



**OMEGA-7 YÖNÜNDEN BAZI SABİT YAĞLARIN KİMYASAL  
BİLEŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Mustafa Asım TÜRKER**

**Eskişehir 2024**

**OMEGA-7 YÖNÜNDEN BAZI SABİT YAĞLARIN KİMYASAL  
BİLEŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Mustafa Asım TÜRKER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Farmakognozi Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Betül DEMİRCİ**

**Eskişehir**

**Anadolu Üniversitesi**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Temmuz 2024**

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Mustafa Asım TÜRKER'in "Omega-7 Yönünden Bazı Sabit Yağların Kimyasal Bileşimlerinin Araştırılması" başlıklı tezi .../.../2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Farmakognozi Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

|                       | <u>Unvanı- Adı Soyadı</u>         | <u>İmza</u> |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------|
| Üye (Tez Danışmanı) : | Prof. Dr. Betül DEMİRCİ           | .....       |
| Üye :                 | Prof. Dr. Ayşe Mine GENÇLER ÖZKAN | .....       |
| Üye :                 | Doç. Dr. Hale Gamze AĞALAR        | .....       |

.....  
Prof. Dr. Saime ÖNCE  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

### OMEGA-7 YÖNÜNDEN BAZI SABİT YAĞLARIN KİMYASAL BİLEŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa Asım TÜRKER

Farmakognozi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Temmuz 2024

Danışman: Prof. Dr. Betül DEMİRCİ

Omega-7, palmitoleik asit olarak bilinen bir tür tekli doymamış yağ asididir. Özellikle Makademya fıındığı, kır iğdesi gibi bitkisel kökenli canlılarda ve hayvansal ürünlerde bulunmaktadır. Esansiyel yağlardan omega-3 ve omega-6 gibi temel yağ asitlerinin aksine, omega-7 vücut tarafından sentezlenebilmektedir. Omega-7 cilt sağlığını iyileştirmek, lipit profillerini etkileyerek kalp sağlığını desteklemek, kilo yönetimine yardımcı olmak ve anti-enflamatuvar etkiye sahip olduğu bilinmektedir.

Tez kapsamında hem omega-7 açısından zengin olan kır iğdesi (taze ve kurutulmuş meyveleri) hem de tropikal ve besin değeri açısından oldukça yüksek öneme sahip iki farklı çeşit avokado (tohum ve pulpası), Brezilya ceviz (tohumu), Makademya fındık (tohumu) ve Pikan cevizi (tohumu) ile çalışılmıştır. Bitkisel materyaller Soxhlet apareyinde apolar çözücü (*n*-hekzan) ile ekstraksiyon işlemine tabii tutularak sabit yağları elde edilmiştir. Tez kapsamında toplamda dokuz sabit yağ elde edilmiş olup bu yağların ve ticari kır iğdesi yağının metillenerek kimyasal bileşimleri GK-AİD ve GK-KS yöntemleri ile aydınlatılmış ve omega-7 açısından içerikleri değerlendirilmiştir. Ticari olarak analiz edilen yağ hariç elde edilen yağlarda oleik asit (%43.5-64.7) ana bileşiklerden birisi olarak tespit edilmiştir. Makademya fıındığının yağ verimi %69.4 olup içeriğinde %20 oranında palmitoleik asit tespit edilmiştir. Omega-7 kaynağı olarak kır iğdesine alternatif olabilecek meyvelerin yağ içerikleri değerlendirildiğinde en zengin sabit yağın Makademya ceviz tohumundan elde edildiği bunu avokado pulpa yağının takip ettiği bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Omega-7, Palmitoleik asit, Sabit yağ, GK-AİD, GK-KS.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF SOME FIXED OIL CHEMICAL COMPOSITIONS in TERMS of OMEGA-7

Mustafa Asim TÜRKER

Department of Pharmacognosy

Anadolu University, Graduate School, July 2024

Supervisor: Prof. Dr. Betül DEMİRCİ

Omega-7 is a monounsaturated fatty acid, primarily known as palmitoleic acid. It is mainly found in plant and animal products such as macadamia nuts and buckthorn. Unlike essential fatty acids such as omega-3 and omega-6, omega-7s can be synthesized by the body. Omega-7 is known to improve skin health, support heart health by affecting lipid profiles, help weight management and have anti-inflammatory effects.

Within the scope of the thesis, studies were carried out with sea buckthorn (fresh and dried fruits), which is rich in omega-7, and two different varieties of avocado (seed and pulp), Brazil nut (seed), Macadamia nut (seed) and Pecan nut (seed), which are tropical and have high nutritional value. The plant materials were subjected to extraction with apolar solvent (*n*-hexane) in the Soxhlet apparatus to obtain fixed oil. In the thesis, nine oils and commercial sea-buckthorn oil were methylated. After methylation their chemical compositions were determined by GC-FID and GC-MS methods. The fatty oils chemical profiles were elucidated, and their omega-7 content was evaluated. Oleic acid (43.5-64.7%) was detected as one of the main compounds in the oils obtained, except for the analyzed commercial oil. The oil yield of Macadamia nuts is 69.4% and contains 20% palmitoleic acid. When the oil contents of fruits that could be an alternative to buckthorn as a source of Omega-7 were evaluated, it was found that the richest fixed oil was obtained from Macadamia walnut's seed, followed by avocado pulp oil.

**Keywords:** Omega-7, Palmitoleic acid, Fixed oil, GC-FID, GC-MS.

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamda inanılmaz derecede yol gösteren, ilham veren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, danışman hocam sayın Prof. Dr. Betül DEMİRCİ'ye,

Engin bilgisi, olağanüstü hayal gücü, Ar-Ge deposu hocam sayın Prof. Dr. Fatih DEMİRCİ'ye,

Laboratuvar çalışmalarında samimi destek ve yardımlarından dolayı sayın Dr. Öğr. üyesi Gözde ÖZTÜRK ve sayın Dr. Öğr. üyesi Damla KIRCI'ya,

Eskişehir konaklamalarımnda evimi aratmayan ortamı sağlayan Burak - Seda Fırat kardeşlerime,

Eğitim hayatım boyunca desteklerini her zaman gönlümde hissettiğim annem ve babama,

Çoğu zaman bizimle Eskişehir yollarına eşlik eden çok sevdiğim oğullarım Yiğit ve Mustafa'ya,

Ve en önemlisi; Sınıf arkadaşım, meslektaşım, hayat arkadaşım, canım kadar sevdiğim biricik eşim

Uzm. Ecz. Eda TÜRKER'e, candan TEŞEKKÜR ederim.

## **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Ecz. Mustafa Asım TÜRKER

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                  | <u>Sayfa</u> |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET .....                                                                       | iii          |
| ÖNSÖZ .....                                                                      | v            |
| ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....                                 | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                | vii          |
| TABLolar DİZİNİ.....                                                             | ix           |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                             | x            |
| GÖRSELLER DİZİNİ .....                                                           | xi           |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....                                              | xii          |
| 1. GİRİŞ .....                                                                   | 1            |
| 2. KAYNAK BİLGİSİ .....                                                          | 2            |
| 2.1. Yağ Asitleri .....                                                          | 2            |
| 2.2. Omega-7 .....                                                               | 5            |
| 2.3. Omega-7 Biyolojik Aktivitesi .....                                          | 6            |
| 2.3.1. Obezite ve diyabet.....                                                   | 6            |
| 2.3.2. Kardiyovasküler hastalık ve ateroskleroz.....                             | 7            |
| 2.3.3. Non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı.....                                | 8            |
| 2.3.4. Kanser.....                                                               | 9            |
| 2.4. Omega-7 İçeren Kaynaklar.....                                               | 11           |
| 2.4.1. Avokado ( <i>Persea americana</i> Mill.) .....                            | 11           |
| 2.4.2. Brezilya cevizi ( <i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.).....        | 14           |
| 2.4.3. Makademya fındığı ( <i>Macademia integrifolia</i> Maiden & Betcher) ..... | 16           |
| 2.4.4. Pikan cevizi ( <i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch).....          | 18           |
| 2.4.5. Kır iğdesi ( <i>Hippophae rhamnoides</i> L.) .....                        | 20           |

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3. YÖNTEM .....</b>                                                        | <b>24</b> |
| <b>3.1. Materyal Temini.....</b>                                              | <b>24</b> |
| <b>3.2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddeler .....</b>             | <b>24</b> |
| <b>3.3. Deneysel Çalışmada Kullanılan Aparey ve Cihazlar .....</b>            | <b>25</b> |
| <b>3.4. Araştırma Yöntemleri.....</b>                                         | <b>25</b> |
| <b>3.4.1. Sabit yağ eldesi.....</b>                                           | <b>25</b> |
| <b>3.4.2. Yağ asitlerinin metillenmesi .....</b>                              | <b>26</b> |
| <b>3.4.3. Kimyasal bileşen tayini .....</b>                                   | <b>26</b> |
| <b>3.4.3.1. Gaz kromatografisi (GK)-alev iyonizasyon dedektörü (AİD).....</b> | <b>24</b> |
| <b>3.4.3.2. Gaz kromatografisi (GK)/kütle spektrometresi (KS).....</b>        | <b>25</b> |
| <b>4. BULGULAR VE YORUMLAR .....</b>                                          | <b>28</b> |
| <b>4.1. Avokadoya Ait Sonuçlar.....</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>4.2. Brezilya Cevizine Ait Sonuçlar .....</b>                              | <b>31</b> |
| <b>4.3. Makademya Fındığına Ait Sonuçlar .....</b>                            | <b>32</b> |
| <b>4.4. Pikan Cevizine Ait Sonuçlar .....</b>                                 | <b>34</b> |
| <b>4.5. Kır İğdesine Ait Sonuçlar.....</b>                                    | <b>36</b> |
| <b>5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....</b>                                    | <b>41</b> |
| <b>KAYNAKÇA.....</b>                                                          | <b>49</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                                               |           |

## TABLÖLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b> Yağ asitlerinin isimlendirilmesi.....                                       | 3  |
| <b>Tablo 2.2.</b> Bazı yağ asitlerinin kaynakları .....                                       | 4  |
| <b>Tablo 3.1.</b> Bitki materyallerinin yetiştiği yerleri ve temin tarihleri .....            | 24 |
| <b>Tablo 3.2.</b> Kullanılan kimyasal maddeler .....                                          | 24 |
| <b>Tablo 3.3.</b> Kullanılan apacey ve cihazlar .....                                         | 25 |
| <b>Tablo 4.1.</b> Fuerte çeşidi avokadoya ait sabit yağlarının kimyasal kompozisyonları ..... | 30 |
| <b>Tablo 4.2.</b> Hass çeşidi avodakoya ait sabit yağların kimyasal kompozisyonları .....     | 31 |
| <b>Tablo 4.3.</b> Brezilya cevizi sabit yağının kimyasal kompozisyonu.....                    | 32 |
| <b>Tablo 4.4.</b> Makademya fıncığı sabit yağının kimyasal kompozisyonu .....                 | 34 |
| <b>Tablo 4.5.</b> Pikan cevizi sabit yağının kimyasal kompozisyonu .....                      | 36 |
| <b>Tablo 4.6.</b> Taze kır iğdesi meyvesi sabit yağının kimyasal kompozisyonu.....            | 38 |
| <b>Tablo 4.7.</b> Kurutulmuş kır iğdesi meyvesi sabit yağının kimyasal kompozisyonu .....     | 39 |
| <b>Tablo 4.8.</b> Ticari kır iğdesi sabit yağının kimyasal kompozisyonu .....                 | 40 |
| <b>Tablo 5.1.</b> Sabit yağların ana bileşikleri ve verimleri .....                           | 46 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Yağ asitlerinin yapısal formülleri ve steno gösterim türleri.....      | 3  |
| Şekil 2.2. Palmitoleik asitin kimyasal yapısı.....                                | 5  |
| Şekil 2.3. Palmitoleik asidin (POA) etki mekanizması .....                        | 10 |
| Şekil 4.1. Metillenmiş avokado çekirdeği sabit yağ kromatogramı .....             | 29 |
| Şekil 4.2. Metillenmiş avokado pulpa sabit yağ kromatogramı .....                 | 30 |
| Şekil 4.3. Metillenmiş Brezilya cevizi sabit yağ kromatogramı.....                | 32 |
| Şekil 4.4. Metillenmiş Makademya fıındığı sabit yağ kromatogramı .....            | 33 |
| Şekil 4.5. Metillenmiş Pikan cevizi sabit yağ kromatogramı .....                  | 36 |
| Şekil 4.6. Metillenmiş taze kır iğdesi meyvesi sabit yağ kromatogramı .....       | 37 |
| Şekil 4.7. Metillenmiş kurutulmuş kır iğdesi meyvesi sabit yağ kromatogramı ..... | 38 |
| Şekil 4.8. Metillenmiş ticari kır iğdesi sabit yağ kromatogramı .....             | 39 |
| Şekil 5.1. Sabit yağların palmitoleik yüzdeleri.....                              | 47 |

## GÖRSELLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| <b>Görsel 2.1.</b> Avokado meyve kısımları.....                | 12 |
| <b>Görsel 2.2.</b> Brezilya ceviz meyvesi (a) ve ağaç (b)..... | 14 |
| <b>Görsel 2.3.</b> Brezilya cevizi meyve kısımları .....       | 15 |
| <b>Görsel 2.4.</b> Makademya fındık meyvesi .....              | 17 |
| <b>Görsel 2.5.</b> Pikan ceviz meyvesi .....                   | 19 |
| <b>Görsel 2.6.</b> Kır iğdesi .....                            | 21 |
| <b>Görsel 2.7.</b> Kır iğdesi meyve kısımları .....            | 21 |
| <b>Görsel 3.1.</b> Soxhlet apareyi .....                       | 26 |
| <b>Görsel 3.2.</b> Gaz kromatografi cihazı .....               | 27 |
| <b>Görsel 4.1.</b> Hass çeşidi avokado meyveleri .....         | 28 |
| <b>Görsel 4.2.</b> Makademya fındığı.....                      | 33 |
| <b>Görsel 4.3.</b> Pikan cevizi .....                          | 35 |
| <b>Görsel 4.4.</b> Kır iğdesi meyveleri .....                  | 37 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|               |                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------|
| <b>C</b>      | : Karbon                                         |
| <b>CN</b>     | : Karbon sayısı                                  |
| <b>EPA</b>    | : Eikosapentaenoik asit                          |
| <b>GK-AİD</b> | : Gaz kromatografisi- Alev iyonizasyon dedektörü |
| <b>GK-KS</b>  | : Gaz kromatografisi/Kütle spektrometresi        |
| <b>H</b>      | : Hidrojen                                       |
| <b>HCN</b>    | : Hidrojen siyanür                               |
| <b>HDL</b>    | : Yüksek dansiteli lipoprotein                   |
| <b>LCFA</b>   | : Uzun zincirli yağ asitleri                     |
| <b>LDL</b>    | : Düşük yoğunluklu lipoprotein                   |
| <b>MCFA</b>   | : Orta zincirli yağ asitleri                     |
| <b>MUFA</b>   | : Tekli doymamış yağ asitlerini                  |
| <b>MS</b>     | : Multipl skleroz                                |
| <b>O</b>      | : Oksijen                                        |
| <b>PUFA</b>   | : Çoklu doymamış yağ asidi                       |
| <b>SCFA</b>   | : Kısa zincirli yağ asitleri                     |
| <b>SFA</b>    | : Doymuş yağ asitlerini                          |
| <b>VLCFA</b>  | : Çok uzun zincirli yağ asitleri                 |
| <b>m</b>      | : Multiplet                                      |
| <b>MeOH</b>   | : Metil alkol                                    |
| <b>µL</b>     | : Mikrolitre                                     |
| <b>mL</b>     | : Mililitre                                      |
| <b>mg</b>     | : Miligram                                       |
| <b>m/z</b>    | : Kütle/yük                                      |
| <b>ω</b>      | : Omega                                          |

## 1. GİRİŞ

Yağ asitleri bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar da dahil olmak üzere canlı organizmalardaki lipidlerin önemli bir bileşimidir. Alifatik zincir boyunca hidrojen atomları bulunan düz bir karbon atomu zinciri ve bir ucunda bir karboksil grubu ile karakterize edilmektedirler. Kendi arasında doymamışlıklarına göre doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak sınıflandırılmaktadır (Papoutsis vd., 2021).

Bu yağ asitlerinden bazıları sağlıklı yaşam için yeterli miktarda vücutta sentezlenememektedir. Bu yağ asitlerine esansiyel yağ asitleri denilmektedir. Bu bileşiklere linoleik asit gibi omega-6 yağ asitleri ve alfa-linolenik asit gibi omega-3 yağ asitleri örnek olarak verilebilmektedir. Bu esansiyel yağ asitleri hücresel işlemler ve diğer gerekli yağ asitlerinin üretimi için gereklidir (Ponnampalam vd., 2021). Ayrıca vücutta üretilmesine rağmen dışarıdan ek gıdalarla alınmasında fayda bulunan diğer bir yağ asidi ise omega-7'dir. Omega-7 (palmitoleik asit) (C16:1), bitkisel ve denizel kökenli kaynaklardan elde edilen 16 karbonlu, tek çift bağ içeren (MUFA) olan bir yağ asitidir. En yaygın bilinen bitkisel kökenli kaynaklar arasında kır iğdesi ve Makademya fıncığı yer almaktadır (Wu vd., 2012; Hernandez, 2016).

Tez çalışmasında tropikal meyvelerden besin değeri açısından günümüzde yaygın olarak tüketilen Fuerte ve Hass çeşidi avokado (tohum ve pulpası), Brezilya ceviz (tohumu), Makademya fıncık (tohumu) ve Pikan cevizi (tohumu) Soxhlet apareyinde apolar çözücü (*n*-hekzan) ile ekstraksiyon işlemine tabii tutularak sabit yağları elde edilecektir. Metilleme işlemi sonrasında da GK-AİD ve GK-KS yöntemleri ile kimyasal içeriklerinin aydınlatılması amaçlanmıştır.

Ayrıca literatürde omega-7 kaynağı olarak kabul edilen ülkemizde yetiştirilen kır iğdesi meyvelerinin taze ve kurutulmuş formlarından elde edilen yağlar ve ticari olarak satılan kır iğdesi sabit yağının kimyasal kompozisyonu aydınlatılmıştır. Tezin son kısmında da tropik meyvelerin kır iğdesi ve ticari yağın içeriğindeki yağ asitleri ve omega-7 açısından karşılaştırmalı olarak içeriklerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

## 2. KAYNAK BİLGİSİ

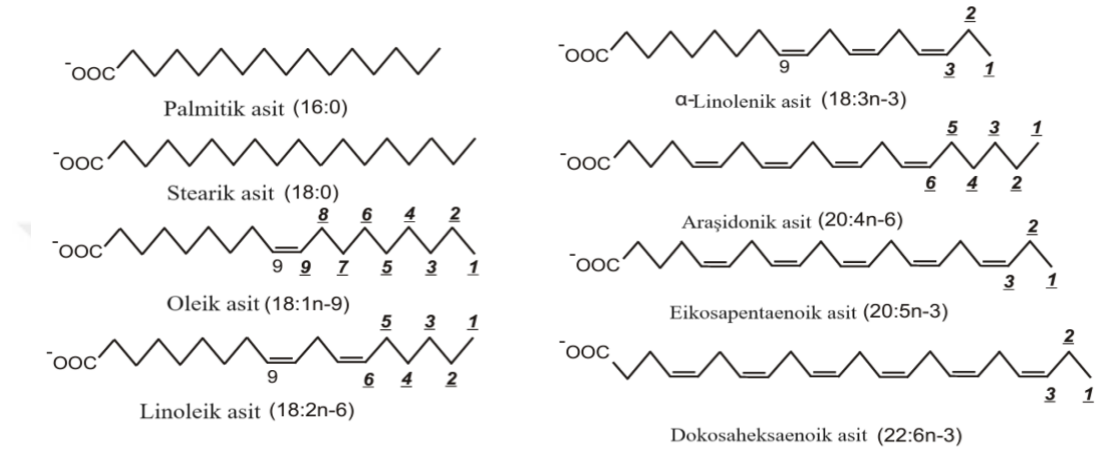
### 2.1. Yağ Asitleri

Yağ asitleri, en az bir karboksil ( $-C(=O)OH$ ,  $-COOH$  veya  $-CO_2H$ ) grubu ve bağlı olduğu uzun bir karbon zincirine sahip organik asitlerdir. Yağ asitleri hidrokarbon zincirindeki karbon atomları arasındaki bağ yapılarına göre sınıflandırılmaktadır. Bu yapı çift bağ sayısına göre doymuş yağ asitleri (SFA'lar), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olarak adlandırılmaktadır. Doğada genellikle karbon sayısı 4 ile 28 arasında değişen dallanmamış zincir yapısındaki yağ asitleri bulunmakta olup genellikle trigliseritlerden ve fosfolipitlerden sentezlenmektedirler (Rimm vd., 2018; Chen ve Liu, 2020; Marangoni vd., 2020; Wu vd., 2020). Yağ asitleri karbon zincirinin uzunluğuna bağlı olarak dört temel gruba ayrılmaktadır (Cholewski vd., 2018):

- i. **Kısa zincirli yağ asitleri (SCFA'lar):** Bazen uçucu yağ asitleri (VFA'lar) olarak da adlandırılmakta olan bu grup yapısında 1 ila 6 karbon atomu (C1-6) içerir ve karbonhidratların bağırsak mikrobiyotası tarafından fermentasyonu sonucu memelilerin sindirim sisteminde oluşmaktadır.
- ii. **Orta zincirli yağ asitleri (MCFA'lar):** 7 ila 12 karbon atomuna (C7-12) sahiptir; bazı kaynaklara göre de 8 ila 14 karbon atomuna sahip oldukları belirtilmektedir.
- iii. **Uzun zincirli yağ asitleri (LCFA'lar):** 14 ila 18 karbon atomuna (C14-18) sahiptir ve gıda (diyet) ile alınan yağ asitlerinin çoğunluğunu bu grupta yer almaktadır.
- iv. **Çok uzun zincirli yağ asitleri (VLCFA'lar):** 20'den fazla karbon atomuna ( $C > 20$ ) sahiptirler.

Yağ asitleri, bir metil ucu, bir hidrokarbon zinciri (R) ve bir karboksilik son içeren tipik bir  $RCOOH$  yapısına sahip karboksilik asitlerdir. Yağ asitlerinin isimlendirilmesinde karboksil grubu baz alınmaktadır.  $CN:p n-x$  gibi şematik bir formül (steno gösterimi) ile ifade edilmektedir; burada CN (karbon sayısı) toplam karbon atomu sayısını, p harfi çift bağ sayısını, x harfi metil terminalinden (n) itibaren ilk çift bağın konumunu temsil etmektedir. Örneğin, linoleik asit (9,12-oktadekadienoik asit) için kısaltılmış gösterim  $18:2n-6$ 'dır, çünkü 18 karbon atomuna ve ilki metil ucundan sayılan altıncı karbon atomunda olmak üzere 2 çift bağa sahiptir. Diğer bir gösterimde ise karboksil grubundan sonraki ilk karbon atomu  $\alpha$  ile başlayarak sırasıyla  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  ve en uzak karbon atomu da  $\omega$  harfi ile gösterilir. Çift bağın bulunduğu karbon atomu ise  $\Delta n$  ile

belirtilir. Rakamlar ile gösterilmek istenirse de karbon atomu sayısı ve çift bağ sayısı belirtilir. Örnek, C16:1, Δ<sup>9</sup> (palmitoleik asit-ω7). Diğer yaygın isimlendirme ise yağ asitlerinin sistematik kullanılan adları palmitoleik, oktadekanoik ve stearik vb. şeklindedir (Tvrzicka vd., 2011). İsimlendirmelerle ilgili görsel Şekil 2.1’de yer almaktadır. Doğada yaygın olarak bulunan bazı yağ asitlerine ait isimlendirme ve kimyasal formüllerine ait bilgiler Tablo 2.1’de bulunmaktadır.



Şekil 2.1. Yağ asitlerinin yapısal formülleri ve steno gösterim türleri (Tvrzicka vd., 2011)

Tablo 2.1. Yağ asitlerinin isimlendirilmesi (Tvrzicka vd., 2011)

| Yağ asidi        | Karbon sayısı<br>ve bağ durumu | Kapalı formül                                                                                                       |
|------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laurik asit      | C12                            | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH                                                               |
| Palmitik asit    | C16                            | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH                                                               |
| Palmitoleik asit | C16:1, Δ <sup>9</sup>          | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH                           |
| Stearik asit     | C18                            | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH                                                               |
| Oleik asit       | C18:1, Δ <sup>9</sup>          | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH                           |
| Linoleik asit    | C18:2, Δ <sup>9,12</sup>       | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> )CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH    |
| Linolenik asit   | C18:3, Δ <sup>9,12,15</sup>    | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH |
| Araşidik asit    | 20:0                           | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH                                                               |

Yağ asit kaynakları arasında meyveler, tohumlar, kabuklu meyvelerden elde edilen bitkisel ve hayvansal kökenli yağlar yer almaktadır. İnsan vücudunda biyokimyasal yollarla üretilmesi mümkün olmayan fakat vücut için alınması gereken esansiyel yağlar bulunmaktadır. Bunlardan omega-3 yağ asitleri gibi temel yağ asitleri önemli hücresel işlevlerde görev almaktadır. PUFA'nın yaygın besin kaynakları arasında yapraklı sebzeler, yağlı tohumlar, fındık, et, yumurta ve deniz ürünleri bulunmaktadır (White, 2009; Ponnampalam vd., 2021). Deniz canlılarından özellikle balıklar, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) olmak üzere uzun zincirli omega-3 açısından oldukça zengin bir besin kaynağıdır ancak bu özellikle somon ve uskumru gibi yağlı balıklar için geçerlidir (Ponnampalam vd., 2021). Bazı yağ asitlerinin bulunduğu bitkisel ve hayvanlar kaynakları Tablo 2.2'de listelenmektedir.

**Tablo 2.2.** Bazı yağ asitlerinin kaynakları (Prates vd., 2015)

| Yağ asidi                | Sabit yağ kaynakları                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doymuş yağ asitleri      | Tam yağlı süt, tereyağı, krema, yüksek yağlı peynir (provolone, parmesan, mozzarella), domuz yağı, domuz pastırması, yüksek yağlı etler, kümes hayvanları ve balık derileri, hindistan cevizi sütü |
| Tekli doymamış yağ asidi | Zeytinyağı, kanola yağı, zeytin, avokado, yer fıstığı, kestane, ceviz ve badem                                                                                                                     |
| Çoklu doymamış yağ asidi | Balık, bitkisel yağlar (ayçiçeği, soya, mısır, kanola, safran, pamuk, susam) ve yağlı bitkilerin tohumları (kestane, ceviz, fındık)                                                                |

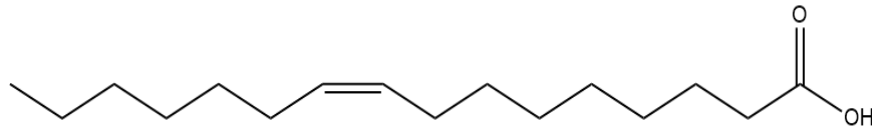
Yağ asitleri kasların kasılma hareketleri ve genel metabolizma için enerji kaynağı olarak görevli oldukları hücrelere dağıtılırlar. Bu yüzden de insan metabolizmasında kritik role sahiptirler. Epidemiyolojik çalışmalar ve klinik deneyler, yağ asitlerinin nörolojik hastalıklar, alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı, alerjik hastalıklar ve kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok hastalıkla ilişkili olduğunu göstermektedir (Bird vd., 2018; Chen ve Liu, 2020; Naeini vd., 2020).

Yağ asitleri hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde olumlu rol oynadıkları kadar olumsuz etkilere de sebebiyet verebilmektedirler. Örneğin, doymuş yağ asitleri (SFA'lar) hastalığın ilerlemesinin yanı sıra multipl skleroz (MS) gelişme riskini de artırabilirken, çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA'ların) MS hastalarında faydalı etkileri olabilmektedir (Chen ve Liu, 2020; Langlely vd., 2020).

Özellikle Omega-3 yağ asitleri hakkında çok fazla çalışma yer almaktadır. PUFA içerisinde yer alan alfa-linolenik asit (ALA, C18:3n-3) ve uzun zincirli türevler EPA (C20:5n-3), dokosapentaenoik asit (DPA, C22:5n-3) ve DHA (C22:6n-3) her birinin kardiyovasküler hastalık, diyabet, hipertansiyon, enflamasyon, alerji, kanser, böbrek bozuklukları, sinir fonksiyonunun önlenmesinde ve bağışıklık tepkisinin iyileştirilmesinde rol oynadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlanmaktadır (Benatti vd., 2004; Ponnampalam vd., 2021).

## 2.2. Omega-7

Omega-7 (palmitoleik asit) (C16:1), bitkisel ve denizel kökenli kaynaklarından elde edilen 16 karbonlu, tek çift bağ içeren (MUFA), çift bağı karboksil grubuna göre  $\Delta 9$  konumunda, son metil grubuna göre  $\omega 7$  konumunda olan bir yağ asitidir (Hernandez, 2016). Palmitoleik asitin kimyasal yapısı Şekil 2.2'de yer almaktadır.



Şekil 2.2. Palmitoleik asitin kimyasal yapısı

Palmitoleik asidin doğadaki kaynakları genellikle sınırlı olmasına rağmen, insanlarda stearoil-CoA desaturaz-1 tarafından *de novo* lipojenez aracılığıyla üretilmektedir. Palmitoleik asit, hayvan çalışmalarında gösterildiği gibi, yağ dokusu tarafından salınarak karaciğer ve iskelet kası dahil birçok organın metabolizmasını etkileyebildiği için yeni bir lipid hormonu "lipokin" olarak düşünülmüştür. Ancak, beslenme ve endojen palmitoleik asit sentezi arasındaki karmaşık etkileşim nedeniyle, palmitoleik asidin hormon benzeri etkilerinin aydınlatılması için klinik çalışmalarla

devam etmektedir. Sınırlı da olsa insan vücudunda sentezlenebildiği için esansiyal olmayan yağ asitleri içerisinde yer almaktadır (Tang, 2022).

### **2.3. Omega-7 Biyolojik Aktivitesi**

Sınırlı doğal kaynağı olan palmitoleik asitle ilgili *in vitro*, *in vivo* ve klinik çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar palmitoleik asidin farmakolojik etkileri açısından aydınlatıcı bilgiler sunmaktadır. Palmitoleik asidin (POA), özellikle savunma mekanizmasında önemli etkilerinin olduğu bilinmektedir. POA'nın Endoplazmik retikulum (ER) stresini, iltihaplanmayı, sağlıklı hücrelerin apoptozunu, insülin direncini, glukoz intoleransını ve karaciğerde ve kasta steatozu üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir.

#### **2.3.1. Obezite ve diyabet**

Obezite, diyabet ve ilişkili metabolik bozuklukların gelişimi için önemli bir risk faktörüdür. Vücutta yağ depolarının aşırı artması, adipöz dokunun işlevsizleşmesine yol açarak serbest yağ asitleri, gliserol, hormonlar ve enflamatuvar sitokinlerin dolaşımda artışına neden olabilmektedir. Bu değişiklikler dislipidemi, hipertansiyon ve insülin direnci gibi sağlık sorunları ile ilişkilendirilmekte ve bu durum metabolik sendrom olarak adlandırılmaktadır (Bermudez vd., 2022).

Cao ve diğerleri (2008) tarafından yapılan çalışma, POA'nın metabolik sendromda özel bir rol oynadığına dair ilk kanıtları sunmuştur. Bu yağ asidinin yağ dokusundan salınımı, karaciğerde steatozu baskılamakta ve kaslarda insülin sinyalleşmesini iyileştirmektedir. Çalışma, farelerde POA'nın anti-enflamatuvar etkilerinin obezitenin etkilerini azaltmada yardımcı olduğunu öne sürmektedir. Palmitik asit yerine POA'nın adipositlerde sitokin ekspresyonunu baskıladığı belirtilmiştir. Yüksek yağlı diyetle beslenen fareler üzerinde yapılan çalışmalar, POA uygulamasının tüm vücut insülin duyarlılığını artırdığını ve GLUT-4 ile AMPK fosforilasyonu aracılığıyla yağ dokusuna glukoz alımını düzenlediğini göstermiştir (Yang vd., 2011; Cetin vd., 2024).

Ayrıca yapılan başka çalışmalarda palmitoleik asidin, yağ asidi bağlayıcı proteini eksik farelerde kas insülin etkisini uyararak ve hepatostatozu baskılayarak kas insülin etkisini uyarıcı ve hepatostatozu baskılayıcı bir yağ asidi türevi hormon olarak işlev gördüğü kanıtlanmıştır (Yang vd., 2011; Cetin vd., 2024). Palmitoleik asidin glukoz veya

doymuş yağ asitleri tarafından indüklenen beta hücre apoptozunu önleyerek etkisini gösterdiği kanıtlanmıştır (Morgan ve Dhayal, 2010).

Sonuç olarak, fareler üzerinde yapılan çalışmalar POA'nın obezitede olumlu metabolik etkilerini desteklerken, insanlar üzerindeki veriler farklı sonuçlar göstermektedir. Bu farklılık, insanlarda doymuş yağ asitleri seviyelerinin POA seviyelerini etkileyebileceğinden kaynaklanabilmektedir (Cao vd., 2008; Bermudez vd., 2022).

Süt ürünlerinden alınan *trans* izomeri ile yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, tüketimindeki artışın daha düşük düzeyde enflamasyon ve diyabet riski ile ilişkilendirildiği gösterilmiştir. Ayrıca, palmitoleatın hayvanlarda ve insanlarda beta hücre proliferasyonunu indüklediği ve salgı fonksiyonunu iyileştirdiği gösterilmiştir (Maedler vd., 2001; Maedler vd., 2003).

### **2.3.2. Kardiyovasküler hastalık ve ateroskleroz**

Kardiyovasküler hastalık (KVH), kalp ve dolaşım sisteminin kronik hastalıklarını ifade etmekte olup gelişmiş ülkelerdeki başlıca ölüm nedenidir. 2030 yılına kadar yılda 23.6 milyon insanın KVH nedeniyle öleceği tahmin edilmektedir. KVH için yüksek serum LDL-kolesterol konsantrasyonu, yüksek kan basıncı, obezite, diyabet, erkek cinsiyet ve fiziksel aktivite eksikliği risk faktörleridir. POA'nın KVH üzerinde olumlu etkisi düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterolü düşürürken; fosfolipit seviyesi ve yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) kolesterolünü yükselttiği bildirilmiştir (Mozaffarian vd., 2010; Bermudez vd., 2022).

Başka bir çalışmada, kırmızı kan hücresi zarındaki POA seviyeleri ile koroner kalp hastalığı riski arasında pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur. Ancak bu durumda POA (16:1n-7)'nin iki karbon eklenmesi ile oluşan sentez ürünü vaksenik asitin (18:1n-7) seviyelerinin hastalık riski ile ters orantılı olduğu gözlemlenmiştir (Bermudez vd., 2022).

Ateroskleroz, gelişmiş ülkelerdeki ölümlerin önde gelen nedenlerinden biri olan kardiyovasküler hastalığın ana nedenlerinden biridir. Aterosklerotik süreç, enflamatuvar bir bozukluk olarak tanımlanmış olup, diyabet gibi diğer patolojilerle belirgin benzerliklere sahiptir. Aterosklerozun başlangıç aşaması, dolaşımdaki apoB içeren lipoproteinlerin glikasyonu ve oksidasyonunu içermektedir. Bu süreç, endotel hücreleri için bir tehlike sinyali oluşturur ve bunlar dolaşımdaki monositleri artırarak

ICAM/VCAM adezyon moleküllerinin ekspresyonunu artırmaktadır. Palmitik ve stearik gibi doymuş yağ asitlerinin, yüzey adezyon moleküllerinin ekspresyonunu artırarak ve tümör nekroz faktörü- $\alpha$  ve interlökin-6 gibi pro-enflamatuvar sitokinlerin salınımını teşvik ederek monosit rekrütasyonunu artırdığı belirtilmektedir (de Souza vd., 2018; Bermudez vd., 2022).

POA'nın TNF- $\alpha$  ile uyarılan endotel hücrelerinde adezyon moleküllerinin yüzey ekspresyonunu ve pro-enflamatuvar genlerin indüksiyonunu azalttığı gösterilmiştir. Bu etkilerin, yağ asidi tarafından PPAR $\alpha$  ekspresyonunun inhibisyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. POA takviyesi yapılmasının aterosklerotik lezyonları azaltmaya yardımcı olduğunu göstermiştir. Bu veriler, 16:1n-7'nin endoplazmik retikulum stresinin azaltılması ve NLRP3 enflamasyonunun aktivasyonu yoluyla etkileri ile uyumlu bulunmuştur (Çimen vd., 2016; Bermudez vd., 2022).

### **2.3.3. Non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı**

Non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD) ve non-alkolik steatohepatit (NASH), Batı ülkelerinde artan yaygınlıkları nedeniyle büyük ilgi çekmektedir. Her iki hastalık da düşük dereceli kronik enflamasyon ile ilişkili karaciğer lipotoksitesi gibi ortak özellikleri paylaşmaktadır. Hastalığın fibrozise ilerlemeden önce net bir tanısının konulması büyük bir zorluk oluşturmaktadır. Hastalığın erken bir belirtisi, triasilgliserol metabolizmasının bozulması sonucu ortaya çıkan yağlı karaciğer durumu olarak bilinmektedir (Yamada vd., 2019).

POA'nın karaciğer hastalığındaki biyolojik rolünde fare modelleri kullanılmıştır. Genellikle POA'nın NAFLD ilerlemesi üzerinde koruyucu etkiler gösterdiğini belirtilmiştir. Bu kapsamda farelere POA'nın kronik olarak verilmesi, karaciğerde lipid birikimini azalttığı ve lipojenik genlerin ekspresyonunu düşürdüğü bulunmuştur. Moleküler düzeyde, bu etkiler PPAR $\alpha$ /AMPK yolaklarının aktivasyonu ile ilişkilendirilmiş olup, bu yolaklar aynı zamanda insulin salınımını artırmış ve glukoz homeostazını iyileştirmiştir. PPAR $\alpha$ , anahtar metabolik düzenleyici enzimlerin ekspresyonunu koordine ederek yağ asitlerinin depolanması ve mobilizasyonunu düzenleyen bir transkripsiyon faktörüdür (Yang vd., 2011; Bermudez vd., 2022).

İnsanlarda yapılan klinik çalışmalarda POA'nın dolaşımdaki seviyelerinin hepatik steatoz derecesi ile pozitif bir şekilde korele olduğu, ayrıca hepatositlerde yağ birikimi ile

de ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bu kapsamda inceleme yapıldığında serumdaki palmitoleik asit/palmitik asit (16:1n-7/16:0) oranının, NASH veya NAFLD için invaziv olmayan erken bir belirteç olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. 16:1n-7/16:0 oranı, NASH hastalarında NAFLD hastalarına göre daha yüksek olup, karaciğerdeki enflamasyon ve fibrozis durumu ile korele bulunmuştur.

Benzer şekilde, 4 ila 17 yaşları arasındaki 41 Çinli pediatrik hastada yapılan bir çalışma, serum POA konsantrasyonlarının NAFLD'nin hafif ve şiddetli gruplarında kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir (Yamada vd., 2019; Bermudez vd., 2022).

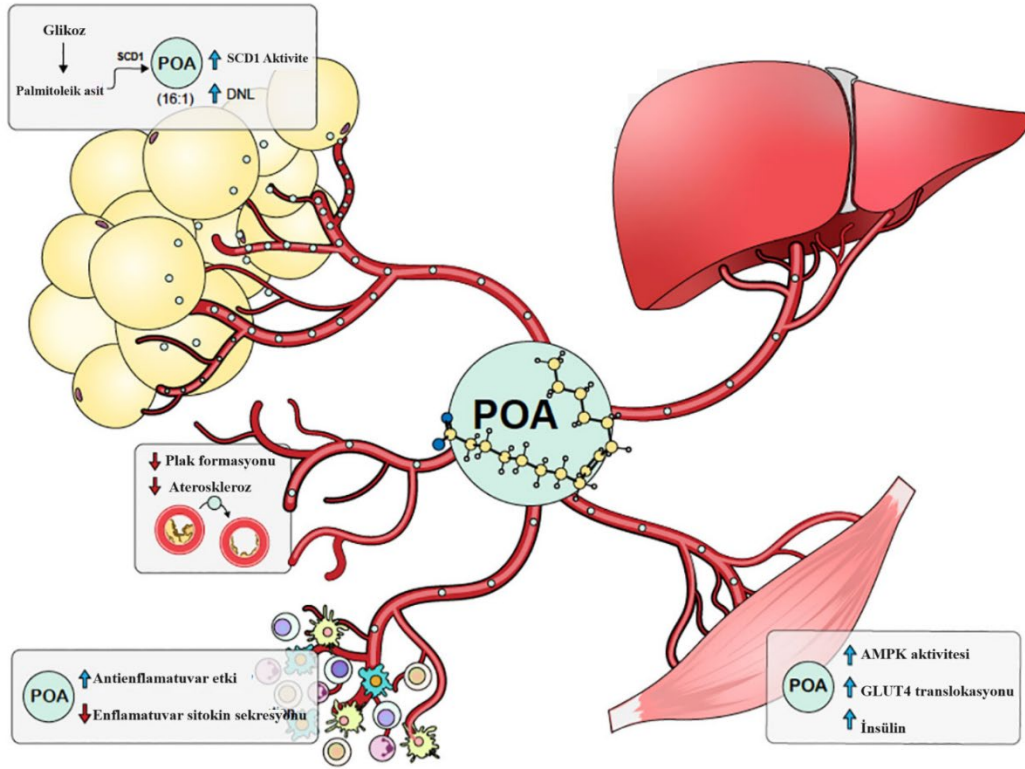
#### 2.3.4. Kanser

Kanser, kontrolsüz bir şekilde bölünen anormal hücrelerin gelişimi ile karakterize edilir ve derinlemesine metabolik değişikliklere sahiptir. Örneğin, lipit metabolizması, hücre zarının yapısını ve işlevini sürdürmek için tümör hücrelerinde dramatik bir şekilde lipit biyosentez yolları aktive olur. Tümör hücrelerinde artan lipit alımı, depolanması ve lipojenez güçlü bir şekilde upregüle edilmiştir. Bu artan yağ asidi sentez hızlarını sürdürmek için, MUFA üreten enzimler (örneğin FADS2 ve SCD1) üzerinden etki eder. Bu enzimlerin seçici inhibisyonunun, *in vitro* olarak antikanser aktiviteye dönüştüğü bulunmuştur. Akciğer ve prostat kanseri hücrelerinde, SCD1 inhibisyonu *de novo* yağ asidi sentezini ve MUFA/SFA oranını azaltarak hücre proliferasyonunu kesintiye uğratmıştır. SCD1 blokajının etkileri, POA dahil bir dizi MUFA'nın uygulanmasıyla süreç tersine çevrilebilmektedir. Klinik ve epidemiyolojik çalışmalar ayrıca, azalmış SCD1'in meme ve pankreas kanseri riski ile ilişkili olduğunu doğrulamaktadır (Bermudez vd., 2022).

POA'nın hücre proliferasyonu üzerindeki etkilerini açıklayan moleküler mekanizmalara yönelik yapılan çalışmalar, bu yağ asidinin fibroblastların büyüme faktörlerine maruz kalmasının ardından mitojenik aktiviteye sahip olduğunu belirtmektedir. Önemli olan, biyolojik etkinin serbest yağ asidiyle değil, hücre aktivasyonu sonucu hücrelerde biriken POA içeren inositol fosfolipit türleri ile alakalı olduğu tespit edilmiştir. Bu, hücrelerin aktivasyonu sırasında seçilmiş inositol fosfolipit türlerinde POA'nın (ve aynı zamanda 16:1n-9 izomerinin) biriktiğini gösteren son verilerle tamamen uyumlu bulunmuştur (Koeberle vd. 2012; Bermudez vd., 2022).

Güncel çalışmalar, bazı tümör hücrelerinin yağ asidi desatürasyonu için SCD yolları yerine, SCD inhibe edildiğinde oluşan FADS2 enzimini kullanma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu yolak, FADS2 aracılığıyla oluşturulan 16:1n-10'u, bu yağ asidinin birkaç kanser hücresi hattında, fare hepatoselüler karsinomunda ve primer insan karaciğer ve akciğer karsinomlarında yüksek seviyelerde bulunduğu için kanser hücre plastisitesinin yeni bir belirteci olarak dikkat çekmiştir. Dolayısıyla, FADS2 aracılığıyla 16:1n-10 biyosentezi, tümör hücrelerinin proliferasyonunu desteklemek için MUFA'nın alternatif bir kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca, 16:1n-10'un tümörlerde büyümeyi, yaşam sürecini ve metastazı destekleyen kritik bir yol olan EGFR/AKT/mTOR kaskadını etkileyebileceği düşünülmektedir (Vriens vd., 2019; Bermudez vd., 2022).

Palmitoleik asidin biyolojik etkilerini genel olarak ele alan görsel Şekil 2.3'te yer almaktadır (Cetin vd., 2024).



Şekil 2.3. Palmitoleik asidin (POA) etki mekanizması (Cetin vd., 2024)

## 2.4. Omega-7 İçeren Kaynaklar

Palmitoleik asit hem hayvansal hem de bitkisel kökenli kaynaklarda bulunmaktadır. Palmitoleik asit açısından en zengin bitkisel kökenli kaynak çoğunlukla Asya'da kültürü yapılmasına rağmen doğal olarak Kuzeybatı Çin'de yetiştirilen çalı formundaki *Hippophae rhamnoides* L. meyvesidir. Kır iğdesi meyve sabit yağında palmitoleik asit yüzdesi farklı yetiştirme alanlarına ve toplama zamanlarına göre değişiklik gösterebilmekte olup %42 oranlarına kadar çıkabilmektedir (Fatima vd., 2012).

Kır iğdesinden sonra en yaygın bilinen ikinci kaynak ise *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche olup bunu balık yağı takip etmektedir. Palmitoleik asit açısından zengin bu iki kaynakla ilgili yapılan bilimsel bir çalışmada Makademya fındık ve balık yağlarının içeriğinde sırasıyla yaklaşık %30 ve %7 civarında palmitoleik asit bulundurduğu tespit edilmiştir (Wu vd., 2012).

Palmitoleik asit yapısı doğada *cis* ve *trans* formları ile bulunmaktadır. Makademya fındığı ve kır iğdesi meyvelerinin sabit yağı palmitoleik asidin *cis* izomerini içerirken; süt ürünleri *trans*-palmitoleat bileşiğince zengin kaynaklarıdır (Mozaffarian vd., 2013; Hernandez, 2016).

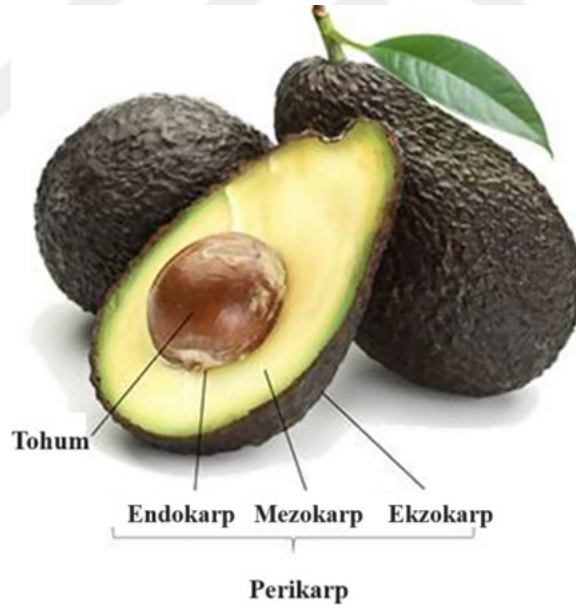
Palmitoleik asit içeren gıdaların doğrudan tüketimi, kandaki palmitoleik asit seviyesini artırabilmektedir. 4 hafta boyunca günlük enerji alımının %15'ine eşdeğer olan Makademya fıstığı tüketimi, plazma palmitoleik asidin önemli ölçüde artmasına neden olurken; balık yağı tüketimi ise farklı lipid fraksiyonlarında palmitoleik asit konsantrasyonunda çeşitli değişikliklere neden olabilmektedir (Garg vd., 2003; Frigolet ve Gutiérrez-Aguilar, 2017).

Literatür çalışmalarında da gözlemlendiği üzere diğer tekli doymamış yağ asitleri ile karşılaştırıldığında (oleik asit gibi), palmitoleik asit içeren besin kaynakları oldukça sınırlıdır. Literatürde yer alan omega-7 açısından zengin bitkisel kaynaklardan kır iğdesi ve Makademya fındığı ile tez kapsamında yer alan *Persea americana* Mill., *Bertholletia excelsa* Bonpl. ve *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

### 2.4.1. Avokado (*Persea americana* Mill.)

Avokado (*Persea americana* Mill.) Lauraceae familyasının bir üyesi olup genellikle subtropikal veya tropikal bölgelerde yetiştirmekte olmasına rağmen kökeni Orta Amerika'ya dayanmaktadır. Ticari olarak üretimi yapılmakta olan bu bitkinin çeşitleri

Batı Hindistan, Guatemala ve Meksika olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Meyvelerin büyüklükleri ve kabuk dokusu gibi özellikleri çeşitler arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu çeşitler arasında ticari açıdan öneme sahip olanı Fuerte ve Hass'tır. Fuerte çeşidi Guatemala/Meksika melezi olup Hass ise Guatemala sınıfında yer almaktadır. Ticari açıdan önemli diğer çeşitler arasında Lula, Booth 8, Walden, Pollock bulunmaktadır (Seymour ve Tucker, 1993). *P. americana* orta ila büyük boyda, 9-20 m yüksekliğinde bir ağaçtır. Avokado dört mevsim yaprağa sahip olmasına rağmen bazı çeşitleri çiçeklenmeden önce kısa bir süre için yapraklarını döker. Yapraklar 7-41 cm uzunluğunda olup eliptik, oval ve mızrak gibi şekillerde değişkenlik gösterebilmektedir. Meyve, yağimsı kıvamdaki etli bir mezokarp ile çevrelenmiş, tek bir büyük tohumdan oluşmaktadır. Meyve kabuğunun kalınlığı ve dokusu değişkenlik göstermekte olup olgunlukta meyve rengi çeşidine bağlı olarak yeşil, siyah, mor veya kırmızımsıdır (Yasir vd., 2010; Gusti, 2020). Avokado meyvesinin kısımlarına ait görsel Görsel 2.1'de yer almaktadır (Hurtado-Fernández vd., 2018).



**Görsel 2.1.** Avokado meyve kısımları (Hurtado-Fernández vd., 2018)

Avokado meyvelerinin halk arasında gıda olarak tüketimi olmakla birlikte enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde de oldukça sık kullanımı bulunmaktadır. Bununla birlikte kan kolesterol seviyelerini düşürmek, yaşlanma belirtilerini önlemek, yaşlanma sürecini yavaşlatmak ve cilt bakımı için de kullanılmaktadır (Gusti, 2020). Avokado yapraklarının da halk arasında idrar taşları, mide ağrısı, bel ağrısı, baş ağrısı, yüksek

tansiyon ve düzensiz adet gibi durumlar için tıbbi olarak kullanımları bulunmaktadır. Ayrıca avokado tohumları diş ağrısı ve diyabeti tedavi etmek için kullanılmaktadır (Gusti, 2020).

Avokado fitokimyasal bileşiminden dolayı tıbbi ve gıda amacıyla kullanılmaktadır. Avokadonun birçok farklı kısmının fitokimyasal bileşimi incelenmiş olup etkiden sorumlu önemli fitokimyasal bileşikler arasında pepton,  $\beta$ -galaktozit, glikozile absisik asit, alkaloitler, selüloz, poligalakto üreaz, poliüronoitler, sitokrom P-450 enzimleri, uçucu bileşikler, fenolik asitler, flavonoitler ve alkaloitler yer almaktadır (Kupnik vd., 2023).

Avokadonun halk arasında kullanımlarını desteklemek amacıyla çeşitli bilimsel çalışmalar yapılarak da biyolojik aktivite sonuçları ile önemi vurgulanmıştır. Bu çalışmalar kapsamında özellikle avokado bitkisinin yaprak ve tohumlarının antioksidan, antimikrobiyal, enzimatik ve biyoaktif özellikleri değerlendirilerek etkinlikleri gösterilmiştir (Kupnik vd., 2023). Daha ayrıntılı ele alındığında avokado atık ürünleri olarak kabul edilen kabuklar ve tohumlar üzerine yapılan fitokimyasal çalışmalar sonucunda fenolik asitler, flavonoitler ve alkaloitler gibi bileşiklerce zengin kaynaklar olduğu belirtilmiştir. Bu bileşikler oldukça yüksek antioksidan etkili olmakla birlikte asetilkolinesteraz inhibitörü ve nörokoruyucu ajanlar olarak potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Avokado kabukları ve tohumlarından elde edilen ekstratlar, kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko gibi mineraller ile  $\omega$ -6 linoleik asit ve flavonoitler gibi besin maddeleri içerir, bu da besinsel değerlerine ve sağlık destekleyici etkilerine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, avokado yaprakları antioksidan özelliklere sahip olan ve oksidatif stres ilerlemesini inhibe etmeye yardımcı olan ramnetin, luteolin, rutin, kersetin ve apigenin gibi fitokimyasallar içermektedir (Yasir vd., 2010; Abd Elkader vd., 2022; da Silva vd., 2022,). Avokadonun meyve, tohum ve yapraklar gibi farklı kısımları ile yapılmış olan fitokimyasal çalışmalarda saponinler, alkaloitler ve flavonoitler gibi kimyasal bileşiklerden dolayı antibakteriyel özellikleriyle bilinen tıbbi bir bitkidir (Gusti, 2020).

#### 2.4.2. Brezilya cevizi (*Bertholletia excelsa* Bonpl.)

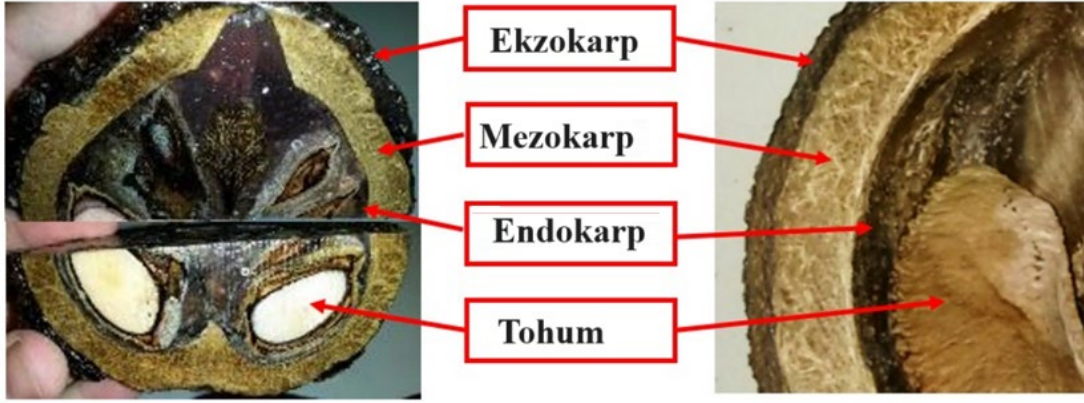
Brezilya cevizi veya fındığı olarak bilinen *Bertholletia excelsa* Bonpl. bitkisi Lecythidaceae familyasının bir üyesidir. Amazon yağmur ormanlarına özgü bir bitki olup, Amazon havzası boyunca geniş bir yayılıma sahiptir ve genellikle Bolivya, Brezilya ve Peru gibi ülkeler tarafından Dünya pazarına gönderilmektedir (Kainer vd., 2018; Vasquez-Rojas vd., 2021). Ekonomik olarak da Brezilya cevizlerinin toplanması ve satışı, geçim kaynağı ormancılık olan topluluklar için hayati ve sürdürülebilir bir gelir kaynağı olarak hizmet vermektedir.

Ağaçların 50 metreye yakın boyları bulunmaktadır. Gövde çapı ise üç metreye ulaşan, baskın taçlı, düz ve silindirik gövdeli, sert kabuklu ve çatlak gri-kahverengi renkte büyük bir ağaçlardır (Santos-Silva vd., 2017). Bitkiye ve meyvelerine ait Görsel 2.2’de yer almaktadır (Sonogo vd., 2019).



Görsel 2.2. Brezilya cevizi meyvesi (a) ve ağaç (b) (Sonogo vd., 2019)

Brezilya cevizi meyve perikarpı temel olarak üç tabakadan oluşur: koyu gri renkli bir dış tabaka olan ekzokarp; bej, kuru, sert, geçirimsiz ve lifli bir ara tabaka olan mezokarp ve ekzokarp ile benzer özelliklere sahiptir. Görsel 2.3'teki tohum görselinde en içte yer alan tabaka endokarp ile perikarpın üç katma gösterilmektedir (Petrechen vd., 2019).



**Görsel 2.3.** Brezilya cevizi meyve kısımları (Petrechen vd., 2019)

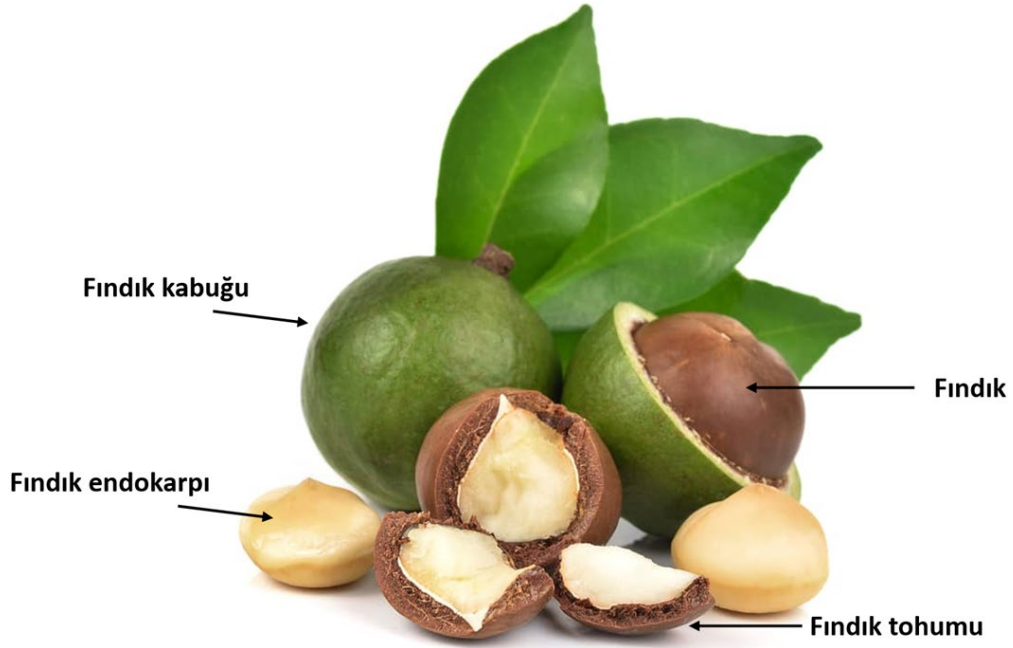
Etnobotanik açıdan oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Brezilya cevizi, Brezilya ve diğer bölgelerdeki kırsal ve kentsel toplumlar için önemli bir gıda kaynağıdır. Temel besin maddeleri ile özellikle protein ve kalori desteği sağlayarak birçok topluluğun diyetine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca yerli Amazon halkı, Brezilya fıncığı/ceviz ağaçlarının farklı bölümlerini tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Bu tohumun kullanım alanlarından en yaygını besin dışında ağaç kabuğunu karaciğer rahatsızlıklarını tedavi etmek için kaynatıp tüketmesi örnek olarak verilebilmektedir (Vasquez-Rojas vd., 2021).

Beslenme ve sağlık alanında son on yılda Brezilya cevizine ve insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerine olan ilgi artmış olup ceviz tüketiminin çeşitli dejeneratif hastalık riskinin azalmasıyla ilişkisi yapılan bilimsel çalışmalarla kanıtlanmaktadır. Ayrıca Brezilya cevizi tüketimi üzerine yapılan çalışmalar, kardiyovasküler hastalık risk faktörlerinde azalma, kanser önlenmesi ve gelişmiş bilişsel fonksiyonlar gibi önemli etkileri rapor etmektedir. Bu etkiler, cevizin sahip olduğu biyolojik özellikler, besin maddeleri ve fitokimyasal bileşiklere, çoğunlukla doymamış yağ asitleri, selenoamin asitler, diyet lifi, mineraller, fenolik bileşikler, tokoferoller ve fitosteroller gibi sekonder

metabolit kökenli olduğunu göstermektedir (Cardoso vd., 2017; Eslami vd., 2019; Vasquez-Rojas vd., 2021).

#### **2.4.3. Makademya fındığı (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betcher)**

Makademya fındığı *Macadamia integrifolia* Maiden & Betcher bitkisinin meyve durumları olup Proteaceae familyasında yer almaktadırlar. Avustralya'nın yağmur ormanlarında keşfedilmiş ve oradan dünyaya yayılmıştır. Günümüzde özellikle Amerika'nın ılıman ve tropikal bölgelerinde yayılım göstermektedir. Ağaç 2-12 metre yükseklikte olup her mevsim yeşil kalmaktadır. Yoğun, yuvarlak bir tacı bulunmaktadır. Bu kısmı arılar, yaban arıları ve çiçek sinekleri tarafından tozlaşmada kullanılan sarkık çiçek kümeleri üretmektedir (Ballhorn, 2011; Castro Bobadilla vd., 2018). Yapraklar saplı, karşılıklı, dikdörtgen, parlak, soluk yeşildir ve olgunlaştıkça tırtıklı hale gelen dalgalı kenarları vardır. Meyve, çapı 2.5-3.5 cm olan küresel, yenilebilir bir fındıktır. Olgunlaştığında açılan yumuşak yeşil bir dış kabuğun içinde bulunan pürüzsüz, kahverengi sert bir perikarp kabuğu vardır. Makademya fındığına ait Görsel 2.4'te yer almaktadır. *Macadamia* ağaçları yavaş büyür, meyve vermeye başlaması 5-12 yıl sürer ve 15 yaşında maksimum verime ulaşır. Birkaç yan kök olan bir kazık kökü vardır, bu nedenle ağaçların güçlü rüzgarlardan korunması gerekmektedir. Dört çeşit makademya ağacı bulunmaktadır, ancak bunlardan sadece *Macadamia integrifolia* ve *Macadamia tetraphylla* meyveleri için ticari öneme sahiptir. Meyveler narin aromaları, çıtır dokuları ve %72-78'lik yüksek yağ içerikleri nedeniyle değerlidir (Pankaew vd., 2016).



**Görsel 2.4.** *Makademya fındık meyvesi*

Besin değeri oldukça yüksek olan Makademya fındığının yanı sıra Makademya çiçekleri, kabukları, yaprakları ve kabukları kozmetik, yem ve diğer uygulamalarda fonksiyonel gıdalar, içecekler ve hammadde kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Gıda ve ilaç endüstrilerinde Makademya fındıklarının kabukları antioksidan özelliği yüksek polifenoller açısından zengin oldukları için ekstraksiyonu yapılarak kullanılmaktadır (Lim, 2012; Castada vd., 2020).

Makademya fındığının içeriğindeki yağ oranı, ağırlıklarının %70'inden fazlasını oluşturmakta olup doymamış (%80-81.8) yağ asitlerince zengindir. Tekli doymamış yağ asitlerinden özellikle oleik (%60) ve palmitoleik (%20) asitler ana bileşiklerini oluşturmaktadır. MUFA açısından zengin diyetler, kandaki LDL ve kolesterol seviyelerini azaltarak kardiyovasküler hastalık riskini azaltır. Makademya fındıkları ayrıca, kalsiyum, demir, fosfor, magnezyum ve potasyum gibi mineraller ile tiamin (B1), riboflavin (B2), retinol (A1) ve niyasin (B3) gibi vitaminler açısından da oldukça zengindir (Maguire vd., 2004; Venkatachalam ve Sathe, 2006; Rengel vd., 2015).

Makademya fındıklarının besinsel özelliklerine ek olarak, antioksidan özelliği yüksek olan tokoferoller, tokotrienoller ve skualen gibi bileşikler bulundurmaktadır.

Antioksidanlar, serbest radikalleri nötrale etme yetenekleri ile tanınan bir molekül grubudur ve bu nedenle kardiyovasküler ve romatizmal hastalıklar ile yaşlanma gibi oksidatif stresle ilişkilendirilen durumlarda alternatif tedavi olarak kabul edilmektedir. İçeriğindeki skualen, lipit peroksidasyonunu önlemesi ve oksijen seviyelerini azaltmada etkilidir (Maguire vd., 2004; Rengel vd., 2015).

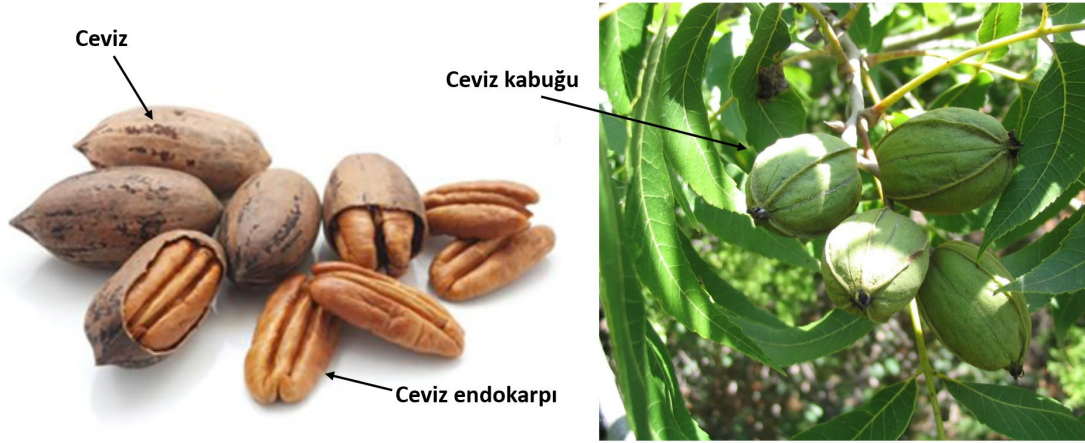
Makademya fındıkları hem besin hem de tıbbi değerinden dolayı oldukça önemli bir kaynak olmasına rağmen içeriğinde bulundurduğu siyanojenik glikozitlerden dolayı tüketiminin kontrollü olması gerekmektedir. Makademya fındıklarındaki siyanojenik glikozitlerin hidrolizi sonucu toksik bileşik hidrojen siyanür (HCN) açığa çıkmaktadır. 0.5-3.5 mg siyanürün/kg vücut ağırlığının tüketilmesi akut toksisiteye neden olmaktadır (Castada vd., 2020).

#### **2.4.4. Pikan cevizi (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch)**

Pikan cevizi olarak bilinen *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch bitkisi Juglandaceae familyasının bir üyesidir. *Carya* cinsinin yaklaşık 25 türü vardır ve *C. illinoensis* ekonomik açıdan en uygun ceviz mahsulünü veren türdür. Pikan doğal ortamında maksimum 55 m yüksekliğe ulaşabilen bir ağaçtır. Ağacın gri gövdesi, yuvarlak bir taç oluşturan çok sayıda yükselen daldan oluşmaktadır. Yapraklar, tırtıklı kenarlı 9-17 dar, sivri yapraklar olup bileşiklidir.

Pikan meyvesi, perikarp ile çevrelenmiş tohumdan oluşan bir yemiştir. Ayrıca ağacın üst kısımlarında sarımsı yeşil, altta daha soluktur. Ceviz, ilkbaharda, nisan ayından mayıs ayına kadar çiçek açar. Çiçek salkımı, tek evcikli çiçeklerin (erkek ve dişi) düzenlendiği koltuk salkımıdır. Yüksek polen üretimi nedeniyle, ceviz, Amerika Birleşik Devletleri'nde saman nezlesinin başlıca nedenlerinden biridir.

Meyve, ince kabuklu, oval, 4 parçalı kahverengi bir yemiştir. 4 cm'ye kadar uzunluğa ulaşabilirler ve 3 ila 11 yemişlik kümeler halinde bulunurlar. Tohumlar ekim ayında olgunlaşır ve esas olarak yağ içeriğinden dolayı hoş bir tada ve yüksek besin değerine sahiptir. Meyvesinin şekli ve boyutu türden türe farklılık gösterebilmesine rağmen tüm türlerin meyvelerinin olgunlaşması sonbahar döneminde olmaktadır (Sonogo vd., 2019). Pikan meyvelerinin kısımlarına ait Görsel 2.5'te yer almaktadır (Frezza vd., 2023).



**Görsel 2.5.** Pikan ceviz meyvesi (Frezza vd., 2023)

Pikan, dünyanın önde gelen üreticisi olan Kuzey Amerika'ya özgü bir tür olmasına rağmen Avustralya, Brezilya, Kanada, Meksika, İsrail ve Güney Afrika'da da yetiştirilmektedir (Sonogo vd., 2019). Pikan, kurutulmuş meyve veya işlenmiş gıda olarak tüketilen yenilebilir meyveler (sert kabuklu yemişler) elde etmek, süs bitkisi olarak ve kereste odun üretimi için yetiştirilmektedir (Wakeling vd., 2001). Halk arasında ceviz yan ürünlerinin tıbbi olarak kullanımı da bulunmaktadır. Özellikle diyabet, obezite, hipertansiyon, hiperkolesterolemi, kanser, tüberküloz ve diğer oksidatif stresle ilişkili hastalıkların tedavisi ve önlenmesi için yapraklardan veya ceviz kabuğundan yapılan infüzyon formunda hazırlanan çaylarının tüketimi bulunmaktadır (Alvarez-Parrilla vd., 2018).

Meyveler arasında pikan cevizi, fenolik bileşikler, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, fitosteroller (yaklaşık %64 sitosterol, %16.8–21.74 stigmasterol ve kampesterol %8.4-8.7), tokoferoller ve çeşitli kalp hastalıkları riskinin azalmasıyla ilişkili mikro besinleri içermelerinden dolayı oldukça önemli bir yere sahiptir. Beslenme açısından bakıldığında da ceviz önemli bir enerji kaynağıdır (100 g taze ağırlık başına 72 g yağ). Doymamış yağ asitlerinden omega-6 kandaki düşük kolesterol seviyelerinin korunmasına yardımcı olmaktadır ve yüksek fenolik bileşikler, mineraller ve vitamin içeriklerinden dolayı da antioksidan kapasitesileri oldukça yüksektir (Bouali vd., 2014; Domínguez-Avila vd., 2015; Ferrara vd., 2023). İçeriğindeki umut vaat edici bu bileşiklerle ilgili *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar yapılmış olup bu çalışmalar sonucunda Tip-2 diyabet

modellemesinde etkili olan  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz gibi enzimlere karşı güçlü inhibisyon etkilerinin olması önemini daha da arttırmaktadır (Alvarez-Parrilla vd., 2018).

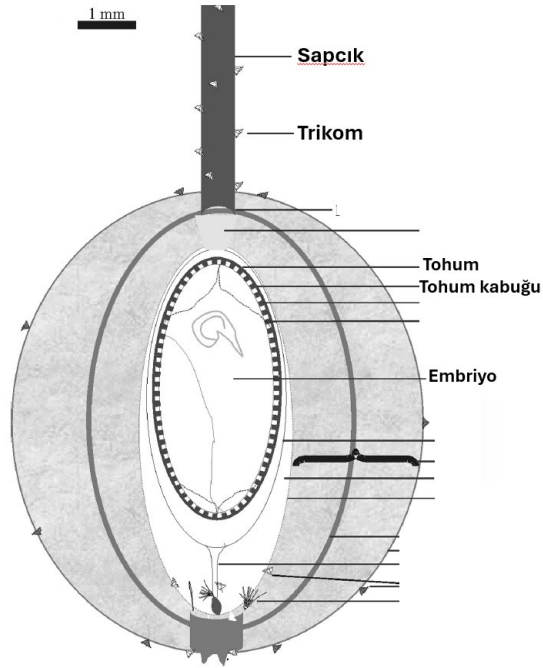
#### **2.4.5. Kır iğdesi (*Hippophae rhamnoides* L.)**

Kır iğdesi (*Hippophae rhamnoides* L.), Elaeagnaceae familyasındaki *Hippophae* cinsinin yaprak döken çalı veya ağaç formudur. Halk arasında yabani iğde, Sibirya ananası, kumdiken, deniz kuşburnu ve sarıdiken gibi birçok farklı adlandırması da bulunmaktadır. Bu bitkinin her parçası (meyveler, yapraklar, saplar, dallar, kökler ve dikenler) geleneksel olarak tıpta, besin takviyesinde, toprak neminin korunmasında ve yaban hayatı habitatlarının kurulmasında kullanılmıştır. Bu nedenle kır iğdesinin "Harika Bitki", "Altın Çalı" veya "Altın Maden" olarak adlandırılması da oldukça popülerdir (Stobdan vd., 2013; Wang vd., 2022).

Bitki genellikle 1-8 m yüksekliğindedir, bazı cinsleri 18 m'ye kadar uzayabilmektedir. Yaprakları mızrak şeklinde veya lineerdir, genellikle 3-8 cm uzunluğunda ve 7 mm'den daha dar olabilmektedir. Yaprakların üst yüzeyi koyu gri, alt yüzeyi ise belirgin gümüş gri renktedir. Meyveler küresel veya yassıdır ve çapları 5-8 mm arasındadır. Genellikle bir arada birkaç meyve bulunur. Meyve turuncu-sarı veya kahverengi-kırmızı renkte olup, buruşuk bir yüzeye sahiptir. Etli kısmı yağlı ve yumuşak dokuludur. Kır iğdesi tohumları yaklaşık olarak 4 mm uzunluğunda, 2 mm genişliğinde ve eğik oval şekildedir. Tohumlar kahverengi ve parlaktır, ortada uzunlamasına bir oluk bulunur. Tohum kabuğu serttir ve tohum çekirdeği krem rengindedir (Wang vd., 2022). Bitkiye ait Görsel 2.6, meyvenin kısımlarına ait Görsel 2.7'de yer almaktadır (Wang vd., 2022).



**Görsel 2.6.** *Kır iğdesi* (Frezza vd., 2023)



**Görsel 2.7.** *Kır iğdesi* meyve kısımları (Harrison ve Beveridge, 2002)

Hengduan Dağları ve Doğu Himalayalar bölgesinde kökenlenmiştir ve Avrasya'nın ılıman bölgelerinde geniş bir alana sahiptir. Özellikle de Çin, Moğolistan, Rusya, Kazakistan, Türkiye, Romanya, İsviçre, Fransa'dan Britanya'ya ve kuzeyden Finlandiya, Norveç ve İsveç'e kadar yayılım göstermektedir (Aras vd., 2007; Stobdan vd., 2013).

Kır iğdesi, etnobotanik kullanımları geniş bir yelpazeyi sahiptir. Bu bitki, farklı bölgelerde farklı amaçlar için geleneksel olarak kullanılmıştır. Avrupa ve Asya'da bitkinin geleneksel tıpta, besin takviyelerinde ve cilt hastalıklarının tedavilerinde kullanımları bulunmaktadır. Rusya halkı ve Hint Himalaya bölgelerinin insanları, geçmişte cilt hastalıkları, sarılık, astım, müshil ve romatizma gibi hastalıkların tedavisi için kullanmışlardır. Ayrıca, meyvelerinden elde edilen yağlar, gastrit, mide ülseri ve genital bölge iltihabı gibi durumların tedavisinde de kullanılmıştır. Kır iğdesi meyveleri, Avusturya'da geleneksel tıpta enfeksiyonlar için kullanılmıştır (Pundir vd., 2021; Bayır vd., 2024).

Bitki, besin maddeleri açısından zengin olmakla birlikte ekstrelerinin yüksek oranlarda fenolik bileşikler, vitaminler (C, E, A, B ve K vitaminleri) ve aminoasitler içerdiği bilinmektedir. Bitkiden izole edilen birçok sekonder metabolit bulunmaktadır. Flavonoidler ve fenolikler (kersetin, kaempferol, klorojenik asit, kateşinler, izoramnetin, mirisetin, lutein), karotenoidler (karoten, zeaksantin, likopen, tokoferol), tanenler, ürsolik asit, oleonik asit, dolikoik asit, 5-hidroksimetil-2-furankarboksialdehit, palmitik asit, 19-alfa-hidroksiürsolik asit, 1-oktadekanolenin, oktakozanoik asit, linolenik asit (omega-3), linoleik asit (omega-6), palmitoleik asit (omega-7), oleik asit (omega-9), palmitik asit ve fitosteroller bu bileşikler içerisinde yer almaktadır (Zheng vd., 2009; Leskinen vd., 2010; Pundir vd., 2021).

Kır iğdesinin önemi genellikle yüksek miktarda antioksidan özellikte bileşikler içermesinden kaynaklıdır. Bunun yanı sıra, kır iğdesinin çeşitli olumlu fizyolojik ve tıbbi etkileri de yapılan çalışmalar sonucu ortaya konulmuştur. Bu etkiler arasında antioksidatif ve immunomodülatör etkiler (Michel vd., 2012), kardiyoprotektif ve antiaterojenik etkiler (Olas, 2016; Guo vd., 2017), antimikrobiyal etkiler (Michel vd., 2012), akut ve kronik yaralarda iyileştirici etki (Xing vd., 2002; Gupta vd., 2011), antiradyasyon (Hamulka vd., 2019), anti-enflamatuvar (Ranard ve Erdman Jr, 2018), antidiyabetik (Xu vd., 2015), antikanserojenik (Michel vd., 2012), hepatoprotektif ve dermatolojik etkiler (Hou vd., 2017) bulunmaktadır. Bu nedenle, kır iğdesi meyveleri, tohumları ve yaprakları hem

besin takviyeleri hem de tıbbi amaçlar için yaygın olarak kullanılmaktadır (Ciesarová vd., 2020).

Kır iğdesi yapısında bulunan aktif bileşiklerden dolayı kozmetik endüstrisinde de tıpta kullanıldığı kadar etkin kullanım alanı bulmaktadır. Kır iğdesi yağında bulunan değerli bileşikler, cilt sağlığında da etki mekanizmaları üzerinden etkilerini göstermektedirler. Bu yağda bulunan yağ asitlerinin ve vitaminlerin dengeli bir kompozisyonu, kuru, pul pul dökülen veya hızla yaşlanan ciltlerin bakımında kozmetiklerde sıkça kullanılmasına neden olmaktadır. Ayrıca, yağda bulunan doymamış yağ asitlerinden  $\gamma$ -linolenik asit ile palmitoleik asit, cilt yenilenmesi ve onarım özelliklerinden sorumludur (Zielińska ve Nowak, 2017; Pundir vd., 2021).

Günümüzde, kır iğdesi biyoaktif maddeleri nedeniyle giderek daha fazla tanınmakta olup sağlık, gıda ve kozmetik endüstrilerinde çeşitli ticari ürünlerin geliştirilmesine yol açmaktadır. Uygulama alanları yağlardan, sulara ve gıda katkı maddelerine, cilt bakım ürünlerine, içeceklere, pastalara, şuruplara, reçellere ve hatta kozmetiklere kadar uzanmaktadır. Ayrıca, kır iğdesi askeri beslenmeye, bebek gıdalarına ve hatta ekmek üretimine entegre edilmiştir, bu da çok yönlülüğünü ve farklı sektörlerdeki potansiyelini göstermektedir (Pundir vd., 2021; Bayır vd., 2024).

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Materyal Temini

Tez çalışması kapsamında altı farklı bitkisel materyal temin edilmiştir. Temin edilen bu materyallerin toplanma yerleri ve kullanılan kısımları Tablo 3.1’de yer almaktadır. Tez konusu kapsamında ticari olarak Biota firması tarafından üretilen (2017) kır iğdesi yağının da kimyasal kompozisyon çalışması yapılmıştır.

**Tablo 3.1.** Bitki materyallerinin yetiştiği yerleri ve temin tarihleri

| Bitkisel Materyal                                      | Kullanılan Kısımları      | Toplanma Yeri   | Toplanma Tarihi |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| Fuerte çeşidi avokado<br>( <i>Persea americana</i> )   | Meyve tohum ve<br>pulpası | Alanya-Antalya  | Ocak, 2024      |
| Hass çeşidi avokado<br>( <i>Persea americana</i> )     | Meyve tohum ve<br>pulpası | Kumluca-Antalya | Nisan, 2024     |
| Brezilya cevizi<br>( <i>Bertholletia excelsa</i> )     | Meyve tohum               | Arjantin        | 2016            |
| Makademya fıncığı<br>( <i>Macademia integrifolia</i> ) | Meyve tohum               | Avustralya      | Ocak, 2024      |
| Pikan cevizi<br>( <i>Carya illinoensis</i> )           | Meyve tohum               | Merkez, Antalya | Ekim, 2017      |
| Kır iğdesi<br>( <i>Hippophae rhamnoides</i> )          | Meyve pulpası             | Tortum, Erzurum | Ekim, 2017      |

#### 3.2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddeler

Bu çalışmalarda kullanılan kimyasal maddelerin listesi Tablo 3.2’de yer almaktadır.

**Tablo 3.2.** Kullanılan kimyasal maddeler

| Kimyasal Madde        | Firma Adı             |
|-----------------------|-----------------------|
| Susuz Sodyum Sülfat   | Riedel-de Hæn         |
| <i>n</i> -Hekzan      | (Sigma-Aldrich) Merck |
| Sodyum hidroksit      | Lab-kim               |
| BF <sub>3</sub> /MeOH | Merck                 |
| Metanol               | Sigma-Aldrich         |
| Etanol                | Sigma-Aldrich         |

### 3.3. Deneysel Çalışmada Kullanılan Aparey ve Cihazlar

Tez çalışması kapsamında toplanan bitkisel materyallerden sabit yağ eldesi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda kullanılan aparey ve kimyasal kompozisyon analizi cihaz listesi Tablo 3.3'te yer almaktadır.

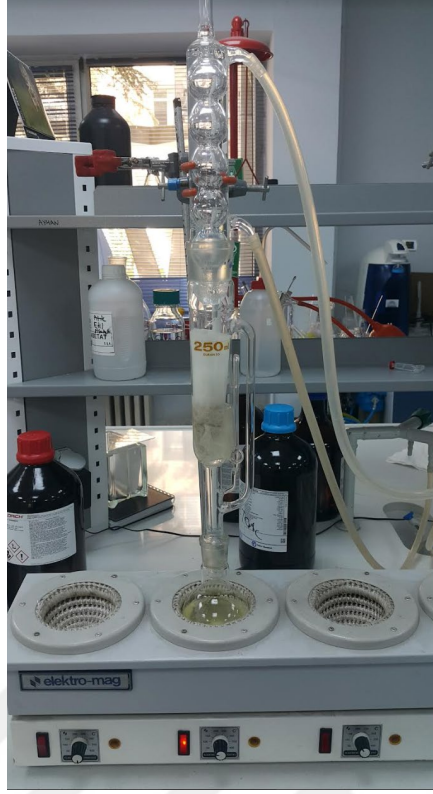
**Tablo 3.3.** *Kullanılan aparey ve cihazlar*

| Aparey ve Cihaz                                             | Firma Adı             |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
| GK-AİD Sistem (Gaz Kromatografisi-Alev İyonlaşma Dedektörü) | Agilent 6890 N GC     |
| GK/KS Sistem (Gaz Kromatografisi/Kütle Spektroskopisi)      | Agilent 5975 GC-MSD   |
| Soxhlet Apareyi                                             | İldam                 |
| Rotavapor                                                   | Heidolph              |
| Su banyosu                                                  | GFL® 1086             |
| Etüv                                                        | MMM Medcenter (37 °C) |
| Otoklav                                                     | HMC Hirayama          |

### 3.4. Araştırma Yöntemleri

#### 3.4.1. Sabit yağ eldesi

Altı farklı bitkinin Tablo 3.1'de belirtilen kısımları Soxhlet apareyinde 70°C sıcaklıkta organik çözücü olarak *n*-hekzanla ekstraksiyona tabi tutulmuştur (Görsel 3.1). İşlem süresinin sonunda elde edilen ekstreler 40°C'ye ayarlı su banyolu rotavapor cihazında yoğunlaştırılmıştır. Analizlerin gerçekleştirilmesi yağ asitlerinin metillenmesi gerçekleştirilmiştir (Azcan vd., 2004).



Görsel 3.1. Soxhlet apareyi (Fotoğraf: Türker, 2017)

### 3.4.2. Yağ asitlerinin metillenmesi

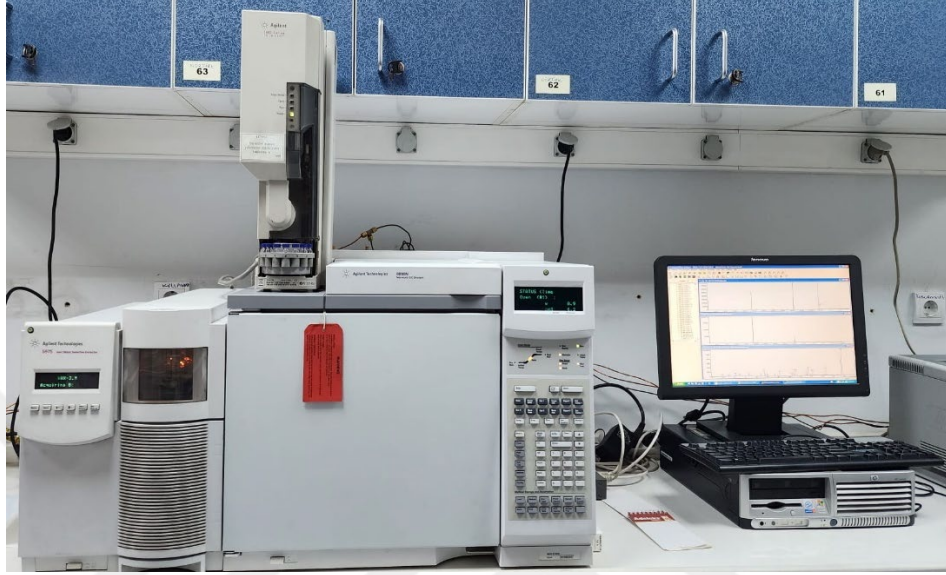
Elde edilen sabit yağlar 0.5-2 g aralığında tartıldıktan sonra 250 mL'lik balona aktarılmıştır. Balona 5 mL kadar 0.5 N metanollü sodyum hidroksit eklenmiş olup 10 dakika kadar kaynatılmıştır. Kaynama bittikten sonra balon alınarak üzerine 5 mL  $\text{BF}_3$ /Metanol karışımından ilave edilerek iki dakika daha kaynatma işlemine devam edilmiştir. İşlem süresi sonunda 5 mL apolar çözücü olan *n*-hekzan ilave edilip işleme bir dakika daha devam edilmiştir. İşlem sonra erince balonun soğuması beklenmiştir. Balon içerisindeki karışımdan 25 mL'lik balon jojeye aktarılmıştır. Doymuş tuz çözeltisinden balona taksim taksim eklenerek 25 mL'ye tamamlanmıştır. Balon jojenin ağzı kapatılarak 15 kez ters düz edilip işlem sonunda faz ayrımının gerçekleşmesi beklenmiş ve en üstteki faz alınarak GK-AİD ve GK-KS analizleri yapılmıştır.

### 3.4.3. Kimyasal bileşen tayini

#### 3.4.3.1. Gaz kromatografisi (GK)-alev iyonizasyon dedektörü (AİD)

Metillenmiş sabit yağların içeriğindeki yağ asit bileşiminin rölatif yüzdeleri (%) GK yöntemi ile tayin edilmiştir. Bu amaçla Agilent 6890N GK sistemi, HP-Innowax (60

m × 0.25 mm Ø, 0.25 µm film kalınlığı) polar kolon ve taşıyıcı gaz olarak helyum (0.8 mL/dk akış hızı) kullanılmıştır. Enjeksiyon portu sıcaklığı 250°C’dir ve 300°C sıcaklıkta AİD tip detektör kullanılmıştır (Demirci vd., 2022). Kullanılan bu sisteme ait Görsel 3.2’de yer almaktadır.



**Görsel 3.2.** Gaz kromatografi cihazı (Foto: Türker, 2024)

#### **3.4.3.2. Gaz kromatografisi (GK)/kütle spektrometresi (KS)**

Sabit yağ içeriğindeki yağ asitlerinin kütle spektrumları GK/KS sistemi ile değerlendirilmiştir. Agilent 5975 GK/KSD sistemi, HP-Innowax (60 m × 0.25 mm Ø, 0.25 µm film kalınlığı) polar kolon ve taşıyıcı gaz olarak helyum (0.8 mL/dk akış hızı) kullanılmıştır. Enjeksiyon portu sıcaklığı 250°C’dir. 70 eV elektron enerjisi ile 35-450 *m/z* kütle ağırlığındaki maddelerin analizleri gerçekleştirilmiştir. 60°C’de 10dk, 4°C/dk artışla 220°C’ye, 220°C’de 10 dk, 1°C/dk artışla 240°C’ye yükselen toplam 80 dakikalık sıcaklık programı uygulanmıştır. Değerlendirme işlemlerinde “Başer Uçucu Yağ Bileşenleri Kütüphanesi” ve Wiley GK/KS, Adams ve MassFinder 3.0 kütüphane tarama yazılımları kullanılmıştır (Ertan vd., 2001; Demirci vd., 2022).

## 4. BULGULAR VE YORUMLAR

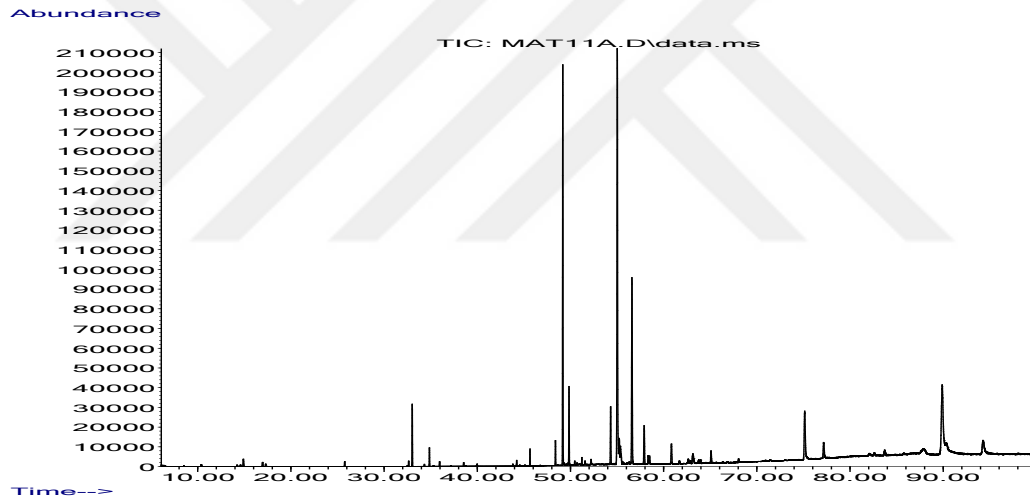
### 4.1. Avokadoya Ait Sonuçlar

Avokado meyvesinin sabit yağ profili çalışmaları için Fuerte ve Hass eřitleri ait iki meyve ile çalışılmıştır. Bu meyvelerin öncelikle pulpası ve tohumları ayrılmıştır. Hass eřitine ait meyve görseli Görsel 4.1’de yer almaktadır. Pulpa ve tohum kısımları ayrı ayrı Soxhlet apareyinde  $n$ -hekzan çözücüsü ile işleme tabi tutulmuştur. Sabit yağlar metilleme işlemi yapıldıktan sonra Gaz Kromatografisi/Ktle Spektrometrisi yöntemi ile analiz edilmiştir.

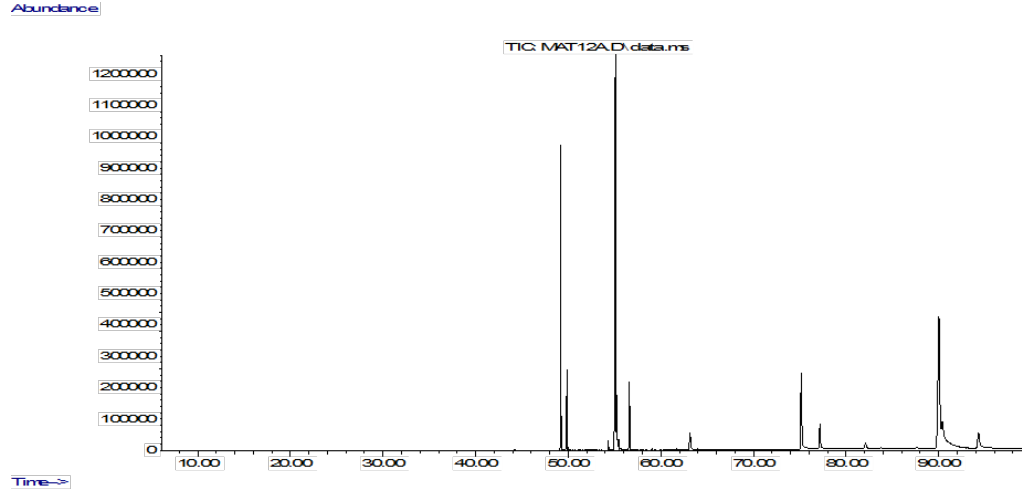


**Görsel 4.1.** Hass eřidi avokado meyveleri (Foto: Türker, 2024)

Fuerte çeşidi avokadonun çekirdeği ve pulpasından elde edilen numunelere ait kromatogramlar sırasıyla Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 iken tespit edilen bileşikler ve relatif yüzdeleri Tablo 4.1’de yer almaktadır. Elde edilen Fuerte avokado tohum ve pulpa sabit yağ verimleri sırasıyla %0.6 ve %5.4 olarak hesaplanmıştır. Fuerte avokado tohum sabit yağında yedi yağ asidi tespit edilmiş olup içeriğinin %96.2’si aydınlatılırken; Fuerte avokado pulpasında ise altı yağ asidi tespit edilmiş olup %97.7 oranında kimyasal kompozisyonu tanımlanmıştır. Fuerte avokado tohum ve pulpa sabit yağlarının içeriğinde ana bileşikler sırasıyla %45.4 ve %47.0 oranlarında oleik asit ve %17.4 ve %22.0 hekzadekanoik asit bulunmuştur. Palmitoleik asit yüzde Fuerte avokado pulpasında (%10.0) çekirdeğine (%6.0) göre daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.1. Metillenmiş avokado çekirdeği sabit yağ kromatogramı



**Şekil 4.2.** Metillenmiş avokado pulpa sabit yağ kromatogramı

**Tablo 4.1.** Fuerte çeşidi avokadoya ait sabit yağlarının kimyasal kompozisyonları

| Bileşik                   | Avokado tohum sabit yağı | Avokado pulpa sabit yağı |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                           | %                        | %                        |
| Tetradekanoik asit (14:0) | 0.1                      | -                        |
| Hekzadekanoik asit (16:0) | 17.4                     | 22.0                     |
| Palmitoleik asit (16:1)   | 6.0                      | 10.0                     |
| Oktadekanoik asit (18:0)  | 3.2                      | 0.7                      |
| Oleik asit (18:1)         | 45.4                     | 47.0                     |
| Elaidik asit (18:1)       | 8.1                      | 13.0                     |
| Linoleik asit (18:2)      | 16.0                     | 5.0                      |
| <b>Verim (%)</b>          | <b>0.62</b>              | <b>5.4</b>               |
| <b>Toplam</b>             | <b>96.2</b>              | <b>97.7</b>              |

Hass çeşidi avokadonun aynı yöntemle elde edilen tohum ve pulpa yağ verimleri sırasıyla %0.34 ve %4.96 olarak hesaplanmıştır. Avokado yağlarının kimyasal kompozisyonlarına ait sonuçlar Tablo 4.2’de yer almaktadır.

Hass avodako tohum sabit yağında 11 yağ asidi tespit edilmiş olup içeriğinin %99.3’ü aydınlatılırken; Hass avodako pulpasında ise sekiz yağ asidi tespit edilmiş olup %98.8 oranında kimyasal kompozisyonu tanımlanmıştır. Hass avodako tohum ve pulpa

sabit yağlarının içeriğinde ana bileşikler sırasıyla %55.5 ve %57.8 oranlarında oleik asit ve %20.8 ve %23.5 hekzadekanoik asit (palmitik asit) bulunmuştur. Palmitoleik asit yüzde avokado pulpasında (%6.2) çekirdeğine (%9.7) göre daha yüksek bulunmuştur.

**Tablo 4.2.** Hass çeşidi avokadoya ait sabit yağların kimyasal kompozisyonları

| Bileşik                           | Avokado tohum sabit yağı | Avokado pulpa sabit yağı |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                   | %                        | %                        |
| Miristik asit (14:0)              | 0.1                      | -                        |
| Hekzadekanoik asit (16:0)         | <b>20.8</b>              | <b>23.5</b>              |
| Palmitoleik asit (16:1)           | <b>9.7</b>               | <b>6.2</b>               |
| 9,12-Hekzadekedionoik asit (16:1) | 0.1                      | -                        |
| Oleik asit (18:1)                 | <b>55.5</b>              | <b>57.8</b>              |
| Linoleik asit (18:2)              | <b>12.5</b>              | <b>10.7</b>              |
| Linolenik asit (18:3)             | 0.6                      | 0.6                      |
| Araşidonik asit (20:4)            | e                        | e                        |
| 11-Eikosanoik asit (20:1)         | e                        | e                        |
| Behenik asit (22:0)               | e                        | e                        |
| Tetrakosanoik asit (24:0)         | e                        | -                        |
| <b>Verim (%)</b>                  | <b>0.34</b>              | <b>4.96</b>              |
| <b>Toplam</b>                     | <b>99.3</b>              | <b>98.8</b>              |

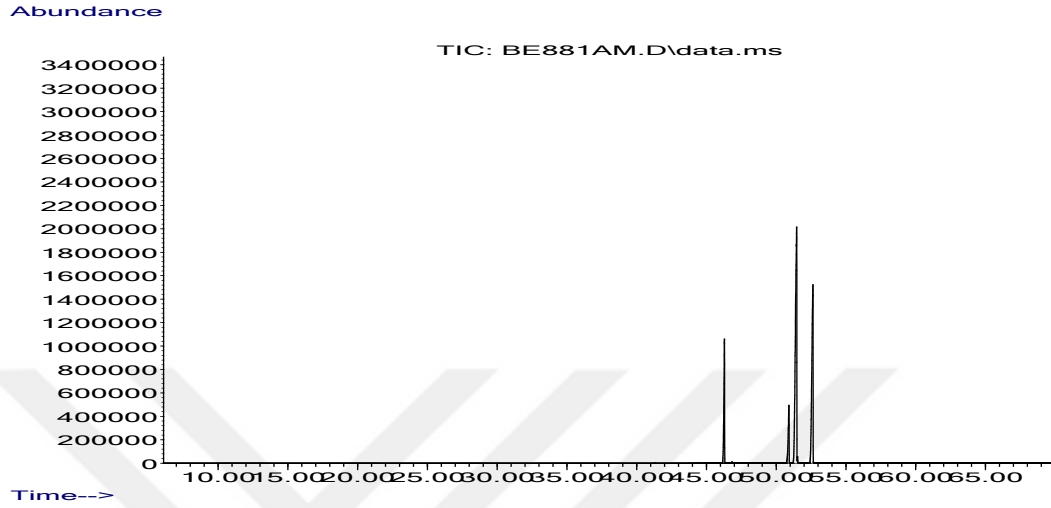
e : Eser (<%0.1)

#### 4.2. Brezilya Cevizine Ait Sonuçlar

Brezilya cevizi, *Bertholletia excelsa* bitkisinin meyvelerinin tohumu *n*-hekzan ile ekstraksiyon yapılarak sabit yağı elde edilmiştir. Elde edilen sabit yağın metilleme sonrasında kimyasal kompozisyonuna ait kromatogram Şekil 4.3'te, içeriğindeki bileşiklerin ve relatif yüzdeleri de Tablo 4.3'te yer almaktadır.

Brezilya cevizi sabit yağ içeriğinde altı yağ asidi tayin edilmiş olup bunların toplam yüzdesi %99.3 olarak hesaplanmıştır. Sabit yağ içeriğindeki ana bileşikler oleik asit (%43.5) ve linoleik ait (%32.3) olarak tespit edilmiştir. Omega-7 olarak da adlandırılan

palmitoleik asit %0.2 oranında yağ kompozisyonunda en düşük oranda yer alan bileşik olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 4.3.** Metillenmiş Brezilya cevizi sabit yağ kromatogramı

**Tablo 4.3.** Brezilya cevizi sabit yağının kimyasal kompozisyonu

| Bileşik                 | %           |
|-------------------------|-------------|
| Palmitik asit (16:0)    | 12.2        |
| Palmitoleik asit (16:1) | 0.2         |
| Stearik asit (18:0)     | 10.0        |
| Oleik asit (18:1)       | <b>43.5</b> |
| Elaidik asit (18:1)     | 1.2         |
| Linoleik asit (18:2)    | <b>32.2</b> |
| <b>Toplam</b>           | <b>99.3</b> |

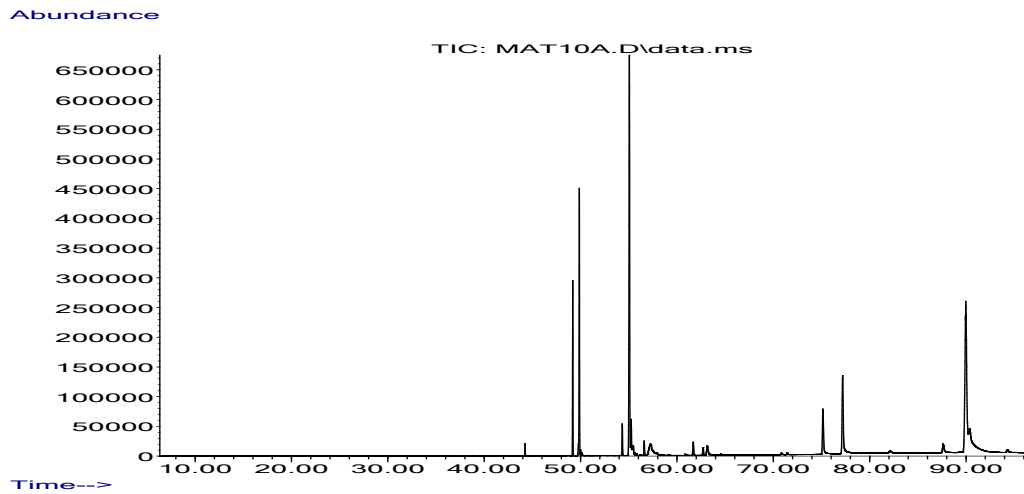
#### 4.3. Makademya Fındığına Ait Sonuçlar

Makademya fındığı, *Macadamia tetraphylla* bitkisinin meyvelerinin tohumuna ait Görsel 4.2’de yer almaktadır. Soxhlet apareyinde *n*-hekzan ile sabit yağı elde edilmiştir. Elde edilen sabit yağın metilleme sonrasında kimyasal kompozisyonuna ait kromatogram Şekil 4.4’te, içeriğindeki bileşiklerin ve relatif yüzdeleri de Tablo 4.4’te yer almaktadır.



**Görsel 4.2.** *Makademya fındığı (Foto: Türker, 2024)*

Makademya fındığından elde edilen sabit yağının verimi %69.4 olarak hesaplanmıştır. Makademya fındığı yağı kimyasal kompozisyonunda dokuz yağ asidi bulundurmakta olup bu bileşiklerin relatif yüzde toplamı %99.9 olarak hesaplanmıştır. Sabit yağ içeriğindeki ana bileşikler oleik asit (%49.5) ve palmitoleik asit (%20.0) olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 4.4.** *Metillenmiş Makademya fındığı sabit yağ kromatogramı*

**Tablo 4.4.** *Makademya fındığı sabit yağının kimyasal kompozisyonu*

| Bileşik                   | %           |
|---------------------------|-------------|
| Tetradekanoik asit (14:0) | 0.2         |
| Hekzadekanoik asit (16:0) | 9.6         |
| Palmitoleik asit (16:1)   | <b>20.0</b> |
| Oktadekanoik asit (18:0)  | 4.9         |
| Oleik asit (18:1)         | <b>49.5</b> |
| Elaidik asit (18:1)       | 4.9         |
| Linoleik asit (18:2)      | 3.7         |
| Araşidonik asit (20:4)    | 4.3         |
| 11-Eikosanoik asit (20:1) | 2.8         |
| <b>Verim</b>              | <b>69.4</b> |
| <b>Toplam</b>             | <b>99.9</b> |

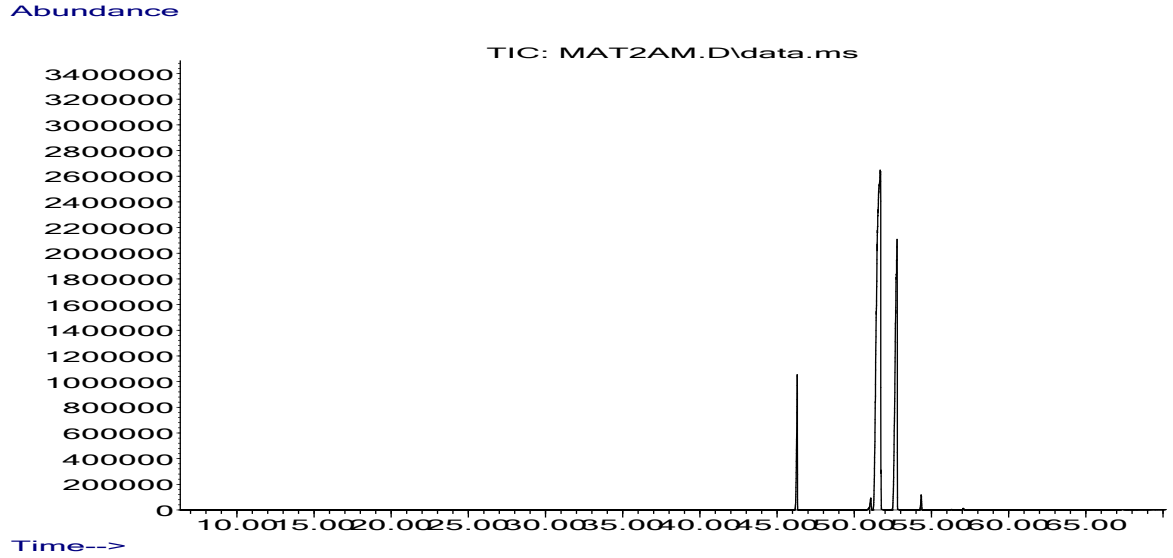
#### 4.4. Pikan Cevizine Ait Sonuçlar

Pikan cevizi, *Carya illinoensis* bitkisinin meyvesine ait Görsel 4.3'te yer almaktadır. Meyve tohumu Soxhlet apareyinde *n*-hekzan ile sabit yağı elde edilmiştir. Elde edilen sabit yağın metilleme sonrasında kimyasal kompozisyonuna ait kromatogram Şekil 4.5, içeriğindeki bileşiklerin ve relatif yüzdeleri de Tablo 4.5'te yer almaktadır.



**Görsel 4.3.** *Pikan cevizi (Foto: Türker, 2017)*

Pikan ceviz sabit yağında yedi yağ asidi bulundurmakta olup bu bileşiklerin relatif yüzde toplamı %99.9 olarak hesaplanmıştır. 10 g cevizin organik çözücü ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilen 7.14 g olup % verimi %71.4 olarak hesaplanmıştır. Yağın kimyasal kompozisyonuna göre ana bileşikler oleik asit (%64.7) ve linoleik ait (%25.9) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında omega-7 yağ asidi (palmitoleik asit) yağın eçeriğinde eser miktar olarak tanımlanan %0.1 oranından düşük bulunmuştur.



Şekil 4.5. Metillenmiş Pikan cevizi sabit yağ kromatogramı

Tablo 4.5. Pikan cevizi sabit yağının kimyasal kompozisyonu

| Bileşik                 | %           |
|-------------------------|-------------|
| Palmitik asit (16:0)    | 5.0         |
| Palmitoleik asit (16:1) | e           |
| Stearik asit (18:0)     | 1.4         |
| Oleik asit (18:1)       | 64.7        |
| Elaidik asit (18:1)     | 1.6         |
| Linoleik asit (18:2)    | 25.9        |
| Linolenik asit (18:3)   | 1.3         |
| <b>Toplam</b>           | <b>99.9</b> |

e : Eser (<%0.1)

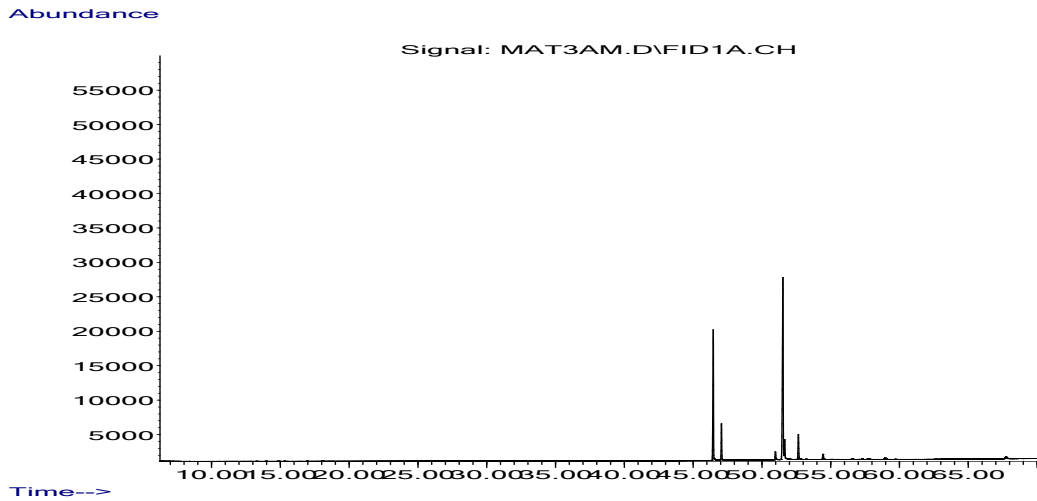
#### 4.5. Kır İğdesine Ait Sonuçlar

Kır iğdesi, *Hippophae rhamnoides* bitkisinin meyvelerine ait görsel Görsel 4.4'te yer almaktadır. Meyvelerinden sabit yağ eldesi yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında piyasada OTC ürün olarak kullanılan Voonka firmasına ait ticari ürün ile taze toplanmış olan kır iğdesi meyvelerinin ve kurutulmuş meyvelerin sabit yağ içerikleri analiz edilerek karşılaştırılmıştır.



**Görsel 4.4.** Kır ığdesi meyveleri (Foto: Türker, 2017)

Taze meyve posası sabit yağının metilleme sonrasında kimyasal kompozisyonuna ait kromatogram Şekil 4.6’da, sabit yağın kimyasal kompozisyonu ve relatif yüzdeleri de Tablo 4.6’da yer almaktadır. Sabit yağı içeriğinde beş yağ asidi tespit edilmiş olup bu bileşiklerin relatif yüzde toplamı %93.7 olarak hesaplanmıştır. Yağın kimyasal kompozisyonuna göre ana bileşikler oleik asit (%51.0) ve palmitik asit (%28.0) olarak belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında omega-7 yağ asidi (palmitoleik asit) yağın içeriğinde %7.0 olarak tespit edilmiştir.



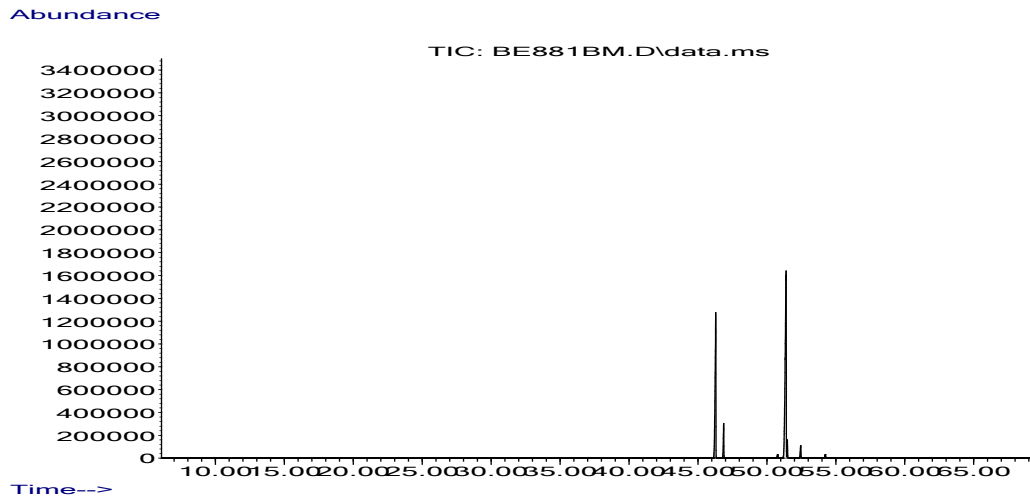
**Şekil 4.6.** Metillenmiş taze kır ığdesi meyvesi sabit yağ kromatogramı

**Tablo 4.6.** Taze kır iğdesi meyvesi sabit yağının kimyasal kompozisyonu

| Bileşik                 | %           |
|-------------------------|-------------|
| Palmitik asit (16:0)    | <b>28.0</b> |
| Palmitoleik asit (16:1) | 7.0         |
| Margarik asit (17:0)    | 1.7         |
| Oleik asit (18:1)       | <b>51.0</b> |
| Linoleik asit (18:2)    | 6.0         |
| <b>Toplam</b>           | <b>93.7</b> |

Kurutulmuş meyvelerin posalarından elde edilen sabit yağın metilleme sonrasında kimyasal kompozisyonu Şekil 4.7'deki kromatogramda yer almaktadır. Yağın içeriği ve relatif yüzdeleri Tablo 4.7'de bulunmaktadır.

Sabit yağı içeriğinde yedi yağ asidi olup bu bileşiklerin relatif yüzde toplamı %99.9 olarak hesaplanmıştır. Yağın kimyasal kompozisyonuna göre ana bileşikler oleik asit (%51.4) ve palmitik asit (%28.1) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında omega-7 yağ asidi (palmitoleik asit) yağın içeriğinde %7.6 olarak tespit edilmiştir.



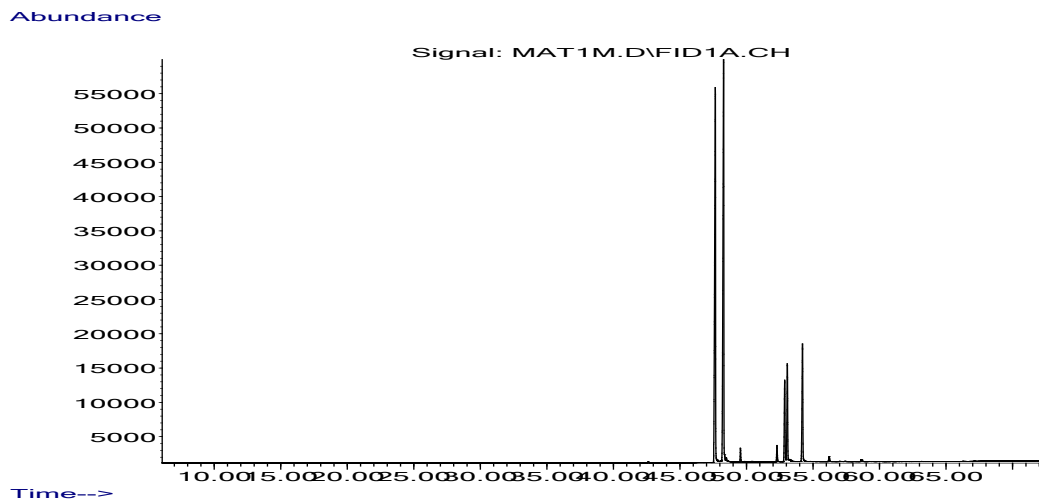
**Şekil 4.7.** Metillenmiş kurutulmuş kır iğdesi meyvesi sabit yağ kromatogramı

**Tablo 4.7.** Kurutulmuş kır iğdesi meyvesi sabit yağının kimyasal kompozisyonu

| Bileşik                 | %           |
|-------------------------|-------------|
| Palmitik asit (16:0)    | 28.1        |
| Palmitoleik asit (16:1) | 7.6         |
| Stearik asit (18:0)     | 1.5         |
| Oleik asit (18:1)       | 51.4        |
| Elaidik asit (18:1)     | 4.8         |
| Linoleik asit (18:2)    | 4.7         |
| Linolenik asit (18:3)   | 1.8         |
| <b>Toplam</b>           | <b>99.9</b> |

Ticari olarak satın alınmış olan numunenin metilleme işlemi yapıldıktan sonra kimyasal içerik analizleri yapılmıştır. Numuneye ait kromatogram Şekil 4.8'te yer almaktadır. Kimyasal kompozisyonu Tablo 4.8'de bulunmaktadır.

Ticari sabit yağda yedi yağ asidi bulundurmakta olup bu bileşiklerin relatif yüzde toplamı %99.1 olarak hesaplanmıştır. Yağın kimyasal kompozisyonuna göre ana bileşikler palmitoleik asit (%37.5) ve palmitik asit (%35.6) olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 4.8.** Metillenmiş ticari kır iğdesi sabit yağ kromatogramı

**Tablo 4.8.** Ticari kır iğdesi sabit yağının kimyasal kompozisyonu

| Yağ Asidi               | %           |
|-------------------------|-------------|
| Palmitik asit (16:0)    | 35.6        |
| Palmitoleik asit (16:1) | 37.5        |
| Stearik asit (18:0)     | 1.1         |
| Oleik asit (18:1)       | 6.3         |
| Elaidik asit (18:1)     | 7.3         |
| Linoleik asit (18:2)    | 10.2        |
| Linolenik asit (18:3)   | 0.5         |
| Araşidik asit (20:0)    | 0.6         |
| <b>Toplam</b>           | <b>99.1</b> |

## 5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Tez kapsamında altı farklı bitki Soxhlet apareyinde apolar çözücü (*n*-hekzan) ile ekstraksiyon işlemine tabii tutularak sabit yağları elde edilmiştir. Tez kapsamında hem omega-7 açısından zengin olan kır iğdesi hem de tropikal ve besin değeri açısından oldukça yüksek öneme sahip Fuerte ve Hass çeşidi avokado (tohum ve pulpası), Brezilya ceviz (tohumu), Makademya fındık (tohumu) ve Pikan cevizi (tohumu) ile çalışılmıştır. Tez çalışması kapsamında dokuz yağ elde edilmiş olup bu yağların ve ticari kır iğdesi yağının metillenerek GK/AİD ve GK/KS yöntemleri ile analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde sabit yağ örneklerinin kimyasal profilleri aydınlatılmasının yanı sıra hem doymamış yağ asitleri hem de omega-7 açısından içeriklerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Bu hedefler doğrultusunda ilk olarak Fuerte avokado tohum ve pulpa kısımlarından sabit yağları elde edilmiş olup yağ verimleri sırasıyla %0.6 ve %5.4 olarak hesaplanmıştır. GK/AİD ve GK/KS analizleri ile Fuerte avokado tohum yağında ana bileşikler %45.4 oleik asit ve %17.4 heksadekanoik asit (palmitoleik asit) olarak bulunurken; pulpası yağında ana bileşikler %47.0 oleik asit ve %22.0 heksadekanoik asit tespit edilmiştir. Palmitoleik asit (Omega-7) avokado pulpasında %10.0 ve tohumunda %6.0'dır.

Hass avodako yöntemle elde edilen tohum ve pulpa yağ verimleri sırasıyla %0.34 ve %4.96 olarak hesaplanmıştır. Hass avodako tohum ve pulpa sabit yağlarının içeriğinde ana bileşikler sırasıyla %55.5 ve %57.8 oranlarında oleik asit ve %20.8 ve %23.5 palmitik asit bulunmuştur. Palmitoleik asit yüzde avokado pulpasında (%6.2) çekirdeğine (%9.7) göre daha yüksek bulunmuştur.

Her iki çeşidi de birbirine benzer profil elde edilmesine rağmen en yüksek verim ve palmitoleik içeriğine sahip yağ Fuerte çeşidi avokadonun pulpasına ait olduğu belirlenmiştir.

Literatürde günümüze kadar yaklaşık 200'e yakın analiz yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında meyve kabukları, pulpası ve çekirdeği ile analizler gerçekleştirilmiştir. Yaygın olarak meyve pulpası ve tohumları kullanılmıştır. Literatürde Meksika, Brezilya, Çin, Fas, Endonezya, Güney Afrika, Japonya, Kolombiya, İspanya, Yeni Zellanda, Amerika, Avustralya, Türkiye ve Çili'den toplanarak analizlerin yapılmış olduğu

görülmektedir. Analizi yapılan avokado örneklerinde oleik asidin %10.9 ila %74.3 aralığında olduğu, çoğu çeşitte en yüksek oranlarda bulunan yağ asidi olduğu görülmektedir. Palmitoleik asit ise %0.5-%18.6 aralığında tespit edilmiştir (Opiyo vd., 2023).

Ülkemizde yapılan bir çalışmada Antalya’da Narenciye ve Sera Bitkileri Araştırma Enstitüsü’nde Hass ve Fuerte çeşitlerinin kültüre alınması ile yetiştirilen avokadoların pulpasından petrol eteri kullanılarak Soxhlet apareyi ile ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. İki çeşitten de kasım, aralık ve ocak ayları olmak üzere üç farklı zamanda hasat yapılmış olup bu hasatlardan sonra 1., 4. ve 8. günlerde olgunlaşma aşamasındaki avokado yağlarının yağ asidi bileşimindeki değişiklikler incelenmiştir. Bu parametreler göz önünde bulundurulduğunda genel analiz sonuçlarına göre avokado pulpasının kimyasal kompozisyonlarına göre ana bileşikler; tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit %47.2-73.0 ve doymuş yağ asitlerinden palmitik asit %12.0-23.0 olarak tespit edilmiştir. Palmitoleik asit ise %4.2 ila 11.2 aralığında bulunmuştur (Ozdemir ve Topuz, 2004). Yapılan çalışmalar tez çalışmalarımızla paralellik göstermekte olup hem pulpa hem de tohum oldukça yakın sonuçlar vermektedir.

Tez kapsamında incelenen bir diğer bitki olan Brezilya cevizi sabit yağ içeriğindeki ana bileşikler oleik asit (%43.5) ve linoleik asit (%32.3) olarak bulunmuştur. Omega-7 (palmitoleik asit) %0.2 oranında yağ kompozisyonunda en düşük oranda yer alan bileşik olarak tespit edilmiştir.

Literatürde sabit yağ eldesi yöntemlerinden olan soğuk sıkma yöntemi ile Brezilya’da toplanan cevizlerin yağ bileşiminde ana bileşik olarak C18:1 (oleik asit) %38.5 ve C18:2 (linoleik asit) %31.3 toplam doymamış yağ asitlerinin yaklaşık %69.8’ini oluşturduğu tespit edilmiştir (Muniz vd., 2015). Literatürde bulunan diğer çalışmalarda Brezilya cevizi, yüksek MUFA (%25) ve PUFA (%21) içeriği ve düşük konsantrasyonda doymuş yağ asitleri (SFA; %15) nedeniyle insan sağlığına faydalı olduğu düşünülen lipid kaynakları arasında yer almaktadır (Cardoso vd., 2017; de Araújo vd., 2024). Brezilya cevizi tohumlarında bulunan lipidler önemli bir enerji ve esansiyel yağ asidi kaynağıdır; %36-%40 linoleik asit ( $\omega$ -6), %28-%36 oleik asit ( $\omega$ -9), %14-%16 palmitik asit ve %9-%11 stearik asit ve eser miktarda miristik ve palmitoleik asit bulundurmaktadır (Colpo vd., 2014; de Araújo vd., 2024). Brezilya’da ticari olarak alınan yağda da benzer bir profil gözlemlenmekte olup oleik asit %37.6 linoleik asit ise %34.7 oranında

bulunmaktadır. Palmitoleik asit ise %0.32 oranında tespit edilmiştir (Costa e Silva vd., 2019).

Besin değeri ve tıbbi kullanımı açısından oldukça önemli bir yere sahip olan Makademya fındık yağının yağ verimi %69.4 olarak bulunmuş olup ana bileşikleri oleik asit (%49.5) ve palmitoleik asit (%20.0) olarak tespit edilmiştir.

Brezilya’da yetiştirilen Makademya fındıklarının farklı yöntemler kullanılarak yağ içerikleri araştırılmıştır. Bu kapsamda temelde soğuk sıkım yöntemi kullanılmış olup ön işleme tabii tutmanın veya hidrolik/vidalı sistemli cihaz kullanmanın etkileri araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda tüm yağlarda ana bileşikler oleik asit (%60.7-64.7) ve palmitoleik asit (%18.1-20.8) olarak bulunmuştur. En yüksek palmitoleik asit miktarı ön işlem olarak fırınlandıktan sonra vidalı sistemle soğuk sıkım cihazından elde edilen yağda gözlemlenmiştir (Ribeiro vd., 2020a). Malvestiti ve ark. (2017) tarafından yapılan diğer çalışmalarda da bu fındıklarda bulunan ana yağ asitlerinin benzer bir profilini bulunmuştur. Bulgular, Malvestiti ve diğerleri (2017)'nin belirttiği gibi, makademya %78'e kadar tekli doymamış yağ asitleri içerdiğinde oleik asit (%49-65), palmitoleik asit (%17-30) ve palmitik asit (%8-9) bulunmuştur (Malvestiti vd., 2017).

Prescha ve diğerleri (2014) tarafından soğuk sıkım ile yapılan ekstraksiyon işlemi ile makademya yağının oleik asit açısından zengin olduğu doğrulanmıştır. Araştırmacılar yaklaşık olarak %58.9 oleik asit ve %18.1 palmitoleik asit tespit etmişlerdir (Prescha vd., 2014). Bu da Makademya fındıklarında yüksek düzeyde tekli doymamış yağ asitleri olduğunu göstermektedir.

Madawala ve diğerleri (2012), Makademya fındık yağının palmitoleik asit (16:1) açısından yüksek seviyelerde olduğunu (%18 civarı) belirtmişlerdir ki bu, ceviz, fındık, argan, avokado ve üzüm çekirdeği gibi birçok özel yağda yaygın olarak bulunmayan bir durumdur (Madawala vd., 2012). Yapılan çalışmalarda Makademya yağının, çoğu bitkisel yağdan daha yüksek seviyelerde C20:0, C20:1, C22:0, C22:1 ve C24:0 yağ asitlerine sahip olduğu gösterilmiştir. Bu profil, bu yağın karakteristiklerini ayırt etmek ve olası sahtekarlıkları bulmak için kullanılabilmesine de olanak sağlamaktadır (Ribeiro vd., 2020a).

Tez kapsamında Pikan ceviz sabit yağında ana bileşikler oleik asit (%64.7) ve linoleik asit (%25.9) olarak tespit edilmiştir. Bu yağın içeriğinde omega-7 yağ asidi (palmitoleik asit) eser miktar olarak tanımlanan %0.1 oranından düşük bulunmuştur.

Tez çalışması kapsamında çözücü ile ekstraksiyon metodu kullanılmıştır. Literatürde Riberio ve diğerleri (2020) tarafından Güney Brezilya'da yetişen 11 farklı pikan kültüründen ('Barton', 'Chickasaw', 'Desirable', 'Importada', 'Imperial', 'Jackson', 'Mahan', 'Melhorada', 'Moneymaker', 'Stuart', ve 'Success') organik çözücü ile sabit yağları elde edilmiştir. Yağların lipid profilini oluşturan, tekli doymamış yağ asitleri ortalama olarak toplam yağ içeriğinin %90.0'ını oluşturmuştur; oleik (C18:1n9) (%65.5-73.0) ve linoleik (C18:2n6) (%16.2-22.5) asitler cevizlerdeki yağın ana bileşenleridir. Bunun tersine doymuş yağ asitleri (SFA) daha düşük miktarlarda bulunmuş olup esas olarak palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asitlerden oluştuğu analiz edilmiştir (Ribeiro vd., 2020b). Oro ve ark. (2008) tarafından Brezilya'nın güneyinde ekili arazide yetişen Barton, Shoshone, Choctaw ve Cape Fear kültür karışımı ceviz yağındaki ana bileşikler oleik asit (%62.5) ve linoleik (%27.5) olarak tespit edilmiştir. Karışım olması veya kültürlerden saf olarak yağların elde edilmesi ana bileşik kompozisyonunu etkilememekte olup oleik asidin linoleik asite oranı çeşitler arasında farklılık gösterdiğini ve içeriklerin ters orantılı olduğunu vurgulamıştır (Oro vd., 2008).

Başka bir çalışmada Avustralya'dan toplanan ceviz lipid profillerini değerlendiren diğer çalışmalarda ortalama %55.3 oleik asit ve %32.9 linoleik asit değerleri tespit edilmiştir (Wakeling vd., 2001; Ribeiro vd., 2020b,).

Venkatachalam ve diğerleri (2007), Teksas'ta yetiştirilen cevizlerde elde edilen yağda doymamış yağ asitlerinin %90'ın üzerinde olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, oleik asit (%52.5-74.1) ve linoleik asit (%17.7-37.5)'in ana bileşikler olduğunu belirtmişlerdir (Venkatachalam vd., 2007). Bu sonuçlar Brezilya'da yetiştirilen cevizlerde rapor edilenlerden daha yüksektir; bu da yetiştirme konumunun cevizinin yağ asidi profilini önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir.

Pikan cevizi ABD kökenlidir ancak Avustralya, Güney Afrika ve Güney Amerika'nın farklı bölgeleri de dahil olmak üzere birçok ülkeye iyi uyum sağlamıştır. Bu yağların ana bileşiği oleik asit (%49.6-62.1) ve linoleik asit (%27.2-37.7)'tir (Ryan vd., 2006). Başka bir çalışmada Brezilya'dan temin edilen cevizler soğuk sıkım yöntemi ile

elde edilmiştir. Yağ bileşiminde oleik asit %67.6 ve %20 linoleik asit yağ asitleri ana bileşik olarak bulunmuştur (Fernandes vd., 2017). Yapılan çalışmalarda yöntemin değişmesi veya meyvenin kültürünün değişikliği çok anlamlı bir kompozisyon farkı oluşturmamaktadır. **Türkiye’de yetiştirilen pikan cevizi ile ilk kez çalışma gerçekleştirilmiştir.**

Tez kapsamında değerlendirilen bir diğer bitki ise kır iğdesidir. Kır iğdesinin taze ve kurutulmuş formlarından elde edilen sabit yağların ana bileşikleri sırasıyla oleik asit (%51.0, %51.4) ve palmitik asit (%28.0, %28.1) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında omega-7 yağ asidi (palmitoleik asit) içeriği taze meyvede %7.0 iken; kurutulmuş meyvede %7.6 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar bu iki sabit yağın kimyasal içerik olarak birbirine oldukça yakın bir kimyasal profile sahip olduğunu göstermektedir. Literatürde omga-7 kaynağı olarak bilinen kır iğdesi meyvelerinden elde edilen OTC ürünün de kimyasal içeriği analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ana bileşikler palmitoleik asit (%37.5) ve palmitik asit (%35.6) olarak tespit edilmiştir.

Literatür çalışmalarında Çin, Moğolistan, Romanya, İran ve Türkiye’deki kır iğdesi tüm meyve, meyve pulpası ve tohum yağlarının kimyasal kompozisyon çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doymuş ve doymamış yağ asitleri bakımından zengin olduğunu göstermiştir. Özellikle meyve tohumlardaki doymamış yağ asitlerinden linoleik asit, palmitoleik asit, palmitik asit, oleik asit ve linolenik asitten oluştuğu tespit edilmiştir (Chen vd., 2023; Yu vd., 2024).

İran’dan toplanan meyve ve tohumlarla yapılan çalışmada ana bileşik linoleik asit olup sırasıyla %32.4 ve %42.4 oranlarında yağın içeriğinde yer aldığı belirtilmiştir. Tohumda palmitoleik asit bulunmazken; meyvede %21.4 oranında yer almaktadır (Saeidi vd., 2016). Yapılan başka bir araştırmada tohum yağının 1:1’e yakın oranda yüksek oranda linoleik asit ve  $\alpha$ -linolenik asit içerirken; tohumuz meyve pulpasından elde edilen sabit yağda palmitoleik asidin toplam yağ asidi bileşiminin %32-42’sini oluşturan yüksek seviyelerde olmasıyla karakterize edilebileceği belirtilmiştir. Tüm meyve ele alındığında pulpa kısmının tohumdan daha fazla miktarda olmasından dolayı elde edilen sabit yağ kompozisyonun da pulpa yağına benzerliğinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Meyve yağının içeriğinde %31-33 palmitik asit, %28-37 palmitoleik asit ve %12-18 linoleik asit bulunmaktadır (Fatima vd., 2012).

Türkiye’de Erzurum bölgesinde yetişen kır iğdesi ile yapılan çalışmalarda meyvelerinin mezokarpındaki yağ asitleri palmitoleik asit (%47.8) ve palmitik asit (%29.3) iken; tohumlarında bulunan ana bileşenler oleik asit (%32.8), palmitik asit (%26.3) ve linoleik asit (%21.7) olarak tespit edilmiştir (Cakir, 2004).

Kır iğdesinin tohum yağı, meyve pulpası ve tüm meyve yağının bileşimi araştırılmıştır. Bu çalışmalarda bitkinin alt türü, olgunluğu, yetiştiği bölge, meyve hasat zamanı ve ekstraksiyon yöntemlerinden kaynaklı farklılıklar görülmüştür. Çalışma sonuçlarımız meyve pulpası daha az olan yağların kompozisyonlarına benzer sonuçlarla uyumlu olup ticari ürünün sonuçları pulpa yağına benzer profil göstermektedir.

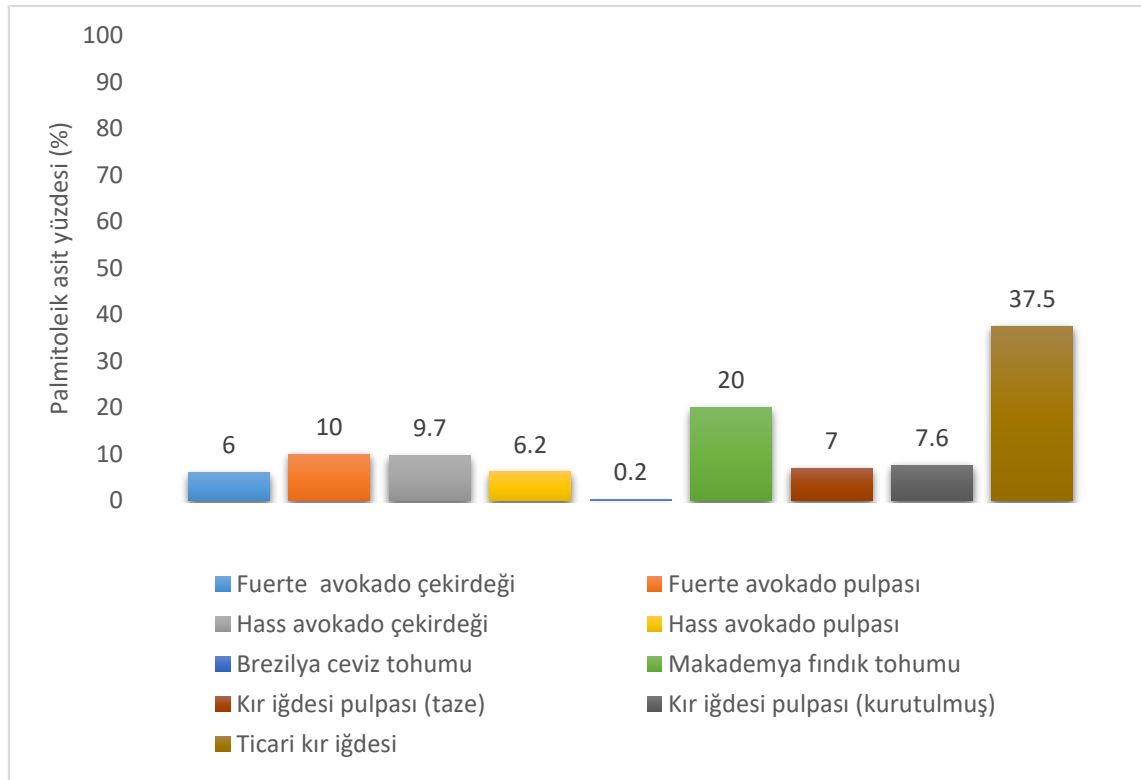
Tezin iki hedefinden birisi sabit yağların kimyasal kompozisyonlarının aydınlatılması ikinci hedef ise omega-7 açısından içeriklerinin değerlendirilmesidir. Bu kapsamda Tablo 5.1’de sabit yağ içeriklerinin ana bileşikleri ve yüzde verimleri toplu olarak verilmiştir.

**Tablo 5.1.** Sabit yağların ana bileşikleri ve verimleri

| Bitkisel Materyal               | Palmitik asit | Palmitoleik asit | Oleik asit | Elaidik asit | Linoleik asit | % Verim |
|---------------------------------|---------------|------------------|------------|--------------|---------------|---------|
| Fuerte avokado çekirdeği        | 17.4          | 6.0              | 45.4       | 8.1          | 16.0          | 0.62    |
| Fuerte avokado pulpası          | 22.0          | 10.0             | 47.0       | 13.0         | 5.0           | 5.4     |
| Hass avokado çekirdeği          | 20.8          | 9.7              | 55.5       | -            | 12.5          | 0.3     |
| Hass avokado pulpası            | 23.5          | 6.2              | 57.8       | -            | 10.7          | 5.0     |
| Brezilya ceviz tohumu           | 12.2          | 0.2              | 43.5       | 1.2          | 32.2          | -       |
| Makademya fındık tohumu         | 9.6           | 20.0             | 49.5       | 4.9          | 3.7           | 69.4    |
| Pikan ceviz tohumu              | 5.0           | e                | 64.7       | 1.6          | 25.9          | 71.4    |
| Kır iğdesi pulpası (taze)       | 28.0          | 7.0              | 51.0       | -            | 6.0           | -       |
| Kır iğdesi pulpası (kurutulmuş) | 28.1          | 7.6              | 51.4       | 4.8          | 4.7           | -       |
| Ticari kır iğdesi               | 35.6          | 37.5             | 6.3        | 7.3          | 10.2          | -       |

e: Eser (<%0.1)

Elde edilen sonuçlar literatürle tutarlı olup doymamış yağ asitleri açısından zengin oldukları bulunmuştur. Bu sonuçlara göre oleik asit (%43.5-64.7) ticari olarak analiz edilen yağ hariç hepsinde ana bileşik olarak bulunmuştur. Elde edilen sabit yağların içeriğindeki yüksek oranlarda diğer doymamış yağ asitlerini bulundurmalarından dolayı hem besin hem de kozmetik açıdan oldukça ümit vaat etmektedirler. Ayrıca hastalıklara karşı da hem protektif hem de tedavi edici özelliklerinden dolayı önemli bir yere sahiptirler. Sabit yağların içerisinde bulunan omega-7 yüzdeleri Şekil 5.1’de yer almaktadır.



**Şekil 5.1.** Sabit yağların palmitoleik yüzdeleri

Omega-7 kaynağı olarak kır iğdesine alternatif olabilecek meyvelerin yağ içerikleri değerlendirildiğinde en zengin sabit yağın Makademya ceviz tohumu elde edildiği bunu avokado pulpa yağının takip edildiği gözlemlenmiştir. Kır iğdesi omega-7 kaynağı olarak bilinmesine rağmen yağın neredeyse yarısının doymamış yağ asitlerinden oleik asit olduğu analiz edilmiştir. Ticari kır iğdesi yağında ise omega-7 oranı (%35.6) tezdaki taze ve kurutulmuş kır iğdesi yağlarından daha fazla bulunmuştur. Sonuç olarak omega-7 kaynağı olarak Makademya fındığının hem yağ verimlerinin yüksek olması hem de %20

oranında içeriğinde palmitoleik asit bulundurmasından dolayı literatürde omega-7 kaynağı olarak sıklıkla karşılaştığımız kır iğdesine iyi bir alternatif olarak değeriendirilebileceğı görölmektedir.

Yapılan bu çalışma kapsamında devletin ilgili kurumlarından da destek alınarak kır iğdesi bitkisinin yetiştirilmesi yönünde teşvikler oluşturulabilir. Bu sayede ülke ekonomisine katma değeri yüksek ürün gamı hedeflenmektedir.



## KAYNAKÇA

- Abd Elkader, A.M., Labib, S., Taha, T.F., Althobaiti, F., Aldhahrani, A., Salem, H.M., Saad, A., Ibrahim, F.M. (2022). Phytogetic compounds from avocado (*Persea americana* L.) extracts; antioxidant activity, amylase inhibitory activity, therapeutic potential of type 2 diabetes. *Saudi J. Biol. Sci.* 29 (3), 1428-1433.
- Alvarez-Parrilla, E., Urrea-López, R., de la Rosa, L.A. (2018). Bioactive components and health effects of pecan nuts and their byproducts: A review. *J. Food Bioact.*, 1, 56–92.
- Aras, A., Akkemik, U., Kaya, Z. (2007). *Hippophae rhamnoides* L.: fruit and seed morphology and its taxonomic problems in Turkey. *Pak. J. Bot.*, 39 (6), 1907-1916.
- Azcan, N., Ertan, A., Demirci, B., Baser, K.H.C. (2004). Fatty acid composition of seed oils of twelve *Salvia* species growing in Turkey. *Chem. Nat. Compd.*, 40, 218-221.
- Ballhorn, D.J. (2011). Cyanogenic glycosides in nuts and seeds, *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* içinde (s. 129-136). Elsevier.
- Bayır, H., Şimşek, B.İ., Bayır, Y. (2024). *Hippophae rhamnoides* l. botanical, medicinal, traditional, and current use of plant and fruits: a review. *New Trend. Med. Sci.*, 5 (1), 35-44.
- Benatti, P., Peluso, G., Nicolai, R., Calvani, M. (2004). Polyunsaturated fatty acids: biochemical, nutritional and epigenetic properties. *J. Am. Coll. Nutr.*, 23 (4), 281-302.
- Bermudez, M.A., Pereira, L., Fraile, C., Valerio, L., Balboa, M.A., Balsinde, J. (2022). Roles of palmitoleic acid and its positional isomers, hypogeic and sapienic acids, in inflammation, metabolic diseases and cancer. *Cells*, 11 (14), 2146.
- Bird, J.K., Calder, P.C., Eggersdorfer, M. (2018). The role of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids in cardiovascular disease prevention, and interactions with statins. *Nutrients*, 10 (6), 775.
- Bouali, I., Trabelsi, H., Herchi, W., Martine, L., Albouchi, A., Bouzaïen, G., Sifi, S., Boukhchina, S., Berdeaux, O. (2014). Analysis of pecan nut (*Carya illinoensis*)

- unsaponifiable fraction. Effect of ripening stage on phytosterols and phytostanols composition. *Food Chem.*, 164, 309-316.
- Cakir, A. (2004). Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophae rhamnoides* L.(Sea Buckthorn) and *Myrtus communis* L. from Turkey. *Biochem. Syst. Ecol.*, 32 (9), 809-816.
- Cao, H., Gerhold, K., Mayers, J. R., Wiest, M. M., Watkins, S. M., Hotamisligil, G.S. (2008). Identification of a lipokine, a lipid hormone linking adipose tissue to systemic metabolism. *Cell*, 134 (6), 933-944.
- Cardoso, B.R., Duarte, G.B.S., Reis, B.Z., Cozzolino, S.M. (2017). Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. *Food Res. Int.*, 100, 9-18.
- Castada, H.Z., Liu, J., Ann Barringer, S., Huang, X. (2020). Cyanogenesis in macadamia and direct analysis of hydrogen cyanide in macadamia flowers, leaves, husks, and nuts using selected ion flow tube–mass spectrometry. *Foods*, 9 (2), 174.
- Castro Bobadilla, G., González, J., Hernández-Baz, F., Núñez Camargo, M.C., Núñez Sánchez, Á.E. (2018). *Macadamia integrifolia* Maiden and Betcher (Proteaceae), a New Host Plant Record for Automeris zozine (Druce 1886) from a Cloud Forest at Veracruz State, Mexico. *Southwest. Entomol.*, 43 (2), 535 - 538.
- Cetin, E., Porter, L.M., Burak, M.F. (2024). Protocol for a randomized placebo-controlled clinical trial using pure palmitoleic acid to ameliorate insulin resistance and lipogenesis in overweight and obese subjects with prediabetes. *Front. Endocrinol.*, 14, 1306528.
- Chen, A., Feng, X., Dorjsuren, B., Chimedtseren, C., Damda, T.-A., Zhang, C. (2023). Traditional food, modern food and nutritional value of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A review. *J. Future Foods*, 3 (3), 191-205.
- Chen, J., Liu, H. (2020). Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review. *Int. J. Mol. Sci.*, 21 (16), 5695.

- Cholewski, M., Tomczykowa, M., Tomczyk, M. (2018). A comprehensive review of chemistry, sources and bioavailability of omega-3 fatty acids. *Nutrients*, 10 (11), 1662.
- Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolková, B., Koplík, R., Belajová, E., Kukurová, K., Daško, L., Panovská, Z. (2020). Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Res. Int.*, 133, 109170.
- Colpo, E., Vilanova, C.D.D., Reetz, L.G.B., Duarte, M.M., Farias, I.L.G., Meinerz, D.F., Mariano, D.O., Vendrusculo, R.G., Boligon, A.A., Dalla Corte, C.L. (2014). Brazilian nut consumption by healthy volunteers improves inflammatory parameters. *Nutrition*, 30 (4), 459-465.
- Costa e Silva, L.M., Pereira de Melo, M.L., Faro Reis, F.V., Monteiro, M.C., Dos Santos, S.M., Quadros Gomes, B.A., Meller da Silva, L.H. (2019). Comparison of the effects of Brazil nut oil and soybean oil on the cardiometabolic parameters of patients with metabolic syndrome: a randomized trial. *Nutrients*, 12 (1), 46.
- Çimen, I., Kocatürk, B., Koyuncu, S., Tufanlı, Ö., Onat, U.I., Yıldırım, A.D., Apaydın, O., Demirsoy, Ş., Aykut, Z.G., Nguyen, U.T., Watkins, S.M., Hotamışlıgil, G.S., Erbay, E. (2016). Prevention of atherosclerosis by bioactive palmitoleate through suppression of organelle stress and inflammasome activation. *Sci. Transl. Med.*, 8 (358), 358ra126-358ra126.
- da Silva, G.G., Pimenta, L.P.S., Melo, J.O.F., Mendonça, H.d.O.P., Augusti, R., Takahashi, J.A. (2022). Phytochemicals of avocado residues as potential acetylcholinesterase inhibitors, antioxidants, and neuroprotective agents. *Molecules*, 27 (6), 1892.
- de Araújo, B.A.N., de Campos, L.M.T.d.S., Souza, G.T., Abreu, G.d.M., de Almeida, C.d.O.R.P., Figueiredo, M.S. (2024). Brazil nut (*Bertholletia excelsa* HBK) and Brazil nut oil: effects on oxidative stress and potential therapeutic health benefits from human, animal, and cell culture models. *Nutr. Rev.*, nuae016.
- de Souza, C.O., Vannice, G.K., Rosa Neto, J.C., Calder, P.C. (2018). Is palmitoleic acid a plausible nonpharmacological strategy to prevent or control chronic metabolic and inflammatory disorders?. *Mol. Nutr. Food Res.*, 62 (1), 1700504.

- Demirci, B., Kırıcı, D., Öztürk, G., Demirci, F. (2022). Effect of extraction time on *Origanum onites* L. infusions and essential oils—biological evaluation, statistical principal component and hierarchical cluster analyses. *Chem. Biodiversity*, 19 (12), e202200482.
- Domínguez-Avila, J.A., Alvarez-Parrilla, E., López-Díaz, J.A., Maldonado-Mendoza, I.E., del Consuelo Gómez-García, M., De La Rosa, L.A. (2015). The pecan nut (*Carya illinoensis*) and its oil and polyphenolic fractions differentially modulate lipid metabolism and the antioxidant enzyme activities in rats fed high-fat diets. *Food Chem.*, 168, 529-537.
- Ertan, A., Azcan, N., Demirci, B., Baser, K.H.C. (2001). Fatty acid composition of *Sideritis* species. *Chem. Nat. Compd.*, 37, 301-303.
- Eslami, O., Shidfar, F., Dehnad, A. (2019). Inverse association of long-term nut consumption with weight gain and risk of overweight/obesity: a systematic review. *Nutr. Res.*, 68, 1-8.
- Fatima, T., Snyder, C.L., Schroeder, W.R., Cram, D., Datla, R., Wishart, D., Weselake, R.J., Krishna, P. (2012). Fatty acid composition of developing sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry and the transcriptome of the mature seed. *PLoS one*, 7 (4), e34099.
- Fernandes, G.D., Gómez-Coca, R.B., Pérez-Camino, M.d.C., Moreda, W., Barrera-Arellano, D. (2017). Chemical characterization of major and minor compounds of nut oils: almond, hazelnut, and pecan nut. *J. Chem.*, 1-11.
- Ferrara, G., Lombardini, L., Mazzeo, A., Bruno, G.L. (2023). Evaluation of Pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars for possible cultivation for both fruit and truffle production in the Puglia region, southeastern Italy. *Horticulturae*, 9 (2), 261.
- Frezza, C., Sciubba, F., Giampaoli, O., De Salvador, F.R., Lucarini, M., Engel, P., Patriarca, A., Spagnoli, M., Gianferri, R., Delfini, M. (2023). Comparison of the metabolic profile of pecan nuts cultivars [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] by NMR spectroscopy. *Nat. Prod. Res.*, 1-6.

- Frigolet, M.E., Gutiérrez-Aguilar, R. (2017). The role of the novel lipokine palmitoleic acid in health and disease. *Ad. Nutr.*, 8 (1), 173S-181S.
- Garg, M.L., Blake, R.J., Wills, R.B. (2003). Macadamia nut consumption lowers plasma total and LDL cholesterol levels in hypercholesterolemic men. *J. Nutr.*, 133 (4), 1060-1063.
- Guo, R., Guo, X., Li, T., Fu, X., Liu, R.H. (2017). Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *Food Chem.*, 221, 997-1003.
- Gupta, N., Sharma, S.K., Rana, J.C., Chauhan, R.S. (2011). Expression of flavonoid biosynthesis genes vis-à-vis rutin content variation in different growth stages of *Fagopyrum* species. *J. Plant Physiol.*, 168 (17), 2117-2123.
- Gusti, N. (2020). Overview The Botanical, Phytochemical and Antibacterial Activity The Avocado Plant (*Persea americana* Mill.). *W. J. P. P. S.*, 9 (11), 2602-2620.
- Hamułka, J., Górnicka, M., Sulich, A., Frackiewicz, J. (2019). Weight loss program is associated with decrease  $\alpha$ -tocopherol status in obese adults. *Clin. Nutr.*, 38 (4), 1861-1870.
- Hernandez, E.M. (2016). Specialty oils: functional and nutraceutical properties. *Functional dietary lipids*, içinde (s. 69-101).
- Harrison, J.E., Beveridge, T. (2002). Fruit structure of *Hippophae rhamnoides* cv. Indian Summer (sea buckthorn). *Canad. J. Bot.*, 80 (4), 399-409.
- Hou, D.-D., Di, Z.-H., Qi, R.-Q., Wang, H.-X., Zheng, S., Hong, Y.-X., Guo, H., Chen, H.-D., Gao, X.-H. (2017). Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) oil improves atopic dermatitis-like skin lesions via inhibition of NF- $\kappa$ B and STAT1 activation. *Skin Pharmacol. Physiol.*, 30 (5), 268-276.
- Hurtado-Fernández, E., Fernández-Gutiérrez, A., Carrasco-Pancorbo, A. (2018). Avocado fruit—*Persea americana*, *Exotic fruits* içinde (s. 37-48). Elsevier.
- Kainer, K.A., Wadt, L.d.O., Staudhammer, C.L. (2018). The evolving role of *Bertholletia excelsa* in Amazonia: contributing to local livelihoods and forest conservation. *Desenvolv. Meio Ambiente*, 48, 477 - 497.

- Koeberle, A., Shindou, H., Harayama, T., Shimizu, T. (2012). Palmitoleate is a mitogen, formed upon stimulation with growth factors, and converted to palmitoleoyl-phosphatidylinositol. *J. Biol. Chem.*, 287 (32), 27244-27254.
- Kupnik, K., Primožič, M., Kokol, V., Knez, Ž., Leitgeb, M. (2023). Enzymatic, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of Bioactive Compounds from Avocado (*Persea americana* L.) Seeds. *Plants*, 12 (5), 1201.
- Langley, M.R., Triplet, E.M., Scarisbrick, I.A. (2020). Dietary influence on central nervous system myelin production, injury, and regeneration. *BBA-Mol. Basis Dis.*, 1866 (7), 165779.
- Leskinen, H.M., Suomela, J.-P., Yang, B., Kallio, H.P. (2010). Regioisomer compositions of vaccenic and oleic acid containing triacylglycerols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) pulp oils: influence of origin and weather conditions. *J. Agric. Food Chem.*, 58 (1), 537-545.
- Lim, T.K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Springer.
- Madawala, S., Kochhar, S., Dutta, P. (2012). Lipid components and oxidative status of selected specialty oils. *Grasas Aceites*, 63 (2), 143-151.
- Maedler, K., Oberholzer, J., Bucher, P., Spinas, G.A., Donath, M.Y. (2003). Monounsaturated fatty acids prevent the deleterious effects of palmitate and high glucose on human pancreatic  $\beta$ -cell turnover and function. *Diabetes*, 52 (3), 726-733.
- Maedler, K., Spinas, G., Dyntar, D., Moritz, W., Kaiser, N., Donath, M.Y. (2001). Distinct effects of saturated and monounsaturated fatty acids on  $\beta$ -cell turnover and function. *Diabetes*, 50 (1), 69-76.
- Maguire, L., O'sullivan, S., Galvin, K., O'connor, T., O'brien, N. (2004). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 55 (3), 171-178.
- Malvestiti, R., Borges, L.d.S., Weimann, E., Junior, E.P.d.S., Levada-Pires, A.C., Dermargos, A., Lambertucci, R.H., Hatanaka, E. (2017). The effect of macadamia

- oil intake on muscular inflammation and oxidative profile kinetics after exhaustive exercise. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 119 (8), 1600382.
- Marangoni, F., Agostoni, C., Borghi, C., Catapano, A.L., Cena, H., Ghiselli, A., La Vecchia, C., Lercker, G., Manzato, E., Pirillo, A. (2020). Dietary linoleic acid and human health: Focus on cardiovascular and cardiometabolic effects. *Atherosclerosis*, 292, 90-98.
- Michel, T., Destandau, E., Le Floch, G., Lucchesi, M.E., Elfakir, C. (2012). Antimicrobial, antioxidant and phytochemical investigations of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) leaf, stem, root and seed. *Food Chem.*, 131 (3), 754-760.
- Morgan, N.G., Dhayal, S. (2010). Unsaturated fatty acids as cytoprotective agents in the pancreatic  $\beta$ -cell. *Prostaglandins, P. L. E. F. A.*, 82 (4-6), 231-236.
- Mozaffarian, D., Cao, H., King, I.B., Lemaitre, R.N., Song, X., Siscovick, D.S., Hotamisligil, G.S. (2010). Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in US adults: a cohort study. *Ann. Intern Med.*, 153 (12), 790-799.
- Mozaffarian, D., de Oliveira Otto, M.C., Lemaitre, R.N., Fretts, A.M., Hotamisligil, G., Tsai, M.Y., Siscovick, D.S., Nettleton, J.A. (2013). trans-Palmitoleic acid, other dairy fat biomarkers, and incident diabetes: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Am. J. Clin. Nutr.*, 97 (4), 854-861.
- Muniz, M.A.P., Dos Santos, M.N.F., Da Costa, C.E.F., Morais, L., Lamarão, M.L.N., Ribeiro-Costa, R.M., Silva-Júnior, J.O.C. (2015). Physicochemical characterization, fatty acid composition, and thermal analysis of *Bertholletia excelsa* HBK oil. *Pharmacogn. Mag.*, 11 (41), 147.
- Naeini, Z., Toupchian, O., Vatannejad, A., Sotoudeh, G., Teimouri, M., Ghorbani, M., Nasli-Esfahani, E., Koohdani, F. (2020). Effects of DHA-enriched fish oil on gene expression levels of p53 and NF- $\kappa$ B and PPAR- $\gamma$  activity in PBMCs of patients with T2DM: A randomized, double-blind, clinical trial. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 30 (3), 441-447.
- Olas, B. (2016). Sea buckthorn as a source of important bioactive compounds in cardiovascular diseases. *Food Chem. Toxicol.*, 97, 199-204.

- Opiyo, S.A., Mugendi, B.J., Njoroge, P.W., Wanjiru, S.N. (2023). A Review of Fatty Acid Components in Avocado. *IOSR J. Appl. Chem.*, 16 (3), 18 - 27.
- Oro, T., Ogliari, P.J., Amboni, R., Barrera-Arellano, D., Block, J.M. (2008). Evaluación de la calidad durante el almacenamiento de nueces Pecán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch] acondicionadas en diferentes envases. *Grasas Aceites*, 59 (2), 132-138.
- Ozdemir, F., Topuz, A. (2004). Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. *Food Chem.*, 86 (1), 79-83.
- Pankaew, P., Janjai, S., Nilnont, W., Phusampao, C., Bala, B. (2016). Moisture desorption isotherm, diffusivity and finite element simulation of drying of macadamia nut (*Macadamia integrifolia*). *Food Bioprod. Process.*, 100, 16-24.
- Papoutsis, K., Zhang, J., Bowyer, M.C., Brunton, N., Gibney, E.R., Lyng, J. (2021). Fruit, vegetables, and mushrooms for the preparation of extracts with  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibition properties: A review. *Food Chem.*, 338, 128119.
- Petrenchen, G.P., Arduin, M., Ambrósio, J.D. (2019). Morphological characterization of Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) fruit pericarp. *J. Renew. Mater.*, 7 (7), 678-687.
- Ponnampalam, E.N., Sinclair, A.J., Holman, B.W. (2021). The sources, synthesis and biological actions of omega-3 and omega-6 fatty acids in red meat: An overview. *Foods*, 10 (6), 1358.
- Prates, R.E., Frankenberg, A.D.v., Rodrigues, T.d.C. (2015). Dietary fatty acids and cardiovascular disease: a review. *Clinical and biomedical research. Porto Alegre* içinde (s. 126-133).
- Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., Grajeta, H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. *J. Am. Oil Chem.*, 91 (8), 1291-1301.
- Pundir, S., Garg, P., Dwiwedi, A., Ali, A., Kapoor, V., Kapoor, D., Kulshrestha, S., Lal, U.R., Negi, P. (2021). Ethnomedicinal uses, phytochemistry and dermatological effects of *Hippophae rhamnoides* L.: A review. *J. Ethnopharmacol.*, 266, 113434.

- Ranard, K.M., Erdman Jr, J.W. (2018). Effects of dietary RRR  $\alpha$ -tocopherol vs all-racemic  $\alpha$ -tocopherol on health outcomes. *Nutr. Rev.*, 76 (3), 141-153.
- Rengel, A., Pérez, E., Piombo, G., Ricci, J., Servent, A., Tapia, M.S., Gibert, O., Montet, D. (2015). Lipid profile and antioxidant activity of macadamia nuts (*Macadamia integrifolia*) cultivated in Venezuela. *Nat. Sci.*, 7 (12), 535 -547.
- Ribeiro, A.P.L., Haddad, F.F., de Sousa Tavares, T., Magalhães, K.T., Pimenta, C.J., Nunes, C.A. (2020a). Characterization of macadamia oil (*Macadamia integrifolia*) obtained under different extraction conditions. *Emir. J. Food Agric.*, 295-302.
- Ribeiro, S.R., Klein, B., Ribeiro, Q.M., Dos Santos, I.D., Genro, A.L.G., de Freitas Ferreira, D., Hamann, J.J., Barin, J.S., Cichoski, A.J., Fronza, D. (2020b). Chemical composition and oxidative stability of eleven pecan cultivars produced in southern Brazil. *Int. Food Res.*, 136, 109596.
- Rimm, E.B., Appel, L.J., Chiuve, S.E., Djoussé, L., Engler, M.B., Kris-Etherton, P.M., Mozaffarian, D., Siscovick, D.S., Lichtenstein, A.H. (2018). Seafood long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation*, 138 (1), e35-e47.
- Ryan, E., Galvin, K., O'connor, T., Maguire, A., O'brien, N. (2006). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 57 (3-4), 219-228.
- Saeidi, K., Alirezalu, A., Akbari, Z. (2016). Evaluation of chemical constitute, fatty acids and antioxidant activity of the fruit and seed of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) grown wild in Iran. *Nat. Prod.Res.*, 30 (3), 366-368.
- Santos-Silva, L., Silva, L., Corassa, J., Battirola, L. (2017). The Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.(Lecythidaceae)): Importance and biological interactions. *Sci. Electron. Arch.*, 10 (6), 71-84.
- Seymour, G., Tucker, G. (1993). Avocado, *Biochemistry of fruit ripening* içinde (s. 53-81). Springer.

- Sonego, M., Fleck, C., Pessan, L. (2019). Mesocarp of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) as inspiration for new impact resistant materials. *Bioinspir. Biomim.*, 14 (5), 056002.
- Stobdan, T., Targais, K., Lamo, D., Srivastava, R.B. (2013). Judicious use of natural resources: A case study of traditional uses of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in trans-Himalayan Ladakh, India. *Natl. Acad. Sci. Lett.*, 36, 609-613.
- Tang, J. (2022). Palmitoleic acid in health and disease, *Advances in Dietary Lipids and Human Health* içinde (s. 293-302). Elsevier.
- Tvrzicka, E., Kremmyda, L.-S., Stankova, B., Zak, A. (2011). Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease-a review. part 1: classification, dietary sources and biological functions. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc*, 155 (2), 117-130.
- Vasquez-Rojas, W.V., Martín, D., Miralles, B., Recio, I., Fornari, T., Cano, M.P. (2021). Composition of Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* HBK), its beverage and by-products: A healthy food and potential source of ingredients. *Foods*, 10 (12), 3007.
- Venkatachalam, M., Kshirsagar, H.H., Seeram, N.P., Heber, D., Thompson, T.E., Roux, K.H., Sathe, S.K. (2007). Biochemical composition and immunological comparison of select pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 55 (24), 9899-9907.
- Venkatachalam, M., Sathe, S.K. (2006). Chemical composition of selected edible nut seeds. *J. Agric. Food Chem.*, 54 (13), 4705-4714.
- Vriens, K., Christen, S., Parik, S., Broekaert, D., Yoshinaga, K., Talebi, A., Dehairs, J., Escalona-Noguero, C., Schmieder, R., Cornfield, T., Charlton, C., Romero-Pérez, L., Rossi, M., Rinaldi, G., Orth, M.F., Boon, R., Kerstens, A., Kwan, S.Y., Faubert, B., Mendez-Lucas, A., Kopitz, C.C., Chen, T., Fernandez-Garcia, J., Duarte, J.A.G., Schmitz, A.A., Steigemann, P., Najimi, M., Hägebarth, A., Van Ginderachter, J.A., Sokal, E., Gotoh, N., Wong, K.K., Verfaillie, C., Derua, R., Munck, S., Yuneva, M., Beretta, L., DeBerardinis, R.J., Swinnen, J.V., Hodson, L., Cassiman, D., Verslype, C., Christian, S., Grünewald, S., Grünewald T.G.P., Fendt,

- S. M. (2019). Evidence for an alternative fatty acid desaturation pathway increasing cancer plasticity. *Nature*, 566 (7744), 403-406.
- Wakeling, L.T., Mason, R.L., D'Arc, B.R., Caffin, N.A. (2001). Composition of pecan cultivars Wichita and western Schley [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] grown in Australia. *J. Agric. Food Chem.*, 49 (3), 1277-1281.
- Wang, Z., Zhao, F., Wei, P., Chai, X., Hou, G., Meng, Q. (2022). Phytochemistry, health benefits, and food applications of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A comprehensive review. *Front. Nutr.*, 9, 1036295.
- White, B. (2009). Dietary fatty acids. *Am. Fam. Physician*, 80 (4), 345-350.
- Wu, H., Xu, L., Ballantyne, C.M. (2020). Dietary and pharmacological fatty acids and cardiovascular health. *J. Clin. Endocr. Metab.*, 105 (4), 1030-1045.
- Wu, Y., Li, R., Hildebrand, D.F. (2012). Biosynthesis and metabolic engineering of palmitoleate production, an important contributor to human health and sustainable industry. *Prog. Lipid Res.*, 51 (4), 340-349.
- Xing, J., Yang, B., Dong, Y., Wang, B., Wang, J., Kallio, H.P. (2002). Effects of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed and pulp oils on experimental models of gastric ulcer in rats. *Fitoterapia*, 73 (7-8), 644-650.
- Xu, H., Hao, Q., Yuan, F., Gao, Y. (2015). Nonenzymatic browning criteria to sea buckthorn juice during thermal processing. *J. Food Process Eng.*, 38 (1), 67-75.
- Yamada, K., Mizukoshi, E., Seike, T., Horii, R., Terashima, T., Iida, N., Kitahara, M., Sunagozaka, H., Arai, K., Yamashita, T., Honda, M., Harada, K., Kaneko, S. (2019). Serum C16: 1n7/C16:0 ratio as a diagnostic marker for non-alcoholic steatohepatitis. *J. Gastroenterol. Hepatol.*, 34 (10), 1829-1835.
- Yang, Z.-H., Miyahara, H., Hatanaka, A. (2011). Chronic administration of palmitoleic acid reduces insulin resistance and hepatic lipid accumulation in KK-A y Mice with genetic type 2 diabetes. *Lipids Health Dis.*, 10, 1-8.
- Yasir, M., Das, S., Kharya, M. (2010). The phytochemical and pharmacological profile of *Persea americana* Mill. *Pharmacogn. Rev.*, 4 (7), 77.

- Yu, W., Du, Y., Li, S., Wu, L., Guo, X., Qin, W., Kuang, X., Gao, X., Wang, Q., Kuang, H. (2024). Sea buckthorn-nutritional composition, bioactivity, safety, and applications: A review. *J. Food Compos. Anal.*, 106371.
- Zheng, R.-X., Xu, X.-D., Tian, Z., Yang, J.-S. (2009). Chemical constituents from the fruits of *Hippophae rhamnoides*. *Nat. Prod. Res.*, 23 (15), 1451-1456.
- Zielińska, A., Nowak, I. (2017). Abundance of active ingredients in sea-buckthorn oil. *Lipids Health Dis.*, 16, 1-11.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Mustafa Asım Türker

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi :

2001-Halen, Türker Eczanesi'nde Serbest Eczacı

2015, Tezsiz Yüksek Lisans, Fitoterapi

2001, Lisans, Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

2001-Halen, 10. Bölge Antalya Eczacı Odası üyesi

2005-2013 yılları arasında Antalya Eczacı Odası bünyesinde çeşitli komisyonlarda ve yönetim kurullarında görev