

Uçucu ve Sabit Yağlar: Kimyasal Yapı-Aktivite İlişki Değerlendirmesi

Gülce TAŞKOR ÖNEL^{1,2*} , Hatice Gözde YAMAN AKBAY² 

¹Analitik Kimya Anabilim Dalı, Eczacılık Fakültesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, 24002 Erzincan, Türkiye
²Farmasötik Bilimler Anabilim Dalı, Eczacılık Fakültesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, 24002 Erzincan, Türkiye

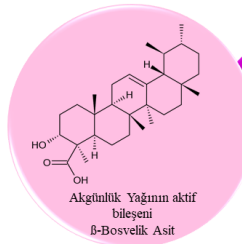
Anahtar Kelimeler:

Uçucu yağlar,
Sabit yağlar,
Aromaterapi

Özet

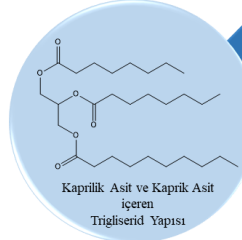
Bitkilerden ayrıştırılabilen, canlı sistemlere etkileri tanımlanan maddeler ve bunların farmasötik, kozmetik, gıda gibi alanlarda kullanımı her zaman dikkat çeken konulardan olmuştur. Bitkisel kaynaklardan örneğin çiçek, tohum, yaprak, kabuk, dal, köklerden elde edilen sabit ve uçucu yağlar için antiseptik, antibakteriyel, antifungal, antioksidan, antiviral aktiviteler bilinen en yaygın etkilerdendir. Aromaterapi, fiziksel ve ruhsal olarak yaşam kalitesini düzenlemek için uygulanan uçucu ve sabit yağlarla formüle edilen bütünsel tedavi yaklaşımıdır. Amerika Ulusal Sağlık Enstitüleri (NIH) aromaterapi yağlarının, solunum yolu üzerinden inhalatif ve difüzyon yöntemlerinin, cilt üzerinden jel, krem, losyon şeklinde topikal uygulamalarının ve ağızdan çözelti, tablet, kapsül şeklinde dahili uygulamalarının olduğunu belirtmişlerdir. Tıbbın babası olarak anılan Hipokrat'ın MÖ 400'lü yıllarda çok önem verdiği aromaterapi yağları ile ilgili güncel araştırma makale sayısı oldukça azdır. Uçucu ve sabit yağların kimyasal yapılarının tanınması, biyolojik aktivite ile ilişkilendirilmesi, aromaterapi uygulamalarına temel bilgi birikimi sağlaması açısından çok önemlidir. Bu derleme çalışmasında en çok kullanılan uçucu ve sabit yağlarla ilgili güncel ve güvenilir çalışmalar kimyasal yapı-aktivite uygulamaları açısından değerlendirilmiştir.

GRAFİKSEL ÖZET



Uçucu Yağlar

- Kozmetikte hoş koku vermek için sıklıkla kullanılır.
- Kokularından dolayı rahatlatıcı etki sağlar.
- Kararsızdır. Oksijen, ışık ve sıcaklık varlığında bozulmaya karşı hassastır. Belli bir sıcaklıkta karanlık ortamda saklanmalıdır.
- Yeni araştırmalarda lipozomal formülasyonları çalışılmaktadır.



Sabit Yağlar

- Nemlendirme özelliği dikkat çekmektedir.
- Formülasyonlarda taşıyıcı madde olarak kullanılır.
- Gıda takviyesi örnekleri mevcuttur.
- Bağışıklık güçlendirici ve enerji deposudur.

*e-posta: gulce.onel@erzincan.edu.tr

Bu makaleye atıf yapmak için:

Gülce TAŞKOR ÖNEL; Hatice Gözde YAMAN AKBAY, "Uçucu ve Sabit Yağlar: Kimyasal Yapı-Aktivite İlişki Değerlendirmesi", Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, C. 5, s 1, ss. 104-114

How to cite this article:

Gülce TAŞKOR ÖNEL; Hatice Gözde YAMAN AKBAY, "Essential and Fixed Oils: Evaluation of Chemical Structure-Activity Relationship", Bayburt University Journal of Science, vol. 5, no 1, pp. 104-114

Essential and Fixed Oils: Evaluation of Chemical Structure-Activity Relationship

Keywords:

*Essential oils,
Fixed oils,
Aromatherapy*

Abstract

Substances that can be separated from plants and whose effects on living systems are described and their use in fields such as pharmaceuticals, cosmetics, and food have always been among the remarkable issues. Antiseptic, antibacterial, antifungal, antioxidant, antiviral activities are the most common effects for fixed and essential oils obtained from herbal sources such as flowers, seeds, leaves, bark, branches, roots. Aromatherapy is a holistic treatment approach formulated with essential and fixed oils applied to improve physical and mental health. The National Institutes of Health of America (NIH) has stated that aromatherapy oils are inhalative and diffusive methods through the respiratory tract, topical applications through the skin in the form of gels, creams, lotions, and internal applications in the form of solutions, tablets, capsules. The number of current research articles on aromatherapy oils, which Hippocrates, who is called the father of Medicine, gave great importance to even in the 400s BC, is quite small. Recognizing the chemical structures of essential and fixed oils, associating them with biological activity, is very important in terms of providing basic knowledge to aromatherapy applications. In this review study, current and reliable studies on the most commonly used essential and fixed oils were evaluated in terms of chemical structure-activity applications.

1 GİRİŞ

Yağlar kimyasal olarak gliserol ve yağ asitlerinden oluşan ester formunda trigliserid olarak da adlandırılan yapılardır. Apolar, hidrofobik ve nötr bileşiklerdir [1]. Kloroform, diklorometan, eter, alkol gibi organik çözücülerde çözünürler. Yağlar denilince ilk akla gelen anlamıyla sabit yağlar ya da diğer bir adlandırma ile taşıyıcı yağlar anlaşılmaktadır. Sabit yağlar, uçucu olmayan trigliserid yapısındaki hayvansal veya bitkisel enerji depo yapılarıdır. Uçucu yağlar ise bitkilerin yaprak, çiçek, meyve, tohum, kök, kabuk gibi farklı her bölgesinden elde edilebilen doğal kimyasallardır. Sabit yağlar trigliserid yapısındayken, uçucu yağlar terpenoid, fenolik ve fenolpropanoid, poliasetilen ve ftalat gibi molekül yapıdadırlar [2]. Uçucu yağların, esansiyel yağ, organik yağ ve aromatik ekstrakt gibi farklı isimlendirmeleri literatürde bulunmaktadır [3]. Kaynama noktaları sabit yağlara göre düşük olduğu ve oda sıcaklığında buharlaşma eğiliminde oldukları için uçucu yağlar olarak adlandırılırlar. Uçucu yağlar, sabit yağlar gibi organik çözücülerde çözünebilirler, hidrofobiktirler. Polariteleri değişkenlik gösterir ve apolar yapıda olabilirler [4].

Aromaterapi ise fiziksel ve ruhsal olarak sağlığı geliştirmek için uygulanan uçucu ve sabit yağlarla formüle edilen bütünsel tedavi yaklaşımıdır. Hipokrat sağlıklı olmanın sırrının aromaterapi yağları ile banyo ve cilde masaj yapmaktan geçtiğini söylemiştir [5]. Uçucu ve sabit yağların kimyasal özelliklerini tanımak, biyolojik aktivite ile yapıyı ilişkilendirmek aromaterapi için uygun tedavi yaklaşımının seçimi açısından çok önemlidir. Bu derleme çalışmasında, öne çıkan uçucu ve sabit yağların kimyasal yapıları ve biyolojik aktivite ilişkilerinin özeti literatür değerlendirmesi olarak aşağıda sunulmaktadır. Ayrıca seçilen uçucu ve sabit yağlar ile ilgili farklı ve dikkat çeken çalışmalar, sonuçlar açıklanmıştır [6, 7].

1.1 Uçucu Yağlar

Uçucu yağlar hidrokarbonlardan oluşur. Genellikle C_5H_8 basit kimyasal formül ve heteroatom içeren türev yapıdadırlar [8]. Kimyasal içerik, bitkinin cinsi ve bitkinin hangi bölgesinden alındığına, bitkinin yetiştiği coğrafi bölgeye, iklime ve üretim yöntemine göre değişebilmektedir [9]. Genellikle renksizlerdir. Hava ve güneş ışığına maruz kaldıklarında okside olduklarından dolayı koyulaşmaya başlarlar. Dolayısı ile amber camlı şişelerde kuru ve soğuk ortamda saklanmaları uygundur. Hepsinin ayrı ayrı karakteristik kokuları vardır. Suyu karışmazlar ancak kokuları suya hapsedilebilir. Bitkilerin çiçek, meyve, yaprak, tohum, kabuk, kök, dal gibi kısımlarından uçucu yağlar elde edilebilir [10].

Uçucu yağlar genellikle hidrodistilasyon, su buharında distilasyon, mekanik ekstraksiyon (presleme), organik çözücüler kullanılarak ya da çözücüsüz mikrodalga ekstraksiyon, CO_2 ekstraksiyon, süperkritik sıvı ekstraksiyonu, enfloraj (yağda çözdürme), maserasyon (ısıtılıp yumuşatma) yöntemleriyle üretilmektedir [11].

Aromaterapi ile uçucu yağlar epidermisten absorbe edildiğinde yumuşak dokudan kan dolaşımına geçer ve karaciğerde metabolize edilirler [12]. Tedavi süresi uzatılır ise doza bağımlı olarak toksik etkilerin gözlenmesi öngörülmelidir.

1.1.1. Akgünlük (Frankincense) Uçucu Yağı

Akgünlük olarak da bilinen *Boswellia* ağacından elde edilen beyaz sakız reçineleri, Ayurveda ve Çin tıbbında tedavi ana bileşeni olarak kullanılmaktadır. Eski Mısırlılar mumyalama işlemlerinde akgünlük uçucu yağı kullanmışlardır [13]. Avrupa’da dini ortamlarda tütsü maddesi olarak kullanılmıştır. Hint tıbbi geleneklerine göre *Boswellia* reçinesi ekstraktları ve tozları antiinflamatuvar etki sağlamaktadır [14]. Günümüzde akgünlük uçucu yağının terapötik etkileri hem doktorların hem gıda uzmanlarının dikkatini çekmektedir. Akgünlük uçucu yağı, romatizmal ve inflamatuvar hastalıkların tedavisi [15, 16], antiseptik ajanlar olarak astım tedavisi [17], tümörlü dokularda hücreleri baskılayıcı etkisiyle kanser tedavisinde güncel bir yaklaşım olarak [18] ya da gıda raf ömrünün uzatılması amacıyla biyobozunur polimerik filmlere antimikrobiyal ajan olarak eklenmesi [19] gibi önemli alanlarda kullanılmaktadır.

Su buharı distilasyonu yöntemi ile *Boswellia sakra* sakızı reçinelerinden güçlü antitümör aktiviteye sahip akgünlük uçucu yağı hazırlanmaktadır. Hem insan pankreas kanseri hücrelerinde hem de bir ksenograft fare kanser modelinde akgünlük uçucu yağının aktivite çalışmaları değerlendirilmiştir [20]. Akgünlük uçucu yağının çeşitli pankreatik kanser hücrelerinde sitotoksisiteyi indüklemesinde ve çoğalmayı baskılamasında büyük ölçüde etkili olduğu gözlenmiştir.

Akgünlük uçucu yağı sadece aroma ve koku sağlayan gıda takviyesi olarak sınırlanmamalıdır. Akgünlük uçucu yağının antibakteriyel, antifungal ve antioksidan aktivitesi ile gıda koruyucu olarak kullanımı güncel çalışmalarda dikkat çekmektedir [21].

1.1.2. Vetiver Yağı

Chrysopogon zizanioides olarak da adlandırılan vetiver otundan üretilen bu uçucu yağ, halen net olarak ayrılmayan yapıların da bulunduğu 300’den fazla terpen türevi molekül içermektedir [22]. İki boyutlu gaz kromatografisi tekniği ile dört tip vetiver yağında bulunan 135 tane alkol fonksiyonel grubu içeren kimyasal bileşenin yapı aydınlatma çalışmaları yapılmış ve kimyasal profilleri açıklanmıştır [23]. Vetiver otu distilatı fiksatif etkisi ile kozmetiklerde, aromaterapide ve antiseptiklerde kullanılmaktadır [24]. Ayrıca vetiver otunun toprak erozyonunu önleme, su saflaştırma ve toprak iyileştirme gibi çok yönlü uygulamaları sayesinde bitkinin ekonomik ve ekolojik değeri gün geçtikçe artmaktadır.

Vetiver uçucu yağının serbest radikal süpürme aktivitesi güçlü antioksidan özellikte olduğunu göstermektedir [25]. Antimikrobiyal aktivitesi ile sentetik biyosiflere doğal bir alternatif olarak düşünülmektedir [26].

1.1.3. Gül Yağı

Türkiye’de Göller Yöresi’nde, Bulgaristan’da ve Sudi Arabistan’da yetiştirilen *Rosa damascena Miller* (damask rose) şifalı bir bitki olarak bilinir [27]. Gül uçucu yağı formülasyonunda çok sayıda fenolik bileşik bulundurması sayesinde antioksidan, anti-inflamatuvar, antimutajenik, antikonvülsan ve antidepresan aktivitelere sahiptir [28]. Kromatografi yöntemi ile ayrıştırılabilen gül yağı bileşenleri, alkoller (2-fenetil alkol, sitronelol, geraniol, nerol), terpen hidrokarbonlar (β -mirsen, α -guaien karyofillen, α -humulen ve germacrene D), terpenoid asitler (geranik, sitronellik, nerik asitler), alifatik hidrokarbonlar olarak tespit edilmiştir [29].

Gül yağı, stresi önlemede yardımcı, depresyon tedavisinde etkili bir aromaterapi bileşenidir [30]. Ayrıca baş ağrısı ve uykusuzluk tedavisinde kullanılmaktadır [31]. Gül uçucu yağının, insan meme kanseri hücre hattı (MCF-7), akciğer kanseri hücre hattı (A-549) ve rahim ağzı kanseri hücre hattına (HeLa) karşı güçlü sitotoksik etki gösterdiği bildirilmiştir [32]. Aynı çalışmada gül uçucu yağından ayrıştırılan metanolik ekstraktın HeLa hücrelerine karşı sitotoksik mekanizması incelenmiştir. Metanolik bileşenler varlığında glutasyon seviyesindeki azalmanın, hücre ölümüne neden olan reaktif oksijenlerin oluşumunun artmasını sağlayabileceği bildirilmiştir.

1.1.4. Lavanta Yağı

Lavandula angustifolia bitkisinden elde edilen lavanta uçucu yağının, anksiyete, stres ve uyku bozuklukları gibi merkezi sinir sistemi hastalıklarını tedavi etmenin [33] yanı sıra kimyasal içeriğindeki terpenoidlerden dolayı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir [34]. Ayrıca yanıklarda, menstrüel döngü sırasında oluşan

kramplarda ve böcek ısırıklarının iyileşme sürecinde etkili olduğu bilinmektedir [35, 36]. Lavanta uçucu yağı en çok satan doğal ilaçlardan biridir ve fizyoterapistler, kayropratik tıp doktorları için ortak bir tedavi maddesidir [37, 38].

In-vitro çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda, lavanta uçucu yağının, aktivasyona bağlı triptofan yıkımına ve triptofan metabolizmasında yer alan enzim [indolamin 2,3-dioksijenaz (IDO)] aktivitesine müdahale ederek bağışıklık ve nöroendokrin sistemin modülasyonuna katkıda bulunduğu tespit edilmiştir [39].

Gıdalardaki patojenlerle mücadele için lavanta yağı antimikrobiyal ajan olarak önerilmektedir. Lavanta yağı konsantrasyonu ile biyolojik aktivite arasındaki ilişki belirsizlik göstermesine rağmen yapıdaki linalool, borneol, 1,8-sineol, terpinen-4-ol ve kafur gibi oksijen içeren monoterpenlerin varlığı antimikrobiyal aktivite ile ilişkilendirilmiştir [40].

1.1.5. Okaliptus Yağı

Eucalyptus camaldulensis bitkisinden elde edilen okaliptus uçucu yağı keskin kokusu ile ferahlatıcı bir etkiye sahipken diğer uçucu yağlar gibi antimikrobiyal aktivitesi ile dikkat çekmektedir [41]. Özellikle kış aylarında ortaya çıkan influenza virüslerine bağlı soğuk algınlığı, grip gibi hastalıkların semptomlarının azaltılmasında etkili olan okaliptus uçucu yağı, öksürük, astım, sinüzit gibi hastalıklara da iyi gelmektedir [42]. Kokusu sayesinde sakinleştirici etki ve odaklanmayı sağlayan olumlu özellikleri vardır.

Okaliptus uçucu yağının ana bileşeni olan 1,8-sineol, mikobakteri tüberkülozis ve metisilin dirençli *staphylococcus aureus* gibi bakteriler, virüsler ve *candida* gibi mantarlara karşı antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Ayrıca bağışıklık uyarıcı, antiinflamatuvar, antioksidan, analjezik ve spazmolitik aktivitesi olan okaliptus uçucu yağı, inhalasyon ve oral uygulama ile, bronşit, ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) gibi solunum yolu tedavilerinde uygulandığı bildirilmiştir [43].

1.2 Sabit Yağlar

Sabit yağlar, gliserol ve yağ asitlerinin esterifikasyonu ile oluşan gliseritlerdir [44]. Kimyasal içerik yağ asitlerinin farklılaşmasına göre değişebilmektedir [45]. Bitkisel kaynaklı sabit yağlar genellikle kokusuzdurlar, kaynama noktaları yüksek ve kolay buharlaşmayan yapıdadırlar [1]. Sabit yağlar, serin (8–12 °C), karanlık bir yerde saklandığında bozunmaya karşı daha uzun süre dayanıklıdırlar, ayrıca raf ömrü içeriğindeki antioksidanlar veya dışarıdan eklenen antioksidanlarla uzatılabilir. İnert gazlar varlığında fumigasyon, oksijenin zararlı etkileri de etkili bir şekilde bastırılabilir [1]. Polar yapıda olanların bile suda çözünürlükleri kısmen düşüktür ancak organik çözücülerde örneğin alkol, eter vb. çözünebilirler [46]. Hidroliz olduklarında gliserol ve yapılarındaki yağ asitlerine parçalanırlar [47]. Bitkilerin çiçek, meyve, yaprak, tohum, kabuk, kök ve dal kısımları sabit yağ bakımından oldukça zengindir. Sabit yağların üretim yöntemleri genellikle distilasyon, ekstraksiyon, ve soğuk preslemedir [48].

1.2.1. Hindistan Cevizi Yağı

Cocos nucifera, hindistan cevizi, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antineoplastik ve antiparazitik gibi biyolojik aktivite çalışmalarında önemli etkileri gözlenen, yüksek besin ve tıbbi değeri olan, çeşitli protein fraksiyonlarına sahip bitkilerden biridir [49]. Hindistan cevizi yağının kimyasal kompozisyonu incelendiğinde yüksek oranda kaprilik asit, kaprik asit, laurik asit, miristik asit, palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit doymuş yağ asiti içermektedir, kararlı kimyasal yapıdadır [50, 51]. Günlük yaşamda saç, cilt, kirpik besleyici özellikleri ile kozmetik kullanımı yaygındır. Ayrıca antimikotik etkisi ile mantar enfeksiyonlarına karşı oldukça sık kullanılmaktadır [52].

Hindistan cevizi yağında bulunan östrojen benzeri yapılar sayesinde kutanöz yara iyileşmesini hızlandırdığı bilinmektedir [53, 54]. Hindistan cevizi yağı gibi östrojen benzeri maddeler içeren yumuşak hindistan cevizi suyunun yumurtalıkları alınmış sıçanlarda kutanöz yara iyileşmesi üzerindeki etkileri incelenmiş ve sonuçlara göre, en az iki hafta boyunca yumuşak hindistan cevizi suyu alımının yara iyileşmesini hızlandırdığı gözlenmiştir [55].

Nörodejeneratif bir hastalık olan Alzheimer hastalığına hindistan cevizi yağının terapötik etkisi son yıllarda dikkat çekmektedir [56]. Bilişsel güçlendirici, nöro-iltihabın baskılanması ve nörodejenerasyon sürecini tersine çevirmesi ile hindistan cevizi yağının etkileri üzerine araştırmaların gelecekte artacağı öngörülmektedir [57].

1.2.2. Jojoba Yağı

Simmondsia chinensis bitkisinden elde edilen jojoba yağının kimyasal bileşenleri incelendiğinde uzun zincirli yağ asit esterleri, cis-11-eikosenoik (jojobenoik) asit, yağ alkolü ve hidrokarbonların karışımından oluştuğu belirlenmiştir [58]. Jojoba yağı içeriğindeki hidroksitoluenin allilik türevi sayesinde doğal bir antioksidandır [59]. Ayrıca böbrek taşı ağrısı, güneş yanığı, çatlamış cilt, saç dökülmesi, baş ağrısı, yaralar ve boğaz ağrısı tedavilerinde etkili olduğu rapor edilmiştir [60]. Jojoba yağının cilt enfeksiyonlarına karşı etkileri değerlendirildiğinde herpes simpleks 1; HSV-1 virüsünü önemli ölçüde inhibe ettiği gözlenmiştir [61].

Jojoba yağı karaciğer fonksiyonlarının iyileştirilmesi, bağışıklığın artırılmasında biyoaktif özelliğindedir [62]. Jojoba yağı farmasötik endüstride, özellikle kozmetikte topikal, transdermal ve parenteral preparatlar için yaygın olarak kullanılmaktadır [63]. Jojoba yağı ayrıca bir kemirgen önleyici, böcek öldürücü ve biyoenerji üretimi için bir kaynak olarak endüstride değer taşımaktadır [58].

1.2.3. Hodan Yağı

Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nde yetişen *borago officinalis* bitki ekstraktlarından elde edilen hodan yağı, yüksek miktarda γ -linolenik asit (GLA) içermektedir [64]. GLA'nın anti-inflamatuar etkisi haricinde DNA koruyucu etkisinin olduğu gözlenmiştir [65]. Romatoid artrit gibi inflamatif ve otoimmün hastalıklarla mücadelede etkindir [66]. Balık yağı ve hodan yağı, intrapulmoner proinflamatuar eikozanoid biyosentezini baskılar ve pulmoner nötrofil birikimini azaltarak endotoksin kaynaklı akut akciğer hasarını iyileştirmektedir [67].

Hassas cilt insidansı giderek artan bir olgudur, atopik dermatit gibi bozukluklarla ilişkilidir ve patojenik olmayan uyaranlara inflamatuvar bir yanıtla tepki verir. Hodan yağı inflamatuvar cilt bozukluklarında destekleyici bir tedavi olarak tartışılmaktadır [68]. Keten tohumu yağı ve hodan yağının birlikte kullanıldığı bir çalışmada, hassas cildin durumuyla ilgili parametrelerin iyileştirildiği rapor edilmiştir [69].

1.2.4. Avokado Yağı

Persea americana Mill, avokado meyvesinden elde edilen sabit yağın doğrudan insan tüketimine yönelik diyetlere dahil edilmesi antiradikalik bileşenleri nedeniyle önerilmektedir [70]. Gıdalarda kullanımının yanı sıra, cilde yüksek emilimi ve penetrasyon kabiliyeti sayesinde kozmetik ürünler için en faydalı bitkisel yağlardan biridir [71, 72]. Avokado, kremi dokusu, kendine özgü tadı ve yüksek besin değeri olan subtropikal/tropikal bir meyvedir ve yüksek yağ içeriği nedeniyle farklı yöntemlerle yağ üretimi için önerilmektedir [73]. Avokado yağının kanser, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar üzerindeki etkisi, *in vitro* ve *in-vivo* çalışmaları ile rapor edilmiştir [74].

Avokado yağının içeriğindeki bileşenleri, polifenoller (+)-kateşin, (-)-epikateşin, 3-O-kafeoilkinik asit (klorojenik asit izomeri) ve flavonoidler önemli oranda antioksidan aktivite göstermektedir. Farklı radikal süpürme yöntemleriyle tespit edilen sonuçlar incelendiğinde avokado yağının biyolojik redoks reaksiyonlardan koruyucu etkisinin olduğu, doğal bir antioksidan olduğu bildirilmiştir [75].

Saf avokado yağı, insan sağlığına faydalı olan yüksek düzeyde tekli doymamış yağ asitleri ve biyoaktif bileşenler içerir. Avokado yağı ayrıca yüksek seviyelerde biyoaktif bileşenler, özellikle α -tokoferol ve β -sitosterol içerir. Bu özellikleri, hiperkolesterolemi, hipertansiyon, diyabet ve yağlı karaciğer hastalığının yönetiminde fonksiyonel yağ olarak kullanılmasını sağlar. Ayrıca avokado yağı, kardiyometabolik riski azaltır ve antimikrobiyal özelliğe sahiptir [71, 76].

1.2.5. Çörek Otu Yağı

Yenilebilir tohumlara sahip *Nigella sativa L.*, çörek otu bitkisinden hem sabit (%33) hem uçucu (%0.5–1.5) yağlar elde edilmektedir. Timokinon (2-izopropil-5-metilbenzo-1,4-kinon), yağda çözünür monoterpen yapı, çörek otundaki en biyoaktif bileşendir ve antikanser, antidiyabetik, spazmolitik, immünomodülatör, bronkodilatör, antimikrobiyal, analjezik, anti-inflamatuar, antioksidan özelliğindedir [77].

Uzun süreli glisemik durumu incelemek ve metabolik sendromun diyabetik komplikasyonlarını önlemek için HbA1c takibinin yapılması önemlidir; çörek otu yağı ve hipoglisemik ilaç kombinasyonunun metabolik sendrom riski olan hastalardaki uygulaması 20 gün boyunca takip edildiğinde HbA1c seviyesinin önemli oranda azaldığı bildirilmiştir [78].

Çörek otu yağı, fonksiyonel gıdalarda, nutrasötiklerde ve farmasötik ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır ve uygulama alanlarının çeşitliliği, bu yağa endüstriyel önem kazandırmaktadır [79]. Ayrıca çörek otu, İslam Dünyasının en ünlü hekimi ve filozofu İbn-i Sina tarafından ateş, baş ağrısı, diş ağrısı ve soğuk algınlığına karşı vücuda enerji sağlayan şifalı bir bileşik olarak tanımlanmaktadır [80]. Geriatrik bireyler üzerindeki çalışmalarda çörek otu yağının topikal kullanımı ile diz ağrısı inhibisyonunun ilişkili olduğu gösterilmiştir [81]. Ülseratif kolit tedavisi için yapılan *in-vivo* deneylerde ratlara oral yolla verilen çörek otu yağının proinflatuar sitokinler, laktat dehidrojenaz, trigliserit ve kolesterol değerlerinde azalma gözlemlendiği rapor edilmiştir [82].

2 SONUÇLAR

Bu derleme çalışması ile günlük hayatta en çok kullanılan uçucu ve sabit yağların kimyasal profilleri, önemli kimyasal özellikleri, kimyasal yapı-aktivite ilişkileri, tedavi amaçlı etkileri ve yaygın kullanım alanları güncel ve güvenilir çalışmalar değerlendirilerek özetlenmiştir. Yağların dikkat çeken özellikleri ile ilişkili yağ asidi profili, sterol ve tokoferol içeriği ile ilgili olarak uçucu bileşiklere, aromaya ve yağların bileşiminin açıklanmasına önem verilmiştir. Tedavi edici uygulamalarda en sık karşılaşılan yağların biyolojik aktivitelerinin içeriğindeki doğal kimyasallar ile eşleştirilip literatürdeki çalışmalar ile desteklenerek kimyasal yapıları, farmasötik etkileri, terapötik faydaları açıklanmıştır.

Tedavi edici uygulamalarda kimyasal etkileşimler göz önünde bulundurularak uçucu yağlarla birlikte sabit yağların hibrit sistemlerinin ya da formülasyonlarının hazırlanması tercih edilmektedir. Doğadan gelenin zararsız olduğu genel görüşüyle uçucu yağlar ve sabit yağlarla ilgili araştırmaların artırılması aromaterapi de dahil tüm tedavi yöntemlerinden en doğru şekilde faydalanılması için önemlidir. Uçucu yağlar ve sabit yağların kimyasal özelliklerinin öğrenilmesi ve farmasötik etkileri ile ilişkilendirilmesi sadece sağlık alanında değil gıda araştırmalarına bilinçli yaklaşım için de önemlidir. Tıbbi-aromatik bitkiler kapsamında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uçucu ve sabit yağların önemli fonksiyonel özelliklerinin anlaşılması ve sağlıklı beslenme bilincinin artırılması teşvik edilmektedir.

Tıbbi bitkiler ve bitkisel hammaddelerin elde edilmesi, standardizasyonu ve bitkisel ilaçların ya da yardımcı katkı maddelerin geliştirilmesi, farmakolojik etki mekanizmalarının belirlenmesi Üniversitelerin ve Sağlık Bakanlığı'nın araştırma alanını genişletmekte ve yeni tedavi yaklaşımlarına ışık tutmaktadır.

Yazar Katkıları

Gülce TAŞKOR ÖNEL: Kavramlaştırma, Metodoloji, Araştırma, Materyaller / Kaynaklar, Veri İyileştirme, Yazım - Özgün Taslak, Yazım - Değerlendirme & Düzenleme, Görselleştirme, Süpervizyon, Proje yönetimi

Hatice Gözde YAMAN AKBAY: Metodoloji, Araştırma, Materyaller / Kaynaklar, Veri İyileştirme, Yazım - Özgün Taslak, Yazım - Değerlendirme & Düzenleme.

Yazarlar makalenin son halini okuyup onaylamışlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynakça

- [1] S. Krist, "Introduction," in *Vegetable Fats and Oils*, S. Krist Ed. Cham: Springer International Publishing, 2020, pp. 1-26.
- [2] J. Baptiste Hounda Fokou, P. Michel Jazet Dongmo, and F. Fekam Boyom, "Essential Oil's Chemical Composition and Pharmacological Properties," in *Essential Oils - Oils of Nature*, 2020.
- [3] M. Butnariu and I. Sarac, "Essential oils from plants," *Journal of Biotechnology and Biomedical Science*, vol. 1, pp. 35-43, 12/21 2018, doi: 10.14302/issn.2576-6694.jbbs-18-2489.
- [4] W. Dhifi, S. Bellili, S. Jazi, N. Bahloul, and W. Mnif, "Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review," (in eng), *Medicines (Basel)*, vol. 3, no. 4, p. 25, 2016, doi: 10.3390/medicines3040025.
- [5] J. L. Robins, "The science and art of aromatherapy," (in eng), *J Holist Nurs*, vol. 17, no. 1, pp. 5-17, Mar 1999, doi: 10.1177/089801019901700102.

- [6] X. Peng *et al.*, "Chemical composition and antioxidant activity of essential oils from barks of *Pinus pumila* using microwave-assisted hydrodistillation after screw extrusion treatment," *Ind Crops Prod*, vol. 166, p. 113489, 2021/08/01/ 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113489>.
- [7] H. E. Salama, M. S. Abdel Aziz, and M. W. Sabaa, "Development of antibacterial carboxymethyl cellulose/chitosan biguanidine hydrochloride edible films activated with frankincense essential oil," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 139, pp. 1162-1167, 2019/10/15/ 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.104>.
- [8] L. Mehdizadeh and M. Moghaddam, "Chapter 10 - Essential Oils: Biological Activity and Therapeutic Potential," in *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*, A. M. Grumezescu and A. M. Holban Eds.: Academic Press, 2018, pp. 167-179.
- [9] K. Yeshi and P. Wangchuk, "Chapter 11 - Essential oils and their bioactive molecules in healthcare," in *Herbal Biomolecules in Healthcare Applications*, S. C. Mandal, A. K. Nayak, and A. K. Dhara Eds.: Academic Press, 2022, pp. 215-237.
- [10] F. Nazzaro, L. De Martino, F. Fratianni, and V. De Feo, "Chapter 49 - Essential oils from Mediterranean aromatic plants," in *The Mediterranean Diet (Second Edition)*, V. R. Preedy and R. R. Watson Eds.: Academic Press, 2020, pp. 555-564.
- [11] T. O. Abifarin, G. A. Otunola, and A. J. Afolayan, "Chemical Composition of Essential Oils Obtained from *Heteromorpha arborescens* (Spreng.) Cham. and Schltl Leaves Using Two Extraction Methods," *The Scientific World Journal*, vol. 2020, p. 9232810, 2020/12/03 2020, doi: 10.1155/2020/9232810.
- [12] S. Sheweita, L. El-Hosseiny, and M. Nashashibi, "Protective Effects of Essential Oils as Natural Antioxidants against Hepatotoxicity Induced by Cyclophosphamide in Mice," *PLoS ONE*, vol. 11, 11/01 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0165667.
- [13] S. de Rapper, S. F. Van Vuuren, G. P. P. Kamatou, A. M. Viljoen, and E. Dagne, "The additive and synergistic antimicrobial effects of select frankincense and myrrh oils – a combination from the pharaonic pharmacopoeia," *Letters in Applied Microbiology*, vol. 54, no. 4, pp. 352-358, 2012/04/01 2012, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2012.03216.x>.
- [14] M. Mertens, A. Buettner, and E. Kirchoff, "The volatile constituents of frankincense – a review," *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 24, no. 6, pp. 279-300, 2009/11/01 2009, doi: <https://doi.org/10.1002/ffj.1942>.
- [15] N. Banno *et al.*, "Anti-inflammatory activities of the triterpene acids from the resin of *Boswellia carteri*," (in eng), *J Ethnopharmacol*, vol. 107, no. 2, pp. 249-53, Sep 19 2006, doi: 10.1016/j.jep.2006.03.006.
- [16] L. Langmead and D. S. Rampton, "Review article: complementary and alternative therapies for inflammatory bowel disease," (in eng), *Aliment Pharmacol Ther*, vol. 23, no. 3, pp. 341-9, Feb 1 2006, doi: 10.1111/j.1365-2036.2006.02761.x.
- [17] A. R. M. Al-Yasiry and B. Kiczorowska, "Frankincense - therapeutic properties," *Kadziłowiec - właściwości terapeutyczne.*, Article vol. 70, pp. 380-391, 2016, doi: 10.5604/17322693.1200553.
- [18] M. B. Frank *et al.*, "Frankincense oil derived from *Boswellia carteri* induces tumor cell specific cytotoxicity," *BMC Complementary and Alternative Medicine*, vol. 9, no. 1, p. 6, 2009/03/18 2009, doi: 10.1186/1472-6882-9-6.
- [19] A. Anis, K. Pal, and S. M. Al-Zahrani, "Essential Oil-Containing Polysaccharide-Based Edible Films and Coatings for Food Security Applications," *Polymers*, vol. 13, no. 4, 2021, doi: 10.3390/polym13040575.
- [20] X. Ni *et al.*, "Frankincense essential oil prepared from hydrodistillation of *Boswellia sacra* gum resins induces human pancreatic cancer cell death in cultures and in a xenograft murine model," (in eng), *BMC Complement Altern Med*, vol. 12, p. 253, Dec 13 2012, doi: 10.1186/1472-6882-12-253.
- [21] H. Hussain, A. Al-Harrasi, and I. R. Green, "Chapter 48 - Frankincense (*Boswellia*) Oils," in *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, V. R. Preedy Ed. San Diego: Academic Press, 2016, pp. 431-440.
- [22] E. Belhassen, J.-J. Filippi, H. Brévard, D. Joulain, and N. Baldovini, "Volatile constituents of vetiver: a review," *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 30, no. 1, pp. 26-82, 2015/01/01 2015, doi: <https://doi.org/10.1002/ffj.3227>.
- [23] J.-J. Filippi, E. Belhassen, N. Baldovini, H. Brévard, and U. J. Meierhenrich, "Qualitative and quantitative analysis of vetiver essential oils by comprehensive two-dimensional gas chromatography and comprehensive two-dimensional gas chromatography/mass spectrometry," *Journal of Chromatography A*, vol. 1288, pp. 127-148, 2013/05/03/ 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2013.03.002>.

- [24] X. W. Chen, J. T. F. Wong, J.-J. Wang, and M. H. Wong, "Vetiver grass-microbe interactions for soil remediation," *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 51, no. 9, pp. 897-938, 2021/05/03 2021, doi: 10.1080/10643389.2020.1738193.
- [25] H. J. Kim, F. Chen, X. Wang, H. Y. Chung, and Z. Jin, "Evaluation of antioxidant activity of vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) oil and identification of its antioxidant constituents," (in eng), *J Agric Food Chem*, vol. 53, no. 20, pp. 7691-5, Oct 5 2005, doi: 10.1021/jf050833e.
- [26] P. Burger *et al.*, "Vetiver Essential Oil in Cosmetics: What Is New?," (in eng), *Medicines (Basel)*, vol. 4, no. 2, p. 41, 2017, doi: 10.3390/medicines4020041.
- [27] M. Rezaie-Tavirani *et al.*, "Effect of essential oil of *Rosa Damascena* on human colon cancer cell line SW742," (in eng), *Gastroenterol Hepatol Bed Bench*, vol. 6, no. 1, pp. 25-31, Winter 2013.
- [28] M. H. Boskabady, M. N. Shafei, Z. Saberi, and S. Amini, "Pharmacological effects of *rosa damascena*," (in eng), *Iran J Basic Med Sci*, vol. 14, no. 4, pp. 295-307, 2011. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23493250>.
- [29] D. Nedeltcheva-Antonova, P. Stoicheva, and L. Antonov, "Chemical profiling of Bulgarian rose absolute (*Rosa damascena* Mill.) using gas chromatography–mass spectrometry and trimethylsilyl derivatives," *Ind Crops Prod*, vol. 108, pp. 36-43, 2017/12/01/ 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.007>.
- [30] M. Niazi, M. H. Hashempur, M. Taghizadeh, M. Heydari, and A. Shariat, "Efficacy of topical Rose (*Rosa damascena* Mill.) oil for migraine headache: A randomized double-blinded placebo-controlled cross-over trial," *Complementary Therapies in Medicine*, vol. 34, pp. 35-41, 2017/10/01/ 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.07.009>.
- [31] M. Kürkçüoğlu, A. Abdel-Megeed, and K. H. C. Başer, "The composition of Taif rose oil," *Journal of Essential Oil Research*, vol. 25, no. 5, pp. 364-367, 2013/10/01 2013, doi: 10.1080/10412905.2013.809322.
- [32] M. M. Al-Oqail *et al.*, "Oxidative Stress Mediated Cytotoxicity, Cell Cycle Arrest, and Apoptosis Induced by *Rosa damascena* in Human Cervical Cancer HeLa Cells," *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, vol. 2021, p. 6695634, 2021/01/28 2021, doi: 10.1155/2021/6695634.
- [33] V. López, B. Nielsen, M. Solas, M. J. Ramírez, and A. K. Jäger, "Exploring Pharmacological Mechanisms of Lavender (*Lavandula angustifolia*) Essential Oil on Central Nervous System Targets," (in English), *Frontiers in Pharmacology*, Original Research vol. 8, no. 280, 2017-May-19 2017, doi: 10.3389/fphar.2017.00280.
- [34] P. Kwiatkowski *et al.*, "The Antibacterial Activity of Lavender Essential Oil Alone and In Combination with Octenidine Dihydrochloride against MRSA Strains," (in eng), *Molecules*, vol. 25, no. 1, p. 95, 2019, doi: 10.3390/molecules25010095.
- [35] H.-M. Mori, H. Kawanami, H. Kawahata, and M. Aoki, "Wound healing potential of lavender oil by acceleration of granulation and wound contraction through induction of TGF- β in a rat model," (in eng), *BMC complementary and alternative medicine*, vol. 16, pp. 144-144, 2016, doi: 10.1186/s12906-016-1128-7.
- [36] F. Bakhtshirin, S. Abedi, P. YusefiZoj, and D. Razmjooee, "The effect of aromatherapy massage with lavender oil on severity of primary dysmenorrhea in Arsanjan students," (in eng), *Iran J Nurs Midwifery Res*, vol. 20, no. 1, pp. 156-160, Jan-Feb 2015. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25709705>.
- [37] R. Braden, S. Reichow, and M. A. Halm, "The Use of the Essential Oil Lavandin to Reduce Preoperative Anxiety in Surgical Patients," *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, vol. 24, no. 6, pp. 348-355, 2009/12/01/ 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2009.10.002>.
- [38] L. A. E. Erland and S. S. Mahmoud, "Chapter 57 - Lavender (*Lavandula angustifolia*) Oils," in *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, V. R. Preedy Ed. San Diego: Academic Press, 2016, pp. 501-508.
- [39] J. M. Gostner *et al.*, "Lavender oil suppresses indoleamine 2,3-dioxygenase activity in human PBMC," (in eng), *BMC complementary and alternative medicine*, vol. 14, pp. 503-503, 2014, doi: 10.1186/1472-6882-14-503.
- [40] R. Wells, F. Truong, A. M. Adal, L. S. Sarker, and S. S. Mahmoud, "Lavandula Essential Oils: A Current Review of Applications in Medicinal, Food, and Cosmetic Industries of Lavender," *Natural Product Communications*, vol. 13, no. 10, p. 1934578X1801301038, 2018/10/01 2018, doi: 10.1177/1934578X1801301038.

- [41] V. Aleksic Sabo and P. Knezevic, "Antimicrobial activity of Eucalyptus camaldulensis Dehn. plant extracts and essential oils: A review," (in eng), *Ind Crops Prod*, vol. 132, pp. 413-429, 2019, doi: 10.1016/j.indcrop.2019.02.051.
- [42] M. S. Sadatrasul *et al.*, "Oil-in-water emulsion formulated with eucalyptus leaves extract inhibit influenza virus binding and replication in vitro," (in eng), *AIMS Microbiol*, vol. 3, no. 4, pp. 899-907, 2017, doi: 10.3934/microbiol.2017.4.899.
- [43] A. E. Sadlon and D. W. Lamson, "Immune-modifying and antimicrobial effects of Eucalyptus oil and simple inhalation devices," (in eng), *Altern Med Rev*, vol. 15, no. 1, pp. 33-47, Apr 2010.
- [44] "Chapter 2 - Composition, Structure, Physical Data, and Chemical Reactions of Fats and Oils, Their Derivatives, and Their Associates," in *Fats and Oils Handbook*, M. Bockisch Ed.: AOCS Press, 1998, pp. 53-120.
- [45] "Fats and Oils," 2021/11/4/. [Online]. Available: <https://chem.libretexts.org/@go/page/16138>.
- [46] Z. Wang, M. Fingas, C. Yang, and J. H. Christensen, "16 - Crude Oil and Refined Product Fingerprinting: Principles," in *Environmental Forensics*, R. D. Morrison and B. L. Murphy Eds. Burlington: Academic Press, 1964, pp. 339-407.
- [47] J. Salimon, B. M. Abdullah, and N. Salih, "Hydrolysis optimization and characterization study of preparing fatty acids from Jatropha curcas seed oil," (in eng), *Chem Cent J*, vol. 5, pp. 67-67, 2011, doi: 10.1186/1752-153X-5-67.
- [48] "Chapter 5 - The Extraction of Vegetable Oils," in *Fats and Oils Handbook*, M. Bockisch Ed.: AOCS Press, 1998, pp. 345-445.
- [49] S. M. Roopan, "An Overview of Phytoconstituents, Biotechnological Applications, and Nutritive Aspects of Coconut (Cocos nucifera)," *Applied Biochemistry and Biotechnology*, vol. 179, no. 8, pp. 1309-1324, 2016/08/01 2016, doi: 10.1007/s12010-016-2067-y.
- [50] L. Boateng, R. Ansong, W. B. Owusu, and M. Steiner-Asiedu, "Coconut oil and palm oil's role in nutrition, health and national development: A review," (in eng), *Ghana Med J*, vol. 50, no. 3, pp. 189-196, 2016. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27752194>.
- [51] J. Chandran, N. Nayana, N. Roshini, and P. Nisha, "Oxidative stability, thermal stability and acceptability of coconut oil flavored with essential oils from black pepper and ginger," (in eng), *J Food Sci Technol*, vol. 54, no. 1, pp. 144-152, 2017, doi: 10.1007/s13197-016-2446-y.
- [52] P. S. Kumar, "The influence of Azadirachta indica, Melaleuca alternifolia, and Cocos nucifera on Candida albicans strain in tissue conditioner at varying time intervals," (in eng), *J Indian Prosthodont Soc*, vol. 20, no. 2, pp. 171-179, Apr-Jun 2020, doi: 10.4103/jips.jips_366_19.
- [53] P. S. Kumar, "The influence of Azadirachta indica, Melaleuca alternifolia, and Cocos nucifera on Candida albicans strain in tissue conditioner at varying time intervals," (in eng), *Journal of Indian Prosthodontic Society*, vol. 20, no. 2, pp. 171-179, Apr-Jun 2020, doi: 10.4103/jips.jips_366_19.
- [54] S. Yadav, A. P. Mishra, S. Kumar, A. Negi, Asha, and V. K. Maurya, "Chapter 8 - Herbal wound healing agents," in *Preparation of Phytopharmaceuticals for the Management of Disorders*, C. Egbuna, A. P. Mishra, and M. R. Goyal Eds.: Academic Press, 2021, pp. 169-184.
- [55] N. Radenahmad *et al.*, "Young coconut juice can accelerate the healing process of cutaneous wounds," *BMC Complementary and Alternative Medicine*, vol. 12, no. 1, p. 252, 2012/12/12 2012, doi: 10.1186/1472-6882-12-252.
- [56] P. Chatterjee *et al.*, "Potential of coconut oil and medium chain triglycerides in the prevention and treatment of Alzheimer's disease," *Mechanisms of Ageing and Development*, vol. 186, p. 111209, 2020/03/01/ 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mad.2020.111209>.
- [57] S. V. Ramesh, V. Krishnan, S. Praveen, and K. B. Hebbar, "Dietary prospects of coconut oil for the prevention and treatment of Alzheimer's disease (AD): A review of recent evidences," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 112, pp. 201-211, 2021/06/01/ 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.046>.
- [58] H. A. Gad *et al.*, "Jjoba Oil: An Updated Comprehensive Review on Chemistry, Pharmaceutical Uses, and Toxicity," (in eng), *Polymers*, vol. 13, no. 11, p. 1711, 2021, doi: 10.3390/polym13111711.

- [59] A. L. Q. Hani, A. L. K. Ekbal, M. M. Nizar, and M. Anwar, "ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF JORDANIAN SIMMONDSIA CHINENSIS (LINK) C.K. SCHNEID," *European Scientific Journal, ESJ*, vol. 10, no. 27, 09/29 2014, doi: 10.19044/esj.2014.v10n27p%p.
- [60] R. R. Habashy, A. B. Abdel-Naim, A. E. Khalifa, and M. M. Al-Azizi, "Anti-inflammatory effects of jojoba liquid wax in experimental models," *Pharmacological Research*, vol. 51, no. 2, pp. 95-105, 2005/02/01/ 2005, doi: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2004.04.011>.
- [61] Z. Tietel *et al.*, "Anti-Herpes Simplex 1 Activity of Simmondsia chinensis (Jojoba) Wax," *Molecules*, vol. 26, no. 19, 2021, doi: 10.3390/molecules26196059.
- [62] S. M. Abou-Zeid, E. A. Tahoun, and H. O. AbuBakr, "Ameliorative effects of jojoba oil on fipronil-induced hepatorenal- and neuro-toxicity: the antioxidant status and apoptotic markers expression in rats," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, no. 20, pp. 25959-25971, 2021/05/01 2021, doi: 10.1007/s11356-020-12083-2.
- [63] N. Garti, M. Shevachman, and A. Shani, "Solubilization of lycopene in jojoba oil microemulsion," *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 81, no. 9, pp. 873-877, 2004/09/01 2004, doi: 10.1007/s11746-004-0994-4.
- [64] S. Krist, "Borage Seed Oil," in *Vegetable Fats and Oils*, S. Krist Ed. Cham: Springer International Publishing, 2020, pp. 145-151.
- [65] M. Urrestarazu, V. Manuel Gallegos-Cedillo, F. Ferrón-Carrillo, J. Luis Guil-Guerrero, T. Lao, and J. Eugenio Álvaro, "Effects of the Salinity under Soilless Culture Systems on Gamma Linolenic Acid Levels in Borage Seed Oil," *bioRxiv*, p. 454405, 2018, doi: 10.1101/454405.
- [66] R. E. Kast, "Borage oil reduction of rheumatoid arthritis activity may be mediated by increased cAMP that suppresses tumor necrosis factor-alpha," (in eng), *Int Immunopharmacol*, vol. 1, no. 12, pp. 2197-9, Nov 2001, doi: 10.1016/s1567-5769(01)00146-1.
- [67] P. Mancuso, J. Whelan, S. J. DeMichele, C. C. Snider, J. A. Guszczka, and M. D. Karlstad, "Dietary fish oil and fish and borage oil suppress intrapulmonary proinflammatory eicosanoid biosynthesis and attenuate pulmonary neutrophil accumulation in endotoxic rats," (in eng), *Crit Care Med*, vol. 25, no. 7, pp. 1198-206, Jul 1997, doi: 10.1097/00003246-199707000-00023.
- [68] T. Brosche and D. Platt, "Effect of borage oil consumption on fatty acid metabolism, transepidermal water loss and skin parameters in elderly people," *Archives of Gerontology and Geriatrics*, vol. 30, no. 2, pp. 139-150, 2000/04/01/ 2000, doi: [https://doi.org/10.1016/S0167-4943\(00\)00046-7](https://doi.org/10.1016/S0167-4943(00)00046-7).
- [69] S. De Spirt, W. Stahl, and U. Heinrich, "Effect of flaxseed- and borage oil ingestion on skin conditions," in *Handbook of diet, nutrition and the skin*, V. R. Preedy Ed. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2012, pp. 232-242.
- [70] E. K. Bae and S. J. Lee, "Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrin," *Journal of Microencapsulation*, vol. 25, no. 8, pp. 549-560, 2008/12/01 2008, doi: 10.1080/02652040802075682.
- [71] C. X. Tan, "Virgin avocado oil: An emerging source of functional fruit oil," *Journal of Functional Foods*, vol. 54, pp. 381-392, 2019/03/01/ 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.12.031>.
- [72] N. J. Salazar-López *et al.*, "Avocado fruit and by-products as potential sources of bioactive compounds," *Food Research International*, vol. 138, p. 109774, 2020/12/01/ 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109774>.
- [73] S. Krist, "Avocado Oil," in *Vegetable Fats and Oils*, S. Krist Ed. Cham: Springer International Publishing, 2020, pp. 87-93.
- [74] B. Cervantes-Paz and E. M. Yahia, "Avocado oil: Production and market demand, bioactive components, implications in health, and tendencies and potential uses," *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 20, no. 4, pp. 4120-4158, 2021/07/01 2021, doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12784>.
- [75] F. J. Segovia, G. I. Hidalgo, J. Villasante, X. Ramis, and M. P. Almajano, "Avocado Seed: A Comparative Study of Antioxidant Content and Capacity in Protecting Oil Models from Oxidation," (in eng), *Molecules*, vol. 23, no. 10, p. 2421, 2018, doi: 10.3390/molecules23102421.
- [76] F. D. Krumreich, C. D. Borges, C. R. B. Mendonça, C. Jansen-Alves, and R. C. Zambiasi, "Bioactive compounds and quality parameters of avocado oil obtained by different processes," *Food Chemistry*, vol. 257, pp. 376-381, 2018/08/15/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.048>.

- [77] I. Demirbolat, M. Kartal, and Ü. Karık, "Development and validation of a GC-FID method to quantify thymoquinone in black cumin seed oils," *Journal of Research in Pharmacy*, vol. 23, 05/17 2019, doi: 10.12991/jrp.2019.157.
- [78] P. N. R. Rachman, Akrom, and E. Darmawan, "The efficacy of black cumin seed (*Nigella sativa*) oil and hypoglycemic drug combination to reduce HbA1c level in patients with metabolic syndrome risk," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 259, p. 012018, 2017/11 2017, doi: 10.1088/1757-899x/259/1/012018.
- [79] M. F. R. Hassanien, A. M. A. Assiri, A. M. Alzohairy, and H. F. Oraby, "Health-promoting value and food applications of black cumin essential oil: an overview," (in eng), *J Food Sci Technol*, vol. 52, no. 10, pp. 6136-6142, 2015, doi: 10.1007/s13197-015-1785-4.
- [80] M. Gün, "Holly Seed: *Nigella Sativa*," *Some Knowledge Corresponding to *Nigella Sativa*'s Therapy Ailment. Lokman Hekim Journal 2 (1): 43*, vol. 46, 2012.
- [81] H. I. Tuna, B. Babadag, A. Ozkaraman, and G. Balci Alparslan, "Investigation of the effect of black cumin oil on pain in osteoarthritis geriatric individuals," *Complementary Therapies in Clinical Practice*, vol. 31, pp. 290-294, 2018/05/01/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2018.03.013>.
- [82] F. Isik *et al.*, "Protective Effects of Black Cumin (*Nigella sativa*) Oil on TNBS-Induced Experimental Colitis in Rats," *Digestive Diseases and Sciences*, vol. 56, no. 3, pp. 721-730, 2011/03/01 2011, doi: 10.1007/s10620-010-1333-z.