



Alıç (*Crataegus orientalis* subsp.) Çekirdeğinin Bazı Karakteristik Özellikleri ve Çekirdek Yağının Yağ Asidi Bileşen Karakterizasyonu

Fatma Sezer Öztürk¹, Yunus Önal², İncilay Gökbulut^{3*}

¹ İnönü Üniversitesi, Malatya OSB Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Malatya, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-6898-6943), fatmasezer.ozturk@inonu.edu.tr

² İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-6342-6816), yunus.onal@inonu.edu.tr

^{3*} İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-4994-5788), incilay.gokbulut@inonu.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 8 Mayıs 2022 ve Kabul Tarihi 12 Eylül 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1113941)

ATIF/REFERENCE: Öztürk, F.S., Önal, Y. & Gökbulut, İ. (2022). Alıç (*Crataegus orientalis* subsp.) Çekirdeğinin Bazı Karakteristik Özellikleri ve Çekirdek Yağının Yağ Asidi Bileşen Karakterizasyonu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (41), 79-84.

Öz

Doğada yabani bir bitki olarak yetişen alıç, insan sağlığı için önemli bir meyvedir. Bu çalışmada Malatya ili Hekimhan ilçesinden elde edilen çekirdeklerin kabuk ve iç tohumlarının karakterizasyonu yapılmıştır. Kabuklu bütün çekirdeğin ağırlıkça % 14 iç çekirdek, iç çekirdeğin ise ağırlıkça % 49,40 yağ içerdiği belirlenmiştir. İç çekirdek ağırlıkça % 5,91 nem ve % 4,56 kül içermektedir. İç çekirdeğin protein içeriği, kuru bazda ağırlıkça % 41,25 olarak belirlenmiştir. İç çekirdek yağ asidi bileşimi incelendiğinde doymuş yağ asitleri oranı % 11,67, tekli doymamış yağ asitleri % 38,92 ve çoklu doymamış yağ asitleri % 48,24 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca alıç tohum kabuğunun yarı kristal selülozik bir yapıya sahip olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alıç, Çekirdek, Yağ asidi, Karakterizasyon

Identification of Some Characteristic Features of Hawthorn (*Crataegus orientalis* subsp.) Seed and Fatty Acid Component Characterization of Seed Oil

Abstract

Hawthorn, which grows in nature as a wild plant, is a significant fruit for human health. In this study, the characterization of the kernels' shell and inner seeds obtained from the Hekimhan district of Malatya province carried out. It was determined that the whole kernel with the shell contains 14% inner weight core, and the inner seed contains 49.40% oil by weight. It was determined that the inner core includes 5.91% moisture and 4.56% ash by weight. The protein content of the inner core was determined to be 41.25% by weight on a dry basis. When the inner core fatty acid composition examined, it was determined that the saturated fatty acids were 11.67%, the monounsaturated fatty acids were 38.92%, and the polyunsaturated fatty acids were 48.24%. In addition, it has been determined that the hawthorn seed shell has a semi-crystalline cellulosic structure.

Keywords: Hawthorn, Seed, Fatty acid, Characterisation

*Sorumlu Yazar: incilay.gokbulut@inonu.edu.tr

1. Giriş

Rosaceae familyasına ait *Crataegus* cinsi bitkilerin ortak adı olan alıç, ılıman iklime sahip bölgelere özgü, büyük ve dikenli çalı veya ağaç görünümünde, yabani bir meyve cinsidir (Pan ve ark., 2012). Alıç cinsinin dünya üzerinde yaklaşık 280 türü tespit edilmiş olup, ülkemizde doğal olarak 17 türü ve çok sayıda taksonu yayılış göstermektedir (Bayar & Deligöz, 2016). Anadolu'da en yaygın bulunan alıç türü *C. monogyna* olup, beraberinde *C. azarolus* ve *C. orientalis* türlerine de rastlanmakta, özellikle, *C. azarolus* türüne ait iri meyveli genotiplerin yetiştiriciliğinin giderek yaygınlaştığı rapor edilmektedir (Çalışkan ve ark., 2012). Ülkemizde alıç türleri, genellikle sirke, meyve suyu, reçel olarak işlendikten sonra veya sofralık tüketimde meyveleri için yetiştirilmektedir. Alıç meyve, yaprak ve çiçekleri flavonoidler, oligomerik proantosiyanidinler, triterpen asitler, organik asitler, steroller ve kardiyoaktif aminler ve yüksek flavonoid içeriği ile antioksidan özellik gösteren bir bitkidir (Chang ve ark., 2002). Alıç meyvelerindeki flavonoidlerin kalpte oksijen kullanımını artırarak metabolizma enzimlerini aktive ettiği, kan basıncını düşürdüğü, toplam plazma kolesterolünü etkili bir şekilde azalttığı, iltihap giderici, antikanserojen ve antibakteriyel etki gösterdiği bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2001). Alıçın antioksidan ve biyoaktif bileşenlerinin sağlık ve terapötik özelliklerinden sorumlu olduğu öne sürülmüştür. Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar, alıçların meyve ve bitki parçalarının ekstraktlarının tüketiminin kan basıncını ve toplam plazma kolesterolünü etkili bir şekilde azalttığını göstermiştir (Zhang ve ark., 2001).

Alıç bitkisine ait tohumlar genellikle göz ardı edilmektedir. Son çalışmalar, alıç tohumlarının flavonoidler, fenolik asitler, lignanlar ve diğer bileşenler açısından zengin olduğunu göstermiştir (Niu ve ark., 2020). Birçok farmakolojik çalışma, alıç tohumunun antiinflamatuvar, hipolipidemik, analjezik ve antioksidan gibi çeşitli farmakolojik özelliklere sahip olduğunu kanıtlamıştır (Can ve ark., 2010; Peng ve ark., 2016). Yapılan çalışmalar, meyve tohum yağlarının, omega-3 ve omega-6 yağ asitleri, tokoferoller ve steroller gibi diğer bazı biyolojik olarak aktif fitokimyasalların potansiyel bir kaynağı olarak hizmet edebileceğini ortaya koymuştur (Parry ve ark., 2005). Ayrıca, son çalışmalar diyetdeki omega-3 yağ asitlerinin kardiyovasküler kalp hastalığı ve kanser prevalansını azaltmada çok önemli bir rol oynayabileceğini göstermiştir (Maillard ve ark., 2002; Parry ve ark., 2005). Alıç meyvesi sirke üretimi başta olmak üzere endüstriyel bir ürün olarak işlenmeye başlamıştır. Bunun sonucu olarak tohum, hem tohum kabuğu hem de iç çekirdek büyük miktarlarda yan ürün olarak açığa çıkmaktadır. Bu nedenle alıç meyvesi besleyici, tıbbi ve antioksidan özellikleri açısından araştırılmış olsa da, çekirdeklerinin yağ asidi profilleri üzerinde çok az araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada Malatya'da yetişen alıç meyvelerinden elde edilen tohumların kabuk ve iç çekirdeklerinin karakterizasyonu ve yağ asidi bileşimleri değerlendirilmiştir.

2. Gereç ve Yöntemler

2.1. Hammadde

Alıç meyveleri Malatya/Hekimhan/Güzelyurt Bölgesinden toplanmıştır. Tohumlar meyvelerden ayrılmış, distile su ile yıkanmış ve gölgede oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulan

tohumlar havanda öğütülmüş olup iç çekirdek ve kabuk kısımlarına ayrılarak ayrı ayrı 4 °C'de hava geçirmez kapalı kaplarda muhafaza edilmiştir.

2.2. Yağ ekstraksiyonu

Alıç tohumları toz, kir ve diğer yabancı maddeleri uzaklaştırmak için elle temizlenmiştir. Temizlenmiş ve kurutulmuş tohumlar, öğütücüde öğütülerek toz haline getirilmiştir. Yaklaşık 30 g öğütülmüş tohum 8 saat boyunca 45 °C'de Soxhlet ekstraktöründe 0,5 L hekzan ile ekstrakte edilmiştir. Hekzan yoğunlaşma hızı, tüm süre boyunca 150 damla/dk olarak sabitlenmiştir. Ekstrakte edilen yağ örneği, ağız kapalı cam şişede 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.2.1. Ekstraksiyon verimi

Ekstraksiyon verimi, ekstrakte edilen yağ miktarının ekstraksiyonda kullanılan öğütülmüş tohum miktarına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

$$\text{Verim (\%)} = \frac{W_f}{W_i} \times 100 \quad (1)$$

Wf: Ekstrakte yağ ağırlığı

Wi: Öğütülmüş tohum ağırlığı

2.3. Tohum karakterizasyonu

2.3.1. Kimyasal kompozisyon

Protein analizi Kjeldahl protein tayin cihazı kullanılarak AACC metoduna (AACC International, 2000) göre yapılmıştır (AACC, 2000). Bu yöntemle belirlenen azot miktarı 5,7 sabit katsayısı ile çarpılarak alıç tohumundaki % protein miktarları hesaplanmıştır. Alıç tohumlarının kül tayini AOAC (1989) metodu ile önce 650 °C'de 8 saat ve ardından 850 °C'de 8 saat yakılarak tespit edilmiştir (AOCS, 1989). Nem tayini AOCS metoduna göre belirlenmiştir. Element analizi Thermo Scientific Flash 2000 cihazı ile gerçekleştirilmiş ve tohum bileşiminde bulunan karbon (% C), nitrojen (% N), hidrojen (% H), kükürt (% S) ve oksijen (% O) miktarları belirlenmiştir.

2.3.2. FT-IR analizi

FT-IR analizi için öğütülmüş tohum (kabuk ve iç çekirdek) örnekleri potasyum bromür (toz formunda) ile karıştırılmış ve pelet oluşturmak üzere preslenmiştir. Örnekler Fourier transform kızılötesi spektrofotometre (Perkin Elmer Spectrum One, IR 1.10 versiyonlu FT-IR spektrofotometre) cihazı ile 400-4000 cm⁻¹ aralığındaki spektrumlar kullanılarak analiz edilmiştir.

2.3.3. Taramalı elektron mikroskopu (SEM)

Tohum örneklerinin (kabuk ve iç çekirdek) yüzey morfolojileri, gözenek boyutları ve yüzeydeki dağılımları Taramalı Elektron Mikroskopu (Leo EVO-40 VPX Carl Zeiss SMT, Cambridge, UK) ile belirlenmiştir.

2.3.4. XRD analizi

Alıç tohumlarının (kabuk ve iç çekirdek) kristal yapıları XRD analiz yöntemi ve X-ışını kırınım (XRD) (Rigaku Miniflex II) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.4. Yağ asidi bileşimi

Yağ asidi analizleri için 0,1 g yağ örneği üzerine 10 mL n-hekzan ilave edilmiş, hızlıca çalkalanmış ve ardından üzerine 0,5 mL 2 N metanollü KOH çözeltisi ilave edilmiştir. Üst faz berraklaşana kadar karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Berrak üst faz viallere alınarak yağ asidi kompozisyonu Alev İyonizasyon Dedektörleri (FID) ile donatılmış bir Gaz Kromatografisi (GC) sistemi kullanımı ile belirlenmiştir. Analitik koşullar ise şu şekildedir: Cihaz; GC-2010 Plus, Kolon; TRCN-100 (100 m × 0.25 mm × 0.20 µm), Enjeksiyon sıcaklığı; 250 °C, Enjeksiyon modu; Split, Akış kontrol modu; pressure, Basınç; 250 kPa, Split oranı; 100, Kolon sıcaklık programı; 140 °C 5 dk, 4 °C/dk, 240 °C 15 dk, FID sıcaklığı; 250 °C, Enjeksiyon hacmi; 1 µL.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Tohum karakterizasyonu

Ekstrakte edilen alıç tohum yağlarının ekstraksiyon verimleri ve fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Alıç tohumunun fizikokimyasal karakterizasyonu
(Table 1. Physicochemical characterization of hawthorn kernel)

Fizikokimyasal karakterizasyon	% (w/w)
Tohum yağ içeriği	49,40
İç çekirdek	14,00
Nem	5,91
Kül	4,56
Protein (kuru bazda)	41,25
Kabuk kül içeriği (650 °C)	0,65
Kabuk kül içeriği (850 °C)	0,55

Çalışmada alıç iç çekirdeğinin yağ verimi % 14 olarak tespit edilmiştir. Alıç tohumunda toplam yağ verimi ise % 49,4 olarak belirlenmiştir. Sonuçlarımız, ekstraksiyon yöntemindeki farklılıkların ekstraksiyon verimini etkileyebileceğini öne süren önceki raporlarla benzerlik göstermektedir. Özcan ve ark., (2005), yaptıkları çalışmada alıç tohumundaki yağ içeriğini % 0,9 olarak belirlemişlerdir (Özcan ve ark., 2005). Anwar ve ark., (2008) yaptıkları çalışmada Güney Alberta’da (Kanada) yetiştirilen alıç tohumlarındaki yağ oranının % 3,4 olduğunu rapor etmişlerdir (Anwar ve ark., 2008). Punjab’ın hem kurak hem de sulak bölgelerinde yetiştirilen *moringa* (*M. oleifera*) tohumlarının ortalama yağ içeriğinin % 34,66 ile % 40,39 arasında olduğu tespit edilmiştir (Anwar ve ark., 2008). Yağ asitleri, hem besinsel değeri açısından hem de yapıdaki çeşitli metabolik ve yapısal fonksiyonlarda görev alan bileşenlerdir. Hücre zarlarının vazgeçilmez bileşenleri olan yağ asitleri, vitaminlerin taşınmasından ve plazmadaki lipid konsantrasyonunun düzenlenmesinden sorumludur. Alıç tohumuna ait yağ asidi bileşimi Tablo 2’de gösterilmektedir. Çalışmada alıç tohumundaki çoklu doymamış yağ asidi (ÇDYA), tekli doymamış yağ asidi (TDYA) ve doymuş yağ asidi (DYA) miktarları sırasıyla % 48,24, % 38,92 ve % 11,67 olarak belirlenmiştir. ÇDYA içerisinde en fazla linoleik asit (% 48,02), TDYA içerisinde en fazla oleik asit (% 38,92), DYA arasında ise en fazla palmitik asit (% 8,10) ve stearik asit (% 2,03) tespit edilmiştir.

Tablo 2. Alıç tohumunun yağ asidi bileşimi
(Table 2. Fatty acid composition of hawthorn kernel)

Yağ asidi	Yağ asidi bileşimi (%)
C4:0 (Butirik asit)	0,08
C16:0 (Palmitik asit)	8,10
C18:0 (Stearik asit)	2,03
C18:1n9c (Oleik asit)	38,92
C18:2n6t (Linoleik asit)	0,03
C18:2n6c (Linoleik asit)	48,02
C20:0 (Araşidik asit)	1,14
C20:2 (Eikosadienoik asit)	0,19
C21:0 (Heneikosanoik asit)	0,21
C22:0 (Behenik asit)	0,10
DYA	11,67
TDYA	38,92
ÇDYA	48,24

DYA: Doymuş yağ asidi; TDYA: Tekli doymamış yağ asidi; ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asidi

Özderin ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada alıç tohumu yağında en yüksek linoleik (% 64,23), oleik (% 39,36) ve palmitik asit (% 9,40) olmak üzere toplam 10 yağ asidi belirlemişlerdir (Özderin ve ark., 2016). Anwar ve ark., (2008) yabancı yetişen 4 farklı meyve tohumundan elde edilen yağ asidi kompozisyonlarını incelemiş ve en yüksek linoleik asit oranını (% 65,55) alıç tohumu yağında bulmuşlardır (Anwar ve ark., 2008). Vücudun üretmediği ve mutlaka besinler yoluyla alınması gereken esansiyel yağ asitleri (EYA), insan ve diğer memeliler için mutlak gerekli olan çoklu doymamış yağ asitleridir. Vücutta omega-3 (ω -3) ve omega-6 (ω -6) olmak üzere iki tip EYA bulunmaktadır. ω -3 serisi α -linoleik asit (ALA) ve ω -6 serisi cis linoleik asitlerden oluşmaktadır. EYA’leri sindirim, üreme ve bağışıklık sistemlerinin düzenlenmesi yanı sıra doğrudan biyolojik aktivitede bulunan yapılardır. Son yıllarda yapılan insan ve hayvan çalışmalarında, yağ asitlerinin inflamatuvar belirteçler ve inflamatuvar süreçler ile ilişkisi olduğu gösterilmiştir (Özderin ve ark., 2016). Diyetle alınan ω -6 çoklu doymamış yağ asitlerinin inflamasyon, hücre membranındaki işlevleri ve diğer inflamatuvar belirteçleri etkileme yolu ile etkinlik gösterdiği, oleik asitin ise kalp krizi ve damar sertliği riskini düşürdüğü ve kanserden korunmaya yardımcı olduğu bildirilmektedir (Uzdil & Saka, 2020).

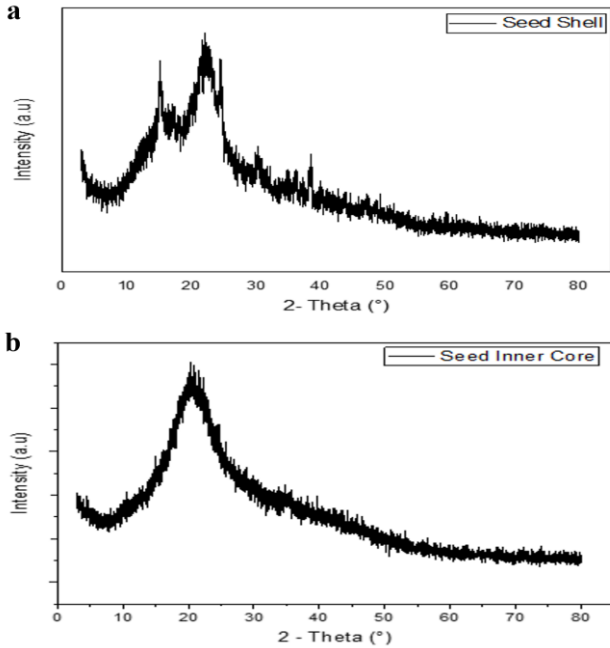
Linoleik asit (LA), çift bağlı çoklu doymamış bir ω -6 yağ asididir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), çocukların ortalama büyüme ve gelişmesi için LA ve ALA’nın gerekli olduğunu belirten bir sağlık beyanı yayınlamıştır (Løvik ve ark., 2008). LA alımının toplam kan kolesterolünü ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)-kolesterol konsantrasyonlarını azalttığı bildirilmiştir (Djuricic & Calder, 2021). Yapılan çalışmalarda, LA ile koroner kalp hastalığı riski arasında pozitif bir ilişki olduğu belirtilmektedir (Sacks & Campos, 2006). Moleküler mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, LA alımının tip 2 diyabet riski ile ters orantılı olduğu ve daha fazla LA almanın insülin direncini iyileştirdiği bildirilmiştir (Hu ve ark., 2001). LA, seramidlerin temel bir bileşeni olduğu için cildin yapısal bütünlüğü ve bariyer işlevinde özel ve benzersiz bir role sahiptir (Djuricic & Calder, 2021). Çift bağlı tekli doymamış yağ asidi olan oleik asit (18:1), organizmada yaygın şekilde kullanılan ancak esansiyel olmayan bir yağ asididir. Oleik asidin diğer tekli doymamış yağ asitlerine göre avantajı

oksidasyona karşı direnç göstermesidir (Konukoğlu, 2008). Omega-3 yağ asitlerinin, hücre zarlarının temel bileşenleri olan fosfolipitleri oluşturmaya yardımcı olduğu rapor edilmektedir (Alonso-Calderón ve ark., 2013). Tıbbi ve epidemiyolojik çalışmalar, ω -3 yağ asitleri açısından zengin lipidlerin tüketilmesinin koroner kalp hastalıklarına yakalanma riskini azalttığını göstermişlerdir (Alonso-Calderón ve ark., 2013).

Palmitik asit, vajinal inflamatuvar atrofi, cilt hiperpigmentasyonu veya yaralar, enfeksiyonlar gibi cilt ve mukus bozuklukları üzerinde belirgin bir klinik uygulamaya sahiptir. Ek olarak, hiperkolesterolemi, diyabet ve karaciğer fonksiyon bozukluğunda başka farklı olumlu etkileri de gösterilmiştir (Solà Marsiñach & Cuenca, 2019). Alıç meyveleri, yapısında barındırdığı yağ asidi, steroller vb. kimyasallar nedeniyle antioksidan ve antikanserojenik potansiyelleri ve dejeneratif bozuklukları önleme veya iyileştirme yetenekleri nedeniyle bilimsel çalışmalarda giderek ilgi odağı haline gelmektedir (Chang ve ark., 2002; Orhan ve ark., 2007).

3.2. XRD analizi

Şekil 1.a ve 1.b'de alıç tohumunun kabuk ve iç çekirdek XRD sonuçları verilmiştir.



Şekil 1. Alıç tohumunun kabuk (a) ve iç çekirdek (b) XRD sonuçları

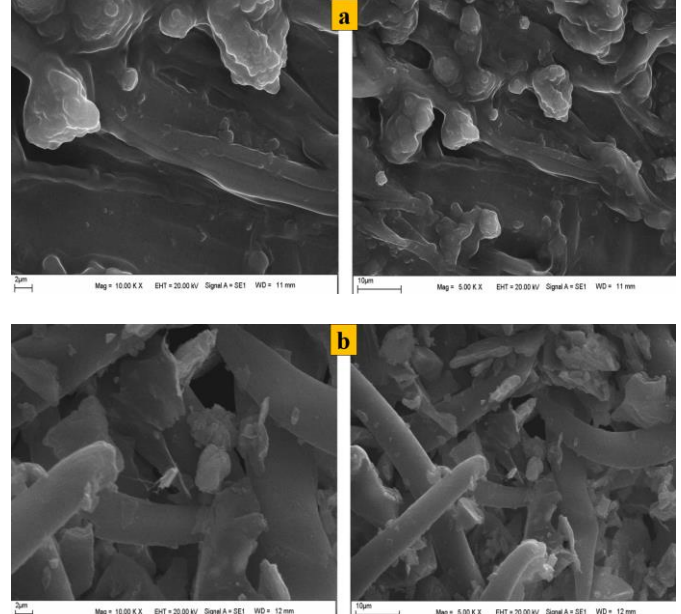
(Figure 1. XRD results of the shell (a) and inner seed (b) of the hawthorn fruit seed)

Alıç tohum kabuğunun XRD spektrumu incelendiğinde yapının hem amorf hem de kristal yapılar içerdiği görülmektedir. Sert kabuklu çekirdeklerin selüloz, hemiselüloz ve lignin içerdiği ve bu yapıda kristal ve amorf birimlerin varlığı bilinmektedir (Ferrer ve ark., 2016). Biyokütle yapısında selüloz, hemiselüloz ve lignin birimleri arasındaki hem amorf hem de kristalin bölgeler, tüm yapının mekanik mukavemeti ile biyolojik ve kimyasal direncinde önemlidir. Bu tür sert kabuklu meyve tohumlarının iç tohumlarının her koşulda binlerce yıl bozulmadan kalmasını sağlayan birincil parametre selüloz, hemiselüloz ve ligninin oluşturduğu yapıdır. İç çekirdeğin XRD

spektrumu incelendiğinde öncelikle amorf olmasına rağmen kabuk kadar olmasa da kristal birimler içerdiği görülmektedir. İç çekirdek yapısının yağ, protein, karbonhidrat ve külden oluştuğu düşünülürse bu yapı beklenmektedir (Ouilly ve ark., 2017).

3.3. SEM morfolojisi

Şekil 2.a ve 2.b'de alıç tohumunun kabuk ve iç tohumunun SEM morfolojileri gösterilmiştir.

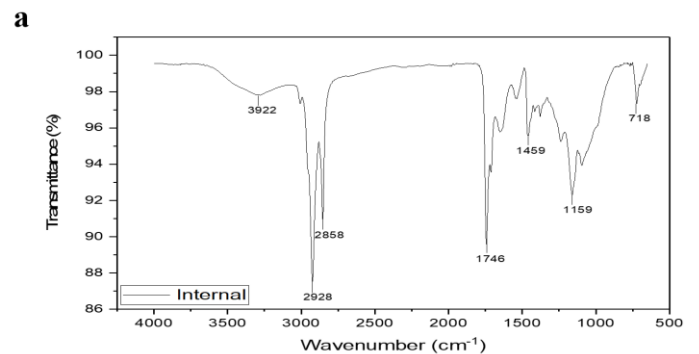


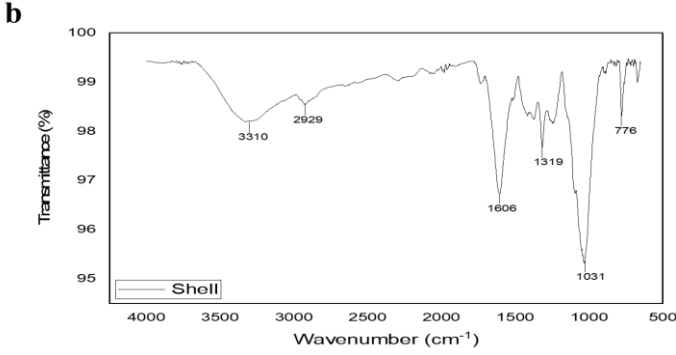
Şekil 2. a) Alıç tohumu iç çekirdeğinin SEM görüntüsü, b) Alıç tohumu kabuğunun SEM görüntüsü
(Figure 2. a) SEM image of hawthorn inner core, b) SEM image of hawthorn seed kernel)

Tohum iç çekirdek kısmının SEM görüntüleri incelendiğinde yağ hücrelerinin yanında protein ve karbonhidrat birimleri görülmektedir. Yağ hücrelerinin farklı boyutlarda olduğu ve dağılımlarının homojen olmadığı gözlenmektedir. Kabuk SEM görüntüsünde ana yapıya ait olan selüloz, hemiselüloz ve ligninin yapısal birimleri gözler önüne serilmektedir. Selülozik birimlerin lif şeklinde olduğu, diğer takımların rastgele dağıldığı gözlenmektedir.

3.4. FT-IR analizi

Şekil 3.a ve 3.b'de alıç tohumunun iç çekirdek ve kabuk FT-IR sonuçları verilmiştir.





Şekil 3. Alıç meyvesi tohumunun iç çekirdek (a) ve kabuk (b) FT-IR sonuçları

(Figure 3. FT-IR results of the inner seed (a) and shell (b) of the hawthorn fruit seed)

Kabuk ve yağlı iç çekirdek için FT-IR spektrumları incelendiğinde, kabuk için 3100-3500 cm^{-1} aralığı, geniş ve düz tepe selülozik (selüloz, lignin ve odunsu yapılar) yapılarıdaki O-H gerilmelerine ait iken 2980-2929 cm^{-1} bölgesindeki konsantrasyona bağlı üçlü keskin yükselmeler simetrik ve asimetric CH ve CH₂ gerilmelerine ve 1607 cm^{-1} 'deki tepe ise lignin yapısında bulunan aromatik halkadaki C=C titreşimine aittir. 1320 cm^{-1} piki, selüloz yapısındaki -OH düzlemi bükülmesine ve selüloz ve hemiselülozun C-H gerilmesine aittir. 1033 cm^{-1} 'deki geniş ve geniş tepe, selüloz ve hemiselülozdaki C-O streslerini göstermektedir. Yağlı iç çekirdeğin FT-IR spektrumu incelendiğinde 3100-3500 cm^{-1} aralığındaki düz tepe su yapısındaki OH stresleri ile protein ve karbonhidratlara dairdir. 2854, 2927 ve 2980 cm^{-1} üçlü tepe noktaları simetrik ve asimetric CH ve CH₂ gerilmeleri ile ilişkilidir. 1742 cm^{-1} 'lik keskin tepe, karboksilik asit yapısındaki C=O titreşimine ait spesifik bir tepe noktasıdır. 1461 cm^{-1} tepe noktası karbonhidratlardaki C-H eğilme stresidir. 1159 cm^{-1} tepe noktası, selüloz ve hemiselüloz yapılarındaki C-O-C asimetric köprü gerilimidir. 1090 cm^{-1} 'deki tepe, inorganik M-O ve M-O-M gerilmelerine aittir.

3.5. Element analizi

Tablo 3'te alıç tohumunun kabuk ve iç çekirdek kısımlarının elementel analiz sonuçları verilmektedir. Alıç tohumunun kabuk ve iç çekirdek kısımlarının elementel analiz sonuçları incelendiğinde, kabuk kısmı tipik selüloz, hemiselüloz ve lignin yapısına sahip olup iç çekirdek yapısındaki yüksek nitrojen protein içeriği ile uyumludur.

Tablo 3. Alıç meyve çekirdeğinin kabuk ve iç çekirdek kısımlarının elementel analiz sonuçları

(Table 3. The elemental analysis results of the shell and inner core parts of the hawthorn fruit seed)

Örnek	C(%)	H(%)	N(%)	S(%)	O(%)*
Kabuk	41,74	5,56	0,45	0,09	51,15
İç çekirdek	51,76	8,08	5,37	0,42	34,43

*Farklardan hesaplanmıştır.

4. Sonuç

Endüstriyel olarak üretilen biyokütle atıklarının ekonomiye kazandırılması günümüzde önem kazanmıştır. Gıda endüstrisinde önemli bir yere sahip olan alıç, doğrudan meyve olarak tüketilmekle birlikte alıç bitkisi, meyve olarak endüstriyel bir ürün olmaya adaydır. Bu çalışmada doğrudan gıda olarak tüketilen alıç tohumlarının, meyve et kısmı uzaklaştırıldıktan sonra kalan tohumları üzerinde yoğunlaşmıştır. Böylece tüketim sonrası atık olarak değerlendirilen meyve tohumlarının yağ asidi bileşimleri ve kimyasal kullanım açısından yağ asitlerinin miktarları belirlenmiştir. Sert kabuklu meyve tohumları ile karşılaştırıldığında, iç çekirdek veriminin nispeten düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak iç çekirdek, yağ oranı, kül miktarı ve mineraller açısından zengindir. Dış kabuk, karbonlaştırılmış bir ürün olup önemli ölçüde aktifleştirilmiş karbon olarak değerlendirilebilir. Alıç tohum yağı, insan sağlığı ile güçlü bir ilişkisi olan yağ asitleri açısından çok zengindir ve bu nedenle insan sağlığı ile ilgili çeşitli faaliyetlerde önemli bir rol oynayabilir. Alıç tohum yağının, yağ asitlerinin çeşitliliği ve omega-3 ve omega-6 yağ asitleri grup bileşimi nedeniyle özellikle kalp sağlığı için iyi bir ürün olduğu sonucuna varmak mümkündür.

5. Teşekkür

Sunulan bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Kurulu'ndan (BAP Proje Numarası FDK-2019-1994) alınan maddi destekle gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

- AACC. (2000). American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC (8th ed.). St. Paul, MN: The Associations.
- Alonso-Calderón, A., Chávez-Bravo, E., Rivera, A., Montalvo-Paquini, C., Arroyo-Tapia, R., Monterrosas-Santamaria, M., ... & Tapia-Hernández, A. (2013). Characterization of black chia seed (*Salvia hispanica* L.) and oil and quantification of β -sitosterol. *International Research Journal of Biological Sciences*, 2(1), 70-72.
- Anwar, F., Przybylski, R., Rudzinska, M., Gruczynska, E., & Bain, J. (2008). Fatty acid, tocopherol and sterol compositions of Canadian prairie fruit seed lipids. *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(10), 953-959. <https://doi.org/10.1007/s11746-008-1276-0>
- AOCS (1989). American Oil Chemists' Society. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists'.
- Bayar, E., & Deligöz, A. (2016). Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) fidanlarının morfolojisi ve kök gelişme potansiyeli üzerinde yetiştirme sıklığının etkisi. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17(1), 7-11. <https://doi.org/10.18182/tjf.45691>
- Can, Ö. D., Özkay, Ü. D., Öztürk, N., & Öztürk, Y. (2010). Effects of hawthorn seed and pulp extracts on the central nervous system. *Pharmaceutical Biology*, 48(8), 924-931. <https://doi.org/10.3109/13880200903305500>
- Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F., Sing, M., & Chow, S. (2002).

- Qi Chang, PhD, Zhong Zuo, PhD, Francisco Harrison, MD, and Moses Sing Sum Chow, PharmD. 605–612.
- Çalışkan, O., Gündüz, K., Serçe, S., Toplu, C., Kamiloglu, Ö., Sengül, M., & Ercisli, S. (2012). Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy Magazine*, 8(29), 16–21. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.93305>
- Djuricic, I., & Calder, P. C. (2021). Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021. *Nutrients*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/nu13072421>
- Ferrer, A., Alciaturi, C., Faneite, A., & Rios, J. (2016). Analyses of biomass fibers by XRD, FT-IR, and NIR. In *Analytical Techniques and Methods for Biomass* (pp. 45-83). Springer, Cham.
- Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G., Liu, S., Solomon, C. G., & Willett, W. C. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *New England journal of medicine*, 345(11), 790-797.
- Konukoğlu, D. (2008). Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin özellikleri ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkileri. *Türk Aile Hek. Derg.*, 13(3), 121–129. <https://doi.org/10.2399/tahd.08.121>
- Løvik, M., Marchelli, R., Martin, A., Moseley, B., Berg, H. Van Den, Loveren, H. Van, & Verhagen, H. (2008). ALA and LA and growth and development of children - Scientific substantiation of a health claim related to α -linolenic acid and linoleic acid and growth and development of children pursuant to Article 14 of Regulation (EC) No 1924/2006 - Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. *EFSA Journal*, 6(8), 1–9. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.783>
- Maillard, V., Bougnoux, P., Ferrari, P., Jourdan, M. L., Pinault, M., Lavillonnire, F., Body, G., Le Floch, O., & Chajès, V. (2002). n-3 and n-6 fatty acids in breast adipose tissue and relative risk of breast cancer in a case-control study in tours, France. *International Journal of Cancer*, 98(1), 78–83. <https://doi.org/10.1002/ijc.10130>
- Niu, Z., Yan, M., Zhao, X., Jin, H., & Gong, Y. (2020). Effect of hawthorn seed extract on the gastrointestinal function of rats with diabetic gastroparesis. *South African Journal of Botany*, 130, 448–455. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.01.032>
- Orhan, I., Özçelik, B., Kartal, M., Özdeveci, B., & Duman, H. (2007). HPLC quantification of vitexine-2"-O-rhamnoside and hyperoside in three *Crataegus* species and their antimicrobial and antiviral activities. *Chromatographia*, 66, 153–157. <https://doi.org/10.1365/s10337-007-0283-x>
- Ouilly, J. T., Bazongo, P., Bougma, A., Kaboré, N., Lykke, A. M., Ouédraogo, A., & Bassolé, I. H. N. (2017). Chemical composition, physicochemical characteristics, and nutritional value of *Lannea kerstingii* Seeds and Seed Oil. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, <https://doi.org/10.1155/2017/2840718>
- Özcan, M., Haciseferoğullari, H., Marakoğlu, T., & Arslan, D. (2005). Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: Some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, 69(4), 409–413. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.032>
- Özderin, S., Fakir, H., & Dönmez, E. (2016). Chemical properties of hawthorn (*Crataegus* L. spp.) Taxa naturally distributed in western Anatolia part of Turkey kemijska svojstva svojiti gloga (*Crataegus* L. spp.). *Šumarski list*, 140(7-8), 369-375.
- Pan, G., Yu, G., Zhu, C., & Qiao, J. (2012). Optimization of ultrasound-assisted extraction (UAE) of flavonoids compounds (FC) from hawthorn seed (HS). *Ultrasonics Sonochemistry*, 19(3), 486–490. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2011.11.006>
- Parry, J., Su, L., Luther, M., Zhou, K., Peter Yurawecz, M., Whittaker, P., & Yu, L. (2005). Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(3), 566–573. <https://doi.org/10.1021/jf048615t>
- Peng, Y., Lou, L. L., Liu, S. F., Zhou, L., Huang, X. X., & Song, S. J. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory neolignans from the seeds of hawthorn. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 26(22), 5501–5506. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2016.10.012>
- Sacks, F. M., & Campos, H. (2006). Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and cardiovascular disease: Time to widen our view of the mechanisms. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 91(2), 398–400. <https://doi.org/10.1210/jc.2005-2459>
- Solà Marsiñach, M., & Cuenca, A. P. (2019). The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids in Health and Disease*, 18(1), 1-11.
- Uzdil, Z., & Saka, M. (2020). Yağ Asitlerinin İnflamasyonla İlişkili Süreçlere Etkisinin Değerlendirilmesi. *Journal of Nutrition and Dietetics*, 48(2), 1–7. <https://doi.org/10.33076/2020.bdd.1359>
- Zhang, Z., Chang, Q., Zhu, M., Huang, Y., Ho, W. K. K., & Chen, Z. Y. (2001). Characterization of antioxidants present in hawthorn fruits. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 12(3), 144–152. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(00\)00137-6](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(00)00137-6)