

Mentha spicata L. ve *Mentha piperita* L.
TÜRLERİNİN UÇUCU YAĞ
KOMPOZİSYONLARI, BİYOLOJİK
AKTİVİTELERİ ve UYGULAMA ALANLARI



İbrahim CANBEY

ISBN: 978-625-5923-66-0

Ankara -2025

***Mentha spicata* L. ve *Mentha piperita* L. TÜRLERİNİN
UÇUCU YAĞ KOMPOZİSYONLARI, BİYOLOJİK
AKTİVİTELERİ ve UYGULAMA ALANLARI**

YAZAR

İbrahim CANBEY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği A. D.
Bursa, Türkiye

ibrahim.canbey.gmuh@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-2568-0885

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15683301>



Copyright © 2025 by UBAK publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by

any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. UBAK International Academy of Sciences Association

Publishing House®

(The Licence Number of Pubicator: 2018/42945)

E mail: ubakyayinevi@gmail.com

www.ubakyayinevi.org

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

UBAK Publishing House – 2025©

ISBN: 978-625-5923-66-0

June/ 2025

Ankara / Turkey

ÖNSÖZ

Nane türleri (*Mentha* spp.), uçucu yağ içeren, ekonomik ve biyolojik değeri yüksek, tıbbi ve aromatik bitkiler topluluğudur. Türe ve birçok parametreye göre değişmekle birlikte uçucu yağlarında genel olarak mentol, menton, karvon vb. bileşikleri içeren nane türleri, farklı biyolojik özellikler (antimikrobiyal, antioksidan, antienflamatuvar vb.) sergilerler ve gıda, içecek, kozmetik ve ilaç endüstrileri gibi çeşitli alanlarda yaygın şekilde değerlendirilirler. Bunun yanı sıra halk hekimliğinde iştahsızlık, bulantıyı kesme, ateş, baş ağrısı vb. durumlarda geleneksel olarak kullanılmaktadır.

Bilimsel çalışmaların ışığında oluşturulmuş bir araştırma-inceleme niteliği taşıyan bu kitapta; ekonomik ve biyolojik değeri çok yüksek olan *Mentha spicata* L. ve *Mentha piperita* L. türlerinin uçucu yağ kompozisyonları, biyoaktif bileşikleri, biyolojik aktiviteleri ve kullanım alanları üzerinde önemli bilgiler sunulmuştur. Bu kapsamda; kitabın, farklı alanlardaki meslek kollarına (eczacılık, tıp, gıda ve ziraat mühendislikleri vb.) hitap edebileceği ve gelecekte yapılacak multidisipliner bilimsel çalışmalar için yol gösterici bir kaynak olabileceği kanaatindeyim.

17/06/2025

İbrahim CANBEY
Gıda Yüksek Mühendisi

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	3
GİRİŞ	6
1. NANE (<i>Mentha spp.</i>) BİTKİSİNİN ve UÇUCU YAĞININ GENEL ÖZELLİKLERİ, BİYOLOJİK ETKİLERİ ve KULLANIM ALANLARI	8
1.1. Mentol.....	14
1.1.2. Menton ve karvon.....	19
1.1.3. Linalool.....	21
1.1.4. Limonen	24
1.1.5. Piperiton.....	26
1.1.6. Pulegon	29
2. <i>Mentha spicata</i> L. TÜRÜNÜN UÇUCU YAĞ BİLEŞENLERİ, BİYOLOJİK ETKİLERİ ve YARARLANILDIĞI FARKLI ALANLAR.....	32
3. <i>Mentha piperita</i> L. TÜRÜNÜN UÇUCU YAĞ BİLEŞENLERİ, BİYOLOJİK ETKİLERİ ve YARARLANILDIĞI FARKLI ALANLAR.....	39
SONUÇ ve ÖNERİLER	48
KAYNAKÇA.....	51

***Mentha spicata* L. ve *Mentha piperita* L. TÜRLERİNİN UÇUCU YAĞ KOMPOZİSYONLARI, BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ ve UYGULAMA ALANLARI**

İbrahim CANBEY

GİRİŞ

Lamiaceae (Labiatae), birçok tıbbi ve aromatik bitkiyi bünyesinde barındıran çok önemli bir familyadır (Détár ve diğ., 2020; Hudz ve diğ., 2020; Shanaida ve diğ., 2021). Bu familya, tek veya çok yıllık, çalimsı veya yarı odunsu (üst kısımları otsu iken, alt bölgeleri odunsu yapıda olan) yapıdaki bitkileri içerir. Gıda, ilaç ve tıp alanlarında kullanılan birçok aromatik bitki, Lamiaceae ailesine aittir (Giménez-Santamarina ve diğ., 2022). Bu kapsamda, Labiatae familyasına mensup olan nane, bünyesinde uçucu yağ (UY) barındıran hoş kokulu aromatic bir bitki olarak önem kazanmaktadır (Dorman ve diğ., 2003; Okut ve diğ., 2017). Dünyanın neredeyse her yerinde UY'ı bakımından bilinen ve popüler olan (Gracindo ve diğ., 2006), ülkemizde de tıbbi ve aromatik bitki olarak değerlendirilen nane türleri (*Mentha* spp.), halk arasında farklı şekillerde kullanılmaktadır (Yeşil ve Kara, 2014). Bileşiminde bulunan birçok önemli biyoaktif bileşik sayesinde *Mentha* spp., farklı kullanım alanlarında (geleneksel halk hekimliğinde, gıda ve kozmetik endüstrilerinde, parfümeri ve temizlik ürünlerinde, diş macunlarında, kokulu mendillerde vb.) değerlendirilmektedir. Ayrıca kendine has aromatik yapısıyla özdeşleşen nane bitkisinin yaprakları, taze veya kurutulmuş olarak

baharat şeklinde, gıdalara tat ve aroma vermek amacıyla veya çay (nane-limon vb.) olarak kullanılmaktadır (Gracindo ve diğ., 2006; Hadjlaoui ve diğ., 2009; Baydar, 2016; Yousefian ve diğ., 2023). Bundan başka, nane türlerinden elde edilen UY, birçok kullanım olanağına sahip olup ağız ve diş sağlığı ürünlerinde ve kokularda-parfümlerde değerlendirilmektedir (Gracindo ve diğ., 2006; Maurya ve diğ., 2024).

Nane türlerinin UY'ında genel olarak mentol (menthol), menton (menthone), karvon (carvone), limonen (limonene), linalool, mentil asetat (menthyl acetate), piperiton (piperitone), pulegon (pulegone) vb. bileşikler bulunmaktadır. Bu bileşikler, farklı alanlarda (şekerleme, parfümeri, sigara vb.) kullanılarak ve birtakım biyolojik özellikler sergileyerek (anestezik, antiseptik, karminatif, midevi vb.) nane bitkisinin ve UY'ının ticari değerini arttırmaktadır (Gracindo ve diğ., 2006; Yousefian ve diğ., 2023; Maurya ve diğ., 2024).

Bu kitapta, *Mentha* türlerinin genel morfolojik ve kimyasal özellikleri, UY içerikleri, biyolojik etkileri ve kullanım alanları hakkında kapsamlı bilgiler sunulmuştur. Özellikle tıbbi ve aromatik açıdan büyük öneme sahip olan *Mentha spicata* L. ve *Mentha piperita* L. türlerinin UY bileşenleri, çeşitli biyolojik aktiviteleri ve kullanım potansiyelleri ayrıntılı bir biçimde ele alınmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, nane bitkisinin; çok yönlü yapısı sayesinde gelecekte farklı disiplinlerde gerçekleştirilecek bilimsel araştırmalar için değerli bir doğal kaynak olabileceği vurgulanmıştır.

1. NANE (*Mentha* spp.) BİTKİSİNİN ve UÇUCU YAĞININ GENEL ÖZELLİKLERİ, BİYOLOJİK ETKİLERİ ve KULLANIM ALANLARI

Tıbbi ve aromatik bitkiler grubunda değerlendirilen nane (*Mentha* spp.); sürüncü gövdeli, hızlı büyüyen, genellikle geniş yelpazede tarımsal iklim koşullarını tolere edebilen, çok yıllık, otsu bir bitki (Khanuja ve diğ., 2000; Okut, ve diğ., 2017) olup UY verimindeki değerler, çevresel faktörler ile yetiştirildiği bölgelere ve yöntemlere göre varyasyon gösterir (Yeşil ve Kara, 2014; Fazili ve diğ., 2020). Ülkemizde de farklı türleri bulunan nane, geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle taze veya kurutulmuş ve öğütülmüş baharat şeklinde yemeklerin yanında veya yemek çeşitlerinin (çorba çeşitleri, sebze ve et yemekleri vb.) içerisine katılarak, turşularda, salatalarda ve kurutulmuş çay şeklinde tüketilmektedir (Gracindo ve diğ., 2006; Kocabıyık ve diğ., 2008; Hadjlaoui ve diğ., 2009; Baydar, 2016). Nane çayı infüzyonları, eski çağlardan beri migren, gastrointestinal sistem ve üst solunum yolu hastalıkları gibi farklı rahatsızlıkların geleneksel tedavisinde kullanılmıştır (Ćavar Zeljković ve diğ., 2022). Bunlara ilaveten nane bitkisinden sağlık sektöründe; antiseptik, yatıştırıcı, serinletici ve bulantıyı giderici veya önleyici özellikleri sayesinde çeşitli farmasötik ürünlerin formülasyonunda faydalanılmaktadır. Nane bitkisinden elde edilen ve mentol bakımından zengin olan esansiyel yağ, mide bulantısı ve ağrılarına karşı olumlu etkileri sayesinde özellikle sakız ve nane aromalı şekerleme üretiminde yaygın olarak tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra parfümeri, diş macunu, losyon, krem ve sabun gibi kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinin üretiminde de önemli bir hammadde olarak

değerlendirilmektedir (Baydar, 2005; Nascimento ve diğ., 2009; Polatcı ve Aksüt, 2022).

Nane bitkisinin yaş formu; kimyasal ve fiziksel özellikleri ile besin değerlerini uzun süre koruyarak taze biçimde muhafaza edilememektedir. Bu durum, geniş kullanım alanlarına sahip olan nanein kurutulmasını zorunlu kılmaktadır. Kurutma işlemi sırasında, bitkinin su içeriği, belirli bir seviyeye indirgenerek enzim ve mikroorganizma aktivitelerin hızı düşürülmekte veya tamamen durdurulmaktadır. Bu süreç, ürünün raf ömrünü uzatarak uzun süreli saklanmasını mümkün kılmaktadır. Aynı zamanda, bitkinin aroma, renk ve diğer kalite göstergeleri de muhafaza edilmektedir. Nane, geleneksel olarak güneş veya gölge altında doğal yöntemlerle ya da sıcak hava sirkülasyonu sağlayan cihazlar kullanılarak kurutulabilmektedir (Polatcı ve Aksüt, 2022). Ancak, kurutma süreci sırasında ürünün kalitesini olumsuz yönde etkileyebilecek bazı fiziksel ve kimyasal bozulmalar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle, kurutma sırasında oluşabilecek kalite kayıplarını en aza indirmek amacıyla uygun kurutma yöntemlerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Kurutma işlemi takiben nane, yaygın olarak öğütülerek tüketime hazır hale getirilir. Bununla birlikte öğütme işlemi, özellikle uçucu bileşenlerin kaybı açısından ayrıca bir risk oluşturmaktadır. Bundan dolayı nane, kurutulduktan ve öğütüldükten sonra uçucu bileşiklerinin oksidasyonunu ve nem alımını engelleyecek şekilde, ışık geçirmeyen kapalı kaplarda ve güneş ışığından uzak ortamlarda muhafaza edilmelidir (Şekil 1) (Roige ve diğ., 2009; Prakash ve diğ., 2011; Gürel ve diğ., 2016; Onwude ve diğ., 2016; Guiné, 2018). Taze

formda olan nane bitkisi ise; mümkünse, etrafı bir bez veya kağıt benzeri bir materyal ile sarılarak terlemeyecek şekilde soğutuculu ortamda saklanmalıdır (Tchiegang ve Mbougueng, 2005; Roige ve diğ., 2009; Prakash ve diğ., 2011; Kılıçhan ve Çalhan, 2015).



Şekil 1: Kurutulmuş ve öğütülmüş nane bitkisinin kapaklı cam kapta muhafazası

Nane bitkisi, ekstrakt ve UY formlarında insanlar için geniş bir yelpazede faydalı biyolojik aktiviteler sergiler (Ćavar Zeljković ve diğ., 2021). Nane birçok önemli biyoktif bileşiği (pulegon, menton, mentol, karvon, 1,8-sineol, limonen, β -karyofilen vb.) bünyesinde barındırmaktadır (Singh ve Pandey, 2018). Bu sayede, aromatik özelliklerinin yanı sıra birçok önemli biyolojik fonksiyona da sahiptir. *Mentha* türlerinin biyolojik ve farmakolojik etkilerinin çoğu, özellikle uçucu yapıdaki oksijenli monoterpenler olan p-mentan ile karvon ve bunların türevleriyle ilişkilidir. Bu biyoaktif bileşikler, farklı nane türlerinin karakteristik aroması ve tadından sorumludur (Ćavar Zeljković ve diğ., 2021). Bunlara ilaveten, tıbbi ve ticari yönden önemli bir bitki olan nanenin; adet hızlandırıcı, ağrı kesici, antienflamatuvar, antispazmodik, karminatif, kusmayı önleyici, soğuk

algınlığına karşı koruyucu, terletici (diyaforetik) ve uyarıcı (stimulan) etkileri bulunmaktadır ve tüm bu etkileri sayesinde halk arasında (geleneksel halk tıbbı/hekimliği) birtakım sağlık problemlerinde ve bazı rahatsızlıklarda kullanılmaktadır (Şekil 2) (Cowan, 1999; Moreno ve diğ., 2002; Hadjlaoui ve diğ., 2009; Baydar, 2016; Abu Isha ve diğ., 2018).



Şekil 2: Nananın halk hekimliğinde kullanımları

Kaynaklar: Cowan, 1999; Moreno ve diğ., 2002; Hadjlaoui ve diğ., 2009; Baydar, 2016; Abu Isha ve diğ., 2018.

Bu özelliklerinin yanı sıra *Mentha* türlerinin hem antimikrobiyal ve antioksidan etkileri hem de tat ve koku gibi duyuşal özellikleri sayesinde gıda ve içecek endüstrilerinde kullanım olanaklarının

bulunduğu ifade edilmektedir (Singh ve diğ., 2011; Espina ve diğ., 2014).

Nanenin kokusu, aroması ve biyolojik özellikleri üzerinde bünyesindeki UY'ının çok önemli etkileri bulunmaktadır. Nane, çok önemli bir UY bitkisi olup UY'ın elde edilmesinde büyük çoğunlukla damıtma (destilasyon) yöntemi kullanılmaktadır (Maurya ve diğ., 2024). Elde edildikten sonra hızlı bir şekilde bilimsel bir çalışmada kullanılmayacaksa, nane bitkisinin UY'ının özellikle uçucu karakterdeki biyoaktif bileşiklerinin tahrip olmaması için uygun şekilde muhafaza edilmesi gerekmektedir. UY'lar; sıcaklık, oksijen, ışık ve metallere karşı hassas sekonder metabolitler (SM'ler) olup bunların muhafaza edilmesinde büyük çoğunlukla kapaklı karartılmış cam şişeler kullanılmaktadır (Şekil 3). Bu şişelerde, %100 korunma sağlanmasa da, muhafaza kolaylaşmakta ve bu durum, UY'ın raf ömrüne olumlu etki sağlamaktadır (Kılıç, 2008; Shukla ve diğ., 2015).



Şekil 3: Nane UY'ının muhafaza edilmesinde kullanılan kapaklı karartılmış cam şişe örneği

Nane bitkisinin UY'ı, içerdiği biyoaktif bileşikler sayesinde çok önemli biyolojik aktiviteler sergilemekte ve birçok alanda değerlendirilmektedir (Nanda ve diğ., 2022). Bilimsel kaynaklara

göre; genel olarak naneden elde edilen UY'ın antimikrobiyal ve rahatlatıcı etkilerinin olduğu bildirilmekte ve bu tip özelliklerinden dolayı nanenin UY'ı üzerinde fazlaca bilimsel çalışmalar yapılmaktadır (Wang ve Chen, 2005; Lv ve diğ., 2012; Ciobanu ve diğ., 2013). Özellikle yapısındaki fenolik karakterli metil öjenol, α -pinen ve sitronellol bileşikleri sayesinde nanenin UY'ı geniş ölçüde mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal ve antioksidan etkiler sergilemektedir (Mancuso, 2020). Bu sayede bitkinin UY'ı doğal gıda katkıları olarak ve farmasötik endüstrisinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çünkü bu bileşikler, gıdaların mikrobiyal olarak bozulmasını ve lipid oksidasyonunu engellemede etkili film katkı maddeleri olarak değerlendirilmektedir (Akhter ve diğ., 2019). Yapılan bir çalışmada, film yüzeylerinde mikrobiyal gelişmeyi etkili bir biçimde önleyecek şekilde jelatin bazlı yenilebilir filmlere nanenin UY'ı eklenmiş ve %0,38'in üzerindeki oranda UY ilave edilmiş olan filmler, *Botrytis cinerea* ve *Rhizopus stolonifer*'in gelişmesine karşı engelleyici bir etki göstermiştir (Scartazzini ve diğ., 2019).

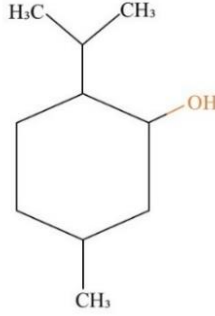
Bunlara ilaveten tarımsal alanda ve çiftlik hayvanların yetiştiriciliğinde de nanenin UY'ından faydalanılabilir (Mancuso, 2020). Bu kapsamda, UY'lar tarımsal alanda bakteriyel ve fungal hastalıklarla mücadele etmede kullanılabilir (Githaiga ve diğ., 2018). Bunlara ilaveten, su ürünlerinin yetiştirilmesinde balık yemlerinde katkı maddesi olarak UY'ın kullanılmasıyla balıkların bağışıklık savunması arttırılabilmekte ve balıklar üzerinde aynı zamanda anestezi ve yatıştırıcı etkilerden faydalanılabilmektedir (Aydın ve Barbas, 2020).

1.1. Nane Yağındaki Majör Biyoaktif Bileşikler

Mentha, tıbbi ve aromatik niteliği ile bilinen önemli cinstir ve önemli biyolojik aktiviteler sergileyen bitkileri içerir. Geniş bir morfolojik değişkenliğe ve UY'ına göre çok yüksek kimyasal çeşitliliğe sahiptir (Chauhan ve diğ., 2009; Giménez-Santamarina ve diğ., 2022). *Mentha* türlerinin fitokimyası, karmaşık ve son derece değişken olup her türün karakteristik bir ana bileşiği bulunmaktadır (Giménez-Santamarina ve diğ., 2022). Bu bölümde, *Mentha* türlerinde bulunan majör bileşikler ve bunların biyoaktif özellikleri üzerinde durulmuştur.

1.1.1. Mentol

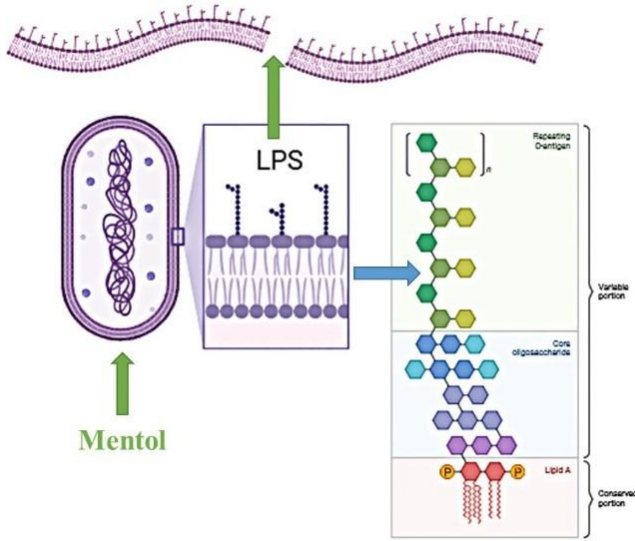
Mentol (Şekil 4), oksijenli (monosiklik) monoterpen yapısında olup *Mentha* türlerinin UY'ında çoğunlukla majör bileşik olarak bulunur (Cheng ve An, 2022). Bu bileşik, esasen tıbbi açıdan önemli olan *M. piperita* L. türünde majör bileşik olarak bulunmaktadır (Syam ve Maheswari, 2020). Mentol, nane aromasına ve kokusuna sahip olduğu ve cilde veya mukoza zarlarına uygulandığında, soğutucu veya anestezik etki gösterdiği için birçok üründe yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu kapsamda; şekerleme, parfümeri, kozmetik, sabun, diş macunu, ağız bakım preparatları, ilaç, tütün ve sigara endüstrisinde kullanılmakta olan bu bileşiğin; lokal anestetik, antiseptik, karminatif, antienflamatuvar ve midevi (gastrik sedatif) etkileri bulunmaktadır (Gracindo ve diğ., 2006; Lange ve diğ., 2015; Singh ve Pandey, 2018; De Souza ve diğ., 2020; Fazili ve diğ., 2020; Cheng ve An, 2022).



Şekil 4: Mentol bileşiğinin kimyasal yapısı

Kaynak: Soumya ve Mini, 2023 kaynağından esinlenerek çizilmiştir.

Yapılan çalışmalar, mentholün antibakteriyel ve antifungal etkilere sahip olduğunu ortaya koymuştur (Elsharkawy, 2016). Özellikle *M. piperita* L. türünün, yüksek mentol içeriği sayesinde antimikrobiyal etkili olduğu vurgulanmıştır (Sameena ve diğ., 2024). Mentol bileşiğinin antibakteriyel etkisi, bakterilerin hücre membranları üzerindeki toksik etkisi ile gerçekleştirmektedir. Bu biyoaktif bileşiğin antibakteriyel etki göstermesinde, hücre membranındaki değişimler (parçalanma vb.) ve hücre içi materyal sızıntısı etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra mikroorganizmaların hücre membranındaki lipidlerin kompozisyonuna ve net yüzey yüküne bağlı olarak da değişimler vuku bulur (Syam ve Maheswari, 2020). Şekil 5'te bakteriyel hücre membranındaki lipopolisakkarit (LPS) yapısı ve membrandaki parçalanma gösterilmektedir. Başka bir çalışmada; biyoaktif bileşiği sayesinde nanenin antimikrobiyal etki mekanizmalarının hayati enzimlerin inhibe edilmesi, hücre sinyal yollarının engellenmesi ve mikrobiyal hücre membranlarının parçalanması şeklinde olduğu ifade edilmiştir (Sameena ve diğ., 2024).



Şekil 5: Bakteriyal lipopolisakkarit yapısı ve mentolün membran üzerindeki antimikrobiyal etkisi

Kaynaklar: Syam ve Maheswari, 2020; Sameena ve diğ., 2024 kaynaklarındaki bilgiler ışığında şekil çizilmiştir.

Çok sayıda çalışmada nane bitkisinin bakterilere karşı etkinliğini araştırmıştır. Örneğin; *M. piperita*'nın UY'ı, sahip olduğu biyoaktif mentol sayesinde hem Gram-(+) hem de Gram-(-) bakterilere karşı önemli antibakteriyel aktivite sergilemektedir (Sameena ve diğ., 2024). Yapılan bir çalışmada; test edilen bir ağız kokusunu giderici-ferahlatıcı bir üründe, mentol bileşiğinin orta düzeyde antibakteriyal etki gösterdiği belirtilmiştir. Bu özelliği sayesinde, mentolün ağız gargaraları ve spreyları, diş macunları vb. ürünlerde Triclosan ve Triclocarban gibi sentetik antibakteriyal maddeler yerine kullanılabileceği vurgulanmıştır (Syam ve Maheswari, 2020). Bir diğer araştırmada; *M. piperita*'nın UY'ının *Escherichia coli* ve

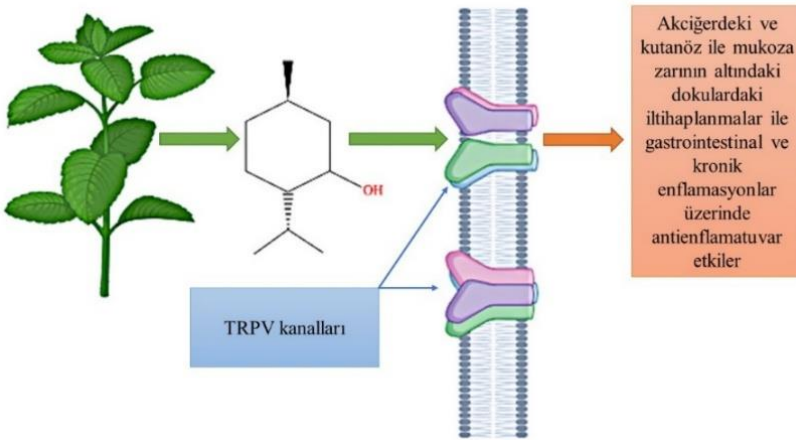
Staphylococcus aureus'a karşı belirgin düzeyde inhibitör etkili olduğu ifade edilmiştir (Smith ve diğ., 2021). Bunun yanı sıra aynı nane türünden elde edilen UY'ın *Candida albicans*'a karşı etkili olduğu ve antifungal tedavilerde potansiyel kullanım olanağının bulunabileceği vurgulanmıştır (Garcia ve diğ., 2020).

Başka bir araştırmada; *M. piperita*'nın UY'ındaki majör bileşiğin levomentol olduğu ve UY'ın, bazı bakteri suşlarına karşı önemli ölçüde inhibitör etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda, UY'ın *Staphylococcus aureus* ATCC suşuna karşı minimal inhibitör ve minimal bakterisidal konsantrasyon değerleri, 0,39 mg/mL olarak belirlenmiştir (Al-Mijalli ve diğ., 2022).

Bu özellikleri dikkate alındığında; nane bazlı formülasyonlar hazırlanarak antimikrobiyal etkili ilaçların, topikal tedavilerin ve gıda endüstrisinde doğal koruyucuların geliştirilmesi üzerine araştırmalar ve bilimsel çalışmalar yapılabilir. Ayrıca nanenin zengin lezzet profili sayesinde, doğal yolla korunan gıdaların duyuusal özellikleri geliştirilebilir (Patel ve diğ., 2021).

Bunlara ilaveten, mentolün iltihaplanma halinde terapötik olarak uygulanabilmesi, önemli bir biyolojik özelliktir (Cheng ve An, 2022). İltihaplanma durumu, birçok rahatsızlıkla ilişkilendirilebilir. Örneğin; kronik enflamasyon durumu, diyabet, kardiyovasküler rahatsızlıklar ve obezite gibi birçok ciddi hastalık ile bağlantılıdır (Tsoupras ve diğ., 2018). Akut iltihaplanma durumu ise, ağrı veya işlevsel bozukluklar ile ilişkilendirilmektedir (Weiss ve diğ., 2019). Bu gibi olumsuz durumlar göz önüne alındığında; doğal bileşiklerin antienflamatuvar

özellikler göstermesi, çok önemli bir biyolojik fonksiyon halini almaktadır. Mentolün de bu bağlamda biyolojik niteliği daha da artmaktadır. Bu kapsamda; mentolün gastrik ülserle ilgili iltihaplanma (Rozza ve diğ., 2014), gastroözofageal reflüyle ilişkili iltihaplanma (Zhang ve diğ., 2020) ve kolit (Ghasemi-Pirbaluti ve diğ., 2017; Bastaki ve diğ., 2018) durumlarını azaltabileceği ifade edilmiştir (Cheng ve An, 2022). Ayrıca, bu biyoaktif bileşik, etanol kaynaklı gastrik ülser üzerine yapılan deneysel bir modellemede antienflamatuar aktivite sergilemiştir (Rozza ve diğ., 2014). Mentol bileşiğinin enflamasyon üzerindeki biyolojik aktivitesi, genel hatlarıyla Şekil 6'da canlandırılmıştır.



Şekil 6: Mentol bileşiğinin iltihaplanma üzerindeki biyolojik aktivitesi

Kaynak: Cheng ve An, 2022 kaynağındaki şekilden ve bilgilerden esinlenerek çizilmiştir.

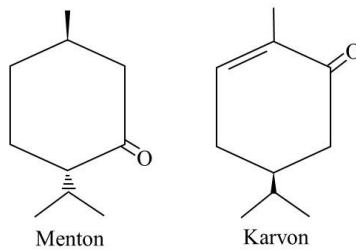
Ağrıyı hafifletmek ve soğutucu hissiyatını artırmak amacıyla klinik çalışmalarda mentol bileşiğinin cilt ve mukoza zarının altındaki

dokulara uygulanması yöntemine yaygın şekilde başvurulmaktadır (Hunter ve diğ., 2018). Yapılan bir çalışmada, %40 mentol bazlı bir kremin koldaki iltihaplanmış ve tahriş olmuş bölgeye uygulanmasının; ağrı, hiperaljezi (duyulara karşı yüksek duyarlılık) ve nörojenik iltihap vakalarında azalma sağladığı ifade edilmiştir (Andersen ve diğ., 2016).

Ayrıca, bir çalışmada (-)-mentolün sıçan karaciğer epitel tümör hücrelerinin büyümesini engelleyebildiği doğrulanmıştır (Lin ve diğ., 2011). Laboratuvar araştırmalarında ise, mentolün insan hepatoma hücrelerinde N-asetiltransferaz aktivitesini inhibe edebildiği gösterilmiştir (Bhatia ve diğ., 2008).

1.1.2. Menton ve karvon

Nanenin UY'ındaki mentol gibi diğer önemli majör bileşikler, menton ve karvondur. Menton, parfüm ve flavor kompozisyonlarında; karvon ise, likör, parfümeri ve ağız-hijyen ürünlerinde flavor ajanı olarak değerlendirilmektedir (Gracindo ve diğ., 2006). Menton ve karvon bileşiklerinin kimyasal yapıları, Şekil 7'de sunulmuştur (Pereira ve diğ., 2021).



Şekil 7: Menton ve karvon bileşiklerinin kimyasal yapıları

Kaynaklar: Pereira ve diğ., 2021 kaynağından esinlenerek çizilmiştir.

Mentol bileşigi ile birlikte menton, nane yağının başlıca bileşenleri olup nanenin UY'ı, bu sayede birçok alanda kullanım olanağı bulunmaktadır (Singh ve Pandey, 2018). Menton, mentolün keton analogu olup daha az yoğun nane kokusuna sahiptir (Cárdenas-Valdovinos ve diğ., 2025). Menton bileşiğinin antibakteriyel, antifungal, antibiyofilm, antioksidan ve antienflamatuvar aktiviteleri bulunmaktadır (Zhao ve diğ., 2023). Bunlara ilaveten menton antioksidan etkilidir (Isnaini ve diğ., 2024). Bir çalışmada, taze nane materyalinden elde edilen UY'da başlıca bileşiğin menton olduğu; kurutulmuş örneklerde ise, mentolün baskın bileşik olarak bulunduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, bu farklılıkların, örneklerin biyolojik aktivitelerini etkilediği; taze örneklerin daha yüksek antioksidan etki gösterirken, kurutulmuş örneklerin ise, daha belirgin antimikrobiyal aktivite sergilediği bildirilmiştir (Đurović ve diğ., 2022). Buna ilaveten çalışmalarda, mentonun tek başına veya antibiyotiklerle kombinasyon halinde metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) suşlarına karşı antibakteriyel etkinliği gösterilmiştir (Kyaw ve diğ., 2012; Kwiatkowski ve diğ., 2019, 2020). UY ve içerisindeki menton ile β -karyofillen gibi kimyasal bileşenler, yirmi beş farklı mikroorganizmaya karşı değişen düzeylerde inhibisyon etkisi göstermiş ve özellikle *Aspergillus niger* üzerinde daha yüksek etki sergilemiştir (Marotti ve diğ., 1994).

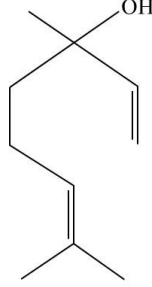
Menton bileşiğinin yanı sıra bir diğer önemli fitokimyasal olan limonen türevli yapısıyla karvon, antimikrobiyal ve antifungal etkilere

sahiptir ve gıda ile farmasötik endüstrilerde bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Kousar ve diğ., 2017). Monoterpen keton sınıfında yer alan bu SM ise; antibakteriyel, antidiyabetik, antimikrobiyal, antienflamatuvar, antispazmodik, antifungal, antinöraminidaz, antioksidan, antiparazitik, antiproliferatif, kemopreventif, antiülser, antikanser, antiparazitik, larvasit ve insektisit etkiler gibi çeşitli önemli farmakolojik aktivitelere sahiptir (Bouyahya ve diğ., 2021; Tahri ve diğ., 2022). Gerçekten de antimikrobiyal aktivitesi, karvonun hücre zarı üzerindeki etkisi ve neden olduğu ultrayapısal değişiklikleriyle ilişkilendirilmektedir. Bunun yanı sıra apoptoz, autofaji ve senesans (yaşlılık) gibi hücrel ve moleküler hedefler üzerinde etkileri bulunmaktadır (Bouyahya ve diğ., 2021). Çok yönlü etki mekanizmaları sayesinde bu biyoaktif bileşik, ilaçların geliştirilmesinde kullanılabilecek doğal bileşikler arasında değerlendirilebilmekte olup geleneksel tedavi yaklaşımlarına karşı güçlü alternatiflerin ortaya çıkmasına olanak sağlayacaktır (Bouyahya ve diğ., 2021; Tahri ve diğ., 2022).

1.1.3. Linalool

Linalool (3,7-dimetil-1,6-oktadien-3-ol) (Şekil 8), kozmetik ürünler için mükemmel bir koku sağlayan önemli bir doğal bileşiktir (Mączka ve diğ., 2022). Benzer şekilde, parfümeri alanında kullanılmakta ve lavanta benzeri koku vermek amacıyla faydalanılmaktadır (Gracindo ve diğ., 2006). Bir koku bileşiği olarak parfümler, losyonlar, sabunlar ve şampuanlar gibi kozmetik ürünlerin üretiminde olduğu kadar,

deterjanlar ve temizlik malzemeleri gibi kozmetik dışı ev ürünlerinde de geniş uygulama alanı bulmaktadır (Mączka ve diğ., 2022).



Şekil 8: Linalool bileşiğinin kimyasal yapısı

Kaynaklar: Elsharif ve diğ., 2015 ve Mączka ve diğ., 2022 kaynaklarından esinlenerek çizilmiştir.

UY'larda yaygın şekilde bulunan, aromatik karakterli, monoterpen alkol olan linalool, kendi başına toksik olmayan bir bileşiktir ve eczacılığa ait uygulamalarda, kozmetik (parfümler vb.) alanında, temizlik ürünlerinde ve gıda katkı maddelerinde değerlendirilen geniş bir biyolojik etki yelpazesine sahip önemli bir doğal bileşiktir. Bu SM; anksiyolitik, antidepresan, antienflamatuvar, antioksidan, antibakteriyal, antifungal, antimikrobiyal, sıtmayı önleyici, stresi azaltan, apoptotik, hücre çoğalmasını baskılayıcı ve antikanserojen aktivitelere sahiptir ve aynı zamanda kardiy-, hepato- ve nöroprotektif etkiler sergiler (Özek ve diğ., 2010; Pereira ve diğ., 2018; Liu ve diğ., 2020; An ve diğ., 2021; Mączka ve diğ., 2022; Ali ve diğ., 2025; He ve diğ., 2025; Long ve diğ., 2025).

Linalool, formülasyonlardaki koruyucu etkiyi artırmakta veya hafif cilt lezyonları üzerinde antienflamatuvar aktivite sergilemektedir

(Maćzka ve diğ., 2022). Antienflamatuvar (Peano ve diğ., 2002; Downer, 2020) ve ayrıca antioksidan (Liu ve diğ., 2012) özellikleri sayesinde, linaloolün, farelerde *Salmonella typhimurium* endotoksinine maruz kalma sonucu gelişen periferik iltihaplanmaya karşı koruyucu etki gösterdiği belirtilmiştir (Lee ve diğ., 2018). Linalool ayrıca, streptozotosin ile indüklenen diyabetik nefropatiye sahip sıçan modelinde antienflamatuvar ve antioksidan etkiler sergilemiş ve böbrek bütünlüğünü yeniden sağlamıştır (Deepa ve Venkatraman Anuradha, 2013). Bununla birlikte bu bileşik, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) oksidasyonunu inhibe etmekte ve makrofaj radikal temizleyici reseptörleri aracılığıyla kolesterol alımını artırmaktadır. Linalool, plazma trigliserit, total kolesterol ve HMG-KoA düzeylerini anlamlı ölçüde azaltarak *in vivo* ortamda antiaterosklerotik etki göstermiştir (Cho ve diğ., 2011).

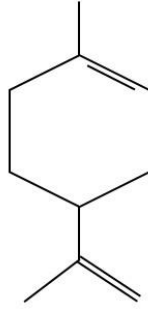
Bunlara ilaveten bu SM'in tek başına kullanıldığında da antimikrobiyal etkinlik gösterdiği ve antibiyotik duyarlılığını artırmak amacıyla yardımcı bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur (Ponte ve diğ., 2020; Guo ve diğ., 2021; Deepa ve diğ., 2022; He ve diğ., 2022). Antimikrobiyal etkisini, hücre zarlarını bozarak göstermektedir. Bundan başka karaciğer, böbrek ve akciğer üzerindeki koruyucu etkileri, antienflamatuvar özelliklerine dayanmaktadır. Koruyucu etkiye ve düşük toksisiteye sahip olması sayesinde, bu SM'in antikanser nitelikli ilaçlara veya antibiyotiklere yardımcı ajan olarak kullanılabilme olanağı bulunmaktadır. Bu parametreler göz önüne alındığında; linaloolün, doğal ve güvenli bir

tedavi alternatifi olarak önemli bir uygulama potansiyeline sahip olduğu anlaşılmaktadır (An ve diğ., 2021).

Bunlara ilaveten son yıllarda dikkat çekici fonksiyonel özelliklerinden bir tanesi, linaloolün aktif ambalaj bileşeni olarak kullanılabilme olasılığıdır. Bu yöntemde linalool, gıda ambalajlarının içeriğiyle ürün arasındaki boşluğa enjekte edilebilmekte veya gıda kaplamaları ve filmlerine uygulanabilmektedir. Yüksek düzeyde uçucu olması ve ambalaj içeriğine olan olumsuz etkisi gibi dezavantajlı yönleri, mikro-veya nano-emülsiyonlar içerisinde enkapsüle edilmesiyle çözülebilmektedir (Derbassi ve diğ., 2022). Öte yandan, bu SM, ilaç endüstrisinde E vitamini sentezi için bir öncül madde olarak kullanılmaktadır (Rinaldi ve diğ., 2022).

1.1.4. Limonen

Limonen (p-mentha-1,8-dien), birçok aromatik bitkinin UY’ında doğal olarak en yüksek oranda bulunan terpen (sıklık monotorpen) yapısındaki bir bileşiktir (Kousar ve diğ., 2017). Önemli düzeyde antioksidan etkiye sahip olan bu bileşik; çözücü, ıslatıcı ve disperse edici (dağıtıcı) madde olarak kullanılmaktadır (Gracindo ve diğ., 2006). Ayrıca, (+) - limonen, aroma ve koku endüstrisinde en sık karşılaşılan ve en önemli terpen bileşiklerinden biridir. Gazlı ve alkolsüz içecekler, sakızlar ve şekerlemeler gibi çok çeşitli gıda ürünlerinde aroma verici bileşen olarak (+)-limonen bulunmaktadır. Kokusu sayesinde bu SM, aynı zamanda parfümlerde ve ev temizlik ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kousar ve diğ., 2017). D-limonen bileşiğinin kimyasal yapısı, Şekil 9’da gösterilmektedir.



Şekil 9: Limonen bileşiğinin kimyasal yapısı

Kaynak: Chebet ve diğ., 2021 kaynağından esinlenerek çizilmiştir.

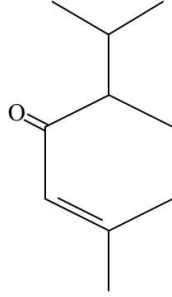
Limonen bileşiğinin farklı alanlarda kullanılmasında, sahip olduğu biyolojik özellikler önemli bir yer tutar ve koku verme özelliği dışında, birçok biyoaktif fonksiyonu bulunmaktadır. Bunlar arasında; antibakteriyal, antienflamatuvar, antioksidan ve antitümör özellikleri dikkat çekmektedir (Wang ve diğ., 2024). Bu SM, özellikle klinik ve tedavi edici uygulamalarda etkinlik göstermiştir. D-limonen ve türevleri, prelinik ve klinik çalışmalar kapsamında kemopreventif ve antikanser etkinlik potansiyeli sergilemiştir (Chebet ve diğ., 2021). Buna ilaveten, limonenin safra taşlarının çözünmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (Igimi ve diğ., 1976). Bundan başka, yapılan bir çalışmada, bu SM'in *Staphylococcus aureus* üzerindeki inhibitör etkisi ile antibakteriyel etki mekanizması araştırılmış ve elde edilen veriler, limonenin bakteriyel büyümeyi minimum inhibitör konsantrasyon olan 20 mL/L düzeyinde etkili bir biçimde engellediğini ortaya koymuştur. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri, alkalın fosfataz (AKP) aktivitesinde azalma olduğunu; floresan mikroskobu

gözlemleri ise, limonenin *S. aureus*'un hücre morfolojisini ve hücre duvarı bütünlüğünü bozduğunu doğrulamıştır. Ayrıca, limonenin hücre zarında yapısal bozulmalara yol açarak zar geçirgenliğini artırdığı ve buna bağlı olarak solunumsal metabolik aktivitenin azaldığı belirlenmiştir (Han ve diğ., 2021).

1.1.5. Piperiton

Piperiton (Şekil 10), özellikle *Mentha* cinsi bitkilerde yaygın olarak bulunan bir monoterpen bileşiğidir. Bu bileşik, ilginç bir şekilde iki izoform halinde bulunmakta olup izomerlerin spesifik oranları, bitki türüne bağlı olarak farklılık göstermektedir (Alsharif ve diğ., 2024). Nitekim, *M. spicata* türüne ait UY'ın bileşimi, endosiklik piperitenon epoksit, piperiton epoksit ve karvon gibi karakteristik bileşiklerle tanımlanmıştır (Kimbaris ve diğ., 2016). Benzer şekilde, *Mentha longifolia* bitkisinin de piperiton, piperiton oksit, piperitenon, pulegon, D-limonen, menton, karvon ve mentol gibi çeşitli fitokimyasal bileşikler bakımından oldukça zengin bir fitokimyasal kompozisyona sahip olduğu bildirilmiştir (Al-Taie ve Al-Kenane, 2020). Yapılan bir çalışmada; Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesi'nden (Tokat) toplanan *M. longifolia* türünün yaprak ve çiçeklerinden hidrodestilasyon yöntemiyle UY elde edilmiş ve GC-MS sonuçlarına göre hem yapraklardan hem de çiçeklerden elde edilen UY'da piperiton oksit ve piperitenon oksit bileşikleri tespit edilmiştir (Aksit ve diğ., 2013). UY'larında piperiton bileşiği bulunan bitkilerde, aromatik özelliklerin yanı sıra biyolojik aktiviteler de görülmektedir. Örneğin; *Artemisia*

judaica gibi bazı türlerde, piperitonun bu tür biyolojik aktiviteler üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Abdelgaleil ve diğ., 2008).



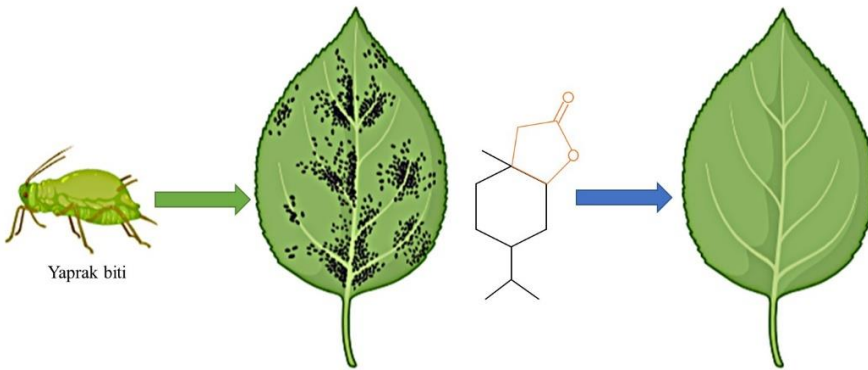
Şekil 10: Piperiton bileşiğinin kimyasal yapısı

Kaynak: Politi ve diğ., 2017 kaynağından esinlenerek çizilmiştir.

Piperiton bileşiği, endüstriyel alanda çeşitli amaçlarla kullanılmakta olup özellikle dış macunu formülasyonlarında koku maskeleyici ajan olarak değerlendirilmektedir (Gracindo ve diğ., 2006). Bununla birlikte bu SM'in yalnızca teknolojik olarak değil, aynı zamanda önemli biyolojik fonksiyonları da bulunmaktadır. Bu bağlamda piperiton; antienflamatuvar, antimikrobiyal ve antifungal özellikleriyle tanımlanan biyoaktif bir monotermen olarak öne çıkmaktadır (Alsharif ve diğ., 2024). Genel olarak piperiton, menton ve pulegon içeren bitki türlerinden elde edilen UY'ların, antimikrobiyal aktivite sergilediği ifade edilmektedir (Marin ve Branković, 2021). Bunun yanı sıra piperitonun, böceklerle ve nematodlara karşı etkileri de dikkat çekici olup *Callosobruchus maculatus* türüne karşı insektisidal etkisinin bulunduğu tespit edilmiştir (Ketoh ve diğ., 2006). Yapılan bir çalışmada; *Leptinotarsa decemlineata*'nın beslenme davranışının piperitenon ve piperiton epoksit bileşenlerinden etkilendiği;

Spodoptera littoralis'in ise, piperiton epoksit ve pulegon bileşiklerinin varlığında benzer bir biyolojik yanıt verdiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada, en güçlü nematisit etkinin piperitenon epoksitte gözlemlendiği ve bunu sırasıyla; piperiton epoksit, piperitenon ve karvon bileşiklerinin takip ettiği rapor edilmiştir (Kimbaris ve diğ., 2016).

Piperiton, yalnızca hayvansal zararlılara karşı değil, aynı zamanda bitkisel patojenlere karşı da etkili olabilmektedir. Gerçekten de bazı bitki patojeni funguslara karşı antimikotik etki gösterdiği bulgulanmıştır (Cardenas-Ortega ve diğ., 2005). Bununla birlikte, piperitonun yaprak bitleri (aphid) üzerinde doğrudan etkisi sınırlı düzeydedir. Yapılan bir çalışmada, piperitonun yaprak bitlerine karşı genellikle nötr ya da zayıf caydırıcı etki gösterdiği ifade edilmiştir. Ancak molekül yapısına lakton grubunun eklenmesiyle bu biyolojik aktivitenin anlamlı ölçüde arttığı belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, piperiton türevli doymuş laktonlar yaprak bitlerinde olumsuz davranışsal tepkilere yol açmıştır (Şekil 11) (Grudniewska ve diğ., 2013).

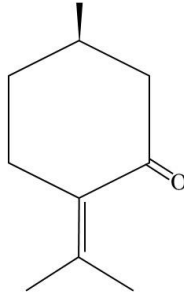


Şekil 11: Piperiton molekülü içerisinde lakton grubunun bulunması durumunun yaprak biti üzerindeki olumsuz etkisi

Kaynak: Grudniewska ve diğ., 2013 kaynağından esinlenerek çizilmiştir.

1.1.6. Pulegon

Pulegon (Şekil 12), Lamiaceae familyasına ait birçok bitkinin UY'ında doğal olarak bulunan bir biyomolekül olup nane benzeri aroması ve terapötik potansiyeli ile dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, bilinen toksik etkilerinden dolayı kullanımında dikkatli olunması gereken bir bileşiktir (Boukhari ve diğ., 2025).

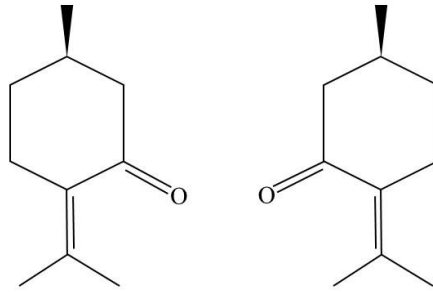


Şekil 12: Pulegon bileşiğinin kimyasal yapısı

Kaynak: Montenegro ve diğ., 2020 kaynağından esinlenerek çizilmiştir.

Pulegon (2-izopropiliden-5-metilsiklohekzanon) yapısal olarak mentole benzeyen, monosiklik bir monoterpendir. Kiral bir molekül olan pulegon, başta nane türleri olmak üzere çeşitli bitkilerin UY'larında tanımlanmış ve elde edilmiştir. Bu bileşiğin bulunduğu nane türleri arasında; *Mentha spicata*, *M. piperita*, *M. arvensis*, *M.*

pulegium ve *M. longifolia* yer almaktadır (Kumar ve diğ., 2020; Belazghem ve diğ., 2024). *Mentha* türlerine ait UY'larda bulunan mentol ve pulegon, bu bitkilerin kendilerine özgü aroma ve tat profillerini oluşturan başlıca bileşenlerdir (Rached ve diğ., 2025). Pulegon, (R)- ve (S)-pulegon olmak üzere iki izomerik formda bulunur (Şekil 13) (Dancewicz ve diğ., 2008; Kozlov ve diğ., 2015). UY'larda daha baskın olarak (R)-(+)-pulegon izomeri yer alırken, (S)-pulegon genellikle daha düşük miktarlarda saptanmıştır (Juza ve diğ., 2000). (R)-(+)-Pulegon, Lamiaceae familyasına ait bitkilerden elde edilen UY'larda bulunan bir monoterpendir (de Sousa ve diğ., 2011).



Şekil 13: R-pulegon (sol) ve S-pulegon bileşiklerinin kimyasal yapıları

Kaynak: Galán-Pérez ve diğ., 2022 kaynağından esinlenerek çizilmiştir.

Pulegon, hoş kokulu bir bileşik olup aroması, tıbbi nane ile kamfor arasında bir karakter sergilemektedir (Gracindo ve diğ., 2006). Bu SM, bazı tüketim ürünlerine aroma verici katkı maddesi olarak eklenmektedir. Gıda, içecek, diş macunu ve bitkisel ilaçlarda tat ve

kokulu vermek amacıyla yaygın biçimde kullanılmaktadır (Štejfa ve Ruzicka, 2019).

Pulegonun kimyasal yapısı, biyolojik etkinliği ve başlıca bileşeni pulegon olan bitkilerden elde edilen UY'ların biyolojik özellikleri üzerine çeşitli araştırmalar yürütülmüştür. Bundan başka bazı çalışmalarda bu SM, çeşitli yeni bileşiklerin sentezinde ara madde ve kiral anahtar olarak kullanılmıştır (Belazghem ve diğ., 2024). Ön çalışmalar kapsamında gerçekleştirilen araştırmalarda, (R)-(+)-pulegonun, asetik asit ile indüklenen kıvrınma testinde anlamlı düzeyde antinosiseptif (ağrı kesici) aktivite gösterdiği belirlenmiştir (De Sousa ve diğ., 2007c). Buna ilaveten, menton ve pulegonun antibakteriyel ajanlar olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (Rached ve diğ., 2025).

Sonuç olarak; nane türlerinin, içermiş oldukları UY'ların ve biyoaktif bileşenlerin çok önemli biyolojik etkileri ve özellikleri bulunmakta ve bunlar nane türlerine göre değişim göstermektedir. Nane türlerinden özellikle *M. spicata* L. ve *M. piperita* L., aromatik karakterde olup ekonomik öneme sahip çok değerli UY'a sahiptir (Bhat ve diğ., 2002; Telci ve diğ., 2011). Bu türlerin UY'ları; parfümlerde, tıbbi ilaçlarda ve gıdalara lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada; önemli etkileri, özellikleri ve kullanım alanları olduğu için ticari ve biyolojik yönden çok önemli iki tür olan *Mentha spicata* L. ve *Mentha piperita* L. üzerinde durulmuştur (Telci ve Şahbaz, 2005; Zaidi ve Dahiya, 2015; Abu Isha ve diğ., 2018).

2. *Mentha spicata* L. TÜRÜNÜN UÇUCU YAĞ BİLEŞENLERİ, BİYOLOJİK ETKİLERİ ve YARARLANILDIĞI FARKLI ALANLAR

Mentha spicata L., İngilizce'deki karşılığı "spearmint" olan, çok yıllık bir bitki türü olup dünya genelinde ticari amaçla yetiştirilmektedir (Mahendran ve diğ., 2021). *M. spicata*'nın lezzet profili ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri, bu bitkinin dünya genelinde yaygın şekilde tercih edilmesine olanak tanımaktadır. "Spearmint" terimi, "spear" (bitki filizi, sivri uç) ve "mint" (nane) kelimelerinden türetilmiş olup bitkinin sivri uçlu çiçek yapılarına atıfta bulunmaktadır. *M. spicata* L., önemli bir aromatik, terapötik ve gastronomik bitki türüdür (Pandey, 2023). Bu nane türü, özellikle UY'lar olmak üzere sekonder metabolitleri sentezleme ve salgılama yeteneği ile karakterize edilmektedir (Menyiy ve diğ., 2022).

M. spicata L., yaş halde kullanılabileceği gibi, kurutulup öğütüldükten sonra baharat şeklinde de tüketilebilmektedir (Şekil 14). Ülkemizde de baharat olarak çoğunlukla bu tür kullanılmaktadır. Bitkinin ayrıca çay olarak tüketimi sağlanmaktadır (Kivilompolo ve Hyotylainen, 2007; Baydar, 2016; Cirlini ve diğ., 2016; Shtayeh ve diğ., 2019). Bunun yanı sıra gıdalarda ve içeceklerde taze veya kurutulmuş yapraklarından faydalanılmaktadır (Pandey, 2023).



Şekil 14: Nananin yaş (üst) ve kurutulmuş-öğütülmüş (alt) halleri

M. spicata'nın UY'ı ve yaprakları çeşitli tıbbi amaçlarla kullanılmakta olup bu bitkinin genel özellikleri arasında; analjezik, antikonvülsan, büzücü, karminatif, mide tonikleyici, öksürük giderici, sedatif ve tonik etkiler yer almaktadır (Mahboubi, 2021). Bundan başka; geleneksel halk hekimliğinde stimülan ve karminatif olarak kullanım olanağı bulan nane, aynı zamanda soğuk algınlığında; solunum yolu problemlerinde; ağız kokusunun giderilmesinde; burun kanamasında; boğaz, baş ve diş ağrılarında; gastralji; hemoroit; hazımsızlık; ishal ve karın ağrısında kullanılmaktadır (Elmastaş ve diğ., 2006; Asekun ve diğ., 2007; Kanatt ve diğ., 2007; Singh ve Agarwal, 2013; Tetik ve diğ., 2013; Abu Isha ve diğ., 2018; Mahboubi, 2021; Pandey, 2023).

M. spicata L., insanlık tarafından antik dönemlerden bu yana kullanılan bir türdür. Ayrıca, *M. spicata* ve onun bir varyetesi olan *Mentha spicata* var. *longifolia*, Antik Yunan ve Roma uygarlıklarında iştah açıcı ve tıbbi bitki olarak değerlendirilmiştir. Hipokrat ve Dioskorides, eserlerinde *M. spicata*'yı çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanmış; diğer bilim insanları ise, bu bitkiyi mide rahatsızlıklarının tedavisi için önermiştir. Roma askerleri, bu bitkinin Avrupa genelinde

yayılmasını sağlamış; Orta Çağ boyunca *M. spicata* L. ağız yaralarının, kuduzun ve arı sokmalarına bağlı ağrıların tedavisinde kullanılmıştır (Mahboubi, 2021).

Serinletici ve hafif baharatlı bir bitki olarak bilinen bu nane türü, büzücü ve sindirimi destekleyici özellikleri sayesinde gaz şikâyetlerinin tedavisinde önerilmektedir. Ana bileşeni karvon olan *M. spicata* UY'ı, hazımsızlık, sezaryen operasyonu sonrası gelişen gaz problemleri ve dismenoreye (ağrılı menstrüasyon) bağlı şikâyetlerin tedavi edilmesinde önemli etkilere sahiptir. Ayrıca bitkiden elde edilen UY'ın, dismenore durumlarında veya kolonoskopi işlemi sırasında oluşan ağrı şiddetini azaltıcı etkilerinin olduğu ifade edilmiştir. Uygun dozlarda kullanıldığında, bu türün UY'ına ilişkin herhangi bir zararlı etkinin olduğu rapor edilmemiştir (Mahboubi, 2021). Bu bağlamda, *M. spicata* L. üzerinde gerçekleştirilen toksikolojik araştırmalar, bu türün, farklı doz ve kullanım sürelerinde güvenli olduğunu ortaya koymakta ve bu sayede, geleneksel tıpta bitkisel çay olarak kullanılmasını bilimsel açıdan desteklemektedir (Menyiy ve diğ., 2022). Bunlara ilaveten *M. spicata*'nın UY'ı; sakız, kozmetik ürünleri ve diş macunu gibi çeşitli ürünlerin üretiminde tatlandırıcı ajan olarak kullanılmaktadır (Mahendran ve diğ., 2021).

M. spicata L., güçlü aromatik bir kokuya sahip çok yıllık bir bitkidir. Karvon açısından zengin UY'a sahip olan bu tür, karakteristik bir nane kokusu sunar (Chauhan ve diğ., 2009). Yapılan bir bilimsel çalışmada, *M. spicata*'nın hidrodestilasyon ile elde edilmiş UY'ında başlıca karvon (%41,1) ve limonen (%14,1) bileşikleri tespit edilmiştir

(Giménez-Santamarina ve diğ., 2022). Ayrıca, bitkinin kurutulmuş veya taze yapraklarının damıtılması ile elde edilen UY’ında önemli düzeyde dihidrokarvon, limonen ve 1,8-sineol bileşenlerinin olduğu ifade edilmiştir (Hussain ve diğ., 2010). Yapılan bir araştırmada (Türkiye); erken çiçeklenme döneminde, elde edilen UY oranının %2,41-%2,74 (w/w) olduğu ve tespit edilen majör bileşiklerin sırasıyla; pulegon (%26,7-%29,6), piperiton (%22,2-%28,2), limonen (%3,20-%5,2), α -felandren (%1,3-%2,6), trans-karyofillen (%5,2-%8,0) ve germakren D (%3,08-%5,32) oldukları bildirilmiştir (Telci ve diğ., 2010). Başka bir kaynağa göre; bitkinin UY’ındaki baskın bileşenin karvon (%78,76) olduğu ve bunu; limonen (%11,50), cis-dihidrokarvon (%1,43) ve beta-bourbonen (%1,23) bileşenlerinin takip ettiği belirtilmiştir (Shahbazi, 2015). Ayrıca, bir diğer kaynağa göre; karvon miktarının %40-%80 arasında değişim gösterdiği ifade edilmiştir (Baydar, 2016). Yine başka bilimsel çalışmalarda gösterildiği üzere; bitkinin UY’ında baskın bulunan bileşenler, karvon (%22-%73) ve limonen (%8-%31) olup bunları; 1,8-sineol, menton, ve mentol bileşikleri takip etmektedir (Telci ve diğ., 2010; Tyagi ve Malik, 2011; Silva ve Câmara, 2013). Bir diğer araştırmada (Tunus); toprak üstü aksamından elde edilen UY veriminin %1,1 olduğu ve tespit edilen majör bileşiklerin sırasıyla; karvon (%40,8), limonen (%20,8) ve 1,8-sineol (%17,0) oldukları belirtilmiştir (Snoussi ve diğ., 2015). Bunun yanı sıra başka bir çalışmada (Brezilya); bitkinin yapraklarından elde edilen UY oranının %0,02-%0,17 olduğu ve tespit edilen baskın bileşiklerin sırasıyla; karvon (%0-%60,1), pulegone (%0-%54,0) ve 1,8-sineol (%2,04-%28,8) oldukları bildirilmiştir (de

Sousa ve diğ., 2015). Ayrıca, bir diğ er araştırmada; bitkinin UY'ındaki temel bileşenlerin karvon, karveol ve limonen olduğu ve UY'ın; *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* üzerindeki antimikrobiyal etkisini karvon ve karvakrol bileşenleri sayesinde gerç ekleştirdiğ i rapor edilmiştir (Decarvalho ve Dafonseca, 2006; Shahbazi, 2015). Verilerden de g örüleceğ i üzere; bileşenlerin ç eşitlilik g österdiğ i ve bu değ işimin yetiştirme ve iklim ř artları, hasat zamanı ve bitki ç eşitliliğ inden kaynaklandığ ı anlaşılmaktadır (Telci ve diğ ., 2010; Tyagi ve Malik, 2011; Silva ve Câmara, 2013; Mahboubi, 2018).

Yapılan ç alışmalara g öre; bitkinin koku ve lezzeti üzerindeki değ işimlerde, UY'ındaki bileşenlerin miktarları etkili olup bunlardan iki baskın bileşen olan karvonun nanemsi meyan k ökü benzeri (Pino ve diğ ., 2005); D-limonenin ise tatlı, turunçgil ve meyve kabuğ umsu (Cirlini ve diğ ., 2012) koku ve lezzet iç eriklerine sahip olduğu bildirilmiştir. Karvon ve D-limonen bileşenlerinin, nanenin UY'ında oransal olarak değ işim g östermesinde yetiştirme ve iklim ř artları, hasat zamanı ve bitki ç eşitliliğ i etkili olmaktadır (Telci ve diğ ., 2010; Tyagi ve Malik, 2011; Silva ve Câmara, 2013).

Nanenin UY'ı, iç erdiğ i biyoaktif bileşikler sayesinde önemli biyolojik öz ellikler sergilemektedir. Örneğ in; nanenin karakteristik kokusundan sorumlu olmasının yanı sıra karvon bileşeninin ayrıca böcek savar, fungusit ve bakteriyal gelişimi engelleyici etkileri bulunmaktadır (Decarvalho ve Dafonseca, 2006; Kee, Shori ve Baba, 2017). Bundan başka, UY'ın; antienflamatuvar, antimikrobiyal, antioksidan,

antispazmodik, diüretik, insektisidal, karminatif ve yatıştırıcı etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Kiselova ve diğ., 2006; Arumugan ve diğ., 2008; Tetik, Civelek ve Cakilcioglu, 2013; Menyiy ve diğ., 2022; Pandey, 2023).

Bunlara ilaveten, doğal kökenleri ve biyoaktivite üzerinde sahip olduğu özellikleri sayesinde, nane türevi ürünler, sentetik koruyuculara harika bir alternatif olabilir ve gıdaların raf ömrünü uzatmak için geniş bir uygulama yelpazesi bulabilir (Ćavar Zeljković ve diğ., 2022). Bilimsel bir kaynaktaki; gıdaların muhafaza edilmesinde kullanılabilmesinde gösterdiği antimikrobiyal etkisinin, bitkinin bileşiminde bulunan fenolik ve terpenoit bileşenlerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Kivilompalo ve Hyotylainen, 2007). Bunun yanı sıra nanenin antioksidan özellik sergilemesinde etkili olan bileşikler; karvon, askorbik asit, flavonoidler ve fenolik asitlerdir (Guimarães ve diğ., 2011). Ayrıca, bazı çalışmalara göre *M. spicata*'nın antioksidan, antidiyabetik, antienflamatuvar ve antikanser etkiler sergilediği bildirilmiş olup bu durum, bitkinin hücrel oksidatif stres ve ilişkili hastalıklara karşı doğal ilaçların keşfi için potansiyel bir kaynak olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Menyiy ve diğ., 2022). Bunlara ilaveten, bileşimindeki biyoaktif bileşikler sayesinde *M. spicata*'nın ve UY'nın farklı alanlarda kullanımları mevcut olup bunlar, Şekil 15'te özetlenmiştir (Jullien ve diğ., 1998; Bensabah ve diğ., 2013; Igoumenidis ve diğ., 2016; Abu Isha ve diğ., 2018).



Şekil 15: *M. spicata* L. türünün kullanım alanları

Kaynaklar: Jullien ve diğ., 1998; Bensabah ve diğ., 2013; Igoumenidis ve diğ., 2016; Abu Isha ve diğ., 2018.

3. *Mentha piperita* L. TÜRÜNÜN UÇUCU YAĞ BİLEŞENLERİ, BİYOLOJİK ETKİLERİ ve YARARLANILDIĞI FARKLI ALANLAR

Mentha piperita L. (İngilizce'deki karşılığı "peppermint") UY bakımından çok değerli olan ve bünyesindeki biyolojik olarak aktif bileşikleri sayesinde bazı endüstri kolları (gıda, kozmetik, ilaç vb.) için en önemli doğal bitkisel kaynaklardan biri olarak kabul edilen bir türdür (Derwich ve diğ., 2011; El-Lateef Gharib ve diğ., 2013; Mahboubi ve Kazempour, 2014; Wu ve diğ., 2019; Sharma ve Gautam, 2022; Hudz ve diğ., 2023). *Mentha aquatica* L. ile *M. spicata* L. türlerinin melezlenmesiyle (çaprazlanması) elde edilmiş olan hibrit bir türdür (Vitek ve diğ., 2010; Sun ve diğ., 2014; Singh ve diğ., 2015; Kiełtyka-Dadasiewicz, 2017; Li ve diğ., 2017; Fayed, 2019). Avrupa kökenli olan *M. piperita* L.; otsu yapıda, aromatik ve çok yıllık bir bitkidir ve ekonomik açıdan son derece önemli bir tür olarak nitelendirilmektedir. Bununla birlikte, UY üretimi amacıyla diğer *Mentha* türleri de dünya genelinde yaygın olarak kültüre alınmaktadır (Hudz ve diğ., 2023).

M. piperita L., keşfedildiği tarihten bu yana tıbbi amaçlarla en yaygın şekilde kullanılan aromatik bitkilerden biri olmuştur. Bu türün aromatik özellikleri, Antik Yunan mitolojisinde ona atfedilen misafirperverlik sembolizmiyle ilişkilendirilmektedir. Bu tür, en yaygın şekilde tüketilen tek bileşenli bitki çaylarından birini oluşturmaktadır (Hudz ve diğ., 2023). Ayrıca, sıkışmış toprak zeminlerden kaynaklanan hoş olmayan kokuların giderilmesi amacıyla, geçmişte taban yüzeylerine serpilerek doğal bir ortam

kokulandırıcısı olarak kullanılmıştır (Abbas ve diğ., 2022). Bunların yanı sıra bu nane türü, kozmetik, personel hijyen ve farmasötik ürünlerinde ve yemeklerde tatlandırıcı ve aroma verici olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra iltihaplanma ve tahriş durumlarını tedavi etme amacıyla bitkiden faydalanılmaktadır. Bunlara ilaveten aromaterapide, banyo preparatlarında, diş macunlarında, gargaralarda, sakızlarda ve topikal preparatlarda kullanımları mevcuttur (Al-Mijalli ve diğ., 2022).

M. piperita L., sahip olduğu UY'ı çeşitli uygulamalar için yaygın olarak kullanılan önemli bir bitki türüdür (Al-Mijalli ve diğ., 2022). Renksiz UY'a sahip olan (Şekil 16) ve çoğunlukla UY'ı için değerlendirilen bu nane türü, içerdiği biyoaktif bileşikler sayesinde genel olarak; gıda, kozmetik ve ilaç sektörlerinde kullanılmaktadır (El-Lateef Gharib ve diğ., 2013; Singh, Shushni ve Belkheir, 2015; Uribe ve diğ., 2016; Wu ve diğ., 2019).

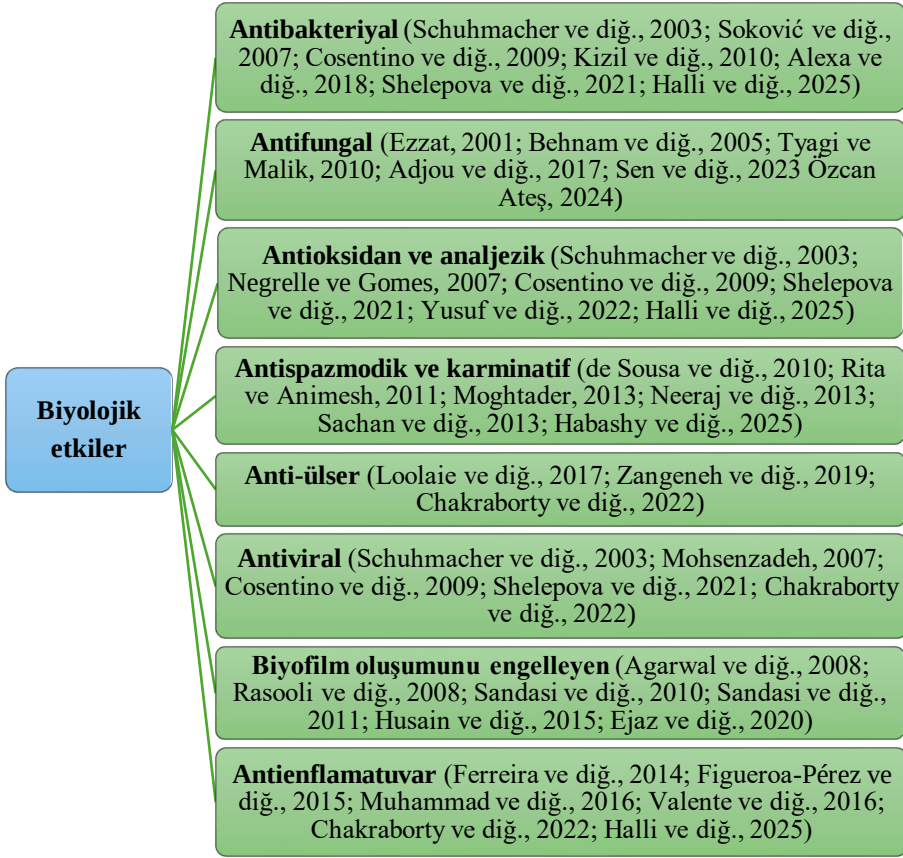


Şekil 16: *Mentha piperita* bitkisinin UY'ı (üst katman) ve aromatik suyu (alt kısım)

M. piperita L.'nin UY'ı, dünya genelinde en yaygın üretilen ve pazarlanan doğal ürünlerden biri olup en çok rağbet gören UY'lar arasında yer almaktadır. Üretilen UY'ın yaklaşık %55'inin sakız üretiminde, %34'ünün ise diş macunu ve diğer ağız bakım ürünlerinin üretiminde kullanıldığı tahmin edilmektedir (Hudz ve diğ., 2023).

Destilasyon ile bitkiden elde edilen UY'daki temel bileşenin mentol olduğu ve bu bileşenin, yaprakta lokalize olmuş kalkanımsı salgı tüylerinde (peltate glandular trichome) üretildiği bildirilmiştir (Turner ve Croteau, 2004; Hudz ve diğ., 2023). Kompozisyonundaki menton ve mentol bileşenleri, bitkiden elde edilen UY'ın geniş ölçüde kullanım alanı bulmasını sağlamaktadır (Derwich ve diğ., 2010).

Bitkinin UY miktarının, %0,1-%1 oranlarında olduğu ifade edilmiştir (Leung, 1980). Başka bir kaynakta; UY miktarlarının; kurutulmuş tüm yapraklarda 12 mL/kg'dan az; kesilerek kurutulmuş yapraklarda ise, 9 mL/kg'dan az olmadığı ifade edilmiştir (Hudz ve diğ., 2023). Yapılan bilimsel çalışmalara göre, içermiş olduğu önemli biyoaktif bileşikler sayesinde *M. piperita*'nın UY'ının ve metanolik ekstraktının çok önemli biyolojik etkilere sahip olduğu Şekil 17'de gösterilmektedir.

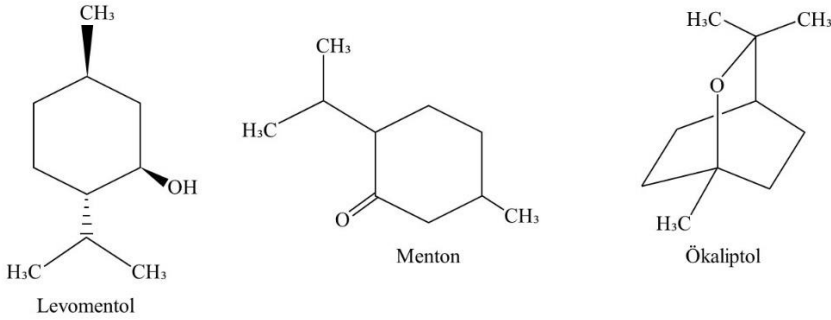


Şekil 17: *M. piperita*'nın UY'nın ve metanollü ekstraktının biyolojik etkileri

M. piperita'nın ekstraktları ve UY'ı; antialerjik, antienflamatuvar, antihipertansif, antikanser, antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, biyopestisit ve üreaz enzim inhibitörü gibi çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir (Soković ve diğ., 2009; Ahmad ve diğ., 2014; Zaidi & Dahiya, 2015; Benabdallah ve diğ., 2016; Wu ve diğ., 2019). Bu nane türü; steroidler, flavonoidler ve bunların glikozitleri, terpenoidler ve fenolik asitler gibi birçok biyoaktif bileşiği içermektedir (Uribe ve diğ., 2016; Mahendran & Rahman, 2020; Saqib ve diğ., 2022; Zhao ve diğ.,

2022). Terpenoitler ve flavonoitler, tanenler ile fenolik asitleri de kapsayan fenolik bileşiklerin, bu türün geleneksel farmakolojik etkilerinden sorumlu olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda, *M. piperita* L., yeni nesil gıda, kozmetik ve farmasötik ürünlerin geliştirilmesi açısından umut verici bir aday olarak değerlendirilmektedir (Hudz ve diğ., 2023).

M. piperita L., UY'ında birçok önemli biyoaktif bileşiği barındırır (Chakraborty ve diğ., 2022). Yapılan bir çalışmada; bu nane türünün hidrodestilasyon ile elde edilmiş UY'ındaki majör bileşiklerin, mentol (%47,0) ve menton (%23,1) oldukları belirtilmiştir (Giménez-Santamarina ve diğ., 2022). Başka bir çalışmada; GC-MS sonuçlarına göre *M. piperita*'nın UY'ındaki dominant bileşiklerin; levomentol (%38,73), menton (%29,24) ve ökaliptol (%6,75) oldukları tespit edilmiştir (Şekil 18) (Al-Mijalli ve diğ., 2022).



Şekil 18: Levomentol, menton ve ökaliptol bileşiklerinin kimyasal yapıları

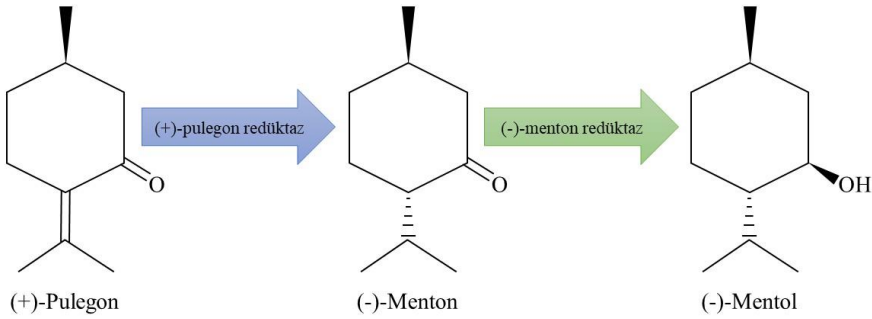
Kaynak: Al-Mijalli ve diğ., 2022 kaynağından esinlererek çizilmiştir.

Bir diğ er araştırmada, bitkinin UY'ındaki başlıca bileşiklerin; mentol (%39,911), menton (%17,933), izomenton (%8,986), neomentol (%5,942) ve limonen (%5,644) oldukları analiz edilmiştir ( zcan Ateş, 2024). Bundan başka, bir başka çalışmada; *M. piperita* L.'nin taze yapraklarından hidrodestilasyon yöntemiyle %0,45 oranında UY elde edilmiş ve GC ile GC-MS sonuçlarına göre 15 komponent tespit edilmiştir. Bitkinin UY'ının majör bileşikler olan mentol (%46,7), neomentol (%8,28) ve 1,8-sineol (%6,49) ile karakterize olduğu belirlenmiştir (Adjou ve diğ., 2017). Buna ilaveten yapılan bir diğ er araştırmada, bitkinin UY'ındaki baskın bileşenlerin; p-menta-6,8-dien-2-one, (R)-(-)- (%46,434) ve p-mentan-3-ol (%25,749) olduğu ve bunu sırasıyla; borneol (%8,865), D-limonen (%5,516) ve 2-isopropilidenesikloheksanon (%4,838) bileşenlerinin takip ettiği belirlenmiştir (Afridi ve diğ., 2016). Başka bir kaynakta, kurutulmuş bitki yapraklarındaki UY miktarının %1,5-%3,5 arasında olduğu ve temel bileşenlerin, mentol (%45-%70) ve menton (%8-%24) oldukları ifade edilmiştir (Baydar, 2016). Başka bir araştırmaya göre ise, bitkinin UY'ındaki bileşenlerin sırasıyla; mentol, izo-menton, limonen, piperiton, 1,8-sineol, linalool, izopulegol, karyofilen ve pulegon şeklinde olduğu bildirilmiştir. Bunlardan mentol ve izo-menton %30-%35 arasında bulunmaktayken; diğerlerinin ise, %10'un altında olduğu belirtilmiştir (Smaoui ve diğ., 2016).

Bilimsel kaynaklara göre, bitkinin yaprak ekstrelerinde; mentol, menton, limonen, fellandren, kadinen, dimetil sülfit, pinen,  -pinen, osimen, sabinen, terpinolen, diterpenler, kafeik asit, asetaldehit, metil esterler, tujen, kumarinler, kardiyak glikozitler vb. bileşenler

bulunmaktadır (Badal ve diğ., 2011; Figueroa-Pérez ve diğ., 2015; Patil ve diğ., 2016). Başka bir çalışmada; nanenin UY'ında; menton, mentofuran, mentol, 1,8-sineol, mentil asetat, β -karyofilen, α - ve β -pinen ile pulegon olduğu belirlenmiştir (Özel ve Özgüven, 2002).

Bilgilerden de görüleceği üzere bileşiklerin çeşitleri ve oranları farklı parametrelere göre değişim göstermektedir. Bileşikler, birbirine dönüşebilmekte olup bu bağlamda, pulegonun mentona; mentonun ise, mentole dönüşümü Şekil 19'da sunulmuştur (Mahmoud ve Croteau, 2001). Mentonun mentole indirgenmesine ilişkin biyokimyasal değişimler, orta gövde yapraklarında gerçekleşmektedir (Brun ve diğ., 1990).



Şekil 19: Pulegonun mentona, mentonun mentole dönüşümü

Kaynak: Mahmoud ve Croteau, 2001 kaynağından esinlenerek çizilmiştir.

M. piperita L., önemli biyolojik özelliklere sahip bir türüdür. Özellikle UY'nın antibakteriyal ve antifungal aktiviteleri, dikkat çekici özellikleri arasındadır. Bitkinin UY'nın antibakteriyal (*Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*

pneumoniae, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde) ve antifungal (*Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus* ve *Candida albicans* üzerinde) etkileri bulunmaktadır (Afridi ve diğ., 2016). Yapılan bir çalışmada, bitkiden elde edilen UY'ın; *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* gibi Gram-(+) bakteriler ile *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Salmonella enterica* gibi Gram-(-) bakterilere karşı antimikrobiyal etkili olduğu belirtilmiştir (Smaoui ve diğ., 2016). Antimikrobiyal etkilerinin yanı sıra *M. piperita*'dan elde edilen UY'ın, aflatoksin üretimine karşı inhibitör etkisinin olduğu bildirilmiştir (Skrinjar ve diğ., 2009). Bundan başka, yapılan bir çalışmada; *M. piperita* ekstraktının, *Candida albicans* ve *Pseudomonas aeruginosa*'a karşı bir miktar antibiyofilm aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir (Sandasi ve diğ., 2011). Buna ilaveten bir başka çalışmada; *M. piperita*'nın majör bileşiği olan mentolün, antibiyofilm özelliği sayesinde antibakteriyal ilaçların formülasyonlarından kullanılabileceği ifade edilmiştir (Ejaz ve diğ., 2020). Buna ilaveten, bitkinin içeriğindeki polifenoller gibi antioksidan karakterli bileşenler, *M. piperita*'nın gıda endüstrisinde özellikle lipitler üzerinde bozulmayı geciktirici doğal koruyucu olarak kullanımının olabileceğine dair dikkatleri üzerine toplamaktadır (Mallick ve ark, 2016; Roblová ve diğ., 2016; Loolaie ve diğ., 2017). Bundan başka, bilimsel kaynaklara göre; bileşimindeki flavonoidler (diosmin, eriyositrin, hesperidin, luteolin-7-O-rutinozit, narirutin, rosmarinik asit vb.) sayesinde bitkinin antialerjik özellik sergilediği vurgulanmaktadır (Badal ve diğ., 2011; de Sousa Guedes ve diğ.,

2016). Bilimsel bir kaynakta, antimikrobiyal ve antialerjik aktivitelere sahip bitkinin, korona virüs (Covid-19) enfeksiyonlarının önlenmesinde ve iyileştirilmesinde dahi yüksek etkisinin olduğu ifade edilmiştir (Chakraborty ve diğ., 2022).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Nane türleri (*Mentha* spp.); çok yıllık, hızlı büyüyen, kendine has hoş kokuya ve geniş bir kullanım alanına sahip olan, çok önemli bir UY bitkisidir. UY'ındaki biyoaktif bileşikler sayesinde aromatik özelliğinin yanı sıra farmakolojik özellikler de sergilemesi, naneyi tıbbi ve aromatik bitkiler sınıfına dahil etmektedir. Gıdalarda kurutulmuş ve öğütülmüş baharat formunda kullanılabildiği gibi taze olarak da tüketimi yaygın olan nanenin bileşiminde genel olarak; mentol, menton, karvon, pulegon, piperiton, limonen, linalool ve 1,8 sineol gibi önemli biyoaktif bileşikler bulunmaktadır ve bu sayede, gıdalardaki kullanımlarının yanı sıra kozmetik ve ilaç endüstrisinde de yaygın şekilde uygulama alanı bulmaktadır.

Bu kitapta incelenen *Mentha spicata* L. ve *Mentha piperita* L. türlerinin UY bileşenleri, biyolojik aktiviteleri ve potansiyel uygulama alanları, mevcut literatür doğrultusunda kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Esansiyel yağları bakımında ticari değeri yüksek iki nane türü olan, *M. spicata* ve *M. piperita*'nın UY'larındaki baskın bileşenlerde, farklılıklar göze çarpmaktadır. *M. spicata*'nın UY'ındaki baskın bileşenler, karvon ve limonen iken; *M. piperita*'ninkindekiler ise, mentol ve menton bileşikleridir. Bileşimindeki farklılıklar, bu iki türün duyuşal özelliklerinde ve kullanım alanlarında farklılıklara sebebiyet vermektedir. Örneğin; *M. spicata* L. daha çok sofralık olarak baharat şeklinde ve gıdalarda-içeceklerde (diğer alanlar da dahil) kullanılabilmekteyken; diğer tür ise, tıbbi (antimikrobiyal, antienflamatuvar, antioksidan, ilaç endüstrisi vb.) ve kozmetik

amaçlarla daha yaygın şekilde kullanılmaktadır. Tüm bu özelliklerinin yanı sıra bu türlerin UY'larının antimikrobiyal ve antioksidan karakterde olmaları; bu SM'lerin, bitkilerin farklı şekillerde gıdaların muhafazasında ve depolama esnasında lipid peroksidasyonunun önlenmesinde doğal koruyucu olarak kullanımının yaygınlaşması sağlayacaktır. UY'ların doğal olmaları ve çoğu patojen mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal karakterde olmaları, bu metabolitlerin hem tüketici sağlığı hem de çevreye zarar vermemeleri açısından özellikle gıda muhafazasında inovatif çalışmalarda kullanılmasında uygun zemin hazırlamaktadır. Bundan başka, fungusidal ve insektisidal etkileri, bu biyoaktif bileşiklerin zirai faaliyetlerde doğal bileşikler olarak kullanımını yaygınlaştıracak ve nane bitkisinin biyolojik önemi daha da artmış olacaktır.

Bu bağlamda; nane bitkisinin farklı alanlarda (gıda, kozmetik, eczacılık vb.) daha yaygın ve güvenilir şekilde kullanılabilmesi için ilgili klinik ve laboratuvar çalışmaları yaygınlaştırılmalı, uygun kullanım dozajları belirlenmeli, standartlar oluşturulmalı ve multidisipliner bir yaklaşım ile inovatif bilimsel çalışmalar yürütülmelidir. Bu tip çalışmalar ile nane türlerinin mevcut kullanımlarına ilaveten daha yenilikçi ve güvenilir uygulamalar geliştirilerek nane bitkisinin biyolojik, ekonomik ve ticari değerlerinin daha da artması sağlanmış olacaktır.

ETİK BEYAN

Bu çalışma, akademik dürüstlük ve etik kurallara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan tüm bilgiler yazar tarafından kaynak gösterilerek sunulmuş, bilimsel etik ihlali yapılmamıştır.

ÖNEMLİ NOT

Bu kitap, bilgilendirme amacı taşımakta olup herhangi bir hastalık veya sağlık sorunu durumunda tedavi amacıyla uzman hekimlere danışılmalıdır!

KAYNAKÇA

- Abbas, S., Sultana, S., Chishti, A. W., Akram, M., Ali Shah, S. M. A., Sareen, A., Siddique, S., & Aftab, A. (2022). *Mentha piperita*: Medicinal uses and pharmacological properties. *Int. J. Sch. Res. Biol. Pharm.*, 1, 041–045.
- Abdelgaleil, S. A. M., Abbassy, M. A., Belal, A.-S. H., & Abdel Rasoul, M. A. A. (2008). Bioactivity of two major constituents isolated from the essential oil of *Artemisia judaica* L. *Bioresour. Technol.*, 99, 5947–5950.
- Abu Isha, A. A., Abd El – Hamid, A. E., Ziena, H. M., & Ahmed, H. A. (2018). Effect of Spearmint (*Mentha spicata*) On Productive and Physiological Parameters of Broiler Chicks. *Egyptian Poultry Science Journal*, 38(III), 815-829.
- Adjou, E. S., René, D., Edwige, D.-A., & Soumanou, M. M. (2017). Chemical Composition and Biological Activity of Essential Oil from *Mentha piperita* L. Leaves on The Quality of Mango Puree during Storage. *J Microbiol Biotech Food Sci.*, 7(2), 97-100.
- Afridi, M. S., Ali, J., Abbas, S., Rehman, S. U., Khan, F. A., Khan, M. A., & Shahid, M. (2016). Essential oil composition of *Mentha piperita* l. and its antimicrobial effects against common human pathogenic bacterial and fungal strains. *Pharmacologyonline*, 3(91), 90-97.
- Agarwal, V., Lal, P., & Pruthi, V. (2008). Prevention of *Candida albicans* biofilm by plant oils. *Mycopathologia*, 165(1), 13-19.

- Ahmad, A., Khan, A., Samber, N., & Manzoor, N. (2014). Antimicrobial activity of *Mentha piperita* essential oil in combination with silver ions. *Synergy*, 1, 92–98.
- Aksit, H., Demirtas, I., Telci, I., & Tarimcilar, G. (2013). Chemical diversity in essential oil composition of *Mentha longifolia* (L.) *Hudson* subsp. *typhoides* (Briq.) Harley var. *typhoides* from Turkey. *Journal of Essential Oil Research.*, 25(5), 430-437.
- Akdağ, A. & Öztürk, E. (2019). Distillation Methods of Essential Oils. *S. Ü. Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 45(1), 22-31.
- Akhter, R., Masoodi, F. A., Wani, T. A., & Rather, S. A. (2019). Functional characterization of biopolymer based composite film: Incorporation of natural essential oils and antimicrobial agents. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137, 1245-1255.
- Alexa, E., Danciu, C., Radulov, I., Obistioiu, D., Sumalan, R. M., Morar, A., & Dehelean, C. A. (2018). Phytochemical Screening and Biological Activity of *Mentha×piperita* L. and *Lavandula angustifolia* Mill. *Extracts. Analytical Cellular Pathology*, 2018, 1-7.
- Ali, H. O., Belboukhari, N., Sekkoum, K., Belboukhari, M., & Seddiki, L. S. (2025). Computational Molecular Docking Analysis of Linalool Enantiomers Interaction with Mitogen-Activated Protein Kinase 1 (MAPK1): Insights into Potential Binding Mechanisms and Affinity. *Chirality*, 37(3), e70030.

- Al-Mijalli, S. H., ELsharkawy, E. R., Abdallah, E. M., Hamed, M., Omari, N. E., Mahmud, S., Alshahrani, M. M., Mrabti, H. N., & Bouyahya, A. (2022). Determination of Volatile Compounds of *Mentha piperita* and *Lavandula multifida* and Investigation of Their Antibacterial, Antioxidant, and Antidiabetic Properties. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 1-9.
- Alsharif, B., Bashir, Y., & Boylan, F. (2024). Chemical Composition and Cytotoxicity Evaluation of *Artemisia judaica* L. Essential Oil from Saudi Arabia. *Molecules*, 29, 1-13.
- Al-Taie, S. S. K. & Al-Kenane, N. F. M. (2020). Chapter - Study Biochemistry of *Mentha longifolia* (L.) Huds.: A Review. In book: Herbs and Spices, pp. 1-12.
- An, Q., Ren, J. N., Li, X., Fan, G., Qu, S. S., Song, Y., Li, Y., & Pan, S. Y. (2021). Recent updates on bioactive properties of linalool. *Food & Function*, 12(21). DOI:10.1039/D1FO02120F.
- Andersen, H. H., Gazerani, P., & Arendt-Nielsen, L. (2016). High-concentration lmenthol exhibits counter-irritancy to neurogenic inflammation, thermal and mechanical hyperalgesia caused by trans-cinnamaldehyde. *J Pain.*, 17(8), 919–929.
- Arumugan, P., Gayatri Priya, N., Subathra, M., & Ramesh, A. (2008). Anti-Inflammatory activity of four solvent fractions of ethanol extract of *Mentha spicata* L. investigated on acute and chronic

- inflammation induced rats. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 26, 92–95.
- Asekun, O. T., Grierson, D. S., & Afolayan, A. J. (2007) Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. *Capensis*. *Food Chemistry*, 101, 995-998.
- Aydın, B., & Barbas, L. A. L. (2020). Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review. *Aquaculture*, 520, 734999.
- Badal, R. M., Badal, D., Badal, P., Khare, A., Shrivastava, J., & Kumare, V. (2011). Pharmacological Action of *Mentha piperita* on Lipid Profile in Fructose-Fed Rats. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 10(4), 843–848.
- Bastaki, S. M., Adeghate, E., Amir, N., Ojha, S., & Oz, M. (2018). Menthol inhibits oxidative stress and inflammation in acetic acid-induced colitis in rat colonic mucosa. *Am J Trans Res.*, 10(12), 4210–4222.
- Baydar, H. (2005). Tıbbi, aromatik ve keyif bitkileri bilimi ve teknolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi*, 51, 113-115.
- Baydar, H. (2016). Tıbbi ve aromatik bitkileri bilimi ve teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 51, Beşinci baskı, Isparta.
- Behnam, S., Farzaneh, M., Ahmadzadeh, M., & Tehrani, A. S. (2005). Composition and antifungal activity of essential oils of *Mentha*

- piperita* and *Lavendula angustifolia* on post-harvest phytopathogens. *Communication in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 71(3 Pt B), 1321-1326.
- Belazghem, N. E., Sekkoum, K., Bouanini, M., & Belboukhari, N. (2024). Chemistry and pharmacology of pulegone and its derivatives. *African Journal of Biological Science*, 6(16), 3781-3798.
- Benabdallah, A., Rahmoune, C., Boumendjel, M., Aissi, O., & Messaoud, C. (2016). Total phenolic content and antioxidant activity of six wild *Mentha* species (Lamiaceae) from northeast of Algeria. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, 6, 760–766.
- Bensabah, F., Houbairi, S., Essahli, M., Lamiri, A., & Naja, J. (2013). Chemical Composition and Inhibitory Effect of the Essential Oil from *Mentha spicata* Irrigated by Wastewater on the Corrosion of Aluminum in 1 Molar Hydrochloric Acid. *Port Electrochimica Acta*, 31, 195-206.
- Bhat, S., Maheshwari, P., Kumar, S., & Kumar, A. (2002). *Mentha* species: In vitro regeneration and genetic transformation. *A. Mol. Biol. Today*, 3, 11-23.
- Bhatia, S. P., McGinty, D., & Letizia, C. S. (2008). Fragrance material review on Alpha-bisabolol. *Food Chem Toxicol.*, 46(Suppl 11), S72–S76.
- Boukhari, R. E., Matin, M., Atanasov, A. G., & Fatimi, A. (2025). Unlocking the potential of pulegone biomolecule: Innovation

- trends and insights from patent landscape analysis and review. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 15(1), 1-30.
- Bouyahya, A., Mechchate, H., Benali, T., Ghchime, R., Charfi, S., Balahbib, A., Burkov, P. V., Shariati, M. A., Lorenzo, J. M., & Omari, N. E. (2021). Health Benefits and Pharmacological Properties of Carvone. *Biomolecules*, 11(12). DOI:10.3390/biom11121803.
- Brun, N., Colson, M., Perrin, A., & Voirin, B. (1990). Chemical and morphological studies on the effect of ageing on monoterpene composition in *Mentha X piperita* leaves. *Canadian Journal of Botany*, 69(10). <https://doi.org/10.1139/b91-285>.
- Cárdenas-Ortega, N. C., Zavala-Sánchez, M. A., Aguirre-Rivera, J. R., Pérez-González, C., & Pérez-Gutiérrez, S. (2005). Chemical composition and antifungal activity of essential oil of *Chrysactinia mexicana* gray. *J Agric Food Chem*, 53(11), 4347-4349.
- Cárdenas-Valdovinos, J. G., Mena-Violante, H. G., Rosas-Cárdenas, F. d. F., Angoa-Pérez, M. V., & Luna-Suárez, S. (2025). Phytochemistry and Biological Activities of *Hedeoma piperita* Benth. (Quiensabe). *Int. J. Mol. Sci.*, 26, 1-25.
- Ćavar Zeljković, S., Šišková, J., Komzáková, K., De Diego, N., Kaffková, K., & Tarkowski, P. (2021). Phenolic Compounds

and Biological Activity of Selected *Mentha* Species. *Plants*, *10*, 1-18.

- Chakraborty, K., Chakravarti, A. R., & Bhattacharjee, S. (2022). Bioactive components of peppermint (*Mentha piperita* L.), their pharmacological and ameliorative potential and ethnomedicinal benefits: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *11*(1), 109-114.
- Chauhan, R. S., Kaul, M. K., Shahi, A. K., Kumar, A., Ram, G., & Tawa, A. (2009). Chemical composition of essential oils in *Mentha spicata* L. accession [IIIM(J)26] from North-West Himalayan region, India. *Industrial crops and products*, *29*, 654–656.
- Chebet, J. J., Ehiri, J. E., McClelland, D. J., Taren, D., & Hakim, I. A. (2021). Effect of d-limonene and its derivatives on breast cancer in human trials: a scoping review and narrative synthesis. *BMC Cancer*, *21*, 1-11.
- Cheng, H. & An, X. (2022). Cold stimuli, hot topic: An updated review on the biological activity of menthol in relation to inflammation. *Front. Immunol.*, *13*, 1-15.
- Cho, S. Y., Jun, H. J., Lee, J. H., Jia, Y., Kim, K. H., & Lee, S. J. (2011). Linalool reduces the expression of 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase via sterol regulatory element binding protein-2- and ubiquitin-dependent mechanisms. *FEBS Lett.*, *585*, 3289–3296.

- Ciobanu, A., Mallard, I., Landy, D., Brabie, G., Nistor, D., & Fourmentin, S. (2013). Retention of aroma compounds from *Mentha piperita* essential oil by cyclodextrins and crosslinked cyclodextrin polymers. *Food Chemistry*, 138(1), 291-297.
- Cirlini, M., Dall'Asta, C., Silvanini, A., Beghè, D., Fabbri, A., Galaverna, G., & Ganino, T. (2012). Volatile fingerprinting of chestnut flours from traditional Emilia Romagna (Italy) cultivars. *Food Chemistry*, 134, 662–668.
- Cirlini, M., Mena, P., Tassotti, M., Herrlinger, K. A., Nieman, K. M., Dall'Asta, C., & Del Rio, D. (2016). Phenolic and Volatile Composition of a Dry Spearmint (*Mentha spicata* L.) Extract. *Molecules*, 21, 1007.
- Cosentino, M., Bombelli, R., Conti, A., Colombo, M. L., Azzetti, A., & Bergamaschi, A. (2009). Antioxidant properties and in vitro immunomodulatory effects of peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oils in human leukocytes. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3, 33-43.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12, 564-582.
- Dancewicz, K., Gabrys, B., Dams, I., & Wawrzęńczyk, C. (2008). Enantiospecific effect of pulegone and pulegone-derived lactones on *Myzus persicae* (Sulz.) settling and feeding. *Journal of Chemical Ecology*, 34(4), 530-538.

- Decarvalho, C. C. R. & Dafonseca, M. M. R. (2006). Carvone: why and how should one bother to produce this terpene. *Food Chemistry*, 95, 413-422.
- Deepa, B., & Venkatraman Anuradha, C. (2013). Effects of linalool on inflammation, matrix accumulation and podocyte loss in kidney of streptozotocin-induced diabetic rats. *Toxicol. Mechan. Methods.*, 23, 223–234.
- Deepa, N., Chauhan, S., Kumari, P., Rai, A. K., Tandon, S., & Singh, A. (2022). Linalool reduces the virulence of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC 3000 by modulating the Psyl/PsyR quorum-sensing system. *Microb Pathog.*, 173, 105884.
- Derbassi, N. B., Pedrosa, M. C., Heleno, S. A., Carochio, M., Ferreira, I. C., & Barros, L. (2022). Plant volatiles: Using scented molecules as food additives. *Trends Food Sci. Technol.*, 122, 97–103.
- De Sousa, D. P., Júnior E. V. M., Oliveira F. S., Almeida R. N., Nunes X. P., & Barbosa-Filho J. M. (2007c). Antinociceptive activity of structural analogues of rotundifolone: structure-activity relationship. *Z. Naturforsch.*, 62c, 39–42.
- de Sousa, A. A. S., Soares, P. M. G., Saldanha de Almeida, A. N., Maia, A. R., Prata de Souza, E., & Sampaio Assreuya, A. M. (2010). Antispasmodic effect of *Mentha piperita* essential oil on tracheal smooth muscle of rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 30, 433-436.

- de Sousa, D. P., Nóbrega, F. F. F., de Lima, M. R. V., & de Almeida, R. N. (2011). Pharmacological Activity of (R)-(+)-Pulegone, a Chemical Constituent of Essential Oils. *Z. Naturforsch.*, 66 c, 353–359.
- de Sousa Barros, A., de Moraes, S. M., Ferreira, P. A. T., Vieira, Í. G. P., Craveiro, A. A., dos Santos Fontenelle, R. O., de Menezes, J. E. S. A., da Silva, F. W. F., & de Sousa, H. A. (2015). Chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha* species. *Ind Crops Prod.*, 76, 557-564.
- de Sousa Guedes J. P., da Costa Medeiros, J. A., de Souza, E. Silva R. S., de Sousa, J. M., da Conceição, M. L., & de Souza, E. L. (2016). The efficacy of *Mentha arvensis* L. and *M. piperita* L. essential oils in reducing pathogenic bacteria and maintaining quality characteristics in cashew, guava, mango, and pineapple juices. *International Journal of Food Microbiology*, 238, 183-192.
- De Souza, M. A., Braga, R. P., Dos Santos, A. M., Rocha, J. F., Castro, R. N., Fernandes, M. S., & De Souza, S. (2020). Productive, metabolic and anatomical parameters of menthol mint are influenced by light intensity. *An Acad Bras Cienc*, 92(suppl.1), 1-15.
- Derwich, E., Benziiane, Z., Taouil, R., Senhaji, O., & Touzani, M. (2010). Aromatic plants of morocco: GC/MS analysis of the essential oils of leaves of *Mentha piperita*. *Advances Environmental Biology*, 4(1), 80-86.

- Derwich, E., Chabir, R., Taouil, R., & Senhaji, O. (2011). In vitro antioxidant activity and GC/MS studies on the leaves of *Mentha piperita* (Lamiaceae) from Morocco. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 3(2), 130-6.
- Détár, E., Németh, É. Z., Gosztola, B., Demján, I., & Pluhár, Z. (2020). Effects of variety and growth year on the essential oil properties of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) and lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.). *Biochem. Syst. Ecol.*, 90, 104020.
- Dorman, H. J., Koşar, M., Kahlos, K., Holm, Y., & Hiltunen, R. (2003). Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties, and cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4563-4569.
- Downer, E. J. (2020). Anti-inflammatory potential of terpenes present in *Cannabis sativa* L. *ACS Chem. Neurosci.*, 11, 659–662.
- Đurović, S., Micić, D., Pezo, L., Radić, D., Bazarnova, J. G., Smyatskaya, Y. A., & Blagojević, S. (2022). Influence of the mowing and drying on the quality of the peppermint (*Mentha x piperita* L.) essential oil: Chemical profile, thermal properties, and biological activity. *Industrial Crops and Products*, 177, 114492.
- Ejaz, R., Malik, S., Ahmad, M., Ali, H., & Choudhry, S. (2020). Anti-Biofilm Potential of Menthole Purified from *Mentha piperita* L.

- (Mint). *Biological and Clinical Sciences Research Journal*, 2020(1), 1-6.
- El-Lateef Gharib, F. A. & da Silva, J. A. T. (2013). Composition, total phenolic content and antioxidant activity of the essential oil of four Lamiaceae herbs. *Med. Aromat. Plant Sci. Biotechnol.*, 7, 19–27.
- Elmastaş, M., Dermirtas, I., Isildak, O., & Aboul-Enein, H. Y. (2006). Antioxidant Activity of S-Carvone Isolated from Spearmint (*Mentha spicata* L. Fam Lamiaceae). *Journal of Liquid Chromate Related Technologies*, 29, 1465-1475.
- Elsharif, S. A., Banerjee, A., & Buettner, A. (2015) Structure-odor relationships of linalool, linalyl acetate and their corresponding oxygenated derivatives. *Front. Chem.*, 3, 1-10.
- Elsharkawy, E. (2016). Anti-inflammatory activity and chemical compositions of essential oil of *Achillea fragmmmentissima*. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 6(3), 258-262.
- Espina, L., García-Gonzalo, D., & Pagán, R. (2014). Impact of essential oils on the taste acceptance of tomato juice, vegetable soup, or poultry burger. *Journal of Food Science*, 79, 1575-1583.
- Ezzat, S. (2001). In vitro inhibition of *Candida albicans* growth by plant extracts and essential oils. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17(7), 757-9.

- Fayed, M. A. A. (2019). *Mentha piperita* L. –A Promosing Dental Care Herb Mainly Against Cariogenic Bacteria. *Universal Journal of Pharmaceutical Research*, 4(3), 33-38.
- Fazili, M. A., Masood, A., Wani, A. H., & Khan, N. A. (2020). Chapter 16 – Essential oil of mint: current understanding and future prospects. *Biodiversity and Biomedicine*, pp. 293-304.
- Ferreira, P., Cardoso, T., Ferreira, F., Fernandes Ferreira, M., Piper, P., & Sousa, M. J. (2014). *Mentha piperita* essential oil induces apoptosis in yeast associated with both cytosolic and mitochondrial ROS mediated damage. *FEMS Yeast Research*, 14(7), 1006-1014.
- Figuerola-Pérez, M. G., Gallegos-Corona, M. A., RamosGomes, M., & Reynoso-Camacho, R. (2015). Salicylic acid elicitation during cultivation of the peppermint plant improves anti-diabetic effects of its infusions. *Food & Function*, 6(6), 1865-1874.
- Garcia, M., Rodriguez, R., & Martinez, A. (2020). Antifungal activity of peppermint oil against *Candida albicans*. *Mycology Reports*, 7(3), 112-120.
- Ghasemi-Pirbaluti, M., Motaghi, E., & Bozorgi, H. (2017). The effect of menthol on acute experimental colitis in rats. *Eur J Pharmacol.*, 805, 101–107.
- Giménez-Santamarina, S., Llorens-Molina, J. A., Sempere-Ferre, F., Santamarina, C., Roselló, J., & Santamarina, M. P. (2022). Chemical composition of essential oils of three *Mentha* species

and their antifungal activity against selected phytopathogenic and post-harvest fungi. *ALL LIFE*, 15(1), 64–73.

Githaiga, B. M., Gathuru, E. M., Waithaka, P. N., & Omondi, G. O. (2018). Antifungal effects of essential oils from mint and rosemary on peronospora destructor and *Candida albicans*. *Mediterranean Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(4), 05-12.

Gracindo, L. A. M. B., Grisi, M. C. M., Silva, D. B., Alves, R. B. N., Bizzo, H. R., & Vieira, R. F. (2006). Chemical characterization of mint (*Mentha* spp.) germplasm at Federal District, Brazil. *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, 8, 5-9.

Grudniewska, A., Dancewicz, K., Białońska, A., Wawrzeńczyk, C., & Gabryś, B. (2013). Piperitone-Derived Saturated Lactones: Synthesis and Aphid Behavior-Modifying Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(14), 3364–3372.

Guimarães, R., Barreira, J., Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. (2011). Effects of oral dosage form and storage period on the antioxidant properties of four species used in traditional herbal medicine. *Phytotherapy Research*, 25, 484-492.

Guiné, R. P. F. (2018). The Drying of Foods and Its Effect on the Physical-Chemical, Sensorial and Nutritional Properties. *International Journal of Food Engineering*, 4(2).

Guo, F., Chen, Q., Liang, Q., Zhang, M., Chen, W., Chen, H., Yun, Y., Zhong, Q., & Chen, W. (2021). Antimicrobial activity and

- proposed action mechanism of linalool against *Pseudomonas fluorescens*. *FrontMicrobiol.*, 12, 562094.
- Gürel, A. E., Ceylan, İ. ve Aktaş, M. (2016). Meyve ve Sebzelerin Kurutma Parametrelerinin İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part:C, Tasarım ve Teknoloji*, 4(4), 267-273.
- Habashy, W., Elsatter, A. A., Khadra, A. A., Askar, A., Munir, A., Taalab, A., Elewaa, A., Elshrief, E., ElShamy, E., Sheba, E., Mahana, E., El-Sabagh, S., & Emara, S. (2025). Impact of Supplementing Meat-Type Chickens with Peppermint Water Extract (*Mentha piperita*) on Lymphoid Organs and Some Blood Parameters. *J. Agric. & Env. Sci.*, 24(2), 24-46.
- Hadjlouai, H., Najla, T., Emira, N., Mejdi, S., Hanen, F., Riadh, K., & Amina, B. (2009). Biological activities of the essential oils and methanol extract of tow cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in the Tunisian folkloric medicine. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(12), 2227–2238.
- Halli. L., Harchaoui, L., Messaoudi, M., Dahmane, T., Aid, F., Sawicka, B., & Zahnit, W. (2025). Chemical Constituents and in Vitro/In Vivo Pharmacological Effects of *Mentha piperita* L. Essential oil in Different Regions of Algeria. *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 18(1), 258-271.

- Han, Y., Chen, W., & Sun, Z. (2021). Antimicrobial activity and mechanism of limonene against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Food Safety*, 41(5), e12918.
- He, R., Zhong, Q., Chen, W., Zhang, M., Pei, J., Chen, H., & Chen, W. (2022). Antimicrobial mechanism of linalool against *Brochothrix thermosphacta* and its application on chilled beef. *FoodRes Int.*, 157, 111407.
- He, M., Zhong, W., Dai, R., Long, S., Zhou, Y., Zhang, T., Zhou, B., Tang, T., Yang, L., Jiang, S., Xiao, W., Fu, Y. J., Guo, J., & Gao, Z. (2025). Linalool exhibit antimicrobial ability against *Elizabethkingia miricola* by disrupting cellular and metabolic functions. *Current Research in Microbial Sciences*, 8, 1-15.
- Hudz, N., Makowicz, E., Shanaida, M., Białon, M., Jasicka-Misiak, I., Yezerska, O., Svydenko, L., & Wieczorek, P. P. (2020). Phytochemical evaluation of tinctures and essential oil obtained from *Satureja montana* herb. *Molecules*, 25, 4763.
- Hudz, N., Kobylinska, L., Pokajewicz, K., Horčinová Sedláčková, V., Fedin, R., Voloshyn, M., Myskiv, I., Brindza, J., Wieczorek, P. P., & Lipok, J. (2023). *Mentha piperita*: Essential Oil and Extracts, Their Biological Activities, and Perspectives on the Development of New Medicinal and Cosmetic Products. *Molecules*, 28, 1-27.
- Hunter, A. M., Grigson, C., & Wade, A. (2018). Influence of topically applied menthol cooling gel on soft tissue thermodynamics and

- arterial and cutaneous blood flow at rest. *Int J Sports Phys Ther.*, 13(3), 483–503.
- Husain, F. M., Ahmad, I., Khan, M. S., Ahmad, E., Tahseen, Q., Khan, M. S., & Alshabib, N. A. (2015) Sub-MICs of *Mentha piperita* essential oil and menthol inhibits AHL mediated quorum sensing and biofilm of Gram-negative bacteria. *Front. Microbiol.*, 6, 1-12.
- Hussain, A. I., Anwar, F., Nigam, P. S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2010). Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four *Mentha* species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(11), 1827–1836.
- Igimi, H., Hisatsugu, T., & Nishimura, M. (1976). The use of d-limonene preparation as a dissolving agent of gallstones. *Am J Dig Dis.*, 21(11), 926–939.
- Igoumenidis, P. E., Lekka, E. G., & Karathanos, V. T. (2016). Fortification of white milled rice with phytochemicals during cooking in aqueous extract of *Mentha spicata* leaves. An adsorption study. *LWT-Food Sci Technol*, 65, 589-596.
- Isnaini, N., Annisa, A., Prajaputra, V., Maryam, S., Idroes, R., & Khairan, K. (2024). Chemical composition and biological activities of essential oils in the family Lamiaceae. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1356, 1-7.

- Johari, N. Z., Ismail, I. S., Sulaiman, M. R., Abas, F., & Shaari, K. (2015). Acute toxicity and metabolomics analysis of hypocholesterolemic effect of *Mentha piperita* aqueous extract in Wistar rats. *International Journal of Applied Research in Natural Products*, 8(1), 1-11.
- Jullien, F., Diemer, F., Colson, M., & Faure, O. (1998) An optimising protocol for protoplast regeneration of three peppermint cultivars (*Mentha piperita*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 54, 153-159.
- Juza, M., Mazzotti, M., & Morbidelli, M. (2000). Simulated moving-bed chromatography and its application to chirotechnology. *Trends in Biotechnology*, 18(3), 108-118.
- Kanatt, S. R., Chander, R., & Sharma, A. (2007) Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata* L.) in radiation-processed lamb meat. *Food Chemistry*, 100, 451-458.
- Kee, L. A., Shori, A. B., & Baba, A. S. (2017). Bioactivity and health effects of *Mentha spicata*. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*, 5(1), 1-2.
- Ketoh, G. K., Koumaglo, H. K., Glitho, I. A., & Huignard, J. (2006). Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. *Fitoterapia*, 77(7-8), 506-510.

- Khanuja, S. P. S., Shasany, A. K. A., Srivastava, A., & Kumar, S. (2000). Assessment of genetic relationships in *Mentha* species. *Euphytica*, 111, 121–125.
- Kiełtyka-Dadasiewicz, A. (2017). Morphological and genetic diversity among peppermint (*Mentha piperita* L.) cultivars. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 16, 151–161.
- Kimbaris, A. C., González-Coloma, A., Andrés, M. F., Vidali, V. P., Polissiou, M. G., & Santana-Méridas, O. (2016). Biocidal Compounds from *Mentha* sp. Essential Oils and Their Structure–Activity Relationships. *Chemistry & Biodiversity*, 14(3), e1600270.
- Kılıç, A. (2008). Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10(13), 37-45.
- Kılıçhan, R. ve Çalhan, H. (2015). Mutfakların sihirli baharat: Kayseri ilinde baharat tüketim alışkanlıklarının belirlenmesine yönelik bir çalışma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(2), 40-47
- Kiselova, Y., Ivanova, D., Chervenkov, T., Geroval, D., & Galunska, B. (2006). Correlation between the in vitro antioxidant activity and polyphenol content of aqueous extracts from Bulgarian herbs. *Phytotherapy Research*, 20, 961-965.
- Kivilompalo, M. & Hyötyläinen, T. (2007). Comprehensive two-dimensional liquid chromatography in analysis of Lamiaceae

- herbs: Characterisation and quantification of antioxidant phenolic acids. *Journal Chromatography A*, 1145, 155–164.
- Kizil, S., Hasimi, N., Tolan, V., Kilinc, E., & Yuksel, U. (2010). Mineral content, essential oil components and biological activity of two mentha species (*M. piperita* L., *M. spicata* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2), 148-53.
- Kocabıyık, H. ve Demirtürk, B. S. (2008). Nane Yapraklarının İnfrared Radyasyonla Kurutulması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(3).
- Kousar, S., Nadeem, F., Khan, O., & Shahzadi, A. (2017). Chemical Synthesis of Various Limonene Derivatives – A Comprehensive Review. *IJCBS*, 11(2017), 102-112.
- Kozlov, N. G., Basalaeva, L. I., Atazhanova, G., & Adekenov, S. M. (2015). Synthesis of derivatives of the monoterpenoid pulegone. *Chemistry of Natural Compounds*, 51(3), 488-490.
- Kumar, P., Sahoo, D., Chandan, Chanotiya, C. S., Nannaware, A. D., Mohapatra, P, Pradhan, B., & Rout, P. K. (2020). Valorization of undesired pulegone in *Mentha* essential oil by selective catalytic reduction: an overview. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 42(1–2), 86-93.
- Kwiatkowski, P., Pruss, A., Wojciuk, B., Dołęgowska, B., Wajs-Bonikowska, A., Sienkiewicz, M., Mężyńska, M., & Łopusiewicz, Ł. (2019). The influence of essential oil compounds on antibacterial activity of mupirocin-susceptible

- and induced low-level mupirocin resistant MRSA strains. *Molecules*, 24(17), 17.
- Kwiatkowski, P., Łopusiewicz, Ł., Pruss, A., Kostek, M., Sienkiewicz, M., Bonikowski, R., Wojciechowska-Koszko, I., & Dołęgowska, B. (2020). Antibacterial activity of selected essential oil compounds alone and in combination with β -lactam antibiotics against MRSA strains. *Int J Mol Sci.*, 21(19), 19.
- Kyaw, B. M., Arora, S., & Lim, C. S. (2012). Bactericidal antibiotic-phytochemical combinations against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Braz J Microbiol.*, 43(3), 938–945.
- Lee, S. C., Wang, S. Y., Li, C. C., Liu, & C. T. (2018). Anti-inflammatory effect of cinnamaldehyde and linalool from the leaf essential oil of *Cinnamomum osmophloeum* Kanehira in endotoxin-induced mice. *J. Food Drug Anal.*, 26, 211–220.
- Leung, A. N. (1980). Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs, and Cosmetics. Wiley Interscience, New York.
- Li, Y., Liu, Y., Ma, A., Bao, Y., Wang, M., & Sun, Z. (2017). In vitro antiviral, anti-inflammatory, and antioxidant activities of the ethanol extract of *Mentha piperita* L. *Food Sci. Biotechnol.*, 26, 1675–1683.
- Lin, J. P., Li, Y. C., Lin, W. C., Hsieh, C. L., & Chung, J. G. (2011). Effects of (-)-menthol on arylamine N-acetyltransferase activity in human liver tumor cells. *Am J Chinese Med.*, 29, 321–329.

- Liu, K., Chen, Q., Liu, Y., Zhou, X., & Wang, X. (2012). Isolation and biological activities of decanal, linalool, valencene, and octanal from sweet orange oil. *J. Food Sci.*, 77, C1156–C1161.
- Liu, X., Cai, J., Chen, H., Zhong, Q., Hou, Y., Chen, W., & Chen, W. (2020). Antibacterial activity and mechanism of linalool against *Pseudomonas aeruginosa*. *Microbial Pathogenesis*, 141, 103980.
- Loolaie, M., Moasefi, N., Rasouli, H., & Adibi, H. (2017). Peppermint and Its Functionality: A Review. *Archives of Clinical Microbiology*, 8(4), 54.
- Lv, J., Huang, H., Yu, L., Whent, M., Niu, Y., & Sh, H. (2012). Phenolic composition and nutraceutical properties of organic and conventional cinnamon and peppermint. *Food Chemistry*, 132(3), 1442-1450.
- Mączka, W., Duda-Madej, A., Grabarczyk, M., & Wińska, K. (2022). Natural Compounds in the Battle against Microorganisms- Linalool. *Molecules*, 27, 1-19.
- Mahboubi, M. & Kazempour, N. (2014). Chemical composition and antimicrobial activity of peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 36(1), 83-87.
- Mahboubi, M. (2018). *Mentha spicata* L. essential oil, phytochemistry and its effectiveness in flatulence. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, xxx (2018), 1-7.

- Mahboubi, M. (2021). *Mentha spicata* L. essential oil, phytochemistry and its effectiveness in flatulence. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11, 75-81.
- Mahendran, G., & Rahman, L. (2020). Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on peppermint (*Mentha piperita*) - A review. *Phytother. Res.*, 34, 2088–2139.
- Mahendran, G., Verma, S. K., & Rahman, L. U. (2021). The traditional uses, phytochemistry and pharmacology of spearmint (*Mentha spicata* L.): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 278, 114266.
- Mahmoud, S. S., & Croteau, R. B. (2001). Metabolic engineering of essential oil yield and composition in mint by altering expression of deoxyxylulose phosphate reductoisomerase and menthofuran synthase. *PNAS*, 98(15), 8915–8920.
- Mallick, B., Sinha, S., & Roy, D. (2016). Evaluation of antioxidative potential of field grown and tissue culture derived *Mentha piperita* L. plants. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 5(3), 382-391.
- Mancuso, M. (2020). Chapter - The Antibacterial Activity of *Mentha*. In book: *Herbs and Spices*, pp. 1-10.
- Marin, M., & Branković, S. (2021). Chemical Composition and Biological Activity of the Essential Oil of Wild-Growing *Micromeria thymifolia* (Scop.) Fritsch. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 20(4), 69–76.

- Marotti, M., Piccaglia, R., Giovanelli, E., Deans, S. G., & Eaglesham, E. (1994). Effects of planting time and mineral fertilization on peppermint (*Mentha x piperita* L.) essential oil composition and its biological activity. *Flavour Frag. J.*, 9, 125–129.
- Maurya, A., Sharma, R., Yadav, H., Mandal, D., & Shukla, A. C. (2024). Chapter 1 – *Mentha* spp.: A Miraculous Plant with Pharmaceutical Uses. *Advances in Medicinal and Aromatic Plants, Volume 2: Production, Processing, and Pharmaceutics*, pp. 1-53.
- Menyiy, N. E., Mrabti, H. N., Omari, N. E., Bakili, A. E., Bakrim, S., Mekkaoui, M., Balahbib, A., Amiri-Ardekani, E., Ullah, R., Alqahtani, A. S., Shahat, A. A., & Bouyahya, A. (2022). Medicinal Uses, Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology of *Mentha spicata*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 1-32.
- Moghtader, M. (2013). In vitro antifungal effects of the essential oil of *Mentha piperita* L. and its comparison with synthetic menthol on *Aspergillus niger*. *African Journal of Plant Science*, 7(11), 521-7.
- Mohsenzadeh, M. (2007). Evaluation of antibacterial activity of selected Iranian essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in nutrient broth medium. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(20), 3693-3697.

- Montenegro, I., Said, B., Godoy, P., Besoain, X., Parra, C. Díaz, K., & Madrid, A. (2020). Antifungal Activity of Essential Oil and Main Components from *Mentha pulegium* Growing Wild on the Chilean Central Coast. *Agronomy*, 10, 1-7.
- Moreno, L., Bello, R., Primo-Yufera, E., & Esplugues, J. (2002). Pharmacological properties of the methanol extract from *Mentha suaveolens* Ehrh. *Phytotherapy Research*, 16, 10-13.
- Muhammad, F., Wiley, J., & Riviere, J. E. (2016). Influence of some plant extracts on the transdermal absorption and penetration of marker penetrants. *Cutaneous and Ocular Toxicology*, 30, 1-7.
- Nanda, S. K., Jyotirmayee, B., & Mahalik, G. (2022). A Review on Effectiveness and Biological Activities of Different *Mentha* Species. *Indian Journal of Natural Sciences*, 13(71), 41169-41184.
- Nascimento, E. M. M., Rodrigues, F. F. G., Campos, A. R., & Costa, J. G. M. (2009). Phytochemical prospection, toxicity and antimicrobial activity of *Mentha arvensis* (Labiatae) from northeast of Brazil. *J Young PHarm.*, 1(3), 210-212.
- Neeraj, T., Prakash, A., & Seema, Y. (2013). Antimicrobial activity and medicinal values of essential oil of *Mentha piperita* L. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 2(8), 214-8.

- Negrelle, R. & Gomes, E. (2007). *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: chemical composition and biological activities. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 9(1), 80-92.
- Okut, N., Yagmur, M., Selcuk, N., & Yıldırım, B. (2017). Chemical Composition of Essential Oil of *Mentha longifolia* L. subsp. *longifolia* Growing Wild. *Pak. J. Bot.*, 49(2), 525-529.
- Onwude, D. I., Hashim, N., & Chen, G. (2016). Recent advances of novel thermal combined hot air drying of agricultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 132-145.
- Özcan Ateş, G. (2024). In vitro Antifungal Activity of *Mentha piperita* and *Thymus vulgaris* Essential Oils against Ochratoxigenic *Aspergillus carbonarius* Isolated from Bozcaada Çavuş Grape. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 34(1), 166-175.
- Özek, T., Tabanca, N., Demirci, F., Wedge, D. E., & Başer, K. H. C. (2010). Enantiomeric Distribution of Some Linalool Containing Essential Oils and Their Biological Activities. *Rec. Nat. Prod.*, 4(4), 180-192.
- Özel, A. & Özgüven, M. (2002). Effect of Different Planting Times on Essential Oil Components of Different Mint (*Mentha* spp.) Varieties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26, 289-294.
- Pandey, R. (2023). *Mentha spicata* L.: A Commercial Medicinal and Aromatic Crop for Cultivation. *Just Agriculture*, 3(7), 177-182.

- Patel, N., Lee, J., & Jones, A. (2021). Mint as a natural preservative in food: Current trends and future prospects. *Food Preservation Journal*, 35(2), 87-104.
- Patil, S. R., Patial, R. S., & Godghate, A. G. (2016). *Mentha piperita* Linn: Phytochemical, antibacterial and dipterian adulticidal approach. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(3), 352-355.
- Peana, A. T., D'Aquila, P. S., Panin, F., Serra, G., Pippia, P., & Moretti, M. D. L. (2002). Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate constituents of essential oils. *Phytomed*, 9, 721–726.
- Pereira, I., Severino, P., Paiva-Santos, A. C., Silva, A., & Souto, E. B. (2018). Linalool bioactive properties and potential applicability in drug delivery systems. *Colloids and Surfaces B Biointerfaces*, 171. DOI:10.1016/j.colsurfb.2018.08.001.
- Pereira, U. A., Aguilar, C. M., Dias, M. C. F., D'Grande, G. L., Pinheiro, P. F., & Osório, V. M. (2021). Analysis of Essential Oil from Brazilian *Mentha x piperita* L. Commercial Samples. *Revista Virtual de Química*, 14(2), 1-6.
- Pino, J. A., Mesa, J., Muñoz, Y., Martí, M. P., & Marbot, R. (2005). Volatile components from mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2213–2223.

- Polatcı, H. ve Aksüt, B. (2022). Nane Bitkisine Uygulanan Farklı Kurutma Yöntemlerinin Kuruma Kinetiği ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 18(1), 1-8.
- Politi, F. A. S., Nascimento, J. D., da Silva, A. A., Moro, I. J., Garcia, M. L., Guido, R. V. C., Pietro, R. C. L. R., Godinho, A. F., & Furlan, M. (2017). Insecticidal activity of an essential oil of *Tagetes patula* L. (Asteraceae) on common bed bug *Cimex lectularius* L. and molecular docking of major compounds at the catalytic site of ClAChE1. *Parasitol Res*, 116(1), 415-424.
- Ponte, H. A. S., de Oliveira Lima, M. S., de Oliveira Lima, E., & De Oliveira Lima, F. (2020). Linalool modulates dermatophyte susceptibility to azole drugs. *Med Mycol.*, 58(2), 272-274.
- Prakash, B., Shukla, R., Singh, P., Mishra, P. K., Dubey, N. K., & Kharwar, R. N. (2011). Efficacy of chemical characterized *Ocimum gratissimum* L. essential oil as an antioxidant and a safe plant-based antimicrobial against fungal and aflatoxin B1 contamination of spices. *Food Research International*, 44, 385-390.
- Rached, S., Habsaoui, A., Mzioud, K., Er-raji, M., Abujaber, F., Imtara, H., Oubihi, A., Haida, S., El-guourrami, O., Noman, O. M., Ourras, S., Tarayrah, M., & Touhami, M. E. (2025). Chemical profiling, safety assessment, bioactive properties, and molecular interactions of the essential oil derived from *Mentha pulegium* L. *Front. Sustain. Food Syst.*, 9, 1-15.

- Rasooli, I., Shayegh, S., Taghizadeh, M., & Astaneh, S. D. A. (2008). Phytotherapeutic prevention of dental biofilm formation. *Phytotherapy Research*, 22(9), 1162-1167.
- Rinaldi, M. A., Tait, S., Toogood, H. S., & Scrutton, N. S. (2022). Bioproduction of Linalool from Paper Mill Waste. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 10, 892896.
- Rita, R., & Animesh, D. K. (2011). An Updated Overview on Peppermint (*Mentha piperita* L.). *International Research Journal of Pharmacy*, 2(8), 1-10.
- Roblová, V., Bittová, M., Kubáň, P., & Kubáň, V. (2016). Capillary electrophoresis fingerprinting and spectrophotometric determination of antioxidant potential for classification of *Mentha* products. *Journal of Separation Science*, 39(14), 2862-8.
- Roige, M. B., Aranguren, S. M., Riccio, M. B., Pereyra, S., Soraci, A. L., & Tapia, M. O. (2009). Mota and mycotoxins in fermented feed, wheat grains and corn grains in Southeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Revista Iberoamericana de Micologia*, 26, 233-237.
- Rozza, A. L., Meira de Faria, F., Souza Brito, A. R., & Pellizzon, C. H. (2014). The gastroprotective effect of menthol: involvement of anti-apoptotic, antioxidant and anti-inflammatory activities. *PloS One*, 9(1), e86686.

- Sachan, A. K., Das, D. R., Shuaib, M. D., Gangwar, S. S., & Sharma, R. (2013). An Overview on *Mentha piperitae* (Peppermint Oil). *International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences*, 3(3), 834-838.
- Sameena, S., Mukherjee, P., Pramanik, P., Chatterjee, P., & Dash, N. (2024). Antimicrobial activity of mint: An overview. *Journal of Advances in Microbiology Research*, 5(1), 01-03.
- Sandasi, M., Leonard, C., & Viljoen, A. (2010). The in vitro antibiofilm activity of selected culinary herbs and medicinal plants against *Listeria monocytogenes*. *Letters in Applied Microbiology*, 50(1), 30-35.
- Sandasi, M., Leonard, C. M., Van Vuuren, S. F., & Viljoen, A. M. (2011). Peppermint (*Mentha piperita*) inhibits microbial biofilms in vitro. *South African Journal of Botany*, 77, 80–85.
- Saqib, S., Ullah, F., Naeem, M., Younas, M., Ayaz, A., Ali, S., & Zaman, W. (2022). *Mentha*: Nutritional and health attributes to treat various ailments including cardiovascular diseases. *Molecules*, 27, 6728.
- Scartazzini, L., Tosati, J. V., Cortez, D. H. C., Rossi, M. J., Flores, S. H., Hubinger, M. D., Luccio, M. D., & Monteiro, A. R. (2019). Gelatin edible coatings with mint essential oil (*Mentha arvensis*): Film characterization and antifungal properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(9), 4045-4056.

- Schuhmacher, A., Reichling, J., & Schnitzler, P. (2003). Virucidal effect of peppermint oil on the enveloped virus herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. *Phytomedicine*, 10, 504-510.
- Sen, P., Bolouri, P., & Sahin, F. (2023). Promising antimicrobial and antifungal activities of free peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil and its conjugated form with chitosan. *Turk J Anal Chem.*, 5(1), 77–82.
- Shahbazi, Y. (2015). Chemical Composition and In Vitro Antibacterial Activity of *Mentha spicata* Essential Oil against Common Food-Borne Pathogenic Bacteria. *Journal of Pathogens*, 1-5.
- Shanaida, M., Hudz, N., Białon, M., Kryvtsowa, M., Svydenko, L., Filipiska, A., & Wieczorek, P. P. (2021). Chromatographic profiles and antimicrobial activity of the essential oils obtained from some species and cultivars of the *Mentheae* tribe (Lamiaceae). *Saudi. J. Biol. Sci.*, 28(11), 6145-6152.
- Sharma, M. & Gautam, D. (2022). Phytoconstituents and medicinal value of *Mentha piperita*. *Modern Phytomorphology*, 15, 156–160.
- Shelepova, O. V., Dilovarova, T. A., Gulevich, A. A., Olekhnovich, L. S., Shirokova, A. V., Ushakova, I. T., Zhuravleva, E. V., Konovalova, L. N., & Baranova, E. N. (2021). Chemical Components and Biological Activities of Essential Oils of *Mentha × piperita* L. from Field-Grown and Field-Acclimated after In Vitro Propagation Plants. *Agronomy*, 11, 1-15.

- Shtayeh, M. S. A., Jamous, R. M., Abuzaitoun, S. Y., Khasati, A., & Kalbounch, S. (2019). Biological Properties and Bioactive Components of *Mentha spicata* L. Essential Oil: Focus on Potential Benefits in the Treatment of Obesity, Alzheimer's Disease, Dermatophytosis, and Drug-Resistant Infections. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 9, 1-11.
- Shukla, B. V., Dixit, C. M., Tiwari, A., Yadav, S. K., & Dixit, A. K. (2015). Storage Behaviour onto Mint Oil: Physicochemical Properties. *Asian Journal of Chemistry*, 27(3), 1035-1039.
- Singh, R., Shushni, M. A. M., & Belkheir, A. (2015). Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arab. J. Chem.*, 8, 322–328.
- Silva, C. L. & Câmara, J. S. (2013). Profiling of volatiles in the leaves of Lamiaceae species based on headspace solid phase microextraction and mass spectrometry. *Food Research International*, 51, 378–387.
- Singh, R., Shushni, M. A. M., & Belkheir, A. (2011). Antibacterial and antioxidant activity of *Mentha piperita* L. *Arabian Journal of Chemistry*, 4, 1-20.
- Singh, C. S. & Agarwal, R. (2013). Evaluation of antibacterial activity of volatile oil from *Mentha spicata* L. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 3(4), 120-121.

- Singh, R.; Shushni, M. A. M., & Belkheir, A. (2015). Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arab. J. Chem.*, 8, 322–328.
- Singh, P. & Pandey, A. K. (2018) Prospective of Essential Oils of the Genus *Mentha* as Biopesticides: A Review. *Front. Plant Sci.*, 9, 1295.
- Skrinjar, M., Mandic, A., Misan, A., Sakac, M., Saric, L. C., & Zec, M. M. (2009). Effect of Mint (*Mentha piperita* L.) and Caraway (*Carum carvi* L.) on the growth of some toxigenic *Aspergillus* species and Aflatoxin B1 production. *Journal of Natural Sciences*, 116, 131-9.
- Smaoui, S., Ben Hsouna, A., Lahmar, A., Ennouri, K., Mtibaa-Chakchouk, A., Sellem, I., X Najah, S., Bouaziz, M., & Mellouli, L. (2016). Bio-preservative effect of the essential oil of the endemic *Mentha piperita* used alone and in combination with BacTN635 in stored minced beef meat. *Meat Science*, 117, 196-204.
- Smith, A., Johnson, B., & Doe, J. (2021). Antimicrobial effects of peppermint oil: A comprehensive review. *Journal of Microbial Research*, 15(2), 45-62.
- Snoussi, M., Noumi, E., Trabelsi, N., Flamini, G., Papetti, A., & De Feo, V. (2015). *Mentha spicata* essential oil: chemical composition, antioxidant and antibacterial activities against

- planktonic and biofilm cultures of *Vibrio* spp. strains. *Molecules*, 20(8), 14402-14424.
- Soković, M., Marin, P. D., Brkić, D., & Van Griensven, L. (2007). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of ten aromatic plants against human pathogenic bacteria. *Food*, 1(2), 220-226.
- Soković, M., Vukojević, J., Marin, P., Brkić, D., Vajs, V., & Van Griensven, L. (2009). Chemical composition of essential oils of *Thymus* and *Mentha* species and their antifungal activities. *Molecules*, 14, 238–249.
- Soumya, S., & Mini, S. (2023). Menthol Attenuates Cholinergic Dysfunction and Neurotransmitter Imbalance in Experimental Diabetes. *J Endocrinol Reprod.*, 27(2), 119-129.
- Štejfa, V. M. F., & Ruzicka, K. (2019). Thermodynamic study of selected monoterpenes IV. *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 144, 1-11.
- Sun, Z., Wang, H., Wang, J., Zhou, L., & Yang, P. (2014). Chemical Composition and Anti-Inflammatory, Cytotoxic and Antioxidant Activities of Essential Oil from Leaves of *Mentha piperita* Grown in China. *PLoS ONE*, 9, e114767.
- Syam, S. & Maheswari, T. (2020). Antibacterial efficacy of menthol in a commercially available mouth freshener. *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences*, 9(10), 2691-2696.

- Tahri, D., Elhouiti, F., Chelghoum, M., Nebeg, H., Ouinten, M., & Yousfi, M. (2022). Biosynthesis and Biological Activities of Carvone and Carvotanacetone Derivatives. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 5, 708-723.
- Tchiegang, C., & Mbougoueng, D. (2005). Composition chimique des épices utilisées dans la préparation du Nah poh et du Nkui de l'ouest Cameroun. *Tropicultura*, 23(4), 193-200.
- Telci, İ. & Şahbaz, N. (2005). Variation of yield, essential oil and carvone contents in clones selected from carvone-scented landraces of Turkish *Mentha* species. *Journal of Agronomy*, 4(2), 96-102.
- Telci, I., Demirtas, I., Bayram, E., Arabaci, O., & Kacar, O. (2010). Environmental variation on aroma components of pulegone/piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.). *Industrial Crops and Products*, 32(3), 588-592.
- Telci, I., Kacar, O., Bayram, E., Arabaci, O., Demirtas, I., Yilmaz, G., Ozcan, I., Sonmez, C., & Goksu, E. (2011). The effect of ecological conditions on yield and quality traits of selected peppermint (*Mentha piperita* L.) clones. *Ind. Crop. Prod.*, 34, 1193-1197.
- Tetik, F., Civelek, S., & Cakilcioglu, U. (2013). Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 146, 331-346.

- Tsoupras, A., Lordan, R., & Zabetakis I. (2018). Inflammation, not cholesterol, is a cause of chronic disease. *Nutrients*, 10(5), 604.
- Turner, G. W. & Croteau, R. (2004). Organization of monoterpene biosynthesis in *Mentha*: immunocytochemical localizations of geranyl diphosphate synthase, limonene-6- hydroxylase, isopiperitenol dehydrogenase, and pulegone reductase. *Plant Physiology*, 136, 4215–27.
- Tyagi, A. K. & Malik, A. (2010). Liquid and vapour-phase antifungal activities of selected essential oils against *Candida albicans*: microscopic observations and chemical characterization of *Cymbopogon citratus*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10, 65.
- Tyagi, A. K. & Malik, A. (2011). Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* oil in liquid and vapour phase against food spoiling microorganisms. *Food Control*, 22, 1707–1714.
- Uribe, E., Marín, D., Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., & Rodríguez, A. (2016). Assessment of vacuum-dried peppermint (*Mentha piperita* L.) as a source of natural antioxidants. *Food Chem.*, 190, 559–565.
- Valente, J. S. S., Fonseca, A. O. S., Denardi, L. B., Dal Ben, V. S., Filho, F. S. M., Baptista, C. T., Braga, C. Q., Zambrano, C. G., Alves, S. H., Botton, S. A., & Pereira, D. I. B. (2016). In Vitro Susceptibility of *Pythium insidiosum* to *Melaleuca alternifolia*,

- Mentha piperita* and *Origanum vulgare* Essential Oils Combinations. *Mycopathologia*, 181(7-8), 617-22.
- Vitek, S., Nisha, S., Vijaylata, P., Reyaz, M. A., Bikram, S., & Raghbir, G. C. (2010). GC-MS analysis and anti-microbial activity of essential oil of *Mentha piperita* L. from Kullu-a North Indian region of higher altitude Himalayas. *International Journal of Drug Development & Research*, 2(4), 40-46.
- Wang, C. X. & Chen, S. H. L. (2005). Aromachology and its application in the textile field. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 13(6), 41-44.
- Wang, H., Lu, Q., Chen, X., Qian, Y., Qian, B., & Tan, H. (2024). Global trends and biological activity hotspots of d-limonene in essential oils: a 30-year bibliometric study. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 398(5), 5491-5507.
- Weiss, G., Ganz, T., & Goodnough, L. T. (2019). Anemia of inflammation. *Blood J Am Soc Hematol*, 133(1), 40–50.
- Wu, Z., Tan, B., Liu, Y., Dunn, J., Martorell Guerola, P., Tortajada, M., Cao, Z., & Ji, P. (2019). Chemical Composition and Antioxidant Properties of Essential Oils from Peppermint, Native Spearmint and Scotch Spearmint. *Molecules*, 24, 2825.
- Yamani, Y., Khajeh, M., Ghasemi, E., Mirza, M., & Javidnia, K. (2008). Comparison of Essential Oil Compositions Of *Salvia mirzayanii* Obtained By Supercritical Carbondioxide Extraction

- and Hydrodistillation Methods. *Food Chemistry*, 108(1), 341-346.
- Yeşil, M. ve Kara, K. (2014). *Mentha spicata* L. ve *Mentha villosa-nervata* Opiz. genotiplerinin tarımsal özellikleri üzerine azot ve fosfor dozlarının etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 3(1), 23-32.
- Yousefian, S., Esmaili, F., & Lohrasebi, T. (2023). A Comprehensive Review of the Key Characteristics of the Genus *Mentha*, Natural Compounds and Biotechnological Approaches for the Production of Secondary Metabolites. *Iran. J. Biotechnol.*, 21(4), 1-29.
- Yusuf, Z., Berhanu, A. A., Desta, M., Tsige, S. M., Tenishu, J. Seyida, S., & Dugasa, D. (2022). Biological Activities of Peppermint (*Mentha Piperita* L.) Oil. *Anti-Infective Agents*, 20(4), 64-69.
- Zaidi, S. & Dahiya, P. (2015). In vitro antimicrobial activity, phytochemical analysis and total phenolic content of essential oil from *Mentha spicata* and *Mentha piperita*. *International Food Research Journal*, 22(6), 2440-2445.
- Zangeneh, M. M., Salmani, S., Zangeneh A., Bahrami, E., & Almasi, M. (2024). Antiulcer activity of aqueous extract of leaves of *Mentha piperita* in Wistar rats. *Comparative Clinical Pathology*, 28, 411-418.
- Zhang, Z., Wu, X., Zhang, L., Mao, A., Ma, X., & He, D. (2020). Menthol relieves acid reflux inflammation by regulating TRPV1

in esophageal epithelial cells. *Biochem Biophys Res Commun.*, 525(1), 113–120.

Zhao, H., Ren, S., Yang, H., Tang, S., Guo, C., Liu, M., Tao, Q., Ming, T., & Xu, H. (2022). Peppermint essential oil: Its phytochemistry, biological activity, pharmacological effect and application. *Biomed. Pharmacother.*, 154, 113559.

Zhao, W., Yang, C., Zhang, N., Peng, Y., Ma, Y., Gu, K., Liu, X., Liu, X., Liu, X., Liu, Y., Li, S., & Zhao, L. (2023). Menthone Exerts its Antimicrobial Activity Against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* by Affecting Cell Membrane Properties and Lipid Profile. *Drug Design, Development and Therapy*, 17, 219–236.

Mentha spicata L. ve Mentha piperita L. TÜRLERİNİN U  UCU YA   KOMPOZİSYONLARI, BİYOLOJİK AKTİVİTELERİ ve UYGULAMA ALANLARI

