

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**BİNGÖL YÖRESİNDE BULUNAN BAZI AROMATİK Bitki
TÜRLERİNİN UÇUCU YAĞ KOMPOZİSYONLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Murat BİLİCİ

Yüksek Lisans Tezi

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEMMUZ 2025

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Biyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

BİNGÖL YÖRESİNDE BULUNAN BAZI AROMATİK BİTKİ
TÜRLERİNİN UÇUCU YAĞ KOMPOZİSYONLARININ
ARAŞTIRILMASI

Tez Yazarı
Murat BİLİCİ

Danışman
Prof. Dr. Eyüp BAĞCI

TEMMUZ 2025
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Biyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı: Bingöl Yöresinde Bulunan Bazı Aromatik Bitki Türlerinin Uçucu Yağ
Kompozisyonlarının Araştırılması

Yazarı: Murat BİLİCİ

İlk Teslim Tarihi: 17.06.2025

Savunma Tarihi: 14.07.2025

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Prof. Dr. Eyüp BAĞCI Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi	<i>İmza</i> Onayladım
Başkan:	Prof. Dr. Kadir DEMİRELLİ Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi	Onayladım
Üye:	Doç. Dr. Azize DEMİRPOLAT Bingöl Üniversitesi, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksek Okulu	Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20..... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

İmza

Prof. Dr. Burhan ERGEN
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Bingöl Yöresinde Bulunan Bazı Aromatik Bitki Türlerinin Uçucu Yağ Kompozisyonlarının Araştırılması ” Başlıklı Yüksek Lisans Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

14.07.2025

Murat BİLİCİ



ÖNSÖZ

Bitkiler, insanlık tarihi boyunca yalnızca beslenme değil; tedavi, korunma ve sağlık amacıyla da kullanılan vazgeçilmez doğal kaynaklar olmuştur. Özellikle aromatik bitkiler, taşıdıkları uçucu yağ bileşenleri sayesinde hem geleneksel tıpta hem de modern farmasötik ve kozmetik sanayide önemli kullanım alanlarına sahiptir. Uçucu yağlar; bitkilerin karakteristik kokularını taşıyan, biyolojik etkinlikleriyle dikkat çeken, kompleks kimyasal karışımlar olup bitkilerin farklı organlarından çeşitli yöntemlerle elde edilmektedir. Bu bağlamda, uçucu yağların kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi ve biyolojik etkilerinin araştırılması, doğal ürünler kimyası ve bitki biyoteknolojisi alanında günümüzde oldukça önem kazanan bir çalışma alanıdır.

Bu tez çalışması kapsamında, Türkiye florasında doğal olarak yetişen ve halk arasında çeşitli şekillerde kullanılan *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Salvia verticillata*, *Nepeta baytopii* ve *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* bitkileri seçilmiştir. Söz konusu türlerin uçucu yağ kompozisyonlarının belirlenmesi ve bu bileşenlerin potansiyel biyolojik etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulguların, hem literatüre katkı sağlayacağı hem de bu bitkilerin endüstriyel ve farmakolojik kullanımına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Çalışmalarım süresince zaman gözetmeksizin vakit ayırıp sorularımı içtenlikle cevaplayan, sahip olduğu tüm kaynakları benimle paylaşan değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Eyüp BAĞCI 'ya çok teşekkür ederim.

Son olarak, her zaman ve her koşulda benden desteğini esirgemeyen ve her ihtiyaç duyduğumda beni cesaretlendiren sevgili eşim Nurgül BİLİCİ 'ye çok teşekkür ederim.

Murat BİLİCİ
ELAZIĞ, 2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	x
1. Giriş	1
1.1. <i>Mentha longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i> (Uzun Yapraklı Nane) (Lamiaceae) Bitkisinin Genel Özellikleri	2
1.2. <i>Nepeta baytopii</i> (Beynanesi) (Lamiaceae) Bitkisinin Genel Özellikleri.....	4
1.3. <i>Salvia verticillata</i> (Halkavi Yapraklı Adaçayı) (Lamiaceae) Bitkisinin Genel Özellikleri	6
1.4. <i>Helichrysum plicatum</i> subsp. <i>plicatum</i> (Altın Otu) (Asteraceae) Bitkisinin Genel Özellikleri	7
1.5. Uçucu yağlar ve Önemi	9
1.6. Uçucu Yağların Özellikleri ve Kullanım Alanları	9
1.7. Uçucu Yağların Yapısal Türevleri.....	10
1.7.1. Monoterpenler (C10).....	10
1.7.2. Monoterpenoidler	10
1.7.3. Seskiterpenler (C15).....	11
1.7.4. Seskiterpenoidler	11
1.7.5. Fenilpropanoidler	11
1.7.6. Alifatik Bileşikler.....	11
1.8. Uçucu Yağların Tıbbi Önemi	11
1.9. Uçucu Yağların Bitki Açısından Önemi.....	12
1.10. Uçucu Yağları Elde Etme Yöntemleri	13
1.10.1. Su Buharı Distilasyonu (Hydrodistillation / Steam Distillation)	13
1.10.2. Soğuk Presleme (Cold Pressing / Expression)	14
1.10.3. Çözücü Ekstraksiyonu (Solvent Extraction)	14
1.10.4. Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu (SFE – Supercritical Fluid Extraction)	14
1.10.5. Enfleuraj (Enfleurage).....	14
1.11. Uçucu Yağların Arıcılık Açısından Önemi	15
1.11.1. İncelenen Bitki Türleri Uçucu Yağlarının Arıcılık Açısından Önemi.....	15
1.12. Çalışmanın Amacı ve Önemi.....	17
2. MATERYAL VE METOT.....	18
2.1. Bitki Materyallerinin Elde Edilmesi	18
2.2. Uçucu Yağ Analizleri	18
2.2.1. Uçucu Yağ Eldesi.....	18
3. BULGULAR.....	20
3.1. <i>Mentha longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i> Uçucu Yağ Kompozisyonu.....	27
3.2. <i>Salvia verticillata</i> Uçucu Yağ Kompozisyonu	27
3.3. <i>Helichrysum plicatum</i> subsp. <i>plicatum</i> Uçucu Yağ Kompozisyonu	27
3.4. <i>Nepeta baytopii</i> Uçucu Yağ Kompozisyonu	28
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	29

KAYNAKLAR.....	34
ÖZGEÇMİŞ	



ÖZET

Bingöl Yöresinde Bulunan Bazı Aromatik Bitki Türlerinin Uçucu Yağ Kompozisyonlarının Araştırılması

Murat BİLİCİ

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Temmuz 2025, Sayfa: x + 42

Aromatik bitkiler, içeriklerinde taşıdıkları uçucu yağlar sayesinde hem geleneksel hem de modern kullanım alanlarında önemli bir yer edinmiştir. Uçucu yağlar, bitkilerin çiçek, yaprak, kök veya gövde gibi çeşitli organlarından elde edilen, kendine özgü koku ve biyolojik etkilere sahip doğal karışımlardır. Genellikle monoterpenler, seskiterpenler ve bunların oksijenli türevlerinden oluşan bu bileşikler, bitkilere özgü aromatik profili belirlemenin yanı sıra, antimikrobiyal, antioksidan ve terapötik özellikleriyle de dikkat çeker. Bu çalışmada incelenen *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Salvia verticillata*, *Nepeta baytopii* ve *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* türleri, Türkiye florasında yer alan değerli aromatik bitkiler arasında yer almaktadır. *Mentha longifolia*'nın uçucu yağ içeriğinde özellikle piperitenon oksit ve 1,8-sineol gibi bileşikler öne çıkarken, *Salvia verticillata*'da karyofillen türevleri ve germakren D gibi seskiterpenler baskın olarak bulunmuştur. Türkiye'ye özgü endemik bir tür olan *Nepeta baytopii*'de ise nepetalakton türevlerinin yanı sıra citronellol gibi bileşenler tespit edilmiştir. *Helichrysum plicatum* bitkisinde ise α -pinen, nerolidol ve β -karyofillen gibi terpen yapılı bileşikler uçucu yağ kompozisyonunun temel unsurlarını oluşturmuştur.

Bu çalışma ile söz konusu türlerin uçucu yağ profillerinin ortaya konması, hem doğal ürün araştırmalarına katkı sağlamakta hem de bu bitkilerin tıbbi ve endüstriyel potansiyellerini değerlendirme açısından önemli bir adım niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aromatik bitkiler, *Mentha longifolia*, *Salvia verticillata*, *Nepeta baytopii*, *Helichrysum plicatum*, Terpenoid bileşikler, Bitkisel kompozisyon, Uçucu yağlar

ABSTRACT

Investigation of Essential Oil Composition of Some Aromatic Plant Species in Bingöl Region

Murat BİLİCİ

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

July 2025, Pages: x + 42

Aromatic plants have gained significant importance in both traditional and modern applications due to the essential oils they contain. Essential oils are natural mixtures with characteristic scents and biological effects, obtained from various parts of plants such as flowers, leaves, roots, or stems. Composed mainly of monoterpenes, sesquiterpenes, and their oxygenated derivatives, these compounds not only determine the unique aromatic profile of plants but also stand out for their antimicrobial, antioxidant, and therapeutic properties. This study focuses on *Mentha longifolia*, *Salvia verticillata*, *Nepeta baytopii*, and *Helichrysum plicatum*, which are valuable aromatic species found in the flora of Türkiye. The essential oil composition of *Mentha longifolia* is characterized by prominent compounds such as piperitenone oxide and 1,8-cineole. In *Salvia verticillata*, sesquiterpenes such as caryophyllene derivatives and germacrene D are dominant. The endemic species *Nepeta baytopii* contains nepetalactone derivatives and citronellol, while *Helichrysum plicatum* is rich in terpenic compounds like α -pinene, nerolidol, and β -caryophyllene. By identifying the essential oil profiles of these species, this study contributes to natural product research and offers insight into the medicinal and industrial potential of these plants.

Keywords: Aromatic plants, *Mentha longifolia*, *Salvia verticillata*, *Nepeta baytopii*, *Helichrysum plicatum*, Terpenoid compounds, Herbal composition, Volatile oils

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1.	<i>Mentha longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i> (uzun yapraklı nane) bitkisinin genel görünümü (MURAT BİLİCİ)	4
Şekil 1.2.	<i>Nepeta baytopii</i> (Beynanesi) bitkisinin genel görünümü (MB)	5
Şekil 1.3.	<i>Salvia verticillata</i> (Halkavi Yapraklı Adaçayı) bitkisinin genel görünümü (MB)	7
Şekil 1.4.	<i>Helichrysum plicatum</i> subsp. <i>plicatum</i> (Altın otu) bitkisinin genel görünümü (MB).....	8
Şekil 2.1.	Uçucu yağ eldesi (Clevenger) apareyi	18
Şekil 2.2.	GC-MS (Gaz kromatogramı-kütle spektrometrisi)	19
Şekil 3.1.	<i>Mentha longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i> uçucu yağının GC kromatogramı	20
Şekil 3.2.	<i>Salvia verticillata</i> uçucu yağının GC kromatogramı	20
Şekil 3.3.	<i>Helichrysum plicatum</i> subsp. <i>plicatum</i> uçucu yağının GC kromatogramı.....	21
Şekil 3.4.	<i>Nepeta baytopii</i> uçucu yağının GC kromatogramı.....	21

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. <i>Mentha longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i> uçucu yağının GC-MS analizi (%).....	22
Tablo 3.2. <i>Salvia verticillata</i> uçucu yağının GC-MS analizi (%)	24
Tablo 3.3. <i>Helichrysum plicatum</i> subsp. <i>plicatum</i> uçucu yağının GC-MS analizi (%).....	25
Tablo 3.4. <i>Nepeta baytopii</i> uçucu yağının GC-MS analizi (%)	27
Tablo 4.1. <i>Mentha longifolia</i> subsp. <i>longifolia</i> uçucu yağ majör bileşenlerinin karşılaştırılması	29
Tablo 4.2. <i>Salvia verticillata</i> uçucu yağ majör bileşenlerinin karşılaştırılması	30
Tablo 4.3. <i>Helichrysum plicatum</i> subsp. <i>plicatum</i> uçucu yağ majör bileşenlerinin karşılaştırılması.....	30
Tablo 4.4. <i>Nepeta baytopii</i> uçucu yağ majör bileşenlerinin karşılaştırılması.....	31
Tablo 4.5. İncelenen türlere ait öne çıkan uçucu yağ bileşenlerinin karşılaştırılması	31

1. GİRİŞ

İnsanlar tarih boyunca beslenme, barınma ve ısınma gibi temel ihtiyaçlarını karşılamann yanı sıra, çeşitli hastalıkların tedavisi ve yaraların iyileştirilmesinde de bitkilerden faydalanmışlardır. M.Ö. 5000’li yıllara ait kaynaklarda, dönemin insanların sağlık sorunlarına karşı yaklaşık 250 farklı bitki türünü tedavi amacıyla kullandıkları belirlenmiştir. Hititler, Mısırlılar, Sümerler, Asurlar ve Mezopotamya medeniyetleri uzun yıllar boyunca hastalıklarla baş etmek için bitkisel yöntemlere başvurmuşlardır. Zaman içinde modern ilaçların geliştirilmesiyle tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı azalmaya başlamıştır. Ancak 1900’lü yıllardan itibaren, sentetik ilaçların yan etkilerinin anlaşılması ve hazır gıdalarda yer alan kimyasal maddelerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin fark edilmesiyle birlikte, doğal ürünlere olan ilgi yeniden artmıştır (Göktaş ve ark., 2019).

Kuzey Irak’ta Şanidar Mağarası’nda 1957-1961 yılları arasında yapılan kazılarda bulunan Neandertal insan kalıntıları yanında mezarda bulunanlar, bitki-insan ilişkisinin başlangıcına ait ilk veri olarak kabul edilmektedir.60 bin yıl öncesinden bugüne gelen ve bir şamana ait olduğu düşünülen bu mezarda, civanperçemi, kanarya otu, mor sümbül, gül hatmi, peygamber çiçeği ve efedra gibi bitki türlerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Ölülerini gömmeye başlayan bir toplumda, ölen kişinin tekrar yaşama döndüğünde kullanacağı düşüncesiyle mezara konulduğu tahmin edilen bu bitkilerin, yeniler ve şifalı olanlar diye ayrılmaya başlandığının da bir belirtisi olabileceği de düşünülmektedir. Çünkü bu bitki türleri günümüzde de özellikle tıbbi ve aromatik bitki olarak hala önemlidir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin doğadan toplanması ve işlenmesi süreci özenli ve dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Bu bitkiler genellikle doğal ortamlarından toplanarak elde edilmekte; ancak bilinçsizce yapılan toplama faaliyetleri, bazı bitki türlerinin popülasyonunda ciddi azalmalara yol açabilmektedir. Bu kayıpların önüne geçebilmek için toplumu bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı, özellikle nesli tehdit altında olan bitki türleri kültüre alınarak kontrollü bir şekilde çoğaltılmalıdır. Toplama işleminden sonra gerçekleştirilen kurutma süreçleri, uygun koşullarda yapılmalı; ayrıca bitkilerin kullanım dozajları da dikkatle belirlenmelidir. Aksi takdirde, faydalı olarak bilinen bu bitkiler istenmeyen etkiler oluşturabilir.

Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkiler; gıda, kozmetik, tekstil, boya, ilaç ve tarım gibi pek çok farklı sektörde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu bitkilerin tedavi amaçlı kullanım oranı, ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre farklılık göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerde nüfusun yaklaşık %80’i sağlık problemlerinde bitkisel çözümlere yönelirken, bu oran bazı Orta Doğu, Asya ve Afrika ülkelerinde %95’e kadar çıkmaktadır. Buna karşın, gelişmiş ülkelerde bu oran daha düşüktür. Örneğin Almanya’da bitkisel tedavi kullananların oranı %40–50 arasında değişmekte;

Amerika Birleşik Devletleri'nde %42, Avustralya'da %48 ve Fransa'da ise %49 olarak rapor edilmiştir (Göktaş ve ark., 2019).

Tıbbi bitkilerin dünya genelindeki başlıca ticaret merkezleri arasında Almanya, ABD, Japonya ve İngiltere gibi ülkeler ön plana çıkmaktadır (Titz, 2004).

20. yüzyılın başlarında listelenen ilaçların % 40'ından fazlası bitkisel orijinli olmasına rağmen 1970'li yılların ortasında bu oran % 5' ten daha aşağıya düşmüştür. Ancak özellikle 1990'lı yıllardan sonra, tıbbi ve aromatik bitkilerin yeni kullanım alanlarının da olduğunun bulunması, doğal ürünlere olan talebin artması; bu bitkilerin kullanım hacmini her geçen gün arttırmaktadır. Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkiler piyasasının yıllık yaklaşık 60 milyar dolarlık bir rakama sahip olduğu tahmin edilmektedir (Kumar, 2009).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre geleneksel tıp; fiziksel ve ruhsal hastalıklardan korunma, bunlara tanı koyma, iyileştirme veya tedavi etmenin yanında sağlığın iyi sürdürülmesinde de kullanılan, farklı kültürlerle özgü teori, inanç ve tecrübelerle dayalı izahı yapılabilen veya yapılamayan bilgi, beceri ve uygulamaların bütünüdür (Acubuca ve Bostan Budak, 2018).

Dünyada tedavi amaçlı ve baharat olarak kullanılan bitkilerin sayısının 20.000 civarında olduğu Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından rapor edilmiştir. Bugün doğada yetişen 300'e yakın bitki familyasından yaklaşık 1/3'ü uçucu yağ asidi içermektedir. Lamiaceae familyasına ait bitkilerdeki (*Origanum*, *Thymus*, *Ocimum*, *Mentha*, *Rosmarinus*, *Sideritis*, *Salvia*) uçucu yağlar bazı mayalar ve bakterilerin gelişimlerini engeller ve bu özelliklerinden dolayı yiyeceklerin doğal koruyucusu konumundadırlar (Yiğit ve Benli, 2005; Çenet ve Ark., 2006).

Bitki ve baharatların doğal antioksidan kaynaklar olarak kullanılmalarını araştıran çalışmaların sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Bitki uçucu yağ ve bileşenlerinin farmakolojik özellikleri incelenerek tıp, kozmetik ve endüstriyel alanlarda kullanılabilme imkânlarının yararlı olabileceği de araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Kırbağ ve Bağcı, 2000).

1.1. *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (Uzun Yapraklı Nane) (Lamiaceae) Bitkisinin Genel Özellikleri

Uzun yapraklı nane (*Mentha longifolia* L., Lamiaceae familyası) Akdeniz bölgeleri, Avrupa, Avustralya ve Kuzey Afrika'da yaygın olarak yetişir (Harley, Brington, 1977). Şekil 1.1.'de görünümü bulunan uzun yapraklı nane kokulu bir aromaya sahip değişken bir çok yıllıktır. 40-120 cm yüksekliğinde düz ile sürünen gövdelere sahip sürüngen bir köksapa sahiptir. Yapraklar dikdörtgen eliptik ile mızrak şeklinde, ince ila yoğun tüylü, üstte yeşil ile gri-yeşil ve altta beyazdır. Çiçekler 3-5 mm uzunluğunda leylak, morumsu veya beyazdır ve uzun dallı, sivrilen başaklarda yoğun kümeler halinde üretilir. *Mentha longifolia* ilaç, tütün ve gıda endüstrilerinde ve özellikle kozmetolojide kullanılır. Yaprakları, çiçeği, gövdesi, kabuğu ve tohumları da dahil olmak üzere bitkinin farklı kısımları geleneksel olarak da yaygın olarak kullanılmıştır.

Antimikrobiyal, karminatif, uyarıcı, antispazmodik, baş ağrısı ve sindirim bozuklukları gibi çeşitli hastalıkların tedavisi için halk tıbbında kullanılmıştır. Farmakolojik araştırmalarda, *Mentha longifolia* 'nın farklı biyolojik etkileri ve bitkinin uçucu yağında bulunan kimyasal bileşikler için yeterli gösterge bulunmaktadır (Naghbi ve ark., 2005).

Uçucu yağlar, aromatik bitkilerde bulunan güçlü kokularıyla, doğal, uçucu ve kompleks bileşikler olup bitkilerden buhar ya da su distilasyonu ile elde edilen bileşenlerdir. Son zamanlarda gıda üreticileri ve tüketicileri oksidasyon ve mikrobiyal aktivitelerden gıdaları korumak amacıyla, sentetik kimyasalların yerine, doğal koruyucuları (bitki ekstraktları, uçucu yağları veya saf halde bileşenlerini) tercih etmektedirler (Delaquis ve ark., 2002). Nane (*Mentha* türleri), uçucu yağının oldukça değerli olması sebebiyle, birçok ülkede ticari olarak tarımı yapılmakta olan bir bitki türüdür. Mevsime ve çeşide bağlı olarak değişiklik gösterdiği bildirilen nane uçucu yağının bileşiminde, oksijenli monoterpenler sınıfından menton (*Mentha piperita*), mentol (*Mentha arvensis*) ve karvon (*Mentha spicata*) majör bileşenler olarak tespit edilmiştir. Çeşitli nane türlerinden elde edilen uçucu yağlarda yer alan bu bileşenlerden pek çoğunun antimikrobiyal, antioksidan, radikal süpürücü ve sitotoksik aktivite gösterdiği de tespit edilmiştir (Gulluce ve ark., 2007; Hussain ve ark., 2010). Nane uçucu yağında bulunan bileşenler, işleme ve depolama esnasında bozunuma uğrarlar ve nane yağı duyuşal özelliklerinde bazı istenmeyen değişiklikler meydana gelebilmektedir. Nane uçucu yağının suda çözünmesinin az olması sebebiyle kararlı bir dispersiyon oluşumunu sınırlandırmaktadır. Nane uçucu yağı içeren ürünlerin stabilitesini arttırmak için en iyi seçenek mikroenkapsülasyon yöntemi olduğu bilinmektedir (Sarkar ve ark., 2013). Mikroenkapsülasyon; belirli koşullar altında, küçük katı partiküllerin, sıvı ya da gaz damlacıkların tutuklanmasına dayanan ve kontrollü bir salınım sağlayan fiziksel bir tutuklama yöntemi olarak bilinir (Fang ve Bhandari, 2010). Uçucu yağların bir katman ile kaplanarak uçuculuklarının geciktirilmesi ve bu sayede içerisinde bulunan bileşenlerin korunmasına yönelik girişimler son zamanlarda dikkat çekmektedir. Mikro kapsül formdaki uçucu yağların, gıdada bulunan diğer bileşenlerle daha az etkileşime girerek, daha uzun bir stabilite gösterdikleri, ayrıca antioksidan etkili uçucu yağların mikrokapsül formuna dönüştürülmesiyle etkinliklerinin arttığı da yapılan çalışmalar sonucu ortaya konmuştur (Parris ve ark., 2005). Uçucu yağların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; nane türlerinden elde edilen uçucu yağ ve çeşitli ekstraktlarının ve içeriğinde yer alan başlıca bileşenlerden bazılarının antimikrobiyal, antioksidan, radikal süpürücü ve sitotoksik aktivite gösterdiği de bilinmektedir (Neves ve ark., 2004).



Şekil 1.1. *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (uzun yapraklı nane) bitkisinin genel görünümü (MURAT BİLİCİ)

Mentha longifolia bitkisinin sistematigi aşağıda gösterilmiştir:

- Alem** : Plantae
Şube : Tracheophyta
Sınıf : Magnoliopsida
Takım : Lamiales
Familya : Lamiaceae
Cins : *Mentha*
Tür : *Mentha longifolia*

1.2. *Nepeta baytopii* (Beynanesi) (Lamiaceae) Bitkisinin Genel Özellikleri

Çok yıllık, gövdeler yay biçiminde yükselen, 25-70 cm, kısa ve geriye doğru tüylü, dağınık daha uzun yayılan tüyler ve sapsız bezlere sahiptir. Yapraklar oval-üçgen, 1,5-3 x 0,8-2,4 cm, tırtıllı, tüylü ve kısa tüylü, damarlarda daha uzun tüyler ve altta çok sayıda sapsız bez; üst çiftler uzakta ve çok daha küçüktür. Yaprak sapı yaklaşık 3 cm, vertisillasterler aşağıda uzakta yukarıda terminal başlara dönüşmüştür (Aytaç ve Yıldız, 1996). *Nepeta baytopii* (Şekil 1.2.) brakteoller doğrusal-mızrak şeklinde, 7-12 mm, tepede incelen-aristat, zarsıdır. Kaliks tübüler, 11-13,5 mm, düz veya kıvrık, ağız eğik, dişler dikdörtgen-ovalden dar üçgene, sivri uçlu-aristat, zarlı, alt dudak yarık, damarlarında kısa antroz kılları, leylak rengidir. Korolla leylak, 21-25 mm, tüp düz veya hafif kıvrık, kaliks dişlerinden uzun dışarı çıkmış, tüm yüzey tüylü, dudaklardaki kıllar tüptekilerden daha uzun, çok sayıda sapsız bez vardır. Fındıklar dikdörtgen, üç köşeli, pürüzsüz, yaklaşık 2,5 x 1,2 mmdir (Budantsev, 1991).

Nepeta türleri üzerine yapılan araştırmalar, bu bitkilerin geleneksel bitkisel ilaç olarak kullanımının yanı sıra; antimikrobiyal, antioksidan, iltihap giderici (antiinflamatuvar), sakinleştirici, kas gevşetici, antihiperlipidemik, antiastmatik, gaz giderici (karminatif), idrar söktürücü, terletici, ateř dűřürücü, parazit karşıtı (antihelmintik), yabancı ot önleyici (herbisit) ve böcek kovucu (insektisit) gibi çok sayıda farmakolojik etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bazı *Nepeta* türlerinden hazırlanan losyonların yılan ve akrep sokmalarına karşı da kullanıldığı bilinmektedir. *Nepeta* türlerinin bir kısmı yemeklere lezzet vermek için kullanılırken, bir kısmının mide rahatsızlıklarının tedavisinde bitki ayı olarak kullanıldığı, bir kısmının da diř ve romatizmal ağrıların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Kaya ve Dirmenci, 2008; Sarıkürkçü ve ark., 2019).

Türkiye *Nepeta*'sı 44 taksonla temsil edilir ve bunların 22'si Türkiye'ye endemiktir. Türlerin ve endemiklerin çoğu Türkiye'de Doğu Anadolu ve Toros dağlarında dağılmıştır. Cinsin endemizm oranı %50'dir (Hedge & Lamond, 1982; Guner ve ark., 2000; Dirmenci, 2005).

Bu türlerin çođu genellikle çok yıllık otsu ve hoř kokulu, uçucu yağlar açısından zengin ve potansiyel ekonomik ilgiye sahiptir (Kaya & Dirmenci, 2008). Bu türler kediler üzerindeki etkileri nedeniyle kedi nanesi veya kedi nanesi olarak bilinir. Ana bileşen nepetalaktondur. Bazı türler Akdeniz bölgesindeki birçok ülkenin geleneksel tıbbında diüretik, terletici, öksürük kesici, spazm giderici, astım karşıtı, ateř dűřürücü, adet söktürücü ve yatıştırıcı ajan olarak kullanılır (Rapisarda ve ark., 2001). Ayrıca, *Nepeta meyeri* ve *Nepeta racemosa* Türkiye'nin Dođu Anadolu bölgesinde bitkisel çay ve baharat olarak kullanılır.



şekil 1.2. *Nepeta baytopii* (Beynanesi) bitkisinin genel görünümü (MB)

Nepeta baytopii bitkisinin sistematığı aşağıda gösterilmiştir:

Alem : Plantae

şube : Spermatophyta

Sınıf : Equisetopsida
Takım : Lamiales
Familya : Lamiaceae
Cins : Nepeta
Tür : *Nepeta baytopii*

1.3. *Salvia verticillata* (Halkavi Yapraklı Adaçayı) (Lamiaceae) Bitkisinin Genel Özellikleri

Salvia verticillata L. (*Salvia verticillata*), leylak adaçayı olarak da bilinir, Batı Asya ve Doğu ve Orta Avrupa'ya özgü, dünya çapında çok yıllık otsu bir bitkidir. *Salvia verticillata* (Şekil 1.3.) orta düzeyde yağışla karakterize edilen karasal bir iklimde yetişir (Giuliani ve ark.,2018). Daha sıcak sıcaklıklarda yetişen kuraklığa dayanıklı bir bitkidir ve gelişimi yeterli ısı ve nem koşulları altında elverişlidir. Daha yüksek sıcaklıklar uçucu yağ veriminde artışa katkıda bulunurken, nem bunu azaltır (Özler ve ark., 2011). *Salvia verticillata* 50 cm'ye kadar yüksekliğe ulaşan yarı çalıdır. Gövdeler yıllık, yükselen, dallı, yosunlu ve yaklaşık 1,5 cm kalınlığındadır. Yapraklar kalp şeklinde veya oval-üçgen şeklinde, basit, sivri ve ayrıca yosunlu olabilir. Çiçek salkımları dallıdır ve yaklaşık 25 cm yüksekliğe ulaşır (Giuliani ve ark.,2018). *Salvia verticillata*'nın çiçekleri büyük ve menekşe rengi, biseksüel ve iki lobludur. Koltuk altı veya terminal çiçek salkımlarında düzenlenmiştir (Bussman ve ark., 2020). Tohumlar oval, hafif uzun, pürüzsüz ve açık kahverengidir. *Salvia*'nın yetiştirilmesi 1000 m'ye kadar bir yükseklik ve soğuktan ve nemden korunmayı gerektirir. Bitkiler çapraz tozlaşma yapar ve ikinci yılda yazın çiçek açar (Özler ve ark., 2011). Çiçeklenme dönemi Mayıs'tan Eylül'e kadar devam edebilir (Bussman ve ark., 2020).

Salvia türleri, yüksek uçucu yağ içeriği sayesinde değerli aromatik bitkiler arasında yer almakta olup, halk arasında gaz giderici ve idrar sökücü etkileriyle, tonik olarak ve soğuk algınlığı gibi yaygın sağlık problemlerinde geleneksel olarak kullanılmaktadır (Bayram ve ark., 2016) Geniş kullanım alanı sayesinde, *Salvia* türlerine ev mutfaklarında da sıkça rastlanmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar, *Salvia* türlerinin yaklaşık tür sayısının 95'e kadar çıktığı bildirilen bu türlerin % 53'ünün endemik olduğunu ortaya koymaktadır (Dumanoğlu ve Mokhtarzadeh, 2020). Özellikle infüzyon ve dekoksasyon formunda karın ağrısı, mide bulantısı (Sezik ve ark., 2001), kalp-damar hastalıkları (Kültür, 2007), müshil, soğuk algınlığı, mide bulantısı (Altundağ ve Öztürk, 2011) gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar *Salvia verticillata* uçucu yağ ve ekstraktlarının antioksidan, antimikrobiyal, antikolinesteraz, antidiyabetik (Tepe ve ark., 2007; Eidi ve ark., 2011; Kunduhoglu ve ark., 2011; Erbil ve Dığrak, 2015) ve antimikobakteriyel (Aşkun ve ark., 2010) gibi biyolojik aktivitelere sahip olduğunu göstermiştir.



Şekil 1.3. *Salvia verticillata* (Halkavi Yapraklı Adaçayı) bitkisinin genel görünümü (MB)

Salvia verticillata bitkisinin sistematığı aşağıda gösterilmiştir:

- Alem** : Plantae
Şube : Tracheophyta
Sınıf : Magnoliopsida
Takım : Lamiales
Familya: Lamiaceae
Cins : *Salvia*
Tür : *Salvia verticillata*

1.4. *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* (Altın Otu) (Asteraceae) Bitkisinin Genel Özellikleri

Asteraceae (Papatyagiller) familyasından olan *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*'un dünyada üzerinde yaklaşık altı yüz çeşidi bulunmaktadır. *Helichrysum* ismi Yunanca “dönen” ve “altın” isimlerinden ilham alınarak isimlendirilmiştir. *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* (Şekil 1.4.) Balkanlar, Suriye, Lübnan, Irak, Batı İran, Kafkasya ve Türkiye'de yaygındır (Kolaylı ve ark., 2010; Aydın, 2020; Taşkın ve ark., 2020). Türkiye florasında 14'ü endemik olmak üzere yaklaşık olarak 20 *Helichrysum* türü bulunmaktadır. “Ölmez çiçek”, “altınotu” ve “mantuvar” gibi isimlerle halk arasında tanınan bu bitki, sindirimi sistemine destek olmasıyla öne çıkar. Özellikle safra arttırıcı, idrar söktürücü özellikleri sayesinde böbrek taşlarının atılmasına yardımcı olurken, yara ve yanıkların tedavisinde de geleneksel olarak kullanılmaktadır (Davis ve ark., 1988; Erik ve ark., 2000). Geleneksel tıpta bitkinin çiçeklerinden elde edilen çaylar ve özütlerin, bronşit, astım ve soğuk algınlığı gibi durumlarda olumlu etkiler gösterdiği ifade edilmektedir (Sezik ve ark., 1991; Lourens ve ark., 2008). *Helichrysum* türlerinden elde edilen özütlerin içerdiği fenolik bileşikler ve uçucu maddeler, antioksidan, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antiviral, antimikrobiyal ve

antimutajenik gibi birçok biyolojik etkilere sahiptir (Meyer ve ark., 1997; Schinella ve ark., 2002; Aslan ve ark., 2007; Demir ve ark., 2009; Özbek ve ark., 2009; Bigovic ve ark., 2010). Bu türlerin içerdiği flavonoidler, fenolik asitler, kumarinler, pironlar ve terpenler gibi ikincil metabolitler nedeniyle önemli biyolojik aktivitelere sahip olduğu bildirilmektedir. Yapılan çalışmalar, bu bileşiklerin yüksek antioksidan potansiyel gösterdiğini ve serbest radikallerin temizlenmesine katkı sağladığını ortaya koymuştur. Bu etkilerin özellikle kozmetik, gıda koruma ve sağlık alanında olumlu etkiler yarattığı bilinmektedir. Serbest radikal oluşumunun kontrol altına alınması, hücresel yapının korunması açısından önemlidir. Serbest radikallerin fazla üretimi, lipid oksidasyonu yoluyla hem gıda kalitesini düşürmekte hem de insan sağlığını tehdit etmektedir (Gülçin, 2006; Min, 1998). Bitkilerin doğal yapısında bulunan antioksidan bileşikler, hem ürünlerin raf ömrünü artırmakta hem de insan sağlığına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalarda *Helichrysum* türlerinin kullanım potansiyeli giderek daha fazla ilgi görmektedir

(Jayaprakasha ve Rao, 2000; Akbaş ve ark., 2017). Ayrıca, bu bitkilerden elde edilen ürünlerin kimyasal analizleri sonucunda, kullanılan ekstrasyon yöntemi ve çözücü türüne bağlı olarak biyolojik etkilerinde farklılık gözlemlenmiştir (Azwanida, 2015).

Yöresel olarak “mantuvar” olarak bilinen *Helichrysum plicatum*, çok yıllık otsu bir bitki olup Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında çiçeklenme göstermektedir (Güner ve ark., 2012; TÜBİVES, 2021).



Şekil 1.4. *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* (Altın otu) bitkisinin genel görünümü (MB)

Helichrysum plicatum bitkisinin sistematığı aşağıda gösterilmiştir:

- Alem** : Plantae
Şube : Tracheophyta
Sınıf : Magnoliopsida
Takım : Asterales

Familiya : Asteraceae
Cins : Gnaphalieae
Tür : *Helichrysum plicatum*

1.5. Uçucu yağlar ve Önemi

Uçucu yağlar; bitkilerin yaprak, çiçek, kabuk, meyve, tohum ve köklerinden, destilasyon, ekstraksiyon veya presyon yöntemleriyle elde edilir ve oda sıcaklığında genellikle sıvı halde bulunan, kolayca kristalize olabilen, genellikle renksiz ve aromatik hidrokarbon karışımlarıdır. Bu durum içeriğinde yer alan bitkiye karakteristik özellik veren aynı zamanda bu bitkiye ait kokuyu ve lezzeti veren, çok sayıda kimyasal bileşenden oluşan, oda sıcaklığında uçucu özellikte olan ve su ile sürüklenme özelliğine sahip yağimsı karışımlardır. En ayırt edici özellikleri ise uçucu ve kokulu olmalarıdır. Uçucu olmayan yağlardan ayrılan en önemli özelliği ise sulu etanolde çözünebilmesidir (Cellat, 2011; Sosa ve ark., 2012, Khosvari ve Sendi., 2013; Raut ve Karuppayil, 2014, Nour ve ark., 2014).

Bitkilerin kimyasal bileşiminde en geniş grubu terpenler oluşturmaktadır. Terpenler, özellikle çiçek ve meyve yapılarında yoğun olarak bulunmakta olup; antiseptik, antioksidan, sindirim sistemini destekleyici, antimikrobiyal ve enzimatik etkileriyle tanınmaktadır (Oraby ve El-Borollosy, 2013; Do ve ark., 2015). Bunun yanı sıra, yapılarında düşük oranlarda da olsa alkoller, aldehitler, esterler, fenoller, azot ve kükürt içeren bileşikler de yer almaktadır. Terpenlerin oksidasyonu ile oluşan oksijenli türevler; aroma, lezzet ve tedavi edici özellikler bakımından önemli maddelerdir (Linskens ve Jackson, 1997).

Uçucu yağlar genellikle sudan daha düşük yoğunluğa sahip olup, yüksek kırılma indeksine ve optik aktiviteye sahiptirler. Bu yağlar ışık ve oksijenle temas ettiğinde zamanla reçineleşebileceğinden, uzun süreli saklamalarda koyu renkli, hava geçirmeyen şişelerde ve tercihen azot atmosferinde muhafaza edilmeleri önerilmektedir (Rangahaur, 2001). Aromatik bitkilerden ekstraksiyon, presleme ya da buhar distilasyonu yöntemleriyle elde edilen uçucu yağlar; hem koku endüstrisinde hem de bu ürünlerin üretiminde önemli bir yere sahiptir. Bitkilere özgü kokular, tür, kullanılan bitki kısmı, çevresel faktörler, iklim, toprak özellikleri, hasat zamanı ve hasat sonrası depolama koşulları gibi birçok etmene bağlı olarak değişen organik bileşiklerin kompleks karışımlarından oluşmaktadır (Bayrak, 2006).

1.6. Uçucu Yağların Özellikleri ve Kullanım Alanları

Aromatik bitkilerden değişik yöntemlerle elde edilen, kendine özel kokusu, tadı ve rengi olan uçucu özelliğe sahip, bitkilerin ikincil metabolit ürünleridir. Suda çözünmezler, bununla birlikte suda bekletildiklerinde bileşiminde bulunan oksijenli bileşiklerin bir kısmı suda çözüldüğünden

dolayı eczacılıkta önemli olan aromatik suları oluştururlar. Taze elde edildiklerinde renksizdirler. Kimyasal yapılarındaki en büyük grup terpenlerdir (Manika ve ark., 2013; Ruiz ve Flotats, 2014; Bagheri, Manap, Solati, 2014). Ayrıca oksijenli terpenoit türevleri (alkoller, aldehitler, ketonlar ve esterler), benzenoit yapıdaki bileşenler (alkoller, esterler, asitler, aldehitler, ketonlar, fenoller, fenol eterler, laktonlar vb.) ve nadir olarak azot ve/veya kükürt içeren bileşenleri de ihtiva etmektedir. Çok sayıda bileşenden oluştukları için yapıları karmaşıktır (Bayrak, 2006, Kawase ve ark.,2013).

Uçucu ve aromatik yağların, kekik, defne, karanfil, gül, zencefil, biberiye, nane, karabiber, adaçayı, anason, sarımsak olmak üzere birçok çeşidi vardır (Sepahvand ve ark., 2014). Biyolojik yapıya sahip ürünlerin çoğunun içeriğinde bulduklarından; parfüm, kozmetik, gıda ve içecek sanayilerinde, tıpta, ev temizlik ürünlerinde, aroma terapilerde ve farmakoloji olmak üzere farklı endüstrilerde olmak üzere oldukça farklı kullanım alanları vardır (Munir ve ark., 2014; Kasrati ve ark., 2014; Acar ve ark., 2015; Prakash ve ark., 2015). Mesela gül yağı antiseptik özelliğiyle tıpta, güzel kokusundan dolayı kozmetik sanayinde ve aroma maddesi olarak gıda sanayinde kullanılmaktadır (Kart, İkiz ve Demircan, 2012). Tüm bunlarla birlikte uçucu yağların; analjezik, antiseptik, antifungal, antiviral, bakterisit, insektisit, sedatif, stimulan, antioksidan gibi etkilere neden olmaktadır. Bu nitelikler uçucu yağ türüne göre değişmekle birlikte hepsinin ortak özelliği antibiyotik, dezenfekte edici, bağışıklık sistemini güçlendirici etkilerinin olmasıdır (Tarek ve ark.,2014; Zoubiri ve ark., 2014; Haba ve ark., 2014; Selvi ve ark., 2014; Sahoo ve ark.,2014; Starliper ve ark.,2015,). Hidrofobik olmaları uçucu yağların antimikrobiyal ve antifungal etkilerini artırır (Ulukanli ve ark., 2014). Bu özelliklerinden dolayı ambalajlarda ve yenilebilir filmlerde sentetik maddelere muadil koruyucu madde olarak kullanılmaktadırlar (Mesomo ve ark., 2013; Peng ve Li, 2014; Ma ve ark., 2015,).

1.7. Uçucu Yağların Yapısal Türevleri

1.7.1. Monoterpenler (C10)

Monoterpenler, uçucu yağların en yaygın bileşenleri arasında yer alır ve 10 karbon atomundan oluşan bir iskelete sahip olup çoğunlukla uçucu özellikleri nedeniyle aromatik bitkilerde yoğun olarak bulunurlar. Monoterpenler, genellikle antiseptik, antioksidan ve antiinflamatuvar etkiler gösterirler (Bakkali ve ark., 2008). En yaygın örnekleri limonen ve pinen gibi bileşiklerdir.

1.7.2. Monoterpenoidler

Monoterpenoidler, monoterpenlerin oksijenli türevleridir ve genellikle alkoller, ketonlar, aldehitler veya esterler içerir. Bu bileşikler, uçucu yağların biyolojik aktivitelerini önemli ölçüde

artırabilir. Örneğin, linalool (alkol), menton (keton) ve linalil asetat (ester), sedatif ve antispazmodik etkiler ile bilinir (Figueiredo ve ark., 2008).

1.7.3. Seskiterpenler (C15)

Seskiterpenler, 15 karbon atomu içeren ve genellikle güçlü antimikrobiyal ve antiinflamatuar özellikler gösteren bileşiklerdir. Bu bileşikler, daha büyük moleküller oldukları için uçucu yağlarda daha az yoğun bulunurlar. Örnekler arasında β -karyofilen ve humulen yer alır (Köhler ve ark., 2015).

1.7.4. Seskiterpenoidler

Seskiterpenoidler, seskiterpenlerin oksijenli türevleridir ve genellikle güçlü antioksidan ve antiinflamatuar etkiler gösterir. Bu bileşikler, farnesol ve nerolidol gibi bileşenlerden oluşur ve ayrıca yatıştırıcı etkiler sağlayabilir (Silva ve ark., 2020).

1.7.5. Fenilpropanoidler

Fenilpropanoidler, özellikle eugenol, anetol, safrol ve izoeugenol gibi bileşiklerden oluşan aromatik bileşiklerdir. Bu bileşikler, uçucu yağların antibakteriyel, antifungal ve antioksidan etkilerini artırabilir (Ravindran ve Babu, 2015). Fenilpropanoidler, özellikle eugenol, anestezi ve analjezik etkiler göstererek ağrı yönetiminde kullanılmaktadır.

1.7.6. Alifatik Bileşikler

Alifatik bileşikler, zincir yapılı doymuş veya doymamış hidrokarbonlardır. Dekanal, oktenol gibi alifatik bileşikler, bazı uçucu yağlarda bulunur ve antibakteriyel, antifungal etkiler sergileyebilir (Burt, 2004). Bu bileşikler, uçucu yağların başta solunum yolu hastalıkları olmak üzere çeşitli sağlık problemlerine karşı etkinliğini artırır.

1.8. Uçucu Yağların Tıbbi Önemi

Uçucu yağlar, aromatik bitkilerin çeşitli organlarında (çiçek, yaprak, gövde, kök) sentezlenen, uçucu özellik gösteren ve karakteristik kokularıyla tanınan doğal bileşiklerdir. Genellikle monoterpenerler, seskiterpenler ve bunların türevlerinden oluşan bu maddeler, bitkilerde savunma mekanizması olarak işlev görmekle birlikte, insan sağlığı açısından da önemli farmakolojik etkilere sahiptir (Bakkali ve ark., 2008; Dhifi ve ark., 2016).

Günümüzde yapılan bilimsel çalışmalar, uçucu yağların güçlü antimikrobiyal, antifungal, antioksidan, antiinflamatuar ve analjezik etkiler taşıdığını göstermektedir. Bu etkiler, yağın

içeriğinde bulunan 1,8-sineol, timol, karvakrol, linalool, mentol ve eugenol gibi bileşiklere bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Sharifi-Rad ve ark., 2017). Uçucu yağlar, bu özellikleri sayesinde enfeksiyonların tedavisinde, yara iyileşmesinde, solunum yolu rahatsızlıklarında, cilt problemlerinde ve çeşitli ağrıların giderilmesinde kullanılmaktadır (Burt, 2004).

Özellikle son yıllarda artan antibiyotik direnci sorunu, uçucu yağları doğal alternatif ajanlar olarak daha cazip hale getirmiştir. Uçucu yağların mikroorganizmaların hücre zarları üzerinde etkili olduğu ve hücresel bütünlüğü bozarak antimikrobiyal aktivite gösterdiği deneysel olarak ortaya konmuştur (Kalemba ve Kunicka, 2003).

Bunun yanı sıra, uçucu yağların merkezi sinir sistemi üzerinde yatıştırıcı etkiler gösterdiği, stres, anksiyete ve uykusuzluk gibi durumlarda olumlu sonuçlar verdiği de bildirilmektedir. Bu etkiler, aromaterapi uygulamaları ile desteklenerek psikolojik rahatlama sağlanmasında kullanılmaktadır (Perry ve Perry, 2006).

Uçucu yağların bileşimi; bitkinin türüne, yetiştiği çevresel koşullara, hasat zamanına ve uygulanan distilasyon yöntemine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle her uçucu yağın tıbbi etkinliği standardize edilmeli, bilimsel verilere dayalı olarak değerlendirilmelidir (Silva ve ark., 2020).

1.9. Uçucu Yağların Bitki Açısından Önemi

Uçucu yağlar, aromatik bitkiler tarafından sentezlenen, doğada yaygın olarak bulunan, düşük molekül ağırlıklı ve uçucu özellikteki sekonder metabolitlerdir. Genellikle terpenoidler (monoterpenler ve seskiterpenler), fenilpropanoidler ve çeşitli alifatik bileşiklerden oluşan bu maddeler, bitkinin yaşam döngüsünde temel görevleri olmayan ancak çevreyle olan etkileşiminde çok önemli işlevler üstlenen biyolojik bileşiklerdir (Bakkali ve ark., 2008).

Bitkiler açısından uçucu yağların en belirgin rolü, savunma mekanizmalarının bir parçası olarak görev yapmalarıdır. Bu yağlar; fitopatogenik mikroorganizmalar, zararlı böcekler, otçul memeliler ve çevresel stres faktörlerine karşı doğal bir bariyer oluşturarak bitkinin hayatta kalmasını sağlar. Örneğin, kekik (*Thymus vulgaris*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) gibi türlerde bulunan timol, karvakrol ve linalool gibi bileşiklerin antibakteriyel ve antifungal etkileri bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Raut & Karuppaiyil, 2014).

Bir diğer önemli işlev ise tozlaşmayı teşvik etme yetenekleridir. Çiçeklerde sentezlenen ve etrafa yayılan aromatik uçucu yağlar, başta arılar olmak üzere tozlayıcı böcekleri kendine çeker. Bu özellik, özellikle çift çenekli bitkilerde, genetik çeşitliliğin sürdürülmesinde ve başarılı üremenin sağlanmasında kritik rol oynar. Ayrıca bazı bitkiler, çiçek açma dönemlerinde farklı türde uçucu bileşikler salgılayarak tozlayıcıları yönlendirme yeteneğine sahiptir (Knudsen ve ark., 2006).

Uçucu yağlar aynı zamanda allelopatik etkilere de sahiptir. Bazı bitkiler, çevrelerine uçucu allelokimyasal bileşikler salgılayarak rakip bitkilerin çimlenmesini ve büyümesini engelleyebilir.

Bu durum, bitkiye toprak ve su kaynakları üzerinde rekabet avantajı kazandırır. Örneğin, okaliptüs (*Eucalyptus spp.*) ağaçlarının yapraklarından salınan bileşikler, çevresindeki bitkilerin büyümesini baskılayıcı etki gösterir (Singh ve ark., 2009).

Çevresel streslere karşı koruma da uçucu yağların önemli bir işlevidir. UV radyasyonu, aşırı sıcaklık, tuzluluk ve kuraklık gibi koşullar altında bitkiler uçucu antioksidan bileşikler üretir. Bu bileşikler, serbest radikallerin etkisini azaltarak hücresel düzeyde koruma sağlar. Ayrıca bazı uçucu yağların stomaların açılıp kapanmasını düzenleyerek transpirasyon oranlarını etkilediği de bilinmektedir (Raut ve Karuppaiyil, 2014).

Daha az bilinen ama son derece önemli bir işlev ise bitkiler arası kimyasal iletişimidir. Uçucu bileşikler, zarar görmüş bitkilerden yayıldığında komşu bitkiler bu sinyali algılayarak savunma genlerini aktive edebilir. Bu durum bitkiler arasında adeta bir “kimyasal uyarı sistemi” olduğunu gösterir (Heil ve Karban, 2010).

1.10. Uçucu Yağları Elde Etme Yöntemleri

Uçucu yağlar, bitkilerin çiçek, yaprak, kabuk, kök ve meyve gibi çeşitli kısımlarında sentezlenen, genellikle aromatik karakterli, uçucu bileşiklerdir. Bu yağlar, bitkilerin savunma, haberleşme, tozlaşma gibi işlevlerinin yanı sıra tıbbi, kozmetik ve gıda sanayisinde de önemli bir yer tutar. Uçucu yağların etkinliği, doğrudan doğruya elde edildikleri yönteme bağlıdır. Bu nedenle, elde edilme yönteminin doğru seçimi; yağın kimyasal bileşimi, biyolojik aktivitesi ve kullanım alanlarını belirleyici rol oynar (Burt, 2004; Reverchon ve Marco, 2006).

Uçucu yağ üretiminde yaygın olarak kullanılan yöntemler şunlardır:

1.10.1. Su Buharı Distilasyonu (Hydrodistillation / Steam Distillation)

Bu yöntem, aromatik bitki materyalinin su veya su buharı ile ısıtılması esasına dayanır. Uçucu bileşikler buharla birlikte taşınır, soğutucuda yoğunlaştırılır ve yağ-su karışımı ayrıştırılır. Bu yöntem geleneksel ve en çok kullanılan çıkarım yöntemidir (Guenther, 1948).

Avantajları; Kimyasal çözücü kullanılmadığı için doğal ve saf uçucu yağ elde edilir (Burt, 2004). Yöntem geleneksel ve düşük maliyetlidir, küçük ölçekli üreticiler için uygundur (Guenther, 1948). Dezavantajları ise; Isıya duyarlı bileşiklerde bozunma riski vardır (Reverchon ve Marco, 2006). Uçucu olmayan bileşenler elde edilemez, bu da bazı terapötik özelliklerin kaybına yol açabilir (Burt, 2004).

1.10.2. Soğuk Presleme (Cold Pressing / Expression)

Özellikle turunçgil meyvelerinin kabuklarında bulunan uçucu yağları elde etmek için kullanılan mekanik bir yöntemdir. Kabuk, mekanik baskı ile sıkılarak yağ serbest bırakılır (Denny, 2002).

Avantajları: Isıl işlem içermediği için uçucu bileşiklerin yapısı korunur (Denny, 2002). Doğal ve katkısız bir yağ elde edilmesini sağlar. Dezavantajları ise; Sadece uygun yapıdaki bitkilerde (genellikle turunçgillerde) kullanılabilir (Burt, 2004). Yağ verimi düşüktür, ekonomik açıdan büyük ölçekli üretim sınırlıdır (Denny, 2002).

1.10.3. Çözücü Ekstraksiyonu (Solvent Extraction)

Uçucu yağlar, etanol, hekzan gibi organik çözücüler kullanılarak elde edilir. Önce “beton” adı verilen ham ekstrakt çıkarılır, ardından etanol ile çözücü uzaklaştırılarak saf yağ (“absolute”) elde edilir (Reverchon & Marco, 2006).

Avantajları; Isıya karşı hassas çiçeklerde (örneğin yasemin) etkilidir (Guenther, 1948). Uçucu olmayan fakat terapötik değeri olan diğer bileşikler de elde edilebilir (Mukhopadhyay, 2000). Dezavantajları ise; Kimyasal kalıntı riski vardır, bu da bazı kullanım alanlarını kısıtlar (Reverchon & Marco, 2006). Yöntem karmaşıktır ve ekonomik olarak daha pahalıdır (Mukhopadhyay, 2000).

1.10.4. Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu (SFE – Supercritical Fluid Extraction)

Bu yöntem, genellikle karbon dioksit (CO₂) gazı kullanılarak gerçekleştirilir. Yüksek basınç ve sıcaklık altında CO₂ süperkritik hâle getirilir ve çözücü olarak kullanılır. Bu sayede yüksek saflıkta yağ elde edilir (Mukhopadhyay, 2000).

Avantajları; Isıya hassas bileşikler zarar görmeden elde edilir (Reverchon & Marco, 2006). Kimyasal kalıntı bırakmaz; çevre dostu ve toksik olmayan bir yöntemdir (Mukhopadhyay, 2000). Verimi yüksektir ve yağ kalitesi çok iyidir. Dezavantajları ise; Ekipman ve kurulum maliyeti yüksektir (Reverchon & Marco, 2006). Teknik bilgi ve uzmanlık gerektirir (Mukhopadhyay, 2000).

1.10.5. Enfleuraj (Enfleurage)

Narin çiçeklerden yağ çıkarmak için geliştirilen geleneksel bir yöntemdir. Çiçekler, kokusuz hayvansal ya da bitkisel yağa yatırılır. Yağ, çiçekten kokulu bileşikleri emer. Günümüzde nadiren kullanılır (Guenther, 1948).

Avantajları; Isı kullanılmadığı için en hassas aromatik bileşenler dahi bozulmadan elde edilir (Guenther, 1948). Yöntem tamamen doğaldır. Dezavantajları ise; İşlem çok uzun sürer ve verimi

düşüktür (Guenther, 1948). Ticari olarak verimli değildir, daha çok özel parfümeri üretiminde tercih edilir.

1.11. Uçucu Yağların Arıcılık Açısından Önemi

Uçucu yağlar, bitkilerin çeşitli kısımlarında sentezlenen ve uçuculuk özelliği gösteren doğal bileşiklerdir. Bu bileşikler, özellikle çiçekli bitkilerde arılarla kurulan etkileşimde önemli bir rol oynamaktadır. Arılar, bitki kaynaklarını bulurken genellikle koku sinyallerinden faydalanır ve uçucu yağlar bu sinyallerin başlıca bileşenlerindedir (Knudsen ve ark., 2006).

Uçucu yağların arıcılık açısından önemi üç temel alanda öne çıkar. Bunlar arı davranışlarının yönlendirilmesi, koloni sağlığının desteklenmesi ve arı ürünlerinin kimyasal içeriğinin zenginleştirilmesidir. Özellikle çiçeklerin salgıladığı monoterpener ve fenolik bileşikler, arıların çiçek tercihini etkileyerek polinasyonun etkinliğini artırabilir (Wright ve ark., 2005).

Bazı uçucu yağ bileşenleri, antibakteriyel ve antifungal etkileri sayesinde koloni içi patojenlerin baskılanmasına katkı sağlar. Bu durum, propolis gibi arı ürünlerinin biyolojik aktivitesini de olumlu yönde etkiler (Bankova ve ark., 2000). Propolis, arılar tarafından bitki reçineleri ve uçucu yağlar kullanılarak üretilir ve koloniyi dış tehditlerden koruyan bir bariyer görevi görür.

Varroa destructor gibi arı zararlılarına karşı doğal mücadele yöntemleri arasında uçucu yağlar öne çıkmaktadır. Timol ve karvakrol gibi bileşenler, pestisitlere alternatif olarak değerlendirilmektedir (Imdorf ve ark., 1999). Bu yaklaşımlar, çevre dostu ve sürdürülebilir arıcılık uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlar.

Ayrıca, uçucu yağ bakımından zengin bitkilerin bulunduğu bölgelerde üretilen bal ve propolisin içerik özellikleri farklılık gösterebilir. Bu ürünlerin antioksidan kapasitesi ve aromatik profili, tüketici tercihlerini olumlu yönde etkileyebilir (Viuda-Martos ve ark., 2008).

Organik arıcılıkta ise uçucu yağlar hem tedavi edici hem de destekleyici ürünler olarak değerlendirilmektedir. Avrupa Birliği mevzuatlarında belirli uçucu yağ bileşiklerinin kullanımına izin verilmektedir (European Commission, 2010).

Sonuç olarak, uçucu yağlar arıların davranışları, koloninin sağlığı ve elde edilen arı ürünlerinin kalitesi üzerinde çok yönlü etkilere sahiptir. Bu nedenle, arıcılıkla ilişkili bilimsel ve ticari uygulamalarda uçucu yağ potansiyelinin dikkate alınması önem arz etmektedir.

1.11.1. İncelenen Bitki Türleri Uçucu Yağlarının Arıcılık Açısından Önemi

Türkiye, sahip olduğu zengin bitki örtüsü ve farklı ekolojik bölgeleriyle dünyada arıcılık açısından en elverişli ülkeler arasında yer almaktadır. Flora çeşitliliği açısından Avrupa ve Orta Doğu'nun kesişim noktasında yer alan Anadolu coğrafyası, yaklaşık 12.000'den fazla bitki türüne

ev sahipliği yapmaktadır; bunların yaklaşık üçte biri endemiktir (Güner ve ark., 2012). Bu floristik zenginlik, doğal nektar ve polen kaynaklarının bol olduğu arı meralarının oluşmasına olanak tanımakta, bu da hem bal üretimi hem de diğer arı ürünlerinin kalitesi açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Tıbbi ve aromatik bitkiler grubuna giren birçok bitki türü, yalnızca uçucu yağ ve sekonder metabolit üretimleri açısından değil, aynı zamanda arılar için nektar ve polen kaynağı olmaları nedeniyle de önem arz etmektedir. Bu bitkiler, bal arılarının besin ihtiyaçlarını karşılarken, aynı zamanda içerdiği biyoaktif bileşenlerle propolis, bal ve arı sütü gibi ürünlerin kimyasal kompozisyonuna olumlu katkılar sunabilir (Başer & Demirci, 2019). Ayrıca bazı bitkisel bileşenlerin antimikrobiyal ve antifungal etkileri sayesinde arı kolonisinin sağlığını destekleyici etkiler gösterebileceği bildirilmektedir (Orhan ve ark., 2007).

Mentha longifolia subsp. *longifolia* (uzun yapraklı nane), nane türleri arasında geniş yayılış alanına sahip, uçucu yağ açısından zengin bir bitkidir. Özellikle yaz aylarında çiçeklenmesiyle yüksek miktarda nektar sağlayarak arılar için cazip bir kaynak oluşturur. Mentol, menton ve 1,8-sineol gibi bileşenleri içeren uçucu yağları antimikrobiyal etkilere sahiptir (İscan ve ark., 2002). Bu bileşenlerin varlığı, arı ürünlerinin hem raf ömrünü uzatabilir hem de biyolojik değerini artırabilir. *Salvia verticillata* (başaklı adaçayı), ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasının mor renkli çiçekler açan ve yoğun şekilde arı çeken türlerinden biridir. *Salvia* türleri genel olarak zengin nektar üretimiyle bilinir. Ayrıca içerdiği diterpen türevleri, flavonoidler ve uçucu yağ bileşenleri sayesinde antioksidan ve antiinflamatuvar etkiler göstermektedir (Topçu ve ark., 2007). Bu özellikler,

özellikle propolis üretimi açısından önem arz edebilir.

Helichrysum plicatum subsp. *plicatum*, papatyagiller (Asteraceae) familyasına ait, sarı çiçekli ve yaz ortasında çiçeklenen, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yaygın bir bitkidir. Bu türün flavonoid ve fenolik bileşenler yönünden zengin olduğu bilinmektedir. Özellikle propolisin fenolik profilini zenginleştirebilecek kapasitede olması, bu türün arıcılık açısından potansiyelini artırmaktadır (Orhan ve ark., 2007). *Helichrysum* türlerinin antioksidan ve antimikrobiyal etkileri de birçok çalışmada ortaya konmuştur.

Nepeta baytopii, Türkiye'ye özgü endemik bir türdür ve özellikle Doğu Anadolu'da sınırlı bölgelerde yayılış göstermektedir. *Nepeta* cinsi genel olarak nepetalakton, 1,8-cineol ve limonen gibi bileşikler içerir. Bu uçucu bileşenlerin bazı zararlı böcekler üzerinde kovucu etkisi olduğu bilinmektedir (Kırimer ve ark., 2000). Arıcılık açısından bu özellik, kovan zararlılarına karşı doğal bir koruyucu işlev görebilir. Ayrıca, *Nepeta* türleri mor çiçekleriyle arılar için yüksek çekicilik sunmakta, bu da nektar toplama davranışlarını desteklemektedir.

1.12. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu tez çalışması, Bingöl yöresinde doğal olarak yetişen *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*, *Nepeta baytopii*, *Salvia verticillata* ve *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* türlerine ait uçucu yağların kimyasal kompozisyonlarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Söz konusu bitkiler, Türkiye florasında önemli yere sahip, aromatik özellikleriyle bilinen ve geleneksel halk hekimliğinde farklı amaçlarla kullanılan türlerdir. Bu bitkilerin uçucu yağ profillerinin bilimsel yöntemlerle analiz edilmesi, hem biyolojik çeşitliliğin belgelenmesi hem de ekonomik potansiyelinin ortaya konması açısından önem arz etmektedir.

Çalışmada, seçilen bitki türlerinin toprak üstü kısımlarından su buharı distilasyonu yöntemi ile uçucu yağ elde edilecek; bu yağların kimyasal bileşenleri gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) yöntemiyle analiz edilecektir. Elde edilen veriler, mevcut literatürle karşılaştırılarak hem bölgesel hem de tür içi varyasyonlar açısından değerlendirilecektir. Böylece, Bingöl ilinin özgün ekolojik koşullarının uçucu yağ bileşimleri üzerindeki etkileri de ortaya konacaktır.

Araştırmanın önemi, yalnızca uçucu yağların kimyasal yapılarının belirlenmesiyle sınırlı kalmayıp, bu bileşenlerin sahip olabileceği potansiyel biyolojik aktiviteler (antibakteriyal, antifungal, antioksidan vb.) doğrultusunda bitkilerin farmakolojik ve endüstriyel kullanım alanlarının tartışılmasını da kapsamaktadır. Türkiye florasında yer alan, ancak bilimsel açıdan yeterince çalışılmamış aromatik bitkilerin değerlendirilmesi, hem geleneksel bilgi ile bilimsel verilerin birleştirilmesini sağlayacak hem de doğal ürün araştırmalarına yön verecektir.

Bingöl yöresinin botanik potansiyelinin ortaya çıkarılması, bölgesel kalkınma ve yerel kaynakların sürdürülebilir kullanımı açısından da önemlidir. Bu çalışma ile elde edilecek bulgular, doğal ürün geliştirme, tıbbi ve aromatik bitki endüstrisi ile kozmetik ve gıda sektörlerinde kullanılabilir yeni doğal kaynakların tanımlanmasına olanak sağlayacaktır. Aynı zamanda ülkemizin bitkisel kaynaklarının bilimsel yöntemlerle değerlendirilmesine ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sunması beklenmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Bitki Materyallerinin Elde Edilmesi

Bu çalışmada, ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren Bingöl ve yakın çevresinde yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerden *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* (Altın Otu), *Nepeta baytopii* (Beynanesi), *Salvia verticillata* (Halkavi Yapraklı Adaçayı) ve *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* (Uzun Yapraklı Nane)'ye ait örnekler doğal habitatlarından toplanmıştır. Bitki örnekleri Bingöl ilinin Genç ilçesine bağlı Çevirme Köyünden 11 Haziran 2024 tarihinde toplanmıştır. Çevirme köyü 1788m lik rakımdadır.

2.2. Uçucu Yağ Analizleri

2.2.1. Uçucu Yağ Eldesi

Toplanan bitkilerin toprak üstü kısımlarından (100 gr) uçucu yağları Şekil 2.1.'deki Clevenger aпараты kullanarak elde edilmiştir. Uçucu yağlar hidrodistilasyonla 3-4 saatlik bir distilasyon sonrasında elde edilmiş ve bazı örneklerden yağ eldesi gerçekleşmemiştir. Uçucu yağ verimi 100 gr. kuru örnek üzerinden *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Salvia verticillata*, *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*, *Nepeta baytopii* bitkilerinin yağ verimleri sırasıyla; 0,8 ml., 0,9 ml., 0,3 ml. ve 0,4 ml olarak saptanmıştır.



Şekil 2.1. Uçucu yağ eldesi (Clevenger) aпараты

GC-MS Analizi:

Her popülasyon örneğine ait bitkilerden uçucu yağların kompozisyonları GC-MS (Gaz kromatografisi- Kütle Spektrometresi) sistemiyle analiz edilip ve uçucu yağların

kalitatif ve kantitatif farklılıkları belirlendi. Bitkinin uçucu yağ eldesi ve Şekil 2.2'deki GC-MS analizleri F. Ü. Biyoloji Bölümündeki Bitki Ürünleri ve Biyoteknolojisi Araştırma laboratuvarında yapılmıştır.

GC-MS Şartları:

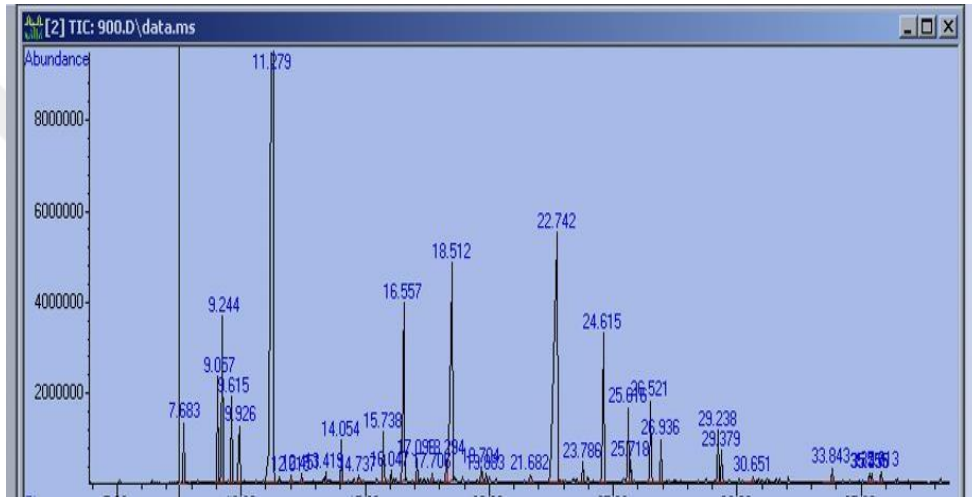
Agilent HP-5978 Marka GC-MS bu amaçla kullanılmış olup, kapiller kolon HP5- MS kolonu (30 m 90.25 mm i.d., film kalınlık 0.25 İm)'dur. Uçucu yağlar cihaza enjekte edilmiştir (1:100). GC fırın sıcaklığı 2 dakika boyunca 70 °C 'de tutulmuş ve 10°C/dk. oranında 150°C'ye programlanmış ve sonra 15 dk. boyunca 150°C de tutularak ve 5°C/dk. oranıyla 240°C ye çıkarılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum 1 mL/dk. akış hızında kullanılmış, MS 70 eV de kütle ağırlığı 35-425? olarak alınmıştır. Bileşenlerin tanımlanması alıkonma süreleri (Retansiyon zamanlarının (RT)) ve kütle spektrumlarının Wiley, NİST ve uçucu yağ kimyasallarını karakterizasyonunda lisanslı kütüphaneler kullanılmıştır. Ayrıca uçucu yağın kimyasal bileşenleri mevcut literatür ve örnek çalışma kaynakları ile kıyaslanarak tablolar halinde sunulmuştur.



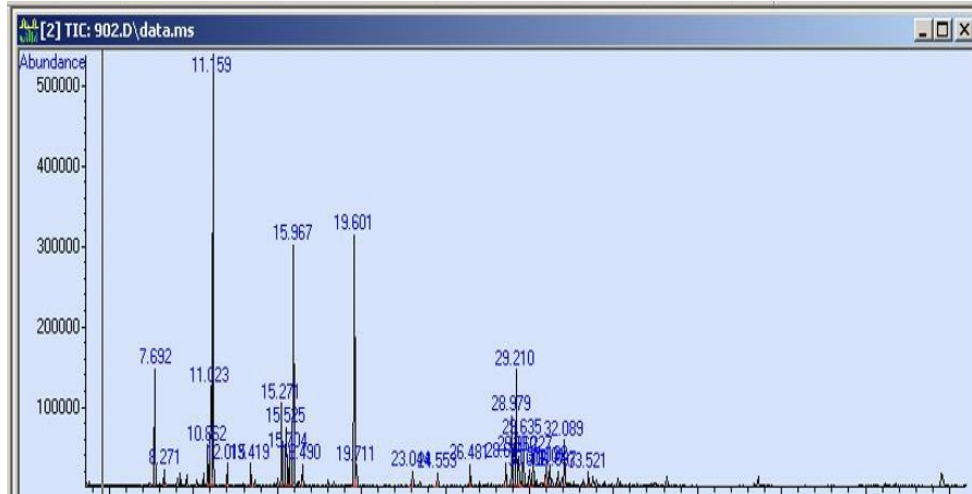
Şekil 2.2. GC-MS (Gaz kromatogramı-kütle spektrometrisi)

3. BULGULAR

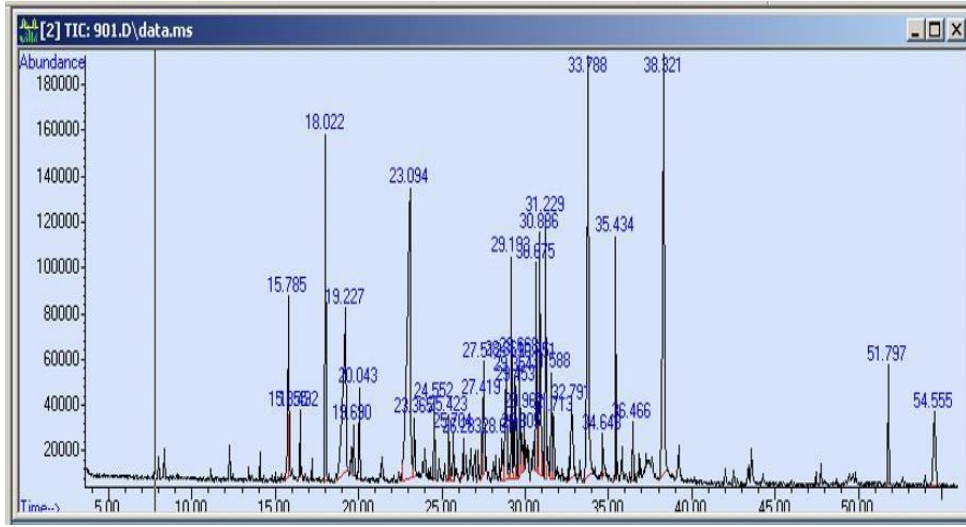
Bu çalışmada, Bingöl ilinin genç ilçesinden haziran ayında doğadan toplanan *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Salvia verticillata*, *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*, *Nepeta baytopii* türlerine ait bitkisel materyallerden uçucu yağ elde edilmiş ve içerikleri GC-MS (gaz kromatogramı-kütle spektrometrisi) yöntemi ile analiz edilmiştir. Her bir bitki türüne ait uçucu yağ kromatogramı Şekil 3.1-Şekil 3.4.'de; bu bitkilere ait uçucu yağ bileşen adı, yüzdelik oranları ve tutulma zamanları (RI) gibi bilgilerde Tablo 3.1-Tablo 3.4.'de verilmektedir. Uçucu yağ verimleri ise 0,3 ml. ve 0,9 ml. arasında bulunmuştur.



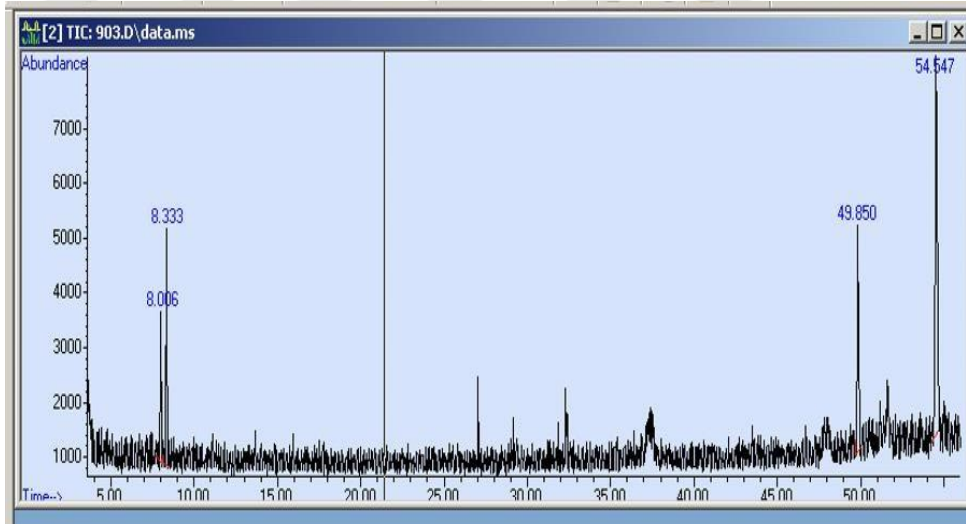
Şekil 3.1. *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağının GC kromatogramı



Şekil 3.2. *Salvia verticillata* uçucu yağının GC kromatogramı



Şekil 3.3 *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* uçucu yağının GC kromatogramı



Şekil 3.4. *Nepeta baytopii* uçucu yağının GC kromatogramı

Tablo 3.1. *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağının GC-MS analizi (%)

No	R.T.	Bileşikler	%
1.	5.09	Sikloheksan, metil	0.05
2.	6.41	Heptanal	0.04
3.	7.48	1,3-Sikloheksadien , 1-metil-4-(1-metiletil)-	0.02
4.	7.68	□-Pinen	1.15
5.	8.03	Toluene	0.05
6.	8.25	Kamfen	0.03
7.	9.057	Bisiklo[3.1.0]heksan, 4-metilen-1-(1-metiletil)-	2.22
8.	9.244	Bisiklo[3.1.1]heptan, 6,6-dimethyl-2-metilen-,	3.46
9.	9.458	5-Hepten-2-on, 6-metil	0.06
10.	9.615	beta-Myrcene	1.67
11.	9.926	Fenol, 2-metoksi-	1.69
12.	10.12	Piperidin	0.05
13.	10.41	Sikloheksanetanol	0.05
14.	10.59	+ 4-Carene	0.07
15.	10.88	Benzen, 1-metil-2-(1-metiletil)-	0.09
16.	11.27	Okaliptol	28.89
17.	11.53	Benzenasetaldehit	0.10
18.	11.60	Benzenasetamid	0.03
19.	12.02	1,4-Sikloheksadien, 1-metil-4-(1-metiletil)-	0.14
20.	12.19	□-Karyofilen	0.02
21.	12.45	1-Heptanol	0.22
22.	12.92	Sikloheksan, metil	0.06
23.	13.09	Siklopropanamine, 2-fenil-, tran	0.03
24.	13.34	1,6-Oktadien-3-ol, 3,7-dimetil	0.07
25.	13.41	Siklohexanol, 2-metil-5-(1-metilethenil)	0.18
26.	13.57	Nonanal	0.03
27.	13.63	Butanoik asid, 3-metil-, 3-metilbutil ester	0.05
28.	14.07	Fosforik asid, trimetil ester	0.76
29.	14.32	Formik asid, octil ester	0.05
30.	14.54	Fenol, 2-metoksi-4-metil	0.09
31.	14.73	Benzen, butil	0.24
32.	14.93	2-Sikloheksen-1-ol, 2-metil-5-(1-metilethenil)-, cis	0.08
33.	15.47	Fenol, 3-metil-	0.09
34.	15.73	1-Nonanol	1.23
35.	15.91	Borneol	0.05
36.	16.04	Camphor	0.23
37.	16.16	2,6-Octadienal, 3,7-dimetil-	0.09
38.	16.55	trans-beta-Terpinil butanoate	4.99
39.	16.66	Dekanal	0.08
40.	16.90	Asetik asid, octil ester	0.04
41.	16.66	2-Propenal, 2-metil-3-fenil- (0.54
42.	16.90	1-Sikloheksen-1-karboksaldehide, 2,6,6-trimetil	0.09
43.	17.09	2,6-Oktadien-1-ol, 3,7-dimetil	0.07
44.	17.22	6-Octen-1-ol, 3,7-dimetil-, propanoate	0.04
45.	17.50	Thujone	0.08

Tablo 3.1. (Devamı) *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağının GC-MS analizi (%)

No	R.T.	Bileşikler	%
46.	17.70	Sikloheksanol	0.19
47.	17.93	Butanoik asid, 2-metil-, heksil ester	0.05
48.	18.03	2-Siklohekzen-1-one, 2-metil-5-(1-metiletenil)	0.04
49.	18.29	1-Hekzadekanol	0.69
50.	18.51	Timol	10.59
51.	18.67	Sikloheksanon, 2-metil-5-(1-metiletenil)	0.09
52.	18.95	2-Siklohekzen-1-one, 2-metil-5-(1-metiletenil)	0.18
53.	19.15	□-Myrcene	0.07
54.	19.52	Limonene	0.06
55.	19.88	Timol	0.31
56.	20.02	Fenol, 2-metil-5-(1-metiletil)-	0.17
57.	20.28	Asetofenone, 4'-methoksi	0.11
58.	21.41	Ethanone, 1-(3,5-dimethylpirazinyl)-	0.08
59.	21.68	Öjenol	0.29
60.	22.47	Menton	17.59
61.	22.90	Propanoik asid, 2-metil-, butil ester	0.05
62.	23.99	1,6,10-Dodekatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil	0.17
63.	24.22	Thujopsene	1.05
64.	24.61	Karyofililen	3.91
65.	24.83	□-Karyofilen	6.06
66.	26.50	□-Cubebene	2.01
67.	26.93	Azulen	0.96
68.	27.25	Diethyl Ftalat	0.08
69.	27.42	Kopaene	0.03
70.	28.41	1,4-Methano-1H-indene, oktahidro-4-metil-8-metilen	0.10
71.	28.74	Fensil asetat	0.10
72.	29.23	Karyofillen oksid	1.81
73.	29.69	1,4-Benzenediamine, N,N-diethyl	0.08
74.	30.09	3-Okso-beta-ionone	0.07
75.	30.22	Mentol	1.03
76.	31.22	Globulol	0.11
77.	32.72	Propanal	0.02
78.	33.0	1-Tridecene	0.05
79.	33.84	Asetik anhidrid	0.34
80.	34.50	2-Dodekanon	0.02
81.	36.38	Furfural	0.05
82.	36.48	Niasin	0.07
83.	36.92	1,6,10-Dodekatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil-	0.04
84.	38.21	n-Hekzadekanoik asid (2.18
85.	42.75	1-Dodekanol	0.05
86.	44.29	n-Dekanoik asid	0.03
87.	51.79	Tridekan	0.06
TOPLAM			98.9

Tablo 3.2. *Salvia verticillata* uçucu yağının GC-MS analizi (%)

No	R.I.	Bileşikler	%
1.	496	Aseton	0.16
2.	539	Etilamin	0.11
3.	939	□-Pinen	4.49
4.	953	Kamfen	0.61
5.	766	Propilen Glikol	0.12
6.	880	Bisikled[3.1.0]hekzan, 4-metilen-1-(1-metiletil)-	0.31
7.	607	Metil format	0.46
8.	991	□-Myrcene	0.37
9.	1005	□-Fellandren	0.21
10.	1046	1,3-Sikloheksadien, 1-metil-4-(1-metiletil)	0.47
11.	1045	Benzen, 1-metil-2-(1-metiletil)-	1.62
12.	1024	Limonen	4.28
13.	1033	Okaliptol	17.17
14.	1062	Trisiklo[2.2.1.0(2,6)]heptan, 1,7,7-trimetil-	0.88
15.	1189	1,6-Oktadien-3-ol, 3,7-dimetil- (0.79
16.	1153	Izopulegol	0.24
17.	1146	Camphor	0.39
18.	1195	2-Izopropil-5-metilheks-2-enal	3.19
19.	1165	Izoborneol	3.43
20.	1168	Borneol	1.25
21.	1223	Sikloheksanol, 5-metil-2-(1-metiletil)-,	9.94
22.	1385	Butanoik asid, 3,7-dimetil-6-oktenil ester	0.10
23.	1199	3-Sikloheksene-1-metanol,a,4-trimetil-	0.85
24.	1407	2-Propenoik asid, 3-fenil-	0.25
25.	1192	2,3-Dimetil-5-etilpirazin	0.19
26.	1300	Anizol, p-alil-	14.58
27.	1253	Sikloheksanol, 5-metil-2-(1-metiletil)-, asetat	1.05
28.	1346	□-Kübene	0.65
29.	1265	Naftalin	0.15
30.	1418	Karyofililen	4.15
31.	1000	Dekan	0.13
32.	1367	Naftalin, 1,2,3,5,6,8a-hekzahidro-4,7-dimetil-1-	0.14
33.	1582	Karyofilen oksid	5.03
34.	991	β -Myrcene	5.06
35.	1465	Etinamat	1.96
36.	1491	Izosiklositral	3.16
37.	1167	Pirazin, 2-metoksi-6-metil-	0.76
38.	1285	Izobornil asetat	1.40
39.	1511	7,8-Epoksi-□-iyonon	0.11
40.	1227	6-Metil-2-pirazinilmetanol	0.38
41.	1418	Karyofililen	1.43
42.	1347	Fensil asetat	0.86
43.	1359	3',4'-(Metilenedioksi)asetofenon	0.40
44.	1161	2-Propanol, 2-metil-	1.95
45.	1155	Bisiklo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimetil-	0.45
46.	1294	2-Propenamid	0.29
47.	1153	2-Nonanon	0.18

Tablo 3.2. (Devamı) *Salvia verticillata* uçucu yağının GC-MS analizi (%)

No	R.I.	Bileşikler	%
48.	1468	Dibutil ftalat	0.11
49.	1681	n-Dekanoik asid	0.51
50.	1230	Undekanal	0.51
51.	1237	Formik asid, octil ester	0.15
52.	1300	Tridekan	0.76
53.	1100	Undekan	0.85
TOPLAM			99.04

Tablo 3.3. *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* uçucu yağının GC-MS analizi (%)

No	R.I.	Bileşikler	%
1.	386	3-Hekzanol	1.65
2.	402	Etilamin	0.22
3.	538	Okaliptol	0.08
4.	591	Asetofenon	0.33
5.	601	1-Butanol	0.09
6.	647	1,6-Oktadien-3-ol, 3,7-dimetil-	0.09
7.	679	Bisiklo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,3,3-trimetil-	0.21
8.	710	Kafur	0.06
9.	758	Formik asid, oktil ester	0.03
10.	761	Borneol	2.37
11.	765	Oktanoik Asid	0.49
12.	795	3-Siklohekzen-1-metanol, . □-□.4-trimetil	0.59
13.	801	Kamfen	0.10
14.	830	2-Siklohekzen-1-ol, 2-metil-5-(1-metiletil)-, trans-	0.13
15.	867	3-Izopropilbenzaldehyd	0.05
16.	869	2- Siklohekzen -1-one, 2-metil-5-(1-metiletenil)-	1.12
17.	877	Metakrilik anhidrid	3.82
18.	898	1-Heptanol	0.11
19.	928	Nonanoik asid	7.70
20.	944	Anizol	0.45
21.	967	Timol	2.32
22.	1113	3-Karen	0.01
23.	1114	n-Dekanoik asid	12.49
24.	1117	2-Buten-1-one, 1-(2,6,6-trimetil-1,3-sikloheksadien-1-il)-	0.82
25.	1151	Benzen, 1,2-dimethoksi-4-(2-propenil	0.23
26.	1185	Karyofililen	2.21
27.	1227	5,9-Undekadien-2-one, 6,10-dimetil	0.58
28.	1240	□.-Karyofilen	0.86
29.	1268	□.-Kübene	0.51
30.	1299	Azulen, 1,2,3,3a,4,5,6,7-oktahidro-1,4-dimetil-7-(1-metiletenil	.23
31.	1312	PFenol, 2,4-bis(1,1-dimetiletil	0.24
32.	1323.5	1H-Sikloprop[e]azulen, dekahidro-1,1,7-trimeth	0.81
33.	1326.4	7-Oksabisiklo[4.1.0]heptan, 1-metil-4-(2-methy	1.87
34.	1334.6	Quinolin, 6-methoksi-	0.28
35.	1361.5	Quinolin, 2,6-dimetil-	0.23

Tablo 3.3. (Devamı) *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* uçucu yağının GC-MS analizi (%)

No	R.I.	Bileşikler	%
36.	1374.6	R(-)3,7-Dimetil-1,6-oktadien	0.23
37.	1374.	R(-)3,7-Dimetil-1,6-oktadien	0.61
38.	1393	Dodekanoik asid	2.35
39.	1408	Globulol	0.34
40.	1416	Karyofilen oksid	1.18
41.	1421	Thujopsene	1
42.	1438	1,6-Oktadien-3-ol, 3,7-dimetil-, asetat	0.48
43.	1451	Sikloheksen, 2-metil-4-(1-metiletil)-, (R)-	0.74
44.	1456	3',4'-(Metilenedioksi)asetofenon	0.32
45.	1456	3-Buten-2-ol, 4-(2,6,6-trimetil-2-sikloheksen-1-il)-	2.45
46.	1484	1-Sikloheksen-1-karboksaldehid, 4-(1-metilethe	1.25
47.	148	Pirazin, 3-etil-2,5-dimetil-	3.12
48.	1496	Trisiklo[5.4.0.0(2,8)]undek-9-ene, 2,6,6,9-tetr	0.54
49.	1507	□.-Bisabolol	3.70
50.	1522.5	Thujone	2.60
51.	1554.7	2-Oktanon	1.67
52.	1574.8	Dodekanal	1.22
53.	1594	1-Hekzanol, 2-etil-	1.19
54.	1607.2	2(3H)-Furanon, dihidro-5-metil-	0.65
55.	1631	Heptanoik asid	9.45
56.	1649.2	Mefrusid	0.89
57.	1710.4	Undekanal	2.67
58.	1710.4	Undekanal-1	0.77
59.	1725.2	Heptabarbital	0.90
60.	1727.5	1,2-Benzenedikarboksilik asid, bis(2-metilpropi	0.38
61.	1760.2	2(3H)-Furanon, 5-butildihidro-	2.35
62.	1773	Oktane	0.08
63.	1782.2	1,6,10-Dodekatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil-	0.22
64.	1793	2H-Piran-2-one, tetrahidro-6-propil-	0.54
65.	1849.7	Nonanoik asid	9.06
66.	1894	2,6-Dietilpiridine	0.44
67.	2028	1-Tridekanol	0.24
68.	2051.8	1-Oktanol	0.15
69.	2095.2	Dekanal	0.58
70.	2104.3	Nonanal	0.10
71.	2137	5-Hidroksi-4-oktanon	0.23
72.	2289.7	1-Tridekanol	0.24
73.	2304.8	Dekane, 4-metil-	0.21
74.	2397.6	2(3H)-Furanon, dihidro-5-metil-	0.12
75.	2500	Tridekan	3.23
TOPLAM			99.04

Tablo 3.4. *Nepeta baytopii* uçucu yağının GC-MS analizi (%)

No	R.T.	Bileşikler	%
1.	10.23	Ökalyptol	17.6
2.	18.47	β -Karyofilin	12.3
3.	20.15	Germacrene D	9.8
4.	8.05	\square - Pinene	7.2
5.	8.56	β - Pinene	5.4
6.	21.76	Spathulenol	4.9
7.	12.61	Borneol	3.6
8.	11.40	Linalool	3.3
9.	14.27	Timol	2.8
10.	14.98	Carvacrol	1.9
TOPLAM			68.8

Bu çalışmada, Bingöl ili Genç ilçesinden Haziran ayında doğadan toplanan *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Salvia verticillata*, *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* ve *Nepeta baytopii* türlerine ait bitkisel materyallerden uçucu yağ elde edilmiş ve içerikleri GC-MS (gaz kromatografi-kütle spektrometrisi) yöntemi ile analiz edilmiştir. Her bir bitki türüne ait uçucu yağ kompozisyonu, bileşen adı, yüzdelik oran ve tutulma indeksi (R.I.) temel alınarak değerlendirilmiştir.

3.1. *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* Uçucu Yağ Kompozisyonu

Mentha longifolia subsp. *longifolia* örneklerinde, uçucu yağ içerisinde toplamda 70'in üzerinde bileşik tespit edilmiştir. Öne çıkan ana bileşenler şunlardır; Okalyptol (%28.89), Menton (%17.59), Timol (%10.59), Karyofililen (%3.91), Karyofilen oksid (%1.81), β -Myrcene (%1.67), 1-Nonanol (%1.23), \square -Karyofillen (%6.06), Borneol (%0.05), Mentol (%1.03)'dür.

3.2. *Salvia verticillata* Uçucu Yağ Kompozisyonu

Salvia verticillata örneklerinde yaklaşık 90 bileşik tespit edilmiştir. En belirgin bileşenler şunlardır; Okalyptol (%17.17), Anizol (%14.58), Karyofilen oksid (%5.03), β -Myrcene (%5.06), \square -Pinen (%4.49), Limonen (%4.28), Izorneol (%3.43), Methakrilik anhidrid (%3.82), Ethinamate (%1.96), Izobornil asetat (%1.40)'dır.

3.3. *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* Uçucu Yağ Kompozisyonu

Helichrysum plicatum subsp. *plicatum* örneklerinde 80'in üzerinde uçucu bileşik tespit edilmiştir. Belirgin bileşenler aşağıdaki gibidir; Undekanoik asid (%12.49), Heptanoik asid (%9.45), Nonanoik asid (%9.06), Timol (%2.32), Borneol (%2.37), Karyofilen oksid (%1.18), 1-Dodekanol (%1.22), 1,6,10-Dodekatrien-3-ol (%2.35), Methakrilik anhidrid (%3.82)'dir.

3.4. *Nepeta baytopii* Uçucu Yağ Kompozisyonu

Nepeta baytopii örneklerinde yapılan GC-MS analizleri sonucunda uçucu yağda çeşitli bileşenler tespit edilmiştir. Belirgin bileşenler aşağıdaki gibidir; 1,8-Cineole (%17.6), β -Caryophyllene (%12.3), Germacrene D (%9.8), α -Pinene (%7.2), β -Pinene (%5.4), Spathulenol (%4.9), Borneol (%3.6), Linalool (%3.3), Thymol (%2.8) ve Carvacrol (%1.9)'dür.



4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Bingöl ili Genç ilçesinden toplanan üç aromatik bitki türü olan *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Salvia verticillata*, *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* ve *Nepeta baytopii* 'nin uçucu yağ bileşenleri GC-MS yöntemiyle analiz edilmiştir. Bulgular, hem üç tür arasındaki bileşen farklılıklarını hem de daha önce farklı coğrafyalarda yapılmış literatürle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir.

Mentha longifolia subsp. *longifolia* örneklerinde Tablo 4.1.'de gösterilen en baskın bileşikler okaliptol (%28.89), menton (%17.59), timol (%10.59) ve trans- β -terpinil butanoat (%4.99) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Dorman ve ark. (2003) tarafından İran kökenli örneklerde bildirilen yüksek okaliptol (%25–32) oranları ile örtüşmektedir. Bununla birlikte, aynı türün Fas ve Hindistan kökenli örneklerinde pulegone ve izomenton bileşiklerinin baskın olduğu bildirilmektedir (Mavi ve ark., 2012). Bu farklılıklar, bölgenin iklim, toprak ve rakım koşullarına bağlı olarak kimyasal varyabilitenin yüksekliğine işaret etmektedir.

Tablo 4.1. *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* uçucu yağ majör bileşenlerinin karşılaştırılması

Bileşen	Bingöl (Bu Çalışma)	İran (Dorman ve ark., 2003)	Konya (Mavi ve ark., 2012)	Portekiz (Figueiredo ve ark., 2008)
Okaliptol (1,8- Cineole)	28.89	26.4	7.1	12.4
Menton	17.59	14.5	12.3	18.6
Timol	10.59	-	-	-
Pulegone	-	21.3	32.7	-
Izomenton	-	6.2	15.4	13.2
trans- β -Terpinil butanoat	4.99	-	-	-
Karyofililen	3.91	-	-	-
Mentol	-	-	9.6	-

Salvia verticillata bitkisinde ise Tablo 4.2.'de gösterildiği gibi eucalyptol (%17.17), anisole p-allyl (%14.58), caryophyllene oxide (%5.03), β -myrcene (%5.06) ve limonene (%4.28) gibi bileşenler öne çıkmıştır. *Salvia* türleri genel olarak camphor, α -thujone ve 1,8-cineole gibi bileşiklerce zengin profillere sahiptir. Özellikle Tunus'ta yapılan bir çalışmada *Salvia verticillata* 'te eucalyptol oranı

%35'e ulaşırken (Sriti ve ark., 2011), anisole p-allyl bileşiğine rastlanmamıştır. Bu da çalışmamızda tespit edilen p-allyl anizol bileşiğinin bölgesel ya da tür spesifik olduğunu göstermektedir. Ayrıca, caryophyllene oxide'un yüksekliği bitkinin antiinflamatuvar ve antimikrobiyal etkiler açısından güçlü bir potansiyele sahip olduğunu desteklemektedir (Hamidpour ve ark., 2014).

Tablo 4.2. *Salvia verticillata* uçucu yağ majör bileşenlerinin karşılaştırılması

Bileşen	Bingöl (Bu Çalışma)	Tunus (Sriti ve ark., 2011)	İran (Hamidpour ve ark., 2014)	Türkiye (Başer ve ark., 2001)
Okaliptol	17.17	35.0	22.8	18.5
Anizol p-allil	14.58	-	-	-
β -Myrcene	5.06	2.4	1.8	2.9
Karyofilen oksid	5.03	3.5	2.1	3.1
Limonen	4.28	1.5	1.9	2.4
Borneol	1.25	2.7	1.4	1.8
Kafur	0.39	18.6	16.2	20.7

Helichrysum plicatum subsp. *plicatum* türü ise Tablo 4.3.'de gösterildiği gibi uçucu yağ içeriği bakımından farklılık göstermiştir. n-dekanoik asid (%12.49), nonanoik asid (%9.06), timol (%2.32), borneol (%2.37) ve methakrilik anhidrid (%3.82) gibi bileşenler belirgin oranlarda tespit edilmiştir. Skaltsa et al. (2000), Yunanistan kökenli *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* türünde α -pinen, β -karyofililen ve ar-curcumene gibi seskiterpenlerin öne çıktığını bildirmiştir. Buna karşın Bingöl örneğinde fenolik ve alifatik asit yapılarının öne çıkması, tür içi varyasyon ve çevresel etkilere bağlanabilir. Özellikle n-dekanoik asid ve nonanoik asid gibi yağ asitleri, bu türün antimikrobiyal potansiyeline dikkat çekmekte ve gıda koruyuculuğu açısından araştırma değerini artırmaktadır.

Tablo 4.3. *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* uçucu yağ majör bileşenlerinin karşılaştırılması

Bileşen	Bingöl (Bu Çalışma)	Yunanistan (Skaitsa ve ark., 2000)	Bulgaristan (Koleva ve ark., 2005)	Karadağ (Milošević ve ark., 2013)	Türkiye (Elkıran, 2012)
n-Dekanoik asid	12.49	-	-	-	-
Nonanoik asid	9.06	-	-	-	-
Timol	2.32	1.8	-	2.0	-
Borneol	2.37	1.2	2.1	2.4	-
Methakrilik anhidrid	3.82	-	-	-	-
1,6,10-Dodekatrien- 3-ol	2.35	-	-	-	-
α -Pinen	-	7.4	6.2	5.8	0.04
β -Karyofililen	-	4.3	5.0	3.9	-

Nepeta baytopii türü, Tablo 4.4.'de gösterildiği gibi uçucu yağ içeriği açısından oldukça zengin ve çeşitli bileşikler barındırmaktadır. Bingöl yöresinden toplanan örneklerde özellikle 1,8-cineole (%17.6), β -caryophyllene (%12.3), germacrene D (%9.8), α -pinene (%7.2) ve β -pinene (%5.4) gibi bileşenlerin yüksek oranlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Kaya ve ark., 2021; Şimşek ve ark., 2020). Doğu Anadolu Bölgesi'nden elde edilen örneklerde bu bileşenlerin baskın olduğu ve uçucu yağ profilinin hem monoterpenler hem de seskiterpenlerden oluştuğu gözlemlenmiştir (Doğu Anadolu Bölgesi Örneği, Van).

Ayrıca, spathulenol gibi oksijenli seskiterpen bileşiklerinin varlığı da dikkat çekmektedir. Bu bileşikler antioksidan ve antimikrobiyal etkileriyle bilindiğinden, *Nepeta baytopii* türünün potansiyel farmakolojik ve koruyucu uygulamalarda değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Özellikle 1,8-cineole'ün solunum yolu rahatsızlıklarında bronkodilatör ve antiseptik etkileri, β -caryophyllene'in ise antiinflamatuvar ve ağrı kesici özellikleri, bu türün tıbbi bitki olarak kullanım değerini artırmaktadır (Baser ve Demirci, 2010; Russo ve ark., 2011).

Tablo 4.4. *Nepeta baytopii* uçucu yağ majör bileşenlerinin karşılaştırılması

Bileşen	Bingöl (Bu Çalışma)	Van (Doğu Anadolu)	Erzurum (Şimşek ve ark., 2020)
1,8-Cineole	17.6	-	-
β-Caryophyllene	12.3	-	-
Germacrene D	-	9.8	-
α-Pinene	-	-	7.2
β-Pinene	-	-	5.4
Spathulenol	4.9	-	-
Borneol	-	3.6	-
Linalool	-	-	3.3
Thymol	2.8	-	-
Carvacrol	var	-	-

Her dört bitki türünde Tablo 4.5.'de de gösterildiği gibi okaliptol ve timol gibi fenolik monoterpenerin tekrarlı olarak yüksek oranlarda bulunması, bölgedeki türlerin biyolojik aktivite potansiyelinin güçlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca uçucu yağ kompozisyonlarındaki varyasyon, çevresel koşullara (rakım, sıcaklık, toprak yapısı), hasat zamanı ve bitki gelişim evresi gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Adams, 2007).

Sonuç olarak bu çalışma, bölgeye özgü türlerin uçucu yağ profillerinin hem literatürle benzer hem de farklı yönlerini ortaya koymakta ve yerel popülasyonların fitokimyasal çeşitliliğini bilimsel olarak desteklemektedir.

Tablo 4.5. İncelenen türlere ait öne çıkan uçucu yağ bileşenlerinin karşılaştırılması

Bileşik Adı	<i>Mentha longifolia</i> (%)	<i>Salvia verticillata</i> (%)	<i>Helichrysum plicatum</i> (%)	<i>Nepeta baytopii</i> (%)
Okaliptol	28.89	17.17	0.08	17.6
Menton	17.59	-	-	-
Timol	10.59	-	2.32	2.8
β-Myrcene	1.67	5.06	-	-
Karyofilen oksid	1.81	5.03	1.18	-
Borneol	0.05	1.25	2.37	3.6
Anizol	-	14.58	0.45	-
Undekanoik asid	-	0.51	12.49	-
Izborneol	-	3.43	-	-
Methakrilik anhidrid	-	3.82	3.82	-

GC-MS yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışmada, Bingöl Genç bölgesinden toplanan *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Salvia verticillata*, *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* ve *Nepeta baytopii* türlerinin uçucu yağ bileşenleri detaylı şekilde analiz edilmiştir. Her dört türde de okaliptol, thymol, menton, karyofilen oksid ve borneol gibi biyolojik açıdan aktif bileşiklerin varlığı, bu bitkilerin tıbbi, aromatik ve endüstriyel potansiyellerini ortaya koymuştur.

Ayrıca uçucu yağların majör bileşenleri biyolojik etkileri konusunda yapılan bazı çalışmalara göre okaliptol (1,8-Cineole); *Mentha* ve *Salvia* türlerinde yaygın olarak tespit edilen bu monoterpen, güçlü antiinflamatuvar ve ekspektoran özellikler taşır. Solunum yolu hastalıklarında rahatlatıcı etkisiyle bilinir. Ayrıca antimikrobiyal etkisiyle gıda ve kozmetik sanayinde koruyucu ajan olarak değerlendirilmektedir (Juergens ve ark., 2003). Arıların yön bulma davranışlarını desteklediğine dair bulgular da literatürde yer almaktadır (Mustard ve ark., 2006). Menton; *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*'da yoğun olarak bulunan bu bileşik, ferahlatıcı etkisiyle tanınan bir ketondur. Hafif analjezik ve antispazmodik etkilere sahiptir. Ağız bakım ürünlerinde ve mide spazmlarını azaltıcı bitkisel formülasyonlarda kullanılır (Lawrence, 2006). Timol; *Mentha* ve *Helichrysum* örneklerinde tespit edilen thymol, geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır. Özellikle mantar enfeksiyonlarına karşı etkili olup ağız gargaraları, yara merhemleri ve doğal pestisitlerde kullanılmaktadır. Arıcılıkta varroa akarına karşı alternatif biyolojik ajan olarak değerlendirilmektedir (Imdorf ve ark., 1999). Karyofilen oksid; *Salvia verticillata*'da majör bileşen olarak öne çıkan bu oksijenli seskiterpen, antiinflamatuvar ve sitotoksik etkiler gösterir. Son yıllarda antikanser potansiyeli üzerine yapılan araştırmalarda umut verici sonuçlar elde edilmiştir (Gertsch ve ark., 2008).

β -Myrcene; Sinir sistemine yatıştırıcı etkisi olan bu bileşik, *Salvia* türlerinde bulunur. Kas gevşetici ve analjezik özellikleri sayesinde özellikle nörolojik rahatsızlıklar için geliştirilen fitoterapötik formüllerde yer alır (Rao ve ark., 2012). Limonen; *Salvia verticillata* örneklerinde bulunan limonen, antioksidan özellik taşır. Bağışıklık sistemini uyarıcı etkisinin yanı sıra anti-kanserojen etkileri nedeniyle fonksiyonel gıdalarda da kullanılmaktadır (Sun, 2007). Borneol; Hem *Salvia* hem de *Helichrysum* türlerinde yer alan borneol, geleneksel Çin tıbbında uzun yıllardır kullanılan bir bileşiktir. Antiviral, nöroprotektif ve antiinflamatuvar etkileriyle öne çıkar (Liu ve ark., 2011). n-Decanoik asid ve Nonanoik asid; *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*'da yoğun olarak bulunan bu yağ asitleri, literatürde nadir raporlanmakla birlikte antimikrobiyal ve fungistatik etkiler taşır. Ayrıca arı ürünlerinin koruyucu yapısında da doğal olarak yer alabilmektedir (Bankova, 2005). Anizol p-allil; *Salvia verticillata*'da tespit edilen bu fenilpropanoid yapılu bileşik, literatürde az raporlanmıştır. Aromatik özelliklerinin yanı sıra olası antioksidan etkileri ile dikkat çekmektedir. Henüz biyolojik etkileri üzerine sınırlı çalışma vardır; ancak bu çalışmadaki oranı (%14.58) dikkate değerdir.

Çalışma, bölgesel koşulların kimyasal bileşen dağılımları üzerindeki etkisini açıkça göstermiş ve aynı türlerin farklı coğrafyalardaki bileşimlerinden ayrıldığını ortaya koymuştur. Bu da yerel genetik kaynakların özđünlüğünü ve sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini desteklemektedir.

Gelecekte bu türler üzerinde farklı gelişim dönemlerinde, farklı çevresel koşullarda ve biyolojik aktivite düzeyleriyle birlikte kimyasal içerik analizleri yapılarak, sağlık ve endüstri alanlarında daha etkili kullanım yolları geliştirilebilir.



KAYNAKLAR

- Acar, Ü., Kesbiç, O. S., Yılmaz, S., Gültepe, N., & Türker, A. (2015). Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. *Aquaculture*, 437, 282- 286.
- Acıbuca, Veysi, and Dilek Bostan Budak. "Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi." *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 33.1 (2018): 37-44.
- Adams, R. P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry.
- Allured Publishing Corporation.
- Aghababae, M., Asgarpanah, J., & Mashinchian, O. (2016). Chemical composition of essential oil from *Mentha longifolia* growing in Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 28(5), 432–436.
- Akbaş, P., Kol, Ö. G., Gürbüz, A., & Manap, S. (2017). Anti-microbial and Anti-oxidant activity of watermelon (*Citrullus lanatus*) fruit and watermelon seed. *Celal Bayar University Journal of Science*, 13(1), 139-147.
- Altundag, E., & Ozturk, M. (2011). Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 19, 756-777.
- Arslan, M., Tetik, F., & Dirmenci, T. (2020). Essential oil composition and biological activities of *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum* from Turkey. *Natural Product Research*, 34(3), 423–428.
- Aslan, M., Orhan, D. D., Orhan, N., Sezik, E., & Yesilada, E. (2007). In vivo antidiabetic and antioxidant potential of *Helichrysum plicatum* ssp. *plicatum capitulum* in streptozotocin-induced-diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 109(1), 54-59.
- Aşkun, T., Başer K., Tümen, G., & Kürkcüoğlu, M. (2010). Characterization Of Essential Oils Of Some *Salvia* Species And Their Antimycobacterial Activities. *Turkish Journal Of Biology*, 34(1), 89-95.
- Avila-Sosa, R., Palou, E., Munguía, M. T. J., Nevárez-Moorillón, G. V., Cruz, A. R. N., & López-Malo, A. (2012). Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International journal of food microbiology*, 153(1-2), 66-72.
- Aydin, T. (2020). Secondary metabolites of *Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum* flowers as strong carbonic anhydrase, cholinesterase and α -glycosidase inhibitors. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 75(5-6), 153-159.
- Aytaç, Z., & Yildiz, G. (1996). A new record for the Flora of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 20(4), 385- 387.
- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med aromat plants*, 4(196), 2167-0412.
- Bagheri, H., Manap, M. Y. B. A., & Solati, Z. (2014). Antioxidant activity of *Piper nigrum* L. essential oil extracted by supercritical CO₂ extraction and hydro-distillation. *Talanta*, 121, 220-228.
- Bagheri, H., Manap, M. Y. B. A., & Solati, Z. (2014). Response surface methodology applied to supercritical carbon dioxide extraction of *Piper nigrum* L. essential oil. *LWT-Food Science and Technology*, 57(1), 149-155.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.

- Bankova, V. (2005). Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1–2), 114–117.
- Bankova, V., Popova, M., & Trusheva, B. (2000). Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review. *Chemistry Central Journal*, 4(1), 1-8.
- Baser, K.H.C., & Demirci, F. (2010). Chemistry of essential oils. In *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications* (pp. 261–273). CRC Press.
- Başer, K. H. C., & Demirci, B. (2019). *Essential oils: Science, technology and applications*. Anadolu University Press.
- Başer, K. H. C., Kürkçüoğlu, M., Tümen, G., & Özek, T. (2001). Essential oils of *Mentha* species. *Journal of Essential Oil Research*, 13(2), 87–93.
- Bayrak, A. 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:32, Ankara, Türkiye, 497 s.
- Bayram, M., Yılar, M., Özgöz, E., & Kadioğlu, İ. (2016). Ada Çayı (*Salvia virgata* Jacq.) tohumlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 325-331.
- Bigovic, D., Brankovic, S., Kitic, D., Radenkovic, M., Jankovic, T., Savikin, K., & Zivanovic, S. (2010). Relaxant effect of the ethanol extract of *Helichrysum plicatum* (Asteraceae) on isolated rat ileum contractions. *Molecules*, 15(5), 3391-3401.
- Budantsev, A. (1991). A synopsis of the genus *Nepeta* (Lamiaceae). The sections *Capituliferae* and *Denudatae*. *Bot. Zhurn*, 76(9), 1317-1321.
- Burt, S. (2004). Esansiyel yağlar: antibakteriyel özellikleri ve gıdalardaki potansiyel uygulamaları-bir inceleme. *Uluslararası gıda mikrobiyolojisi dergisi*, 94 (3), 223-253.
- Bussmann, R. W., Batsatsashvili, K., Kikvidze, Z., Paniagua-Zambrana, N. Y., Khutsishvili, M., Maisaia, I., ... & Tchelidze, D. (2020). *Salvia nemorosa* L. *Salvia verticillata* L. Lamiaceae. In *Ethnobotany of the Mountain Regions of Far Eastern Europe: Ural, Northern Caucasus, Turkey, and Iran* (pp. 841-850). Cham: Springer International Publishing.
- Cellat, K. (2011). Bazı endemik bitkilerin uçucu yağ bileşenlerinin ekstrakte edilmesi ve içeriklerinin araştırılması (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Davis, P., Miller, R., & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey, Volume 10 (Vol. 1)*. Edinburgh University Press.
- Delaquis, P. J., Stanich, K., Girard, B., & Mazza, G. (2002). Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International journal of food microbiology*, 74(1-2), 101-109.
- Demir, A., Mercanoglu Taban, B., Aslan, M., Yesilada, E., & Aykut Aytac, S. (2009). Antimicrobial effect of *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*. *Pharmaceutical Biology*, 47(4), 289-297.
- Denny, E. (2002). The chemistry and pharmacology of essential oils. *Pharmaceutical Journal*, 269, 732–735.
- Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W. (2016). Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. *Medicines*, 3(4), 25.
- Dirmenci, T. (2005). A new subspecies of *Nepeta* (Lamiaceae) from Turkey. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 147(2), 229-233.
- Do, T. K. T., Hadji-Minaglou, F., Antoniotti, S., & Fernandez, X. (2015). Authenticity of essential oils. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 66, 146-157.

- Dorman, H. J. D., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., & Deans, S. G. (2003). In vitro evaluation of antioxidant activity of essential oils and their components. *Flavour and Fragrance Journal*, 18(3), 216–222.
- Dumanoğlu, Z., & Mokhtarzadeh, S. (2020). Türkiye’de kùltürù yapılan *Salvia* türlerine (*Salvia hispanica* L., *Salvia tomentosa* L. ve *Salvia verticillata* L.) ait tohumların bazı fiziksel özellikleri. *Türk Tarım ve Dođa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 596-602.
- Eidi, A., Eidi, M., Shahmohammadi, P., Mozaffarian, V., Rustaiyan, A., & Mazooji, A. (2011). Antidiabetic effect of *Salvia verticillata* L. aerial parts in normal and streptozotocin-induced diabetic rats.
- Erbil, N., & Digrak, M. (2015). Total Phenolic and Flavonoid Contents, Antimicrobial and Antioxidant Properties of *Salvia verticillata* L. var *amasiaca* and *Salvia microstegia* Boiss & Bal from Turkish Flora. *Journal of Microbiology and Antimicrobial Agents*, 1(1), 23-29.
- Erik, S., Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., & Başer, K. H. C. (2000). *Helichrysum gaertneri*. Flora of Turkey and East Aegean Islands, 11, 153-154.
- European Commission. (2010). Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labeling of organic products. Official Journal of the European Union.
- Fang, Z., & Bhandari, B. (2010). Encapsulation of polyphenols—a review. *Trends in food science & technology*, 21(10), 510-523.
- Faydaoğlu, Emine, and Metin Saip Sürücüoğlu. "Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi." *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty* 11.1 (2011): 52-67.
- Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Scheffer, J. J. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: Volatiles and other metabolites. *Flavour and Fragrance Journal*, 23(4), 222-228.
- Gertsch, J. et al. (2008). Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *PNAS*, 105(26), 9099–9104.
- Giuliani, C., Ascrizzi, R., Lupi, D., Tassera, G., Santagostini, L., Giovanetti, M., ... & Fico, G. (2018). *Salvia verticillata*: Linking glandular trichomes, volatiles and pollinators. *Phytochemistry*, 155, 53-60.
- Göktaş, Özlem, and Betül Gıdık. "Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları." *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 2.1 (2019): 145-151.
- Guenther, E. (1948). *The Essential Oils* (Vol. 1–6). Van Nostrand Co., New York.
- Gulluce, M., Sahin, F., Sokmen, M. Ü. N. E. V. V. E. R., Ozer, H., Daferera, D., Sokmen, A. T. A. L. A. Y., ... & Ozkan, H. İ. C. A. B. İ. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia*. *Food chemistry*, 103(4), 1449-1456.
- Gül, H. I., Tümen, G., & Özek, T. (2019). The essential oil composition of *Mentha longifolia* subsp. *longifolia* from different regions of Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 55(6), 1041–1045.
- Gülçin, I. (2006). Antioxidant and antiradical activities of L-carnitine. *Life sciences*, 78(8), 803-811.
- Güner, A., & Aslan, S. (Eds.). (2012). *Türkiye bitkileri listesi:(damarlı bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*.

Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.

- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K. H. C., & Hedge, I. C. (Eds.). (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands: Volume 11, Supplement 2*. Edinburgh University Press.
- Haba, E., Bouhdid, S., Torrego-Solana, N., Marqués, A. M., Espuny, M. J., García-Celma, M. J., & Manresa, A. (2014). Rhamnolipids as emulsifying agents for essential oil formulations: antimicrobial effect against *Candida albicans* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *International journal of pharmaceutics*, 476(1-2), 134-141.
- Hamidpour, R., Hamidpour, S., Hamidpour, M., & Shahlari, M. (2014). Chemistry, pharmacology, and medicinal property of sage to prevent and cure illnesses. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 4(2), 82-88.
- Harley, R. M., & Brighton, C. A. (1977). Chromosome numbers in the genus *Mentha* L. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 74(1), 71-96.
- Hedge, I. C., & Lamond, J. (1982). *Flora of Turkey and the east Aegean islands*. *Salvia* L., 7, 400-461.
- Heil, M., & Karban, R. (2010). Explaining evolution of plant communication by airborne signals. *Trends in ecology & evolution*, 25(3), 137-144.
- 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.
- Imdorf, A. et al. (1999). Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* in honey bee colonies. *Apidologie*, 30(2-3), 209-228.
- Imdorf, A., Bogdanov, S., Ochoa, R. I., & Calderone, N. W. (1999). Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie*, 30(2-3), 209-228.
- İscan, G., Kirimer, N., Kürkçüoğlu, M., Başer, K. H. C., & Demirci, F. (2002). Antimicrobial screening of *Mentha piperita* essential oils. *Journal of Essential Oil Research*, 14(1), 58-60.
- Jayaprakasha, G. K., & Rao, L. J. (2000). Phenolic constituents from the lichen *Parmotrema stippeum* (Nyl.) Hale and their antioxidant activity. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 55(11-12), 1018-1022.
- Juergens, U. R. et al. (2003). Anti-inflammatory activity of 1,8-cineol (eucalyptol) in bronchial asthma. *Clinical & Experimental Allergy*, 33(2), 271-279.
- Kalembe, D., & Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medicinal Chemistry*, 10(10), 813-829.
- Kamatou, G. P. P., Viljoen, A. M., & Steenkamp, P. (2008). Antioxidant, antiinflammatory activities and HPLC analysis of South African *Salvia* species. *Food Chemistry*, 112(3), 459-464.
- Kart, M. Ç. Ö., İkiz, M., & Demircan, V. (2012). Türkiye’de yağ gülü (*Rosa damascena*) üretimi ve ticaretinin gelişimi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 124-134.
- Kasrati, A., Jamali, C. A., Fadli, M., Bekkouche, K., Hassani, L., Wohlmuth, H., ... & Abbad, A. (2014). Antioxidative activity and synergistic effect of *Thymus saturejoides* Coss. essential oils with cefixime against selected food-borne bacteria. *Industrial Crops and Products*, 61, 338-344.

- Kawase, K., Mothé, C. G., Furtado, F. A., & Coelho, G. (2013). Changes in essential oil of *Origanum vulgare* L. affected by different extraction methods. *Int. J. Recent Res. Appl. Stud*, 14, 238.
- Kaya, A., & Dirmenci, T. (2008). Nutlet surface micromorphology of the genus *Nepeta* L.(Lamiaceae) in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 32(2), 103-112.
- Kaya, A., Doğan, G., & Demirtaş, İ. (2021). Bingöl yöresinde doğal yayılış gösteren bazı aromatik bitkilerin uçucu yağ bileşenleri. *Doğu Anadolu Biyolojik Bilimler Dergisi*, 13(2), 55–62.
- Khosravi, R., & Sendi, J. J. (2013). Toxicity, development and physiological effect of *Thymus vulgaris* and *Lavandula angustifolia* essential oils on *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of King Saud University-Science*, 25(4), 349-355.
- Kılıç, T., Demirci, B., & Başer, K. H. C. (2018). Chemical composition of *Salvia verticillata* essential oil from Turkey. *Natural Volatiles & Essential Oils*, 5(1), 28–32.
- Kırbağ, S., and E. Bağcı. "Picea abies (L.) Karst. ve Picea orientalis (L.) Link uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir araştırma." *Journal of Qafqaz University* 3.1 (2000): 183-190.
- Kırimer, N., Tabanca, N., Demirci, F., Başer, K. H. C., & Wedge, D. E. (2000). Composition and antifungal activity of *Nepeta* species essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4114– 4117.
- Knudsen, J. T., Eriksson, R., Gershenzon, J., & Ståhl, B. (2006). Diversity and distribution of floral scent. *The botanical review*, 72(1), 1-120.
- Knudsen, J. T., Eriksson, R., Gershenzon, J., & Ståhl, B. (2006). Diversity and distribution of floral scent. *Botanical Review*, 72(1), 1-120.
- Kolaylı, S., Şahin, H., Ulusoy, E., & Tarhan, Ö. (2010). Phenolic composition and antioxidant capacities of *Helichrysum plicatum*. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 38(4), 269-276.
- Köhler, I., et al. (2015). Seskiterpenes from essential oils and their biological effects. *Journal of Essential Oil Research*, 27(4), 267–278.
- Kumar, S. A. "Plants-based Medicines in India." Retrieved in February 15 (2009): 2013.
- Kunduoğlu, B., Kürkcüoğlu, M., Duru, M., & Başer, K. (2011). Antimicrobial And Anticholinesterase Activities Of The Essential Oils Isolated From *Salvia Dicroantha* Stapf., *Salvia Verticillata* L. Subsp *Amasiaca* (Freyn And Bornm.) Bornm. And *Salvia Wiedemannii* Boiss. *Journal Of Medicinal Plants Research*, 5(29).
- Kültür, Ş. (2007). Medicinal plants used in Kırklareli province (Turkey). *Journal of ethnopharmacology*, 111(2), 341-364.
- Lawrence, B. M. (2006). *Mint: The Genus Mentha*. CRC Press.
- Linskens, HF ve Jackson, JF (Ed.). (1997). *Bitki uçucu madde analizi*. Berlin: Springer.
- Liu, C. et al. (2011). Borneol, a TRPM8 agonist, enhances blood–brain barrier permeability. *Pharmacology & Therapeutics*, 132(1), 106–118.
- Lourens, A. C. U., Viljoen, A. M., & Van Heerden, F. R. (2008). South African *Helichrysum* species: A review of the traditional uses, biological activity and phytochemistry. *Journal of Ethnopharmacology*, 119(3), 630-652.

- Ma, T., Luo, J., Tian, C., Sun, X., Quan, M., Zheng, C., ... & Zhan, J. (2015). Influence of technical processing units on chemical composition and antimicrobial activity of carrot (*Daucus carrot L.*) juice essential oil. *Food Chemistry*, 170, 394-400.
- Manika, N., Chanotiya, C. S., Negi, M. P. S., & Bagchi, G. D. (2013). Copious shoots as a potential source for the production of essential oil in *Eucalyptus globulus*. *Industrial Crops and Products*, 46, 80-84.
- Mavi, A., Terzi, R., & Kılıç, H. (2012). Chemical composition and antioxidant properties of essential oil and methanol extract of *Mentha longifolia*. *Asian Journal of Chemistry*, 24(2), 789-794.
- Mesomo, M. C., Corazza, M. L., Ndiaye, P. M., Dalla Santa, O. R., Cardozo, L., & de Paula Scheer, A. (2013). Supercritical CO₂ extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale R.*): Chemical composition and antibacterial activity. *The Journal of Supercritical Fluids*, 80, 44-49.
- Meyer, J. J. M., Afolayan, A. J., Taylor, M. B., & Erasmus, D. (1997). Antiviral activity of galangin isolated from the aerial parts of *Helichrysum aureonitens*. *Journal of ethnopharmacology*, 56(2), 165-169.
- Mihaliç, R., & Erkan, A. (2020). The effects of altitude and harvest time on the essential oil content and composition of *Mentha longifolia*. *Journal of Agricultural Sciences*, 26(2), 258-267.
- Min, D. B., & Lee, H. O. (1998). Lipid Oxidation of Edible Oil, *Food Lipid: Chemistry, Nutrition and Biochemistry*, Akoh CC and Min DB (Eds.), 283-296.
- Moldão-Martins, M., Beirao-da-Costa, S., Neves, C., Cavaleiro, C., Salgueiro, L., & Beirao-da-Costa, M. L. (2004). Olive oil flavoured by the essential oils of *Mentha* × *piperita* and *Thymus mastichina L.* *Food Quality and Preference*, 15(5), 447-452.
- Mukhopadhyay, M. (2000). *Natural extracts using supercritical carbon dioxide*. CRC Press.
- Munir, A., Hensel, O., Scheffler, W., Hoedt, H., Amjad, W., & Ghafoor, A. (2014). Design, development and experimental results of a solar distillery for the essential oils extraction from medicinal and aromatic plants. *Solar energy*, 108, 548-559.
- Mustard, J. A. et al. (2006). Consumption of neonicotinoid pesticide impairs olfactory learning and memory in honeybees. *Nature*, 439(7075), 161-164.
- Mustard, J. A., Dews, L., Brugato, A., Dey, K., & Wright, G. A. (2006). Consumption of neonicotinoid pesticide impairs olfactory learning and memory in honeybees. *Nature*, 439(7075), 161-164.
- Naghbi, F., Mosadegh, M., Mohammadi, M. S., & Ghorbani, A. B. (2005). Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology.
- Oraby, MM ve El-Borollosy, AM (2013). Bazı Mısır aromatik bitkilerinden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal ajan olarak ve yaprak bitleri tarafından patates virüsü Y bulaşmasının önlenmesinde kullanımı. *Tarım Bilimleri Yıllıkları* , 58 (1), 97-103.
- Orhan, I. E., Özçelik, B., Kartal, M., & Şener, B. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties of some essential oils and herbal extracts. *Food Chemistry*, 103(3), 735-740.
- Ozbek, T., Gulluce, M., Adiguzel, A., Ozkan, H., Sahin^o, F., & Orhan, F. (2009). Antimutagenic Activity of the Methanol Extract of *Helichrysum plicatum ssp. plicatum*. *Asian Journal of Chemistry*, 21(4), 2705.
- Özler, H., Pehlivan, S., Kahraman, A., Doğan, M., Celep, F., Başer, B., ... & Bagherpour, S. (2011). Türkiye'de *Salvia L.* (Lamiaceae) cinsinin polen morfolojisi. *Flora-Morfoloji, Dağılım, Bitkilerin Fonksiyonel Ekolojisi* , 206 (4), 316-327.

- Parris, N., Cooke, P. H., & Hicks, K. B. (2005). Encapsulation of essential oils in zein nanospherical particles. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(12), 4788-4792.
- Peng, Y. ve Li, Y. (2014). İki tür uçucu yağın kitosan filmlerinin fiziksel, mekanik ve yapısal özellikleri üzerindeki birleşik etkileri. *Gıda Hidrokolloidleri* , 36 , 287-293.
- Perry, R., & Perry, E. (2006). Aromatherapy in the management of psychiatric disorders: Clinical and neuropharmacological perspectives. *Central Nervous System Agents in Medicinal Chemistry*, 6(4), 273–287.
- Prakash, B., Kedia, A., Mishra, P. K., & Dubey, N. K. (2015). Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities– Potentials and challenges. *Food control*, 47, 381-391.
- Rangahau, M. K. (2001). Essential oils and their production. *Crop and Food Research*, Nr. 39, October.
- Rowe, JW, 1989. *Natural Products of Woody Plants Vol. 2.*
- Ranitha, M., Nour, AH, Sulaiman, ZA, & Nour, AH (2014). Mikrodalga destekli hidrodistilasyon (MAHD) ve geleneksel hidrodistilasyon (HD) yöntemi ile elde edilen limon otu (*Cymbopogon citratus*) esansiyel yağının karşılaştırmalı bir çalışması. *Uluslararası Kimya Mühendisliği ve Uygulamaları Dergisi* , 5 (2), 104.
- Rao, V. S. et al. (2012). Pharmacological activities of myrcene. *Fitoterapia*, 83(8), 1351–1359.
- Rapisarda, A., Galati, E. M., Tzakou, O., Flores, M., & Miceli, N. (2001). *Nepeta sibthorpii* Benth (Lamiaceae): Micromorphological analysis of leaves and flowers. *Il Farmaco*, 56(5-7), 413-415.
- Raut, J. S., & Karuppaiyl, S. M. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial crops and products*, 62, 250-264.
- Raut, J. S., & Karuppaiyl, S. M. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial crops and products*, 62, 250-264.
- Ravindran, P. N., & Babu, K. N. (2015). *Turmeric: The genus Curcuma*. CRC Press.
- Reverchon, E., & Marco, I. D. (2006). Supercritical fluid extraction and fractionation of essential oils and related products. *The Journal of Supercritical Fluids*, 38(2), 146–166.
- Ruiz, B., & Flotats, X. J. W. M. (2014). Citrus essential oils and their influence on the anaerobic digestion process: An overview. *Waste management*, 34(11), 2063-2079.
- Russo, E. B., Burnett, A., Hall, B., & Parker, K. K. (2011). Agonistic properties of β -caryophyllene: A dietary cannabinoid. *British Journal of Pharmacology*, 163(7), 1344–1364.
- Sahoo, S., Parida, R., Singh, S., Padhy, R. N., & Nayak, S. (2014). Evaluation of yield, quality and antioxidant activity of essential oil of in vitro propagated *Kaempferia galanga* Linn. *Journal of Acute Disease*, 3(2), 124-130.
- Sarikurkcu, C., Eskici, M., Karanfil, A., & Tepe, B. (2019). Phenolic profile, enzyme inhibitory and antioxidant activities of two endemic *Nepeta* species: *Nepeta nuda* subsp. *glandulifera* and *N. cadmea*. *South African Journal of Botany*, 120, 298-301.
- Sarkar S, Gupta S, Variyar PS, Sharma A, Singhal RS. Hydrophobic derivatives of guar gum hydrolyzate and gum Arabic as matrices for microencapsulation of mint oil. *Carbohydr Polym* 2013; 95: 177– 182.
- Schinella, GR, Tournier, HA, Prieto, JM, De Buschiazzo, PM ve Rıos, JL (2002). Antiinflamatuvar bitki özlerinin antioksidan aktivitesi. *Yaşam bilimleri* , 70 (9), 1023-1033.

- Selvi, M. T., Thirugnanasampandan, R., & Sundarammal, S. (2015). Antioxidant and cytotoxic activities of essential oil of *Ocimum canum* Sims. from India. *Journal of Saudi Chemical Society*, 19(1), 97-100.
- Sepahvand, R., Delfan, B., Ghanbarzadeh, S., Rashidipour, M., Veiskarami, G. H., & Ghasemian-Yadegari, J. (2014). Chemical composition, antioxidant activity and antibacterial effect of essential oil of the aerial parts of *Salvia sclareoides*. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 7, S491-S496.
- Sezik, E., Tabata, M., Yesilada, E., Honda, G., Goto, K., & Ikeshiro, Y. (1991). Traditional medicine in Turkey I. Folk medicine in northeast Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, 35(2), 191-196.
- Sezik, E., Yeşilada, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y., & Tanaka, T. (2001). Traditional medicine in Turkey X. Folk medicine in central Anatolia. *Journal of ethnopharmacology*, 75(2-3), 95-115.
- Sharifi-Rad, M., et al. (2017). Essential oils as agents of antimicrobial and anticancer activity: A mechanistic view. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, Article ID 3012462.
- Silva, F. M. S., Oliveira, D. R., & Andrade, L. N. (2020). Biological properties of essential oils: A review. *Pharmaceuticals*, 13(8), 164.
- Silva, F. M. S., Oliveira, D. R., & Andrade, L. N. (2020). Biological properties of essential oils: A review. *Pharmaceuticals*, 13(8), 164.
- Singh, H. P., Batish, D. R., & Kohli, R. K. (2003). Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. *Critical reviews in plant sciences*, 22(3-4), 239-311.
- Skaltsa, H. D., Verykokidou, E., Harvala, C., & Karabourniotis, G. (2000). Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Helichrysum plicatum* DC. *Flavour and Fragrance Journal*, 15(5), 327– 329.
- Sriti, J., Talou, T., Faye, M., Rejeb, S., & Marzouk, B. (2011). Essential oil and aroma composition of sage (*Salvia officinalis* L.) from Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 34(3), 837–844.
- Starliper, CE, Ketola, HG, Noyes, AD, Schill, WB, Henson, FG, Chalupnicki, MA, & Dittman, DE (2015). *Aeromonas* spp.'ye karşı seçilmiş uçucu yağların bakterisidal aktivitesinin araştırılması. *İleri araştırma dergisi* , 6 (1), 89-97.
- Sun, J. (2007). D-Limonene: safety and clinical applications. *Alternative Medicine Review*, 12(3), 259–264.
- Şimşek, M., Yılmaz, A., & Kaya, T. (2020). Erzurum ve çevresinde yayılış gösteren bazı *Nepeta* türlerinin kimyasal bileşimleri. *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 24(1), 88–95.
- Tarek, N., Hassan, H. M., AbdelGhani, S. M., Radwan, I. A., Hammouda, O., & El-Gendy, A. O. (2014). Comparative chemical and antimicrobial study of nine essential oils obtained from medicinal plants growing in Egypt. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2), 149-156.
- Taşkın, T., Gezmiş, T., Çam, M. E., Taşkın, D., Çelik, B. Ö., Şenkardes, İ., & Süzgeç-Selçuk, S. (2020). The in vitro and in vivo investigation of biological activities and phenolic analysis of *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 56, e18345.

- Tepe, B., Eminagaoglu, O., Akpulat, H. A., & Aydin, E. (2007). Antioxidant potentials and rosmarinic acid levels of the methanolic extracts of *Salvia verticillata* (L.) subsp. *verticillata* and *S. verticillata* (L.) subsp. *amasiaca* (Freyn & Bornm.) Bornm. *Food Chemistry*, 100(3), 985-989.
- Titz, A., 2004. Policy, Research&Development and Commercialisation Strategies, Scope for Diversified and Sustainable Extraction, 22-26 July 2004. Bangalore, India. 72-80
- Topçu, G., Ay, M., Bilici, A., Sarıkürkcü, C., Öztürk, M., & Ulubelen, A. (2007). A new flavone from *Salvia verticillata* ssp. *verticillata*. *Turkish Journal of Chemistry*, 31(1), 101–106.
- Topçu, G., Gören, A. C., & Kürkçüoğlu, M. (2005). The essential oil composition of *Salvia fruticosa* Mill. from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*, 20(2), 187–190.
- Toroğlu, Sevil, and Menderes Çenet. "Tedavi amaçlı kullanılan bazı bitkilerin kullanım alanları ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için kullanılan metodlar." *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 9.2 (2006): 12-20.
- TÜBİVES, (2021). Türkiye bitkileri veri servisi. [online] <http://194.27.225.161/ya-sin/tubives/index.php?sayfa=200> (Erişim tarihi: 14 ağustos 2021).
- Ulukanli, Z., Karabörklü, S., Bozok, F., Ates, B., Erdogan, S., Cenet, M., & Karaaslan, M. G. (2014). Chemical composition, antimicrobial, insecticidal, phytotoxic and antioxidant activities of Mediterranean *Pinus brutia* and *Pinus pinea* resin essential oils. *Chinese journal of natural medicines*, 12(12), 901-910.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2008). Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *Journal of Food Science*, 73(9), 117-124.
- Wright, G. A., Thomson, M. G. A., & Smith, B. H. (2005). Odour concentration affects odour identity in honeybees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1570), 2417–2422.
- Zoubiri, S., Baaliouamer, A., Seba, N., & Chamouni, N. (2014). Chemical composition and larvicidal activity of Algerian *Foeniculum vulgare* seed essential oil. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(4), 480-485.

ÖZGEÇMİŞ

Murat BİLİCİ

[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]

ARAŞTIRMACI BİLGİLERİ

Öğrenci Orcid ID	: 0009-0005-3806-5656
Danışman Orcid ID	: 0000-0002-1824-9424

[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]