



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ**  
**ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BAZI MORİNGA OLEIFERA TOHUM YAĞLARININ**  
**FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, YAĞ ASİDİ, STEROL VE**  
**TOKOFEROL İÇERİKLERİ**

**SÜMEYYE GÖKALP**  
**YÜKSEK LİSANS**



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ**  
**ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BAZI MORİNGA OLEIFERA TOHUM YAĞLARININ**  
**FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, YAĞ ASİDİ, STEROL VE**  
**TOKOFEROL İÇERİKLERİ**

**SÜMEYYE GÖKALP**  
**YÜKSEK LİSANS**

**DANIŞMAN**  
**PROF. DR. OSMAN KOLA**

**ADANA 2021**

# ÖZET

## BAZI MORİNGA OLEIFERA TOHUM YAĞLARININ FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, YAĞ ASİDİ, STEROL VE TOKOFEROL İÇERİKLERİ

Sümeyye GÖKALP

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman KOLA

Haziran 2021, 69 sayfa

Tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan moringa bitkisi ve moringa tohumlarının ele alındığı bu tez çalışmasında; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemiyle yağ elde edilmiştir. Farklı iki yöntem ile elde edilen (soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon) moringa yağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanısıra özellikle yağ asidi kompozisyonları, trigliserit içerikleri, sterol dağılımları ve tokoferol içerikleri belirlenmiş ve birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Moringa yağı üretiminde kullanılan ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumların protein değerinin sırasıyla %22.78, %20.66 ve %24.66 ve ham yağ veriminin ise çözgen ekstraksiyonunda %26.46-28.19, soğuk presyon yönteminde ise %24.20-26.30 arasında değiştiği belirlenmiştir. Moringa tohumlarına (ODC, PKM1 ve MOMAX 3) ait yağlarda başlıca yağ asitlerinin Palmitik asit (16:0), Stearik asit (18:0), Oleik asit (18:1n9), Araşidik asit (20:0) ve Behenik asit (22:0) olduğu ve sırasıyla %5.59-7.26, %5.37-5.89, %63.31-70.04, %2.67-3.71 ve %3.82-5.73 arasında değiştiği ve başlıca yağ asidinin Oleik asit (%63.31-70.04) olduğu belirlenmiştir. Moringa tohum yağlarında başlıca trigliserit yapısının triolein (OOO; %35.63-36.50) ve başlıca tokoferolün ise  $\alpha$ -tocopherol (15.88-18.91  $\mu\text{g/g}$ ) olduğu saptanmıştır. Soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ODC, PKM1 ve MOMAX 3 çeşidine ait moringa tohum yağlarında başlıca sterolün ise  $\beta$ -Sitosterol (%39.04-42.11) olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Moringa, moringa yağı, tıbbi ve aromatik bitki, sterol, yağ asitleri, trigliseritler

# **ABSTRACT**

## **PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES, FATTY ACID, STEROL AND TOCOPHEROL CONTENTS OF SOME MORINGA OLEIFERA SEED OILS**

Sümeyye GÖKALP

M.Sc., Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman KOLA

June 2021, 69 pages

The goal of this thesis was to evaluate physical and chemical properties of oils extracted from the seeds of a medicinal aromatic plant, Moringa, by cold pressing and solvent extraction. The seeds of three different Moringa varieties, ODC, PKM1 and MOMAX were used in this study. Several physical and chemical properties as well as fatty acid compositions, triglyceride, sterol and tocopherol contents of the Moringa oils obtained by both cold pressing and solvent extraction from these seeds were determined and compared with each other.

Protein contents of the Moringa seeds, ODC, PKM1 and MOMAX 3 were determined as 22.78, 20.66 and 24.66%, respectively. Crude oil yields were found to range between 26.46 and 28.19% in solvent extraction and between 24.20 and 26.30 % in cold pressing. Main fatty acids in the oils of Moringa seeds were found to be palmitic (16:0) (5.59-7.26%), stearic (18:0) (5.37-5.89%), oleic (18:1n9) (63.31-70.04%), arachidic (20:0) (2.67-3.71%) and behenic acids (22:0) (3.82-5.73%). Oleic acid was the major fatty acid found in Moringa seed oils. The major triglyceride, tocopherol and sterol in the oils were determined as triolein (OOO; 35.63-36.50%),  $\alpha$ -tocopherol (15.88-18.91  $\mu\text{g/g}$ ) and  $\beta$ -Sitosterol (39.04-42.11%).

**Keywords:** Moringa, moringa oil, medicinal aromatic plant, sterol, fatty acids, triglycerides

*Bu tez, her zaman her koşulda yanımda olan ve benim en kıymetlim  
anneannem merhume Memduha KARATAŞ'a ithaf edilmiştir.*

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında yılmadan yorulmadan beni gerek destekleri gerek tecrübeleri ve değerli bilgileri ile bana bu yolda ışık tutan çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman KOLA'ya ve maddi, manevi destek ve katkılarıyla beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında materyal olarak kullandığım moringa tohumu çeşitlerinin temininde desteklerinden dolayı başta Sayın Aysel ESKİCİ ve “MORİNGANTEP Girişimci Kadınlar Üretim ve Kalkınma Kooperatifi” tüm çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında analizlerin düzenlenmesi ve gerçekleştirilmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğrt. Üyesi Murat Reis AKKAYA, Dr. Öğr. Üyesi Ali Emrah ÇETİN, Araş. Gör. Erva PARILDI ve Emrah MAMUR'a minnetlerimi sunarım.

Çalışmalarımın gerçekleştirilmesinde maddi destek sağlan Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na ve katkılarından dolayı Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ndeki değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Sümeyye GÖKALP

Haziran 2021

Bu tez 20332002 proje numarası ile Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                         |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET .....                                                                              | ii   |
| ABSTRACT .....                                                                          | iii  |
| TEŞEKKÜR .....                                                                          | v    |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                        | vi   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                                   | viii |
| TABLolar LİSTESİ .....                                                                  | ix   |
| KISALTMALAR .....                                                                       | x    |
| 1. GİRİŞ .....                                                                          | 1    |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....                                                              | 3    |
| 2.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler .....                                                   | 3    |
| 2.1.1. Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitki Dağılımı .....                                | 3    |
| 2.1.2. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerden Yağ Eldesi .....                                   | 5    |
| 2.1.3. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları ve Sağlık Üzerinde Etkileri ..... | 7    |
| 2.2. Moringa Bitkisi ve Moringa Tohumu Yağı .....                                       | 10   |
| 2.2.1. Moringa Bitkisi ( <i>Moringa oleifera</i> ) .....                                | 10   |
| 2.2.1.1. Moringa Çeşitleri .....                                                        | 14   |
| 2.2.1.2. Moringanın Yetiştirilmesi .....                                                | 16   |
| 2.2.2. Moringa Tohumu Yağı .....                                                        | 18   |
| 2.3. Moringanın Sağlık Üzerine Etkisi .....                                             | 23   |
| 2.3.1. Moringanın Anti-Diyabetik Özellikleri.....                                       | 26   |
| 2.3.2. Moringanın Antikanser Özellikleri .....                                          | 27   |
| 2.3.3. Moringanın Diğer Hastalıklar Üzerine Etkisi .....                                | 28   |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                                                              | 31   |
| 3.1. Materyal.....                                                                      | 31   |
| 3.2. Yöntem .....                                                                       | 31   |
| 3.2.1. Moringa Tohumlarından Ham Yağ Çıkarılması .....                                  | 31   |
| 3.2.1.1. Moringa Tohumlarından Soğuk Presyon ile Ham Yağ Çıkarılması .....              | 32   |
| 3.2.1.2. Moringa Tohumlarından Sokslet Yöntemi İle Ham Yağ Çıkarılması .....            | 32   |
| 3.2.2. Moringa Tohumu ve Moringa Tohum Yağında Gerçekleştirilen Analizler .....         | 33   |
| 3.2.2.1. Moringa Tohumlarında Tane Ağırlığı .....                                       | 33   |

|           |                                                                     |                                         |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 3.2.2.2.  | Moringa Tohumlarında En, Boy ve En/Boy Oranı .....                  | 33                                      |
| 3.2.2.3.  | Moringa Tohumlarında Nem (Rutubet) Tayini.....                      | 33                                      |
| 3.2.2.4.  | Moringa Tohumlarında Protein Tayini .....                           | 33                                      |
| 3.2.2.5.  | Moringa Tohumlarında Ham Yağ Tayini .....                           | 33                                      |
| 3.2.2.6.  | Moringa Tohum Yağlarında Serbest Yağ Asitliği Tayini.....           | 34                                      |
| 3.2.2.7.  | Moringa Tohum Yağlarında Peroksit Sayısı Tayini .....               | 34                                      |
| 3.2.2.8.  | Moringa Tohum Yağlarında İyot Sayısı Tayini.....                    | 34                                      |
| 3.2.2.9.  | Moringa Yağlarında Toplam Fenolik Madde Tayini.....                 | 34                                      |
| 3.2.2.10. | Moringa Tohum Yağlarında Toplam Antioksidan Kapasitesi Tayini ..... | 34                                      |
| 3.2.2.11. | Moringa Tohum Yağlarında Yağ Asidi Kompozisyonu ve Dağılımı.....    | 34                                      |
| 3.2.2.12. | Moringa Tohum Yağlarında Gliserit Bileşimi ve Dağılımı.....         | 35                                      |
| 3.2.2.13. | Moringa Tohum Yağlarında Tokoferol Bileşimi ve Dağılımı.....        | 35                                      |
| 3.2.2.14. | Moringa Tohum Yağlarında Sterol Bileşimi ve Dağılımı .....          | 36                                      |
| 4.        | BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                          | 37                                      |
| 4.1.      | Moringa Tohumu ve Moringa Tohum Yağlarının Bazı Özellikleri .....   | 37                                      |
| 4.2.      | Moringa Tohum Yağlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Dağılımı .....   | 41                                      |
| 4.3.      | Moringa Tohum Yağlarının Gliserit Bileşimi ve Dağılımı .....        | 44                                      |
| 4.4.      | Moringa Tohum Yağlarının Tokoferol Bileşimi ve Dağılımı .....       | 45                                      |
| 4.5.      | Moringa Tohum Yağlarının Sterol Bileşimi ve Dağılımı.....           | 46                                      |
| 5.        | SONUÇ VE ÖNERİLER.....                                              | 49                                      |
|           | KAYNAKLAR.....                                                      | 52                                      |
|           | ÖZGEÇMİŞ .....                                                      | <b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b> |
|           | EKLER .....                                                         | 63                                      |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                                | <u>Sayfa No</u> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Şekil 2.1.</b> Bazı tıbbi ve aromatik bitki türleri .....                                                                   | 4               |
| <b>Şekil 2.2.</b> Bazı Aromatik Esansiyel Yağ Çeşitleri .....                                                                  | 7               |
| <b>Şekil 2.3.</b> Moringa Bitkisi ve Çeşitli Kısımları .....                                                                   | 11              |
| <b>Şekil 2.4.</b> Moringanın Bazı Besin İçeriklerinin Kıyaslaması .....                                                        | 12              |
| <b>Şekil 2.5.</b> Moringa Bitkisinin Sağlık Üzerine Etkileri .....                                                             | 29              |
| <b>Şekil 4.1.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağların Yağ Asidi Kompozisyonu ve Dağılımı (%) ..... | 42              |
| <b>Şekil 4.2.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağların SFA, MUFA, PUFA ve UFA Dağılımı (%) .....    | 42              |
| <b>Şekil 4.3.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağların Gliserit Bileşimi ve Dağılımı (%) .....      | 45              |
| <b>Şekil 4.4.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağların Tokoferol Bileşimi ve Dağılımı (µg/g) .....  | 46              |
| <b>Şekil 4.5.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının Sterol Bileşimi ve Dağılımı (%) .....      | 47              |

## TABLolar LİSTESİ

|                                                                                                                                     | <u>Sayfa No</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Tablo 2.1.</b> Türkiye'nin Tıbbi ve Aromatik Bitki Üretim Miktarları (Ton) .....                                                 | 4               |
| <b>Tablo 2.2.</b> Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Toplam Bitkisel Üretim Değeri İçindeki Payı<br>(Bin TL) .....                        | 5               |
| <b>Tablo 2.3.</b> Esansiyel Yağ Eldesinde Kullanılan Yöntemler .....                                                                | 8               |
| <b>Tablo 2.4.</b> Farklı Ekstraksiyon Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajlarının<br>Karşılaştırılması .....                         | 8               |
| <b>Tablo 2.5.</b> Bazı Aromatik Bitkiler, İçerdikleri Aktif Bileşikler ve Etki Mekanizmaları..                                      | 10              |
| <b>Tablo 2.6.</b> Moringa'nın Farklı Kısımlarının Besin İçeriği ve Sağlık Üzerine Etkileri ...                                      | 30              |
| <b>Tablo 4.1.</b> Moringa Tohumları ve Moringa Tohum Yağlarının Bazı Özelliklerine Ait<br>Ortalama Değerler .....                   | 37              |
| <b>Tablo 4.2.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının Yağ<br>Asidi Kompozisyonu ve Dağılımı (%) ..... | 41              |
| <b>Tablo 4.3.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının<br>Gliserit Bileşimi ve Dağılımı (%) .....      | 44              |
| <b>Tablo 4.4.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının<br>Tokoferol Bileşimi ve Dağılımı (µg/g) .....  | 45              |
| <b>Tablo 4.5.</b> Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının Sterol<br>Bileşimi ve Dağılımı (%) .....        | 47              |

## KISALTMALAR

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| AEE  | : Enzimatik Ekstraksiyon        |
| AEO  | : Sulu Ekstrakte Yağ            |
| BHT  | : Bütilhidroksitoluen           |
| CP   | : Soğuk Pres                    |
| EAE0 | : Enzim Destekli Ekstakte Yağ   |
| FDA  | : Gıda ve İlaç Dairesi          |
| GLC  | : Glikoz                        |
| GRAS | : Genel olarak Güvenli-Zararsız |
| H    | : n-hexane                      |
| HPP  | : Yüksek Basıncılı İşleme       |
| MO   | : Moringa Oleifera              |
| PG   | : Propil Gallatlar              |
| PKM  | : Periyakulam                   |
| TBHQ | : Tersiyel Bütil Hidroksinon    |
| TG   | : Trigliserit                   |
| WHO  | : Dünya Sağlık Örgütü           |

# 1. GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkilerin, insanlık tarihinin başından beri, belirli amaçlar için gıda, ilaç, kozmetik ve baharat gibi bir çok sektörde kullandıkları bilinmektedir. Bu bitkiler geleneksel ve göçebe kültürlerin etkisiyle nesilden nesile aktarılmış ve doğadan toplanarak üretilmeye başlanmıştır. Zamanla bu bitkiler tedavi amaçlı kullanılmaya başlanmış ve gelecek nesillerde de kullanılmak üzere miras bırakılmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin araştırmalara konu olan en önemli özelliklerinden bir tanesi de tedavi amaçlı kullanımlarıdır. Bitkilerle tedavi; geleneksel tedavi, tamamlayıcı tedavi, doğal tedavi gibi farklı isimlerle başta gelişmemiş ülkeler olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Bitkilerle tedavi ile ilgili ilk kayıtlara M.Ö. 5000'lerde Mezopotamya'da rastlanmıştır olup, 250 bitkisel drogun kullanıldığı tespit edilmiştir (Demirezer, 2010). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) geleneksel tıbbı; fiziksel ve ruhsal hastalıklardan korunmak, bunlara tanı koyma, iyileştirme veya tedavi etmenin yanında sağlığın iyi sürdürülmesinde de kullanılan, her farklı kültüre özgü teori, inanç ve tecrübelerle dayalı olan bir tıp dalı olarak tanımlamıştır.

Moringa tıbbi aromatik ve tedavi edici amaçla kullanılan bir bitki çeşididir. Moringa, olağanüstü özelliklere sahip çok yönlü bir bitkidir. Moringa bitkisi (*Moringa oleifera* - MO), anavatanı Hindistan olan ve *moringaceae* familyasının bir üyesidir (Nadkarni, 1976; Farooq ve ark., 2012). Moringa en iyi kuru, kumlu veya hafif alkali toprakta yetişir (Abdul, 2007; Asante ve ark., 2014). Moringa bitkisinin çeşitli kısımları (yaprak, tohum vb.) aynı zamanda Hindistan'da doğrudan yenilerek de tüketilebilen ürünlerdendir. Hindistan en büyük üretici ülkedir ve moringanın yıllık üretimi 1.1 ile 1.3 ton arasındadır. Bitki Endüstrisi Bürosu'nun bir raporuna göre moringanın harika bir besin kaynağı olduğu ve bileşenlerine bakıldığında sadece yapraklarında (kurumadde miktarına göre), sütün dört katına eşdeğer kalsiyum, portakala göre vitamin C içeriği neredeyse yedi kat, muzdaki potasyumun ise üç katı, bir ıspanakta bulunan demirin üç katı, havuçtaki A vitaminin dört katı ve süttten iki kat daha fazla protein olduğu bildirilmiştir (Kamal, 2008). Ayrıca, moringanın kabukları ve yapraklarının yüksek miktarda Ca, Mg, K, Mn, P, Zn, Na, Cu ve Fe içerdiği tespit edilmiştir (Aslam ve ark., 2005).

Moringa bitkisinin ürünlerinden biri olan ve moringa tohumundan elde edilen moringa yağı %70'den fazla doymamış yağ asidi içerir ve özellikle omega-9 ( $\omega$ -9) yağ asitlerinden biri olan

oleik asit bakımından zengindir. Moringa tohumu yağı geleneksel tıpta; diyabet, kolesterol, kalp, romatizma ve hipertansiyon gibi tedavilerde kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek kaliteli bir yağ olması sebebiyle bitkisel yağ olarak da kullanılabilir (Aviara, Musa, Owolafe, Ogunsina ve Oluwole, 2015; Bhuptawat, Folkard ve Chaudhari, 2007; Fernandes ve ark, 2015; Opalakrishnan ve ark., 2015) Moringa glukosinolatları; antienflamatuar, antikanser ve hipoglisemik potansiyele sahiptir ve bu özellikleri nedeniyle sağlık açısından fitofarmasötik (fitofarmakalar) ve nutrasötik besin ve besin bileşenleri olarak kullanılabilirler.

Tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan moringa bitkisi ve moringa tohumlarının ele alındığı bu tez çalışmada; MOMAX 3, ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemiyle yağ elde edilmiştir. Farklı iki yöntem ile elde edilen (soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon) moringa yağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanısıra özellikle yağ asidi kompozisyonları, trigliserit içerikleri, sterol dağılımları ve tokoferol içerikleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Böylelikle farklı moringa çeşitlerinden elde edilen yağlar bileşenleri açısından kıyaslanmış ve bu bileşenler üzerinde tohumlardan yağ üretiminde kullanılan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon işlemlerinin etkisi araştırılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu kısımda tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan moringa bitkisi ve moringa tohumları ele alınmış ve bu amaçla yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

### 2.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Tıbbi ve aromatik bitkiler günümüzde insan hayatının her alanında kullanılmaktadır. Bu bitkilerden, doğrudan besin kaynağı olarak kullanmanın yanısıra gıda takviyesi ve enerji sağlamak amacıyla günlük hayatımızda sıkça yararlanılmaktadır. Ayrıca, başta ilaç sanayi olmak üzere kimya, gıda, zirai mücadele ve kozmetik sektörlerinde hammadde olarak kullanılmakta ve ekonomik açıdan büyük değer taşımaktadırlar.

İnsanlık tarihi boyunca çeşitli hastalıkların tedavisi başta olmak üzere, insanların farklı şekillerde yararlandıkları tıbbi ve aromatik bitkiler, sanayileşme ve sentetik maddelerin keşfedilmesi ile birlikte popülaritesini belli ölçüde kaybetmiştir. Ancak sentetik maddelerin insan ve doğa ile uyumsuzlukları görüldükçe “yeşil dalga”, “yeşil devrim”, “doğaya dönüş” şeklinde sloganlaşan eğilimler sonucu özellikle son 30-40 yıldır modern dünyada doğal ürünlere doğru bir dönüş söz konusu olmuştur. Bu dönüşün, ivmesi artarak hala devam etmektedir.

Bilinen 250.000 bitkinin %15’inden fazlası tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde halkın yaklaşık %80’i sağlıkları için geleneksel olarak ve ağırlıklı biçimde şifalı bitkiler kullanmayı tercih etmekte ve yaşamlarını böyle sürdürmektedir. Şekil 2.1.’de de bazı tıbbi ve aromatik bitkiler görülmektedir.

#### 2.1.1. Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitki Dağılımı

Türkiye’de yetiştirilen kültüre alınmış bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim miktarları Tablo 2.1’de verilmiştir. Buna göre; Türkiye’nin toplam tıbbi ve aromatik bitki üretim miktarı 2004-2008 yılları arasında ortalama 87.984 ton iken, 2009-2013 döneminde bu oran yaklaşık %172 bir artışla 239.297 tona ulaşmıştır. Tıbbi ve aromatik bitki üretimi 2004 yılına göre 2013 yılında yaklaşık %280’lik bir artışla önemli bir artış göstermiş ve 70.680 tondan 239.297 tona yükselmiştir. Gerek ekiliş alanı gerekse üretim miktarındaki bu artışta baharat amacıyla

kullanılan kırmızıbiber ve kekiğin katkısı dikkati çekmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerdeki artışın özellikle 2012 yılından itibaren önemli ölçüde artmaya başladığı istatistiklerden de görülmektedir. Türkiye’de en geniş üretim alanını kimyon kaplamaktadır. Bunu anason, baharatlık kırmızıbiber, kekik ve gül izlemektedir. TÜİK verilerine göre ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkilerin bitkisel üretim değeri içindeki payı %0.35-0.55 arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 2.2).



Şekil 2.1. Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitki Türleri

Tablo 2.1. Türkiye’nin Tıbbi ve Aromatik Bitki Üretim Miktarları (Ton)\*

| Bitki Adı                 | 2005          | 2010           | 2015           | 2016           | 2017           | 2018           | 2019           | 2020           |
|---------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kimyon                    | 14.300        | 12.587         | 16.897         | 18.586         | 19.175         | 24.195         | 20.245         | 13.926         |
| Anason                    | 9.500         | 13.992         | 9.050          | 9.491          | 8.418          | 8.664          | 17.589         | 10.716         |
| Kekik                     | 6.400         | 11.190         | 12.992         | 14.724         | 14.477         | 15.895         | 17.965         | 23.866         |
| Şerbetçiotu               | 1.280         | 1.842          | 1.869          | 1.846          | 1.785          | 1.785          | 1.800          | 1.908          |
| Kırmızıbiber (Baharatlık) | 45.000        | 186.272        | 204.131        | 228.531        | 179.264        | 227.380        | 240.656        | 256.735        |
| Rezene                    | -             | -              | 1461           | 2464           | 2022           | 3067           | 4655           | 4365           |
| Kişniş                    | -             | -              | 11             | 42             | 29             | 29             | 12             | 188            |
| Çörekotu                  | -             | -              | 425            | 2.527          | 3.094          | 3.322          | 3.603          | 3.412          |
| Adaçayı                   | -             | -              | 80             | 411            | 557            | 428            | 1.233          | 1.271          |
| Gül                       | -             | -              | 9.483          | 12.267         | 13.372         | 14.773         | 16.560         | 18.202         |
| Isırganotu                | -             | -              | 0              | 1              | 1              | 1              | 0              | 0              |
| Lavanta                   | -             | -              | 400            | 747            | 845            | 1040           | 1462           | 3499           |
| Oğulotu                   | -             | -              | 242            | 108            | 106            | 84             | 93             | 150            |
| Keten Toh.                | 86            | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              |
| <b>TOPLAM</b>             | <b>76.566</b> | <b>225.883</b> | <b>257.041</b> | <b>291.745</b> | <b>243.145</b> | <b>300.663</b> | <b>325.873</b> | <b>338.238</b> |

\* TÜİK, 2021. (Bitkisel Üretim İstatistikleri; Rezene, Kişniş, Çörekotu, Adaçayı, Gül, Isırganotu, Lavanta, Oğulotu verileri 2012 yılından önce, TÜİK istatistiklerinde yer almamaktadır)

**Tablo 2.2.** Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Toplam Bitkisel Üretim Değeri İçindeki Payı (Bin TL)\*

| YIL                    | 2006              | 2007              | 2008              | 2009              | 2010              | 2011              | 2012              | 2013              |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Bitkisel Üretim</b> | <b>54.515.463</b> | <b>56.787.423</b> | <b>66.010.114</b> | <b>68.267.486</b> | <b>80.038.126</b> | <b>88.979.273</b> | <b>87.898.737</b> | <b>92.489.688</b> |
| <b>Kimyon</b>          | 24.480            | 21.347            | 21.472            | 34.070            | 41.531            | 49.042            | 63.032            | 68.830            |
| <b>Anason</b>          | 20.223            | 21.659            | 25.135            | 31.245            | 92.484            | 63.837            | 55.428            | 48.935            |
| <b>Kekik</b>           | 12.369            | 9.140             | 17.751            | 20.210            | 26.688            | 26.193            | 40.013            | 66.624            |
| <b>Şerbetci otu</b>    | 3.460             | 3.771             | 4.432             | 6.848             | 7.820             | 7.736             | 8.481             | 9.641             |
| <b>Kırmızıbiber</b>    | 153.289           | 237.465           | 242.778           | 254.035           | 141.181           | 143.432           | 153.145           | 177.219           |
| <b>Nane</b>            | 10.239            | 10.187            | 13.849            | 28.343            | 34.505            | 22.205            | 30.707            | 35.797            |
| <b>Toplam</b>          | 224.186           | 303.656           | 325.496           | 374.751           | 344.209           | 312.445           | 350.806           | 407.046           |
| <b>Pay (%)</b>         | 0.41              | 0.54              | 0.49              | 0.55              | 0.43              | 0.35              | 0.40              | 0.44              |

\* TÜİK, 2014

### 2.1.2. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerden Yağ Eldesi

Dünyada ve Türkiye’de bitkisel kaynaklı ilaçlarla tedaviye yönelim arttığı için, tıbbi ve aromatik bitkilere üretici ve tüketicilerin ilgisi ve talebi de her geçen gün artmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitki familyalarındaki birçok bitkinin endemik özelliğe sahip olması (örneğin; 731 takson içeren *Lamiaceae* familyasındaki endemik bitki oranı %44.2) ve bunlardan elde edilen ürünlerin çeşitliliği bu ürünlere ait yan sanayinin de gelişme potansiyelini arttırmıştır (Davis, 1982). Tıbbi ve aromatik bitkilerin çok çeşitli alanlarda kullanılabilme olanağı (peyzaj, parfüm, ilaç, aromaterapi) ve tür çeşitliliğinin fazla olması gibi oldukça önemli avantajları vardır.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin çiçek, meyve, ağaç kabuğu, yaprak, kök, sap, reçine ve ağaç kısımlarından uçucu yağlar elde edilmekte olup bu elde edilen uçucu yağlar birçok alanda farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Uçucu yağların biyolojik aktiviteleri ve fizikokimyasal yapıları üzerinde de birçok çalışma mevcuttur. Uçucu yağların bileşenleri üzerine yapılan çalışmalarda, endüstriyel alanlarda da kullanılabileceğini belirten birçok ürün piyasaya çıkmıştır. Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağlarının bilimsel ve ekonomik olarak elde edilip farklı açılardan değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Uçucu yağ ihracatındaki artış, birçok dalda üretim tesislerinin sayısında da artışa neden olmaktadır. Akdeniz bölgesindeki üretim tesislerinde defne yaprağı, kimyon, kekik, biberiye, limon yaprağı, melisa ve anason vb. tıbbi ve aromatik bitkilerden esansiyel yağ üretilmektedir. Esansiyel veya eterik yağlar olarak da adlandırılan uçucu yağlar, bitkinin farklı kısımlarından elde edilen aromatik yağlı sıvılardır. Bu aromatik uçucu yağlar, düşük kaynama noktasına sahip fenilpropenler ve terpenlerden

oluşan sekonder metabolitlerinden oluşmuş karışımlarıdır. Özellikle karakteristik bitki özleri ve kokularından dolayı “bitkisel ve baharatlı” olarak tanımlanırlar. Baharatlı kokuların özellikle kozmetik sanayinde ilgi görmesi bundandır. Günümüzde uçucu yağların birçoğu biyokoruyucu olarak kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise gıda sanayinde bozulmayı önlemek ve ürünlerin raf ömrünü uzatmaktır. Bu esansiyel yağlar bir tür kompleks karışımlar oldukları için, etki dereceleri içerdikleri etkilil maddelerin miktarına ve çeşidine bağılı olarak değişebilmektedir. Bunların yanı sıra, tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen yağların, kozmetik ve ev tekstili ürünlerinde de kullanımı artmaya başlamıştır.

Aromatik bitkiler ve bunlardan elde edilen uçucu yağlar; fenolik bileşikler, timol, karvakrol, öjenol gibi doğal antioksidan yapıları içermektedir. Bu fenolik antioksidanların insan bünyesinde, kardiyovasküler hastalıkları, kanseri, inflamatuvar bağırsak sendromunu ve Alzheimer gibi kronik hastalıkların gelişimini geciktirdiği ortaya çıkmıştır. Fenolik antioksidanlar, bitkilerdeki sekonder metabolitler olarak tanımlanmaktadır. Beslenmede tıbbi ve aromatik bitkilerin tüketimi çok az yer alıyor olsa dahi içerisinde barındırdıkları biyoaktif bileşenler sebebiyle fonksiyonel gıda uygulamalarında ya da doğal antioksidan kullanımlarında bu bitkiler önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan bir çalışmada kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerden anason, adaçayı, çemen otu, defne yaprağı, ıhlamur, melisa, nane, reyhan, rezene ve sinamekinin bileşiminde ferulik asit, kafeik asit, klorojenik asit, protokateşuik asit, kersetin ve kampferol bulunmuştur. Esansiyel uçucu yağlar; lipit metabolizması, antioksidan enzimlerin aktivitesi bakımından zengin ve çoklu doymamış yağ asitleri üzerinde faydalı etkiler gösterir. Flavonoid türevlerinin antibakteriyel, antiviral, antienflamatuvar, antikanser ve antialerjik aktivitelere sahip oldukları görülmüştür. Lipit oksidasyonu bu tür ürünlerin kalitesini sınırlayan önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Gıda endüstrisinde, antioksidanlar oksidasyonu geciktiren maddelerdir. Yağların oksidatif stabiliteelerini ve raf ömürlerini arttırmak amacıyla propil gallatlar (PG), bütildihidroksitoluen (BHT), tersiyer bütildihidroksikinon (TBHQ), ve bütildihidroksianisol (BHA) vb. sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Bu tarz antioksidanlara sentetik antioksidan denilmektedir. Bu antioksidanlar etkili, stabil ve aynı zamanda da ekonomiktir. Ancak bazı yan etkileri de bulunmaktadır. Sentetik antioksidanların canlılarda karsinojenik ve teratojenik etkisinin bulunduğu üzerinde yoğunlaşmaktadır. Tüketiciler doğal antioksidanları ve antimikrobiyal maddeleri tercih etmektedirler. Bu sebeple son yıllarda tüketicilerin seçimleri, endüstriyi doğal antioksidan kaynakları bulmaya ve kullanmaya yöneltmiştir.



**Şekil 2.2.** Bazı Aromatik Esansiyel Yağ Çeşitleri

Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen yağlar, çeşitli geleneksel ve yeni geliştirilmiş ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilmektedir. Bunlar;

- Soğuk presyon
- Çözgen Ekstraksiyon
- Süperkritik Sıvı Ekstraksiyon
- Sulu Ekstraksiyon
- Enzim Destekli Sulu Ekstraksiyon (EAAE)

yöntemleridir (Deepika Shende, 2014). Bu yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyondur. Tablo 2.3. ve Tablo 2.4.’de de esansiyel yağ üretiminde kullanılan farklı yöntemler ile bu yöntemlerin avantajları ve dezavantajları görülmektedir.

### **2.1.3. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları ve Sağlık Üzerinde Etkileri**

Tıbbi ve aromatik bitkiler hakkında en eski kitabın Çin hükümdarı Shen Nong tarafından M.Ö. 3700 yıllarında yazıldığı belirtilmektedir. Çin hükümdar tarafından yazılan bu kitapta 200’den fazla bitkiden bahsedilmektedir. Eski devirlere ait mezarlarda bulunan yazı ve şekiller bize Mısırlıların Çinlilerle aynı zaman diliminde bitkisel droglardan faydalandıklarını ve bunların

ticaretini yaptıklarını göstermektedir (Ceylan, 1995). Bu bitkilerin tedavi edici etkilerinin bulunduğu inancı çok eski zamanlara kadar gitmektedir.

**Tablo 2.3.** Esansiyel Yağ Eldesinde Kullanılan Yöntemler

|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Damıtma (destilasyon) yöntemi:</b><br>Bileşenleri kaynama noktaları arasındaki farklardan yararlanarak ayırma işlemidir. | <b>a.</b> Su ile damıtma (Hydro distillation)<br><b>b.</b> Su buharında damıtma (Steam distillation)<br><b>c.</b> Vakum altında damıtma (Vacuum distillation)                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>2. Ekstraksiyon yöntemi:</b><br>Uçucu yağın bir çözücü içerisinde çözündürülerek alınması işlemidir.                        | <b>a.</b> Çözücü ekstraksiyonu (Solvent extraction)<br><b>b.</b> Süperkritik sıvı ekstraksiyonu (Supercritical fluid extraction)<br><b>c.</b> Mikrodalga yardımıyla ekstraksiyon (Microwave-assisted extraction)<br><b>d.</b> Sıkıştırılmış çözücü ekstraksiyonu (Pressurised solvent extraction)<br><b>e.</b> Katı faz mikro ekstraksiyon (Solid phase microextraction)<br><b>f.</b> Çok yönlü ekstraksiyon (Simultaneous distillation extraction) |
| <b>3. Presleme yöntemi (mekanik ekstraksiyon)</b>                                                                              | Ürünün bez torba içerisinde hidrolik pres altında sıkılmasıyla uçucu yağlarının alınması işlemidir                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

**Tablo 2.4.** Farklı Ekstraksiyon Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajlarının Karşılaştırılması

| METOD                          | AVANTAJ                 | DEZAVANTAJ                                                        |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Soğuk Presyon                  | Güvenli ve basit        | – Düşük yağ verimi, yüksek enerji kullanımı                       |
| Çözgen Ekstraksiyonu           | Yağ verimi yüksek       | – Sağlık ve güvenlik sorunları ve buna ilişkin maliyetleri mevcut |
| Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu | İyi yağ verimi, güvenli | – Hekzana göre maliyeti daha yüksek, yüksek basınçlı              |
| Etanol Ekstraksiyonu           | Yarı "yeşil"            | – Küspeden çözgeni uzaklaştırma maliyeti yüksek                   |

Tıbbi ve aromatik bitkiler, hastalıkları önlemek, yaşamımızı sürdürmek veya hastalıkları iyileştirmek için ilaç olarak kullanılan bitkiler şeklinde tanımlanmaktadır. Tıbbi bitkiler genellikle beslenme, kozmetik, vücut bakımı, tütsü veya dini törenler gibi alanlarda yer alırken, aromatik bitkiler ise güzel koku ve tat vermeleri için kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler ve bunlardan elde edilen ürünler;

- Kozmetik sanayi
- İlaç sanayi
- Parfümeri
- Baharat ve çay ekstraktları
- Gıda sanayi

gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkiler elde edildiği kaynağa göre farklı ürün çeşitlerine işlenmekle birlikte ticari olarak daha çok bitkisel drog olarak değerlendirilmesinin yanında başta esansiyel (uçucu) yağ üretiminde de kullanılmaktadır. Drog, ilaç hazırlamada kullanılan tedavi edici özelliği olan biyolojik, inorganik veya sentetik kökenli ilaç hammaddeleri şeklinde tanımlanabilir. Uçucu yağ ise bitkisel droglardan distilasyon yöntemiyle elde edilen kendine özgü tat, renk ve görünümüleri olan uçucu özellikteki (uçucu yağ; oda sıcaklığında sıvı halde bulunan karışım) bileşenler olarak tanımlanmaktadır. Distilasyon ise sıvı ile buhar arasındaki madde dağılımına dayanan ve sıvı karışımdaki maddelerin ayrılmasında kullanılan bir yöntem olarak ifade edilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağlar bakteri, virüs, parazit, fungus ve insektisitlere karşı etkilidir. Uçucu yağlar ilaç, kozmetik ve gıda endüstrisinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Bakkali ve ark., 2008). Türkiye’de son yıllarda uçucu yağların hem iç hem dış ticareti giderek artmaya başlamıştır. Bunun sonucunda; özellikle Antalya, Isparta, Hatay, Manisa, Mersin ve Muğla illerinde uçucu yağ üretim tesislerinin sayısında artış meydana gelmiştir.

Bilinen yaklaşık 3000 esansiyel yağdan 300 kadarı ticari öneme sahip olup, bunların kendisi veya içerdiği bileşenlerin bazıları farmakoloji alanında kullanılmasının yanı sıra, tarımsal uygulamalarda, koruyucu ve lezzet verici olarak gıda sanayinde, alkollü içkilerde, hayvan beslemede, hijyen ve sanitasyon, kozmetik ve parfümeri ürünlerinde, doğal tedavi edici olarak da geleneksel tıpta kullanılmaktadır.

Günümüzde bazı bitki esansiyel yağları Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından GRAS (Genel olarak güvenilir zararsız kabul edilen anlamına gelmektedir) düzeyinde tat-koku veya gıda katkıları olarak sınıflandırılmaktadır.

Belirtilen bu yağların antibakteriyel, antiviral, antifungal, antienflamatuvar, antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antiparazitik, antitoksijenik, insektisidal özellikleri bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar, bu bileşiklerin antibiyotiklere karşı direnç kazanmış mikroorganizmaların yok edilmesinde kullanılabilirliği üzerine yoğunlaşmıştır. Aynı zamanda bu bitkisel ürünlerin gıdaların korunmasında yüksek potansiyel olarak etkili oldukları bilinmektedir. Tablo 2.5.’de de sık kullanılan bazı aromatik bitkiler, içerdikleri aktif bileşikler ve etki mekanizmaları verilmiştir.

**Tablo 2.5.** Bazı Aromatik Bitkiler, İçerdikleri Aktif Bileşikler ve Etki Mekanizmaları

| Bitki Adı   | Bitkinin Bölümü | Başlıca Aktif Bileşikleri | Etki Mekanizması                                          |
|-------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Adaçayı     | Yaprak          | Sineol                    | Sindirim Uyarıcı, Antiseptik                              |
| Anason      | Tohum           | Anetol                    | Sindirim Uyarıcı                                          |
| Bayır Turpu | Kök             | Alli İzotipsiyanat        | İştah Artırıcı                                            |
| Biber       | Tohum           | Sineol                    | Sindirim Uyarıcı                                          |
| Biberiye    | Yaprak          | Sineol                    | Sindirim Uyarıcı, İştah Artırıcı                          |
| Defne       | Yaprak          | Sineol                    | İştah Artırıcı, Sindirim Uyarıcı, Antiseptik              |
| Hardal      | Tohum           | Alli İzotipsiyanat        | Sindirim Uyarıcı                                          |
| Kekik       | Tüm Bitki       | Timol Ve Karkavro         | İştah Artırıcı, Sindirim Uyarıcı, Antiseptik, Antioksidan |
| Kimyon      | Tohum           | Kumi Aldehit              | Sindirim Uyarıcı                                          |
| Zencefil    | Rizom           | Zingerol                  | İştah Artırıcı, Sindirim Uyarıcı, Antiseptik              |

## 2.2. Moringa Bitkisi ve Moringa Tohumu Yağı

### 2.2.1. Moringa Bitkisi (*Moringa oleifera*)

*Moringa oleifera*, pantropik (tüm tropik alanlar) alanlarda, yani her iki yarım kürenin tropikal bölgelerini kapsayan bir alanda, yetiştirilen bir bitki türüdür. *Moringa oleifera*, Hindistan yarımadasının alt kısımlarına özgü olan ve *Moringaceae* familyasına ait hızlı büyüyen, kuraklığa dayanıklı bir ağaçtır. Yaygın isimler arasında moringa, baget ağacı (drumstick tree), yabanturpu ağacı (horseradish tree) ve ben yağı ağacı veya benzolive ağacı bulunmaktadır. Beslenmede, tıpta, kozmetikte, hayvancılıkta ve sanayide kullanılan “*Moringa oleifera*” isimli bitki kısaca Moringa adıyla anılmaktadır.

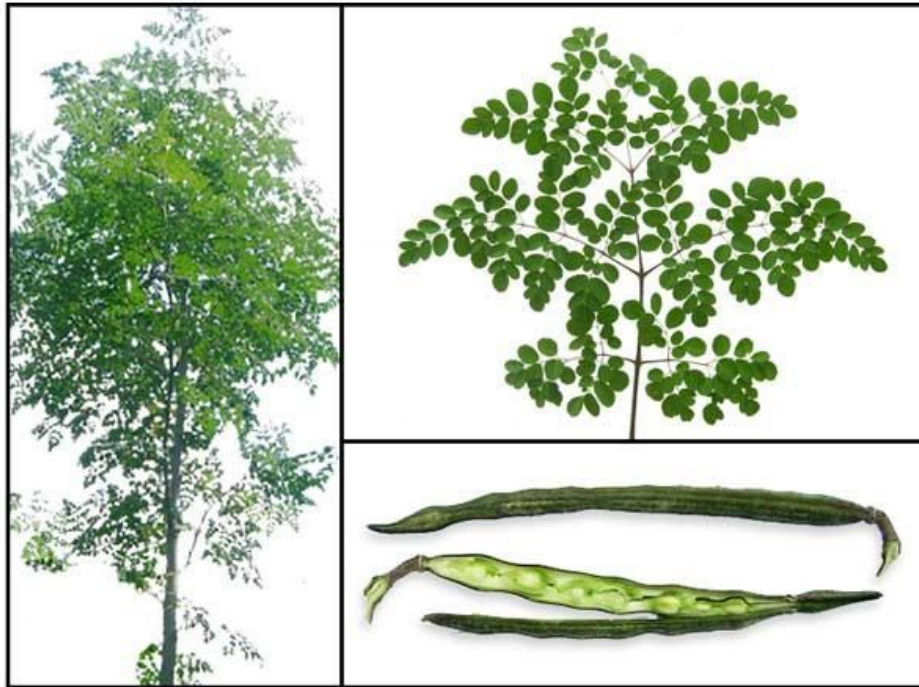
Tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan *Moringa oleifera* önemli bir odunsu ve şifalı bitki çeşididir. Dünyada yaygın olarak birçok alanda yetiştirilmektedir (Anwar, Latif, Ashraf ve Gilani, 2007; Palafox ve ark., 2012; Vaknin ve Mishal, 2017). Moringa ağacı Hindistan, Pakistan'ın Himalaya altı bölgelerinde, Bangladeş ve Afganistan gibi bölgelerde yaygın olarak yetişmektedir. Moringa ağacı; kelor, murunga, marango, mionge, moonga, mulangay, nébéday, saijhan, sajna veya ben yağı ağacı olarak da bilinmektedir. (Sengupta ve Gupta, 1970; Ramachandran ve ark., 1980).

Moringa bitkisinin tohum kısmı da dahil olmak üzere yaprakları, gövdesi ve kökleri besin maddeleri açısından çok zengindir ve bu nedenle özellikle yapraklar gibi bazı kısımları doğrudan yenilerek de tüketilmektedir (Gopalakrishnan, Doriya ve Kumar, 2016; Mahmood, Mugal ve Haq, 2010).

Moringa ağacından 5 kg'dan fazla tohum elde edilir ve hektar başına yıllık 24 ton moringa tohumu (Ndubuaku, Ndubuaku, &Ndubuaku, 2014) üretilebilmektedir. Bu nedenle ekonomik değeri oldukça fazla olan bir bitki çeşididir. Bu tohumlardan elde edilen yağların kalitesi yüksek olduğundan bitkisel yağ olarak ve geleneksel tıpta da artrit, romatizma ve hipertansiyon tedavisinde kullanılmaktadır (Aviara, Musa, Owolarafe, Ogunsina ve Oluwale, 2015; Bhuptawat, Folkard ve Chaudhari, 2007; Fernandes ve ark., 2015; Gopalakrishnan ve ark., 2016).

Moringa dayanıklı bir bitkidir ve kök kısmından yeniden filizlenebilmektedir. Aşırı soğuklarda yapraklarını döker ve gövdesi kurur ancak uygun iklim şartlarında yeniden filizlenebilir. Çok hızlı büyüeyebilen bu bitki ilk yılında 4 metreye kadar uzayabilmektedir.

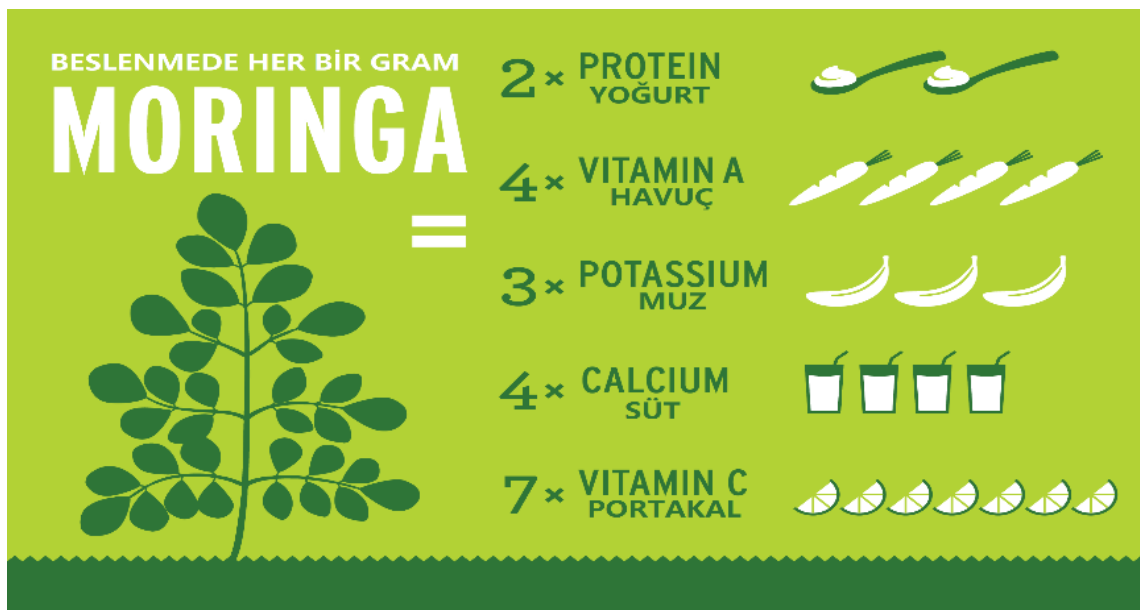
*Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae), çeşitli dillerde farklı şekilde adlandırılan bir bitki olup, Moringa cinsinin en çok yetiştirilen ve bilinen türüdür. “Mucize ağaç” olarak da adlandırılır (Onu ve Aniebo, 2011). Mucize ağaç olarak tanımlanmasının sebebi ise tohumundan köküne, sapına kadar bitkinin her parçasından yararlanılması ve hemen hemen her parçasının ayrı bir değeri ve besleyici özelliğinin olmasıdır (Şekil 2.3.) (Dura ve ark., 2019).



**Şekil 2.3.** Moringa Bitkisi ve Çeşitli Kısımları

*Moringa oleifera*, tıp, insan besini, hayvan yemi, yağ, selüloz kaynağı, düşük maliyetli su arıtma gibi çok çeşitli alanlarda da kullanılmaktadır. Moringa'nın anavatanı Kuzey Hindistan bölgesi olmakla birlikte, günümüzde Endonezya, Sri Lanka, Malezya, Filipinler, Meksika, Güney Amerika, Orta Amerika ve Orta Doğu'da da bir çok yerde yetiştirilmektedir. Yarı kurak, tropik ve subtropik iklimlerde yetişebilen bir türdür. Toprak tercihi bulunmamaktadır, genel olarak kuru kumlu topraklarda dahi yetiştirme kabiliyeti vardır. Kuraklığa dayanıklı bir ağaçtır. Ağaç çok hızlı büyüme kabiliyetine sahiptir, ilk yıl 4 metreye kadar uzayabilir. Eğer herhangi bir don gibi etkenle karşılaşmazsa sıcak iklimlerde ağacın 6–15 metre arası uzunluğa erişebildiğinde zamanında görülmüştür (Dura ve ark., 2019; Nouman ve ark., 2014).

Moringa, harika bir protein kaynağıdır ve protein içeriği %7.12 ile %39.17 arasında değişmektedir. Bunun yanı sıra, çok düşük oranlarda yağ ve karbonhidrat içermektedir. Aynı zamanda etkili antioksidanlar içermesi ve içeriğindeki yüksek orandaki A, C ve D vitaminlerine (Şekil 2.4.) bağlı olarak, Moringa, yaşlanmaya yol açan birçok moleküle karşı tepki vermektedir. Antioksidanlar “ciltteki kırışıklıkların” ve “yüzdeki ince çizgilerin” görünümünü azaltmakta olup, artrit, kanser, kalp ve böbrek hastalıkları gibi çeşitli kronik hastalıkların önlenmesinde ve iyileştirilmesinde yardımcı olmaktadır. Yaprakları kurutulup toz haline getirilerek de doğrudan tüketilebilmektedir. Moringa yapraklarının prebiyotik etki gösterdiği, barsak florasını düzenlediğini ve ayrıca klorojenik ve kafeik asit gibi antioksidant etki yaptıkları da ifade edilmiştir (Dura ve ark., 2019; Mbikay, 2012).



Şekil 2.4. Moringanın Bazı Besin İçeriklerinin Kıyaslaması

Anwar ve Rashid (2007), moringa bitkisinin %31.65 protein, %34.80 ham yağ, %7.54 selüloz, %8.90 nem ve %6.53 kül içeriğine sahip olduğunu ifade ederken; Yamego ve ark., (2011), kuru madde bazında moringa bitkisinin %27.2 protein, %5.9 nem, %17.1 yağ ve %38.6 karbonhidrat içerdiğini bildirmişlerdir.

Moringa bitkisi, ham selüloz bakımından zengin bir yem hammaddesidir. Ham selüloz içeriği %21.0-%49.0 arasında değişim göstermektedir (Moreki ve Gabanakgosi, 2014). Makkar ve Becker (1997), moringa bitkisindeki NDF (Nötr deterjan lif - Neutral detergent fiber) içeriğinin 48-842 g/kg; ADF (Asit deterjan lif - Acid detergent fiber) içeriğinin 39-805 g/kg; ADL (Asit deterjan lignin - Acid detergent lignin) içeriğinin 11-452 g/kg arasında değişim gösterdiğini, toplam enerji değerinin ise 18.52-26.68 MJ/kg arasında değerler aldığını bildirmişlerdir.

Teixeira ve ark. (2014) ise yaptıkları çalışmada, *Moringa oleifera* yapraklarının özelliklerini besin değeri açısından değerlendirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada öğütülmüş moringa yapraklarının %28.7 ham protein, %7.1 yağ, %10.9 kül, %44.4 karbonhidrat ve 3.0 mg/100g kalsiyum ve 103.1 mg/100 g demir içerdiği tespit edilmiştir. Protein içeriğini ise %3.1 albümin, %0.3 globulin, %2.2 prolamin, %3.5 glutelin ve %70.1 çözünmeyen protein kısımlarından oluştuğu saptanmıştır. Öğütülmüş moringa yapraklarından sodyum dodesil sülfat (SDS) ve 2-merkaptotanol (ME) kullanılarak gerçekleştirilen protein hidrolizinin sırasıyla %39.5 ve %29.5 olduğu belirlenmiştir. Araştırmalar sırasında anti-besleyici maddelerden siyanojenik bileşiklerin yanı sıra (20.7 mg/g), tripsin inhibitörü (1.45 TIU mg/g), nitrat (17 mg/g) ve okzalik asit (10.5 mg/g) de tespit edilmiştir. Moringa yapraklarındaki başlıca karotenoidlerin  $\beta$ -karoten ve lutein olduğu ve sırasıyla 161.0 ve 47.0  $\mu$ g/g düzeyinde bulunduğu belirlenmiştir. *Moringa oleifera* yaprakları önemli miktarda ham protein içermesine rağmen, çoğunlukla çözünmez yapıda olduklarından, ısıtılma işlemi ve kimyasal işlemle sonra bile in vitro koşullarda sindirilebilirliklerinin düşük olduğu belirtilmiştir. Moringa yaprağının insan beslemesinde bir protein kaynağı olarak kullanılıp kullanılamayacağının daha iyi değerlendirilebilmesi için de in vivo çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısına varılmıştır.

Yamego ve ark. (2011), *Moringa oleifera* yapraklarının kimyasal bileşimi ve besin değerleri ile ilgili çalışmışlar gerçekleştirmişlerdir. Ouagadougou'nun üç farklı bölgesinden ayrı ayrı toplanan moringa yaprakları analiz edilmiş ve analiz sonucunda taze yaprakların içerdiği protein, nem, yağ, karbonhidrat miktarları (%) sırasıyla %11.9; %73.9; %1.1 ve %10.6 olarak

belirlenmiştir. Kurumadde bazında ise protein, nem, yağ ve karbonhidrat içeriğinin sırasıyla %27.2; %5.9; %17.1 ve %38.6 olduğu tespit edilmiştir. Mineral madde analizleri sonucu taze moringa yapraklarının kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir, çinko ve fosfor (mg/100 g) içeriklerinin sırasıyla 847.1 mg/100 g, 151.3 mg/100 g, 549.6 mg/100 g, 17.5 mg/100 g, 1.3 mg/100 g ve 111.5 mg/100 g olduğu tespit edilmiştir. Kurumadde esasına göre ise moringa yapraklarının kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir, çinko ve fosfor (mg/100 g) içerikleri sırasıyla 2098.1 mg/100 g, 406.0 mg/100 g, 1922,0 mg/100 g, 28.3 mg/100 g, 5.4 mg/100 g ve 351.1 mg/100 g'dır. Sonuç olarak farklı bölgelerden elde edilen moringa yaprakları arasında besin değeri bakımından anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Yamego ve ark., 2011).

Güney Afrika bölgesinde yetiştirilen moringa yapraklarının besin değerlerinin araştırıldığı bir çalışmada; Proximate ve Van Soest yöntemleri kullanılmıştır (Moyo ve ark., 2011). Kurutulmuş moringa yapraklarının ham protein miktarlarının %30.3 olduğu tespit edilmiştir. Moringa yapraklarında bulunan başlıca mineral maddelerin kalsiyum (%3.65), glufosinat (%0.3), magnezyum (%0.5), potasyum (%1.5), sodyum (%0.164), kükürt (%0.63), çinko (13.03 mg/kg), bakır (%8.25), manganez (86.8 mg/kg), demir (490 mg/kg) ve selenyum (363 mg/kg) olduğu belirlenmiştir (Moyo ve ark., 2011).

#### 2.2.1.1. Moringa Çeşitleri

Moringa bitkisinin dünya üzerinde birçok türü bulunmaktadır. Bu türler ve yetiştirildikleri alanlar ise aşağıda verilmiştir:

- *Moringa arborea* Verdc. (Kenya'ya özgü)
- *Moringa borziana* Mattei (Somali'ye özgü)
- *Moringa concanensis* [sv] Nimmo (kuzey Hindistan'a özgü)
- *Moringa drouhardii* Jum. – Şişe ağacı (güneybatı Madagaskar'a özgü)
- *Moringa hildebrandtii* Engl. – Hildebrandt'ın moringası (güneybatı Madagaskar'a özgü)
- *Moringa longituba* Engl. (Etiyopya ve Somali'ye özgü)
- *Moringa oleifera* Lam. (M. pterygosperma) - yabanturpu ağacı (kuzeybatı Hindistan'a özgü)
- *Moringa ovalifolia* Dinter & Berger (Namibya ve Angola'ya özgü)
- *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori (Arap Yarımadası, Afrika Boynuzu ve Güney Sina, Mısır'a özgü)

- *Moringa pygmaea* Verdc. (Somali’ye özgü)
- *Moringa Rivae* Chiov. (Kenya ve Etiyopya’ya özgü)
- *Moringa ruspoliana* Engl. (Etiyopya’ya özgü)
- *Moringa stenopetala* (Baker f.) Cufod. (Kenya ve Etiyopya’ya özgü)

Moringa çeşitlerinin araştırma ve geliştirmesinin çoğu Hindistan'da gerçekleştirilmektedir. *Moringa oleifera* çeşitlerinin çoğu, bakla veya meyve olarak da adlandırılan baget üretimi için geliştirilmiştir. Yaygın olarak yetiştirilen başlıca ticari çeşitler ise şunlardır (Anwar ef al., 2007; Fahey, 2005; Patil, 2016; Thampalayagowder, 2017; TNAU, 2017; Anon., 2017; Maharshi, 2020):

- KM1 (TNAU 1)
- Bhagya (KDM1)
- Periyakulam (PKM1, PKM2, PKM3)
- GKVK (GKVK1, GKVK2, GKVK3)
- Dhanaraj (S 6/4)
- Konkan Ruchira,
- Anupama
- Rohit 1
- ODC
- MS (MS01, MS02)
- MOMAX 3
- Mol’e
- Chavakacheri
- Murunga
- Palmurungai

Ayurvedik araştırmalarda ise üç çeşit Moringa’ya atıfta bulunmaktadır (Agarwal 2017).

Bunlar;

1. Shyama (siyah çeşit; en yaygın olarak yetiştirilen),
2. Shveta (beyaz çeşit) ve
3. Rakta (kırmızı çeşit; Madhu shigru olarak da adlandırılır)

çeşitleridir.

### 2.2.1.2. Moringanın Yetiştirilmesi

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.), brokoli ve diğer turpgillerden oluşan sebzelerin ait olduğu Brassicales takımı içinde yer alan Moringaceae familyasının 13 türünden biridir ve yaklaşık 10-12 m yüksekliğinde küçük boyutlu bir ağaçtır (Coz-Bolaños ve ark., 2018; Omotoso ve ark., 2018). Tüm dünyaya yayılmıştır ve sıklıkla Saguna, Sainjna ve Drumstick ağacı olarak bilinmektedir (Abd-Elhakim, 2018). Hindistan kökenli olan bu bitki Güneydoğu Asya, Batı Asya, Batı, Doğu ve Güney Afrika, Pasifik Adaları'nda yaygın olarak bulunmaktadır (Guillén-Román, 2018). Bitki, Amerika kıtasında Güney Florida'dan Arjantin'e kadar, Meksika'da ise Güney Sonora'dan Chiapas'a kadar yetişebilmektedir (Coz-Bolaños ve ark., 2018).

Tropikal iklim, bu bitkinin büyümesi için idealdir ve nehir kıyılarında yaygın olarak bulunur. Sıcak ve nemli iklimde yetkin bir şekilde büyür ve kuraklık gibi çevresel tehlikelerden etkilenmez. Bitki şiddetli yağışı tolere edebilir ve sırasıyla 250 mm ve 3000 mm minimum ve maksimum yıllık yağış gerektirir (Badwaik ve ark., 2020).

Moringa, genel olarak tohumlardan veya çelikleme ile anaç bitkiden bir bölüm alıp onu bağımsız bir bitki ya da bitkiler haline getirmek amacıyla gövdeden kesilerek alınan çeliklerden yetiştirilir. Moringa, sıcak ve kurak bölgelerde büyüeyebilen bir bitkidir. Aslında, moringa bitkisinin su ihtiyacı o kadar minimumdur ki, gereken seviyeden daha fazla miktardaki su içeriği sadece verimi değil, ürünün tamamını olumsuz etkiler. Yaprak, baget ve tohum yetiştiriciliğine göre moringa tarımı farklılık göstermektedir.

Tohumlarla yetiştirilen Moringa, çelikleme yoluyla yetiştirilenlerden daha yüksek bir büyüme oranına sahiptir. Bununla birlikte, çoğaltma yöntemi moringanın çeşidine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Tohumlardan geliştirilen moringa genellikle dokuzuncu aydan itibaren ürün verirken, çelikleme geliştirilenlerde ise 11 ila 12 ay sürebilmektedir. Bu amaçla;

- Olgunlaşmış ve kurutulmuş bagetlerden (tohum kılıfı) elde edilen tohumlar moringa yetiştirmek için kullanılır. Tohumlar toprağa ekilmeden 12 saat önce suda bekletilmelidir. Tohumlar sağlıklı bir organik karışım ve uygun bir üst toprak yatağı hazırlanarak ekilmelidir.

- Tohumlardan üretilen fidanlar, 15 ila 25 santimetre uzunluğa ulaştıklarında toprağa ekilebilirler. Moringanın kesintisiz ve sağlıklı büyümesini sağlamak için her fidan arasında 2.5 metre mesafe bırakılması tavsiye edilmektedir.
- Çelikleme yöntemi ile moringa yetiştiriciliği yapıldığında ise öncelikle fidan üretimi amacıyla yaklaşık 1.5 metre aralıklarla moringa çeliklerinin dikilmesi gerçekleştirilir. Bu şekilde yapılan yetiştiricilikte organik bir gübre karışımı ve uygun bir toprak yatağı kök gelişimini hızlandırmaktadır.
- Fidanlardan farklı olarak, sağlıklı büyümeyi sağlamak için çeliklerin çukurlar arasında 4 metre mesafe olacak şekilde dikilmesi tavsiye edilmektedir.
- Moringa çok fazla güneş ışığı gerektirir. Aslında, moringa yetiştiriciliğinde güneş ışığı sudan daha önemlidir. Moringa ekimi yapılan tarım alanın kesintisiz ve bol güneş ışığı alması sağlanmalıdır.
- Daha iyi bir büyüme oranı ve verim sağlamak için dördüncü aydan itibaren organik gübreler ve karışımları kullanılabilir.
- 100 gram suya 100 gram hardal tozu karıştırılarak hazırlanan lapa halindeki çözeltinin moringanın köklerine dökülmesi moringanın büyümesine ve çiçeklenmesine yardımcı olur. Lapa suyu, moringa için ideal bir girdidir (toprağın nem içeriğini arttırmadan kontrollü bir şekilde uygulanmalıdır).
- Moringa yılda iki ila üç kez hasat edilebilir. Hasattan sonra, yüksek dalları keserek moringa ağacının yüksekliğini kontrollü bir seviyede tutmak tavsiye edilmektedir. Bu, hem hasada hem de ağacın daha iyi dal büyümesine yardımcı olur.

Moringa bitkisinin su gereksiniminin ve bakım maliyetlerinin düşük olması moringa ekimi ve tarımını giderek artırmaktadır.

### 2.2.2. Moringa Tohumu Yağı

*Moringa oleifera* tohumları küresel bir şekle sahiptir ve çapı yaklaşık 1 cm'dir. Ortalama olarak üç açılıdırlar. Yaklaşık 0.3 gr ağırlığında, 3 kanatlı, tohumun dibinde apekse kadar 2–2.5 cm uzunluğunda kanatlar bulunmaktadır. Moringa tohumları 0.4-0.7 cm genişliğinde olup, çekirdek ağırlığının %70-75'inin oluşturmaktadır. Yağ, moringa tohumun ana bileşenidir ve tohum ağırlığının ortalama %36.7'sini meydana getirmektedir. Kırsal kesimlerde moringa tohumundan bitkisel yemeklik yağ üretimi, kabuğu soyulmuş moringa tohumlarının su içerisinde kaynatılmasıyla suyun yüzeyinde toplanan yağın ayrılması ile elde edilir. Moringa tohumunun içerdiği yağın yanısıra tohumun besleyiciliği dikkat çekmektedir. Moringa tohumlarının protein içeriği ortalama %31.4, karbonhidrat, lif ve kül içeriği ise sırasıyla %18.4, %7.3 ve %6.2'dir.

Çeşidine bağlı olarak, moringa tohumları yaklaşık %30-60 kadar yağ içerir. Moringa tohumu yağı ticari olarak “Behen yağı” veya “Ben yağı” olarak bilinir (Fakayode and Ajav, 2016; Valdés-Rodríguez et al., 2018). Bitkinin lipit içeriği, çevresel koşullara ve hasat uygulamalarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Villaseñor-Basulto et al., 2018). *Moringa oleifera* yağının çok yüksek miktarda oleik asit (%70), palmitik asit, stearik asit, behenik asit, kuersetin, luteolin ve tokoferol içerdiği bilinmektedir (Mat Yusoff et al., 2016; Omotoso et al., 2018). Moringa yağı, yemeklik yağ olarak, artrit, romatizma, hipertansiyon tedavisinde, ayrıca kozmetik endüstrisinde ve emülgatör olarak da gıda sanayinde kullanılabilmektedir (Bhutada et al., 2016; Fotouo-M. et al., 2016). *Moringa oleifera* yağının oksidatif stabilitesi, kızartma yağı olarak kullanım açısından kanola yağı, hurma yağı ve soya yağından daha yüksektir (Martins et al., 2016; Omotoso et al., 2018). Moringa tohumu yağının yağ asidi bileşimi zeytinyağına eşdeğerdir. Bu yağ, tıp ve makine endüstrisinde de kullanılır (Martins et al., 2016).

Janaki (2015) tarafından yapılan bir çalışmada; moringa yağı, geleneksel soğuk pres yöntemi ile elde edilmiş ve ransidite, viskozite, peroksit değeri, serbest yağ asidi içeriği, dumanlanma noktası, tokoferol içeriği ve yağ asidi bileşimi gibi fizikokimyasal özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Literatüre göre özellikleri bakımından zeytinyağına benzeyen moringa yağı zeytinyağı ile karşılaştırılmıştır. Moringa yağının, yağ asitleri bileşimi bakımından, zeytinyağına çok benzediği görülmüştür. Moringa yağı yüksek miktarda oleik asit içerdiğinden kızartma ve benzeri amaçlarla kullanılabilmektedir. *Moringa oleifera* tohumları; kendine özgü, hoş, yer fıstığı benzeri bir tada sahip olan parlak sarı, yüksek oleik asit içeriğine sahip bir yağ

içerir. Bu yağın %82'si doymamış yağ asitlerinden oluşur, doymamış yağ asitlerinin %70'i ise oleik asittir. Yüksek miktarda doymamış yağ asidi içeriğinden dolayı beslenme açısından önemli olmasının yanı sıra, hidrojene bitkisel yağlara da sağlıklı alternatifler olabileceği bilinmektedir (Janaki, 2015).

Pencap'taki (Pakistan) bir kurak alandan (Layyah) ve iki sulak bölgeden (Rahim Yar Khan, Jhang) hasat edilen *Moringa oleifera* tohumları hekzan ile ekstrakte edilmiş ve yağ içerikleri sırasıyla %30.36, %35.26 ve %38.37 olarak bulunmuştur. Tokoferoller ( $\alpha$ ,  $\gamma$  ve  $\delta$ ) açısından her iki bölgeden alınan moringa yağları arasında önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Kurak ve sulak bölgelerden alınan *Moringa oleifera* yağlarının yağ asidi profillerine bakıldığında, yüksek oranda oleik asit (sırasıyla %72.68, %75.55, %74.66'ya kadar) içerdiği ve bunu sırasıyla palmitik ve behenik asit (sırasıyla %9.26, %8.76, %9.20 ve %5.46, %3.72, %4.53'e kadar) içeriğinin izlediği tespit edilmiştir (Anwar ve ark., 2006).

*Moringa oleifera* tohumları, tekli doymamış/doymuş yağ asidi (MUFA/SFA) oranlarının yüksek, içerdiği steroller ve tokoferoller sebebiyle gıda ve gıda dışı uygulamalar için iyi bir kaynaktır. Geleneksel tıpta moringa tohumlarının ve bunların yağlarının nispeten yaygın kullanımına rağmen, insanlar üzerinde farmakolojik bir aktivite çalışması yapılmamıştır. *Moringa oleifera* tohumları, yüksek kalitede bir yağ asidi kompozisyonuna (oleik asit>%70) ve önemli miktarda ham yağ (%40'a kadar) içeriğine sahiptir. Rafine edildikten sonra oksidatif bozulmaya karşı kayda değer bir direnç gösterir. Moringa yağı zeytinyağı için iyi bir alternatif olabilir (Leone ve ark., 2016).

Olaleye ve Kukwa tarafından 2018 yılında yapılan bir çalışmada da hem soğuk pres hem de hekzan ile moringa yağı ekstraksiyonu gerçekleştirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda her iki yöntemde de yağlar arasında özgül ağırlık, kırılma indisi, asit değeri, serbest yağ asidi ve nem içeriği bakımından önemli ölçüde fark olmadığı, buna karşılık viskozite, renk, pH, yüzde verim, sabunlaşma değeri, peroksit değeri ve iyot değerlerinin birbirlerinden önemli ölçüde farklı olduğu görülmüştür (Olaleye ve Kukwa, 2018).

Namibya'ya özgü *Moringa ovalifolia* tohum yağının özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada ise, moringa yağının, önemli miktarda tekli doymamış yağ asitlerinin (omega-9) yanısıra behenik asit ve araşidik asit gibi doymuş yağ asitleri içerdiği ve çeşitli gıda ve gıda dışı

uygulamalarda kullanılmasına elverişli bir yağ olduğu sonucuna varılmıştır (Cheikhyousssef ve ark., 2018).

Tohumdan elde edilen yağı miktarının yüksek (%30-40) olmasından dolayı moringa tohumu, biyodizel, kozmetik, parfümeri ve gıda endüstrisine hizmet edebilecek farklı ürünlerin üretiminde rahatlıkla kullanılabilir (Boukandoul ve ark., 2018).

Ksoudo ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada da; 13 familyaya ait 25 bitki türü içerdiği ham yağ miktarına ve toplam fenolik içeriklerine göre karıştırılmış ve bitkilerin yağ içeriklerinin kuru maddede %4.2 ile %66.5 arasında değiştiği görülmüştür. Bitki tohumlarının çoğunlukla klasik yağ asitlerinden (palmitik, oleik, linoleik ve linolenik asitler) oluştuğu, uzun zincirli ve tek zincirli yağ asitleri gibi nadir görülen yağ asitlerinin minör bileşenler şeklinde bulunduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, petroselinik asit, *Apiaceae* familyası tohum yağında, özellikle *Pimpinella saxifraga* ve *Pimpinella major*'da bulunan başlıca bileşendir. *Apium graveolen*, *Anethum graveolen*, *Pimpinella saxifraga* ve *Lepidium sativum* tohumlarının yüksek yağ içeriğine ve farklı bir yağ asidi profiline sahip olduğu ve bunların metanolik ekstraktlarının yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmüştür. Tunus bitkilerinde yapılan bu araştırma, ticari amaçlar için büyütülecek çeşitli türlerin potansiyellerini göstermiştir (Ksouda ve ark., 2018).

Çeşitli *Moringa oleifera* tohumlarını analiz eden bazı raporlarda, tohumlarda çok sayıda yağ asidi – özellikle omega 9 (%76) ve doymuş yağ asitleri (örneğin palmitik, stearik ve araşidik asit) (%12) olduğu tespit edilmiş ve bunlardan elde edilen tohumların yağlarının toksik etki göstermediği bildirilmiştir (Villaseñor-Basulto ve ark., 2018). *Moringa oleifera* tohumlarının lipid içeriğinin, hasat uygulamaları ve bölgesel koşullarla ilgili olduğu ve %30 ila %42 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Villaseñor-Basulto ve ark., 2018).

Yousef (2015) yaptığı bir çalışmada, *Moringa oleifera* tohum yağının, su ve enzim karışımının kontrollü koşullar altında inkübe edilmesini içeren sulu enzimatik ekstraksiyonun (AEE) alternatif olarak kullanımını araştırmıştır. T değeri göz önüne alındığında *Moringa oleifera* yağı globülleri genel olarak proteinler ve selüloz ile çevrilidir. Bu nedenle bu çalışmada proteaz ve selülaz gibi enzimler kullanılmıştır. Bu enzim çözeltileri içerisinde inkübe edilen karışımın santrifüjlenmesi ile dört ayrı katman elde edilmiştir. En üstte serbest yağ katmanı, ardından su içinde yağ emülsiyonu, sulu bir faz ve altta kalan katı bir tabaka yani tortu kısmı mevcuttur.

AEE'yi takiben üst kısımda serbest halde bulunan yağ miktarı, hekzan kullanımına bağlı olarak, yaklaşık %73'tür (m/m). Emülsiyeye haldeki yağın ayrılması amacıyla da yüksek basınç uygulanmıştır. Elde edilen *Moringa oleifera* yağının yaklaşık %75 kadar oleik asitten oluştuğu ve tokoferol içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiş ve bu nedenle oksidatif stabilitesinin artmasına katkıda bulunduğu tespit edilmiştir (Yousef, 2015).

Latif ve ark. (2011), beş farklı ticari enzim ve bunların karışımı ile moringa tohumundan enzim destekli sulu ekstraksiyon (EAE) yöntemiyle eşzamanlı olarak yağ ve protein ekstraksiyonu konusunda çalışmışlardır. Protex 7L enzim preparatının sulu fazda en yüksek yağ (%69.4) ekstraksiyonu ve protein (%75.4) geri kazanımı sağladığı belirlenmiştir. Enzim destekli sulu ekstrakte yağ (EAEO), sulu ekstrakte yağ (AEO) ve hekzan ile ekstrakte edilmiş yağın (HEO) kalite parametrelerini karşılaştırılmışlardır. Bu yöntemlerin herhangi biri ile elde edilen yağlar arasında yağ asiti kompozisyonu, yoğunluk, kırılma indisi, iyot sayısı değeri, sabunlaşan ve sabunlaşmayan madde miktarları arasında herhangi bir farklılık bulunmadığı ve benzer olduğu tespit edilmiştir. Daha düşük bir renk değeri ve serbest yağ asidi içeriğinin HEO'dan EAEO ve AEO'ya doğru olduğu gözlenmiştir. EAEO ve AEO'nun 232 ve 270 nm'deki spesifik ekstinksiyonları, p-anisidin ve peroksit değerlerinin HEO'ya karşı daha iyi olduğu saptanmıştır. Genel olarak, EAEO'nun kalitesinin iyi olduğu ve gıda / yem uygulamalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Latif ve ark., 2011).

*Moringa (Moringa oleifera)*'dan tohum yağının ekstraksiyonunun araştırıldığı bir çalışmada (Mani ve ark., 2007); hekzan, petrol eteri ve aseton ile gerçekleştirilen çalışmalarda bağımsız değişkenler olarak partikül büyüklüğü, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinin etkisi araştırılmıştır. Çözücü tipi, partikül büyüklüğü, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinin işlemler üzerindeki etkinliği incelenmiştir. Bağımlı değişken olarak yağ verimi seçilmiş ve çalışmalar sonucu ekstrakte edilen yağ miktarları hekzan için %33.1, petrol eter için %31.8 ve aseton için %31.1 olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu incelenen üç işlem parametresinden partikül büyüklüğünün yağ verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yağ verimi üzerinde ekstraksiyon sıcaklığı ve süresinin de önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Mani ve ark., 2007).

Abdulkarim ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada; moringa tohumlarından Nötraz 0.8L (nötr proteaz), Termamil 120L ( $\alpha$ -amilaz), Pectinex Ultra SP-L (pektinaz) ve Celluclast 1.5L FG (selülaz) enzim preparatları kullanılarak yağ ekstraksiyonunda en uygun parametreler

belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu, Nötraz enzim preparatının en etkili enzim olduğu ve bunu sırasıyla Termamil, Celluclast ve Pectinex'in izlediği tespit edilmiştir. Dört enzim preparatının bir arada kullanıldığı çalışmalarda (45 °C) yağ veriminin %74 olduğu ve tek tek kullanılanlara göre çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. in bir kombinasyonunun %74 yağ geri kazanımı ile ayrı ayrı kullanılmasından daha etkili olduğu bulunmuştur. Tek tek kullanıldığında yağ veriminin Neutrased (45 °C), Termamyl (60 °C), Celluclast (60 °C) ve Pectinex (45 °C) enzimlerinde sırasıyla %71.9, %64.8, %62.6 ve %56.5 olduğu saptanmıştır.

Anwar ve Bhanger 2003 yılında yaptıkları çalışmada; *Moringa oleifera* tohumlarından hekzan ile ekstrakte edilen yağ miktarının %38-42 arasında değiştiğini ve protein, lif ve kül miktarının ise sırasıyla %26.50-32.00, %5.80-9.29 ve %5.60-7.50 olduğunu belirlemiştir. Ekstrakte edilen moringa yağının fiziksel ve kimyasal analizleri sonucu; iyot sayısı değeri, 68.00-71.80; kırılma indisi (40 °C) 1.4590-1.4625; yoğunluğu (24 °C), 0.9036-0.9080 mg/mL; sabunlaşma sayısı 180.60-190.50, sabunlaşmayan madde miktarı %0.70-1.10 ve renk değeri 0.95-1.10 R + 20.00-35.30 Y olarak belirlenmiştir. Tokoferol içeriklerinin ( $\alpha$ -,  $\gamma$ - ve  $\delta$ -) ise sırasıyla 123.50-161.30 mg/kg, için 84.07-104.00 mg/kg ve 41.00-56.00 mg/kg olduğu ve moringa yağlarının yüksek seviyelerde oleik asit (%78.59) içerdiği, bunu sırasıyla palmitik asit, stearik asit, behenik asit ve araşidik asit (sırasıyla %7.00, %7.50, %5.99 ve %4.21)'in izlediği tespit edilmiştir. (Anwar ve Bhanger, 2003).

Hindistan'da yetiştirilen *Moringa oleifera* çeşitlerinden Periyakulam 1 (PKM1) tohumları kullanılarak soğuk pres (CP), n-hekzane (H) ve kloroform:metanol (CM) karışımı ile yağ ekstrakte edilmiştir. Elde edilen bu yağlar ile ticari sızma zeytinyağı ve *Moringa oleifera* Mbololo çeşidi tohumların yağları kıyaslanmıştır. Yağ veriminin %25.1 (CP) ile %41.4 (CM) arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen moringa yağının yüksek oranlarda doymamış yağ asidi içerdiği ve başlıca doymamış yağ asidinin oleik asit (%71.60) olduğu belirlenmiştir. Başlıca doymuş asitlerinin ise palmitik asit ve behenik asit (her ikisi de %6.4) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, moringa yağının yüksek miktarlarda  $\beta$ -sitosterol (%45.58), stigmasterol (%23.10) ve kampesterol (%15.81) içerdiği de saptanmıştır.  $\alpha$ -,  $\gamma$ - ve  $\delta$ -tokoferol içeriklerinin ise sırasıyla 15.38 mg/kg yağ, 25.40 mg/kg yağ ve 15.51 mg/kg yağ olduğu belirlenmiştir (Lalas ve Tsaknis, 2002).

Tsaknis ve ark., (1999) yaptıkları bir çalışmada; Kenya'da yetiştirilen *Moringa oleifera* çeşitlerinden Mbololo tohumlarından soğuk pres (CP), n-hekzan (H) ve kloroform:metanol (CM) karışımı (50:50) ile elde edilen ham yağ verimlerinin %25.8 (CP) ile %31.2 (CM) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Elde edilen moringa yağının yüksek oranlarda doymamış yağ asidi içerdiği ve başlıca doymamış yağ asidinin oleik asit (%75.39) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, moringa yağının yüksek miktarlarda  $\alpha$ -sitosterol (%50.07), stigmasterol (%17.27) ve kampesterol (%15.13) içerdiği de saptanmıştır.  $\alpha$ -,  $\gamma$ - ve  $\delta$ -tokoferol içeriklerinin ise sırasıyla 105.0 mg/kg yağ, 39.54 mg/kg yağ ve 77.60 mg/kg yağ olduğu belirlenmiştir

*Moringa oleifera*'nın biyoenerji sektöründeki uygulaması da büyük ilgi görmeye devam etmektedir. Fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonların çevreye verdiği riskleri ve tehlikeleri hafifletmek için enerji üretmenin sürdürülebilir ve çevre dostu alternatifleri son zamanlarda önem kazanmaya başlamıştır. Tespit edilen alternatif enerji kaynaklarından biri biyoyakıtlardır. Biyoyakıtlar, biyokütleden (bitki atıkları, hammaddeler vb.) elde edilen yağlardır. *Moringa oleifera* tohumunun, mevcut fosil yakıtların yerini alma potansiyeline sahip olduğu ve farklı çalışmalarla uygun bir biyoyakıt kaynağı olduğu görülmüştür (George ve ark., 2021).

### **2.3. Moringanın Sağlık Üzerine Etkisi**

*Moringa oleifera*'nın menşesine bağlı olarak besin maddesi bileşimi açısından farklılık gösterdiği bilinmektedir. Farklı lokasyonlardan alınan *Moringa oleifera* yapraklarının mineral ve/veya protein içeriğindeki değişiklikler incelenmiş ve *Moringa oleifera* yaprak tozları içindeki protein ve mikro besin konsantrasyonlarının belirgin bir şekilde değiştiği tespit edilmiştir (Rébua ve ark., 2018).

*Moringa* bitkisi, Asya ve Afrika'nın çeşitli ülkelerinde önemli bir bitkidir (Coz-Bolaños ve ark., 2018). Kurutulmuş toz halinde çiğ olarak tüketilen veya saklanan yaprakların besin maddeleri açısından son derece zengin olduğu bildirilmiştir (Rébua ve ark., 2018). *Moringa oleifera* yaprak tozları 1997'den beri Afrika'da yetersiz beslenmeyle mücadele için kullanılmaktadır ve hala Afrika'nın belirli bölgelerinde bulunan beslenme eksikliklerinin üstesinden gelmek için önemli bir çözüm olarak kabul edilmektedir (Rébua ve ark., 2018).

*Moringa oleifera* besinsel ve tıbbi faydaları nedeniyle dünyanın birçok yerinde yaygın olarak yetiştirilen farmasötik bir bitkidir (Omotoso ve ark., 2018). Antifungal, antihipertansif,

antikanser, antispazmodik, antitümör, antiülser, anti-inflamatuar, antimikrobiyal, kolesterol düşürücü, diüretik, hepatoprotektif ve hipoglisemik yetenekleri dahil olmak üzere faydalı farmakolojik özellikleri ile bilinen *Moringa oleifera* 'dan günümüze kadar çeşitli fitokimyasallar izole edilmiştir. *Moringa oleifera* yaprak tozu takviyesinin, HIV pozitif kişilerde bağışıklık sistemini güçlendirdiği tespit edilmiştir (Omotoso ve ark., 2018, Abd-Elhakim, 2018). Bitkinin kökü, kabuğu, çiçeği, sapı, sakızı, tohumları ve yapraklarının diyabet, ateş, baş ağrısı, kulak enfeksiyonları, boğaz ağrısı, göğüs ağrısı vb. çeşitli rahatsızlıkları tedavi ettiği bilinmektedir (Rébua ve ark., 2018). *Moringa oleifera* 'nın farklı dokularından elde edilen ham özlerin, hem Gram negatif hem de Gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Villaseñor-Basulto ve ark., 2018). *Moringa* yaprağı tozları küresel olarak giderek daha fazla ilgi çekmekte ve güçlü bir gıda takviyesi olarak pazarlanması yaygınlaşmaktadır. Ağırlıklı olarak Hindistan tarafından ihraç edilmekte ve Avrupa ülkeleri tarafından ithal edilmektedir (Rébua ve ark., 2018). Genel olarak bitkinin tarım, tıp, hayvancılık, insan ve diğer biyolojik sistemlerde çeşitli uygulamalara sahip, hızlı büyüyen ve çok işlevli bir bitki olduğu bilinmektedir (Falowo ve ark., 2018). *Moringa* yapraklarının yenilebilir olması ve yüksek besin değerine sahip olması sebebiyle, bu bitki dünyanın en yararlı bitkilerinden biri olarak gösterilmektedir (Haouvang ve ark., 2017). Tıbbi ve besin değerlerindeki çeşitlilik nedeniyle “mucize ağaç” olarak kabul edilmektedir (Badwaik ve ark., 2020).

Tohumlar, tohum kabukları, ağaç kabuğu ve yapraklar dahil olmak üzere *Moringa oleifera*'nın farklı kısımlarının sulu çözeltilerinin, sızıntı suyu ve göl sularındaki ağır metalleri şelatlayan biyosorbent özelliklere sahip olduğu rapor edilmiştir. *Moringa oleifera*'nın farklı kısımları tarafından sergilenen ağır metalleri şelatlama yeteneğinin, bitkide doğal olarak bulunan kimyasal bölgelerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Ogundiran ve ark., 2018). Özellikle kirlenmiş atıkların arıtılmasında tarih boyunca doğal bir pıhtılaştırıcı olarak kullanılmış ve günümüzde de kullanılmaya devam etmektedir (Villaseñor-Basulto ve ark., 2018). İşlenmiş gıdaların *Moringa oleifera* ile takviye edilmesinin besin değerini, bazı organoleptik özellikleri, oksidatif stabiliteyi ve ürün raf ömrünü arttırdığı bildirilmiştir (Falowo ve ark., 2018). Son yıllarda bu tür Meksikalı tüketicilerin ilgisini çekmiş ve çeşitli alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. *Moringa* ile ilgili kullanım alanlarından biri, sulu içecekler hazırlamak için yaprakların kullanılmasıdır. Moringanın sulu çözeltileri, Meksika'da halk hekimliği tarafından anti-inflamatuar ve hipoglisemik alternatifler olarak kullanılmakta ve diğer birçok kullanım

alanının yanında kilo kontrolü için de kullanılmaktadır (Omotoso ve ark., 2018). Moringa oleifera tüketiminin hayvan beslenmesinde kullanımında, genel olarak toplam kuru madde alımının %5'ini aşmayacak şekilde diyetle dahil etme oranlarında, çeşitli hayvan türlerinin sağlık durumunu, yem dönüşüm verimliliğini ve büyüme performansını iyileştirdiği rapor edilmiştir (Falowo ve ark., 2018).

Moringa oleifera, çeşitli besin maddeleri ve farklı tıbbi bileşikler açısından olağanüstü bir bileşime sahiptir. Moringa bitkisinde bulunan fenolik bileşiklerin bulaşıcı olmayan kronik hastalıkları önleyebileceği bildirilmiştir (Guillén-Román, 2018). Bu bitkinin birçok kısmı, özellikle yaprakları, yüksek askorbik asit, karoten, E vitamini, kalsiyum, esansiyel amino asitler ve demir içeriği nedeniyle besinsel ve tıbbi öneme sahiptir (Abd-Elhakim, 2018). Moringa oleifera yapraklarında bulunan fitokimyasallar arasında tanenler, steroidler, triterpenoidler, flavonoidler, saponinler, antrakınonlar, alkaloidler, niazimisin, moringin ve indirgeyici şekerler bulunur (Omotoso ve ark., 2018). Yaprak özütünün yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğu ve bağışıklık sistemini iyileştirdiği bildirilmiştir (Abd-Elhakim, 2018). Moringa oleifera uçucu yağının ise flavonoidler, kuersetin ve luteolin içerdiği tespit edilmiştir. Moringa oleifera yaprak ekstraktının toplam fenolik bileşen içeriği 118 mg/g'dır ve toplam antioksidan aktivitesi 0.636 µmol Trolox/mg'dir (Omotoso ve ark., 2018). Moringa yaprakları, A vitamini, B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (Niasin), C (askorbik asit), E vitamini (tokoferol), karotenoidler (b-karoten ve lutein), toplam fenoller, fenolik asitler (kafeik asit, gallik asit, ferulik asit, o kumarik asit, r-kumarik asit ve kloro-genik asit) ve flavonoidler (apigenin, kaempferol, luteolin, mirisetin ve kersetin) gibi bir dizi biyoaktif bileşikten oluşmaktadır. Ayrıca Na, Ca, K, Mg, Fe, Ni, Mn, Zn ve Co gibi mineraller bakımından da zengindir. Moringa oleifera yaprak ekstraktı oksidatif strese bağlı peroksidasyonun neden olduğu hücre zarı hasarlarını azaltan DPPH radikal temizleme aktivitesine de sahiptir. Moringa yaprakları ayrıca oksin, gibberellinler, sitokinin, salisilik asit, jasmonik asit ve absisik asit gibi bitki hormonları da içermektedir. Moringa oleifera yaprak ekstraktı'nın potansiyel faydaları saklama süresi ve sıcaklıkla azalabilir. En yüksek askorbik asit ve serbest fenolik içerikleri, taze yaprak ekstraktında ve bir ay boyunca düşük sıcaklıkta (buzdolabında 4 °C) saklanan yaprak ekstraktında gözlenmiştir (Neri ve ark., 2021).

*Moringa oleifera*'nın benzersiz fonksiyonel bileşenleri olan *Moringa oleifera* tohumlarındaki ana glukosinolatlardan biri Moringa oleifera GLC'dir (4- $\alpha$ -ramnopiranoziloksi-benzil

glukozinolat). Moringa glukozinolatları antiinflamatuvar, antikanser ve hipoglisemik potansiyele sahip ve fitofarmasötik, nutrasötik ve sağlıklı gıdalarda kullanılabilir. Moringa yağı, proteinleri ve GLC'nin saflaştırılmış ürünlerini sağlıklı gıda veya ilaç sanayisinde geliştirilebilir ürün olarak da kullanılmaktadır.

*Moringa oleifera* genellikle her derde deva olarak adlandırılır ve 300'den fazla hastalığı tedavi etmek için kullanılabilir. Moringa, Hintliler ve Afrikalılar tarafından bitkisel ilaçlarda uzun süredir kullanılmaktadır. Mevcut fitokimyasallar, onu iyi bir tıbbi ajan olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu bölümde moringanın diyabet ve kanser gibi hastalıklar üzerindeki etkisi gözden geçirilmiştir.

### **2.3.1. Moringanın Anti-Diyabetik Özellikleri**

Moringa'nın hem Tip 1 hem de Tip 2 diyabeti iyileştirdiği gösterilmiştir. Tip 1 diyabet, hastaların kan şekerini gerekli normal değerde tutan bir hormon olan insülinin üretilmemesinden muzdariptir. Tip 2 diyabet, insülin direnci ile ilişkilidir. Tip 2 diyabet, glikoz seviyelerini algılayamayan, dolayısıyla insüline giden sinyali azaltan ve yüksek kan şekeri seviyelerine neden olan beta hücrelerindeki işlev bozukluğundan da kaynaklanabilir. Yapılan çalışmalar, moringanın bir anti-diyabetik ajan olarak hareket edebileceğini göstermiştir. Yapılan bir çalışmada, *Moringa oleifera*'nın sulu ekstraktlarının sıçanlarda streptozotosin kaynaklı Tip 1 diyabeti ve ayrıca insüline dirençli Tip 2 diyabeti iyileştirebileceğini göstermiştir. Başka bir çalışmada, araştırmacılar STZ kaynaklı diyabet farelerini Moringa tohum tozu ile beslemişler ve açlık kan şekerinin düştüğünü belirlemişlerdir. Ayrıca, sıçanlar yaklaşık 500 mg moringa tohumu tozu/kg vücut ağırlığı ile tedavi edildiğinde, serumdaki antioksidan enzimlerinde artış görülmüştür. Bu durum, moringada bulunan antioksidanların, STZ indüksiyonu nedeniyle Beta hücrelerinde oluşan ROS'u azaltabileceğini göstermektedir. STZ, ATP defosforilasyon reaksiyonlarına neden olur ve Beta hücrelerinde süperoksitlerin ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunda ksantin oksidaza yardımcı olur. Hiperglisemik hastalarda beta hücreleri tahrip olmaktadır. Bu nedenle, yüksek miktarda glikoz mitokondriye girer ve reaktif oksijen türlerini serbest bırakır. Beta hücreleri az sayıda antioksidan içerdiğinden; bu da beta hücrelerinin apoptozisine neden olur. Bu, hiperglisemiye yol açan insülin sekresyonunu ve buna bağlı olarak diabetes mellitus Tip-2'yi azaltır. Kuersitin ve fenolikler gibi flavonoidler, ROS üzerinde süpürücü bir etki yaratan antioksidanlar olarak ilişkilendirilmiştir. Moringa'daki flavonoidlerin mitokondriden salınan ROS'u temizlediği,

böylece beta hücrelerini koruduğu ve dolayısıyla hiperglisemiye kontrol altında tuttuğu varsayılabilir.

Diyabet, retinopati, nefropati, ateroskleroz vb. gibi çeşitli komplikasyonlara yol açar. Moringa bu tür rahatsızlıkları önlemek için kullanılabilir. Hiperglisemi olduğunda, kan şekeri proteinlerle reaksiyona girer ve ileri glikasyonlu son ürünlere (AGE'ler) neden olur. Bu AGE'ler, bağışıklık hücrelerinin yüzeyinde ifade edilen RAGE'ye bağlanır. Bu etkileşim, interlökin-6 ve interferonlar gibi sitokinlerin artan transkripsiyonuna yol açar. Aynı zamanda, hücre adezyon molekülleri, arterlerin yüzey endotelinde ifade edilir. Bu, arterlerde iltihaplanmaya neden olan ve ateroskleroza yol açan transendotelial göçü kolaylaştırır. Moringa, bir anti-aterosklerotik ajan olarak kullanılır. Antiaterojenik doğası, moringanın antioksidan özellikleri ile açıklanabilir.

### **2.3.2. Moringanın Antikanser Özellikleri**

Kanser yaygın bir hastalıktır ve her 7 ölümden biri yanlış ilaç tedavisine bağlanmaktadır. Hindistan'da yaklaşık 24lakh vakası yaygındır, kanserin gelişmesi için belirli bir neden bulunmamakla birlikte, sigara içme, egzersiz eksikliği, radyasyona maruz kalma gibi çeşitli faktörler hastalığa yol açabilir. Ameliyat, kemoterapi ve radyasyon gibi kanser tedavileri pahalıdır ve yan etkileri vardır. Moringa oleifera doğal, güvenilir ve emniyetli olduğu için bir antikanser ajanı olarak kullanılabilir. Çalışmalar, moringanın anti-neoproliferatif bir ajan olarak kullanılabileceğini ve böylece kanser hücrelerinin büyümesini engellediğini göstermiştir. Yaprakların çözünür ve çözücü ekstraktlarının antikanser ajanları olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca birçok araştırmada, kanserin anti-proliferatif etkisinin, kanser hücrelerinde reaktif oksijen türlerini indükleme yeteneğinden kaynaklanabileceğini öne sürülmektedir. Bu araştırmalar, hücrelerde indüklenen reaktif oksijen türlerinin apoptoza yol açtığını göstermektedir. Bu, apoptotik yolun bir parçası olan kaspaz 3 ve kaspaz 9'un yukarı regülasyonu ile daha da kanıtlanmıştır. Ayrıca, moringanın ROS üretimi spesifik ve sadece kanser hücrelerini hedef alır, bu da onu ideal bir antikanser ajanı yapar. Ayrıca ekstraktların, antioksidanların eksprese edilmesine izin vermeyen glutatyon S-transferaz ekspresyonunu arttırdığını göstermiştir. ROS indüksiyonunu kullanarak kanseri hedef alan antikanser ajanlar yaygındır, ancak bu maddeler aynı zamanda antioksidan enzimlere de saldırabilmelidir. Moringa yaprağı ekstraktlarının iyi antioksidanlar olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, aynı zamanda iyi antikanser ajanlardır ve ROS'u indüklerler. Antikanser aktiviteden sorumlu tutulan yaprakların bileşikleri

glukozinolatlar, niazimisin ve benzil izotiyosiyanattır. Benzil izotiyosiyanatın kanserle bağlantılı olduğu gösterilmiştir. Araştırmalar, BITC'nin hücre ölümüne yol açan hücre içi ROS'a neden olduğunu göstermektedir. Bu, moringanın iyi bir antikanser ajanı olmasının nedenlerinden biri olabilir.

### 2.3.3. Moringanın Diğer Hastalıklar Üzerine Etkisi

Moringa, güçlü bir nöroprotektan olarak kullanılabilir. Serebral iskemi, beyne giden kan akışının tıkanması nedeniyle oluşur. Bu, reperfüzyona ve lipid peroksidasyonuna yol açar ve bu da reaktif oksijen türleri ile sonuçlanır. Moringa, içerdiği antioksidanlarla reaktif oksijen türlerini azaltarak beyni korur. *Moringa oleifera*, uzamsal hafızanın destekleyicisi olduğu gösterildiğinden demansı tedavi etmek için kullanılır. Yaprak ekstraktlarının asetilkolin esterase aktivitesini azalttığı, böylece kolinerjik fonksiyonu ve hafızayı iyileştirdiği gösterilmiştir. Yapılan bir araştırmada, sıçanların diyetindeki moringanın protein içeriğini artırabildiğini ve kandaki üre ve kreatinin düzeylerini düşürerek böbrek fonksiyon bozukluğunu önleyebildiğini göstermiştir. Moringa, mide ülserlerinde asitliği sırasıyla 500 mg ve 350 mg dozlarında %86.15 ve %85.13 oranında azaltmıştır ve bir antiülser ajanı olarak kullanılabilir. Moringa, AIDS hastaları için reçete edilir. Moringa'nın HIV pozitif bireylerin bağışıklık sistemini güçlendirmek amacıyla diyetle dahil edilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, moringanın anti-retroviral ilaçlar üzerindeki etkisini doğrulamak için daha fazla araştırma gereklidir. Moringa çiçeklerinin hidro-alkolik ekstraktı, artritlik sıçanlarda romatoid faktör, TNF-alfa ve IL-1 seviyelerini azaltmıştır. Bu, moringanın artrit için güçlü bir tedavi olabileceğini kanıtlamaktadır. Mikrobiyal hastalıklar yaygındır ve antimikrobiyal ajanlara ihtiyaç vardır, *Moringa oleifera*'nın iyi bir antimikrobiyal ajan olduğu kanıtlanmıştır. Yapılan bir araştırma, Moringa oleifera özlerinin *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ve *Vibrio cholera* gibi bakterilere karşı etkili olabileceğini göstermiştir. Tohumların antibakteriyel etkileri, pterygospermin, moringine ve benzil izotiyosiyanatın varlığı ile açıklanmıştır.

Şekil 2.5. ve Tablo 2.6.'de moringanın farklı kısımlarının besinsel bileşimini ve tıbbi kullanım alanları göstermektedir.



Şekil 2.5. Moringa Bitkisinin Sağlık Üzerine Etkileri

**Tablo 2.6. Moringa'nın Farklı Kısımlarının Besin İçeriği ve Sağlık Üzerine Etkileri**

| Kısım             | Tıbbi Kullanımları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Besleyici Özellikleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Öneriler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Yapraklar</b>  | Moringa yaprakları astım, hiperglisemi, Dislipidemi, grip, kalp yanığı, frengi, sıtma, zatürree, ishal, baş ağrısı, iskorbüt, cilt hastalıkları, bronşit, göz ve kulak enfeksiyonlarını tedavi eder. Ayrıca kan basıncını ve kolesterolü düşürür ve antikanser, antimikrobiyal, Antioksidan, antidiyabetik ve anti-aterosklerotik ajanlar, nöroprotektan gibi davranır. | Moringa yaprakları lif, yağ proteinleri ve Ca, Mg, P, K, Cu, Fe ve S gibi mineraller içerir. Vitamin-A (Beta-karoten), vitamin B-kolin, vitamin B1-tiamin, riboflavin, nikotinik asit gibi vitaminler ve askorvik asit bulunur. Arg, His, Lys, Trp, Phe, Thr, Leu, Met, Ile, Val gibi çeşitli amino asitler mevcuttur. Tanenler, steroller, saponinler, trepenoidler, fenolikler, alkaloidler gibi fitokimyasallar ve kersitin, izokersitin, kaemferisit, izotiyosiyanatlar ve glikozit bileşikler gibi flavanoidler mevcuttur. | Flavanoidlerin varlığı, yapraklara antidiyabetik ve antioksidan özellikler verir. İzotiyosiyanatlar antikanser ajanlardır. Quercitin ve diğerleri gibi flavanoidler, anti-proliferatif, antikanser ajanı olarak bilinir. Mineral ve vitaminlerin varlığı, bağışıklık sistemini güçlendirmeye ve sayısız hastalığı iyileştirmeye yardımcı olur. |
| <b>Tohumlar</b>   | Moringa tohumları hipertiroidizm, Chrohn hastalığı, antiherpes simpleks virüs artrit, romatizma, gut, kramp, epilepsi ve cinsel yolla bulaşan hastalıkların tedavisinde yardımcı olur, antimikrobiyal ve antienflamatuar ajanlar olarak işlev görebilir.                                                                                                                | Oleik asit (Ben yağı), pterygospermin adı verilen antibiyotik ve Linoleik asit, linolenik asit, behenik asit gibi yağ asitleri, tanenler, saponin, fenolikler, fitat, flavanoidler, terpenoidler ve lektinler gibi fitokimyasallar içerir. Bunların dışında yağlar, lifler, proteinler, mineraller, A, B, C gibi vitaminler ve amino asitler.                                                                                                                                                                                   | Flavanoidlerin varlığı, anti-inflamatuar özelliğini verir. Antibiyotik pterygospermin, antimikrobiyal özelliklerden sorumludur. Diğer fito-kimyasallar çeşitli hastalıkların tedavisinde yardımcı olur                                                                                                                                         |
| <b>Kök kabuğu</b> | Kök kabuğu, kalp uyarıcı, ülser önleyici ve iltihap önleyici madde olarak işlev görür.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Morfin, morigin gibi alkaloidler, kalsiyum, magnezyum ve sodyum gibi mineraller.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Alkaloid, kabuğun antiülser olmasına, kalp uyarıcı olmasına ve kasların gevşemesine yardımcı olur.                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Çiçek</b>      | Moringa çiçekleri hipokolesterolemik olarak hareket eder, anti-artritlik ajanlar idrar problemlerini ve soğuk algınlığını tedavi edebilir.                                                                                                                                                                                                                              | Kalsiyum ve potasyum ve amino asitler içerir. Ayrıca nektar içerirler.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Nektarın varlığı onları arıcıların kullanımına uygun hale getirir.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Bakla</b>      | Moringa kapsülleri ishal, karaciğer ve dalak sorunları ile eklem ağrısını tedavi eder.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Lif, lipid, yapısal olmayan karbonhidratlar, protein ve kül bakımından zengindir. Oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve linolenik asit gibi yağ asitleri de mevcuttur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Baklalarda PUFA'nın varlığı, obez diyetinde kullanılabilir.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 3. MATERİYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu araştırmada MOMAX 3, ODC ve PKM-1 moringa çeşitlerine ait tohumlar kullanılmıştır. Bu tohumların genel özellikleri (tane ağırlığı, en-boy oranı vb.) belirlendikten sonra polietilen torbalar içerisinde vakum altında ambalajlanarak yağ elde edilinceye kadar oda koşullarında muhafaza edilmiştir. Elde edilen yağlar 4°C de soğuk hava koşullarında analiz edilinceye kadar muhafaza edilmiştir.

MOMAX 3, ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait tohumlar, “MORİNGANTEP Girişimci Kadınlar Üretim ve Kalkınma Kooperatifi” tarafından doğrudan SVM Exports (No: 2F/1049 P&T Colony 6th Street West Tuticorin- 628 008 - Tamil Nadu, Hindistan) firmasından getirilen tohumlardan yaklaşık 2’şer kg olacak şekilde temin edilmiştir.

Soğuk presyon yöntemi ile yağ çıkarılmasında, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan “Karaerler Makina Enerji Tarım Gıda İth. İhr. Sanayi Tic. Ltd. Şti.” tarafından üretilen “Naturefuel 500 (NF 500)” model soğuk pres yağ makinası kullanılmıştır. Moringa tohumlarından sokslet yöntemi ile ham yağın çıkarılması işlemleri ise Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan “Gerhardt Soxtherm marka SE-414” model yağ ekstraksiyon cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Moringa Tohumlarından Ham Yağ Çıkarılması

Gıda endüstrisinde yağ analizlerinde kullanılan toplam yağ tayini işlemine ham yağ tayini adı verilmektedir. Toplam yağ tayini esnasında trigliseritler ile birlikte yağda çözünen, diğer benzer bileşiklerde analiz edildiğinden dolayı bu işleme lipit tayini veya ham yağ tayini denilmektedir.

Bu çalışmada MOMAX 3, ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait moringa tohumlarından ham yağ eldesi soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.1.1. Moringa Tohumlarından Soğuk Presyon ile Ham Yağ Çıkarılması

Moringa tohumlarından soğuk presyon yöntemi ile yağ çıkarma işlemi soğuk pres yağ makinesi (Karaerler marka NF500 model, Türkiye) ile gerçekleştirilmiştir. Moringa tohumları önceden ısıtılarak 100°C'ye ayarlanmış olan soğuk pres yağ makinesinde 40-45 °C'de 15 Hz frekansında preslenmiştir. Preslenerek elde edilen moringa yağının sıcaklığının artmaması için sirkülasyonlu bir soğutma sistemi (4 °C) vasıtasıyla elde edilen yağın 45°C'nin altında olması sağlanmıştır

Bu amaçla MOMAX 3, ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait tohumlardan 350 g tartılarak soğuk presyon yağ makinesinden geçirilerek moringa yağı elde edilmiş ve elde edilen ham yağ miktarı tartılarak soğuk presyon yöntemiyle elde edilen yüzde ham yağ verimi (%) belirlenmiştir.

### 3.2.1.2. Moringa Tohumlarından Sokslet Yöntemi İle Ham Yağ Çıkarılması

Moringa tohumlarından sokslet yöntemi ile ham yağın çıkarılması işlemleri Gerhardt Soxtherm marka SE-414 model yağ ekstraksiyon cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sokslet sistemi 4 ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar; yoğunlaştırıcı (geri soğutucu), şilifli cam balon, ısıtıcı plaka ve sokslet ekstraktörü (gövdesi) olarak adlandırılır.

Sokslet yöntemiyle moringa tohumundan yağ çıkarılmasında, Waring marka blenderde öğütülüp 105°C'de 2 saat süreyle kurutulmuş olan moringa tohumları, kaba filtre kağıdı üzerine yaklaşık 10 g olacak şekilde tartılmış ve sokslet kartuşu içerisine yerleştirilmiştir. Daha sonra sokslet kartuşu ekstraktöre yerleştirilip üzerine 150 mL petrol eteri ilave edilmiş ve cihaz programlanarak çalıştırılmıştır. İşlem sonunda sabit tartıma getirilmiş ve darası daha önce belirlenmiş ekstraksiyon kabı yeniden tartılarak içindeki ham yağ miktarı yüzde (%) olarak aşağıdaki formül yardımıyla kurumadde esasına göre belirlenmiştir.

$$\text{Ham Yağ Miktarı}(\%, \text{g/g}) = \left[ 100 \times \frac{M_2 - M_1}{M_0} \right]$$

**M<sub>0</sub>** : Deney numunesinin kütlesi (g)

**M<sub>1</sub>** : Ekstraksiyon balonunun darası (g)

**M<sub>2</sub>** : Ekstraksiyondan sonra yağ ve balonun birlikte kütlesi (g)

### **3.2.2. Moringa Tohumu ve Moringa Tohum Yağında Gerçekleştirilen Analizler**

Soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen moringa yağları 25 ml ve 50 ml'lik plastik santrifüj tüplerinde analiz edilinceye kadar ışık almayacak şekilde alüminyum folyoya sarılarak -18 C'de saklanmıştır. Elde edilen moringa yağlarında bazı fiziksel ve kimyasal analizlerin yanısıra tokoferol, gliserit, yağ asidi ve sterol içerikleri analizleri yapılmıştır.

#### **3.2.2.1. Moringa Tohumlarında Tane Ağırlığı**

Tohum tanelerinin ağırlık, dolgunluk, cılızlık durumu hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla moringa çeşitlerine ait tohumlardan 100 tanesinin ağırlığı ölçülerek belirlenmiş ve tane ağırlığı g/100 adet olarak ifade edilmiştir.

#### **3.2.2.2. Moringa Tohumlarında En, Boy ve En/Boy Oranı**

Hassas bir kumpas yardımı ile MOMAX 3, ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait tohumlardan rastgele seçilecek 20 tohumun en (mm), boy (mm) ve en/boy oranlarına (%) bakılarak, tohum tanelerinin fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

#### **3.2.2.3. Moringa Tohumlarında Nem (Rutubet) Tayini**

Moringa çeşitlerine ait tohumların (2-4 mm arasında öğütülmüş) sıcaklığı kontrol edilebilen bir etüvde 103±2 °C'da, çevre basıncında 6 saat süre ile kurutulması sonunda meydana gelen kütle kaybına dayanarak nem miktarı (rutubet muhtevası) belirlenmiş ve %olarak ifade edilmiştir.

#### **3.2.2.4. Moringa Tohumlarında Protein Tayini**

MOMAX 3, ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait tohumların protein miktarı, keltek ünitesi kullanılarak Kjeldahl metoduna göre tayin edilmiş ve hesaplamada N x 6.25 faktörü kullanılmıştır (Anonim, 1990).

#### **3.2.2.5. Moringa Tohumlarında Ham Yağ Tayini**

Moringa çeşitlerine ait tohumların toplam ham yağ miktarı, AOAC Methods 922.06 kullanılarak Soxhlet yöntemi ile çözgen ekstraksiyonu ile belirlenmiş ve yağ miktarı yüzde (%) olarak ifade edilmiştir (Anonim, 1990).

#### **3.2.2.6. Moringa Tohum Yağlarında Serbest Yağ Asitliği Tayini**

Moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağların serbest yağ asitliği tayini AOAC'da belirtilen yöntem doğrultusunda titrimetrik olarak belirlenmiş ve oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonim 1990).

#### **3.2.2.7. Moringa Tohum Yağlarında Peroksit Sayısı Tayini**

Moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağların peroksit sayısı tayini, AOCS Cd 8-53 standart yöntem kullanılarak yapılmış ve yöntemde belirtilen formüle göre, meq/kg yağ olarak hesaplanmıştır (Anonim 1990).

#### **3.2.2.8. Moringa Tohum Yağlarında İyot Sayısı Tayini**

Moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağların iyot sayısı tayini, AOCS Cd 1d-92 yöntemine göre belirlenmiştir (Anonim, 1990).

#### **3.2.2.9. Moringa Yağlarında Toplam Fenolik Madde Tayini**

Moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağların toplam fenolik madde tayini Asami ve ark. (2003) ile Macoris ve ark. (2012) tarafından kullanılan Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır.

#### **3.2.2.10. Moringa Tohum Yağlarında Toplam Antioksidan Kapasitesi Tayini**

Moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağların toplam antioksidan kapasitesi Kelebek ve ark. (2009) ile Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından yapılan DPPH (Merck) yöntemine göre saptanmıştır.

#### **3.2.2.11. Moringa Tohum Yağlarında Yağ Asidi Kompozisyonu ve Dağılımı**

Soğuk pres ve çözgen ekstraksiyonu ile elde edilen moringa tohum yağlarında yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesinde; esterleştirme için deney tüplerine 0.1 g yağ alınıp üzerine 10 mL n-heptan ilave edilmiştir. Daha sonra tekrar üzerine 0.5 mL metanollü KOH çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpün kapağı kapatılarak 30 saniye süreyle kuvvetlice çalkalanmış ve 10 dakika süreyle 4000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Daha sonra berrak kısım 2 mL'lik viallere konularak enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. GC-FID yağ asitleri metil ester analizleri bir silika kapiler kolonla (100 m, 0.25 mm id, 0.2 mikron film kalınlığı) donatılmış bir Agilent gaz

kromatografisi (GC–7800A serisi) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı gaz olarak Helyum 15mL/dk akış hızında kullanılmıştır. Dedektör sıcaklığı 260 °C ve fırın sıcaklığı 230 °C olarak ayarlanmıştır. Seyreltilmiş numuneler [n-heptan 1/100(v/v)] enjeksiyon hacmi 1.0 µL split modu (1/100) otomatik olarak enjekte edilmiştir.

#### **3.2.2.12. Moringa Tohum Yağlarında Gliserit Bileşimi ve Dağılımı**

Gıda teknolojisinde, yemeklik sıvı ve katı yağlardaki trigliseritlerin moleküler yapıları, gıdanın kimyasal ve fiziksel özellikleriyle ilişkili olduğundan büyük önem taşır. Katı veya sıvı yağların kristal yapısı, çözünürlük, viskozite ve erime noktası gibi çeşitli fiziksel özellikleri trigliseritlerinin kimyasal yapısından etkilenir. Trigliseritlerin (TG) yapısında bir gliserol molekülü ve üç esterleşmiş yağ asidi molekülü bulunur. Gliserolle bir yağ asidinin esterleşmesinden monoasilgliseroller oluşur. Daha fazla yağ aside esterleşmesi ile diasilgliseroller ve sonrasında ise triasilgliseroller (TG) meydana gelir.

##### *Triaçilgliserollerin HPLC ile analizi:*

Triaçilgliserol analizi COI metodu (2017) ve Essid ve arkadaşlarının (2014) kullandığı metod modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Üzerinde bir ters faz kolon ve refraktif indeks dedektör (RID) bulunan Agilent Infinity II 1260 HPLC cihazı kullanılmıştır. Triaçilgliseroller diğer yağ bileşenlerinden kolon kromatografisiyle ayrılmıştır. Petrol eteri içinde çözündürülmüş yağ numunesi, daha önce şartlandırılmış, silika jel absorbe edici içeren bir kromatografi kolonuna yerleştirilmiştir. Ayırma için ACE 5 C18 kolonu (250 mm x 4.6 mm x 5 µm) kullanılmıştır. Kromatografi koşulları; hareketli faz asetonitril/aseton (36.5: 63.5), kolon sıcaklığı 35°C, akış hızı 1.0 mL/dakika ve numunelerin enjeksiyon hacmi 20 µL olarak belirlenmiştir. Triaçilgliseroller, bir referans kromatogram ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır (Essid et al., 2014).

#### **3.2.2.13. Moringa Tohum Yağlarında Tokoferol Bileşimi ve Dağılımı**

E Vitamini olarak bilinen tokoferoller, insan plazmasındaki en güçlü yağda çözünen antioksidanlardır. Tokoferollerin antioksidan aktivitesine sahip bileşenleri arasında  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - ve  $\delta$ -tokoferoller ve  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - ve  $\delta$ -tokotrienol bulunur. Doymuş bir fitile (tokoferoller) doymamış (tokotrienoller) bağlı bir kromanol halkası içeren bu bileşikler, kromanol halkası üzerindeki metil gruplarının sayısına göre değişir. Tokoferol homologları arasında, alfa-tokoferol en yüksek biyolojik potansiyele sahiptir.

Moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağlardan yaklaşık 1 g örnek cam tüpe konulup, sabunlaştırma işlemi için 1.25 mL %60 KOH ve pyrogallol (3:10 etanol) eklenerek ve 30 dakika 70°C’de su banyosunda tutulmuştur. Daha sonra içerik soğutulup 7 mL %5’lik NaCl ve 5 mL hekzan ilave edilerek karanlıkta 30 dakika buz dolu kap içerisinde bekletilmiştir. Böylece bu süre sonunda üst faz ayrılmış alt faza tekrar hekzan ilave edilerek işlem iki kez daha tekrarlanmıştır. Üst fazlardan toplanan hekzan 65 °C’de azot gazı akışı altından uzaklaştırılmıştır. Kalıntının içerisine diklorometan:metanol (1:1 v/v) ilave edilerek çözülmüş ve Agilent marka HPLC sistemine enjekte edilmiştir (Kaya, 2017).

Tokoferol analizleri için ekstraktan 20 µL alınıp HPLC sistemine enjekte edilmiştir. 3-µ C18 (15 cm x 4.6 mm, Spherisorb ODS2, Phase Separation, Clwyd, UK) kolon ve mobil faz olarak metanol-distile su (97:3, v/v) kullanılarak izokratik akışta (1.05 mL/dakika) ayırım gerçekleştirilmiştir. Kromatogramlar floresan dedektörde (295 nm ekstinksiyon ve 330 nm emisyon ile elde edilmiştir (Kaya, 2017).

#### **3.2.2.14. Moringa Tohum Yağlarında Sterol Bileşimi ve Dağılımı**

Moringa tohum yağları, geri akış altında etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile kaynatılarak sabunlaştırılmıştır. Sabunlaşmayan madde, alüminyum oksit kolonunda katı faz ekstraksiyonu ile ortamdan ayrılmıştır. Alüminyum oksit kolonu, yağ asiti anyonlarını alıkoymak üzere kullanılmış ve bu esnada sterollerin kolondan geçirilmesi sağlanmıştır. Sterol kısmı, sabunlaşmayan maddeden ince tabaka kromatografisi ile ayrılmıştır. Sterol kısmının nicel ve nitel bileşimleri, iç standard olarak betulin kullanılarak; gaz kromatografisi cihazı yardımıyla tayin edilmiştir (TSE, 2003).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada MOMAX 3, ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait tohumlar kullanılarak soğuk presyon (SP) ve çözgen ekstraksiyon (ÇE) yöntemleriyle yağ çıkarılmıştır. MOMAX 3, ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait tohumların protein içerikleri yanısıra elde edilen moringa tohum yağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (toplam yağ miktarı, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, iyot sayısı, toplam fenolik madde, toplam antioksidan kapasitesi) ve yağ asidi kompozisyonu, trigliserid bileşimi, streol içeriği ve tokoferol bileşimleri belirlenmiş ve elde edilen bulgular bu bölümde ele alınarak ilgili tablo ve şekillerde verilmiştir.

### 4.1. Moringa Tohumu ve Moringa Tohum Yağlarının Bazı Özellikleri

Bu kısımda ODC, PKM1 ve MOMAX 3 tohumlarının bazı özelliklerinin (en, boy, en/boy oranı, ağırlık) yanısıra bu tohumlardan elde edilmiş yağ örneklerinin bazı özelliklerine ilişkin ortalama değerler Tablo 4.1.'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Moringa Tohumları ve Moringa Tohum Yağlarının Bazı Özelliklerine Ait Ortalama Değerler

| Özellikler                                     | ODC     |         | PKM1    |         | MOMAX 3 |         |
|------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Moringa Tohumu                                 |         |         |         |         |         |         |
| – En (mm)                                      | 10.86   |         | 11.48   |         | 11.36   |         |
| – Boy (mm)                                     | 11.49   |         | 11.52   |         | 11.51   |         |
| – En/Boy Oranı                                 | 0.95    |         | 1.00    |         | 1.00    |         |
| – Ağırlık (g/100 adet)                         | 32.00   |         | 34.00   |         | 35.00   |         |
| – Nem Miktarı (%)                              | 8.89    |         | 7.35    |         | 8.02    |         |
| – Protein Miktarı (g/100 g, m/m)               | 22.78   |         | 20.66   |         | 24.66   |         |
| Moringa Tohumu Yağı                            |         |         |         |         |         |         |
|                                                | ÇE      | SP      | ÇE      | SP      | ÇE      | SP      |
| – Toplam Yağ Miktarı (% m/m)                   | 26.46   | 24.20   | 28.19   | 25.20   | 27.56   | 26.30   |
| – Serbest Yağ Asitliği (%oleik asit)           | 1.14    | 1.12    | 0.96    | 0.98    | 1.04    | 1.04    |
| – Peroksit Sayısı (meq O <sub>2</sub> /kg yağ) | 2.14    | 1.48    | 1.64    | 1.52    | 1.58    | 1.50    |
| – İyot Sayısı                                  | 66.60   | 65.90   | 67.02   | 66.86   | 65.44   | 66.12   |
| – Toplam Fenolik Madde (mg GAE/L)              | 1193.64 | 1882.73 | 1611.82 | 1954.55 | 1402.73 | 1918.64 |
| – Toplam Antioksidan Kapasitesi (mg Trolox/L)  | 1.11    | 1.24    | 1.24    | 1.42    | 1.18    | 1.33    |

ÇE: Çözgen ekstraksiyon, SP: Soğuk presyon

Tablo 4.1'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumların protein içeriğinin %20.66-24.66 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek protein değerinin MOMAX 3 moringa çeşidine ait tohumlarda (%24.66), en düşük protein değerinin ise PKM1 moringa çeşidine ait tohumlarda (%20.66) olduğu saptanmıştır. Elde edilen bu verilerden moringa çeşitlerine ait tohumların protein değerlerinin en fazla sırasıyla MOMAX 3, ODC ve PKM1'de olduğu görülmüştür.

Anwar ve Bhanger (2003) yaptıkları bir çalışmada ise; *Moringa oleifera* tohumlarının protein içeriklerinin %26.50-32.00 arasında değiştiğini belirlemiştir. Bu tez çalışmasında ise protein içeriğinin %20.66-24.66 arasında değiştiği ve Anwar ve Bhanger (2003)'ın yaptıkları çalışmadan elde ettikleri değerden daha düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılığın büyük ölçüde kullanılan moringa tohumu çeşidi arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen toplam ham yağ miktarının çözgen ekstraksiyonunda %26.46-28.19, soğuk presyon yönteminde ise %24.20-26.30 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek toplam ham yağ miktarının PKM1 moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen presyon ile elde edilenlerde (%28.19), en düşük toplam ham yağ miktarının ise ODC moringa çeşidine ait tohumlarda soğuk presyon yöntemiyle elde edilenlerde (%24.20) olduğu saptanmıştır. Elde edilen bu verilerden moringa çeşitlerine ait tohumların toplam ham yağ miktarının en fazla sırasıyla PKM1, MOMAX 3 ve ODC'de olduğu görülmüştür (Tablo 4.1.).

Anwar ve Bhanger (2003) yaptıkları bir çalışmada da; *Moringa oleifera* tohumlarından hekzan kullanılarak çözgen ekstraksiyonu ile elde edilen toplam ham yağ miktarının %38-42.00 arasında değiştiğini belirlemiştir. Bu tez çalışmasında ise toplam ham yağ miktarının çözgen ekstraksiyonunda %20.12-21.40, soğuk presyon yönteminde ise %24.20-26.30 arasında değiştiği ve Anwar ve Bhanger (2003)'ın yaptıkları çalışmadan elde ettikleri değerden daha düşük olduğu görülmüştür. Bu farklılığın büyük ölçüde kullanılan moringa tohumu çeşidi arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen moringa tohum yağları (ODC, PKM1 ve MOMAX 3) serbest yağ asidi içerikleri yönünden karşılaştırıldığında; serbest yağ asidi içeriklerinin oleik asit cinsinden %0.96-1.14 arasında değiştiği ve çözgen

ekstraksiyonunda %1.04-1.14, soğuk presyon yönteminde ise %0.98-1.12 arasında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek serbest yağ asidi içeriğinin ODC moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ile elde edilenlerde (%1.14), en düşük serbest yağ asidi içeriğinin ise PKM1 moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon yöntemiyle elde edilenlerde (%0.96) olduğu saptanmıştır. Serbest yağ asitleri (free fatty acids), yağın yapısında trigliserit yapıya bağlı olmayan, serbest halde bulunan yağ asitlerini ifade eder (Altan ve Kola, 2009). Elde edilen serbest yağ asidi değerleri bir arada incelendiğinde değerler arasındaki fark çok düşüktür (Tablo 4.1.)

ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların peroksit değerleri; çözgen ekstraksiyonunda 1.58-2.14 meq O<sub>2</sub>/kg yağ, soğuk presyon yönteminde ise 1.48-1.52 meq O<sub>2</sub>/kg yağ arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek peroksit değerinin ODC moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ile elde edilenlerde (2.14 meq O<sub>2</sub>/kg yağ), en düşük peroksit değerinin ise ODC moringa çeşidine ait tohumlardan soğuk presyon yöntemiyle elde edilenlerde (1.48 meq O<sub>2</sub>/kg yağ) olduğu saptanmıştır. Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının bir ölçüsü olan peroksitler yağın oksidasyonu sırasında ortaya çıkan bileşiklerdir. Peroksit sayısı yağın bozulmuşluk düzeyi (acılaşma) arasında pozitif bir ilişki olması bunun sonucudur (Altan ve Kola, 2009). Elde edilen peroksit değerleri bir arada incelendiğinde; ODC moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ile elde edilenler dışında peroksit değerleri arasındaki fark düşüktür (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların iyot sayısı değerlerinin 65.44-67.02 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek iyot sayısı değerinin PKM1 moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ile elde edilenlerde (67.02), en düşük iyot sayısı değerinin ise MOMAX 3 moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ile elde edilenlerde (65.44) olduğu saptanmıştır. Moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların iyot sayısı değerleri bir arada incelendiğinde değerler arasındaki fark çok düşüktür.

ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların toplam fenolik madde miktarlarının 1193.64-1954.55 mg

GAE/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarının PKM1 moringa çeşidine ait tohumlardan soğuk presyon ile elde edilenlerde (1954.55 mg GAE/L), en düşük toplam fenolik madde miktarının ise ODC moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ile elde edilenlerde (1193.64 mg GAE/L) olduğu saptanmıştır. Moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların toplam fenolik madde miktarları bir arada değerlendirildiğinde; gerek çözgen ekstraksiyon gerekse soğuk presyon yöntemiyle PKM1 moringa çeşidine ait tohumlardan elde edilen yağların toplam fenolik madde miktarlarının diğer yağlara göre daha yüksek (1611.82-1954.55 mg GAE/L) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.1'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların toplam antioksidan kapasitesi değerlerinin; çözgen ekstraksiyonunda 1.11-1.24 mg Trolox/L, soğuk presyon yönteminde ise 1.24-1.42 mg Trolox/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek toplam antioksidan kapasitesi değerinin PKM1 moringa çeşidine ait tohumlardan soğuk presyon ile elde edilenlerde (1.42 mg Trolox/L), en düşük toplam antioksidan kapasitesi değerinin ise ODC moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon yöntemiyle elde edilenlerde (1.11 mg Trolox/L) olduğu saptanmıştır. Elde edilen toplam antioksidan kapasitesi değerleri bir arada incelendiğinde; gerek çözgen ekstraksiyon gerekse soğuk presyon yöntemiyle PKM1 moringa çeşidine ait tohumlardan elde edilen yağların toplam antioksidan kapasitesi değerlerinin diğer yağlara göre daha yüksek (1.24-1.42 mg Trolox/L) olduğu belirlenmiştir. Bunun yanısıra, ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların toplam antioksidan kapasitesi değerleri kıyaslandığında, çözgen ekstraksiyon ile elde edilenlerin toplam antioksidan kapasitesi değerlerinin soğuk presyon ile elde edilenlere göre daha düşük olduğu görülmüştür (Tablo 4.1.).

Yapılan bir çalışmada (Omotoso ve ark., 2018), *Moringa oleifera* yaprak ekstraktının toplam fenolik madde miktarı 118 mg/g ve toplam antioksidan kapasitesi ise 0.636 mol Trolox/mg olarak belirlenmiştir (Omotoso ve ark., 2018).

#### 4.2. Moringa Tohum Yağlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Dağılımı

Yağ asidi metil esteri kompozisyonu (FAME); yağın türünün ve saflığının belirlenmesinde önem taşımaktadır. Yağ asitleri düz zincir türevleri olup “doymuş (saturated fatty acids, SFA) ve doymamış (unsaturated fatty acids, UFA) yağ asitleri” olmak üzere 2 şekilde sınıflandırılmaktadır (Altan ve Kola, 2009). Denemeler sırasında çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen moringa yağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonuna ilişkin ortalama değerler de Tablo 4.2. ve Şekil 4.1. ve 4.2.’de verilmiştir.

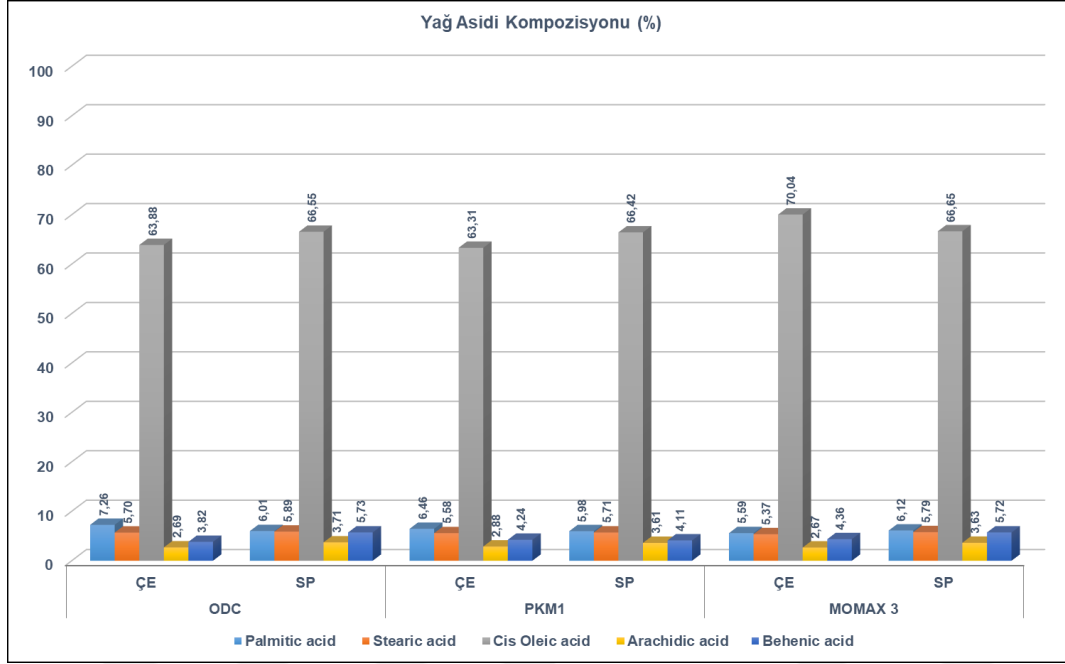
**Tablo 4.2.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının Yağ Asidi Kompozisyonu ve Dağılımı (%)

| Yağ Asidi (%)       |       | ODC   |       | PKM1  |       | MOMAX 3 |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|                     |       | ÇE    | SP    | ÇE    | SP    | ÇE      | SP    |
| Lauric acid         | C12:0 | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.02  | 0.01    | 0.02  |
| Myristic acid       | C14:0 | 0.10  | 0.13  | 0.11  | 0.13  | 0.11    | 0.13  |
| Palmitic acid       | C16:0 | 7.26  | 6.01  | 6.46  | 5.98  | 5.59    | 6.12  |
| Palmitoleic acid    | C16:1 | 0.03  | 0.08  | 0.07  | 0.02  | 0.06    | 0.08  |
| Margaric acid       | C17:0 | 0.08  | 0.11  | 0.09  | 0.10  | 0.07    | 0.09  |
| Heptadecenoic acid  | C17:1 | 0.04  | 0.05  | 0.04  | 0.05  | 0.04    | 0.04  |
| Stearic acid        | C18:0 | 5.70  | 5.89  | 5.58  | 5.71  | 5.37    | 5.79  |
| Cis Oleic acid      | C18:1 | 63.88 | 66.55 | 63.31 | 66.42 | 70.04   | 66.65 |
| Trans Linoleic acid | C18:2 | 0.02  | 0.02  | 0.01  | 0.02  | 0.01    | 0.02  |
| Cis Linoleic acid   | C18:2 | 0.04  | 0.05  | 0.04  | 0.05  | 0.03    | 0.03  |
| Linolenic acid      | C18:3 | 0.06  | 0.08  | 0.07  | 0.08  | 0.06    | 0.08  |
| Arachidic acid      | C20:0 | 2.69  | 3.71  | 2.88  | 3.61  | 2.67    | 3.63  |
| Eicosenoic acid     | C20:1 | 0.07  | 0.10  | 0.08  | 0.10  | 0.07    | 0.10  |
| Behenic acid        | C20:3 | 3.82  | 5.73  | 4.24  | 4.11  | 4.36    | 5.72  |
| Tricosylic acid     | C23:0 | 0.05  | 0.06  | 0.05  | 0.06  | 0.05    | 0.06  |
| Lignoceric acid     | C24:0 | 0.67  | 0.98  | 0.76  | 0.98  | 0.76    | 0.98  |
| <b>Σ SFA</b>        |       | 16.57 | 10.90 | 15.94 | 16.58 | 14.64   | 16.82 |
| <b>Σ MUFA</b>       |       | 64.02 | 66.78 | 63.50 | 66.59 | 70.20   | 66.86 |
| <b>Σ PUFA</b>       |       | 3.93  | 5.87  | 4.36  | 4.26  | 4.46    | 5.85  |
| <b>Σ UFA</b>        |       | 7.96  | 72.66 | 67.86 | 70.85 | 74.66   | 72.71 |

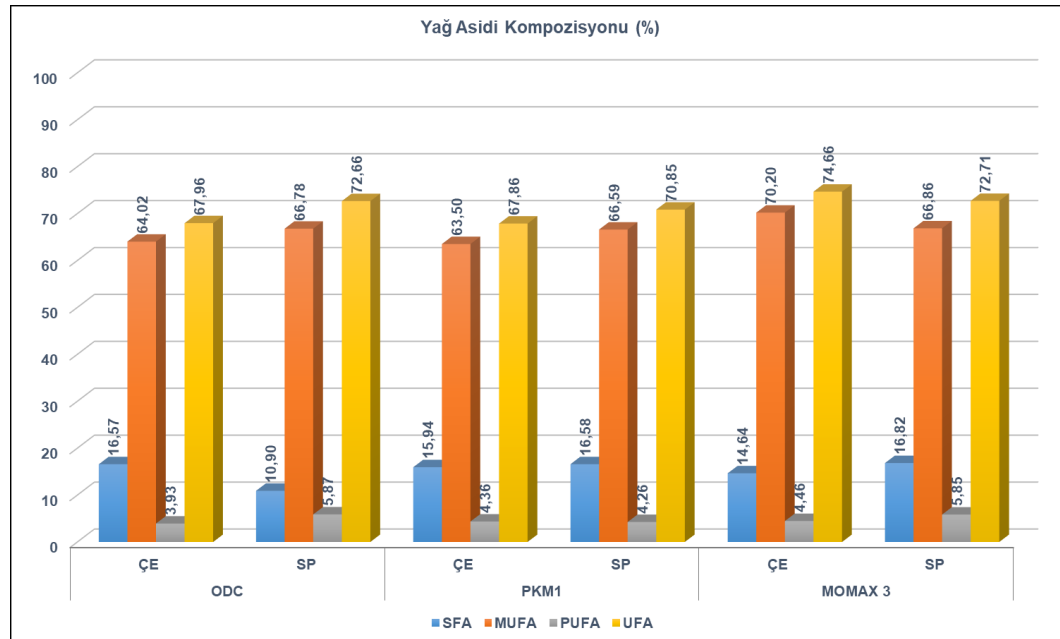
ÇE: Çözgen ekstraksiyon, SP: Soğuk presyon

Tablo 4.2. ve Şekil 4.1.’in incelenmesiylede görülebileceği gibi; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların yağ asidi içerikleri incelendiğinde; moringa tohumlarına ait yağlarda başlıca yağ

asitlerinin Palmitik asit (16:0), Stearik asit (18:0), Oleik asit (18:1n9), Araşidik asit (20:0) ve Behenik asit (22:0) olduğu ve sırasıyla %5.59-7.26, %5.37-5.89, %63.31-70.04, %2.67-3.71 ve %3.82-5.73 arasında değiştiği ve başlıca yağ asidinin Oleik asit (%63.31-70.04) olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2.).



**Şekil 4.1.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağların Yağ Asidi Kompozisyonu ve Dağılımı (%)



**Şekil 4.2.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağların SFA, MUFA, PUFA ve UFA Dağılımı (%)

ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların oleik asit içeriğinin; çözgen ekstraksiyonunda %63.31-70.04, soğuk presyon yönteminde ise %66.43-66.65 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek oleik asit içeriğinin MOMAX 3 moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ile elde edilenlerde (%70.04), en düşük oleik asit içeriğinin ise PKM1 moringa çeşidine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon yöntemiyle elde edilenlerde (%63.31) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2.).

ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların toplam doymuş yağ asidi (SFA), tekli doymamış yağ asidi (MUFA), çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) ve toplam doymamış yağ asidi (UFA) içerikleri incelendiğinde; moringa çeşitlerine ait tohum yağlarının doymamış yağ asitlerince zengin olduğu ve toplam doymamış yağ asidi (UFA) içeriğinin %67.86-74.66 arasında değiştiği belirlenmiştir. Moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların toplam doymuş yağ asidi (SFA) içeriğinin ise %10.90-16.82 ve başlıca doymuş yağ asidinin ise palmitik asit %5.59-7.26 olduğu tespit edilmiştir. Yağ eldesinde kullanılan yöntemler açısından incelendiğinde de; MOMAX 3 hariç ODC ve PKM1 moringa çeşitlerine ait tohumlardan soğuk presyon ile elde edilen yağların toplam doymamış yağ asidi (UFA) içerikleri çözgen ekstraksiyon ile elde edilenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.2., Şekil 4.2.).

*Moringa oleifera* tohumları, tekli doymamış/doymuş yağ asidi (MUFA/SFA) oranlarının yüksek olması ve içerdiği steroller ve tokoferoller sebebiyle gıda ve gıda dışı uygulamalar için iyi bir hammadde olduğu belirtilmiştir. Araştırmalarda, *Moringa oleifera* tohumlarının, yüksek kalitede bir yağ asidi kompozisyonuna (oleik asit>%70) ve önemli miktarda ham yağ (%40'a kadar) içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir (Leone ve ark., 2016) ve çalışmamızda elde edilen bulgular ile literatürde yer alan değerlerin de benzer olduğu görülmüştür.

Benzer şekilde, Hindistan'da yetiştirilen *Moringa oleifera* çeşitlerinden Periyakulam 1 (PKM1) tohumları kullanılarak soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyonu ile yapılan bir çalışmada da (Lalas ve Tsaknis, 2002); toplam ham yağ miktarının %25.1-41.4 arasında değiştiği ve elde edilen moringa yağının yüksek oranlarda doymamış yağ asidi içerdiği ve başlıca doymamış yağ asidinin oleik asit (%71.60) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, başlıca doymuş asitlerinin de

palmitik asit ve behenik asit (her ikisi de %6.4) olduğu tespit edilmiştir (Lalas ve Tsaknis, 2002).

#### 4.3. Moringa Tohum Yağlarının Gliserit Bileşimi ve Dağılımı

Denemeler sırasında ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların trigliserit bileşimi (TAG) ve dağılımına ilişkin ortalama değerler Tablo 4.3. ve Şekil 4.3.'de verilmiştir (Ek-1a-f).

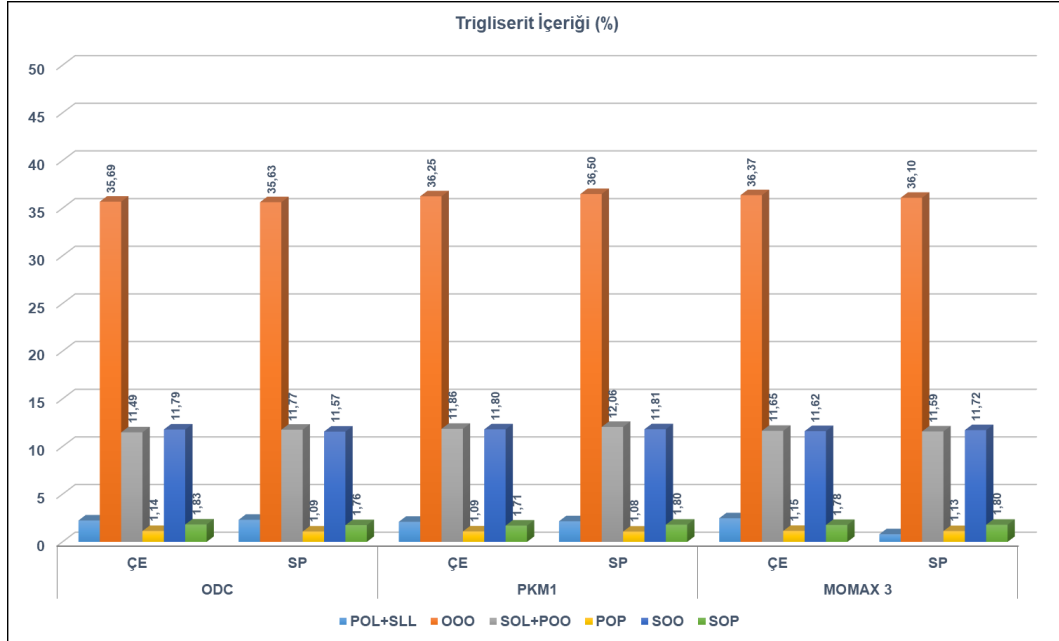
**Tablo 4.3.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının Gliserit Bileşimi ve Dağılımı (%)

| Özellikler              |          | ODC   |       | PKM1  |       | MOMAX 3 |       |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|                         |          | ÇE    | SP    | ÇE    | ÇE    | SP      | ÇE    |
| TRİGLİSERİT İÇERİĞİ (%) | LLL      | 0.03  | 0.16  | -     | -     | 0.02    | 0.03  |
|                         | OLLn     | 0.10  | 0.12  | 0.07  | 0.10  | 0.09    | 0.11  |
|                         | PLLn     | 0.05  | 0.07  | 0.04  | 0.07  | 0.06    | 0.05  |
|                         | OLL      | -     | 0.45  | 0.05  | 0.04  | -       | 0.05  |
|                         | OOLn     | 0.37  | 0.34  | 0.39  | 0.36  | 0.62    | 0.57  |
|                         | POLn     | 0.16  | 0.08  | 0.14  | 0.12  | 0.17    | 0.15  |
|                         | OOL+LnPP | -     | -     | 0.81  | 0.82  | 0.78    | 0.80  |
|                         | POL+SLL  | 2.25  | 2.32  | 2.11  | 2.16  | 2.48    | 0.80  |
|                         | PPL      | 0.20  | 0.13  | -     | -     | 0.20    | 0.20  |
|                         | OOO      | 35.69 | 35.63 | 36.25 | 36.50 | 36.37   | 36.10 |
|                         | SOL+POO  | 11.49 | 11.77 | 11.86 | 12.06 | 11.65   | 11.59 |
|                         | POP      | 1.14  | 1.09  | 1.09  | 1.08  | 1.15    | 1.13  |
|                         | SOO      | 11.79 | 11.57 | 11.80 | 11.81 | 11.62   | 11.72 |
|                         | SOP      | 1.83  | 1.76  | 1.71  | 1.80  | 1.78    | 1.80  |

ÇE: Çözgen ekstraksiyon, SP: Soğuk presyon

Tablo 4.3. ve Şekil 4.3.'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların trigliserit içerikleri incelendiğinde; moringa tohumlarına ait yağlarda başlıca trigliserit yapıların POL+SLL, OOO, SOL+POO, POP, SOO ve SOP olduğu ve sırasıyla %0.80-2.48, %35.63-36.50, %11.49-12.06, %1.08-1.15, %11.57-11.81 ve %1.71-1.83 arasında değiştiği ve başlıca trigliserit yapısının OOO (%35.63-36.50) olduğu, bunu sırasıyla SOL+POO ve SOO'nun takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.3.). Moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların trigliserit yapıları bir arada

incelendiğinde gerek moringa çeşitleri (ODC, PKM1 ve MOMAX 3) gerekse yağ eldesinde kullanılan yöntemlere (çözgen ekstraksiyon, soğuk presyon) ait değerler arasında hemen hemen fark yoktur.



**Şekil 4.3.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağların Gliserit Bileşimi ve Dağılımı (%)

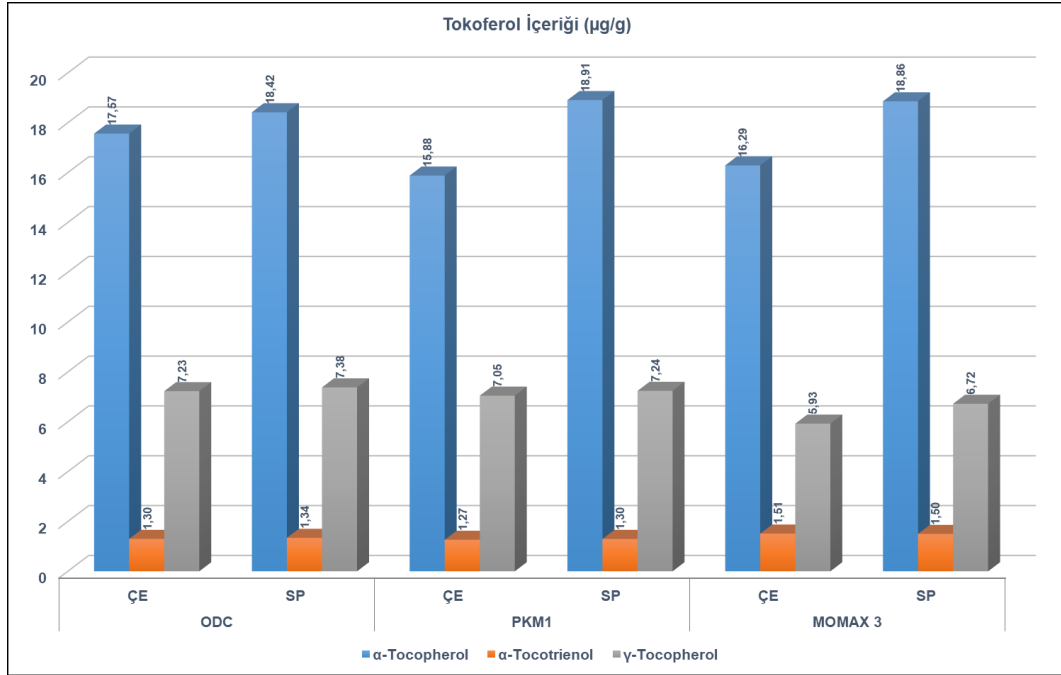
#### 4.4. Moringa Tohum Yağlarının Tokoferol Bileşimi ve Dağılımı

Denemeler sırasında ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların tokoferol bileşimi ve dağılımına ilişkin ortalama değerler Tablo 4.4. ve Şekil 4.4.'de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının Tokoferol Bileşimi ve Dağılımı (µg/g)

| Tokoferoller (µg/g) | ODC   |       | PKM1  |       | MOMAX 3 |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|                     | ÇE    | SP    | ÇE    | SP    | ÇE      | SP    |
| α-tocopherol        | 17.57 | 18.42 | 15.88 | 18.91 | 16.29   | 18.86 |
| α -tocotrienol      | 1.30  | 1.34  | 1.27  | 1.30  | 1.51    | 1.50  |
| β-tocopherol        | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00    | 0.00  |
| β -tocotrienol      | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00    | 0.00  |
| γ-tocopherol        | 7.23  | 7.38  | 7.05  | 7.24  | 5.93    | 6.72  |
| γ -tocotrienol      | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00    | 0.00  |
| δ-tocopherol        | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00    | 0.00  |
| δ-tocotrienol       | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00    | 0.00  |

ÇE: Çözgen ekstraksiyon, SP: Soğuk presyon



**Şekil 4.4.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağların Tokoferol Bileşimi ve Dağılımı (µg/g)

Tablo 4.4. ve Şekil 4.4.'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların tokoferol bileşimi incelendiğinde; moringa tohumlarına ait yağlarda başlıca tokol ve tokotrienollerin  $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocotrienol ve  $\gamma$ -tocopherol olduğu ve sırasıyla 15.88-18.91 µg/g, 1.27-1.51 µg/g ve 5.93-7.38 µg/g arasında değiştiği ve başlıca tokoferolün  $\alpha$ -tocopherol (15.88-18.91 µg/g) olduğu, bunu sırasıyla  $\gamma$ -tocopherol ve  $\alpha$ -tocotrienol'ün takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.4.). Moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların tokoferol içerikleri bir arada değerlendirildiğinde, genel olarak soğuk presyonla elde edilen yağların tokoferol içeriklerinin çözgen ekstraksiyonla elde edilenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.4. ve Şekil 4.4.).

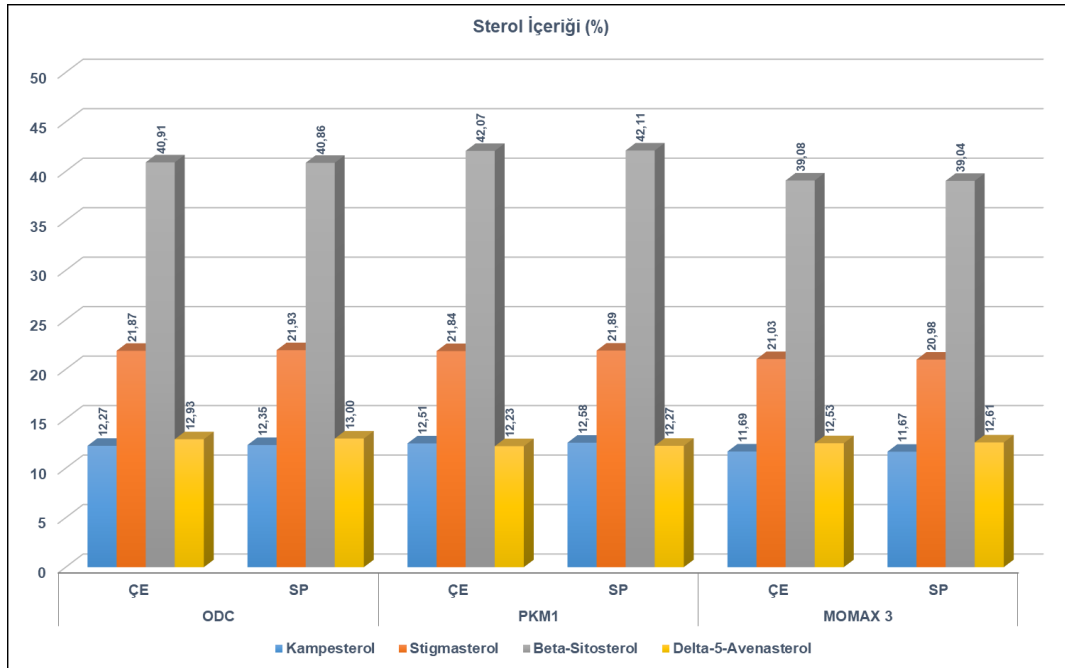
#### 4.5. Moringa Tohum Yağlarının Sterol Bileşimi ve Dağılımı

Steroller, doğada serbest halde ya da yağ asitleri ile esterleşmiş halde (diğer mumlar) yağların sabunlaşmayan kısmında bulunurlar (Altan ve Kola, 2009). Denemeler sırasında çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen moringa tohum yağı örneklerinin bitkisel sterol bileşimi ve dağılımına ilişkin ortalama değerler Tablo 4.5. ve Şekil 4.5.'de verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının Sterol Bileşimi ve Dağılımı (%)

| Özellikler    |                            | ODC   |       | MOMAX 3 |       | PKM1  |       |
|---------------|----------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|               |                            | ÇE    | SP    | ÇE      | SP    | ÇE    | SP    |
| STEROLLER (%) | Kolesterol                 | 0.20  | 0.20  | 0.21    | 0.23  | 0.88  | 0.90  |
|               | Brassikasterol             | 0.10  | 0.09  | 0.13    | 0.14  | 0.46  | 0.44  |
|               | 24-Metilenkolesterol       | 1.12  | 1.14  | 1.17    | 1.16  | 1.18  | 1.19  |
|               | Kampesterol                | 12.27 | 12.35 | 12.51   | 12.58 | 11.69 | 11.67 |
|               | Kampestanol                | 0.13  | 0.11  | 0.12    | 0.10  | 0.15  | 0.13  |
|               | Stigmasterol               | 21.87 | 21.93 | 21.84   | 21.89 | 21.03 | 20.98 |
|               | Delta-7-Kampesterol        | 0.62  | 0.55  | 0.70    | 0.66  | 1.07  | 1.10  |
|               | Delta-5-23-Stigmastadienol | 0.33  | 0.32  | 0.22    | 0.23  | 0.50  | 0.48  |
|               | Klerosterol                | 1.01  | 1.00  | 0.95    | 0.92  | 0.98  | 0.96  |
|               | Beta-Sitosterol            | 40.91 | 40.86 | 42.07   | 42.11 | 39.08 | 39.04 |
|               | Sitostanol                 | 0.95  | 0.92  | 1.04    | 0.99  | 1.82  | 1.92  |
|               | Delta-5-Avenasterol        | 12.93 | 13.00 | 12.23   | 12.27 | 12.53 | 12.61 |
|               | Delta-5-24-Stigmastenol    | 2.99  | 3.03  | 2.74    | 2.72  | 4.37  | 4.41  |
|               | Delta-7-Stigmastenol       | 1.74  | 1.71  | 1.66    | 1.61  | 1.52  | 1.47  |
|               | Delta-7-Avenasterol        | 2.75  | 2.78  | 2.41    | 2.40  | 2.74  | 2.71  |

ÇE: Çözgen ekstraksiyon, SP: Soğuk presyon



**Şekil 4.5.** Farklı Moringa Çeşitlerine Ait Tohumlardan Elde Edilen Yağlarının Sterol Bileşimi ve Dağılımı (%)

Tablo 4.5. ve Şekil 4.5.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların sterol içeriği incelendiğinde; moringa tohumlarına ait yağlarda başlıca sterollerin kampesterol, stigmasterol,  $\beta$ -Sitosterol ve delta-5-Avenasterol olduğu ve sırasıyla %11.67-12.58, %20.98-21.93, %39.04-42.11 ve %12.23-13.00 arasında değiştiği ve başlıca sterolün ise  $\beta$ -Sitosterol (%39.04-42.11) olduğu, bunu sırasıyla stigmasterol, delta-5-Avenasterol ve kampesterolün takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.5.).

Moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların sterol içerikleri bir arada değerlendirildiğinde, genel olarak soğuk presyonla elde edilen yağların sterol içeriklerinin çözgen ekstraksiyonla elde edilenlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.5. ve Şekil 4.5.).

Benzer şekilde, Hindistan'da yetiştirilen *Moringa oleifera* çeşitlerinden Periyakulam 1 (PKM1) tohumları kullanılarak soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyonu ile yapılan bir çalışmada da (Lalas ve Tsaknis, 2002); moringa yağının bileşiminde yüksek oranlarda  $\beta$ -sitosterol (%45.58'e kadar), stigmasterol (%23.10'a kadar) ve kampesterol (%15.81'e kadar)'ün bulunduğu belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; moringa tohumlarının (PKM1, MOMAX 3, ODC) soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemleri ile moringa yağı üretilmiş ve üretilen moringa yağlarında ham yağ verimi yanısıra yağ asidi kompozisyonu, trigliserit bileşimi, tokoferol ve sterol içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca, moringa tohum yağının üretiminde kullanılan yöntemlere göre (soğuk presyon, çözgen ekstraksiyon) elde edilen moringa yağlarının özellikleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalar sonucu elde edilen bulgular bir arada değerlendirildiğinde;

- Moringa çeşitlerine ait tohumların (ODC, PKM1 ve MOMAX 3) protein içeriğinin %20.66-24.66,
- ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen toplam ham yağ miktarının çözgen ekstraksiyonunda %26.46-28.19, soğuk presyon yönteminde ise %24.20-26.30,
- Soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen moringa tohum yağlarının (ODC, PKM1 ve MOMAX 3) serbest yağ asidi içeriklerinin oleik asit cinsinden %0.96-1.14,
- ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların iyot sayısı değerlerinin 65.44-67.02,
- Moringa çeşitlerine ait tohumlardan (ODC, PKM1 ve MOMAX 3) çözgen ekstraksiyon ve soğuk presyon ile elde edilen yağların toplam fenolik madde miktarlarının 1193.64-1954.55 mg GAE/L, toplam antioksidan kapasitesi değerlerinin ise; çözgen ekstraksiyonunda 1.11-1.24 mg Trolox/L, soğuk presyon yönteminde ise 1.24-1.42 mg Trolox/L,
- ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan elde edilen yağlarda başlıca yağ asitlerinin Palmitik asit (16:0), Stearik asit (18:0), Oleik asit

(18:1n9), Araşidik asit (20:0) ve Behenik asit (22:0) olduğu ve sırasıyla %5.59-7.26, %5.37-5.89, %63.31-70.04, %2.67-3.71 ve %3.82-5.73 arasında değiştiği ve başlıca yağ asidinin Oleik asit (%63.31-70.04),

- Moringa çeşitlerine ait tohum yağlarının doymamış yağ asitlerince zengin olduğu ve toplam doymamış yağ asidi (UFA) içeriğinin %67.86-74.66,
- Soğuk presyon ve çözgen ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen moringa tohum yağlarında (ODC, PKM1 ve MOMAX 3) başlıca trigliserit yapıların POL+SLL, OOO, SOL+POO, POP, SOO ve SOP olduğu ve sırasıyla %0.80-2.48, %35.63-36.50, %11.49-12.06, %1.08-1.15, %11.57-11.81 ve %1.71-1.83 arasında değiştiği ve başlıca trigliserit yapısının OOO (%35.63-36.50),
- Moringa tohumlarına ait yağlarda başlıca tokol ve tokotrienollerin  $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocotrienol ve  $\gamma$ -tocopherol olduğu ve sırasıyla 15.88-18.91  $\mu\text{g/g}$ , 1.27-1.51  $\mu\text{g/g}$  ve 5.93-7.38  $\mu\text{g/g}$  arasında değiştiği ve başlıca tokoferolün  $\alpha$ -tocopherol (15.88-18.91  $\mu\text{g/g}$ ) ve,
- ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan elde edilen yağlardaki başlıca sterollerin kampesterol, stigmasterol,  $\beta$ -Sitosterol ve delta-5-Avenasterol olduğu ve sırasıyla %11.67-12.58, %20.98-21.93, %39.04-42.11 ve %12.23-13.00 arasında değiştiği ve başlıca sterolün ise  $\beta$ -Sitosterol (%39.04-42.11)

olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen bu bulguların ışığında; ODC, PKM1 ve MOMAX 3 moringa çeşitlerine ait tohumlardan gerek çözgen ekstraksiyon gerekse soğuk presyon yöntemiyle elde edilen yağların yağ asidi kompozisyonu, trigliserit bileşimi, tokoferol ve sterol içerikleri açısından değerler arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür.

Moringa çeşitlerine ait tohumlardan elde edilen yağların oleik asitçe zengin bir yağ olduğu (%63.31-70.04) ve bu özellikleri ile zeytinyağı (%55-83; TGK, 2017) ve fındık yağı (%71-91; TGK, 2012) ile benzer özelliklere sahip olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, moringa tohumundan

elde edilen yağların bitkisel yemeklik yağ olarak değerlendirilebileceği görülmektedir. *Moringa oleifera* yağının oksidatif stabilitesinin kızartma yağı olarak kullanım açısından kanola yağı, hurma yağı ve soya yağından daha yüksek (Martins et al., 2016; Omotoso et al., 2018) olduğunun belirlenmiş olması bunu desteklemektedir.

Moringa tohumları ve bunlardan elde edilen yağlar sahip olduğu besleyici özellikleri nedeniyle gıda takviyesi olarak kolaylıkla kullanılabilir. Çünkü birçok araştırmada hipertiroidizm, Chron hastalığı, antiherpes simpleks virüs artrit, romatizma, gut, kramp, epilepsi ve cinsel yolla bulaşan hastalıkların tedavisinde yardımcı olarak kullanılabileceğine yönelik araştırmalar ve sonuçları mevcuttur ve bu özellikleri ile antimikrobiyal ve antienflamatuar ajanlar olarak işlev görebilir.

## KAYNAKLAR

Abd-Elhakim, Y. M., El Bohi, K. M., Hassan, S. K., El Sayed, S., & Abd-Elmotal, S. M. (2018). Palliative effects of Moringa olifera ethanolic extract on hemato-immunologic impacts of melamine in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 114, 1-10.

Abdulkarim, S. M., Lai, O. M., Muhammad, S. K. S., Long, K., & Ghazali, H. M. (2006). Use of enzymes to enhance oil recovery during aqueous extraction of Moringa oleifera seed oil. *Journal of food lipids*, 13(2), 113-130.

Abdulkarim, S. M., Long, K., Lai, O. M., Muhammad, S. K. S., & Ghazali, H. M. (2005). Some physico-chemical properties of Moringa oleifera seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food chemistry*, 93(2), 253-263.

Acıbuca, V., & Budak, D. B. (2018). Dünya’da ve Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(1), 37-44.

Altan, A., Kola, O. (2009). Yağ İşleme Teknolojisi. Bizim Büro Basımevi, ISBN:978-605-89535-0-5, 2009.

Anonim, (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington, D.C., *Association of Official Analytical Chemists*. 684 p.

Anonim. (2017). Drumstick farming detailed information guide. <http://www.agrifarming.in/drumstick-farming/> [Accessed May 30, 2021].

Anwar, F., & Bhanger, M. I. (2003). Analytical characterization of Moringa oleifera seed oil grown in temperate regions of Pakistan. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 51(22), 6558-6563.

Anwar, F., & Rashid, U. (2007). Physico-chemical characteristics of Moringa oleifera seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. *Pak. J. Bot*, 39(5), 1443-1453.

Anwar, F., Zafar, S. N., & Rashid, U. (2006). Characterization of Moringa oleifera seed oil from drought and irrigated regions of Punjab, Pakistan. *Grasas Y Aceites*, 57(2), 160-168.

Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M., & Mitchell, A. E. (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(5), 1237-1241.

Aviara, N. A., Musa, W. B., Owolarafe, O. K., Ogunsina, B. S., & Oluwole, F. A. (2015). Effect of processing conditions on oil point pressure of Moringa oleifera seed. *Journal of food science and technology*, 52(7), 4499-4506.

Badwaik, H. R., Al Hoque, A., Kumari, L., Sakure, K., Baghel, M., & Giri, T. K. (2020). Moringa gum and its modified form as a potential green polymer used in biomedical field. *Carbohydrate Polymers*, 249(2020):116893, 1-13.

Bailey AE, (1951). Industrial Oil and Fat Products (Second Completely Revised and Augmented Edition). *Interscience Publishers, Inc.*, 250 Fifth Ave., New York, USA.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.

Baratta, M. T., Dorman, H. D., Deans, S. G., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., & Ruberto, G. (1998). Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour and fragrance journal*, 13(4), 235-244.

Başer, K.H.C. (2010). Tıbbi ve Aromatik Bitkisel Ürünlerin Üretimi ve Kalite Kontrolü. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2109, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1137, ISBN 978-975-06-0790-5.

Bayaz, M. (2014). Esansiyel yağlar: antimikrobiyal, antioksidan ve antitumör aktivite ve etkileri. *Akademik Gıda*, 12(3), 45-53.

Bernáth, J. (1986). Production ecology of secondary plant products. *Herbs, Spices, and Medicinal Plants: Recent Advances in Botany, Horticulture, and Pharmacology*. Vol. 1.: 185-234.

Bhutada, P. R., Jadhav, A. J., Pinjari, D. V., Nemade, P. R., & Jain, R. D. (2016). Solvent assisted extraction of oil from *Moringa oleifera* Lam. seeds. *Industrial Crops and Products*, 82, 74-80.

Boukandoul, S., Casal, S., & Zaidi, F. (2018). The potential of some moringa species for seed oil production. *Agriculture*, 8(10), 150.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.

Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal feed science and technology*, 158(1-2), 1-14.

Çelik, E., & Çelik, G. Y. (2007). Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(2), 1-6.

Ceylan A 1995. *Tıbbi Bitkiler I*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:312, III. Baskı, İzmir.

Cheikhyoussef, N., Kandawa-Schulz, M., Böck, R., De Koning, C., Cheikhyoussef, A., Muhammad, U. B., & Hussein, A. A. (2018). Physicochemical characterization, fatty acid and tocopherol content of *Moringa ovalifolia* (African Moringa) oil from Namibia. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95(9), 1163-1170.

Coz-Bolaños, X., Campos-Vega, R., Reynoso-Camacho, R., Ramos-Gómez, M., Loarca-Piña, G. F., & Guzmán-Maldonado, S. H. (2018). Moringa infusion (*Moringa oleifera*) rich in phenolic compounds and high antioxidant capacity attenuate nitric oxide pro-inflammatory mediator in vitro. *Industrial Crops and Products*, 118, 95-101.

Deans, S. G. (1991). Evaluation of antimicrobial activity of essential (volatile) oils. In *Essential oils and waxes* (pp. 309-320). Springer, Berlin, Heidelberg.

Demirezer, L. Ö. (2010). Bitkilerin tıpta kullanılması konusundaki sorumluluklarımız. *Bitkilerle Tedavi Sempozyumu*, (5-6 Haziran 2010), s: 87- 88, İstanbul.

Ede, A. E., Ndubuaku, U. M., & Baiyeri, K. P. (2015). Media effects on emergence and growth of Moringa (*Moringa oleifera* Lam) seedlings in the nursery. *Journal of Experimental Agriculture International*, 7(3):182-189.

Essid, N., Hela, T., Badreddine, H., Amel, H., Amel, S. (2014). Impacts of mineral oil and synthetic lubricant on the trophic diversity of marine nematode community: Results from Microcosm Experiments. NISCAIR-CSIR. 1708-1717. India.

Fakayode, O. A., & Ajav, E. A. (2016). Process optimization of mechanical oil expression from Moringa (*Moringa oleifera*) seeds. *Industrial Crops and Products*, 90, 142-151.

Falowo, A. B., Mukumbo, F. E., Idamokoro, E. M., Lorenzo, J. M., Afolayan, A. J., & Muchenje, V. (2018). Multi-functional application of Moringa *oleifera* Lam. in nutrition and animal food products: A review. *Food research international*, 106, 317-334.

FAO, 2005. Trade in Medicinal Plants, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/af285e/af285e00.pdf>  
Erişim Tarihi: 09.03.2017  
FAO, 2014. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>  
Erişim Tarihi: 17.05.2021.

Fotouo-M, H., du Toit, E. S., & Robbertse, P. J. (2016). Effect of storage conditions on Moringa *oleifera* Lam. seed oil: Biodiesel feedstock quality. *Industrial Crops and Products*, 84, 80-86.

George, T. T., Obilana, A. O., Oyenihi, A. B., & Rautenbach, F. G. (2021). Moringa *oleifera* through the years: a bibliometric analysis of scientific research (2000-2020). *South African Journal of Botany*, 141, 12-24.

Gharsallah, K., Rezig, L., Msaada, K., Chalh, A., & Soltani, T. (2021). Chemical

composition and profile characterization of moringa oleifera seed oil. *South African Journal of Botany*, 137, 475-482.

Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food science and human wellness*, 5(2), 49-56.

Guenther, E. (1972). The Essential Oil. The production of essential oils: methods of distillation, effleurage, maceration, and extraction with volatile solvents. History-Origin in plants, production analysis. *Krieger Pub. Co., Malabar, FL*, 185-188.

Guillén-Román, C. J., Guevara-González, R. G., Rocha-Guzmán, N. E., Mercado-Luna, A., & Perez-Perez, M. C. I. (2018). Effect of nitrogen privation on the phenolics contents, antioxidant and antibacterial activities in Moringa oleifera leaves. *Industrial Crops and Products*, 114, 45-51.

Gurr, M., Harwood, J., & Frayn, K., (2002). *Lipid Biochemistry*. Blackwell Science and Publishing Company, UK. Janaki, S., (2015). Characterization of Cold Press Moringa Oil. *Int. J. Sci. Res.*(4), 386–389.

Haouvang, L. C., Albert, N., Martin, Y., & Mbaiguinam, M. (2017). Growth response of Moringa oleifera Lam. as affected by various amounts of compost under greenhouse conditions. *Annals of Agricultural Sciences*, 62(2), 221-226.

Huyskens-Keil, S., Prono-Widayat, H., Lüdders, P., & Schreiner, M. (2006). Postharvest quality of pepino (Solanum muricatum Ait.) fruit in controlled atmosphere storage. *Journal of food engineering*, 77(3), 628-634.

Janaki, S. (2015). Effect of foliar application of micronutrients on growth, yield, and quality of annual moringa (Moringa oleifera Lam.) var. PKM-1. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3): 363-367.

Kelebek, H., Selli, S., Canbas, A., & Cabaroğlu, T. (2009). HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine

made from a Turkish cv. Kozan. *Microchemical Journal*, 91(2), 187-192.

Kılıç, A. (2008). Uçucu yağ elde etme yöntemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(13), 37-45.

Ksouda, G., Hajji, M., Sellimi, S., Merlier, F., Falcimaigne-Cordin, A., Nasri, M., & Thomasset, B. (2018). A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity. *Industrial Crops and Products*, 123, 768-778.

Lalas, S., & Tsaknis, J. (2002). Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety “Periyakulam 1”. *Journal of food composition and analysis*, 15(1), 65-77.

Latif, S., Anwar, F., Hussain, A. I., & Shahid, M. (2011). Aqueous enzymatic process for oil and protein extraction from *Moringa oleifera* seed. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(8), 1012-1018.

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2016). *Moringa oleifera* seeds and oil: Characteristics and uses for human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(12), 2141.

Linskens, H. F., & Jackson, J. F. (Eds.). (1991). *Essential oils and waxes*. New York: Springer-Verlag.

Macoris, M. S., De Marchi, R., Janzanti, N. S., & Monteiro, M. (2012). The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(9), 1886-1891.

Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. *The Journal of Agricultural Science*, 128(3), 311-322.

Mani, S., Jaya, S., & Vadivambal, R. (2007). Optimization of solvent extraction of Moringa (*Moringa oleifera*) seed kernel oil using response surface methodology. *Food and Bioprocess Processing*, 85(4), 328-335.

Martins, P. F., De Melo, M. M. R., & Silva, C. M. (2016). Techno-economic optimization of the subcritical fluid extraction of oil from Moringa oleifera seeds and subsequent production of a purified sterols fraction. *The Journal of Supercritical Fluids*, 107, 682-689.

Mbikay, M. (2012). Therapeutic potential of Moringa oleifera leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. *Frontiers in pharmacology*, 3, 24.

McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.

Moreki, J. C., & Gabanakgosi, K. (2014). Potential use of Moringa olifera in poultry diets. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 2(2), 109-115.

Moyo, B., Masika, P. J., Hugo, A., & Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925.

Nouman, W., Basra, S. M. A., Siddiqui, M. T., Yasmeen, A., Gull, T., & Alcayde, M. A. C. (2014). Potential of Moringa oleifera L. as livestock fodder crop: a review. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(1), 1-14.

Ogundiran, M. B., Mekwunyei, N. S., & Adejumo, S. A. (2018). Compost and biochar assisted phytoremediation potentials of Moringa oleifera for remediation of lead contaminated soil. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(2), 2206-2213.

Olaleye, O. O., & Kukwa, R. E. (2018). Physico chemical properties and chemical constituent characterization of Moringa oleifera seed oil from Benue State, Nigeria, extracted using cold and soxhlet method. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 16(3)1-11.

Omotoso, G. O., Gbadamosi, I. T., Olajide, O. J., Dada-Habeeb, S. O., Arogundade, T. T., & Yawson, E. O. (2018). Moringa oleifera phytochemicals protect the brain against experimental nicotine-induced neurobehavioral disturbances and cerebellar degeneration. *Pathophysiology*, 25(1), 57-62.

Onu, P. N., & Aniebo, A. O. (2011). Influence of Moringa oleifera leaf meal on the performance and blood chemistry of starter broilers. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 1(1), 38-44.

Onur, D. U. R. A., Yusuf, S. A. R. I., Tımmaz, A. B., Sönmez, İ., Yeşilayer, A., & Kepenekçi, İ. Nano Gümüş katkılı Moringa oleifera L.(Brassicales: Moringaceae) su ekstraktının Meloidogyne incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae) karşı laboratuvar koşullarında etkinliğinin belirlenmesi. *Bahçe*, 48(1), 19-25.

Palafox, J. O., Navarrete, A., Sacramento-Rivero, J. C., Rubio-Atoche, C., Escoffie, P. A., & Rocha-Uribe, J. A. (2012). Extraction and characterization of oil from Moringa oleifera using supercritical CO<sub>2</sub> and traditional solvents. *American Journal of Analytical Chemistry*, 2012, 3, 946-949, <http://dx.doi.org/10.4236/ajac.2012.312A125>.

Rébufa, C., Pany, I., & Bombarda, I. (2018). NIR spectroscopy for the quality control of Moringa oleifera (Lam.) leaf powders: Prediction of minerals, protein and moisture contents. *Food chemistry*, 261, 311-321.

Saha, K., Mukherjee, P. K., Das, J., Pal, M., & Saha, B. P. (1997). Wound healing activity of Leucas lavandulaefolia Rees. *Journal of Ethnopharmacology*, 56(2), 139-144.

Sankarikutty, B., Narayanan, C.S., 1993. Essential Oils/Isolation and production. *Encyclopaedia of Food Science and Nutrition*, Academic Press, pp.2185-2189.

Sekhar, C., Venkatesan, N., Vidhyavathi, A., & Murugananthi, M. (2017). Post harvest processing of Moringa and socio-economic appraisal of Moringa orchards in Tamil Nadu. *International Journal of Horticulture*, 7(30), 275-287.

Sema, K. A. Y. A., BAKKALBAŞI, E., & Cavidoğlu, İ. (2017). Fındık, zeytin ve pamuk yağlarında peroksit oluşum kinetiği. *Akademik Gıda*, 15(1), 36-42.

Sengupta, A. and Gupta, M. P. (1970). Studies on the seed fat composition of Moringaceae family. *European Journal of Lipid Science and Technology* 72: 6-10.

Sikorski, Z. Z., & Kolakowska, A. (Eds.). (2010). *Chemical and functional properties of food lipids*. CRC press.

Soares, T. F. S. N., da Silva, A. V. C., & Muniz, E. N. (2021). Moringa leaf extract: A cost-effective and sustainable product to improve plant growth. *South African Journal of Botany*, 141, 171-176.

Soares, T. F. S. N., da Silva, A. V. C., & Muniz, E. N. (2021). Moringa leaf extract: A cost-effective and sustainable product to improve plant growth. *South African Journal of Botany*, 141, 171-176.

Teixeira, E. M. B., Carvalho, M. R. B., Neves, V. A., Silva, M. A., & Arantes-Pereira, L. (2014). Chemical characteristics and fractionation of proteins from Moringa oleifera Lam. leaves. *Food chemistry*, 147, 51-54.

TEMEL, M., TİNMAZ, A. B., ÖZTÜRK, M., & GÜNDÜZ, O. (2018). Dünyada ve Türkiye’de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *Tarım ve Doga Dergisi*, 21, 198.

TGK (Türk Gıda Kodeksi). 2012. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı İle Anılan Yağlar Tebliği (Tebliğ No: 2012/29). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bulvarı, No: 161, 06800, Çankaya/Ankara.

TGK (Türk Gıda Kodeksi). 2017. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2017/26). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bulvarı, No: 161, 06800, Çankaya/Ankara.

Thampalayagowder R. 2017. An ODC Moringa Variety – Nutritious and High Yielding

Drumstick. Agriculture at Department of Agriculture, Government of Tamilnadu – VIRALIMALAI – PUDUKOTTAI. <https://www.linkedin.com/pulse/odc-moringa-variety-nutritious-high-yielding-ramu-thampalayagowder-1> [Accessed 02 May 2021].

TNAU (Tamil Nadu Agricultural University). 2017. Advances in Production of moringa. <http://agritech.tnau.ac.in/horticulture/pdf/Moringa%20English%20book.pdf> [Accessed 1 June, 2021].

Tsaknis, J., Lalas, S., Gergis, V., Dourtoglou, V., & Spiliotis, V. (1999). Characterization of Moringa oleifera variety Mbololo seed oil of Kenya. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 47(11), 4495-4499.

TSE, (2003). TS EN ISO 12228/Mart 2003 Hayvansal ve Bitkisel Katı ve Sıvı Yağlar – Tek Tek ve Toplam Sterol İçeriğinin Tayini – Gaz Kromatografik Yöntem. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112 06100 Bakanlıklar/Ankara.

TÜİK. (2014). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Devlet Mahallesi Necatibey Cad. No:114 06420 Çankaya/Ankara.

TÜİK. (2021). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 1 Haziran 2021). Devlet Mahallesi Necatibey Cad. No:114 06420 Çankaya/Ankara.

Vaknin, Y., & Mishal, A. (2017). The potential of the tropical “miracle tree” Moringa oleifera and its desert relative Moringa peregrina as edible seed-oil and protein crops under Mediterranean conditions. *Scientia horticulturae*, 225, 431-437.

Valdés-Rodríguez, O. A., Giadrossich, F., Pérez-Vázquez, A., & Moreno-Seceña, J. C. (2018). Above-and below-ground biomass and allometry of Moringa oleifera and Ricinus communis grown in a compacted clayey soil. *Flora*, 241, 35-45.

Villasenor-Basulto, D. L., Astudillo-Sanchez, P. D., del Real-Olvera, J., & Bandala, E. R. (2018). Wastewater treatment using Moringa oleifera Lam seeds: A review. *Journal of Water*

*Process Engineering*, 23, 151-164.

Yaméogo, C. W., Bengaly, M. D., Savadogo, A., Nikiema, P. A., & Traore, S. A. (2011). Determination of chemical composition and nutritional values of *Moringa oleifera* leaves. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(3), 264-268.

Yusoff, M. M., Gordon, M. H., Ezech, O., & Niranjana, K. (2016). Aqueous enzymatic extraction of *Moringa oleifera* oil. *Food chemistry*, 211, 400-408.



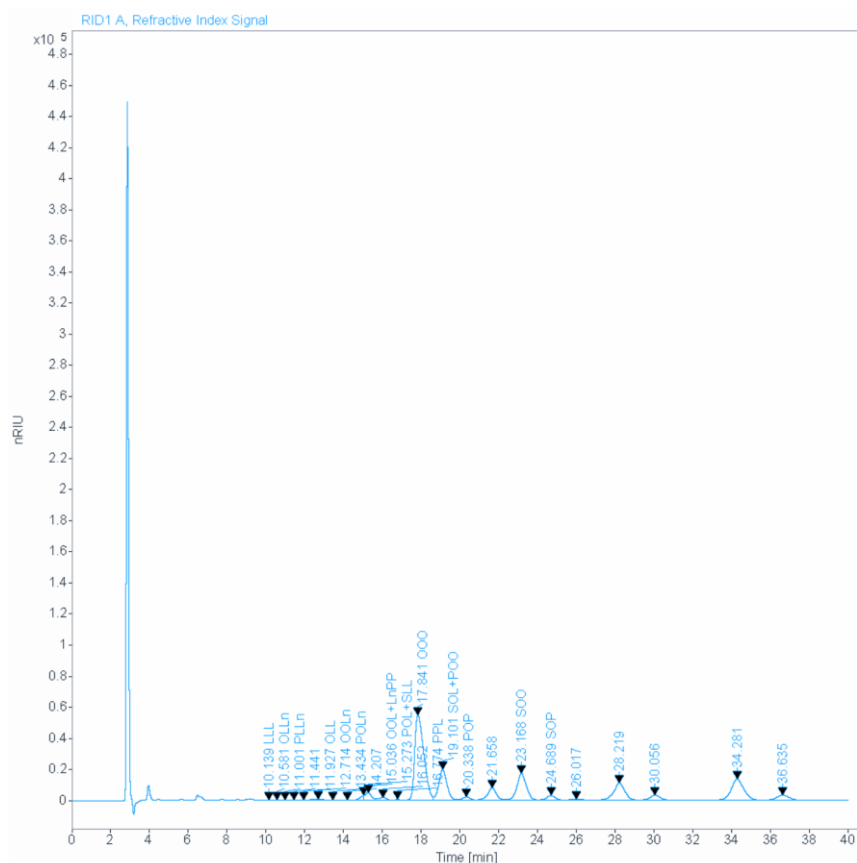
## Area Percent Report



Agilent Technologies

Data file: C:\Chem32\1\Data\TRIGLISERIT\PKM1--EKSTRAKSIYON.D  
Sample name: PKM1--EKSTRAKSIYON  
Description:  
Sample amount: 0.000  
Instrument: hplc  
Injection date: 11/2/2020 11:07:35 PM  
Acq. method: TRIGLISERIT.M  
Analysis method: TRIGLISERIT.M  
Last changed: 11/20/2020 12:40:49 PM  
(modified after loading)

Sample type: Sample  
Location: P1-A9  
Injection: 1 of 1  
Injection volume: 20.000  
Acq. operator: SYSTEM



## Area Percent Report



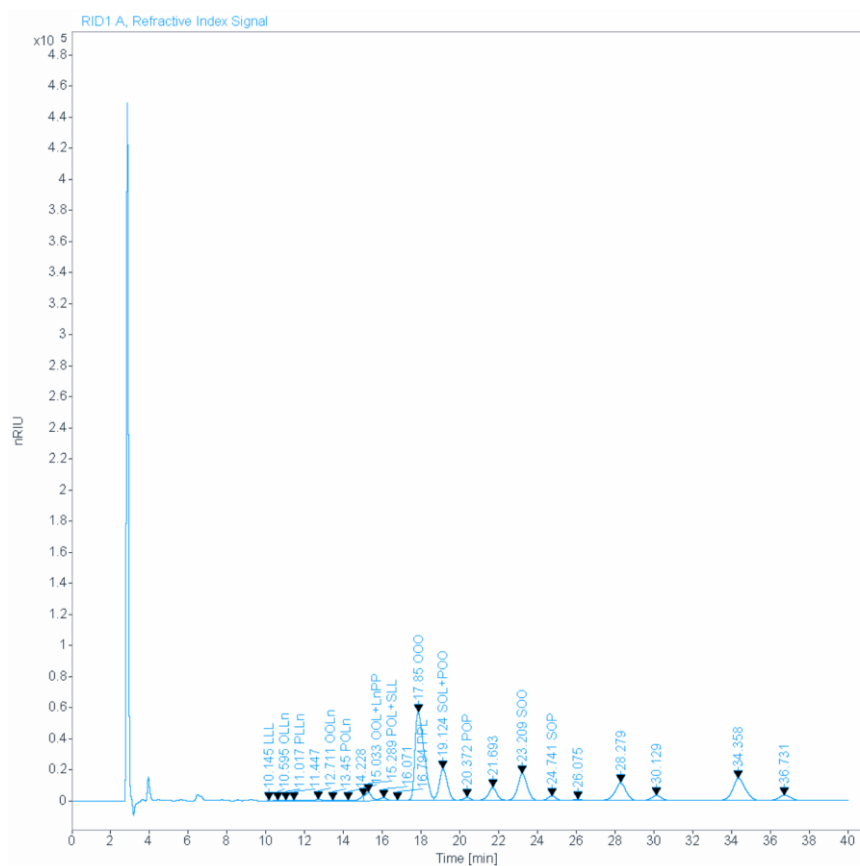
Agilent Technologies

Data file: C:\Chem32\1\Data\TRIGLISERIT\PKM1.D  
Sample name: PKM1  
Description:  
Sample amount: 0.000

Sample type: Sample

Instrument: hplc  
Injection date: 11/2/2020 10:06:22 PM  
Acq. method: TRIGLISERIT.M  
Analysis method: TRIGLISERIT.M  
Last changed: 11/20/2020 12:40:49 PM  
(modified after loading)

Location: P1-A8  
Injection: 1 of 1  
Injection volume: 20.000  
Acq. operator: SYSTEM



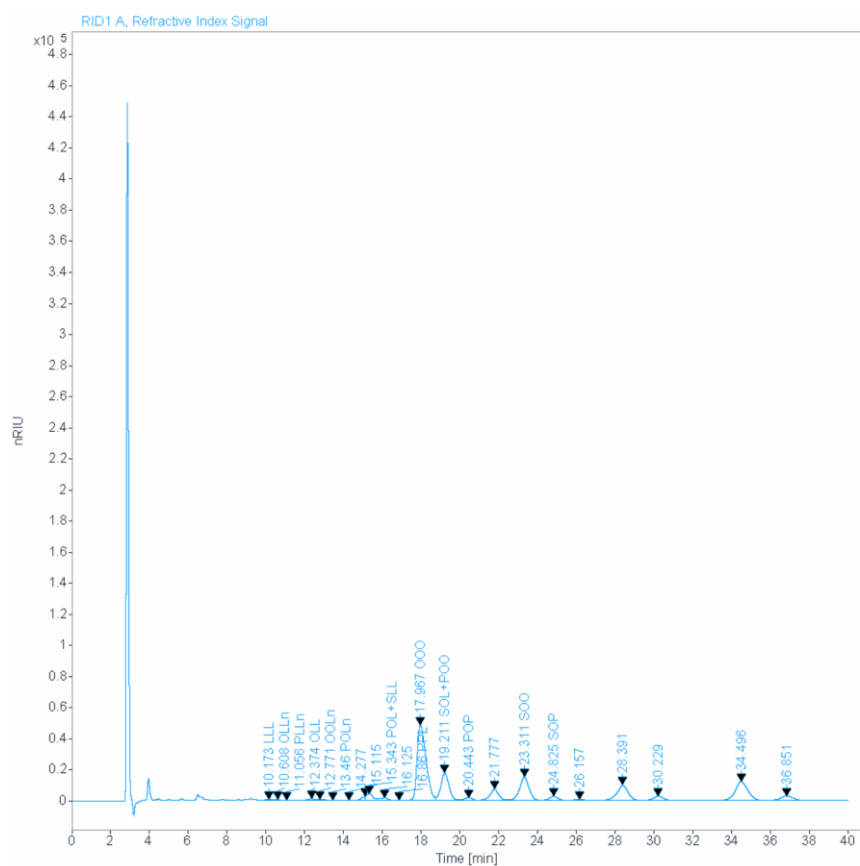
## Area Percent Report



Agilent Technologies

Data file: C:\Chem32\11\Data\TRIGLISERIT\ODC-EKSTRAKSIYON.D  
Sample name: ODC-EKSTRAKSIYON  
Description:  
Sample amount: 0.000  
Instrument: hplc  
Injection date: 11/2/2020 9:05:11 PM  
Acq. method: TRIGLISERIT.M  
Analysis method: TRIGLISERIT.M  
Last changed: 11/20/2020 12:40:49 PM  
(modified after loading)

Sample type: Sample  
Location: P1-A7  
Injection: 1 of 1  
Injection volume: 20.000  
Acq. operator: SYSTEM

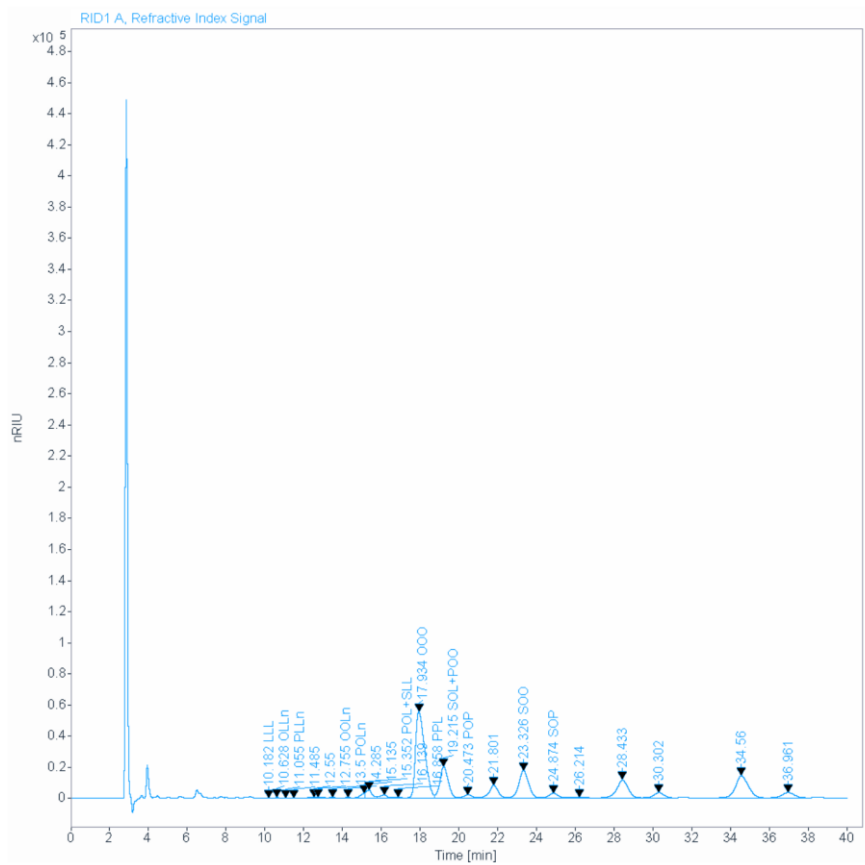


Area Percent Report



Data file: C:\Chem32\1\Data\TRIGLISERIT\ODC.D  
Sample name: ODC  
Description:  
Sample amount: 0.000  
Instrument: hplc  
Injection date: 11/2/2020 8:04:01 PM  
Acq. method: TRIGLISERIT.M  
Analysis method: TRIGLISERIT.M  
Last changed: 11/20/2020 12:40:49 PM  
(modified after loading)

Sample type: Sample  
Location: P1-A6  
Injection: 1 of 1  
Injection volume: 20.000  
Acq. operator: SYSTEM



## Area Percent Report



Agilent Technologies

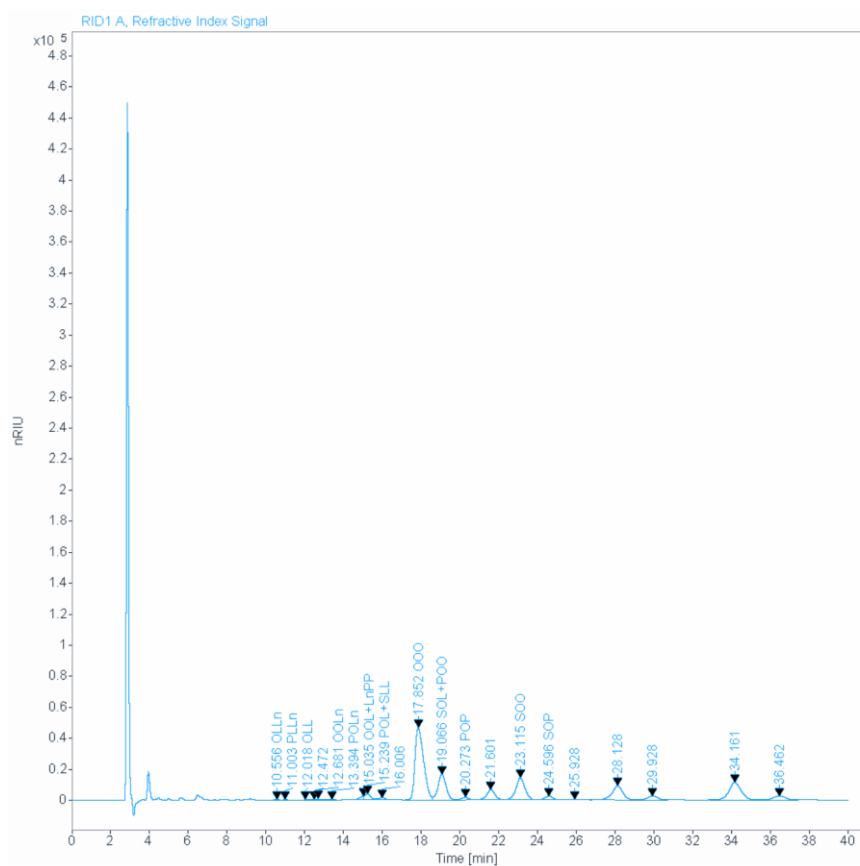
Data file: C:\Chem32\11\Data\TRIGLISERIT\MOMAX3-EKSTRAKSIYON.D  
Sample name: MOMAX3-EKSTRAKSIYON

Description:  
Sample amount: 0.000

Sample type: Sample

Instrument: hplc  
Injection date: 11/3/2020 1:09:59 AM  
Acq. method: TRIGLISERIT.M  
Analysis method: TRIGLISERIT.M  
Last changed: 11/20/2020 12:40:49 PM  
(modified after loading)

Location: P1-A11  
Injection: 1 of 1  
Injection volume: 20.000  
Acq. operator: SYSTEM



## Area Percent Report



Agilent Technologies

Data file: C:\Chem32\1\Data\TRIGLISERIT\MOMAX3.D  
Sample name: MOMAX3  
Description:  
Sample amount: 0.000

Sample type: Sample

Instrument: hplc  
Injection date: 11/3/2020 12:08:47 AM  
Acq. method: TRIGLISERIT.M  
Analysis method: TRIGLISERIT.M  
Last changed: 11/20/2020 12:40:49 PM  
(modified after loading)

Location: P1-A10  
Injection: 1 of 1  
Injection volume: 20.000  
Acq. operator: SYSTEM

