohumlara kabuk soyma işlemi yapılmamaktadır. Her makinada olduğu gibi yağlı tohum makinaları da tohumun özelliğine göre dizayn edilmiştir [12].

2.5.1.5 Tohum içinin ezilmesi

Bu basamakta pulcuklandırma işlemindeki hapsolmuş yağın kendiliğinden dışarıya çıkışı sağlanmaktadır. Bu işlem ile hücre içindeki yağın dışarı çıkması için alanı genişletilmiş olmakla birlikte, tohumun yapısından kaynaklı yağ çıkışına gösterdiği direnci azaltmaktadır. En önemlisi de çözücü ekstraksiyonunda çözücünün iç difüzyonunu kolaylaştırdığı için ekstraksiyon hızının artmasını sağlamıştır [17].

2.5.1.6 Tohumların kavrulması

Kavurma işlemi tohumların yağ verimini arttırmak için yapılmaktadır. Sıcaklık uygulanarak yağın viskozitesi azaltılıp, akıcılıkta artma meydana gelir [17]. Kavurma işlemi sonrası tohumdaki su uzaklaştırıldığından çözücünün yağı kolayca çözebildiği görülmektedir. Yağlı tohumda bulunan lipaz enzimi etkisini sıcaklıkla yitirdiğinden yağın parçalanmasının da önüne geçilmiş olur. Küfler ve bakteriler kavurma işlemi ile yağlı tohumlardan uzaklaştırılmış olur [16].

Kavurma işlemi sonucunda tohumdaki su oranı %7-8' den %4-4.5' a kadar düşmektedir [18].

2.5.2 Rafinasyon ünitesi

Rafinasyon işlemi yağda istenmeyen tüm maddelerin yağdan uzaklaştırarak berrak ve normal tatta yağ elde etmek için yapılmaktadır. Tüketici kokusuz, açık renkli, serbest yağ asidi bulunmayan berrak yağlar istediğinden mutlaka rafinasyon işlemine tabi tutulmaları gerekmektedir. Rafinasyon işlemi yapılmadan tüketilen bitkisel yağlardan zeytinyağını sıralayabiliriz. Fakat rafine ihtiyacı duyulan kötü vasıfta olan zeytin yağlarında rafine edilmek durumundadırlar. Daha çok kırsal kesimlerde susam, ayçiçeği, susam gibi yağlı tohumlardan elde edilen yağların bir kısmın rafine edilmeden tüketildikleri bilinmektedir [17].

2.5.2.1 Musilaj giderme (degumming)

Bu basamakta hidrolik asit ve fosforik asit kullanılmaktadır. Türkiye’ de sodyum klorür veya prifosfatın %40-65’lik çözeltisinden ham yağa %2-3 oranında yağa karıştırılarak 40-50°C’ ye kadar ısıtılarak çöken tabaka santrifüjlenerek yağdan uzaklaştırılmaktadır [17].

2.5.2.2 Asit giderme (nötralizasyon)

Asitlik giderme işlemi serbest asitlerin bazlarla nötralizasyonu şeklinde uygulandığı bilinmektedir. Serbest halde bulunan yağ asitlerinin NaOH ile muamele edilmesi sonucu yağda sabun oluşumu gözlemlenmektedir. Ayrıca serbest yağ asitlerinin yüksek derece de vakumda damıtılarak yağdan ayrılmasına da fiziksel nötralizasyon adı verilir [18].

Kızartmalık, ve yemeklik yağlarda, margarin yapılacak yağlarda asitlik giderimi olmazsa serbest yağ asitlerinde yanma gerçekleşir.

2.5.2.3 Ağartma (renk giderme=bleaching)

Ham yağın içeriğinde bulunan ve tohumun yağa işlenmesi esnasında oluşan renk maddelerinin uzaklaştırılması ağartma işleminin temel amacıdır. Bu işlem için sanayide ağartma toprağı olarak adlandırılan aktif killerin kullanıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra sülfirik veya hidrolik asitle muamele sonucu aktif hale getirilin diğer topraklarda tercih edilmektedir. Son zamanlarda aktif kömüründe kullanılmaya başlanmıştır. Fakat aktif kömürün pahalı olması ve fazla yağ emmemesi sebebiyle yalnız başına tercih edilmemekte [17].

2.5.2.4 Vinterizasyon

Vinterizasyon genel olarak yemeklik yağlarda uygulanan bir yöntemdir. Yağlardaki doymuş trigliseridlerin özellikle de stearinlerin, kristalleşmeleri sonucu yağlardaki bulandırmalarının önüne geçmek amaçlanmıştır. Vinterizasyon işlemi genellikle çığit, ayçiçeği ve mısırözü gibi yağlarda daha çok tercih edilmektedirler. Bu basamağın başarılı olabilmesi için diğer rafinasyon işlemlerine maruz kalmış olmalıdır. Vinterizasyonun başarılı olabilmesi için yağın diğer rafinasyon aşamalarına maruz kalmış olması gerekmektedir. Yoksa kristalleşme esnasında ortamdaki serbest radikaller, renk maddeleri ve yapışkan maddeler kristalleşmeyi oldukça zorlaştırabilirler [18].

2.5.2.5 Koku giderme (deodorizasyon)

Koku giderme rafinasyon işleminin son basamağıdır. Bu işlem yağdaki tat ve kokunun bozulmasına sebep olan bazı uçucu maddelerin bu buharı ile yağdan uzaklaştırılması işlemidir. Bu basamak sürekli ve kesikli olarak yapılmaktadır. Ülkemizde ise daha çok kesikli yöntem tercih kullanılmaktadır [18].

2.5.3 Ön presleme - ekstraksiyon yöntemi

Endüstride ön presleme işlemi çözücü ekstraksiyonundan önce yapılmaktadır. Amacı ise daha düşük basınçlı sürekli preslerde tohumun sıkılarak yağın %30-35' inin alarak tesisin kapasitesini yükseltmek ve kuruluş giderlerini düşürmektir [16].

Ekstraksiyon; katı ve sıvı içerisinde çözülmüş olan bir bileşenin çözücü yardımıyla alınması istemine denilmektedir. Sıvı- sıvı ve katı- sıvı ekstraksiyon olarak kesikli yada sürekli olarak yapılır.

Ekstraksiyon sistemlerine etki eden birçok parametre vardır. Başta sıcaklık olmak üzere, basınç, nem, tanecik boyutu ve çözücü türü ekstraksiyon verimini etkileyen faktörlerdir. *Çözücü seçimi:* uygun çözücünün seçilmesi oldukça önemli bir parametredir. Farklı çözücülerde farklı verim eldeler sağlanmaktadır. ' Benzer benzeri çözer' kuralıyla çözücünün kimyasal yapısı ile ekstrakte edilecek olan katının kimyasal yapısı önemlidir.

Tanecik boyutu: Yüksek verim eldesi ve ürünün kalitesi için tanecik boyutu önemli bir parametredir. Tanecik boyutu küçüldükçe çözücünün taneciğe nüfuz etmesi kolaylaşır ve ekstraksiyon verimi artar.

Sıcaklık: Ekstraksiyon da kullanılan çözücünün kaynama noktası burada çok önemlidir. Kullanılan çözücünün kaynama noktasına yakın bir sıcaklıkta ekstraksiyonun yapılması işlem basamağını hızlandırmaktadır. Sıcaklığın yükselmesiyle beraber viskozite düştüğünden dolayı kütle aktarımı hızlanmakta ve çözücü katı içerisine daha kolay nüfuz etmektedir. Fakat sıcaklığın iyi ayarlanamaması istenmeyen maddelerin bozunmasına sebep olabilir.

Nem: Katının içerisindeki nem miktarı ekstraksiyon için önemlidir. Nem çözücünün derişiminde değişikliğe sebep olarak farklı özellikte ürün oluşumuna sebep olabilir.

2.5.3.1 Klasik çözücü ekstraksiyon yöntemi

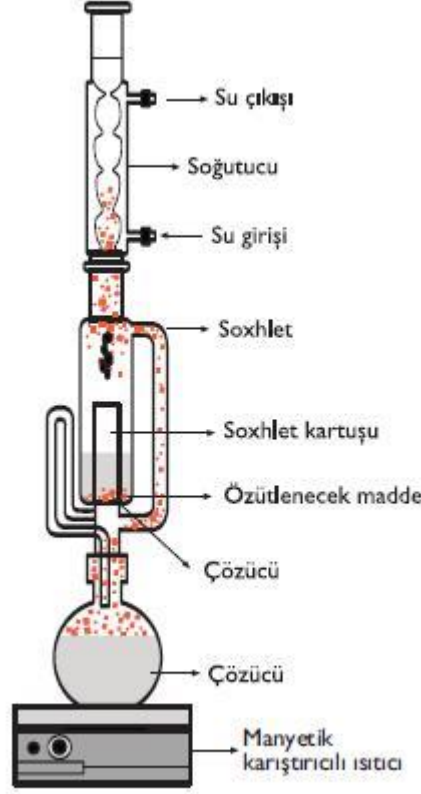
Geleneksel bir ekstraksiyon yöntemidir. Katı yapı direkt olarak oda sıcaklığı koşullarında çözücü ile teması sağlanarak yapılır. Katı- sıvı ekstraksiyonu hekzan, benzen ve petrol eteri gibi uçucular kullanılarak yapılır. Diğer ekstraksiyon yöntemlerine göre daha basit bir yöntemdir. Sadece fazla miktarda çözücü kullanımı gerektirmesi, işlemin uzun sürmesi, işlem basamak sayısının fazla olması ve gerisinde kalıntı bırakması dezavantajları arasında sıralanabilir.

2.5.3.2 Solvent (çözücü) ekstraksiyonu yöntemi

Yağlı tohumlardan yağ eldesi endüstriyel katı-sıvı ekstraksiyonuna (leaching) iyi bir örnek olarak gösterilebilir [16].

Solvent ekstraksiyonu, organik bir çözücü kullanılarak yağın içerisinde çözüldüğü ve yağlı tohumlardaki yağın çözücüye geçmesi temel alınan bir yöntemdir. Kuru deney numunesi ekstraktöre yerleştirilir. Ekstraktöre de çözücünün içerisinde olduğu cam balon ve yoğunlaştırıcıda takıldıktan sonra çözücü ısıtılarak kaynama noktasına gelerek buharlaşması sağlanır. Çözücünü buharı yoğunlaştırıcıya geçer ve katı numuneye difüz eder. Ekstraksiyon tüpü çözücü ile tamamen dolduğunda yan kolonun seviyesine ulaşarak ilk sifonlama gerçekleşerek çözücü cam balona tekrar dolar. Katı içerisindeki yağ tamamen alınana kadar sifonlama sürekli tekrar edilir. Ekstraksiyon sonunda çözücü buharlaştırıcı ile uzaklaştırılır. Soxhlet verim olarak yüksek olmasına rağmen işletim olarak uzun sürmesi en büyük dezavantajıdır.

Soğuk pres yöntemiyle kıyaslanacak olursa küspede en fazla %1 yağ barındırmasıdır. Özellikle yağ miktarı düşük olan yağlı tohumlarda kullanımı daha etkilidir. Soya ve çığıt bu yağlı tohumlara örnek olarak verilebilir. Çözgen olarak kaynama noktası 64-68 °C olan hekzan kullanılmaktadır. Bazı durumlarda aseton ve etil alkolde kullanıldığı bilinmektedir [17].



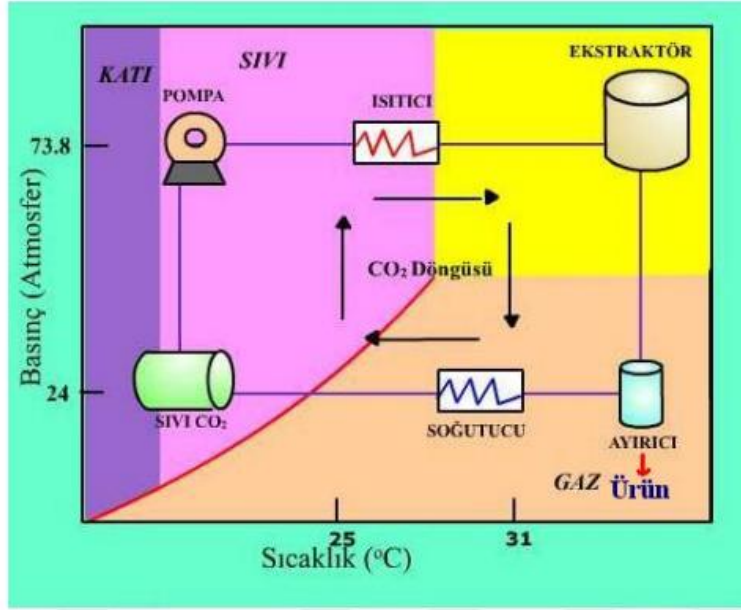
Şekil 2.6 : Solvent ekstraksiyonu deney düzeneği

2.5.3.3 Enzimatik sulu ekstraksiyon yöntemi

Yağlı tohumlardan yağ eldesinde organik çözücülerin güvenlik açısından risk yarattığı düşünüldükçe onların yerine su çözücü olarak denenmiştir. Elde edilen düşük yağ verimlerinden dolayı istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Fakat çevresel açıdan daha temiz oldu için, sulu ekstraksiyon yöntemi tercih edilmiştir [16]. Tercih edilmesinin farklı bir sebebi de diğerlerine göre daha ekonomik olmasıdır. Bu yöntem yangın ve patlama gibi risklerde taşımadığından çözücü ekstraksiyon ve soğuk preslemeye göre avantajlıdır [15]. Yöntemin dezavantajları ise; düşük yağ verimi, yüksek sermayeye ihtiyacı ve önemli miktarda atık su oluşumunu sayabiliriz [16].

2.5.3.4 Süperkritik akışkan ekstraksiyonu yöntemi

Süperkritik akışkan ekstraksiyonu diğer yöntemlere göre sağladıkları üstünlüklerden kaynaklı tercih edilmektedir. Basamak sayısı ve çözücü tüketimi azaldığından, analiz süresinin de kısaldığı görülmektedir. Çözücü tüketiminin azalması giderler açısından olduğu kadar çevreye verilme problemi de önemli bir parametredir.



Şekil 2.7 : Süper kritik akışkan ekstraksiyon sistemi

Bu yöntemde birçok avantaj sıralayabiliriz. Başta bu yöntemde kullanılan CO₂' in zehirsiz olması ve yanıcı olmaması, radyoaktiflere karşı kararlı olması, sistemden kolaylıkla ayrılıp ve geride atık bırakmıyor olması, kritik sıcaklık ve basıncın düşük olması, ekstrakte edilen türlerin kazanımını basit bir işlemle gerçekleştiriliyor olması söylenebilir [14].

2.5.3.5 Ultrasonik ekstraksiyon yöntemi

20- 2000 kHz arasındaki frekanslardaki ses dalgaları kullanılarak yapılan bir ekstraksiyon yöntemidir. Bu yöntemle ses dalgaları hücre duvarının geçirgenliğini artırır. Bu yöntem daha büyük ölçekli uygulamalar için maliyetinin yüksek olmasından kaynaklı tercih edilmemektedir. Bunun yanı sıra yüksek ses dalgaları ilaç ve bitki materyalinin bileşimlerinde beklenmeyen değişikliklere sebep olabileceğinden buda yöntemin dezavantajıdır.

2.5.3.6 Mikrodalga ekstraksiyonu yöntemi

Son dönemde alternatif olarak kullanılan bir ekstraksiyon yöntemidir. Yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar kullanılmaktadır. Mikrodalga enerji ile ısıtma prensibine dayanmaktadır. Bu ekstraksiyon da çözücü seçimi oldukça önemlidir. Çözücünün mikrodalga ışınmasını absorplaması, katı yapıyla olan etkileşimi göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır.

2.5.4 Mekanik (soğuk) presleme yöntemi

Soğuk presleme yöntemi katı- sıvı faz ayırımıdır. Yağ oranı %20 den fazla olan yağlı tohumlarda mekanik presleme yöntemi tercih edilmektedir [15]. Bu yöntemin daha çok endüstrideki yağlı tohumlar için kullanıldığı bilinmektedir. Presleme yöntemiyle elde edilen yağların yemeklik kalitelerinin yüksek olması ve küspesinde yüksek oranda yağ barındırmaları önemlidir. Ekstraksiyon yönteminde küspede %0,5 oranında yağ var iken presleme yönteminde %2,5-6 oranında yağ barındırmaktadır. Soğuk presleme kimyasal kullanımı gerektirmeyen mekanik olmasından kaynaklı avantajlı bir prosestir. Presleme esnasında yağı çıkarmak için uygulanan basınç arttıkça açığa çıkan ısı miktarının da arttığı gözlemlenmiştir.

Soğuk presleme işleminde kesikli çalışan hidrolik presler, sürekli vidalı presler ve döner presler yer almaktadır [16].



Şekil 2.8 : Soğuk pres makinesi

2.6 Yağlı Tohumların Durumu

Yağlı tohum üretimi ekonomik açıdan önem arz etmektedir. Dünyada kendi tüketim ihtiyacını karşılayan ülkeler avantaj sağlarken tüketimini karşılayamayıp ithal eden ülkeler ise büyük dezavantajlı durumdadırlar.

Günümüzde tüm yağlı tohumlar bir stratejik öneme sahiptir. Yağlı tohumların içerisindeki yağ, protein ve karbonhidratlar insanların gıda tüketimi açısından önemlidirler. Endüstriyel açıdan dünyadaki önemli yağlı tohumlar kanola, aspir, ayçiçeği, yer fıstığı, susam, zeytin, hindistan cevizi, keten tohumu, palmye tohumu olarak sıralanabilmektedir.

Yağlı tohumlar bitkisel yağ sanayinin üretim kapasitesi ve gelişmesi üzerinde önem arz etmektedir. Kanola tohumu (kolza) ekim alanı yeterli olmamasına rağmen sürekli artış göstermesiyle bitkisel yağ sanayine değer katmaktadır. Kanola yağı tüketimi son yıllarda yemeklik yağlardan ziyade biyodizel sektöründe daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Dünya’da yavaş yavaş tanınan aspir tohumu da yağ sanayisine az da olsa katkıda bulunmaktadır [4].

2.7 Dünya’da ve Türkiye’de Yağlı Tohum Üretimi

2.7.1 Dünya’da Yağlı Tohum Üretimi

Dünyada yağlı tohum ekim alanları ve ekim alanlarında meydana gelen değişimleri Çizelge 2.3’de görmekteyiz. Dünyada yağlı tohum ekim alanları 1961-63 yılları ortalaması 92.9 milyon hektar iken, 2017 yılında %176 artış göstererek 256.5 milyona yükselmiştir. Bu dönemler arasında ekim alanlarında en fazla artış %450 ile kanola ve %415 ile soya tohumundadır. En az artış ise %5 ile asperde ve %2 ile pamuk çiğidindedir. Toplam yağlı tohum ekim alanlarının %48,2’ini soya, %13,5’ini kanola, %12,9’unu pamuk çiğidi, %10,9’unu yer fıstığı, %10,3’ünü ayçiçeği, %3,9’unu susam ve %0,3’ünü aspir meydana getirmektedir [5].

Çizelge 2.3 : Dünyada yağlı tohum ekim alanı (milyon hektar)

Yıllar Years	Ürün (milyon hektar) Product (million hectares)							
	Soya Soybean	Kanola Canola	Çiğit Cottonseed	Ayçiçeği Sunflower	Yer fıstığı Peanut	Susam Sesame	Aspir Safflower	Toplam Total
1961-1963	24,0	6,3	32,3	6,9	17,4	5,2	0,8	92,9
1971-1973	33,0	9,0	35,1	9,2	20,1	6,0	1,0	113,4
1981-1983	50,6	12,7	33,1	12,8	18,8	6,2	1,2	135,4
1991-1993	56,9	20,0	33,0	18,1	20,7	6,5	1,0	156,2
2001-2003	79,8	23,1	32,1	20,4	22,9	6,7	0,8	185,8
2011-2013	106,7	35,0	33,8	25,6	26,0	9,0	0,9	237,0
2014	117,6	36,3	34,7	25,3	27,3	10,9	0,9	253,0
2015	120,8	34,4	31,7	25,5	26,5	9,9	1,1	249,9
2016	121,8	32,5	30,3	26,3	28,0	10,3	1,2	250,4
2017	123,6	34,7	33,0	26,5	27,9	10,0	0,8	256,5

Dünyada yağlı tohum üretimi ve üretiminde meydana gelen değişimler 1961-2017 yıllarını kapsayan belirli dönemler halinde Çizelge 2.4’de görülmektedir. Dünyada yağlı tohum üretimi 1961-63 yılları ortalaması 84.7 milyon ton iken, 2017 yılında 604.4 milyon ton hesaplanmıştır. İncelenen dönemlerde 1961-63 yılları ortalamasında, yağlı tohum üretiminde %614’lük bir artış

görülmektedir. Yağlı tohumlar içerisinde üretim miktarında en büyük artış kanola tohumunda %2035 (yaklaşık 21 kat) ve soya tohumunda %1187 (yaklaşık 12 kat) dır. Dünya yağlı tohum üretim miktarı bir önceki yıla göre %6 artış göstermiştir. Özellikle son yıllarda üretimi düşen pamuk çiğdidinin üretimi bir önceki yıla göre %14 artış göstermiştir. Aspir üretimi ise %27 azalıştır. Toplam yağlı tohum üretiminin %58,3'ü soya, %12,6'sı kanola, %12,3'ü pamuk çiğidi, %7,9'u ayçiçeği, %7,8'i ise yer fıstığıdır oluşturmaktadır. Dünyada, 2017 verilerine göre yağlı tohum üretiminin %22,9'u ABD, %21,6'sı Brezilya, %10,3'ü Çin, %7,4'ü Arjantin, %6'sı Hindistan ve geri kalan %31,8'i diğer ülkeler tarafından üretilmiştir [5].

Çizelge 2. 4 : Dünyada yağlı tohum üretim miktarı (milyon ton).

Yıllar Years	Ürün (milyon ton) Product (million tons)							
	Soya Soybean	Kanola Canola	Çiğit Cottonseed	Ayçiçeği Sunflower	Yer fıstığı Peanut	Susam Sesame	Aspir Safflower	Toplam Total
1961-1963	27,4	3,6	29,8	6,9	15,0	1,5	0,5	84,7
1971-1973	50,7	7,5	39,0	10,7	17,5	1,8	0,7	127,9
1981-1983	86,7	14,0	44,3	15,5	19,3	2,0	0,8	182,6
1991-1993	110,7	26,9	53,6	21,8	24,7	2,3	0,6	240,6
2001-2003	182,8	35,7	56,6	24,3	35,0	3,0	0,6	338,0
2011-2013	260,1	66,2	77,3	40,7	43,1	5,4	0,7	493,5
2014	306,4	74,5	76,7	42,6	45,6	6,3	0,7	552,8
2015	323,2	71,2	66,8	44,4	44,4	5,7	0,8	556,5
2016	334,9	68,9	65,4	47,3	44,9	5,6	0,9	567,9
2017	352,6	76,2	74,4	47,9	47,1	5,5	0,7	604,4

Dünya yağlı tohum üretiminde, Çizelge 2.5' te görüldüğü gibi ilk sırada ABD'yi sırasıyla; Brezilya, Arjantin, Çin ve Hindistan takip etmektedir. Bu ülkelerin dünya üretimindeki payı %69 civarlarındadır.

Çizelge 2. 5 : Dünyada yağlı tohum üretimi (milyon ton).

	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018*
ABD	93,32	99,02	116,03	155,88	126,94	131,31
BREZİLYA	84,55	90,01	100,11	99	117,04	115,32
ARJANTİN	53,81	57,01	66,24	60,78	61,15	59,15
ÇİN	59,75	58,64	57,66	55,43	57,95	58,45
HİNDİSTAN	36,81	36,86	32,28	29,78	36,53	35,65
DİĞER	146,26	162,02	164,53	161,57	174,08	178,75
TOPLAM	474,5	503,55	536,86	522,44	574,97	578,62

Dünya yağlı tohum üretiminde öne çıkan ülkelere bakıldığında 521 milyon ton olan toplam dünya üretiminde ABD' nin 115.88 milyon tonunu ürettiği ve ilk sırada yer aldığını görmekteyiz. ABD' yi 99 milyon tonluk üretimiyle Brezilya, 60.78 milyon tonluk Arjantin, 55.43 milyon tonluk üretimiyle Çin ve 29,78 milyon tonluk üretimiyle Hindistan' ın takip ettiğini görmekteyiz.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nün (OECD) ortaklaşa hazırladığı bir raporda, küresel yağlı tohumların ortak üreticisi olan; Arjantin, Brezilya, Paraguay ve Uruguay'ın 2010-12 yıllarında ortalama % 35 olan üretim payını yükselterek 2022'de % 38'e ulaşacağı düşünülmektedirler. ABD ise yağlı tohum üretimini büyük oranını karşılayarak lider üretici pozisyonunu devam ettireceği düşünülmektedir [6]. Çizelge 2.6 'da Dünya bitkisel yağ üretiminde Endonezya' nın ilk sırayı aldığı ve onu takiben; Çin, Malezya, AB, ABD, Brezilya ve Arjantin'in üretim miktarlarını görmekteyiz.

Çizelge 2. 6: Dünya bitkisel yağ üretimi (milyon ton).

	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018*
ENDONEZYA	32,72	35,02	37,78	36,71	41,10	43,91
ÇİN	23,05	24,31	25,04	26,3	27,40	28,77
MALEZYA	21,7	22,63	22,29	20,01	21,12	22,93
AB	16,15	18,3	18	18,42	18,07	18,57
ABD	10,23	10,42	10,94	11,2	11,42	11,60
ARJANTİN	7,45	7,84	8,98	9,73	9,87	10,03
BREZİLYA	7,55	7,97	8,57	8,41	8,73	9,00
DİĞER	42,81	45,33	45,57	46,53	51,34	52,31
TOPLAM	161,64	171,82	177,16	177,31	189,06	197,12

2.7.2 Türkiye' de Yağlı Tohum Durumu

Ülkemizin tohum üretimi ihtiyacı karşılayacak kadar yeterli düzeyde değildir. Maalesef tüketici bir ülke konumunda yer almaktadır. Ülkemizdeki yağlı tohumlardan elde edilen yağlar nüfusa bölündüğü zaman kişi başına tüketilmesi gereken yağ 20 kg/yıl olarak hesaplanmıştır. Ancak ülkemizde yetiştirilen yağlı tohum miktarı bu tüketim ihtiyacını yarı yarıya dahi karşılayamamaktadır [7].

2.7.3 Türkiye' de Tarımı Yapılan Başlıca Yağlı Tohumlar

Türkiye'de 2017 yılında ekilen ve dikilen toplam tarım alanı 23 milyon 819 bin hektar olup bunun %6'sı yağlı tohumlardan meydana gelmektedir. 2017 yılında 1 milyon 427 bin hektar alanda yağlı tohum üretimi görülmektedir [5].

Çizelge 2. 7 : Türkiye’ de yağlı tohum ekim alanı (bin hektar).

Yıllar Years	Ürün (bin hektar) Product (thousand hectares)							
	Ayçiçeği Sunflower	Çiğit Cottonseed	Yer fıstığı Peanut	Soya Soybean	Kanola Canola	Aspir Safflower	Susam Sesame	Toplam Total
1961-1963	97,6	645,8	9,5	5,2	6,4	0,9	74,3	839,7
1971-1973	456,7	708,6	18,4	6,0	1,6	1,8	58,0	1251,1
1981-1983	526,7	617,9	24,3	21,8	2,7	0,3	48,1	1241,8
1991-1993	589,4	601,3	28,2	40,8	0,3	0,2	85,6	1345,8
2001-2003	535,0	681,0	29,3	22,5	1,2	0,1	47,3	1316,4
2011-2013	623,4	493,8	32,9	33,8	29,3	19,3	26,8	1259,3
2014	653,3	468,1	33,3	34,3	32,1	43,9	26,3	1291,3
2015	685,2	434,0	37,8	36,6	34,9	42,8	28,1	1299,4
2016	718,3	416,0	42,2	38,2	35,4	39,4	28,9	1318,4
2017	779,4	501,9	42,0	31,7	16,5	27,4	28,0	1426,9

Çizelge 2.7’ de Türkiye’de yetiştirilen yağlı tohumların ekim alanları ve bu alanlardaki değişimleri görmekteyiz. Yıllara göre yağlı tohum ekim alanları azalma ve artış göstererek dalgalanmalı bir seyir halindedir. Türkiye’de yağlı tohum ekim alanları 1961-63 yılları ortalaması 839 bin hektar iken 2017 yılında %70 artarak 1 milyon 427 bin hektara kadar yükselmiştir. Sadece ayçiçeği ve pamuk çiğidi ekim alanları toplam yağlı tohum ekim alanlarının yaklaşık %90 ını oluşturmaktadır. Bu dönemlerde özellikle aspir ekim alanındaki artış gözle görülebilir derecededir. Nitekim 1961-63 yılları ortalaması 900 hektar iken 2017 yılında 30.8 kat artarak 27.4 bin hektar alana yükselmiştir. Yine susam ekim alanlarındaki azalma dikkatimizi çekmektedir. Aynı dönemlerde susam ekim alanları %62 azalma göstermiştir. Ayçiçeği ekim alanları 7.9 kat, soya ekim alanları 6.1 kat, yer fıstığı ekim alanları ise 4.4 kat artış göstermiştir [5].

Türkiye’de tropikal bölgelerde yetişen hurma, hindistan cevizi ve jojoba dışındaki yağlı tohumlu bitkilerin neredeyse tamamının yetiştirilebildiğini görmekteyiz [7].

2.7.4 Türkiye’ de Yağlı Tohum Üretimi

Türkiye’de yağlı tohum üretim ve üretim miktarlarında meydana gelen değişimleri Çizelge 2.8’ de inceleyebilmekteyiz. Türkiye’de 1961-63 yılları yağlı tohum üretim miktarı ortalaması 550

bin ton iken, 2017 yılında 7 kat artış göstererek 3 milyon 868 bin ton olarak görülmektedir. Üretimi yapılan yağlı tohumlar içerisinde üretim miktarı bakımından birinci sırayı %50,8’lik pay ile ayçiçeğinin olduğunu görüyoruz . Nitekim, 1 milyon 964 bin ton üretim miktarı ile ayçiçeği üretimi son yılların en yüksek seviyesine ulaştığını görmekteyiz. Ayçiçeğini sırasıyla; %38’lik pay ile pamuk çığıdı, %4,3’lük pay ile yer fıstığı, %3,6’lık pay ile soya, %1,3’lük pay ile aspir ve %0,5’lik pay ile susam üretiminin takip ettiğini görüyoruz. Bir önceki üretim dönemi olan 2016 yılına göre toplam yağlı tohum üretimi 2017 yılında %12 artış göstermiştir. Ayçiçeği üretimi %18, pamuk çığıdı üretimi %17, yer fıstığı üretimi %1 artış gösterir iken, kanola üretimi %52, soya üretimi %15, aspir üretimi %14, susam üretimi ise %6 azalma gösterdiğini görmekteyiz.

Genel olarak 2001-03 dönemi itibariyle yağlı tohum üretiminde önemli miktarda artışlar gözlemleyebiliyoruz. Özellikle yağlı tohum üretiminde başlayan fark ödeme (prim) desteğinin üretim miktarlarına doğrudan etki ettiğini de söyleyebiliriz.

Çizelge 2.8 : Türkiye’ de yağlı tohum üretim miktarı (bin ton).

Yıllar Years	Ürün (bin ton) Product (thousand tons)							
	Ayçiçeği Sunflower	Çiğit Cottonseed	Yer fıstığı Peanut	Soya Soybean	Kanola Canola	Aspir Safflower	Susam Sesame	Toplam Total
1961-1963	81,2	395,7	21,8	4,7	4,6	0,6	41,7	550,3
1971-1973	528,3	841,8	43,7	10,4	1,8	1,2	34,0	1461,2
1981-1983	630,0	799,5	52,5	32,3	2,8	0,3	30,0	1547,4
1991-1993	855,0	900,1	65,7	89,3	0,7	0,1	35,7	1946,6
2001-2003	766,7	1382,7	82,3	70,0	2,9	0,1	22,3	2327,0
2011-2013	1409,3	1395,9	113,8	132,4	101,1	27,6	16,6	3196,7
2014	1637,9	1391,2	123,6	150,0	110,0	62,0	17,7	3492,4
2015	1680,7	1213,6	147,5	161,0	120,0	70,0	18,5	3411,3
2016	1670,7	1260,0	164,2	165,0	125,0	58,0	19,5	3462,4
2017	1964,4	1470,0	165,3	140,0	60,0	50,0	18,4	3868,1

Türkiye’de yağlı tohumlarda kendine yeterlilik oranlarını ve yıllar itibariyle değişimlerini Çizelge 2.9’ da inceleyecek olursak; 2017 yılında yağlı tohumlar içerisinde kendine yeterli oranı bakımından ilk sırada pamuk çığıdı olduğunu görüyoruz. Kanolanın kendine yeterlilik oranı %76,7, ayçiçeğinde %64,0’ olarak gösterilmektedir. Soyada kendine yeterlilik oranı çok

düşüktür. Özellikle insan ve hayvan beslenmesinde önemli yeri bulunan soyanın üretimi iç tüketimin sadece %7,1'ini karşılamaktadır. Soyanın geri kalan kısmı ise ithal edilmektedir.

Çizelge 2.9 : Türkiye’ de yağlı tohumlarda kendine yeterlilik oranı (TUİK, 2019).

Yıllar Years	Kendine yeterlilik oranları (%) Self-sufficiency rates (%)			
	Ayçiçeği Sunflower	Çiğit Cottonseed	Soya Soybean	Kanola Canola
2000/2005	60,5	97,8	4,3	12,2
2005/2010	48,7	98,8	3,1	21,3
2011	52,4	100,7	6,0	30,9
2012	42,2	100,8	5,4	49,6
2013	52,5	99,0	9,3	44,0
2014	59,1	99,9	9,9	27,7
2015	73,4	101,4	6,5	21,3
2016	78,9	101,8	6,9	26,9
2017	64,0	101,0	7,1	76,7

2.8 Yağlı Tohumlar

Yağlı tohumlar temelde bünyelerindeki yağı kazanmak ve kazanılan yağın rafine edilmesi ile üretilecek yemeklik yağı satış raflarına sunmak maksadıyla işlenmektedirler. Bu amaç dışında ayrıca rafinede işlenen yağlar boya, vernik, sabun, biyodizel ve farklı çeşitte kimyasal madde üretiminde de kullanıldığını görmekteyiz. Yağlı tohumların içerdikleri yağ oranları yapılarına göre farklılık göstermektedir [7].

2.8.1 Soya tohumu (*Glycine max*)

Soya yada soya fasülyesi, Doğu Asya’ ya özgün olan yemek için yetiştirilen baklagil grubundandır. Ancak Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), tohumdaki %18-19 oranında yağ bulundurduğundan baklagilden ziyade yağlı tohum olarak sınıflandırmışlardır [5].

Soya yağındaki önemli yağ asitlerinden oleik ve linoleik asitlerin yüksek fakat linolenik yağ asidinin ise düşük olması yağın kalitesini arttırmaktadır [12]. Soya yağı insan vücudundaki yağ

ve lipid metabolizmasını düzenleyen yağ asitleri içerdiğinden dolayı kroner kalp hastalığı, şeker hastalığına ve damar sertliği gibi hastalıklar için tavsiye edilmektedir. Soya; kadınlarda östrojen hormonunun kanserojen etkisini önlemekte ve yayılımını önlemektedir. Bundan dolayı kadınların göğüs kanseri riskini azalttığı bilinmektedir [8].

Soya yağında tat ve doku dönüşümü esnasında linolenik asitte azalma görülmektedir. Bu azalma soya yağının kullanımını sınırlayıcı bir sebeptir. Lipoksigenaz enzimini azaltarak bu problemin çözülmesi düşünülmüştür. Bu enzim linoleik ve linolenik asitleri okside ederek istenmeyen tat, kokunun oluşmasını sağlamaktadır [9].

Soya fasulyesinin büyük bir kısmı yani %85'i soya küspesine yada bitkisel yağa dönüşmektedir. Küspesi ise hayvan yemleri ve hazır yemekler için kullanılan ucuz bir protein kaynağı olarak görülmektedir [5].

2.8.2 Kanola tohumu

Kanola, Kanadalı bitki üreticileri tarafından geliştirilmiş rapeseed adı altında toplanan Brassica türlerinin genetik olarak modifiye edilmiş bir varyasyonu olarak beraber, rapeseed denildiğinde kanola anlaşılmalıdır. Çünkü, "kanola" terimi bilinenin aksine ticari bir isimdir. Canola Council of Canada, eğer bu isim kullanılacaksa, ürünlerin paketlerinin üzerinde bitkinin çiçeklerinin küçük bir resminin olmasını ve kanola kalite standartlarının uygulanmasını şartı koşulmuştur.

Kanola "Western Canadian Oilseed Crushers Association" tarafından kullanılan bir isimdir. Özellikle Batı Kanada'da yetişen yağlı tohumlu bir bitki olup, bildiğimiz, kolza tohumunun ıslahı sonucu elde edilmektedir.

Beslenme uzmanlarına göre kanola yağı yağ asitleri oranı bakımından sağlığa en uygun yağdır. Kanola yağı, düşük oranda doymuş yağ asitleri ve yüksek oranda tekli doymamış yağ asiti (oleik asit) barındırması sebebiyle ile zeytinyağına benzediği düşünülmektedir [10].

Kanola gıda sanayiinde, nötr özelliği sebebiyle daha çok kızartma veya konserve yağı olarak kullanılmasının yanı sıra, biyo-dizel üretiminde ve yem hammadesinde kullanıldığı görülmektedir. Dünya' da üretilen biyo-dizelin %80 kolza yağından üretilmektedir. Bugün en büyük sebebi ise motorine en yakın kimyasallardan oluşmasıdır [8].

2.8.3 Ayçiçeği tohumu (*Helianthus annuus L.*)

Türkiye’de yağlı tohum denilince akla ilk gelen ayçiçeği bitkisi yağdır. Ülkemizde ve dünyada genellikle yağlık olarak yetiştirilmektedir [11]. Türkiye’ye 1924-28 yıllarında Romanya ve Bulgaristan’ dan göç edenler vasıtasıyla tohumunun getirildiği bilinmektedir. Tohumlar öncelikle süs amacıyla ekilmişler daha sonra ise bazı girişimciler tohumları yağ karşılığı kullanmaya başlamışlardır [9]. Ayçiçeği tohumu %22-50 oranında yağ içerdiğinden dolayı bitkisel ham yağda önemli bir yere sahiptir. Bunun yanı sıra beslenme değerinin yüksek olmasından dolayı Dünyadaki bitkisel yağ üretiminin %11’ ini karşıladığını görmekteyiz [11].

Dünya’ da ayçiçeği üretiminin %2,6’sı Türkiye’de ise %12’si çerezlik olarak tüketilmektedir. Elde edilen bu yağ gıda sektöründe; balık konservelerinde, salatalarda, yemeklerde, kızartmalarda kullanılmaktadır. Sanayi sektöründe ise sabun ve boya yapımında kullanıldığını görmekteyiz [5]. Sapları ise yakacak olarak değerlendirilmektedir [11]. Ayçiçeği küspesinde (%20) protein ve bir miktar yağ (%1-7) bulunduğu için besleyicilik değeri yüksek olduğundan hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Tohumun kabuğu ise; alkol, furfurool eldesinde ve mayaların hazırlanmasında bir hammaddedir [5].

2.8.4 Pamuk tohumu (Çiğit) (*Gossypium L.*)

Pamuk tohumu tarihte lifi ilk işlenen bitki olması özelliğiyle bilinmektedir. Hızlı bir şekilde tüm ülkeler için pamuk tohumu stratejik bir ürün haline gelirken ülkemizde yağlı tohumlardan en çok üretilen yağlı tohum olmaya başlamıştır [7].

Tarladan toplanan pamuğa “kütlü pamuk” denilmektedir. Kütlü pamuk tarladan toplanırken şif ve kapçık gibi pamuk bitkisinin kuruyan dalları da beraberinde toplanmaktadır. Üretilen bu kütlü pamuk miktarından ortalama hesapla %60 civarında yağlık çiğit elde edilmektedir. Geriye kalan %38 kadar kısmından lif pamuk yani preseli pamuk, %2’lik kısmından da şif ve kapçık denen kibrit çöpü ve yaprak parçacıkları eldesi sağlanmaktadır. Üretilen şif ve kapçığın ufak parçalara ayrılmasıyla küçükbaş hayvan yemi olarak kullanılmaktadır [7].

Yem olarak kullanılmasının yanı sıra insan beslenmesinde de protein kaynağı olarak bilinmektedir. Hayvansal yem olarak kullanımı ya tek başına yada diğer bitkisel veya hayvansal proteinlerle karıştırılarak sağlanmaktadır. Pamuk tohumu çekirdeklerinden elde edilen yağ ayçiçeği yağı gibi yemek ve salatalarda da tercih edilmektedir. İçeriğinde % 41 oranda protein

ve omega-9 yağ asitleri barındırdığından dolayı organik gübre olarak da kullanıldığı bilinmektedir [5].

Üretilen lif pamuk işlenerek iplik yapılmak üzere tekstil sanayine giderken üretilen çiğit yağ fabrikasına ya da tekrardan tohum ıslahında bulunulmak üzere tohum fabrikasına gönderilmektedir. Pamuğun temel kullanım alanları içerisinde jüt (pamuk lifi) 20 atıklarından organik izolasyon malzemeleri, linter parçalarından nitroselüloz vernik, kadife tıraş tozunun beyazından ise tutkal imalatında büyük önem taşımaktadır [7].

Pamuk tohumu, Dünyada beşinci sırada yer almaktadır. İlk sıralarda ise soya , kanola, yerfıstığı ve ayçiçeğini sıralayabiliriz

2.8.5 Yerfıstığı tohumu

Bitkisel yağ üretiminde Dünya’ da en çok kullanılan 8 yağ bitkisinin ilk üç sırasında olan yerfıstığı, tek yıllık ve yazlık bir bitkidir. Bunun yanı sıra baklagiller familyasındandır. Tohumları %44-56 oranında yağ içeriğine sahiptir. %22-33 oranında protein içerdiğinden insan beslenmesinde de önemli bir yere sahiptir. Daha çok çerez olarak tüketildiğini görmekteyiz [12].

Yer fıstığı yağı dayanıklılık ve tat özellikleri bakımından diğer yağlara göre daha üstün sayılabilir. Bundan dolayı, tüketim oranı fazladır. Beslenme değerinin yüksek olma sebebi önemli olan yağların sekiz tanesini içermesinden kaynaklıdır. İçerisinde en çok oleik ve linoleik gibi doymamış yağ asitleri bulundurulur. Yağda bulunan Tocopherol, yağın oksitlenmesinin ve bozulmasının önüne antioksidan bir madde olmasıyla geçmektedir [12].

İnsan beslenmesinde kullanımı dışında sanayinin çeşitli alanlarında da kullanıldığını görmekteyiz. Bisküvi, balık konserveciliği, şekerleme, pasta ve sabun yapımında kullanılmaktadır. Geriye kalan küspe, içerik bakımından değerli bir yem maddesi olarak bilinmektedir. Bir baklagil bitkisi olduğu için bitki kısımları da hayvan yemi olarak kullanılmaktadır.

Yerfıstığı beslenme açısından içerisinde kolay sindirimi olan proteinler barındırdığı için beslenmedeki önemi artmaktadır. Yerfıstığının farklı kullanım alanı olmasına rağmen büyük bir kısmının çerez olarak tüketildiği görülmektedir [5]. Gıda sektöründe tohumların ezilmesi ve çeşni veren maddelerin eklenmesiyle fıstık ezmesi olarak da sevilerek tüketilmektedir [8].

2.8.6 Susam

Susam bitkisi içerisinde %40-60 oranında yağ bulundurmaktadır [12]. Susam yağında diğer bitkisel yağlara göre yağ asitleri olan oleik ve linoleik asit oranları birbirine çok yakındır. Bunun sonucunda hem gıda hem de sanayi sektöründe oleik ve linoleik yağ asitlerinin birinin diğerinden düşük değere veya daha yüksek değere sahip olan tiplerine ihtiyaç duyulmaktadır [4].

Susam yağı içeriğinde antioksidant etkili sesamin ve sesamolin bulundurmasından dolayı yağdaki bozunmaya karşı dayanıklılık göstermektedir. Bu özelliğinden dolayı patates cipsi gibi ambalajlı ürünlerde kullanımı diğer yağlara göre daha çok tercih edildiği görülmektedir [12].

Susam yağı sarı renkli, hoş kokulu ve besleyici bir yağ olarak tanımlanabilir. Sıvı yağ ve margarin olarak da tüketilmektedir. Bunun yanı sıra sanayide ham medde olarak da kullanılmaktadır. Susam tohumları ayçiçeği çekirdeği ve yer fıstığı gibi doğrudan çerez olarak da tüketilmektedir. Bunun yanı sıra pastaların, çöreklerin ve ekmeklerin yüzeylerine serpilerek hoş görüntü ve lezzet kattığı görülmektedir. Susam tohumları ezilerek tahin yapımında da kullanılır [12].

2.8.7 Aspir tohumu (*Carthamus tinctorius* L.)

Aspir tohumu Amerikan safranı, boyacı safran ya da yalancı safran olarak da bilinmektedir. Tek yıllık ve geniş yapraklı turuncu, beyaz, krem, kırmızı renklere sahiptir. Kurağa dayanıklı yağ içeriği yüksektir [13].

Alternatif yağ bitkileri arasında aspir de ülkemiz de önemli bir potansiyele sahiptir. Ortalama %40 oranında yağ bulunan aspir tohumu fazla bakım gerektirmemektedir [12].

Aspir yağının en önemli özelliği doymamış yağ asitleri oranının yüksek, doymuş yağ asitlerinin ise düşük olmasıdır. Avrupa ülkelerinin birçoğunda salata, mayonez ve margarin olarak tüketildiği görülmektedir. Aspir yağı sadece insan beslenmesinde değil kozmetik ve sanayi alanlarında da kullanılmaktadır. Sabun sanayi, vernik, boya, baskı mürekkebi, alkit reçinelerin üretiminde de kullanıldığı görülmektedir. Renkli çiçekleri ise kumaş ve gıda boyası sektöründe yer almaktadır.

Aspir tohumları %20-40 arasında değişen yağ ve % 10-20 ham protein içeriğine sahiptir. Bu nedenle aspir tohumları insan beslenmesinde ve diğer kullanım alanları dışında yağ alındıktan

sonra geriye kalan küspe içeriği ile de hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Aspir küspesi % 22 -24 arasında protein içermektedir [13].

2.8.8 Ihlamur Bitkisi ve zellikleri

Ihlamur; ihlamurgiller (Tiliaceae) familyasından Tilia cinsini oluşturan 30 kadar ağaç türünün ortak ismi olarak bilinmektedir [20].



şekil 2.9 : Ihlamur bitkisi

Ihlamurun sistematik adı:

Ihlamur (*Tilia tomentosa* Moelch.), ihlamurgiller (Tiliaceae) familyasından Tilia cinsini oluşturan, ülkemizde yetişen  türden biridir.

Latince Adı: *Tilia tomentosa*

Türkçe Adı: Gümüşi ihlamur

Yöresel Adları: Tüylü Ihlamur.

Ihlamur türleri:

Tiliaceae familyasına ait olan ihlamur (*Tilia*) cinsinin, dünya üzerinde ağaç, çalı veya otsu bitkileri içeren yaklaşık 35 cins ve 300 taksonu mevcuttur [21].

Genel olarak, Batı Karadeniz, Marmara, Kuzey Anadolu ve Orta Toroslar 'da yayılış gösteren ihlamur, türlerine göre;

T. tomentosa Moench. (Gümüşi Ihlamur); Batı Karadeniz ve Marmara sahilleri ormanlarının alçak ve rutubetli yerlerinde,

T. plathyphyllos Scop. (Büyük Yapraklı Ihlamur); Çanakkale çevresi ve orta Toroslar'da,

T. rubra DC. (Kafkas Ihlamuru); Anadolu'nun Kuzey ve Kuzey doğu mntıkalarında, Kaz dağları ve Antalya çevrelerinde görülür.

T. cordata Mill. (Küçük Yapraklı Ihlamur); Ülkemizde park ve bahçelerde süs bitkisi olarak kullanılır [22].

Tilia cinsi Linnaeus tarafından yazılan farklı bitki kitaplarında tanımlanmıştır. Bu cinsin kuzey yarımküredeki ılıman iklim kuşağında doğal yayılış gösteren yaklaşık 40 türü bulunmaktadır. Ihlamur İngilizce kaynaklarda "lime, linden veya basswood" olarak yazılmaktadır [21].

Ihlamur türleri hermafrodit bitkiler olup çiçekleri arılar ve böcekler tarafından döllenmelerinde önemlidir. Çiçeklerinin gece ve gündüz açık olması arı ve böceklerin avantajıdır [21].

Kuzey Amerika'dan Meksika'ya Avrupa'dan Asya'ya ve Japonya'ya kadar ılıman bölgelerde (65.enleme kadar) her yerde (ormanlarda) doğal olarak yetiştiği bilinmektedir. Ayrıca Avrupa ve Kuzey Amerika'da kültürü yapılmakta olup, boylarının 30 m'ye kadar çıktığı bilinmektedir [20].

Türkiye'de özellikle Tilia tomentosa Moench. çok geniş yayılışa sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle Batı Karadeniz ve Marmara sahilleri orman mntıkasında diğer yapraklı ağaçlar arasında sık sık görülmektedir. İstanbul civarı, Uludağ, Hendek civarı, Doğu Karadeniz bölgesi, Amanus dağları da yaygınlık göstermektedir [20].

2.8.8.1 Ihlamur bitkisinin tohum özellikleri

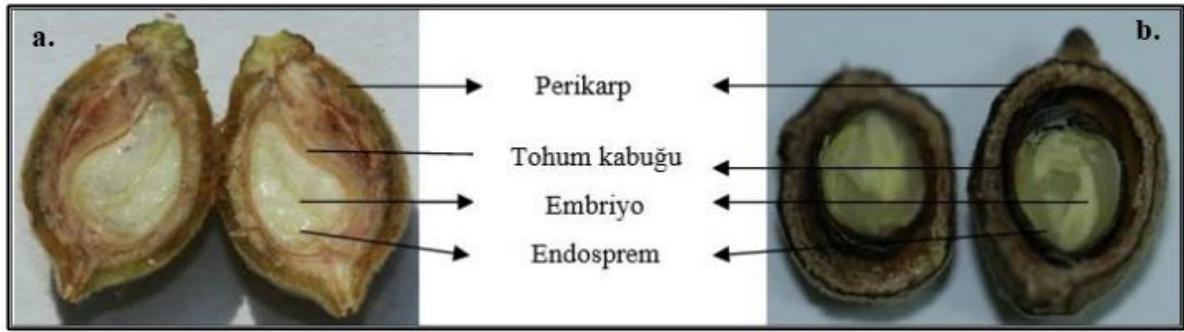
Tohum, gelişmiş bitkilerin hayat döngüsünde kritik bir evredir. Yeni bireylerin meydana gelmesi tohumun biyokimyasal ve fizyolojik özellikleri tarafından belirlenmektedir.

Tohum oluşumu sırasında besin ihtiyacı ve gen aktarımının düzenlenmesinde üç temel tohum kısmı (tohum kabuğu, endosprem ve embriyo) arasında yakın etkileşim vardır. Bu etkileşim aynı zamanda tohum boyutu ve kalitesine de etkili olmaktadır.



Şekil 2.10 : Ihlamur tohumu

Ihlamur tohumu, tek tohumlu açılmayan kuru meyve tipinde “nuks (nus)” adı ile botanikte bilinmektedir. Gümüşü ıhlamur tohumu, tohum kabuğu, endosperm ve embriyo ile tohumu çevreleyen sert perikarp yapısından meydana gelmektedir [23].



Şekil 2.11 : Ihlamur tohumlarının yapısı

a. Yarı olgunlaşmış dönem b. Tam olgunlaşmış dönem

Farklı aileler arasında tohum boyutu ve ağırlığı gibi morfolojik özelliklerde görülen farklılıklar, kalıtsal ve çevresel faktörler etkisiyle olmaktadır. Tohum ağırlığı ve boyutları; popülasyonlara, bireylere, yaşa, tohumun bitki üzerindeki konumuna ve nem, sıcaklık ve ışık gibi çevresel faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.

Ihlamur türleri üzerinde yapılan araştırmalarda, olgunlaşmamış meyvelerin yaklaşık % 90'ında 1 adet tohum, % 9'unda 2 adet tohum ve % 1'inde nadiren 3 adet tohum görülmüştür [21].

Toplama zamanındaki olgunlaşma seviyesi, tohum kalitesine etkisi açısından önemlidir. Türler göre tohumların olgunlaşma zamanı farklı olabilir. Çok erken toplanan tohumlarda

tohumun ana yapısındaki karbonhidrat, yağ ve proteinlere dönüşmüş olan depo maddelerinin yeterli ölçüde biriktirilmemesinden dolayı tohumun kalitesi düşebilir. Çok geç toplanan tohumlarda ise tam olgunlaşmasından dolayı tohumun kuruma, yarıma ve bozulma riski fazla olmaktadır. Bundan dolayı fizyolojik olgunlaşma döneminde toplanan tohumların tohum canlılığı ve gücü maksimum seviyede gözlemlenmiştir [21].

2.8.8.2 Ihlamur bitkisinin kimyasal bileşimi

Ihlamurda uçucu yağ, tanen, şeker, C ve P vitamini, manganez, ossidaz, saponin, glusid, strol, reçine, enzimler, flavon, müsilaj, farnesol ve organik asitler yer almaktadır.

Çiçeklerinin birleşimindeki maddeleri mevcut kaynaklara göre şöyle sıralayabiliriz:

- Fenolasitlerden; p-Kumarasit, Chlorogenasit ve Kahve asidi en önemlisidir.
- Sabit yağlardan; Palmitinasit, Linolasit, Linolenasit ve Oleik asit,
- Eter yağı türevleri %0,04-0,1 oranında bulunur ve en önemlileri; Monoterpenler; 1,8-cineol, linalol, campfer, carvon, geraniol, thymol, carvacrol, ethol, eugenol ve campher, α -pinen, terpineol
- Ayrıca Tanen, Musilaj (%3) ve Tocopherol (E-vitamini) içerir [23].

2.8.8.3 Ihlamur bitkisinin kullanım alanları

Birçok ilacın etken maddeleri bitkilerden elde edilmektedir. Bu bitkilerden biri olan ihlamur çiçeği sakinleştirici ve tedavi edici özelliğiyle toplumda bilindiği gibi eczacılıktada kullanılmaktadır. Ihlamur çiçeğinin içerisinde bulunan musilaj, flavonoidler ve uçucu yağlar en önemli etken maddeleri olarak bilinir. Bunların yanı sıra tiliacin diye bilinen yaralı glikozitten farklı olarak çeşitli asitler, C vitamini, şeker ve karaten gibi içermektedir..

İçerisinde barındırdığı bu etken maddeler kışın en çok maruz kaldığımız grip ve soğuk algınlığını gidererek broşları ve göğsü yumuşatmaktadır. Yani hem iyi bir balgam söktürücü hem de öksürük gidericidir. Astım, kalp rahatsızlıkları ve astım gibi hastalıklara da bu sayede çok iyi gelmektedir.

Cilt kremi ve losyonlarında kullanımı ciltte yumuşaklık sağlamaktadır. Saç dökülmesini fazlasıyla azalttığı görülmektedir. Likör yapımında da kullanıldığı görülmektedir. Ihlamur çiçeğinden yapılan çayların toksinleri atmasına yardımcı olduğu halk arasında bilinmektedir.

Sinirsel yorgunluğa da yatıştırıcı etkisinden dolayı iyi gelmektedir. Damar sertliğini önlediği gibi kan dolaşımını da düzenlemektedir. Kanı temizler ve kansızlık oranını büyük ölçüde düşürme özelliğiyle de bilinmektedir [21].

Ihlamur bitkisinin türlerinden olan *Tilia*'nın çiçekleri sedatif, diüretik, ekspektoran etkilerinden dolayı tercih edilmektedir. Dal ve gövde kabukları da sedatif ve koleretik etkisinden dolayı tercih edilmektedir.

Ihlamur tohumlarındaki yapılan çalışmalarda sıçan ve tavşanlar üzerinden bağırsakları çalıştırıcı sonuçlar elde edilmiştir. *T. cordata*'nın çiçek ve meyva ekstralarında hipoglisemik etkili maddelere rastlanmıştır. Meyvalarda sabit yağ, fitosterol, tanen ve amino asitler mevcuttur [20].

Kabukları (ip, hasır vb. imalinde), odunu (kurşun kalem, tersimat masası, odun kömürü imalinde) ve çiçekleri (tıbbi amaçlı ve kozmetikte) kullanılmaktadır.

Temelde ihlamur ağaçlarının düz gövde oluşturması, odununun kolay işlenmesi ve hafif olması kullanım açısından önemlidir. Ihlamur odunu oymacılıkta, mobilya sanayisinde, müzik aletleri yapımında, kurşun kalem ve kağıt hamuru yapımı gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Kültürel ve estetik değeri için ihlamur türleri peyzaj yönetiminde ve kırsal ormancılıkta özellikle tercih edilmektedir. Ihlamur türleri ve hibritleri, Avrupa'da daha çok cadde, bulvar ve parklarda yol ağacı olarak kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca hoş görüntüsünün yanında hava kirliliğine ve sert budamalara karşı dayanıklılığı bu cinsin park ve bahçelerde tercihi açısından önemli bir yere sahiptir.

2.9 Yağlı Tohumlu Bitkilerin Kullanım Alanları

Yağlı tohumlar içerdikleri protein, yağ, karbonhidrat, mineral maddeler ve vitaminler sayesinde insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptirler. Bunun yanı sıra sanayi sektörü için de önemli bir hammadde kaynağıdır. Sahip oldukları değerli içerikler sebebiyle farklı kullanım alanlarında yer almaktadırlar [8]. Bitkisel kökenli yağlar insan beslenmesinin %91.7 si gibi büyük bir kısmını karşılamaktadırlar. Hayvansal kökenli yağların üretiminin pahalı olması bitkisel kökenli yağların daha çok tercih edilmesinin de sebeplerindedir [19].

Yağlı tohumlardan yağ eldesi sonucu kalan küspeler ham protein bakımından zengin oldukları için hayvan beslenmesinde önemli yere sahiplerdir. Dünyada 200 milyon ton yağlı tohum küspesi üretilmektedir fakat ülkemizde yağlı tohumların yeterli olmaması sebebiyle yem sanayinin gereksinimlerini karşılayamamaktadır. Bundan dolayı yurt dışından her yıl binlerce ton küspe ithalatı yapılmaktadır [19].

Yağlı tohumlu bitkilerden soya ve yerbıstığı havanın serbest azotunu köklerinde yaşıyan Rhizobium bakterileri sayesinde toprağa bağlamaktadırlar. Baklagil bitkisi olan bu yağlı tohumlar böylelikle hem kendi ihtiyaçları olan azotu karşılamaktadırlar hem de kendisinden sonra ekilecek olan bitkiler için toprağın azot ihtiyacını gidermiş olurlar. Toprak verimliliğinde de bu sayede artış görülmektedir. Birtakım araştırmalar sonucunda soya yaklaşık olarak %25-30 kg azotu, yerbıstığı %20-25 kg azotun havadan bitkiye transferini sağlamaktadır [19]. Bu bitkilerin hasadı sonrasında saptardaki protein oranının fazla olmasından kaynaklı olarak hayvan yemi olarak kullanılmaktadırlar. Beslenme değerleri buğday samanına göre çok daha ykseklerdir.

Kolza ve ayçiçeği diğer yağlı tohum bitkilerden farklı olarak döllenme özelliğine sahiplerdir. Her iki yağlı tohumun çiçeklenme süreleri fazla olduğundan çok daha uzun süre nektar kaynağı olacağından arılar tarafından da tercih edilmektedirler. Kolzanın çiçeklendiği dönemlerde arıların nektar toplayacağı çok fazla bitki çeşidi olmadığından bal arısı yetiştiriciliğinde kolza önemli bir yere sahiptir [8].

Yağlı tohumlar sanayi sektöründen ilaç, sabun, inşaat malzemeleri, kozmetik ürünleri, deterjan, şampuan, zirai ilaçlar, plastik, tutkal, kâğıt, mürekkep üretimi gibi alanlarda yer aldıklarını görebiliriz [19].

Yağların kısa zincirli alkol ile katalizör eşliğinde gerçekteştirilen reaksiyon sonucu açığa çıkan ürüne biyo-dizel denir. Biyo-dizel bir yakıt ürünüdür. Son yıllarda petroldeki artışlardan dolayı bir anda gelişmiş ülkelerde petrole alternatif arayışlarına girilmiştir. Bu arayışların sonucu alternatif olarak bitkisel yağlardan biyo-dizel üretilmiştir.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dowd ve Farve 7 farklı ihlamur ağacı tohumunun yağ asidi bileşimini çalışmışlardır. Çözücü olarak hekzan kullanarak yağı ekstrakte etmişlerdir. Yağ asidi bileşimini GC sistemi ile yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada yağ asitleri oranlarını linoleik asit için (49-60%), oleik asit için (16-22%) ve palmitik asit için (8-10%) aralığında bulmuşlardır. Bu yağ asitlerine ilaveten siklopropenoid asidi (stersulik and malvalik asitler) 6 ve 17% aralığında bulmuşlardır [24].

Arbi Nehdi tarafından Washingtonia filifera meyvelerinin besin analizleri incelenmiştir. Sonuçlar W.Filifera meyvelerinin önemli bir diyet mayası olma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın amacı: Akdeniz bölgesinde, tam olarak Tunus ta meydana gelen W.filifera tohum meyvesinden çıkarılan yeni yağın kimyasal bileşimi üzerine ışık tutmak ve besleyici ve endüstriyel kullanımlarını belirlemektir. Ayrıca fiziko kimyasal özellikleri, yağ asidi, sterol, tokoferol ve triaçilgliserol profillerini, UV ışınları ile görünür spektrumlarını ve tahum yağının DSC analizleri yapılmıştır [25].

Gıda Bilimi ve Teknolojisindeki Eğilimler 17 (2006) dergisinde yapılan çalışmanın amacı: Kapsamlı olarak incelenen doğal antioksidanlar, meyveler ve sebzeler, tohumlar, tahıllar, şarap, çay, zeytinyağı ve aromatik bitkiler, geleneksel ürünler, tarımsal yan ürünler, bitkisel çaylar, soğuk preslenmiş bitkisel yağlar gibi yaygın olarak incelenmeyen ve değerlendirilmeyen bitki kaynaklarındaki antioksidan fenollerin varlığına ilişkin bulguların bir özetini sunmaktır. Besinsel önemi olan veya sağlığın teşviki ve uygulamalarının radikallerin neden olduğu zararlara karşı korunma potansiyeline sahip diğer daha az bilinen hammaddeler. Bu hedef, mevcut ürünlere göre daha iyi geleneksel ürünlerin değerlendirilmesi ve mevcut olan sınırlı veri kompozisyonu ve popülasyonlar arasındaki farklı kültürel tercihler göz önünde bulundurularak, antioksidan tüketim verilerinin doğruluğunu arttırmak için bileşik veri tabanları geliştirmek için mevcut ihtiyaçlara uygun olarak belirlenmiştir [26].

Bertrand Matthäus ve Mehmet Musa Özcan bazı meyve tohum yağlarının E-vitamin aktif bileşiklerinin yağ İçeriği, yağ asitleri ve dağılımlarını incelemişlerdir. Öncelikle yağ içeriği, yağ asidi bileşimi ve gıda işleme endüstrilerinin (keten tohumu, kayısı, rezene, fıstık, elma, pamuk, ayva ve chufa) tipik yan ürünleri olan seçilmiş Türk tohumlarının vitaminE-aktif bileşiklerinin dağılımlarını belirlediler. Yağ içeriği, ISO 659: 1998 yöntemine göre belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonu, ISO standardı ISO 5509: 2000 ile belirlendi. Vitamin-E-aktif bileşiklerin belirlenmesi için, 25 mL nheptanda 250 mg yağ çözeltisi doğrudan HPLC

için kullanılmıştır. Özet olarak, meyve ve sebze işlemeden elde edilen tohumlar gibi ham maddelerin, insan beslenmesinde veya teknik uygulamalarda yağ asitleri ve vitamin-E-aktif bileşiklerin tedarikçileri olarak kullanılabilen bitkisel yağların üretimi için ilginç ve değerli kaynaklar olduğu sonucuna varılabilir [27].

Ona Nivinskiene, Rita Butkiene, Alena Gudalevic, Danute Mockute, Vilma Meskauskiene and Banga Grigaliunaite: Kentsel çevrenin *Tilia cordata* esansiyel yağının kimyasal bileşimi üzerindeki etkisini incelemiştirlerdir. Ekolojik temiz lokalitelerden ve şehir çevresinden (Vilnius şehri) toplanan *Tilia cordata* çiçeği esansiyel yağlarının bileşimi GC-MS ile analiz edildi. Uçucu yağlardaki başlıca farklılıklar, oksijenli bileşiklerin (monoterpenler, seskiterpenler, alifatikler ve diğerleri) analizi sırasında fark edildi. İhlamur bitkisinin temiz lokalitelerden elde ettiği uçucu yağlar,% 47.3-55.0 oranında oksijenli bileşen içerirken, çini kaplı kaldırımlarda yetişen ağaçlardaki çiçek yağları bu bileşiklerin sadece% 20.6-27.7'sini içeriyordu. İhlamur çiçeği yağlarında belirlenen ana bileşenler 3-p-menen, nonanal, nonanoik asit, äcadinen, heksahidrofarnesil aseton, kauren, alifatik hidrokarbonlardır (C₂₀H₄₂ - C₂₄H₅₀). Tanımlanan bileşikler yağların% 73.4-97.7'sini oluşturduğunu gördüler [28].

Vermaak , G.P.P. Kamatou , B. Komane-Mofokeng , A.M. Viljoen ve K. Beckett ticari önemi olan Afrika tohum yağlarını ve kozmetik uygulamaları üzerinde çalışmışlardır. Çeşitli bitki türlerinden ekstrakte edilen tohum yağları, yüksek yağlı asit kompozisyonları nedeniyle, kozmetik ürünlerde yaygın olarak içerilmektedir. Kozmetik uygulamalara vurgu yaparak, botanik yönleri, kullanımları, fiziko-kimyasal özellikleri ve yağ bileşimi ve altı ticari açıdan önemli türün biyolojik aktivitesi gözden geçirilmiştir [29].

Tilia americana ve Linden Ailesi: *tilia americana*'nın botanik özellikleri, çevresel koşulları ve ismini nerden aldığı hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Ağacın yenilebilir yaprakları çiftlik hayvanları ve insan tüketimi için kullanılmıştır ve fidan, bükülebilir iç kabuk (çıban) halatlar, kordonlar, paspaslar ve ağlar için önemli bir kaynaktır. Bir bast kaynağı olduğu için "basswood" ortak adı türetilmiştir. İhlamur tohumu kabuğundan elde edilen yağ ekstrakte edilmiş ve zeytinyağının yerine kullanılmıştır. Güzel ihlamur ağacı beyazdır, kokusuzdur ve canlanır. Kentucky şampiyonu ağacı Lexington Mezarlığı'nda. *Tilia*, cins adı tüy, ptilon için Yunanca kelimedenden türetilmiştir ve uzun, tohum taşıyan bract anlamına gelir. Ortak adı, ihlamur, fi fius iç kabuğuna atıfta bulunan, bükülebilir, lindlen Latin kelimesinden türetilmiştir [30].

Toker C., Toker G., Yılmaz R., Ihlamur (Tilia) meyvaları üzerinde morfolojik ve anatomik çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarında, Türkiye’de yetişen Tilia türlerinin (T. argentea, T. platyphyllos ve T. rubra) meyvalarının morfolojik ve anatomik yapılarını incelemişlerdir. T. argentea, T. platyphyllos meyvalarını Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi bahçesinden, T. rubra meyvaları Kızılcahamam Orman İşletmesinden Ağustos ayı sonunda toplamışlar ve toplanan meyvaları kurutmuşlardır. Daha sonra kurutulmuş meyve durumundaki dane sayıları tespit edilmiş ve dane çapları ve braktelerin en ve boyları ölçülmüştür. Sonraki aşamada meyvalara parafin metodunu uygulayarak Leitz Kızaklı Mikrotom ile 10µm kalınlıkta kesitler almışlardır. Alınan bu kesitlere belli yöntemlerle ikili boyama yapılarak ışık mikroskopunda incelemeler yapılmış ve mikrofotograflarını çekmişlerdir. Bu mikrofotograflardaki sonuçlara göre Tilia türlerinin meyvalarını morfolojik ve anatomik olarak karşılaştırmışlardır. Brakte genişliği açısından türler arasında açık bir fark gözlemlemişlerdir [31].

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1 Materyal

4.1.1 Örneklerin toplanması

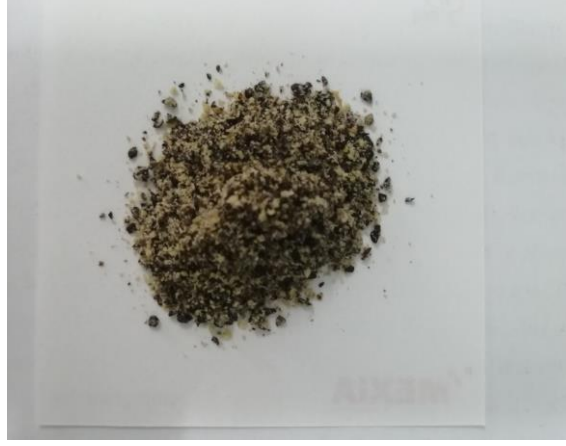
Malatya İnönü üniversitesi kampüsünde mevcut ıhlamur türlerinden tohumlar toplanmıştır. Toplanan tohumlar kabuklarından ayrıştırılarak kapaklı kaplarda deneyler için saklanmıştır.



Şekil 4. 1 : Ayıklanan ıhlamur tohumlarının kabukları ve ayıklanan ıhlamur tohumlarının içleri

4.1.2 Yağ eldesi

Mevsim döneminde ıhlamur çiçekleri tohuma dönüştükten sonra toplanmıştır. Tohumları kabuk ve iç olarak ayrılmıştır. İç tohum agat havanında öğütüldükten sonra elenmiş ve tane boyutları 0.6-1.0 mm olunca analizleri yapılmıştır. Ihlamur tohumlarının yağ içerikleri AOCS standartlarına göre belirlenmiştir. Yağ içeriğinin bulunmasında Soxhlet düzeneği kullanılmıştır. Soxhlet düzeneği Şekil 4.3' de görüldüğü gibidir.



Şekil 4. 2 : Deneyler için agat havanda öğütülmüş ıhlamur tohumu çekirdeği

Yağ içeriğinin belirlenmesi için 10gr öğütülmüş tohum Soxhlet cihazının ekstratör bölümüne kartuş içinde yerleştirilir. Cam balona solvent olarak kullanılacak kimyasal madde konulur. Isıtıcı yardımıyla bu maddenin buharlaşması sağlanır. Buharlaşan çözen ekstraksiyon kolonundan geçerek geri soğutucuya ulaşır. Geri soğutucu da yoğunlaşan çözen tekrar ekstraksiyon kolonuna gelerek kartuş içerisinde bulunan maddeyi çözer ve cam balona döner. Bu işlem sürekli tekrarlanarak ekstraksiyon tamamlanmış olur. Ekstraksiyondan sonra çözücü balondan uzaklaştırılmış ve balon tekrar tartılarak elde edilen yağ içeriği miktarı üzerinden tohum yağ içeriği hesaplanmıştır. Bu işlem basamaklarından çözücü olarak hekzan, aseton ve etil alkol kullanılmıştır. Buharlaştırıcı olarak Labota 4000-efficient Heidolph, USA kullanılmıştır.



Şekil 4. 3 : İhlamur tohumu yağı soxhlet deney düzeneğimiz

4.2 Yöntem

4.2.1 İhlamur tohumunda yapılan analizler

Deney numunelerinden dış kabuk, yağlı tohum, yağlı alınmış posa için aşağıdaki analizler yapılmıştır.

4.2.1.1 Kül tayini

Kül tayini TS-EN ISO 2171 standartına göre yapılmıştır. Öğütülmüş olan ıhlamur tohumundan kroze yaklaşık 1 gr konularak 650 C de kül fırınına yerleştirildi. Oksijen girişi gerçekleşmesi amacıyla kül fırınının kapağı açılıp kapatılır. Kroze içerisindeki agat havanda öğütülmüş ıhlamur tohumunda tam yanma gerçekleşene kadar fırında kalır. Kül fırınından çıkarılan ürün desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan kroze konulur. Aynı işlemler ıhlamur tohumu kabuğu, yağlı alınmış ıhlamur iç tohumu içinde tekrarlanmıştır.

$$K = 100 \times ((W_T - W_C) \cdot 100) / ((100 - M_0) \cdot W_S)$$

K : Kuru madde bazında kütlece kül miktarı (%)

M₀ : Tohum nemi (%).

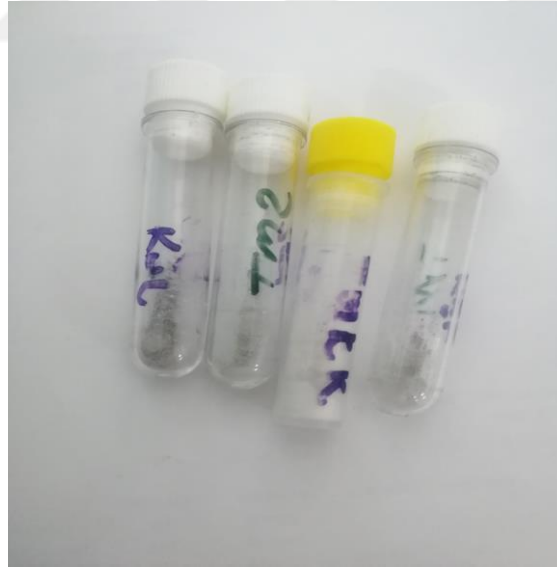
W_C : Kurutma kabının ağırlığı (g).

W_T : İşlem sonrası kap ve tohumun toplam ağırlığı (g).

W_S : Tohum miktarı (g).



Şekil 4. 4 : Fırında yakma İşlemi



Şekil 4. 5 : Yanmış örneklerin tüplere alınması

4.2.1.2 Sabunlaşma sayısı

Sabunlaşma sayısı, 0.5 g yağın sabunlaşması için gerekli olan KOH'ın mg cinsinden ağırlığıdır. Balon içerisine 0.001 duyarlılıkta 0.5 g öğütülmüş tohum tartılır. Üzerine 6.25 ml 0.5 N etanollü KOH Çözeltisi ilave edilir. Yaklaşık 1 saat soğutucuya konulur ve zaman zaman karıştırılmak

suretiyle yavaşça kaynatılır. Balon geri soğutucu düzeneğinden alınıp sıcak haldeki sabun çözeltisine 4-5 damla fenol ftalein ilave edilerek 0.5N H₂SO₄ çözeltisiyle fenol ftaleinin kırmızı rengi kaybolana kadar titre edilir.

Sabunlaşma sayısı = (V_k - V) x 28.05 mg KOH / g yağ

V_k= Tanık deneyde harcanan H₂SO₄ miktarı, ml

V= Örnek için harcanan H₂SO₄ miktarı, ml

m= örnek miktarı, g

Kullanılan kimyasal maddeler:

- Fenol ftalein (% 1' lik Etanolde)
- 0.5 N Etanollü KOH çözeltisi
- 0.5 N H₂SO₄ çözeltisi

4.2.1.3 Elementel analizler (CHNS/O)

Element analizi doğada bulunan temel elementlerin analizinde kullanılmaktadır. Analizör ile karbon, hidrojen, azot, kükürt ve oksijen içeren organik numunelerde kantitatif tayin yapılmaktadır. Çalışma prensibinin temeli numunenin yüksek sıcaklıkta ($\geq 1100^{\circ}$ C) yakılarak gaz haline dönüştürülmesine dayalı çalışmaktadır. taşıyıcı ve inert olarak bir gaz ile kromatografi kolonun gönderilir ve gaz halinde bulunan numune oksijenle yakılmaktadır. Bu işlemin tam olarak gerçekleşmesini sağlamak için yükseltgenme ve indirgenme bölgesinden geçirilir. Daha sonra C, H, N ve S elementleri CO₂, H₂O, N₂ ve SO₂ gazlarına dönüşümleri sağlanır. Burada dönüşümü sağlanan gazlar termal iletkenlik detektörüne gönderilerek gazların miktarına orantılı olarak ölçülen elektrik sinyalleri kayıt edilmektedir. Elde edilen elektrik sinyalleri spektrumda elde edilen eğri alanlarıyla orantılı olarak elementel analiz bilşimlerinin yüzdeleri elde edilmiş olmaktadır.

Oksijenin tayininde ise farklı olarak numune hidrojen-helyum gaz karışımı ile piroliz edilmektedir. Piroliz sonucunda oksijen içerikli tüm ürünler katalizör ile karbon monoksit dönüştürülürerek elementel analiz yüzdesi hesaplanmaktadır [32].



Şekil 4. 6 : Leco CHNS-932 elementel analiz cihazı

4.2.1.4 X- ışınları toz kırınımı yöntemi (XRD)

X-Işını Kırınım yöntemi (XRD), her bir kristal fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak X-ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırmasına dayalı bir yöntemdir. Parmak izi yöntemi gibi her kristal faz için kristali tanımlayarak çalışmaktadır [32].

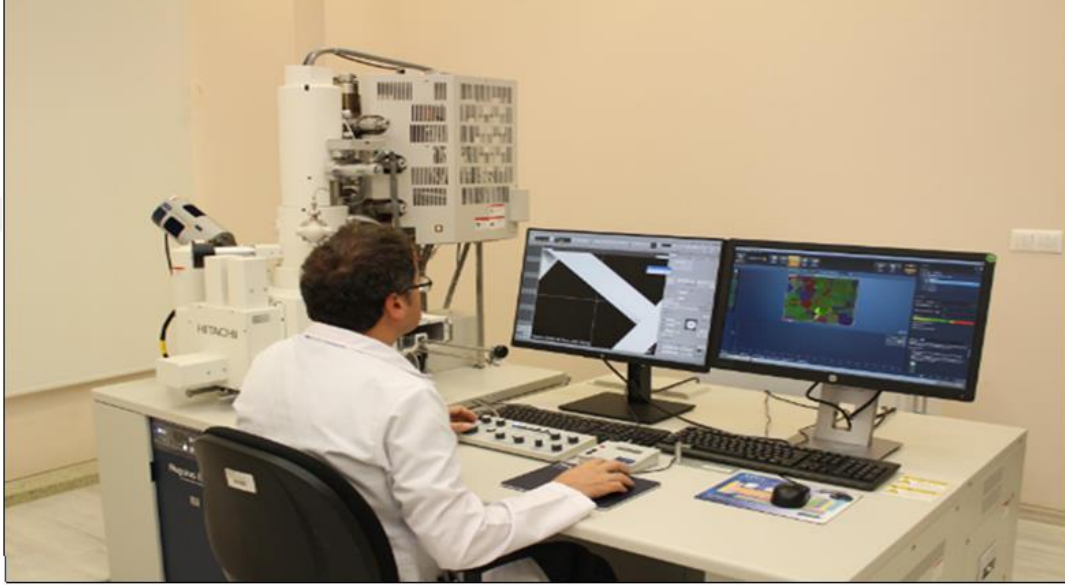


Şekil 4. 7 : X ışınları toz kırınımı cihazı

4.2.1.5 Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

Temelde insan gözünün göremediği parçaları sınırlı büyüme yapabilen merceklerin yerine çok yüksek detaylandırma gücüne sahip cihazlarla görüntü sağlamamız artık imkansız değildir.

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) bu amaçla üretilmiştir. SEM üç kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar taramalı elektron mikroskobu optik kolon, numune hücresi ve görüntüleme sistemlerinden oluşmaktadır. Günümüzde birçok alanda kullanıldığını görmekteyiz. Cihaz elektronları yüksek voltaj ile hızlandırır bu elektronlar örnek üzerine yönelir. Yönelen elektronların numunedeki atomlarla oluşacak etkileşimlerinin bir toplayıcıda uygun alıcılara toplanması sağlanarak uygun alıcılara katot ışınlarının ekrana ordanda sinyale dönüştürülmesine ve bilgisayar ekranına aktarılmasına dayanarak çalışan bir cihazdır [32].



Şekil 4. 8 : Taramalı elektron mikroskobu

4.2.1.6 Fourier transform infrared spektrofotometresi (FTIR)

Belli dalga boylarındaki ışınlar moleküller üzerine geldiğinde moleküllerde dönme ,titreşim ve buna bağlı olarak elektronik özellikleri değişiklikler meydana gelir. Elektronik değişimleri UV spektroskopisi incelerken dönme ve titreşim seviyelerindeki farklılıkları IR spektroskopisinde incelenmektedir. İnfrared spektroskopisi geçirgenliğe karşı dalga boyunu kaydeder ve bize bir spektrum olarak gösterir. Bu grafik 400- 4000 arasındaki dalga boyunda bir spektrumdur. Bu spektrumdaki 400-1200 nm arasındaki bölge parmak izi bölgesi olarak adlandırılır. Bu bölgede moleküllerin kendine has titreşimleri vardır. 1200-4000 nm arasında ise moleküldeki gruplar ayrı ayrı titreşimler meydana getirirler.

IR spektroskopisi yaygın ve geçerliliği evrensel olarak bilinmektedir. Az numune gereksinimi ve ekonomik olması üstünlüğü ve yaygınlığının en önemli sebeplerindedir.

Özellikle maddenin saflık kontrolünde, yapı tayini, atomlar arası bağ bulunması ve kalitatif analizlerde sıklıkla kullanıldığını görebiliriz [32].



Şekil 4. 9 : Fourier Transform İnfrared Spektrofotometresi

4.2.1.7 Yağ asidi bileşenleri analizi

Yağ asidi analizleri için önceden soxhlet ekstraksiyonu ile elde ettiğimiz yağı cam tüplere yağlardan her bir çeşidi için 10 g tartarak 15 ml'lik ağzı kapaklı plastik santrifüj tüpüne alınarak analiz için hazırlanmıştır. Üzerine 10 ml n-hekzan eklenerek ve kapağını kapattıktan sonra hızlıca çalkalanmıştır. Tekrar üzerine 0.5 ml 2N metanollü KOH çözeltisi eklenmiş ve tekrar çalkalama işlemin gerçekleştirilmiştir. Üst faz berraklaşana kadar beklenerek (1-2 saat, karanlık ortamda bekletilmeli) üst fazı enjeksiyonla vialine alınmıştır. Örneklerimiz analiz cihazı için hazır duruma getirilmiştir.

Yağ asitleri kompozisyonu kromatografik cihazlarla belirlenmekte ve bu amaç için ağırlıklı olarak Gaz Kromatografi (GC-FID (Alev İyonlaştırma Dedektörü) sistemi tercih edilmektedir [32].



Şekil 4. 10 : SHIMADZU GC-2010 PLUS

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çizelge 5. 1 : Deneysel kısaltmalar

TMET	Etil Alkolle ekstrakte edilen tohum yağı
TM1H	Hekzanla ekstrakte edilen tohum yağı
TMAS1	Asetonla ekstrakte edilen tohum yağı
TM3H	Hekzanla ekstrakte edilen tohum yağı
TMAS2	Asetonla ekstrakte edilen tohum yağı
TMK	Öğütülmüş kabuk
TM	Öğütülmüş yağlı iç tohum
TMKK	Öğütülmüş kabuk külü
TMTK	Öğütülmüş yağlı iç tohum külü
TM1	Hekzanla ekstrakte edilip yağı alınmış tohum içi
TM2	Asetonla ekstrakte edilip yağı alınmış tohum içi
TM3	Hekzanlı ekstrakte edilip yağı alınmış tohum içi
TM4	Asetonla ekstrakte edilip yağı alınmış tohum içi
TM5	Etil alkolle ekstrakte edilip yağı alınmış tohum içi
TMKÜL	Öğütülmüş yağlı iç tohumun külü

5.1 Yağ Ekstraksiyonu

Tohumlar toplandıktan sonra kabuklarından ayrıştırılarak iç çekirdek verimi hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamada iç çekirdek verimi ağırlıkça %37 iken dış kabuk verimi ağırlıkça %64 olarak elde edilmiştir. Soxhlet ekstraksiyonu ile belirlenen % yağ oranları Çizelge 5.2' de verilmiştir.

Çizelge 5.2 : Farklı maddelerle ekstrakte edilen tohum içlerinin % yağ oranları

	% Yağ verimleri
TM1H	30
TMAS2	31
TM3H	27.30
TMAS2	25
TMEt	33

Çizelge 5.1 incelendiğinde en yüksek yağ verimi çözücü olarak etil alkol kullanılarak elde edilmiştir. etil alkol yağ veriminin diğerlerine göre yüksek çıkması yapı içerisindeki suyun etil alkolde çözünmesiyle açıklanabilir. Nitekim aseton verimi de hekzandan yüksek çıkmıştır. Hekzan içerisinde su çözünmediği için verim düşük çıkması beklenen bir sonuçtur. Endüstride yağlı tohumlarda yağ eldesin de hekzan kullanılması da bu nedenledir. Hekzan ekstraktının ikinci yağ alınlarındaki yağ verimlerinin bir öncekine göre düşük çıkmasını tohumun nemli olmasını sebep gösterbiliriz.

5.2 Kül Tayini Sonuçları

Çizelge 5.3 incelendiğinde ekstraksiyon sonucu yağı alınmış posanın kül değerlerinin sonuçlarında birbirine yakın değerler elde edilmiştir. bunun nedeni yağ veriminde suyun çözücüye geçtiği ile ilgili yorumları desteklemektedir. Yağlı iç tohumun külünün düşük çıkması beklenen bir sonuçtur. Yağ verimi dikkate alındığında yapılan deneysel sonuçların doğruluğunu desteklemektedir. TMKK olarak verilen kabuk külü ise diğer biyokütle kabuklarına göre düşük çıkmıştır.

Küllerin pH ölçümü için yaklaşık 0.5 gram kül 25 ml su ile karıştırılarak durulmaya bırakılmış ve berrak kısımda pH metre ile ölçüm alınmıştır. Tüm küllerin pH değerlerinin pH metre ölçülmüş olup pH değeri 12 ve üzerinde çıkması bu küllerin bazik yapılı olduğunun göstergesidir.

Çizelge 5.3 : Yağı alınmış ıhlamur tohumlarında, ıhlamur kabuğunda, yağlı iç çekirdekteki kül değerleri ve % kül oranları

% Kül oranları	
TM1KUL	%5.91
TM2KUL	%5.84
TM3KUL	%5.85
TM4KUL	%5.80
TM5KUL	%5.50
TMTK	%4.55
TMKK	%2.1

5.3 Yağlarda Sabunlaşma Sayısı

Tanım olarak sabunlaşma sayısı, 1gr yağın sabunlaşması için gerekli potasyum hidroksitin mg olarak ağırlığıdır. Yağların sabunlaşma sayısı, yağ asitlerinin zincir uzunlukları, yani malekül ağırlıkları ters orantılıdır. Uzun zincirli yağ asitlerinin esterleri olan yağların sabunlaşma sayıları, kısa zincirli yağ asitlerinin esterleri olan yağların sabunlaşma sayılarından daha düşüktür. Örneğin tereyağında sabunlaşma sayısı yüksektir (210- 235 arasındadır). Hindistan cevizi yağında sabunlaşma sayısı 255, hurma yağında 245' tir. Bunun dışında bitkisel yağların sabunlaşma sayısı genel olarak 200' ün altındadır.

Çizelge 5.4 incelendiğinde hekzan ekstraksiyonundan elde edilen yağın sabunlaşma sayısı diğerlerine göre oldukça düşüktür. Aseton ve etil alkolden elde edilen yağların sabunlaşma sayısının yüksek çıkması ortamdaki su ile asitliğin yükselmesiyle açıklanabilir.

Çizelge 5.4 : Yağlardaki sabunlaşma sayısı sonuçları

	Sabunlaşma sayısı (mg KOH/ g yağ)
TM1H	157.08
TMAS1	241.43
TM3H	196.35
TMAS2	252.45
TMEt	232.48

5.4 İhlamur Tohumu Element Analizi Sonuçları

İhlamur tohumunun ve ekstrakte edilen yağların element analiz sonuçları Çizelge 5.5’ de verilmiştir.

Çizelge 5.5 : İhlamur tohumu element analizi

Numune Kod	Karbon %C	Hidrojen %H	Azot %N	Kükürt %S	Oksijen* %O
TM1	42.86	6.054	7.681	0.458	42.974
TM2	43.47	5.922	3.122	0.123	47.363
TM3	41.80	6.242	8.638	0.615	42.705
TM4	41.06	5.663	4.887	0.307	48.083
TM5	43.68	5.994	5.062	0.261	42.003
TM-ET	75.71	11.36	-	-	12.93
TM-AS1	72.19	10.78	-	-	17.03
TMAS2	73.33	10.81	-	-	15.86
TM-1H	72.75	10.89	-	-	16.36
TM-3H	69.01	10.24	-	-	20.75

***: Farktan hesaplanmıştır.**

Çizelge 5.5 incelendiğinde yağı alınmış iç çekirdeklerin elementel bileşimlerinin azot ve kükürt değerleri dışında farklı olmadığı görülmektedir. Azot açısından zengin olması tohumun amigdalin ve proteince zengin olduğunu göstermektedir. Kükürt değeri yağlı tohumların tamamına yakınında olan ve gerek çimlenmede gerekse beslenmede önemli bir yere sahiptir. Oksijen değerlerindeki farklılıklar azot ve kükürt değerlerindeki farktan kaynaklanmaktadır. Sonuçlar göstermektedir ki yağı alınmış ıhlamur tohumu hem gıda katkılmasında hem de hayvancılıkta yem katkısı olarak kullanılabilir.

Yağı alınmış iç tohumların kül içerikleri tüm örneklerin yaklaşık benzer olup bu sonuç kül bileşimlerinin aynı olduğunu göstermektedir.

Aynı çizelgeden her bir ekstraksiyondan elde edilen yağların elementel analiz sonuçları incelendiğinde; etil alkol ekstraksiyonunda karbon ve hidrojen değerleri diğerlerine göre bşra fazla çıktığı görülmektedir. Muhtemelen etil alkolün çözücü yapısı gereği yağ dışındaki bileşimden etil alkolde çözünen bileşenlerin geçmesi ile açıklanabilir. Aseton ve hekzan için elde edilen her iki ekstraksiyon sonucu elementel bileşim benzer değerlere sahiptir. Yağların tümünde azot ve kükürt olmaması yağ ve çözücüde çözünmeyen organik yapıda olması ile açıklanabilir Nitekim amigdalin suda çözünürken yağlarda çözünmemektedir.

5.5 Ihlamur Tohumu Yağ Analizi Sonuçları

Ihlamur tohumlarının katı sıvı ekstraksiyonu sonucu elde edilen yağların GC-MS ile yapılan yağ asidi bileşimi sonuçları Çizelge 5.6' da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tüm ekstraksiyonlar sonucu ıhlamur tohumu yağının oleik (27,070- 32,557) ve lineleik (40,624- 51,765) asitlerce zengin olduğunu yani; doymamış yağ asitlerce zengin olduğunu göstermektedir. Stearik asit (1,945- 2,547) içeriğinin diğer tohum yağlarına göre düşük olması önemli bir değerdir. Ancak palmitik asit değeri (9,775- 12,750) yüksek olup bunu sebebi bitkilerde yağ oluşumunda ortam sıcaklığı ile açıklanabilir. Ihlamur çiçeği tohumu genellikle temmuz ortasından sonra dönüştüğü için palmitik asidin yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur ılıman bölgelerde yetişen palmitik asidin yüksek olmasının sebebi de ortam sıcaklığıdır [33].

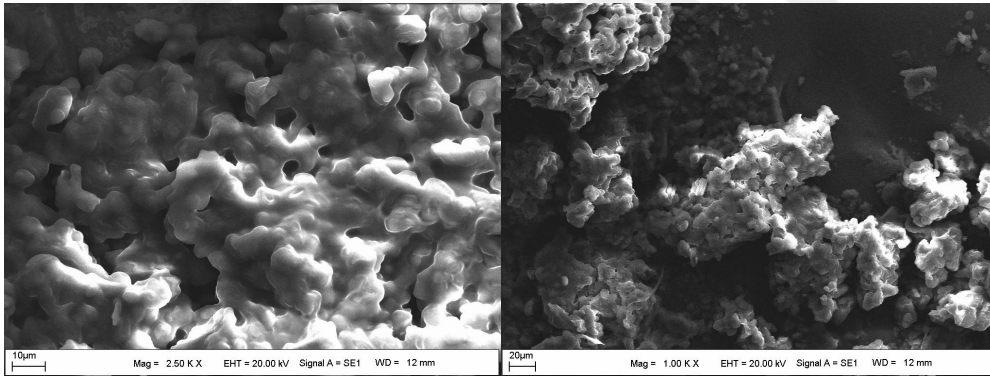
Çizelge 5.6 : Yağ asidi analiz sonuçlar

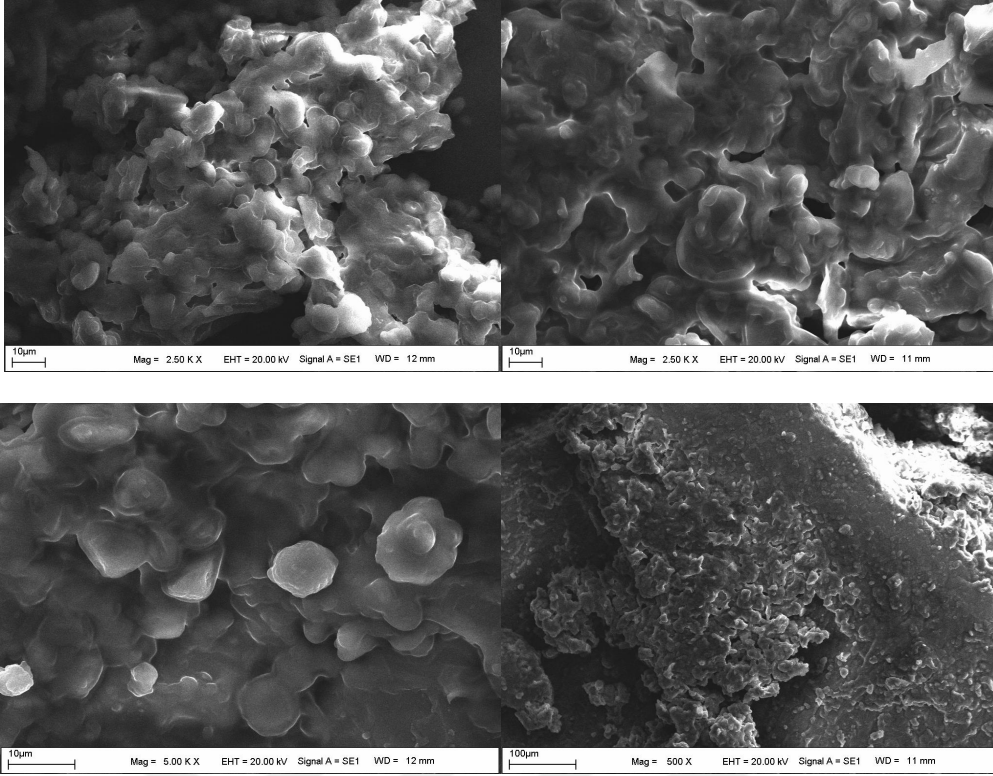
Yağ Asidi	TM1H %(M/m)	TMAS1 %(M/m)	TMAS2 %(M/m)	TM3H %(M/m)
C4:0 (butyric)	0.097	0.257	0.362	0.238
C6:0 (caproic)	0.456	0.188	0.185	0.276
C14:0 (myristic)	0.310	0.419	0.348	0.358
C15:1(cis-10- pentadecanoic)	0.000	0.000	0.000	0.000
C16:0 (palmitic)	12.750	10.801	9.775	11.108
C16:1(palmitolcic)	0.135	0.124	0.116	0.125
C17:0 (heptadecanoik)	0.092	0.078	0.066	0.078
C17:1 (cis-10- heptadecanoik)	1.150	0.869	0.880	0.966
C18:0 (stearic)	2.547	1.945	2.050	2.180
C18:1n9t (elaidic)	2.329	2.811	3.083	2.741
C18:1n9c (oleic)	32.557	27.813	27.070	29.147
C18:2n6t (linolelaidic)	1.651	0.067	2.368	1.362
C18:2n6c (linoleic)	40.624	51.765	50.611	47.666
C20:0 (arachidic)	0.148	0.105	0.133	0.128
C18:3n6 (a- linolenic)	0.250	0.315	0.266	0.277
C18:3n3 (g- linolenic)	0.302	0.372	0.461	0.378
C20:2 (cis-11,14- eicosadienoic)	0.070	0.073	0.081	0.318
C22:0 (behenic)	0.058	0.037	0.048	0.047

C23:0 (tricosanoic)	0.000	0.000	0.046	0.015
C24:0 (lignoceric)	0.000	0.000	0.032	0.0011
C20:5n3 (cis-5,8,11,14,17-eicosapentaoic)	0.607	0.208	0.232	0.349
C24:1 (nervonic)	1.021	0.327	0.360	0.569
C22:6n3 (cis-4,7,10,13,16,19-docosaeva)	2.472	1.027	1.107	1.535

5.6 Ihlamur Tohumu SEM Analizi Sonuçları

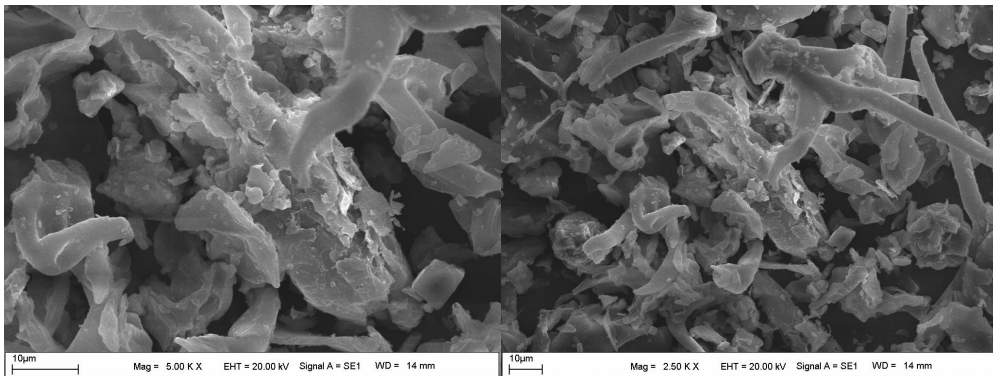
Ihlamur tohumunun yağlı iç çekirdeğinin ve kabuğunun yapısal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan SEM analizi sonuçları Şekil 5.1-2' de verilmiştir.

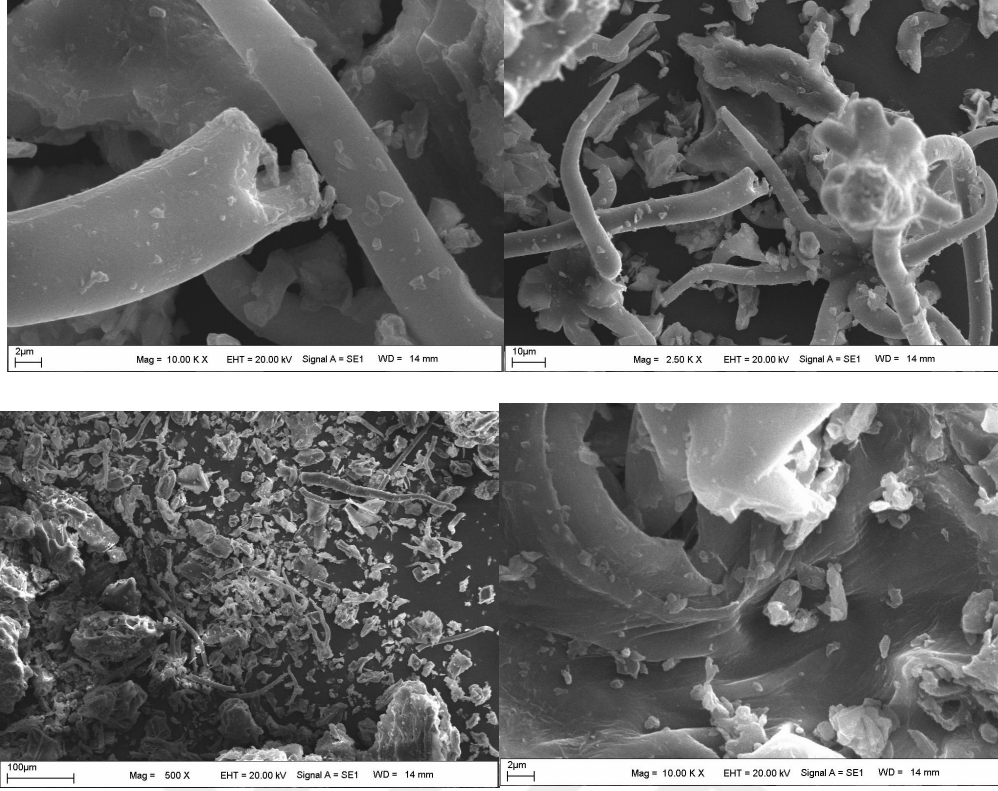




Şekil 5.1 : TM (Öğütülmüş yağlı tohum içi) SEM görüntüler

Yağlı iç tohumlara ait Şekil 5.1’ de SEM görüntüleri incelendiğinde tohumun oldukça homojen yapıda olduğu görülmektedir. Yağların hüresel yapıda olduğu açıkça görülmektedir. Bu yapı ile yağın homojen olarak iç tohumda yer alması materyali çok düşük sıcaklıklarda dahi soğuktan koruduğu gibi yüksek sıcaklıklarda da aşırı sıcaktan korumaktadır. Aynı zamanda tohumdaki yağın filizlenmede bitkinin köklenmesinde önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir.



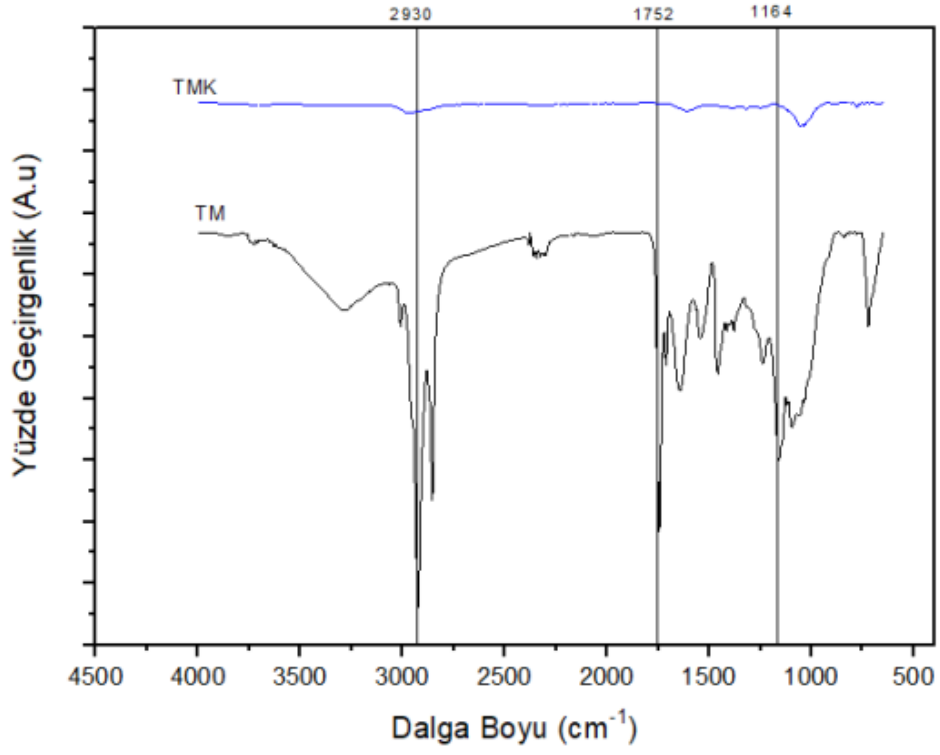


Şekil 5.2 : TMK (Öğütülmüş Kabuk) SEM görüntüleri

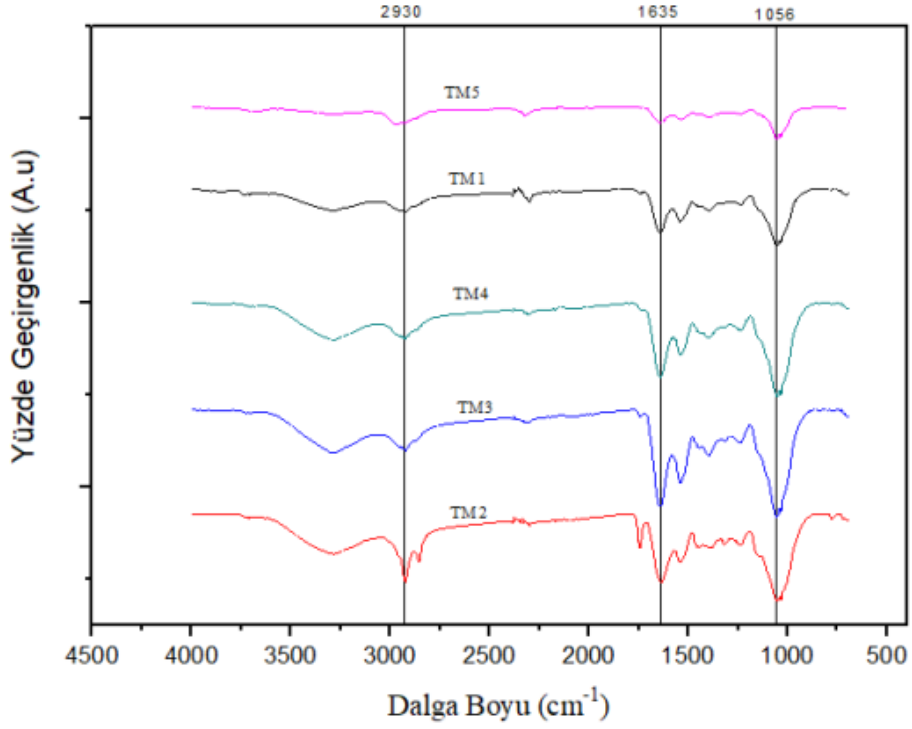
Şekil 5.2’ de verilen öğütülmüş kabuğa ait SEM görüntüleri incelendiğinde selülozik yapılar açıkça görülmektedir. Tüp şeklinde içi boş oluşumlar lignoselülozik yapılar olup içinin boş olması kabuğun dış kısmı ile iç kısmı arasındaki kütle ve ısı transferlerinin gerçekleştiği oluşumlardır.

5.7 İhlamur Tohumu FTIR Analiz Sonuçları

Farklı çözücüler ile ekstraksiyon sonucu kalan yapı alınmış iç tohumlara ait FTIR spektrumları Şekil 5.3’ de verilmiştir. Şekil incelendiğinde genel olarak yapı tamamen benzerdir. Pik boyutlarındaki değişiklikler örneklerin homojenliği açısından ortaya çıkmaktadır. 3250 cm^{-1} civarındaki yayvan pik su hidroksiline ait olup aynı zamandaki selülozik yapıya ait hidroksil titreşimlerine de aittir. 2942 cm^{-1} civarındaki ikili pik alifatik C-H gerilmelerine ait olup bu gerilmeler hem yağ asitlerine ait olup hem de selülozik yapılara aittir. 1078 cm^{-1} civarındaki geniş ve keskin pik inorganik M-O-M ve C-O gerilmelerine aittir. İnorganik yapı içeren organik materyallerde genellikle külün yapısı sonucu ortaya çıkmaktadır.

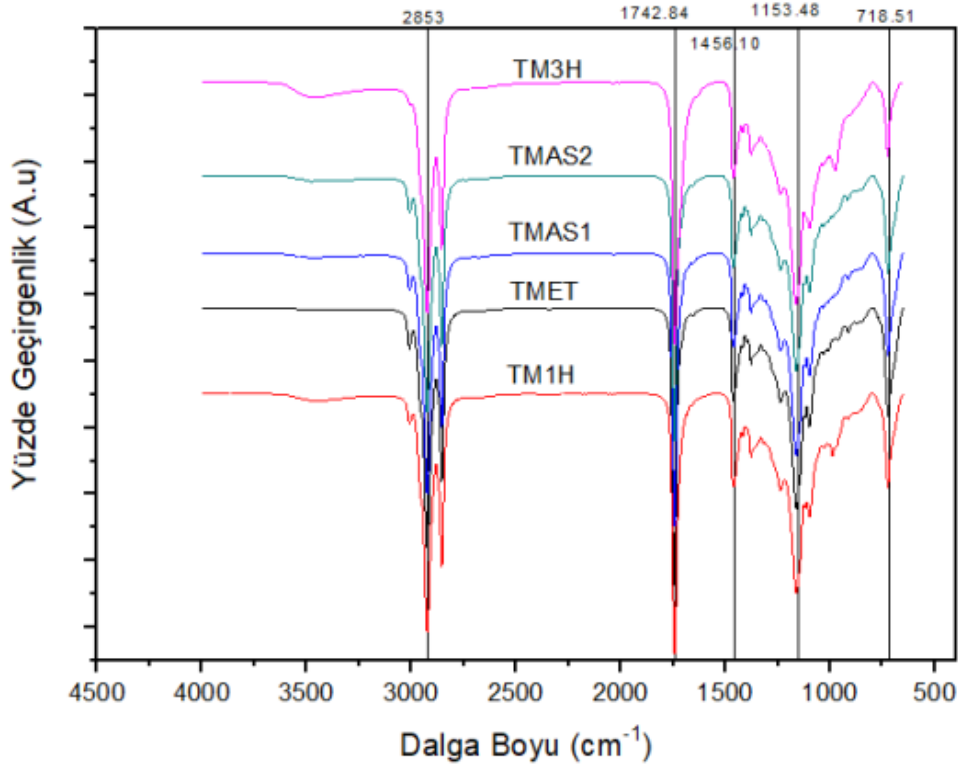


Şekil 5.3 : Öğütülmüş yağlı iç çekirdek (TM) ve öğütülmüş tohum kabuğunun (TMK) FTIR grafiği



Şekil 5.4 : Yağı alınmış iç çekirdeklerin FTIR grafiği

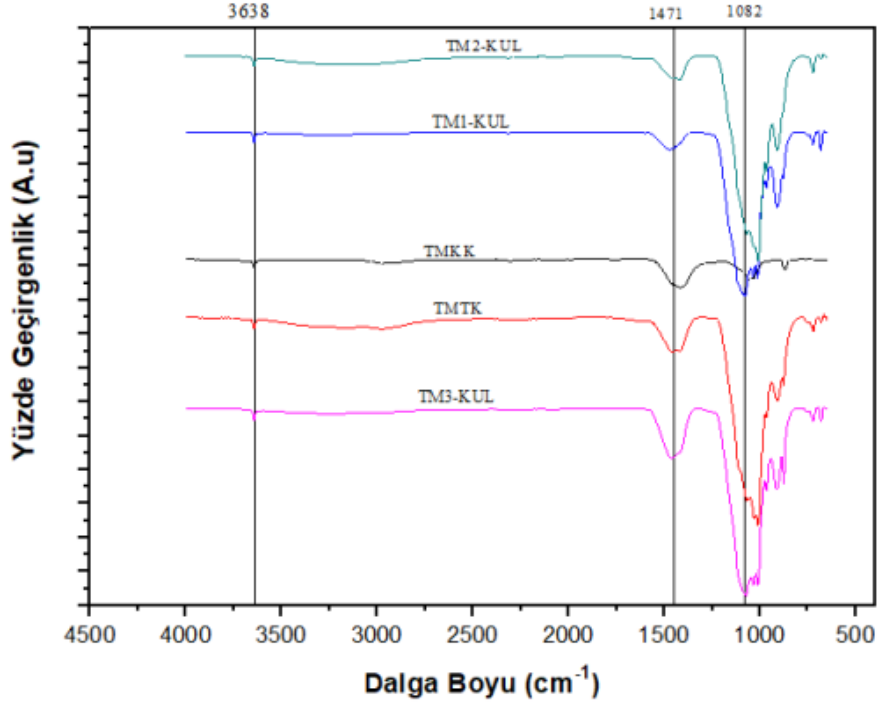
Yağı alınmış iç çekirdeklerin FTIR spektrumu incelendiğinde hekzan ekstraksiyonuna ait TM1 ve TM3 için verilen spektrumun benzer olduğu görülmektedir. 1700 cm^{-1} civarında karboksil grubuna ait -C=O (karbonil) gerilmesi görünmemesi hekzan ile yağ asitlerinin tamamının ekstrakte edildiği sonucu çıkmaktadır. 2940 cm^{-1} civarındaki görülen yayvan pik alifatik -C-H yapılara ait olup selülozik yapılar için atfedilmektedir. 1078 cm^{-1} civarındaki pik ise yağı alınmış iç çekirdeğin inorganik bileşenleri ve C-O-C yapılarına aittir. TM2 ve TM4 aseton ekstraksiyonundan kalan iç çekirdeğe ait olup TM2 örneğinde çok azda olsa yağ asidinin yapıda kaldığını göstermektedir. TM 5 etil alkol ekstraksiyonuna ait olup söz konusu çözücünün iç tohumdan yağın tam olarak alındığı görülmektedir.



Şekil 5.5 : Ekstrakte edilip elde edilen yağların FTIR grafiği

Şekil 5.5’de verilen farklı çözücüler ile elde edilen yağların FTIR spektrumları incelendiğinde 3500 cm-1 civarında çok küçük –OH gerilmesine ait pik görülmektedir. Bu pik muhtemelen yağ içerisindeki çok az miktarda bulunan suya ait olabilir. 2843 cm-1 ve 2917cm-1’deki iki pik yağ asidindeki alifatik C-H gerilmelerine aittir. Her iki pikin keskin ve belirgin olması yapıda yağ asidi dışında başka yapıların bulunmadığını da göstermektedir. 1700 cm-1 deki keskin ve belirgin pik yağ asidindeki karboksil (-COOH) grubuna ait karbonil (-C=O) grubuna ait gerilmedir. 1070 cm-1 civarındaki kısmen geniş pik yağ asidi yapısındaki C-O- gerilmesine aittir.

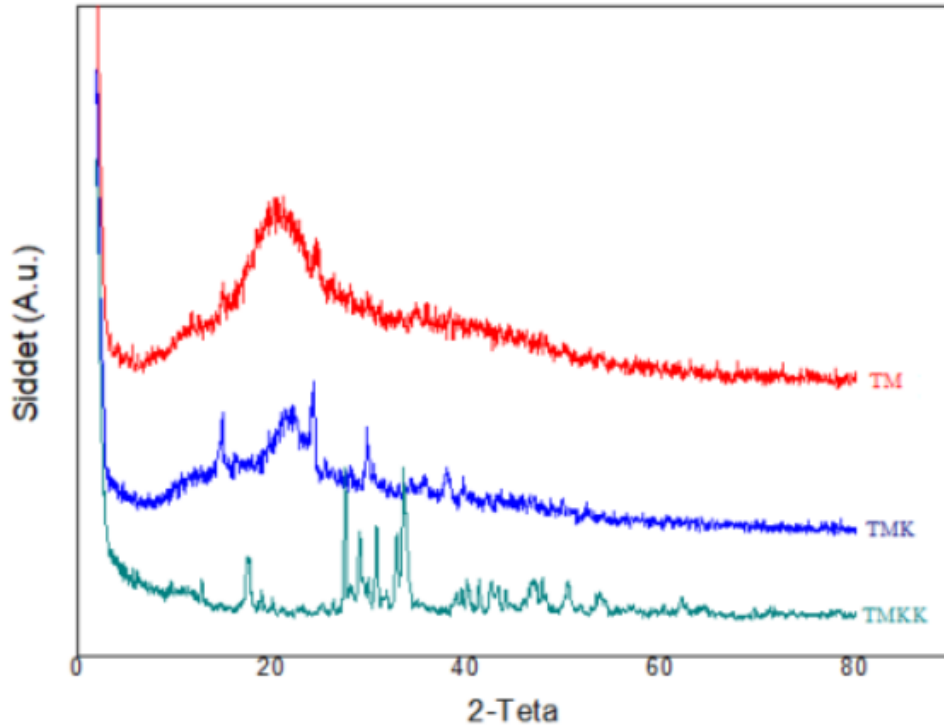
Özetle farklı çözücüler ile elde edilen ıhlamur tohumu yağlarının bileşimi aynı olup bu beklenen bir sonuçtur.



Şekil 5.6 : Kül haline getirilmiş ürünlerin FTIR grafiği

Yağı alınmış iç çekirdeklerin kül değerlerine ait FTIR spektrumları Şekil 5.6'de verilmiş olup şekil incelendiğinde külün inorganik bileşiminin aynı olduğu görülmektedir. 1030 cm^{-1} civarındaki geniş ve büyük pik inorganik yapıdaki M-O-M yapılara ait olup oldukça karakteristik bir piktir. 3284 cm^{-1} civarındaki küçük keskin pik inorganik yapıdaki -OH gerilmesine aittir.

5.8 Ihlamur Tohumu XRD Analiz Sonuçları



Şekil 5.7 : Öğütülmüş yağlı iç çekirdek (TM), öğütülmüş tohum kabuğunun (TMK) ve öğütülmüş kabuk külünün (TMKK) XRD grafiği

Şekil 5.7 incelendiğinde öğütülmüş yağlı iç çekirdeğin hem amorf hem de kristalin yapısal birimler içerdiği görülmektedir. Kristalin birime ait XRD izi 23 2θ civarında olup; öğütülmüş yağlı iç çekirdek (TM), öğütülmüş tohum kabuğu (TMK) yapısında görülürken öğütülmüş kabuk külünün (TMKK) yapısında görülmemesi bu yapının yani inorganik bileşen(lerin) orijinal yapıda kristal yapıda iken malzeme yapıldığında amorf yapıya dönüştüğünü göstermektedir. Muhtemelen inorganik bileşenlerin organik bileşenler ile yapmış olduğu ester yapılara aittir. Yağlı iç çekirdeğin 4 farklı amorf yapı gösterdiği dolayısıyla büyük oranda yapının amorf olduğu, kabuğun selülozik yapısının büyük oranda kristalin olduğu bunun yanı sıra en az 5 farklı amorf yapı gösterdiği ifade edilebilir. Selülozik yapıdaki bu amorf birimler çözünebilir selülozik yapılar, hemiselülozik yapılar ve lignin ile ligno selülozik yapılara ait olduğu ifade edilebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya nüfusunun hızla artması, artan kentleşme, artan teknolojik yenilikler, sosyal hayatın kozmetik ürünlerinin kullanımında öneminin artması tohumlardan elde edilen yağların gıda, kozmetik, sabun, vb alanlarındaki kullanımını hızla artmaktadır.

Endüstriyel yağlı tohumların daha fazla önem kazandığı ortamda gıda ve kozmetik endüstrisi gelecekte tohum yağlarına kaynak olacak yeni hammadde arayışlarını sürdürmektedirler. Tüm ağaçların tohumlarının değerlendirilmesi ön plana çıkmaktadır.

Ihlamur çiçek olarak alternatif tedavide tüketilen önemli bir bitkisel kaynaktır. Ancak toplanmadığı takdirde tohuma dönüşen bir üründür. Yapılan literatür çalışmasında ihlamur tohumu yağı ile çalışmanın yok denecek kadar az olduğu belirlenmiştir.

Yağ asidi içeriği ve verimi ile karakterizasyon sonuçları dikkate alındığında çiçeklerinin toplanmadığı durumlarda ihlamur tohumu ekonomik bir ürün olarak değerlendirilebileceği sonucu çıkmaktadır.

Bu nedenle böyle bir çalışma yapılması zorunlu olmuştur.

Tez çalışması sonunda elde edilen sonuçlar;

1. İnönü Kampüsü içerisinde yer alan ihlamur ağaçlarından toplanan tohumların yağlarının farklı çözücüler (hekzan, aseton ve etil alkol) ile soxhlet düzeneğinde yağları elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucu aseton ile yağ verimi ağırlıkça % 28, hekzan ile % 28,65 ve % 33 etil alkol değerleri belirlenmiştir. Yağ verimlerinin ortalama %30 civarında olduğu belirlenmiş olup doymamış yağ asidi miktarının oldukça yüksek olması yemeklik yağ olarak dahi değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.
2. Sabun yapımından kozmetiğe endüstrisine kadar her sektörde kullanılabileceği açıktır.
3. Tüm ekstraksiyonlar sonucu ihlamur tohumu yağının oleik (27,070- 32,557) ve lineleik (40,624-51,765) asitlerince zengin olduğu, stearik asit (1,945- 2,547) içeriğinin diğer tohum yağlarına göre düşük ve palmitik asit değerinin (9,775- 12,750) olduğu belirlenmiştir.
4. Ihlamur ağacı tohumu yağ asidi bileşiminde ağırlıkça % olarak oleik asit: aseton için 27,442 ,hekzan için 30,852 , palmitik asit: aseton için 10,9545 , hekzan için 11,929 , linoleik asit: aseton için 51,188 , hekzan için 44,145 değerleri bulunmuştur.

5. Sabun sayısı değerleri mg KOH/ g yağ biriminde hekzan için 176,72 ; aseton için 246,94; etil alkol için 232,48 olarak bulunmuştur.
6. Yağı alınmış iç çekirdek kül tayini değerleri ortalama % 5,575 ; kabuk külü farklı olarak % 2.1 olarak bulunmuştur.

Yapılan tez ile ilgili olarak aşağıdaki öneriler yapılabilir.

1. Konu daha detaylı çalışılarak kullanım alanlarına yönelik detaylı çalışmalar yapılabilir.
2. Farklı bölgelerden numuneler alınarak bölgesel yağ verimleri belirlenebilir.
3. Dikili ıhlamur ağacı sayısı Tarım Bakanlığından alınarak ortalama tohum miktarı belirlenebilir ve ıhlamur tohumu yağının endüstriyel ürün olarak değerlendirilebileceği ortaya konulabilir.
4. Ihlamur tohumu yağı daha detaylı çalışılarak uçucu yağ asitleri yanında polifenoller ile birlikte antioksidan kapasite belirlenebilir.
5. Ihlamur çiçeğinin kimyasal bileşimi ile tohumun kimyasal bileşimi arasında ilişki kurulabilecek çalışmalar yapılabilir.
6. Ülkemiz genelinde bölgesel olarak ıhlamur türleri belirlenerek yağ oranları ve yağ asit bileşimi belirlenerek literatüre bilime önemli katkılar sağlanacağı gibi ıhlamur yetiştiricileri için ekonomik katkı sağlanabilecek yeni iç alanları oluşturabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Gizlenci, Ş. & Acar M.** (2019). Yağ ve İnsan Sağlığı İçin Önemi, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun.
- [2] **Ayaz, A.** (2008). Yağlı Tohumların Beslenmemizdeki Yeri, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, *Sağlık Bakanlığı*, 727.
- [3] **Kıllı, F. & Beycioğlu T.** (2019). Türkiye’de ve Dünyada Yağlı Tohum ve Ham Yağ Üretim Durumu Türkiye Yağlı Tohum Üretimine İlişkin Önemli Sorunlar, *Uazimder Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisleri Bilimleri Dergisi*, 1, 17-33.
- [4] <https://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi20/34-39.pdf>, erişim tarihi 18.01.2021.
- [5] **Kadakoğlu B. & Karlı B.** (2019). Türkiye’de Yağlı Tohum Üretimi ve Dış Ticareti, *Asos Journal The Journal of Academic Social Science*, 96, 324-341.
- [6] **Gümrük ve Ticaret Bakanlığı.** (2018). 2017 Yılı Ayçiçeği Raporu.
- [7] **Ergüven, O.C.** (2015). Yağlı Tohumlar ve Bitkisel Yağ Sektörünün Finansal Analizi: Hatay İlinde Bir Uygulama, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12 (29), 258-282.
- [8] **Arıoğlu, H., Kolsarıcı, Ö., Tanju, G., Güllüoğlu, L., Arslan, M., Çalışkan, S., Söğüt, T., Kurt, C. & Arslanoğlu, F.** (2015). <https://docplayer.biz.tr/6219722-Yag-bitkileri-uretiminin-artirilmesi-olanaklari.html> (erişim tarihi 03.12. 2020).
- [9] **Şimşek, E.** (2009). Farklı Kavurma Tekniklerinden Bazı Yağlı Tohum Yağlarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi. (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 245730)
- [10] **Tosun, A. & Özkal, N.** (2000). Kanola, *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 59-76.
- [11] Ticaret Bakanlığı Esnaf Sanatkârlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, (2020). 2019 Yılı Ayçiçeği Raporu, (Erişim tarihi 01. 11. 2020).
- [12] **Kolsarıcıoğlu, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, D. & İşler, N.** (2006). Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretimi, *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, 78:79, 65-78.

- [13] **Serez, C.** (2019). Bazı Yağlı Tohumlarda Otoklavlama ve Mikrodalga Uygulaması Sonucu Korunmuş Protein Düzeylerinin in situ Yöntem Kullanılarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 569377).
- [14] **Arslan, M.** (2010). Üzüm Çekirdeklerinden Enzim Destekli Sulu Ekstraksiyon Yöntemi ile Yağ Eldesi, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 327333).
- [15] **Saraç, M.** (2011). Enzimatik Ekstraksiyon Yöntemi İle Pamuk Yağı Eldesi, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 307036).
- [16] **Sidar, H.** (2011). Menengiç Tohumlarından Yağ Eldesi: Sulu Ekstraksiyona Enzim ve Yüzey Aktif Madde Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 295473).
- [17] **Değerli, B.** (2012). Yerfıstığından Eksrtaksiyon İle Yağ Eldesinde Yüzey Aktif Madde Kullanımının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 323938).
- [18] **Özgün, G.** (2011). Yüksek Oleik Asitli Ayçiçeği Yağının Enzimatik Ekstraksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 349570).
- [19] **Arioğlu H.,** (2016). Türkiye’de Yağlı Tohum ve Ham Yağ Üretimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (2), 357-368
- [20] **Tamtürk P.,** (2013). Farklı Kurutma Yöntemlerinin Ihlamur Çiçeği (*Tilia tomentosa* Moelch.) Uçucu Bileşenlerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 357079).
- [21] **Korkusuz, E. E.,** (2014). Gümüşi Ihlamurun (*Tilia tomentosa* Moench.) Tohum Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 352234).
- [22] **Turan, A.,** (2019). Gümüşi Ihlamur (*Tilia tomentosa* Monech)’ da Farklı Aşılama Yöntemleri ve Zamanların Aşı Başarısına Etkisinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 598048).
- [23] **Koç, S.,** (2018). Yaz Ihlamurunun (*Tilia platyphyllos* Scop.)’ nun Bazı Morfolojik Özellikleri İle Yaprak ve Çiçek Uçucu Bileşenlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 533260).
- [24] **Dowd M.K. & Farve M.C.,** (2013). Fatty acid composition of *Tilia* spp. seed oils, grasas y aceites, *GRASAS Y ACEİTES*, 64 (3), 243- 249.

- [25] **Arbi Nehdi I.**, (2011). Characteristics and composition of *Washingtonia filifera* (Linden ex André) H. Wendl. seed and seed oil, *Food Chemistry*, 126, 197–202.
- [26] Gıda Bilimi ve Teknolojisindeki Eğilimler (2006) 17.
- [27] **Matthäus B. & Özcan M. M.**, (2015). Oil Content, Fatty Acid Composition and Distributions of Vitamin-E-Active Compounds of Some Fruit Seed Oils, *Antioxidants*, 4, 124-133.
- [28] **Nivinskienė O., Butkienė R., Gudalevič A., Mockutė D., Meškauskienė V. & Grigaliūnaitė B.**, (2007). Influence of urban environment on chemical composition of essential oil of *Tilia cordata*, *CHEMIJA*, 18 (1), 44–49.
- [29] **Vermaak, I., Kamatou, G.P.P., Komane-Mofokeng B., Viljoen A.M. & Beckett K.**, (2011). African seed oils of commercial importance — Cosmetic applications, *South African Journal of Botany*, 77, 920–933
- [30] [American Linden | Department of Horticulture \(uky.edu\)](#), erişim tarihi 18.01.2021.
- [31] **Toker, C. M., Toker, G. & Yilmazer R.** (1997). Ihlamur (*Tilia*) Meyvaları Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Çalışmalar, *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 26 (2) 89-94.
- [32] **Nalçacı, S.** (2020). Malatya’da Yetişen Kirazların Tohumlarının Yağ Eldesi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, (YÖK Ulusal Tez Merkezi No: 636380).
- [33] **Samancı, B. & Özkaynak, E.** (2003). Effect of planting date on seed yield, oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *Journal Agronomy & Crop Science*, 189, 359-360.