



Araştırma Makalesi

**Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.)  
Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi**

Özlem KILIÇ-BÜYÜKKURT<sup>1</sup>, Onur SEVİNDİK<sup>2</sup>, Gamze GÜÇLÜ<sup>3</sup>, Haşim KELEBEK<sup>2</sup>,  
Serkan SELLİ<sup>3\*</sup>

**ÖZ**

Bu çalışmanın amacı farklı yağ ekstraksiyon yöntemlerinin [çözgen destekli soğuk ekstraksiyon (SE), 80°C'de Soxhlet ekstraksiyon (SH-80) ve 160°C'de Soxhlet ekstraksiyon (SH-160)] sakız ağacı ham meyve yağı verimi ve aroma profili üzerine etkisini incelemektir. Yağ verimleri sırasıyla %4.69, %4.84 ve %6.99 olarak tespit edilmiştir. Bütün yağlarda toplam 56 adet aroma bileşiği saptanmış ve yağ örneklerini oluşturan aroma gruplarının monoterpenler, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenoidler, aldehitler, alkoller, esterler, ketonlar ve furan olduğu belirlenmiştir. Aroma profilleri karşılaştırıldığında SE ile SH-80 yöntemlerinde baskın aroma grubunun monoterpenler olduğu; SH-160 ile elde edilen yağda ise aldehitler olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında SE yönteminin en uygun ekstraksiyon metodu olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *P. lentiscus* L., sakız ağacı, ham meyve yağı, aroma, HS-SPME, GC-MS

**Effect of Different Oil Extraction Methods on the Fruit Oil Aroma Profile of Mastic  
Tree (*Pistacia lentiscus* L.)**

**ABSTRACT**

The purpose of this study is to investigate the effect of different oil extraction methods [solvent-assisted cold (SE), Soxhlet at 80°C (SH-80), and Soxhlet at 160°C (SH-160)] on the yield and aroma profile of mastic tree unripe fruit oil. The oil yields were determined as 4.69%, 4.84%, and 6.99%, respectively. A total of 56 aroma compounds were identified in all oil samples, and the aroma groups constituting the oil samples were found to be monoterpenes, monoterpenoids, sesquiterpenes, sesquiterpenoids, aldehydes, alcohols, esters, ketones, and furans. When comparing aroma profiles, it was found that monoterpenes were the dominant aroma group in the SE and SH-80 methods, while aldehydes were dominant in SH-160. In light of the findings, it was concluded that the SE method is the most suitable extraction method for the current study.

**Keywords:** *P. lentiscus* L., mastic tree, unripe fruit, yield, aroma, HS-SPME, GC-MS

**ORCID ID**

0000-0001-5786-6655, 0000-0002-2761-6695, 0000-0001-7317-6101, 0000-0002-8419-3019, 0000-0003-0450-2668

<sup>1</sup>Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli Uygulama Bilimler Fakültesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, 80760-Osmaniye

<sup>2</sup> Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Adana

<sup>3</sup> Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana

\*E-posta: sseli@cu.edu.tr

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

### Giriş

Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.), yapraklarını dökmeyen ve her daim yeşil yaprakları olan 3-4 m uzunluğunda çalı şeklinde bir ağaçtır (Mezni ve ark., 2012; Mohand ve ark. 2020). Bu ağaç, Anacardiaceae familyasının içinde yer almakta ve birçok Akdeniz ülkesi, özellikle Yunanistan, Türkiye, Tunus, Cezayir, Fas, İspanya, ve İtalya gibi bölgelerde geniş bir yayılım göstermektedir (Trabelsi ve ark., 2012; Negro ve ark., 2015). Bu bitki, sadece coğrafi olarak sınırlı olmamakla birlikte, aynı zamanda antifungal, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri gibi çeşitli tedavi edici özelliklere sahip olmasıyla da uluslararası alanda tanınmaktadır (Chouaibi ve ark., 2020). Sakız ağacının gövdesinden bir reçine salgılanmakta ve bu nedenle sakız ağacı (mastic tree) olarak bilinmektedir (Gardeli ve ark., 2008; Boudieb ve ark., 2019). Bu ağaç, iki evcikli (erkek ve dişi ayrı ağaçlardan oluşan) ve dişi ağaçları, 4-5 mm çapında küre şekilde meyvelere sahiptir (Milia ve ark., 2021). Ağaçta kısa, küçük salkım şeklinde bulunan bu meyvelerin rengi ilk başta yeşil, yeşilimsi-kırmızı iken olgunlaştıkça siyaha dönmektedir (Nahida ve ark., 2012; Boudieb ve ark., 2019). Özellikle Tunus, Cezayir gibi ülkelerde, bu olgun meyvelerden bitkisel yağ elde edilmektedir. Elde edilen bu yağ, geleneksel tıpta özellikle yaraları iyileştirmek, mide rahatsızlıklarını ve astımı tedavi etmek amacıyla kullanıldığı bildirilmiştir. Bunun yanı sıra yapılan çalışmalarda içerdiği fenolik bileşikler sayesinde antioksidan, antimikrobiyal ve antikanser özellikler sergilediği de belirtilmiştir (Mezni ve ark., 2012; Daoued ve ark., 2016; Mezni ve ark., 2018).

Çeşitli bölgelerde yetişen sakız ağacının farklı kısımlarındaki uçucu yağların kimyasal bileşimi üzerine çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda,  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -mirsen (Castola ve ark., 2000; Amhamdi ve ark., 2009), terpinen-4-ol (Ben Youssef ve ark., 2005), limonen (Gardeli ve ark., 2008), germakren-D ve 3-karen (Congiu ve ark., 2002) gibi bileşikler temel bileşikler olarak tanımlanmıştır. Sakız ağacının kimyasal bileşimi, yetiştiği bölgenin iklimi, toprak yapısı, hasat zamanı ve bitkinin gelişim aşaması gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda yağ veriminin

olgunlaşmayla birlikte arttığı bildirilmiştir (Charef ve ark., 2008; Trabelsi ve ark., 2012). Ayrıca, yağ eldesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri de oldukça önemli etkiye sahip olabilmektedir (Rallo ve ark., 2018; Boudieb ve ark., 2019). Bu nedenle, meyvelerden yağ eldesi için uygun ekstraksiyon yönteminin seçimi, hem maksimum verimi almak hem de en iyi aroma profilini elde etmek için oldukça önemlidir. Bu amaçla, bir çok çalışmada farklı yağ ekstraksiyon teknikleri (buhar distilasyonu, presleme, Soxhlet ekstraksiyon, çözücü destekli soğuk ekstraksiyon) kullanılmıştır (Vidrich ve ark., 2004; Charef ve ark., 2008; Daoued ve ark., 2016; Djebari ve ark., 2021). Geleneksel ekstraksiyon yöntemleri, yüksek miktarda çözücü gereksinimine, zaman ve enerji tüketimine rağmen, yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır (Bampouli ve ark., 2014). Bunun yanı sıra, çözücü destekli yöntemlerde mekanik presleme yöntemlerine göre daha yüksek verim sağlanabilmektedir (Sevindik ve Selli, 2017). Bu yöntemlerden biri olan Soxhlet ekstraksiyonunda, yağ elde edilecek örnekler çözgen içerisine konularak yüksek sıcaklık ve basınç altında yağı çıkarılmaktadır. Ancak bu yöntemde uygulanan yüksek sıcaklık bazı hassas bileşenleri olumsuz etkileyebilmektedir. Bir diğer yöntem ise çözücü destekli soğuk ekstraksiyondur ve bu yöntemde yağlı tohum ve/veya bitki materyali, oda sıcaklığındaki uygun bir çözgen içerisinde karıştırılarak yağın çözgene geçmesi sağlanmaktadır. Daha sonra çözgen buharlaştırılarak geri kazanılmakta ve yağ elde edilmektedir.

Çeşitli bölgelerden sakız ağacının reçinesi ve yapraklarının kimyasal bileşimi üzerine yapılan çalışmalar bulunsu da (Douissa ve ark., 2005; Dob ve Dahmane, 2006; Derwich ve ark., 2010; Paraschos ve ark., 2011; Negro ve ark., 2015; Chaabani ve ark., 2020; Sehaki ve ark., 2022), ham meyve yağının aroma profilinin incelendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Vidrich ve ark., 2004; Trabelsi ve ark., 2015; Daoued ve ark., 2016; Yosr ve ark., 2018; Bouyahya ve ark., 2019; Djebari ve ark., 2021). Bu nedenle, farklı sıcaklıklarda (80°C ve 160°C) uygulanan Soxhlet ekstraksiyon ile çözücü destekli soğuk ekstraksiyonun sakız ağacı ham meyve yağı verimi ve aroma profili üzerindeki etkisini

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

araştırmak ve bunları karşılaştırmak amaçlanmıştır.

### Materyal-Yöntem

#### Materyal

Sakız ağacının yeşil renkli ham meyve örnekleri 2020 yılı İzmir-Karaburun bölgesinden temin edilmiştir. Yağ eldesi için kullanılan ham meyve örnekleri nem içeriği %10'un altında olacak şekilde laboratuvar ortamında yaklaşık 25°C oda sıcaklığında kurutulmuş ve yağ elde edilinceye kadar serin bir yerde muhafaza edilmiştir (Barbouchi ve ark., 2020). Bu çalışmada yağ eldesinde kullanılan hekzan Sigma Aldrich'ten (Steinheim, Almanya) temin edilmiştir.

#### Yöntem

#### Yağ eldesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri

##### *Soxhlet ekstraksiyonu*

Ham meyve yağlarının Soxhlet ekstraksiyonu ile elde edilmesi için, Barbouchi ve ark. (2020) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Öncelikle, ham meyve örnekleri bir öğütücü yardımıyla (Sinbo SCM 2934, İstanbul, Türkiye) öğütülerek boyutu küçültülmüş ve hekzan (yaklaşık 150 ml) ile 6 saat boyunca farklı sıcaklıklar uygulanarak (80°C ve 160°C) ekstrakte edilmiştir. Elde edilen yağda iz miktarda bulunan hekzan 45°C sıcaklıkta etüv kullanılarak uzaklaştırılmıştır.

##### *Çözücü destekli soğuk ekstraksiyon*

Ham meyve yağlarının elde edilmesi için, Boudieb ve ark. (2019) tarafından önerilen çözücü destekli soğuk ekstraksiyon yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Öğütülmüş örnek ve hekzan çözücüsü oranı 1:15 olacak şekilde bir cam erlene konulmuş ve ağzı pamuk ve alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Ekstraksiyon işlemi, çalkalayıcıya yerleştirilen örneklerin 25°C sıcaklıkta ve 24 saat boyunca çalkalanmıştır. Ekstraksiyon tamamlandığında, elde edilen karışım, partiküllerden ayrılmak için kaba filtre kağıdı kullanılarak süzülüş ve çözücü, düşük basınçta 45°C sıcaklıkta bir döner vakum evaporatör (Buchi, Rotavapor, İsviçre) ile uzaklaştırılmıştır. Elde edilen yağda iz miktarda bulunan hekzan 45°C sıcaklıkta bir etüvde buharlaştırılmıştır.

#### Yağ Ekstraksiyon verimi

Farklı yağ ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilen ham meyve yağlarının verimleri aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır (Barbouchi ve ark., 2020):

$$\% \text{ verim} = (m_1/m_2) * 100$$

$m_1$ : Elde edilen ham meyve yağının ağırlığı (g)

$m_2$ : Ham meyvenin başlangıç ağırlığı (g)

#### Aroma Ekstraksiyonu

Ham meyve yağlarının aroma bileşik ekstraksiyonu tepe boşluklu katı faz mikro ekstraksiyon (Headspace solid-phase microextraction, HS-SPME) kullanılarak Kilic-Buyukkurt, (2021) ve Pino ve Barzola-Miranda, (2020)'de belirtilen yöntemler modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon için, 50/30 µm karboksen/divinilbenzen/polidimetilsiloksan (CAR/DVB/PDMS; Supelco, Bellefonte, Pensilvanya, ABD) kaplı erimiş silika fiber kullanılmıştır. Fiber, yaklaşık 1 g ham meyve yağı içeren 20 ml'lik kapaklı bir şişenin üst boşluğuna maruz bırakılmış ve GC enjektör portunda koşullandırılmıştır. Yağ örnekleri 15 dakika boyunca 60°C'de inkübe edilmiş ve bu süre boyunca 250 rpm'de çalkalanmıştır. Bu inkübasyonun sonunda fiber, 250°C'de 5 dakika süreyle (Splitless mode, bölünmemiş mod 0.8 dakika) GC-MS enjektörüne desorbe edilmiştir.

#### Aroma bileşiklerinin GC-MS analizi

Ham meyve yağlarının aroma bileşikleri, gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ile analiz edilmiştir. GC-MS sistemi, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve Agilent 7010B Kütle Dedektörü (Network Mass Selective Detector, MSD) ile donatılmış bir Agilent 7890B gaz kromatografisinden oluşmaktadır. Aroma bileşiklerinin ayırımında DB-Wax kolon (60 m x 0,25 mm, 0,25 µm kalınlık; J&W Scientific, Folsom, CA) kullanılmıştır. Her seferinde toplam 2 µl ekstrakt darbeli bölünmez modda (pulsed splitless mode) 40 psi'de 0.5 dakika süreyle enjekte edilmiştir. FID ve enjektör sıcaklıkları sırasıyla 280 ve 270°C'ye ayarlanmış ve taşıyıcı gaz olan helyumun akış hızı 1.5 ml/dk olarak belirlenmiştir. Fırın sıcaklık programı; önce 5°C/dk hızla 50°C'den 200°C'ye, ardından 8°C/dk hızla 260°C'ye ve 260°C'de 5 dk tutma

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

süresine çıkarılmıştır. MSD, 70 eV'luk elektronik darbe iyonizasyon enerjisi ve m/z 30-300 a.m.u kütle aralığında, 2.0 tarama/s hızında tarama modunda çalıştırılmıştır. GC-MS ara yüzü ve iyonizasyon kaynağı sıcaklıkları sırasıyla 250 ve 180°C'ye ayarlanmıştır. Aroma bileşikleri, kütle spektrumları Wiley 9, NIST 14 kütle spektral veri kütüphaneleri ve alkan standartları (C<sub>8</sub>-C<sub>32</sub>) kullanılarak oluşturulan kütüphane karşılaştırılarak aroma bileşiklerinin tanımlaması yapılmıştır (Keskin ve ark., 2021). Aroma bileşiklerinin miktarı % alan olarak hesaplanmıştır.

### İstatiksel Analiz

Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler SPSS paket program (v.23.0, SPSS Inc., Chicago, IL) yardımıyla tek yönlü Varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ortalamalardaki anlamlı farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi testine göre değerlendirilmiş ve değerler ortalama ± standart hata şeklinde düzenlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

#### Ham meyve yağlarının verimi

Ham meyve yağının elde edilmesinde Soxhlet ve çözücü destekli soğuk ekstraksiyon yöntemleri olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Soxhlet yönteminde 80°C (SH-80) ve 160°C (SH-160) olmak üzere iki farklı sıcaklık kullanılmış ve çözücü destekli soğuk ekstraksiyon (SE) yöntemi ise 25°C oda sıcaklığında uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre elde edilen yağların verimleri Çizelge 1.'de gösterilmiştir. SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağların verimleri sırasıyla %4.69, %4.84 ve %6.99 olarak tespit edilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, farklı ekstraksiyon yöntemlerinin ve uygulama sıcaklıklarının ham meyve yağı verimi üzerine istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) düzeyde etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Soxhlet ve çözücü destekli soğuk ekstraksiyon yöntemlerinin yağ verimleri (%)

	SH-160	SH-80	SE
Ham meyve yağı	%6.99 <sup>a</sup> ± 0.21	%4.84 <sup>b</sup> ± 0.05	%4.69 <sup>b</sup> ± 0.02

Yapılan önceki bir çalışmada, Trabelsi ve ark. (2012) farklı olgunluktaki ham meyve yağ verimlerini incelemişlerdir. Farklı olgunluk aşamalarındaki (tamamen yeşilden kırmızı-yeşil renk olana kadar) ham meyvelerin yağ verimlerinin, çalışmamıza benzer olarak, ortalama %2.16 ila %11.95 arasında değiştiği ve ham meyvelerin yağ içeriğinin hasat zamanının önemli bir fonksiyonu olduğu bildirilmiştir. Yağ veriminin incelendiği bir başka çalışmada ise kırmızı meyvelerin yağ veriminin %11.70 olduğu belirtilmiştir (Charef ve ark., 2008). Bu çalışmada kullanılan yöntem benzer olarak Boudieb ve ark. (2019) Kuzey Cezayir'den topladıkları sakız ağacı kırmızı meyvelerinin yağını çözen destekli soğuk ekstraksiyon yöntemine göre elde etmişlerdir. Buna göre kırmızı meyvelerin yağ veriminin %11.25 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Fas'ın farklı bölgelerinden temin ettikleri olgun meyve yağlarını Soxhlet yöntemi ile elde ettikleri bir çalışmada ise olgun meyvelerin yağ verimlerinin %7.67-21.63 arasında değiştiğini ve meyve yağ verimlerinin örnekleme bölgesinden önemli ölçüde etkilendiğini bildirmişlerdir (Mohand ve ark. 2020). Yapılan literatür taramasına göre ham meyve yağ veriminin bölgelere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeninin meyvelerin farklı olgunluk aşamasında toplanmış olması, yetiştirildiği coğrafya, iklim şartları ve toprak yapısı gibi çeşitli faktörlerden kaynaklı olabileceği değerlendirilmiştir (Chouaibi ve ark., 2020).

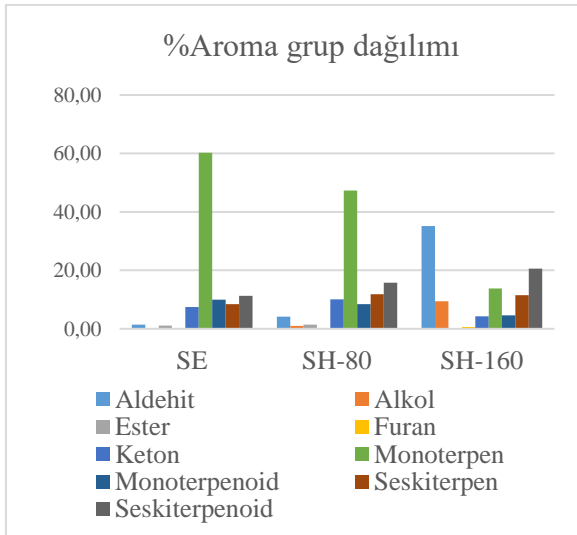
#### Ham meyve yağlarının aroma profili

Farklı ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen ham meyve yağlarının aroma bileşikleri HS-SPME yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve tespit edilen bileşikler Çizelge 2.'de verilmiştir. Buna göre, bütün yağ örneklerinde toplam 56 adet aroma bileşiği saptanmıştır. Yağ örneklerini oluşturan aroma grupları monoterpenler, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenoidler, aldehytler, alkoller, esterler, ketonlar ve furan bileşiklerinden oluşmaktadır. Yağ örneklerinin aroma profilini oluşturan bu aroma gruplarının yüzde olarak dağılımı Şekil 1.'de gösterilmiştir.

SE ile elde edilen yağda 13 adet monoterpen, 13 adet monoterpenoid, 8 adet seskiterpenoid, 5 adet aldehit, 4 adet seskiterpen, 2 adet keton, 1

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

adet alkol ve 1 adet ester olmak üzere toplam 47 bileşik belirlenmiştir. SH-80 ile elde edilen yağda 13 adet monoterpen, 13 adet monoterpenoid, 8 adet aldehit, 7 adet seskiterpenoid, 4 adet seskiterpen, 2 adet keton, 1 adet alkol ve 1 adet ester olmak üzere toplam 49 bileşik tespit edilmiştir. SH-160 ile elde edilen yağda ise 11 adet monoterpen, 9 adet aldehit, 8 adet monoterpenoid, 6 adet seskiterpenoid, 4 adet seskiterpen, 4 adet keton, 2 adet alkol ve 1 adet furan bileşiği olmak üzere toplam 45 bileşik saptanmıştır. Çizelge 2. incelendiğinde en fazla sayıda bileşik SH-80 ile elde edilen yağda belirlenmiş ve en az bileşik ise SH-160 ile elde edilen yağda tespit edilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, farklı ekstraksiyon yöntemlerinin ham meyve yağı aroma profili üzerine genel olarak istatistiksel açıdan önemli ( $p < 0.05$ ) düzeyde etkisinin olduğu saptanmıştır.



Şekil 1. Sakız ağacı ham meyve yağlarının aroma grup dağılımları (%)

### Monoterpenler

SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda en fazla oranda bulunan aroma grubu monoterpenler olarak belirlenmiş ve yağ örneklerinde toplam monoterpen oranları sırasıyla %60.29 ve %47.35 olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Benzer şekilde yapılan önceki çalışmalarda sakız ağacı meyve yağlarının baskın aroma grubunun monoterpenler olduğu bildirilmiştir (Boelens ve Jimenez, 1991; Congiu ve ark., 2002; Ben Khedir ve ark., 2016; Yosr ve ark., 2018; Djebari

ve ark., 2021). SH-160 ile elden yağda ise oldukça düşük bir oranda (%13.82) monoterpen grubu aroma bileşikleri belirlenmiştir. Bütün yağ örnekleri karşılaştırıldığında monoterpenler oranı en fazla olan yağ örneği SE ile elde edilen yağ olarak tespit edilmiştir. SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda monoterpen grubu içerisinde en yüksek orana sahip olan bileşik  $\alpha$ -pinen olarak saptanmış ve bu yağlarda sırasıyla %19.42 ve %14.77 oranlarında tespit edilmiştir. SE ve SH-80 yağlarında kamfen,  $\beta$ -pinen, (*E*)- $\beta$ -osimen,  $\beta$ -osimen ve sitral monoterpen bileşikleri belirlenirken bu bileşikler, SH-160 yağ örneğinde tespit edilememiştir. Bunun nedeninin ekstraksiyon sırasında uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle bileşiklerin kaybolmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma bulgularımıza benzer olarak, Vidrich ve ark. (2004) Toskana'dan (İtalya) topladıkları sakız ağacının meyvelerinden distilasyon yöntemiyle elde ettikleri esansiyel yağların kimyasal kompozisyonunu GC-MS ile incelemişler ve meyvelerinden elde edilen bu esansiyel yağın ana bileşenlerinin  $\alpha$ -pinen (%7.5-11.2), mirsen (%68.2-71.0) ve limonen (%9.6-19.7) olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise sakız ağacı meyvelerinden elde edilen esansiyel yağda 22 bileşiğin tanımlandığını ve meyve esansiyel yağının majör bileşenlerinin limonen (%18.26) ve  $\alpha$ -pinen (%20.46) olduğunu bildirmişlerdir (Bouyahya ve ark., 2019).

### Seskiterpenoidler

SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda monoterpenlerden sonra en fazla oranda bulunan aroma grubu sırasıyla %11.26 ve %15.79 oranlarında bulunan seskiterpenoidlerdir. SH-160 ile elde edilen yağlarda da, diğer iki yağa benzer şekilde %20.61 oranla ikinci en baskın grup olarak belirlenmiştir.  $\gamma$ -Muuroolen bileşiği seskiterpenoidler arasından en fazla oranda bulunan bileşiktir ve SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağlarda sırasıyla %5.61, %8.66 ve %8.45 oranlarında tespit edilmiştir. Bütün yağ örneklerinde toplam 8 adet (ylangen,  $\alpha$ -himahalen, alloaromandendren,  $\gamma$ -muuroolen,  $\alpha$ -muuroolen, kalamenen,  $\alpha$ -kalakoren ve  $\alpha$ -kadinol) seskiterpenoid grubu aroma bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşiklerden ylangen ve  $\alpha$ -

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

himahalen SH-160 ile elde edilen yağlarda tespit edilemezken,  $\alpha$ -kalakoren ise sadece SH-80 ile elde edilen yağda tespit edilememiştir.

### **Monoterpenoidler**

Yağ örneklerinde tespit edilen bir diğer önemli aroma grubu monoterpenoidlerdir. Toplam 13 adet monoterpenoid bileşiği tespit edilmiş ve SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağlarda sırasıyla %9.93, %8.46 ve %4.66 oranlarında belirlenmiştir (Şekil 1). Bu bileşiklerden allosimen, pinokarvon, (*E*)-pinokarveol, *p*-mentha-1(7),8-dien-2-ol ve (*Z*)-karveol sadece SH-160 ile elde edilen yağlarda tespit edilememiştir.

### **Seskiterpenler**

Her üç yöntem kullanılarak elde edilen yağlarda kopaen,  $\beta$ -karyofilen,  $\delta$ -kadinen ve karyofillen oksit olmak üzere toplam 4 adet seskiterpen bileşiği belirlenmiştir. SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağlarda bulunan bu bileşiklerin toplam oranları sırasıyla %8.41, %11.81 ve %11.51 olarak tespit edilmiştir. En baskın seskiterpen bileşiği üç yağ örneğinde de  $\delta$ -kadinen olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Çalışmamıza benzer şekilde Mecherara-Idjeri ve ark. (2008) sakız ağacı olgun meyve yağlarının kimyasal kompozisyonunu inceledikleri çalışmada  $\alpha$ -kopaen,  $\beta$ -karyofilen,  $\delta$ -kadinen ve karyofillen oksit bileşiklerini tespit etmişlerdir.

### **Aldehitler**

SH-160 yağında toplam aroma profilinin %35.17'sini oluşturan ve bu yağda en bol bulunan aroma grubu aldehitler olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Yağ örneğinde aldehit miktarının oldukça fazla olması kokuyu olumsuz etkilediği için istenmeyen bir durumdur. SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda ise aldehitler sırasıyla %1.41 ve %4.16 oranlarında tespit edilmiş ve SH-160 ile elde edilen yağa kıyasla oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. SH-160 yağında en baskın bulunan aldehit %10.42 ile (*E*)-2-dekanal ve ardından %7.86 ile heksanal olarak saptanmıştır. Aldehitlerden, heptanal ve (*Z*)-4-heptenal bileşikleri SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda tespit edilemezken sadece SH-160 ile elde edilen yağlarda belirlenmiştir. Bunlara ek olarak, (*E*)-oktanal, 2-nonenal ve (*E*)-2-dekenal, bileşikleri de sadece SE ile elde edilen yağda tespit edilememiştir.  $\alpha$ -Kampholenal

bileşiği ise sadece SH-160 ile elde edilen yağda saptanamamıştır. Çizelge 2 incelendiğinde genel olarak aldehit bileşiklerinin SH-160 ile elde edilen yağlarda diğer iki yağa kıyasla daha fazla sayıda ve oranda olduğu belirlenmiştir. Düz zincirli aldehitlerin doymamış yağ asitlerinin lipit oksidasyonu sonucu oluştuğu belirtilmekte (Oussou ve ark., 2022) ve bu da yağın sahip olduğu kokuyu olumsuz yönde etkilemektedir. Yağ eldesinde uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle daha fazla oksidasyonun geliştiği ve dolayısıyla aldehit miktarının arttığı düşünülmektedir.

### **Ketonlar**

Yağ örneklerinde 1-okten-3-on, 6-metil-5-hepten-2-on, 2-nonanon ve 2-undekanon olmak üzere toplam 4 adet keton bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşiklerden 1-okten-3-on ve 6-metil-5-hepten-2-on SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda tespit edilemezken sadece SH-160 ile elde edilen yağlarda belirlenmiştir. 2-Nonanon ve 2-undekanon bileşikleri ise üç yağ örneğinde de ortak olarak saptanmıştır. SE, SH-80 ve SH-160 ile elde edilen yağlarda tespit edilen keton bileşiklerinin toplam oranları sırasıyla %7.43, %10.04 ve %4.34 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). En fazla sayıda keton bileşiği SH-160 ile elde edilen yağ içermesine rağmen oldukça düşük bir orana sahiptir. Bütün yağ örneklerinde en yüksek orana sahip keton bileşiği ise 2-undekanon olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Yapılan önceki bir çalışmada 2-undekanon bileşiğinin ise sakız ağacı ham meyve yağının olfaktometrik açıdan önemli bir bileşeni olabileceği bildirilmiştir (Boelens ve Jimenez, 1991).

### **Diğer aroma grupları**

Yağ örneklerinde, yukarıda bahsedilen baskın aroma gruplarının yanı sıra alkol, ester ve furan gibi minör aroma grupları da tespit edilmiştir. Alkollerden 1-okten-3-ol bütün yağ örneklerinde tespit edilirken, 1-pentanol sadece SH-160 ile elde edilen yağda saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada bu bileşiklerin lipit oksidasyonu sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Bir ester bileşiği olan izoamil heksanoat ise SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarda belirlenirken SH-160 ile elde edilen yağda tespit edilememiştir. Benzer

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

şekilde Cezayir'in 8 farklı bölgesinden topladıkları sakız ağacı meyvelerinden elde edilen yağların büyük çoğunluğunda izoamil heksanoat tespit edilmiştir (Mecherara-Idjeri ve ark., 2008). Bir diğer aroma grubu olan furanlardan 2-pentil furan bileşiği sadece SH-160 ile elde edilen yağda tespit edilmiştir. Benzer şekilde iki farklı ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen üzüm çekirdek yağında Soxhlet ekstraksiyonu ile elde edilen yağda 2-pentil furan bileşiğinin belirlendiği bildirilmiştir (Sevindik ve ark., 2022). Bunun nedeninin ekstraksiyon sırasında uygulanan yüksek sıcaklık uygulaması nedeniyle lipit oksidasyonundan oluştuğu düşünülmektedir (Wang ve ark., 2017). Ayrıca bu bileşiğin oluşumunun sadece lipit oksidasyonundan değil aynı zamanda Strecker bozunmasından ve Maillard reaksiyonlarından da kaynaklandığı belirtilmiştir (Ho ve ark., 2007; Sevindik ve ark., 2022).

### Sonuç

Farklı ekstraksiyon metotları kullanılarak sakız ağacı ham meyvelerinin yağları elde edilmiş ve bu yağların yağ verimleri ile aroma profilleri karşılaştırılmıştır. Farklı ekstraksiyon tekniklerinin sakız ağacı meyvesinin yağ ve aroma profili üzerine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. SE ve SH-80 ile elde edilen yağların verimleri benzer iken SH-160 ile elde edilen yağın verimi diğer iki yönteme göre daha yüksek çıkmıştır. SE ve SH-80 ile elde edilen yağlarında baskın aroma grubu monoterpenler iken SH-160 ile elde edilen yağda ise aldehitler olarak belirlenmiştir. Ayrıca, en az sayıda aroma

bileşiğinin yine SH-160 ile elde edilen yağlarda belirlendiği tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen bir diğer önemli sonuç ise yağ ekstraksiyonu sırasında uygulanan yüksek sıcaklığın yağın aroma profiline olumsuz etkisi olmuştur. Uçucu halde bulunan bazı önemli aroma bileşikleri SH-160'da uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle oranı azalmış, kaybolmuş veya başka bileşiklere dönüşmüş olabilir. Ham meyve yağı için önemli ve temel bir aroma grubu olan monoterpenler SE ile elde edilen yağda en fazla oranda bulunurken bu oran yüksek sıcaklığın uygulandığı SH-160'da oldukça azalmıştır. Bunun yanı sıra uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle SH-160 ile elde edilen yağda bir adet furan bileşiği de oluşmuştur. Bu sonuçlar ışığında çözgen destekli soğuk ekstraksiyon yönteminin sakız ağacı meyve yağının aroma profilinin belirlenmesinde etkili yöntem olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, aroma bileşiklerinin incelendiği çalışmalarda uçucu halde bulunan aroma bileşiklerinin Soxhlet gibi yüksek sıcaklık uygulanan yöntemlerde aroma bileşiklerinin kaybına neden olabilmektedir. Bu nedenle uygulanan ekstraksiyon yöntemlerinde daha düşük sıcaklıkların uygulanabileceği çözücü destekli soğuk ekstraksiyon gibi çeşitli yöntemler tercih edilmelidir.

### Teşekkür

Bu çalışma Özlem Kılıç Büyükkurt'un doktora tezinden üretilmiş olup, Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi (FDK-2020-12813) ve TÜBİTAK 1002-B Hızlı Destek (222O036) tarafından desteklenmiştir.

Çalışmada, örneklerin temin edilmesini sağlayan Mustafa ÖZER'e teşekkür ederiz.

**Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi**

Çizelge 2. Farklı ekstraksiyon yöntemleri elde edilen ham meyve yağlarının aroma profilleri

No	LRI <sup>1</sup>	Bileşik	SE % Alan	SH-80 % Alan	SH-160 % Alan	Tanımlama <sup>2</sup>
1	979	Pentanal	0.20 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.38 ± 0.10 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
2	1011	<i>α</i> -Pinen	19.42 ± 1.37 <sup>a</sup>	14.77 ± 1.04 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.03 <sup>c</sup>	LRI, MS, std
3	1057	Kamfen	0.73 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.36 ± 0.03 <sup>b</sup>	-	LRI, MS, std
4	1078	Hekzanal	0.3 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.01 ± 0.07 <sup>b</sup>	7.86 ± 0.56 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
5	1096	<i>β</i> -Pinen	14.44 ± 1.02 <sup>a</sup>	10.31 ± 0.73 <sup>b</sup>	-	LRI, MS, std
6	1161	3-Carene	1.36 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.78 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.01 <sup>c</sup>	LRI, MS, std
7	1167	<i>β</i> -Mirsen	0.65 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.74 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>b</sup>	LRI, MS, std
8	1186	Heptanal	-	-	0.64 ± 0.05	LRI, MS, std
9	1196	D-Limonen	8.93 ± 0.63 <sup>a</sup>	7.62 ± 0.54 <sup>a</sup>	2.60 ± 0.18 <sup>b</sup>	LRI, MS, std
10	1212	<i>β</i> -Felandren	7.69 ± 0.54 <sup>a</sup>	6.24 ± 0.44 <sup>b</sup>	2.88 ± 0.20 <sup>c</sup>	LRI, MS, std
11	1220	( <i>Z</i> )-4-Heptenal	-	-	0.39 ± 0.03	LRI, MS, std
12	1231	Furan, 2-pentil-	-	-	0.46 ± 0.03	LRI, MS, std
13	1242	( <i>E</i> )- <i>β</i> -Ocimen	0.51 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.51 ± 0.04 <sup>a</sup>	-	LRI, MS, std
14	1241	1-Pentanol	-	-	0.85 ± 0.06	LRI, MS, std
15	1251	<i>γ</i> -Terpinen	0.90 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.59 ± 0.04 <sup>c</sup>	1.41 ± 0.10 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
16	1252	<i>β</i> -Osimen	1.20 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.30 ± 0.09 <sup>a</sup>	-	LRI, MS, std
17	1265	<i>p</i> -Simen	4.11 ± 0.29 <sup>b</sup>	3.83 ± 0.27 <sup>b</sup>	5.84 ± 0.41 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
18	1287	Oktanal	-	0.51 ± 0.04 <sup>b</sup>	4.23 ± 0.30 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
19	1290	1-Okten-3-on	-	-	1.39 ± 0.10	LRI, MS, std
20	1339	6-metil-5-Hepten-2-on	-	-	0.70 ± 0.05	LRI, MS, std
21	1372	Allo-osimene	0.25 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.02 <sup>a</sup>	-	LRI, MS, std
22	1386	2-Nonanon	3.06 ± 0.22 <sup>a</sup>	3.42 ± 0.24 <sup>a</sup>	0.14 ± 0.01 <sup>b</sup>	LRI, MS, std
23	1396	Nonanal	0.28 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.58 ± 0.04 <sup>b</sup>	4.94 ± 0.35 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
24	1424	( <i>E</i> )-2-Oktenal	0.26 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.39 ± 0.03 <sup>b</sup>	4.37 ± 0.31 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
25	1456	1-Okten-3-ol	0.21 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.95 ± 0.07 <sup>b</sup>	8.59 ± 0.61 <sup>a</sup>	LRI, MS, tent
26	1453	İzoamil heksanoat	1.06 ± 0.08 <sup>b</sup>	1.43 ± 0.10 <sup>a</sup>	-	LRI, MS, std
27	1447	<i>α</i> -Kampholenal	0.36 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.01 <sup>b</sup>	-	LRI, MS, tent
28	1460	Ylangen	0.66 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.79 ± 0.06 <sup>a</sup>	-	LRI, MS, std
29	1475	Kopaen	2.14 ± 0.15 <sup>a</sup>	2.57 ± 0.18 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.02 <sup>b</sup>	LRI, MS, std
30	1532	2-Nonenal, ( <i>E</i> -)	-	0.17 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.94 ± 0.07 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
31	1561	Pinokarvon	1.42 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.07 <sup>b</sup>	-	LRI, MS, std
32	1585	<i>β</i> -Karyofilen	4.37 ± 0.31 <sup>b</sup>	6.63 ± 0.47 <sup>a</sup>	2.11 ± 0.15 <sup>c</sup>	LRI, MS, std
33	1610	2-Undekanon	0.38 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.52 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.02 <sup>c</sup>	LRI, MS, tent
34	1612	Mirtenal	0.61 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.55 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.31 ± 0.02 <sup>b</sup>	LRI, MS, std
35	1643	( <i>E</i> )-2-Dekenal,	2.13 ± 0.15 <sup>a</sup>	1.66 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.47 ± 0.03 <sup>c</sup>	LRI, MS, std
36	1651	( <i>E</i> )-Pinokarveol	-	1.16 ± 0.08 <sup>b</sup>	10.42 ± 0.74 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
37	1655	<i>α</i> -Himahalen	1.12 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.06 <sup>b</sup>	-	LRI, MS, std
38	1660	Alloaromandendren	0.56 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.04 <sup>a</sup>	-	LRI, MS, std
39	1663	( <i>Z</i> )-Verbenol	0.94 ± 0.07 <sup>b</sup>	1.67 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.10 ± 0.08 <sup>b</sup>	LRI, MS, std
40	1666	Sitral	0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.01 <sup>b</sup>	-	LRI, MS, std
41	1669	( <i>E</i> )-Verbenol	0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>a</sup>	LRI, MS, std



## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

42	1680	$\alpha$ -Terpineol	0.24 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.17 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.49 ± 0.18 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
43	1685	$\alpha$ -Terpinil asetat	5.61 ± 0.40 <sup>b</sup>	8.66 ± 0.61 <sup>a</sup>	8.45 ± 0.60 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
44	1690	$\gamma$ -Muurolen	0.30 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.22 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.46 ± 0.10 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
45	1691	Piperiton	1.16 ± 0.08 <sup>b</sup>	1.74 ± 0.12 <sup>a</sup>	0.57 ± 0.04 <sup>c</sup>	LRI, MS, std
46	1714	D-Karvon	0.66 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.35 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.19 ± 0.01 <sup>c</sup>	LRI, MS, std
47	1720	$\alpha$ -Muurolen	1.33 ± 0.09 <sup>c</sup>	1.95 ± 0.14 <sup>b</sup>	3.85 ± 0.27 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
48	1749	$\delta$ -Kadinen	5.61 ± 0.40 <sup>b</sup>	8.66 ± 0.61 <sup>a</sup>	8.45 ± 0.6 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
49	1763	Mirtenol	1.11 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.78 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>c</sup>	LRI, MS, std
50	1797	<i>p</i> -Mentha-1(7),8-dien-2-ol	0.31 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.02 <sup>a</sup>	-	LRI, MS, tent
51	1816	( <i>Z</i> )-Karveol	0.34 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.28 ± 0.02 <sup>b</sup>	-	LRI, MS, std
52	1836	Kalamenen	0.94 ± 0.07 <sup>c</sup>	2.12 ± 0.15 <sup>b</sup>	6.77 ± 0.48 <sup>a</sup>	LRI, MS, tent
53	1901	$\alpha$ -Kalakoren	0.28 ± 0.02 <sup>a</sup>	-	0.21 ± 0.01 <sup>b</sup>	LRI, MS, tent
54	1953	Karyofillen oksit	0.36 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.37 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.31 ± 0.09 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
55	2189	Karvakrol	0.16 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.14 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	LRI, MS, std
56	2224	$\alpha$ -Kadinol	0.94 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.08 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.23 ± 0.02 <sup>b</sup>	LRI, MS, std

<sup>1</sup>LRI: Alikonma indeks değerleri DB-Wax kolona göre yapılmıştır.

% Alan: Alan değerleri 2 ekstraksiyondan elde edilen verilerin ortalamasıdır. Bileşiklerin standart sapma değerleri %10'un altındadır.

<sup>2</sup>Tanımlama: MS (kütle spektrometresi kütüphanesi), Std (Standart kimyasal madde), LRI (Alikonma indeksi), Tent: MS ile Tentatif tanımlama

### Kaynaklar

- Amhamdi, H., Aouinti, F., Wathélet, J.P., Elbachiri, A. (2009). Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from eastern Morocco. *Records Nat Prod* 3(2): 90–95.
- Bampouli, A., Kyriakopoulou, K., Papaefstathiou, G., Louli, V., Krokida, M., Magoulas, K. (2014). Comparison of different extraction methods of *Pistacia lentiscus* var. chia leaves: Yield, antioxidant activity and essential oil chemical composition. *J Appl Res Med Aromat Plant* 1(3): 81–91.
- Barbouchi, M., Elamrani, K., El Idrissi, M., Choukrad, M. (2020). A comparative study on phytochemical screening, quantification of phenolic contents and antioxidant properties of different solvent extracts from various parts of *Pistacia lentiscus* L., *J King Saud Univ Sci* 32(1): 302-306.
- Ben Khedir, S., Mzid, M., Bardaa, S., Moalla, D., Sahnoun, Z., Rebai, T. (2016). In Vivo Evaluation of the Anti-Inflammatory Effect of *Pistacia lentiscus* Fruit Oil and Its Effects on Oxidative Stress. *Evidence-Based Complement Altern Med* 12.
- Ben Youssef, E.H., Charchari, S., Nacer-Bey, N., Benyoussef, E.H., Charchari, S., Nacer-Bey, N. (2005). The essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. *J Essent Oil Res* 17: 642–644.
- Boelens, M. H., ve Jimenez, R., 1991. Chemical Composition of the Essential Oils from the Gum and from Various Parts of *Pistacia lentiscus* L. (Mastic Gum Tree). *Flavour Fragrance J* 6: 271-275.
- Boudieb, K., Ait Slimane-Ait Kaki, S., Amellal-Ciibane, H. (2019). Effect of Maturation Degree on the Fixed Oil Chemical Composition, Phenolic Compounds, Mineral Nutrients and Antioxidant Properties of *Pistacia lentiscus* L. Fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3): 836–847.

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

- Bouyahya, A., Chadon Asseman, I.C., Mouzount, H., Bourais, I., Et-Touys, A., Fellah, H., Benjouad, A., Dakka, N., Bakri, Y. (2019). Could volatile compounds from leaves and fruits of *Pistacia lentiscus* constitute a novel source of anticancer, antioxidant, antiparasitic and antibacterial drugs? *Ind Crop Prod* 128: 62–69.
- Castola, V., Bighelli, A., Casanova, J. (2000). Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Corsica. *Biochem Syst Ecol* 28: 79–88.
- Chaabani, E., Vian, M.A., Bott, R., Ginies, C., Defoort, C., Ksouri, R., Chemat, F. (2020). Extraction of aromas from *Pistacia lentiscus* L. leaves using alternative solvents: COSMO-RS-assisted solvent screening and GC-MS metabolites profiling, *Sep Sci Technol* 55:4, 716-727.
- Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M., Stocker, P. (2008). Determination of the fatty acid composition of acorn (quercus), *Pistacia lentiscus* seeds growing in Algeria, *J Am Oil Chem Soc* 85(10): 921-924.
- Chouaibi, M., Rezig, L., Gaout, N., Daoued, K. B., Msaada, K., Hamdi, S. (2020). Green Technology, Bioactive Compounds, Functionality, and Applications, Cold pressed *Pistacia lentiscus* seed oils. *Cold Press Oil* 373–384.
- Congiu, R., Falconieri, D., Marongiu, B., Piras, A., Porcedda, S. (2002). Extraction and isolation of *Pistacia lentiscus* L. essential oil by supercritical CO<sub>2</sub>. *Flavour Fragrance J* 17(4): 239–244.
- Daoued, K. B., Chouaibi, M., Gaout, N., Haj, O.B., Hamdi, S. (2016). Chemical composition and antioxidant activities of cold pressed lentisc (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. *Rivista Italiana delle Sostanze Grass*, 93(1): 31–38.
- Derwich, E., Manar, A., Benziane, Z., Boukir, A. (2010). GC/MS Analysis and In vitro Antibacterial Activity of the Essential Oil Isolated from Leaf of *Pistacia lentiscus* Growing in Morocco. *World Appl Sci J* 8 (10): 1267-1276.
- Djebari, S., Wrona, M., Boudria, A., Salafranca, J., Nerin, C., Bedjaoui, K., Madani, K. (2021). Study of bioactive volatile compounds from different parts of *Pistacia lentiscus* L. extracts and their antioxidant and antibacterial activities for new active packaging application. *Food Control* 120: 107514.
- Dob, T., ve Dahmane, D., 2006. Chemical Composition of the Essential Oils of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. *J Essent Oil Res* 18: 335-338
- Douissa, F. B., Haydar, N., Ghedira, L., Hammami, M., Ghedira, K., Mariotte, A. M. (2005). New study of the essential oil from leaves of *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae) from Tunisia. *Flavour Fragr J* 20: 410–414.
- Gardeli, C., Vassiliki, P., Athanasios, M., Kibouris, T., Komaitis, M. (2008). Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food Chem* 107: 1120–1130.
- Ho, C.W., Aida, W.W., Maskat, M.Y., Osman, H. (2007). Changes in volatile compounds of palm sap (*Arenga pinnata*) during the heating process for production of palm sugar. *Food Chem* 102(4): 1156–1162.
- Keskin, M., Guclu, G., Sekerli, Y.E., Soysal, Y., Selli, S., Kelebek, H. (2021). Comparative assessment of volatile and phenolic profiles of fresh black carrot (*Daucus carota* L.) and powders prepared by three drying methods. *Sci Horti* 287: 110256.
- Kilic-Buyukkurt, O. (2021). Characterization of aroma compounds of cold-pressed avocado oil using solid-phase microextraction techniques with gas

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

- chromatography–mass spectrometry. *J Raw Mater Process Foods* 2: 1-7.
- Mecherara-Idjeri, S., Hassani, A., Castola, V., ve Casanova, J. (2008). Composition and Chemical Variability of the Essential Oil from *Pistacia lentiscus* L. Growing Wild in Algeria Part I: Leaf Oil. *J Essent Oil Res* 20(1): 32-38.
- Mezni, F., Maaroufi, A., Msallem, M., Boussaid, M., Khouja, M. L., ve Khaldi, A. (2012). Fatty acid composition, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. fruit oils. *J Med Plant Res* 6(39): 5266-5271.
- Mezni, F., Slama, A., Ksouri, R., Hamdaoui, G., Khoujaa, M. L., Khaldi, A. (2018). Phenolic profile and effect of growing area on *Pistacia lentiscus* seed oil. *Food Chem* 257: 206-210.
- Milia, E., Bullitta, S.M., Mastandrea, G., Szotáková, B., Schoubben, A., Langhansová, L., Quartu, M., Bortone, A., Eick, S. (2021). Leaves and Fruits Preparations of *Pistacia lentiscus* L.: A Review on the Ethnopharmacological Uses and Implications in Inflammation and Infection. *Antibiot*, 10(4): 425.
- Mohand, B. A., El Antari, A., Benkhalti, F. (2020). Chemical Composition of *Pistacia lentiscus* Seeds' Oil from Moroccan High Atlas Mountain, *Food Qual* 2020:1-5.
- Nahida, S., Ansari, H., Siddiqui, A.N. (2012). *Pistacia Lentiscus*: A Review On Phytochemistry and Pharmacological Properties. *International J Pharm Pharm Sci* 4(4): 16-20.
- Negro, C., De Bellis, L., Miceli, A. (2015). Chemical composition and antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* essential oil from Southern Italy (Apulia). *J Essent Oil Res* 27(1): 23-29.
- Oussou, K. F., Guclu, G., Sevindik, O., Starowicz, M., Kelebek, H., Selli, S. (2022). Comparative Elucidation of Aroma, Key Odorants, and Fatty Acid Profiles of Ivorian Shea Butter Prepared by Three Different Extraction Methods. *Sep* 9: 245.
- Paraschos, S., Magiatis, P., Gousia, P., Economou, V., Sakkas, H., Papadopoulou, C., Skaltsounis, A. L., (2011). Chemical investigation and antimicrobial properties of mastic water and its major constituents. *Food Chem* 129(3): 907–911.
- Pino, J.A., Barzola-Miranda, S.E. (2020). Characterization of odor-active compounds in pechiche (*Vitex cymosa* Bertero ex Speng) fruit. *J Raw Mater Process Foods* 1(2): 33-39.
- Rallo, L., Díez, C.M., Morales-Sillero, A., Miho, H., Priego-Capote, F., Rallo, P. (2018). Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors. *Sci Horti* 233:491-509.
- Sehaki, C., Jullian, N., Choque, E., Dauwe, R., Xavier Fontaine, J., Molinie, R., Ayati, F., Fernane, F., Gontier, E. (2022). Profiling of Essential Oils from the Leaves of *Pistacia lentiscus* Collected in the Algerian Region of Tizi-Ouzou: Evidence of Chemical Variations Associated with Climatic Contrasts between Littoral and Mountain Samples. *Molecules* 27: 4148.
- Sevindik, O., Selli, S. (2017). Üzüm Çekirdek Yağı Eldesinde Kullanılan Ekstraksiyon Yöntemleri. *Gıda* 42(1): 95-103.
- Sevindik, O., Kelebek, H., Rombolà, A.D., Selli, S. (2022). Grape seed oil volatiles and odour activity values: a comparison with Turkish and Italian cultivars and extraction methods. *J Food Sci Technol* 59: 1968–1981.
- Trabelsi, H., Cherif, O. A., Sakouhi, F., Villeneuve, P., Renaud, J., Barouh, N., Boukhchin, S., Mayer, P. (2012). Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L.

## Farklı Yağ Ekstraksiyon Metotlarının Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Meyve Yağı Aroma Profili Üzerine Etkisi

- growing wild in Tunisia. *Food Chem* 131(2): 434–440.
- Trabelsi, H., Renaud, J., Herchi, W., Boukhchina, S., Mayer, P. (2015). Triacylglycerols and aliphatic alcohols from fruits of three Tunisian *Pistacia lentiscus* populations. *J Sci Food Agric* 95(10): 2028–2032.
- Yosr, Z., Yahya Imen, B. H., Rym, J., Chokri, M., Mohamed, B. (2018). Sex-related differences in essential oil composition, phenol contents and antioxidant activity of aerial parts in *Pistacia lentiscus* L. during seasons. *Ind Crop Prod* 121: 151–159.
- Vidrich, V., Fusi, P., Graziano, A., Silvestrini, E., Michelozzi, M., Marco, F. (2004). Chemical Composition of the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* L.. *J Essent Oil Res* 16(3): 223-226.
- Wang, D., Duan, C. Q., Shi, Y., Zhu, B. Q., Javed, H. U., Wang, J. (2017). Free and glycosidically bound volatile compounds in sun-dried raisins made from different fragrance intensities grape varieties using a validated HS-SPME with GC–MS method. *Food chem* 228, 125-135.