Uluslararası Multidisipliner Akademik Araştırmalar Dergisi / Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos Cilt: 11 Sayı:2
Journal of International Multidisciplinary Academic Researches / May-June-July-August Volume: 11 Issue: 2
2024
www.joimar.com

ZEYTİNYAĞINDAKİ FENOLİK BİLEŞİKLERİN İNCELENMESİ VE ÖNEMİ

STUDY AND IMPORTANCE OF PHENOLIC COMPOUNDS IN OLIVE OIL

***Mümine Şifahatun AKINCI[1], Ülkü DEMİRCİ[2]**

[1]İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
[2]İstanbul Aydın Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye
***e-mail:** mumineakinci@stu.aydin.edu.tr

ÖZET
Zeytinyağı Akdeniz diyetinin temel ögesidir. Zeytinyağı tüketimi yoğun olan bölgelerdeki insanlarda kanser dahil olmak üzere kronik inflamasyonla ilişkilendirilen hastalıkların riski daha düşüktür. Yapılan araştırmalarda zeytinyağının içerisindeki bileşenler birçok hastalıkların iyileşmesinde ve önlenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Zeytinyağının içerisinde yağ asitleri, fenolik bileşik, tokoferoller, pigmentler, streoller, mumlar ve birçok minör kimyasal bileşikleri içermektedir. Farklı bölgelerde yetiştirilen aynı zeytin ağacının fenolik içeriği birbirinden farklı olabilir. Zeytinyağındaki fenolik bileşenlerin çıkarılması, içerdikleri polifenol içeriği açısından önemlidir. Zeytinyağındaki toplam fenolik içerik, Folin-Ciocalteau spektrofotometrik yöntemi uygulanarak belirlenebilir.
Anahtar Kelimeler: Fenolik bileşikler, zeytin, zeytinyağı

ABSTRACT
Olive oil is a staple of the Mediterranean diet. People in regions with high olive oil consumption have a lower risk of diseases associated with chronic inflammation, including cancer. Research has shown that the components in olive oil are effective in healing and preventing many diseases. Olive oil contains fatty acids, phenolic compounds, tocopherols, pigments, streols, waxes and many minor chemical compounds. The phenolic content of the same olive tree grown in different regions may differ from each other. Extraction of phenolic compounds in olive oil is important in terms of the polyphenol content they contain. Total phenolic content in olive oil can be determined by applying the Folin-Ciocalteau spectrophotometric method.
Key Words: Phenolic compounds, olives, olive oil

GİRİŞ

Zeytinyağı, Olea europaea'nın meyvelerinden elde edilir. (Lees & Morin, 2018) Zeytinyağı, Akdeniz diyetinin önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir (Gaforio ve ark., 2019).

Zeytinyağı tüketiminin, polifenol içeriği ve kan lipitlerini oksidatif stresten koruyan antioksidan özellikleri sayesinde sağlık açısından birçok faydası görülmektedir. Zeytinyağı polifenollerinin moleküler düzeyde gözlemlendiği gibi pleiotropik etkileri gözlemlenmektedir. Zeytinyağındaki maddelerin antioksidan etkisi kansere karşı temel koruyucu faktör gibi görünmektedir. (Gorzynik-Debicka ve ark., 2018) Sağlığa birçok olumlu etkileri gözlemlendiğinden ve duyusal özellikleri nedeniyle zeytinyağı tüketimi tercih edilmektedir (Del Caño-Ochoa ve ark., 2019)

Zeytinyağı üretimine bakıldığında son otuz yılda yaklaşık iki kat artış meydana gelmiştir. Özellikle İspanya dünya zeytinyağı üretiminin %41'ini gerçekleştirmektedir. Zeytinyağ üretiminde sırasıyla İtalya, Fransa, Türkiye ve Yunanistan takip etmektedir (European Commission, 2022). Zeytinyağının potansiyel antidiyabetik, antioksidan, antikanser, antiinflamatuar ve nöroprotektif etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Zeytinyağında bulunan

fenolik bileşikler birçok mekanizmayı etkilemektedir. (Reboredo-Rodríguez ve ark., 2017; Karković ve ark., 2019)

Bu makalenin amacı zeytinyağındaki fenolik bileşikleri analiz etmek ve bunların kimyasal yapısını, biyosentezini, fenolik bileşiklerin önemini ve birçok hastalıkla ilişkisini incelemektir. Zeytinyağın içerisindeki Fenolik bileşiklerin potansiyel klinik önemine dayalı olarak gelecekteki araştırmalar için en yenilikçi argümanları vurgulayarak en son bilimsel keşifleri açıklamaktır.

Zeytinyağının Kimyasal Bileşimi

Zeytinyağının %98'den fazlası triasilgliserollerden oluşur ve ana esterleşmiş yağ asidi oleik asittir. Serbest yağ asitleri, mono- ve diasilgliseroller, steroller, hidrokarbonlar, alifatik alkoller gibi çeşitli lipitler, tokoferoller, pigmentler ve fenolik bileşikler gibi küçük bileşenler zeytinyağın yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır. (Gaforio ve ark., 2019)

1. Majör Bileşenler

Zeytinyağının içerisinde en fazla Oleik asit (C18:1) bulunmaktadır. Palmitik (C16:0), Miristik (C14:0), palmitoleik (C16:1), linoleik (C18:2), stearik (C18:0), linolenik (C18:3) heptadekanoik (C17:0) ve eikosenoik (C20:1) asitlerde bulunmaktadır. Zeytinyağının içeriğindeki yağ asidi kompozisyonu zeytinyağının yetiştirildiği bölgeye ve meyvenin olgunluk derecesine göre değiştiği gözlemlenmiştir. (Grilo ve ark., 2021)

2. Minör Bileşenler

Zeytinyağı steroller, mumlar, karotenler, tokoferoller, klorofiller, fenolik ve uçucu bileşiklerde dahil olmak üzere 200'den fazla küçük bileşenleri içerir. (Gaforio, Visioli, Alarcón-de-la-Lastra, Castañer, 2019)

3. Fenolik Bileşikler

Zeytinyağının içerisindeki önemli ana antioksidan grubu hidrofilik fenoller olarak kabul edilir. Fenolik bileşikler, keskinlik, acılık ve stabilite gibi organoleptik özelliklerine göre yağ kalitesinin organoleptik tanımlanmasında ve belirlenmesinde rol oynamaktadır. Zeytinyağının oksidatif stabilitesi zeytinin çeşidine ve kaliteside önemlidir. Zeytinyağında bulunan baskın fenolik bileşik, oleuropein ve onun hidrolitik parçalanma ürünleri olan hidroksitirozol ve tirozoldür (Miho ve ark., 2020).

Ekofizyolojik parametreler toplam fenolik bileşikler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu durum zeytinin yetiştirildiği bölgeye, zeytinin çeşidine, yetiştirme koşullarına, olgunlaşma dönemine, kullanılan ilaçlara, hasat yapıldığı zamana ve zeytinyağının işlenmesine göre değişmektedir. Bu faktörler, toplam fenolik içeriğin 50 ila 1000 mg/kg arasında değişmesine ve ortalama fenolik içeriğin 100 ila 300 mg/kg arasında değişmesine neden olur. Gawel ve Rogers yaptıkları bir çalışmada zeytinyağını toplam fenolik içeriğine göre sınıflandırmışlardır. 80 mg/kg'dan az fenolik bileşik sağlayan zeytinyağı "yumuşak", 440 mg/kg'dan fazlası ise "sağlam" olarak tanımlanmaktadır. Başka bir araştırmada, toplam fenolik içeriği 300 mg/kg'dan fazla olan zeytinyağlarında baskın bir acı tat hissi rapor edilmiştir. Farklı ortamlarda ve farklı koşullarda üretilen aynı zeytin ağacının, zeytinyağında farklı konsantrasyonlarda fenolik bileşik ürettiği gözlemlenmiştir (Pedan ve ark., 2019).

Fenaolik bileşikler metal iyon şelatörü ve etkili bir serbest radikal temizleyici olarak görev yapar. Bu nedenle vücuttaki metabolik stresin sitotoksik etkilerini nötralize ederler. Etki mekanizması, hidroksil gruplarının elektron bağışlama ve serbest radikal ile molekül içi hidrojen bağları oluşturma yeteneklerinden kaynaklanmaktadır (Rodríguez-López ve ark., 2020).

Fenolik Bileşiklerin Sınıflandırılması

Fenolik bileşikler kimyasal bileşimlerine göre sınıflandırılır. Zeytinyağının içerisindeki fenoller lipofilik ve hidrofilik olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Zeytinyağının içerisinde bulunan önemli lipofilik fenoller toktrienoller ve tokoferollerdir. Zeytinyağı üç tokoferol izoformu içerir: alfa-tokoferol, beta-tokoferol ve gama-tokoferol. Alfa-tokoferol serbest formda bulunur. Zeytinyağı ayrıca az miktarda β-tokoferol, γ-tokoferol ve δ-tokoferol içermektedir (Rodrigues ve ark., 2018).

Hidrofilik sınıflarına bağlı olarak en az 30 farklı fenolik bileşik içermektedir. Hidrofilik fenoller fenolik asitler, flavonoidler, sekoiridoidler, lignanlar, fenolik alkoller ve hidroksiizokromanlar olarak sınıflandırılmaktadır (Rodríguez-López ve ark., 2020).

1. Fenolik Asitler

Aromatik bitkilerin ikincil metabolitleri olarak kabul edilmektedir. Zeytinyağında az miktarda bulunmaktadır. Duyusal ve organoleptik özelliklerle ilişkilendirilir (Rodríguez-López ve ark., 2020).

Zeytinyağındaki fenolik asitler iki ana grupta incelenebilir. Hidroksibenzoik asit türevleri: p-hidroksibenzoik asit, protokateşuik asit, siringik asit, gallik asit, vanilik asit. Hidroksisinnamik asit türevleri arasında ferulik asit, p-kumarik asit, sinaptik asit, sinamik asit ve kafeik asit bulunur (Pastor ve ark., 2021).

2. Fenolik Alkoller

Fenolik alkoller, aromatik bir hidrokarbon grubuna bağlı bir hidroksil grubunun varlığıyla karakterize edilmektedir. Zeytinyağında bulunan ana fenolik alkoller hidroksitirozol (3,4-dihidroksifeniletanol veya 3,4-DHPEA) ve tirozoldür. (p-hidroksifeniletanol veya p-HPEA) (Serreli & Deiana, 2018). Hidroksitirosol, zeytinyağının polifenolleri arasında ağırlığının yaklaşık %10'unu oluşturan en önemli polifenol olarak kabul edilir. Tirozol kararlı bileşiktir. Farklı polifenollerle karşılaştırıldığında otoksidasyona daha az duyarlıdır. Tehlikeli koşullar altında bile antioksidan aktiviteyi korur. Taze yağda konsantrasyonları genellikle daha düşüktür. Depolama sırasında artmaktadır (Pastor ve ark., 2021).

3. Sekoiridoid

Sekoiridoidler, elonik asit türevlerinin varlığıyla karakterize edilmiştir. Lignanlar ve sekoiridoidler zeytinyağının içerisinde en fazla bulunan fenolik bileşiklerdir. Bu, yalnızca 500 Oleaceae bitki türünün tamamında bulunan bir bileşik grubudur. Zeytinyağında ve sert çekirdekli meyvelerde bulunan biyoaktif polifenollerin çoğunu oluşturmaktadır (Emma ve ark., 2021).

Terpenlerin ikincil metabolizmasında sekoiridoidler oluşmaktadır. Bunlar elenolik asit veya türevlerine bağlı feniletil alkol (3,4-DHPEA veya p-HPEA) içermektedir. Zeytin meyvesinde bulunan ana glikozit oleuropeindir. Fakat aglikonlar, meyvenin olgunlaşmasıda ve birtakım teknolojik işlemler sırasında β-glukosidaz enziminin aktivitesiyle üretilmektedir. Bu nedenle zeytinyağı sadece aglikon türevlerini içerir. Sekoiridoid grubuna ait bir diğer önemli fenolik bileşik ise ligstrosit aglikondur. Oleuropein aglikonlar ve ligustrosid aglikon türevlerinin zeytinyağındaki fenolik bileşiklerin ana grubu olduğu bulunmuştur (Pastor ve ark., 2021; Romani ve ark., 2019).

Zeytinyağının acı tadı sekoiridoidlerden, özellikle oleuropein aglikonunun dialdehit formundan kaynaklanmaktadır. Oleuropein yutulduğunda lipaz aktivitesi ile parçalanmakta ve hidroksitirozole dönüştürülmektedir (Jimenez-Lopez ve ark., 2020).

4.Lignan

Aromatik aldehitlerin yoğunlaşması sonucu lignanlar oluşmaktadır. Zeytinyağında ilk kez tanımlanan ve en konsantre lignanlar (+)-1-asetoksipinoresinol ve (+)-1-pinoresinol, olarak kabul edilir. Lignanlar tanenlerle birlikte yağların aromasına, lezzetine ve rengine etkide bulunan fenolik bileşiklerdir. Natürel zeytinyağındaki lignan miktarı yaklaşık 100 mg/kg ulaşabilmektedir. Yağın çeşidine bağlı olarak büyük farklılıklar gözlemlenmektedir. Bunlar pinoresinol ve türevlerini içermektedir (Jimenez-Lopez ve ark., 2020)

5. Flavonoid

Flavonoidler, üç karbon atomundan oluşan düz bir zincirle birbirine bağlanan iki benzen halkasından oluşur. Apigenin ve luteolin zeytinyağında yaygın olarak görülmektedir. Zeytinyağında en çok konsantrasyona flavonoid rutindir. Rutin, anti-inflamatuar ve antioksidan özelliklere de sahiptir (Pivec ve ark., 2019).

6. Hidroksi-İzokromanlar

Zeytinyağında izokroman düşük konsantrasyonlardadır. Bulunan iki ana madde, 1-fenil-6,7-dihidroksi-izokroman ve 1-(3'metoksi-4'-hidroksi) fenil-6,7-dihidroksi-izokromandır. Ekstraksiyon işlemi sırasında karbonil ve hidroksitirosol bileşiklerinin hidrolizi nedeniyle bileşiklerin konsantrasyonu artmaktadır (Jimenez-Lopez ve ark., 2020).

Fenolik Bileşiklerin Analizi

Zeytinyağı, çeşitli nedenlerle değişebilen birçok bileşiğin karışımıdır. Zeytinyağı endüstrisinde mutlak parametrelerin ve yöntemlerin tanımlanması zordur (Nikou ve ark., 2020). Fenolik bileşikler petrol matrislerinde yalnızca az miktarlarda sahip olduğundan, doğru analitik ayırma ve tespitin gerçekleştirilmesi için bunların ekstrakte edilmesi, konsantre edilmesi ve saflaştırılması gerekmektedir. Sıvı-sıvı ekstraksiyon (LLE) ve katı faz ekstraksiyonu (SPE) gibi farklı numune hazırlama yöntemleri değerlendirilerek en etkili sonuçlar elde edilmektedir. Bu bileşikleri işlemek için LLE kullanıldığında, ekstraksiyon solventi olarak genellikle metanol veya metanol/su karışımı (H_2O < %40 v/v) kullanılmaktadır. Son zamanlarda yağ numunesi ön işlemine ve sonuçlarına LLE ve SPE uygulanmıştır. Bu iki yöntem arasında analiz edilen fenolik bileşiklerin ekstraksiyon verimliliğindeki farkı gösterdi. Anlamlı bir fark gözlenmedi (Fanali ve ark., 2018).

Zeytinyağının toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteau spektrofotometrik yöntemiyle belirlenebilir. SPE/kolorimetrik yöntem, işlenmemiş yağlardaki toplam polifenollerin resmi tespiti için doğrulanmıştır (Dini ve ark., 2020). Triasilgliserol, bir kırılma indisi detektörüne bağlı yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile analiz edildi. Yağ asitleri, kısmi gliseritler, mumlar, steroller, yağ alkolleri ve alifatik hidrokarbonlar, bir alev iyonizasyon dedektörüne (FID) bağlı bir GC kullanılarak analiz edildi (Conte ve ark., 2020).

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) veya Ultra Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (UHPLC), polifenolik bileşikleri analiz etmek için sıklıkla kullanılır. Ayırma tipik olarak su mobil fazı kullanılarak aşamalı elüsyonda gerçekleştirilir. Numunelerin polifenolik profiline bağlı olarak farklı gradyan şemaları önerilmiştir. Yaygın kullanılan dedektörler ultraviyole (UV), kütle spektrometrik (MS) ve diyot dizili dedektörler (PAJN) dedektörlerdir. Ek olarak floresans ve elektrokimyasal dedektörler de kullanılır. MS, polifenollerin tanımlanmasının doğrulanması açısından önemlidir. Bu anlamda, yüksek çözünürlüklü kütle spektrometrisinin (HRMS), bitki ürünleri ekstraktları gibi karmaşık numunelerin işlenmesi için özellikle uygun olduğu düşünülmektedir (Chiriac ve ark., 2021).

Zeytinyağında kirletici maddeleri belirlemek için mevcut en yeni yöntemler gaz kromatografisidir (GC-ECD) ve sıvı kromatografisi (LC-MS/MS). Güvenilir ve doğru veriler sağlamanın bir yöntemi olarak kabul edilirler. Pestisit kalıntıları da dahil edilmek üzere birçok kirletici madde içermekte fakat pahalı ve zaman alıcı yöntemlerdir. Bu nedenle, kütle spektrometrisi ile birleştirilmiş kromatografi gibi doğrulama yöntemleriyle birlikte çalışabilen hızlı ve basit analitik araçlara büyük talep ve ihtiyaç duyulmaktadır. (Soulis et al., 2020).

Fenolik Bileşiklerin Hastalıklarla İlişkisi

1. Kardiyovasküler Hastalıklar

Kardiyovasküler hastalıklar dünya genelinde en önemli ölüm sebepleri arasındadır. Hipertansiyon, dislipidemi ve inflamasyon gibi risk faktörleri kardiyovasküler hastalıklarla ilişkilendirilmiştir. Beslenme ve yaşam tarzı hastalıkların tedavisinde önemli rol almaktadır. (Marcelino ve ark., 2019).

Kardiyovasküler hastalık gelişmemiş kişilerde yağ tüketimi birincil korunma yöntemi olarak kullanılabilir. Zeytinyağı tüketen kişilerde inflamatuar sitokinler (interlökin-6) gibi kardiyovasküler hastalıkların gelişimine yönelik risk parametreleri azalır. Vasküler hücre adezyon molekülünde (VCAM), hücreler arası adezyon molekülü 1'de (ICAM-1), yüksek yoğunluklu lipoproteinde artış gözlenirken düşük yoğunluklu lipoproteinde azalmalar rapor edilmiştir. Endotel disfonksiyonu adezyon moleküllerinin birikmesine yol açar. Adezyon molekülü endotel hücresinde sentezlenir. İnterlökin 1 (IL-1) ve tümör nekroz faktörü (TNF-α) gibi inflamatuar sitokinleri uyarılır. Sağlıklı kişilerde adezyon molekülleri azalır, hastalıklı bireylerdeki azalma ise kardiyovasküler olaylarda azalmaya işaret eder (Gungor, 2018). İnsanlar üzerinde yapılan bir çalışmada, zeytinyağıyla zenginleştirilmiş bir diyeti, az yağlı bir diyeti takip eden kontrol grubuyla karşılaştırdı. Sonuç olarak felç veya miyokard enfarktüsü gibi ciddi kardiyovasküler hastalıkların ortaya çıkması yüzde 30 oranında azaldı. Gözlemsel bir çalışma, günde 10 gram zeytinyağı tüketmenin kalp-damar hastalığı riskini %10'a kadar azalttığını gösterdi (Estruch ve ark., 2018).

Zeytinyağının içerisindeki fenolik bileşikler LDL-c'nin oksidasyonuna karşı koruma sağlar. Araştırmada bir yıl içerisinde zeytinyağı kullanan 68 kişi üzerindeki etkileri incelendi. LDL-

c'nin oksidasyon direncinin artmasına ek olarak oksidasyon sürecinden kaynaklanan değişikliklerin de azaldığı gözlendi (Hernáez ve ark., 2017). Hidroksitirozolün dolaşımdaki lipit düzeylerini iyileştirdiği ve kardiyovasküler hastalıkla ilişkili oksidatif hasarı onardığı rapor edilmiştir (Marcelino ve ark., 2019).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) zeytinyağının içeriğindeki fenolik bileşiklerin faydaları ve fenolik bileşiklerin LDL oksidatif hasardan koruması hakkında sağlık beyanı yayınlandı. Bu yararlı etkilerin ortaya çıkması için diyetteki minimum günlük hidroksitirozol gereksinimi 5 mg'dır. (Lanza & Ninfali, 2020)

2. Bilişsel Bozukluklar

Yaşlanan nüfus nedeniyle nörodejeneratif hastalıklar artığı gözlemlenmektedir. Bu hastalıkların birçok nedeni vardır. Anormal protein döngüsü ve protein yıkımı ve sentezindeki kusurlar, oksidatif stres ve serbest radikal oluşumu, metabolik fonksiyon bozukluğu ve mitokondriyal hastalık, nöroinflamasyon ve apoptotik süreçler gibi ortak nöropatolojik özelliklere sahiptir. Nörodejeneratif hastalıklar Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı ve Huntington hastalığını içermektedir (DeTure & Dickson, 2019)

Fareler üzerinde yapılan bir araştırmada, özellikle olecanthal capitidis olmak üzere zeytinyağı tüketmenin Alzheimer hastalığına yardımcı olduğu ve ilerlemesini engellediği gözlemlenmiştir. Zeytinyağıyla beslenen farelerde komplekslerde bir artış, presinaptik sinir proteini ve oligomer sayısında önemli bir azalma görülmüştür (Lauretti ve ark., 2020). Zeytinyağı, hematoensefalik bariyer yoluyla otofajiyi ve koruyucu mekanizmaları iyileştirerek β-amiloid (Aβ) birikimlerini ve nöropatolojiyi azaltarak Alzheimer hastalığının daha fazla ilerlemesini azaltır: Zeytinyağının genel antioksidan etkileri beyin antioksidan enzimlerini artırmakta ve reaktif oksijen türlerini (ROS) azaltmaktadır (Millman ve ark., 2021).

3. Kanser

Kanser dünyada ikinci önde gelen ölüm sebeplerindendir. Dünya genelinde kanser vakaları ve ölümlerin sayısı hızla artmaya devam etmektedir. Sadece 2018 yılında kanser nedeniyle yaklaşık 9,6 milyon ölüm gerçekleştiği rapor edilmiştir. Kanser gelişiminde katkıda bulunan birçok faktör vardır. Kanser genetik ve sağlıksız yaşam tarzlarıyla bağlantılıdır (Bray ve ark., 2018). Birçok epidemiyolojik çalışma, Akdeniz diyeti uygulayan ve çok fazla zeytinyağı tüketen ülke sakinlerinin, kanser dahil kronik inflamatuar hastalıklara yakalanma riskinin daha düşük olduğunu göstermektedir. Zeytinyağının kanseri önleme üzerindeki faydaları esas olarak antioksidan etkisinden kaynaklanmaktadır (Fabiani ve ark., 2021).

Zeytinyağında bulunan oleuropein, p53 yolunu aktive ederek kolon kanseri ve meme kanseri hücrelerinde apoptozu indükler. (Goldsmith ve ark., 2018).

Hidroksitirosolün antitümör etkisi, insan kolanjiyokarsinomunda (TFK-1 ve KMBC) hücre canlılığını azaltma ve apoptotik hücre ölümünü teşvik etme yeteneğinde de görülebilir. López De Las Hazas ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma, hidroksitirozol ve onun ana katabolitlerinin (fenilasetik, fenilpropiyonik, hidroksifenilpropiyonik ve dihidroksifenilpropiyonik asit ve katekol) kolon kanseri hücre hatlarında (Ca) antiproliferatif ve apoptotik etkilerini araştırdı. HT-29). Çalışmanın sonucu, hidroksitirozol, fenilasetik asit ve hidroksifenilpropiyonik asidin hücre döngülerini inhibe edebildiğini ve apoptozu destekleyebildiğini göstermektedir (Las Hazas ve ark., 2017).

4. Yara Tedavisi

Yaralar, fiziksel veya kimyasal nedenlere bağlı olarak yeterli ve işlevsel derinin kaybı olarak tanımlanır. Yaralar kronik ve akut olmak üzere incelenmektedir. Akut yaralar 7 ila 10 gün içinde iyileşir, ancak kronik yaralar düzensiz şekilde iyileştiği gözlemlenmiştir. Uzun zamandır yaralanma, altta yatan hastalık, ilaç kullanımı, iltihaplanma ve yaşlanma ile ilişkilendirilmiştir. (Melguizo-Rodríguez ve ark., 2021).

Zeytinyağı fenolik bileşiklerinin yara iyileşmesi üzerinde olumlu etkisi olduğu bulunmuştur. Ancak zeytinyağı polifenollerinin doku yenilenmesi üzerindeki etkilerinin altında yatan mekanizmalara ilişkin çok az kanıt bulunmaktadır. Zeytinlerde ve zeytin yapraklarında bulunan Oleuropein yara iyileşmesinde faydalıdır. Oleuropein cilteki rejeneratif biyoproseslerini engellemektedir. Oksidatif stresi ve lipopolisakkarid kaynaklı hücre ölümünü azaltmaktadır. Antiinflamatuar rolü vardır. Zeytin fabrikası atık suyundan elde edilen oleuropein açısından zengin fenolik bileşiklerin konsantrasyonuyla in vitro analiz yapıldı. Kazıma testi sonuçları, kontrollere kıyasla HaCaT hücrelerinin göçünün arttığını gösterdi. 18 saat içerisinde yara bölgesinde azalma ve kapanma gözlemlendi. (Schanuel ve ark., 2019; Bayir ve ark., 2019)

Ferulik asit, yara iyileşmesinin çeşitli aşamalarında terapötik bir ajandır olduğu tahmin edilmektedir. İn vitro çalışmalarda ferulik asidin VEGF ve PDGF sinyal yollarını uyararak endotel hücrelerinin ve fibroblastların büyümesini arttırdığını göstermiştir. Anjiyojenezi ve neovaskülarizasyonu arttırarak iyileşme yanıtını iyileştirdiği gösterilmiştir. Farklı bir çalışmada diyabetik sıçanlarda yapılan in vivo çalışmalar, ferulik asidin yara iyileşmesini desteklediğini doğruladı (Bairagi ve ark., 2018).

İnsanlarda yapılan bir çalışmada zeytinyağının diyabetik ayak üzerindeki etkisi incelendi. Müdahale sonrasında zeytinyağı grubundaki hastaların yara başına doku skorları, yara derecesi ve yara iyileşmesi kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. Zeytinyağının içerisindeki linoleik asit ve linolenik asit gibi esansiyel yağ asitleri hücre onarımını uyarmakta ve yaraların iyileşmesini hızlandırmaktadır. Ayrıca antimikrobiyal, antioksidan ve antiinflamatuar özelliklere de sahiptir (Karimi ve ark., 2019).

5. Bağırsak Mikrobiyomu

Bağırsak mikrobiyomu, vücudun homeostazisinin korunmasında önemli rol oynayan 100 trilyondan fazla hücreden oluşmaktadır. İnsan ve kemirgen çalışmalarında zeytinyağı tüketiminin bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir. Zeytinyağı tüketimi C roseridium XIVa'daki artışla ilişkilidir. Toplam kolesterolün azaltılmasından sorumludur ve antiinflamatuar etkiye sahiptir. Bağırsak mikroorganizmaları tarafından üretilen ana metabolitlerden biri olan bir SCFA olan bütiratın üretiminden sorumludur. Zeytinyağı polifenolleri mikrobiyotanın kompozisyonunu etkilemektedir. Ayrıca prebiyotik görevi görmektedir. E. coli gibi zararlı bakterilerin çoğalmasını ve büyümesini engellemektedir. Bifidobacterium gibi probiyotik bakterileri uyarmaktadır (Deiana ve ark., 2018).

Zeytinyağı tüketimi aynı zamanda Clostridium cocleatum'un yayılmasıyla da ilişkilendirilmiştir. Ayrıca Lactobacillus ve Bifidobacterium oleuropeini karbon kaynağı

olarak kullanmakta ve ürün olarak büyümektedir. Günlük yaklaşık 50 mg/kg hidroksitirosol tüketimi, başta L. johnsonii olmak üzere laktobasillerin konsantrasyonunu artırdığı gözlemlenmiştir. (Skrypnik ve ark., 2018).

SONUÇ

Zeytinyağı polifenollerinin eşsiz nitelikleri genellikle laboratuvar ortamlarında değerlendirilir. İnsan sağlığına olan olumlu etkilerini kanıtlamak için, daha fazla hayvan üzerinde yapılan çalışma ve sağlam klinik deneyler gereklidir. Bununla birlikte, fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri, yara iyileşmesinde, kardiyovasküler rahatsızlıkların, kanser ve nörodejeneratif hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde önemli sonuçlar doğurabildiği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Bairagi, U., Mittal, P., Singh, J., & Mishra, B. (2018). Preparation, characterization, and in vivo evaluation of nano formulations of ferulic acid in diabetic wound healing. *Drug Development And İndustrial Pharmacy, 44*(11), 1783–1796.

Bayir, Y., Un, H., Ugan, R. A., Akpinar, E., Cadirci, E., Calik, I., & Halici, Z. (2019). The effects of Beeswax, Olive oil and Butter impregnated bandage on burn wound healing. *Burns: Journal of the International Society for Burn Injuries, 45*(6), 1410–1417.

Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal For Clinicians, 68*(6), 394–424. https://doi.org/10.3322/caac.21492

Chiriac, E. R., Chiţescu, C. L., Geană, E. I., Gird, C. E., Socoteanu, R. P., & Boscencu, R. (2021). Advanced analytical approaches for the analysis of polyphenols in plants matrices—A review. *Separations, 8*(5), 65.

Conte, L., Bendini, A., Valli, E., Lucci, P., Moret, S., Maquet, A., ... & Toschi, T. G. (2020). Olive oil quality and authenticity: A review of current EU legislation, standards, relevant methods of analyses, their drawbacks and recommendations for the future. *Trends in Food Science & Technology,* 105, 483-493.

Deiana, M., Serra, G., & Corona, G. (2018). Modulation of intestinal epithelium homeostasis by extra virgin olive oil phenolic compounds. *Food & Function, 9*(8), 4085-4099.

Del Caño-Ochoa, S., Ruiz-Aracama, A., & Guillén Lorén, M. D. (2019). Potential of nuclear magnetic resonance for a discriminant characterization of PDO VOOs. *European Journal of Lipid Science and Technology, 121*(3), 1800137.

DeTure, M. A., & Dickson, D. W. (2019). The neuropathological diagnosis of Alzheimer's disease. *Molecular Neurodegeneration, 14*(1), 32.

Dini, I., Seccia, S., Senatore, A., Coppola, D., & Morelli, E. (2020). Development and validation of an analytical method for total polyphenols quantification in extra virgin olive oils. *Food Analytical Methods, 13*(2), 457-464.

Emma, M. R., Augello, G., Di Stefano, V., Azzolina, A., Giannitrapani, L., Montalto, G., Cervello, M., & Cusimano, A. (2021). Potential Uses of Olive Oil Secoiridoids for the Prevention and Treatment of Cancer: A Narrative Review of Preclinical Studies. *International Journal of Molecular Sciences, 22*(3), 1234. https://doi.org/10.3390/ijms22031234

Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., Covas, M. I., Corella, D., Arós, F., Gómez-Gracia, E., Ruiz-Gutiérrez, V., Fiol, M., Lapetra, J., Lamuela-Raventos, R. M., Serra-Majem, L., Pintó, X., Basora, J., Muñoz, M. A., Sorlí, J. V., Martínez, J. A., Fitó, M., Gea, A.,

Hernán, M. A., … PREDIMED Study Investigators (2018). Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet Supplemented with Extra-Virgin Olive Oil or Nuts. *The New England Journal of Medicine, 378*(25), e34.

European Commission. (2022). Committee for the Common Organisation of the Agricultural Markets - Arable crops and olive oil—European Commission. Erişim Tarihi: 01.01.2022.

Fabiani, R., Vella, N., & Rosignoli, P. (2021). Epigenetic modifications induced by olive oil and its phenolic compounds: A systematic review. *Molecules, 26*(2), 273.

Fanali, C., Della Posta, S., Vilmercati, A., Dugo, L., Russo, M., Petitti, T., Mondello, L., & de Gara, L. (2018). Extraction, Analysis, and Antioxidant Activity Evaluation of Phenolic Compounds in Different Italian Extra-Virgin Olive Oils. *Molecules (Basel, Switzerland), 23*(12), 3249. https://doi.org/10.3390/molecules23123249

Fernández, M.Á., Espino, M., Gomez, F.J.V., Silva, M.F. (2018). Novel approaches mediated by tailor-made green solvents for the extraction of phenolic compounds from agro-food industrial by-products. *Food Chem*, 239, 671-678.

Gaforio, J. J., Visioli, F., Alarcón-de-la-Lastra, C., Castañer, O., Delgado-Rodríguez, M., Fitó, M., ... & Tsatsakis, A. M. (2019). Virgin olive oil and health: Summary of the iii international conference on virgin olive oil and health consensus report, JAEN (Spain) 2018. *Nutrients, 11*(9), 2039.

Goldsmith, C. D., Bond, D. R., Jankowski, H., Weidenhofer, J., Stathopoulos, C. E., Roach, P. D., & Scarlett, C. J. (2018). The Olive Biophenols Oleuropein and Hydroxytyrosol Selectively Reduce Proliferation, Influence the Cell Cycle, and Induce Apoptosis in Pancreatic Cancer Cells. *International Journal of Molecular Sciences, 19*(7), 1937.

Goldstein, D. S., Jinsmaa, Y., Sullivan, P., Holmes, C., Kopin, I. J., & Sharabi, Y. (2016). 3,4-Dihydroxyphenylethanol (Hydroxytyrosol) Mitigates the Increase in Spontaneous Oxidation of Dopamine During Monoamine Oxidase Inhibition in PC12 Cells. *Neurochemical Research, 41*(9), 2173–2178. https://doi.org/10.1007/s11064-016-1959-0

Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Marino Gammazza, A., Knap, N., ... & Gorska-Ponikowska, M. (2018). Potential health benefits of olive oil and plant polyphenols. *International Journal of Molecular Sciences, 19*(3), 686.

Grilo, F., Sedaghat, S., Di Stefano, V., Sacchi, R., Caruso, T., & Lo Bianco, R. (2021). Tree planting density and canopy position affect 'Cerasuola'and 'Koroneiki'olive oil quality. *Horticulturae, 7*(2), 11.

Gungor, Z. B. (2018). *Vascular Inflammation and genetic predisposition as risk factors for cardiovascular diseases*. In Cholesterol-Good, Bad and the Heart. IntechOpen.

Hernáez, Á., Castañer, O., Goday, A., Ros, E., Pintó, X., Estruch, R., ... & Fitó, M. (2017). The Mediterranean Diet decreases LDL atherogenicity in high cardiovascular risk individuals: A randomized controlled trial. *Molecular Nutrition & Food Research, 61*(9), 1601015.

Hidalgo, M., Prieto, I., Abriouel, H., Villarejo, A. B., Ramírez-Sánchez, M., Cobo, A., ... & Martínez-Cañamero, M. (2018). Changes in gut microbiota linked to a reduction in systolic blood pressure in spontaneously hypertensive rats fed an extra virgin olive oil-enriched diet. *Plant Foods For Human Nutrition, 73*(1), 1-6.

Jimenez-Lopez, C., Carpena, M., Lourenço-Lopes, C., Gallardo-Gomez, M., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., ... & Simal-Gandara, J. (2020). Bioactive compounds and quality of extra virgin olive oil. *Foods, 9*(8), 1014.

Karimi, Z., Behnammoghadam, M., Rafiei, H., Abdi, N., Zoladl, M., Talebianpoor, M. S., Arya, A., & Khastavaneh, M. (2019). Impact of olive oil and honey on healing of diabetic foot: a randomized controlled trial. *Clinical, Cosmetic And İnvestigational Dermatology*, 12, 347–354.

Karković Marković, A., Torić, J., Barbarić, M., & Jakobušić Brala, C. (2019). Hydroxytyrosol, Tyrosol and Derivatives and Their Potential Effects on Human Health. *Molecules (Basel, Switzerland), 24*(10), 2001. https://doi.org/10.3390/molecules24102001

Lanza, B., & Ninfali, P. (2020). Antioxidants in extra virgin olive oil and table olives: Connections between agriculture and processing for health choices. *Antioxidants, 9*(1), 41.

Lauretti, E., Nenov, M., Dincer, O., Iuliano, L., & Praticò, D. (2020). Extra virgin olive oil improves synaptic activity, short-term plasticity, memory, and neuropathology in a tauopathy model. *Aging cell, 19*(1), e13076.

Lees, M., & Morin, J. F. (Eds.). (*2018). FoodIntegrity Handbook: A Guide to Food Authenticity Issues and Analytical Solutions*. Eurofins Analytics France.

López de Las Hazas, M. C., Piñol, C., Macià, A., & Motilva, M. J. (2017). Hydroxytyrosol and the Colonic Metabolites Derived from Virgin Olive Oil Intake Induce Cell Cycle Arrest and Apoptosis in Colon Cancer Cells. *Journal of Agricultural And Food Chemistry, 65*(31), 6467–6476. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04933

Marcelino, G., Hiane, P. A., Freitas, K. D. C., Santana, L. F., Pott, A., Donadon, J. R., & Guimarães, R. D. C. A. (2019). Effects of olive oil and its minor components on cardiovascular diseases, inflammation, and gut microbiota. *Nutrients, 11*(8), 1826.

Melguizo-Rodríguez, L., de Luna-Bertos, E., Ramos-Torrecillas, J., Illescas-Montesa, R., Costela-Ruiz, V. J., & García-Martínez, O. (2021). Potential Effects of Phenolic Compounds That Can Be Found in Olive Oil on Wound Healing. *Foods (Basel, Switzerland), 10*(7), 1642.

Melguizo-Rodríguez, L., Illescas-Montes, R., Costela-Ruiz, V. J., Ramos-Torrecillas, J., de Luna-Bertos, E., García-Martínez, O., & Ruiz, C. (2021). Antimicrobial properties of olive oil phenolic compounds and their regenerative capacity towards fibroblast cells. *Journal of Tissue Viability, 30*(3), 372–378.

Mentella, M. C., Scaldaferri, F., Ricci, C., Gasbarrini, A., & Miggiano, G. A. D. (2019). Cancer and Mediterranean diet: A review. *Nutrients, 11*(9), 2059.

Miho, H., Moral, J., López-González, M. A., Díez, C. M., & Priego-Capote, F. (2020). The phenolic profile of virgin olive oil is influenced by malaxation conditions and determines the oxidative stability. *Food Chemistry*, 314, 126183.

Millman, J. F., Okamoto, S., Teruya, T., Uema, T., Ikematsu, S., Shimabukuro, M., & Masuzaki, H. (2021). Extra-virgin olive oil and the gut-brain axis: influence on gut microbiota, mucosal immunity, and cardiometabolic and cognitive health. *Nutrition Reviews, 79*(12), 1362–1374. https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa148

Nikou, T., Witt, M., Stathopoulos, P., Barsch, A., & Halabalaki, M. (2020). Olive Oil Quality and Authenticity Assessment Aspects Employing FIA-MRMS and LC-Orbitrap MS Metabolomic Approaches. *Frontiers in Public Health*, 8, 558226. https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.558226

Pastor, R., Bouzas, C., & Tur, J. A. (2021). Beneficial effects of dietary supplementation with olive oil, oleic acid, or hydroxytyrosol in metabolic syndrome: Systematic review and meta-analysis. *Free Radical Biology and Medicine*, 172, 372-385.

Pedan, V., Popp, M., Rohn, S., Nyfeler, M., & Bongartz, A. (2019). Characterization of phenolic compounds and their contribution to sensory properties of olive oil. *Molecules, 24*(11), 2041.

Piovesana, S., Cavaliere, C., Cerrato, A., Montone, C. M., Laganà, A., & Capriotti, A. L. (2020). Developments and pitfalls in the characterization of phenolic compounds in food: From targeted analysis to metabolomics-based approaches. *TrAC Trends in Analytical Chemistry,* 133, 116083.

Pivec, T., Kargl, R., Maver, U., Bračič, M., Elschner, T., Žagar, E., Gradišnik, L., & Kleinschek, K. S. (2019). Chemical Structure-Antioxidant Activity Relationship of Water-Based Enzymatic Polymerized Rutin and Its Wound Healing Potential. *Polymers, 11*(10), 1566. https://doi.org/10.3390/polym11101566

Reboredo-Rodríguez, P., Figueiredo-González, M., González-Barreiro, C., Simal-Gándara, J., Salvador, M. D., Cancho-Grande, B., & Fregapane, G. (2017). State of the art on functional virgin olive oils enriched with bioactive compounds and their properties. *International Journal of Molecular Sciences, 18*(3), 668.

Rodrigues, N., Casal, S., Peres, A. M., Baptista, P., Bento, A., Martín, H., ... & Pereira, J. A. (2018). Effect of olive trees density on the quality and composition of olive oil from cv. Arbequina. *Scientia Horticulturae*, 238, 222-233.

Rodríguez-López, P., Lozano-Sanchez, J., Borrás-Linares, I., Emanuelli, T., Menéndez, J. A., & Segura-Carretero, A. (2020). Structure–biological activity relationships of extra-virgin olive oil phenolic compounds: Health properties and bioavailability. *Antioxidants, 9*(8), 685.

Roman, G. C., Jackson, R. E., Reis, J., Román, A. N., Toledo, J. B., & Toledo, E. (2019). Extra-virgin olive oil for potential prevention of Alzheimer disease. *Revue Neurologique, 175*(10), 705-723.

Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C., & Bernini, R. (2019). Health effects of phenolic compounds found in extra-virgin olive oil, by-products, and leaf of Olea europaea L. *Nutrients, 11*(8), 1776.

Romero, C., Medina, E., Mateo, M. A., & Brenes, M. (2018). New by-products rich in bioactive substances from the olive oil mill processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 98*(1), 225-230.

Schanuel, F. S., Saguie, B. O., & Monte-Alto-Costa, A. (2019). Olive oil promotes wound healing of mice pressure injuries through NOS-2 and Nrf2. *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme, 44*(11), 1199–1208.

Serreli, G., & Deiana, M. (2018). Biological Relevance of Extra Virgin Olive Oil Polyphenols Metabolites. *Antioxidants (Basel, Switzerland), 7*(12), 170. https://doi.org/10.3390/antiox7120170

Skrypnik, K., Bogdański, P., Łoniewski, I., Reguła, J., & Suliburska, J. (2018). Effect of probiotic supplementation on liver function and lipid status in rats. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 17*(2), 185-192.

Soulis, D., Trigazi, M., Tsekenis, G., Chandrinou, C., Klinakis, A., & Zergioti, I. (2020). Facile and low-cost SPE modification towards ultra-sensitive organophosphorus and carbamate pesticide detection in olive oil. *Molecules, 25*(21), 4988.

Şahan, Y., Çelik, G., & Doğangün, E. (2017). Organik ve Konvansiyonel Olarak Üretilen Sızma Zeytinyağlarının Bazı Fenolik İçeriklerinin Karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 22*(3), 179-186.

Tzekaki, E., Prodromou, S., Tsolaki, M., & Pantazaki, A. A. (2021). The multifunctional therapeutic potentiality of extra virgin olive oil administration through the intervention

in pathophysiological mechanisms: Focus on Alzheimer's disease. *GSC Advanced Research and Reviews, 7*(1), 101-113.

EXTENDED ABSTRACT

Olive oil is obtained from the fruits of Olea europaea. Olive oil is considered an important part of the Mediterranean diet. Olive oil production has doubled in recent years. Spain produces 41% of the world's olive oil production. Italy, France, Turkey and Greece follow in olive oil production, respectively.

Olive oil is a mixture of many compounds. More than 98% of olive oil consists of triacylglycerols and the main esterified fatty acid is considered to be oleic acid. Minor components such as free fatty acids, various lipids such as mono- and diacylglycerols, sterols, hydrocarbons, aliphatic alcohols, tocopherols, pigments and phenolic compounds constitute approximately 2% of olive oil. The main important antioxidant group in olive oil is considered to be hydrophilic phenols. Phenolic compounds play a role in the organoleptic definition and determination of oil quality according to their organoleptic properties such as pungency, bitterness and stability.

Ecophysiological parameters have a significant impact on total phenolic compounds. This varies depending on the region where the olive is grown, the type of olive, the growing conditions, the ripening period, the drugs used, the time of harvest and the processing of the olive oil. These factors cause the total phenolic content to vary from 50 to 1000 mg/kg and the average phenolic content to vary from 100 to 300 mg/kg. In their study, Gawel and Rogers classified olive oil according to its total phenolic content. Olive oil providing less than 80 mg/kg of phenolic compounds is defined as "soft", while more than 440 mg/kg is defined as "robust". Another study reported a predominant bitter taste sensation in olive oils with a total phenolic content of more than 300 mg/kg.

Phenolic compounds are classified according to their chemical composition. Phenols in olive oil are divided into two classes: lipophilic and hydrophilic. The important lipophilic phenols found in olive oil are toctrienols and tocopherols. It contains at least 30 different phenolic compounds depending on their hydrophilic class. Hydrophilic phenols are classified as phenolic acids, flavonoids, secoiridoids, lignans, phenolic alcohols and hydroxyisochromans.

Since phenolic compounds are present in only small amounts in petroleum matrices, they need to be extracted, concentrated and purified to achieve accurate analytical separation and detection. The most effective results are obtained by evaluating different sample preparation methods such as liquid-liquid extraction (LLE) and solid phase extraction (SPE). When LLE is used to process these compounds, methanol or a methanol/water mixture is usually used as the extraction solvent.

The total phenolic content of olive oil can be determined by the Folin-Ciocalteau spectrophotometric method. The SPE/colorimetric method has been validated for the formal determination of total polyphenols in virgin oils. The newest methods available for determining contaminants in olive oil are gas chromatography and liquid chromatography. They are considered a method of providing reliable and accurate data. They contain many contaminants, including pesticide residues, but are expensive and time-consuming. Therefore, there is a great demand and need for fast and simple analytical tools that can work together with confirmation methods such as chromatography coupled to mass spectrometry.

People in regions with high olive oil consumption have a lower risk of diseases associated with chronic inflammation, including cancer. Research has shown that the components in

olive oil are effective in healing and preventing many diseases. Many epidemiological studies show that residents of countries who follow a Mediterranean diet and consume a lot of olive oil have a lower risk of chronic inflammatory diseases, including cancer. The benefits of olive oil on cancer prevention are mainly due to its antioxidant effect. Oleuropein found in olive oil induces apoptosis in colon cancer and breast cancer cells by activating the p53 pathway.

Risk parameters for the development of cardiovascular diseases, such as inflammatory cytokines (interleukin-6), decrease in people who consume olive oil. Increases in vascular cell adhesion molecule (VCAM), intercellular adhesion molecule 1 (ICAM-1), and high-density lipoprotein have been observed, while decreases have been reported in low-density lipoprotein. Phenolic compounds in olive oil provide protection against the oxidation of LDL-c. The study examined the effects of olive oil on 68 people who used it within a year. In addition to increasing the oxidation resistance of LDL-c, it was observed that the changes resulting from the oxidation process also decreased.

Olive oil consumption is associated with an increase in C roseridium XIVa. It is responsible for reducing total cholesterol and has an anti-inflammatory effect. It is responsible for the production of butyrate, a SCFA that is one of the main metabolites produced by intestinal microorganisms. Olive oil polyphenols affect the composition of the microbiota. It also acts as a prebiotic. It prevents the proliferation and growth of harmful bacteria such as E. coli. It stimulates probiotic bacteria such as Bifidobacterium.

A study conducted in humans examined the effect of olive oil on diabetic feet. After the intervention, tissue scores per wound, wound degree and wound healing of the patients in the olive oil group were significantly higher than those in the control group. Essential fatty acids such as linoleic acid and linolenic acid in olive oil stimulate cell repair and accelerate the healing of wounds. It also has antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory properties.

In general, it has been observed that the antioxidant properties of phenolic compounds in olive oil can have important results in wound healing, prevention and treatment of cardiovascular disorders, cancer and neurodegenerative diseases.