

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE YETİŞEN ÜÇ *DORONICUM* TÜRÜNÜN ÇİÇEK VE YAPRAK-
GÖVDE KISIMLARININ UÇUCU YAĞ BİLEŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimyager Kurtuluş AKPINAR

AĞUSTOS 2019

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kimya Anabilim Dalında
Kurtuluş AKPINAR Tarafından Hazırlanan**

**TÜRKİYE'DE YETİŞEN ÜÇ *DORONICUM* TÜRÜNÜN ÇİÇEK VE YAPRAK-GÖVDE
KISIMLARININ UÇUCU YAĞ BİLEŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

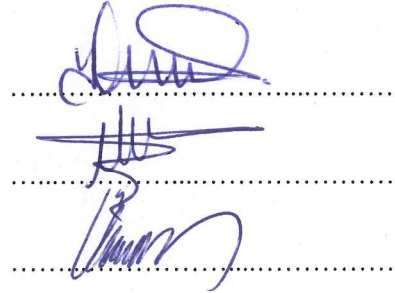
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 16 / 07 / 2019 gün ve 1812 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Yasemin ÜNVER

Üye : Doç. Dr. Nuran KAHRİMAN

Üye : Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Anabilim Dalı Organik Kimya Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır.

Tez çalışmam süresince bana ve çalışma arkadaşlarıma, bilgi ve tecrübeleriyle destek olup yol gösteren ve daima motive eden değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nuran KAHRİMAN' a teşekkür eder saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamın başlangıcında danışmanlığımı yapan Sayın Prof. Dr. Nurettin YAYLI'na teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Yüksek Lisans çalışmamı bitirmem konusunda manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Zekeriya BIYIKLIOĞLU'na teşekkür eder şükranlarımı sunarım.

Çalışmamda kullandığım bitkilerin türlerinin belirlenmesi konusunda yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU ve laboratuvar çalışmaları sırasında değerli tavsiyeleri ve yardımları için Nagihan YILMAZ İSKENDER, Osman ÜÇÜNCÜ ve Ahmet YAŞAR başta olmak üzere isimlerini yazamadığım tüm hocalarım ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Başta sevgili eşim ve biricik kızım olmak üzere çalışmamı tamamlamak için vermiş oldukları destekten dolayı tüm aileme sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Kurtuluş AKPINAR

Trabzon 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “*Türkiye’de Yetişen Üç Doronicum Türünün Çiçek ve Yaprak–Gövde Kısımlarının Uçucu Yağ Bileşimlerinin İncelenmesi*” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Nuran KAHRİMAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

01/08/2019

Kurtuluş AKPINAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR ve SEMBOLLER LİSTESİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Özeti	2
1.3. Tıbbi ve Aromatik Bileşikler	3
1.4. Uçucu Yağlar ve Genel Özellikleri.....	4
1.5. Uçucu Yağların Genel Elde Edilme Yöntemleri	6
1.5.1. Su Destilasyonu	6
1.5.2. Buhar Destilasyonu	6
1.5.3. Çözücü Ekstraksiyonu	6
1.5.4. Süper Kritik Sıvı Ekstraksiyonu	7
1.5.5. Mikrodalga Ekstraksiyonu	7
1.5.6. Sıkıştırılmış Çözücü Ekstraksiyonu	8
1.5.7. Mekanik Yöntem (Presleme)	8
1.5.8. Katı – Faz Mikroekstraksiyon.....	8
1.6. Uçucu Yağların Bileşimi.....	9
1.7. Uçucu Yağların Sınıflandırılması	10
1.7.1. Kimyasal Bileşimlerine Göre Uçucu Yağlar	10
1.7.1.1. Terpenler ve Terpenoidler.....	10
1.7.1.1.1. Hemiterpenler ve Hemiterpenoidler	11
1.7.1.1.2. Monoterpenler ve Monoterpenoidler	12
1.7.1.1.3. Seskiterpenler ve Seskiterpenoidler	14

1.7.1.1.4.	Diterpenler ve Diterpenoidler	15
1.7.1.1.5.	Sesterpenler ve Sesterpenoidler	16
1.7.1.1.6.	Triterpenler ve Triterpenoidler	16
1.7.1.1.7.	Tetraterpenler ve Tetraterpenoidler	17
1.7.1.1.8.	Politerpenler	17
1.7.1.2.	Aromatik Özelliklerine Göre Uçucu Yağlar	18
1.7.1.3.	Farmakolojik ve Terapik Özelliklerine Göre Uçucu Yağlar.....	18
1.8.	Kromatografi ve Kütle Spektroskopisi	19
1.8.1.	Gaz Kromatografisi (GC)	19
1.8.1.1.	Enjeksiyon Bölümü.....	20
1.8.1.2.	Isıtma Bölümü.....	21
1.8.1.3.	Taşıyıcı Gazın Akış Hızının ve Basıncının Ayarlandığı Bölüm.....	21
1.8.1.4.	Kolon.....	21
1.8.1.5.	Dedektör.....	22
1.8.1.6.	Verilerin Analizi	23
1.8.2.	Gaz Kromatografisi – Kütle Spektrometresi (GC – MS).....	23
2.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	25
2.1.	Bitkilerin Toplanması ve Teşhis Edilmesi.....	25
2.2.	Numunelerin Hazırlanması ve Uçucu Yağların İzolasyonu	26
2.3.	GC–FID ve GC–MS Analizleri	27
2.4.	Bileşenlerin Aydınlatılması	28
3.	BULGULAR.....	29
4.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR	36
5.	ÖNERİLER.....	38
6.	KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TÜRKİYE’DE YETİŞEN ÜÇ DORONICUM TÜRÜNÜN ÇİÇEK VE YAPRAK–
GÖVDE KISIMLARININ UÇUCU YAĞ BİLEŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Kurtuluş AKPINAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nuran KAHRİMAN

2019, 44 Sayfa

Bu çalışmada ikisi Türkiye’ye endemik olan 3 *Doronicum* taksonunun taze çiçek ve yaprak–gövde kısımlarından elde edilen uçucu yağlarının kimyasal içerikleri araştırılmıştır. Uçucu yağlar Clevenger tipi düzenekte hidrodestilasyonla elde edilmiş ve analizleri GC ve GC–MS kullanılarak yapılmıştır. Toplam yağ bileşiminin % 89.3 ile % 97.7’sini oluşturan ve sayıları 14–27 arasında değişen farklı bileşiklerin yapısı aydınlatılmıştır. Üç *Doronicum* taksonunda da seskiterpen hidrokarbonların, bileşenlerin ana grubu olduğu görülmüştür. *Doronicum orientale* ve *Doronicum bithynicum* ssp. *sparsipilosum*’un çiçek ve yaprak–gövde uçucu yağlarının ana bileşeninin (E)– β –farnesen (sırasıyla % 41.1, 35.7, 47.5 ve 55.4) olduğu belirlenirken, *Doronicum macrolepis*’in uçucu yağlarının ana bileşeninin ise (E)–karyofilen (% 24.2 ve 52.7) olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Doronicum orientale*, *Doronicum bithynicum* subsp. *sparsipilosum*, *Doronicum macrolepis*, Uçucu yağlar, GC, GC–MS.

Master Thesis

SUMMARY

VOLATILE CONSTITUENTS OF THE FLOWERS AND
LEAVE-STEM PARTS OF THREE DORONICUM TAXA FROM TURKEY

Kurtuluş AKPINAR

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Chemistry Graduate Program

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nuran KAHRİMAN

2019, 44 Pages

The composition of the essential oils obtained from fresh flowers and leaves-stems of 3 *Doronicum* taxa, 2 of them are endemic to Turkey, have been studied. The essential oils were separately obtained from hydrodistillation in a clevenger-type apparatus and their analyses were performed by GC and GC-MS. A range of 14-27 compounds were identified, constituting over 89.3 to 97.7 % of total oil composition. Sesquiterpene hydrocarbons were shown to be the main group of constituents of all 3 *Doronicum* taxa. The main component of the flowers and leaves-stems in the essential oils of *Doronicum orientale* and *Doronicum bithynicum* ssp. *sparsipilosum* was (E)- β -farnesene (41.1, 35.7, 47.5 and 55.4 %, respectively); while (E)-caryophyllene (24.2 and 52.7 %) was the major compound in the essential oils of *Doronicum macrolepis*.

Key Words: *Doronicum orientale*, *Doronicum bithynicum* subsp. *sparsipilosum*, *Doronicum macrolepis*, Essential oil, GC, GC - MS.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	İzopren biriminin yapısı ve baş–kuyruk etkileşimi 11
Şekil 2.	Bazı hemiterpenoid sınıfı bileşikler 12
Şekil 3.	Bazı asiklik monoterpen ve monoterpenoid sınıfı bileşikler..... 12
Şekil 4.	Bazı monosiklik monoterpen ve monoterpenoid sınıfı bileşikler 13
Şekil 5.	Bazı bisiklik monoterpen ve monoterpenoid sınıfı bileşikler 14
Şekil 6.	Bazı seskiterpen ve terpenoid sınıfı bileşikler..... 15
Şekil 7.	Bazı diterpenoid sınıfı bileşikler 15
Şekil 8.	Haslen ve seroplastol yapıları 16
Şekil 9.	Skualenin molekül yapısı 17
Şekil 10.	Alfa Karoten ve Lutein'in molekül yapıları 17
Şekil 11.	Doğal kauçuğun molekül yapısı 18
Şekil 12.	Gaz kromatografisi cihazının şematik gösterimi..... 20
Şekil 13.	Gaz kromatografisi – kütle spektrometresi cihazının şematik gösterimi..... 24
Şekil 14.	<i>Doronicum orientale</i> (Doğu kaplanotu..... 25
Şekil 15.	<i>Doronicum bithynicum</i> subsp. <i>sparsipilosum</i> (İlgaz darınacı..... 25
Şekil 16.	<i>Doronicum macrolepis</i> (Koca kaplanotu..... 26
Şekil 17.	Clevenger düzeneği 27
Şekil 18.	GC–MS cihazı 28

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bazı uçucu yağların kullanım alanları	5
Tablo 2. Terpenlerin içerdikleri izopren birimi sayısına göre sınıflandırılması	11
Tablo 3. <i>D. orientale</i> , <i>D. bithynicum</i> subsp. <i>sparsipilosum</i> ve <i>D. macrolepis</i> bitkilerinin uçucu bileşenleri	29
Tablo 4. <i>D. orientale</i> , <i>D. bithynicum</i> subsp. <i>sparsipilosum</i> ve <i>D. macrolepis</i> bitkilerinin çiçek ve yaprak – gövde uçucu bileşenlerinin formülleri	31
Tablo 5. <i>D. orientale</i> , <i>D. bithynicum</i> subsp. <i>sparsipilosum</i> ve <i>D. macrolepis</i> bitkilerine ait uçucu yağlarının kimyasal sınıf dağılımı	35

KISALTMALAR VE SEMBOLLER

KATO	:Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi
FID	:Alev İyonizasyon Dedektörü
TCD	:Isı İletkenlik Dedektörü
ml	:Mililitre
Dak	:Dakika
atm	:Atmosfer
μ l	:Mikrolitre
PDMS/DVB	:poli(dimetilsiloksan)-divinilbenzen
WHO	:Dünya Sağlık Örgütü
CO ₂	:Karbondiyoksit
GC	:Gaz Kromatografisi
GC-MS	:Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometrisi
HPLC	:Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
MS	:Kütle Spektroskopisi
RI	:Alıkonma İndeksi
RT	:Alıkonma Zamanı
μ m	:Mikrometre

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Doronicum L. Asteraceae familyasına ait çok yıllık otsu bitkilere sahip bir cins olup, büyük sarı çiçekleriyle dikkat çeken bu cinsin türleri ülkemizde koca kaplanotu, doğu kaplanotu, ılgaz darınacı, öküzgözü papatyası gibi farklı isimlerle bilinmektedir (Tekin, E., 2007; Tuzlacı, E., 2006; Kadıoğlu, E., 2013; URL1; URL2; URL3). Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarında yayılış gösteren bir tür olup, tür sayısının az olması farklı çevre koşullarına uyum sağlayabilme yeteneklerinden kaynaklandığı öngörülmektedir. Mevcut verilere göre *Doronicum* L. (Asteraceae) dünya genelinde yaklaşık 26 tür ve 4 alttür ile temsil edilmektedir ve önemli bir kısmı Türkiye’de de yetişmektedirler (Alvarez, 2003). Edmondson (1975) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda Türkiye florasında yayılış gösteren takson sayısı 15 olarak bulunmuştur ve bunların 14’ü tür düzeyindedir (Kadıoğlu, E., 2013). Çok yıllık ve genellikle kısa boylu yatay büyüyen rizomlara sahip bitkiler olup, bu taksonların 8 tanesi Türkiye’ye özgü (endemik)’dür. Ülkemizde bulunan *Doronicum* türlerinin 5 adeti Karadeniz Bölgesi elementi olup genel olarak, Orta ve Kuzey Anadolu’da geniş yayılışa sahip olup nemli ve kayalık alanlardan, ormanlık bölgelere, su kaynaklarına yakın yerlere ve yüksek alpin alanlara kadar pek çok farklı ekolojik koşulda yetişmektedir (Edmondson, 1975; Gültepe, E., 2010). *Doronicum macrolepis* Freyn. & Sint. ve *D. bithynicum* J.R. Edmondson *subsp. sparsipilosum* J.R. Edmondson endemik türler olup Türkiye’de nadir görülürler. *D. orientale* ise Türkiye’de bulunan en yaygın *Doronicum* L. taksonu olup halk arasında kısırlık tedavisinde kullanılmaktadır (Edmondson, J.R., 1975; Baytop, T., 1999; Ekim, T., 2000).

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesinden toplanan ve uçucu yağlarının bileşimleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmayan *D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis* türlerinin çiçek ve yaprak-gövde kısımlarının uçucu yağlarının eldesi hidrodestilasyon yöntemiyle Clevenger düzeneği kullanılarak sağlanmış ve bu yağların kimyasal bileşimleri GC-MS/GC-FID analizleri yapılarak aydınlatılmıştır (Yaylı, N., 2005; Yaylı, N., 2006; Güleç, C., 2007; Figuerédo, G., 2005; Asekun, O.T., 2007).

1.2. Literatür Özeti

Yapılan literatür araştırmasında *Doronicum* türlerinin özellikle morfolojik, palinolojik, sitolojik ve moleküler özellikleri üzerine çalışmaların yapıldığı tespit edilmiştir (Kadioğlu, E., 2013; Umdü, Ü., 2005). *Doronicum* türlerine ait kimyasal içeriklerin de incelendiği ve özellikle pirolizidin alkaloidi içerdiklerinin ortaya konduğu çalışmalar da literatürde mevcuttur (Dharmananda, S., 2001). *D. helveticum* Miller (*Senecio doronicum*) taksonu bu alkaloidi içeren ve tıbbi amaçlı kullanılan bir türdür (Kadioğlu, E., 2013; Röder, E., 1995). *D. macrophyllum* Fisch. (Bohlmann, F. ve Grenz, M., 1979), *D. pardalianches* (Bohlmann, F., ve Abraham, W., R., 1979), *D. hungaricum* Rchb. (Bohlmann, F., Dhar, A. ve Ahmed, M., 1980) ve *D. grandifolium* Lam. (Raynaud, J., 1984; Raynaud, J., 1986) taksonlarında yapılan kimyasal içerik çalışmalarında alkaloid içerdikleri ve bu özelliğin *Doronicum* cinsinin karakteristik bir özelliği olduğu belirlenmiştir (Kadioğlu, E., 2013). Endemik bir tür olan *D. corsicum* (Loisel.) Poir. ve *D. austriacum* Jacq. subsp. *giganteum* (Griseb.) Stoj. et Stef. türlerinin de yağ asidi içerikleri yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Paolini, J., vd. 2007; Lazarevic, J., vd. 2009). Karadeniz (2015) ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada ise *D. orientale* türünün metanol ekstraktının toplam fenolik bileşen içeriğinin yanında antioksidan aktiviteleri de incelenmiş ve iyi derecede aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Karadeniz, A., 2015). Yine aynı türün metanol, etanol ve su ekstraktlarının antitümör ve antibakteriyal özellikleri Usta (2014) ve arkadaşları tarafından araştırılmış ve dikkat çekici sonuçlar elde edilmiştir (Usta, C., 2014).

Bu tez çalışmasının da konusunu oluşturan *D. orientale*, *D. bithynicum* subsp. J.R. Edmondson *sparsipilosum* J.R. Edmondson ve *D. macrolepis* Freyn. & Sint. taksonlarının yaprak, çiçek ve gövdelerinin uçucu yağ bileşimlerinin karşılaştırılmalı incelendiği çalışma ise ülkemizde *Doronicum* türlerinin uçucu yağları üzerine yapılan ilk çalışma olarak literatüre kazandırılmış ve bu çalışma ile üç farklı taksonun uçucu yağları arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur (Akpınar, K., 2009). *Doronicum* türleri tıbbi özellikleri ve süs bitkisi olarak kullanımlarının dışında böcek ve arılar içinde önemli bir nektar ve polen kaynağı olarak hizmet etmektedirler. Genel olarak, yapılan literatür araştırması sonucu *Doronicum* türlerinin kimyasal bileşimi üzerine yapılan çalışmaların literatürde yok denecek kadar az olduğu, kimyasal içerik belirlenmesi için yapılan çalışmalarda daha çok

çözücü ekstraktlarının kullanıldığı ve uçucu yağ içeriklerinin incelenmesi konusunda nerdeyse hiç çalışmanın olmadığı belirlenmiştir.

1.3. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

İnsanoğlu varoluşundan bu yana bitkilere ve bunların yaşamsal süreçlerde kullanımlarına ilgi duymuştur. Eski dönemlere ait kaynaklar incelendiğinde bitkilerin hem besin amaçlı hem de sağlık problemlerinin giderilmesinde tıbbi amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir (Çırpan, M., 2017; Koçyiğit, M., 2005). Bazı bitkiler gıda, boyar madde, baharat, süs bitkisi olarak kullanılırken bazıları da büyü yapmak için kullanılmıştır (Çırpan, M., 2017; Önal, M., 2012). Dünya üzerinde giderek artan pek çok hastalık (şeker hastalığı, hepatit, astım, kanser vb.) geçmişten günümüze bitkilerle tedavi edilmeye çalışılmıştır ve bu süreç devam etmektedir. Dünyada 4 milyar insanın sağlık problemlerini ilk olarak bitkilerle tedavi etmeyi denedikleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verileri ile ortaya konulmuştur (Çırpan, M., 2017; Farnsworth, N. R., 1985). Bitkilerden izole edilen bileşenlerin sentetik yöntemlerle üretilenlere göre daha geniş ölçüde etki göstermesi, tıbbi ve aromatik bitkilerin ilaç, gıda, kozmetik ve parfümeri sanayinde kullanımına ve üretimine ivme kazandırmıştır (Çırpan, M., 2017). Tıbbi ve aromatik bitkiler sağlık problemlerinin giderilmesi ve sağlıklı yaşamın devamlılığını sağlamak amacıyla kullanılan bitkiler olup beslenme, kozmetik, tütsü, vücut bakımı, aroma ve lezzet verici özellikleriyle de öne çıkmaktadırlar (Çırpan, M., 2017; Anonim, 2005). Tıbbi ve aromatik bileşiklerin sınıflandırılmaları genellikle içerdikleri etken bileşenlere, kullanılan kısımlarına, ait oldukları türlere, kullanım amaçlarına ve tıbbi özelliklerine göre yapılmaktadır ve en çok tercih edileni ise içerdikleri kimyasal bileşenlere bağlı olarak yapılan sınıflandırmadır (Çırpan, M., 2017; Ceylan, A., 1995). Ülkemizde de tıbbi ve aromatik bitkilere olan ilgi oldukça eski dönemlere dayanmakta olup üretim şekilleri genellikle doğadan toplama, organik üretim ve kültüre alma şeklindedir. Ancak artan talep miktarı doğadan elde edileni yetersiz hale getirmiş, bu da kültür yöntemi ile üretimi ön plana çıkarmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin özellikle uçucu yağları, bunların içerikleri ve biyolojik özellikleri de uzun yıllardır birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir (Amorati, R., 2013).

Dünya ticareti 120.000 – 130.000 ton civarında olan uçucu yağ piyasasının yaklaşık 1 milyar ABD dolarının üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye' nin ihraç ettiği başlıca yağlar; gülyacı, kekik yağı, lavanta yağı, defne yağı, steraropten yağı ve limon

yağıdır. Gelişmekte olan ülkeler uçucu yağ üretiminde çok büyük potansiyele sahiptirler. Dünya uçucu yağ üretiminin % 65'i geliştirmekte olan ülkelerde, % 35'i ise gelişmiş ülkelerde yapılmaktadır. Çin, Brezilya, Hindistan, Endonezya, Mısır, Fas ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu 7 önder ülke geliştirmekte olan ülkelerin uçucu yağ üretiminin % 85'ini karşılamaktadır. Toplam uçucu yağ üretiminin % 65'i odunsu bitkilerden sağlanmaktadır. Dünya uçucu yağ pazarının en önde gelen yağları narenciye ve nane yağlarıdır (Özgül, O., 2009; URL4)

1.4. Uçucu Yağlar ve Genel Özellikleri

Uçucu yağ bitkilerin çiçek, yaprak, meyve, kabuk, gövde ya da kök kısımlarından farklı metotlarla elde edilen, genellikle hidrofobik özellikler gösteren, oda koşullarında sıvı durumda bulunan, çoğunlukla renksiz yada açık sarı renkte ve kendine özgü kokusu olan uçucu doğal bitkisel ürünlerdir. (Karaca, İ., 2016; Çırpan, M., 2017; Ceylan, A., 1983). Uçucu yağlar kokuları ve uçuculukları sebebiyle halk arasında bitki yağı, aromatik yağ, esans yağı, aromaterapi yağı ve eterik yağ gibi isimlerle de anılmaktadırlar (Karaca, İ., 2016; Çırpan, M., 2017; Çelik, E., 2007). Ayrıca su ile karışmaması ve su yüzeyinde tabaka oluşturması sebebiyle de yağ adı ile anılırlar. Kimyasal içerikleri oldukça karmaşık olup büyük bir kısmını terpen olarak adlandırılan hidrokarbonlar ve terpenoid olarak adlandırılan hidrokarbonların oksijenli türevleri oluştururken alkoller, aldehytler, fenoller, esterler azotlu ve kükürtlü bileşiklerde eser miktarda bulunmaktadır. Uçucu yağların yapıları soya, susam, ayçiçeği, zeytin ve badem yağı gibi bitkisel yağlardan oldukça farklı olup bitkideki oranı %10 ile %0.01 arasında değişir. Örneğin 1 kg gül yağı için ortalama 2000 kg gül kullanılmaktadır (Karaca, İ., 2016; Çırpan, M., 2017; Bırskın, D. P., 2000; Toroğlu, S., 2006; Yorgancıoğlu, A., 2012). Uçucu yağların kimyasal içeriklerinin büyük bir kısmını monoterpenler, seskiterpenler ve diterpenler oluşturmaktadır. Uçucu yağların sahip oldukları kimyasal bileşenler bu yağlara antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, antifungal, insektisidal, nematisidal (bitki paraziti öldürücü), antiseptik, antispazmodik, antikanser, analjezik, antitoksik, antidepresan, tansiyon düzenleyici, cilt hastalıklarını iyileştirici, zihin açıcı vb. gibi çok çeşitli etkiler kazandırır. Sahip oldukları biyolojik özellikleri ve güzel kokuları ile tıp, eczacılık, kozmetik ve gıda sanayiinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Büyük bir kısmı gıda sanayiinde tat verici olarak, parfümeride ise koku maddesi olarak kullanılmaktadır. Baharatların gıdalara verdikleri tat ve koku yanında

koruyucu etkilerinin de uçucu yağlardan ileri geldiği bilinmektedir. Uçucu yağlar antiseptik özellikleri sayesinde bakteri üremesini yavaşlatmakta ve besinlerin bozulmasını geciktirmektedirler (Çırpan, M., 2017; Hajhashemi, V., 2000). Özellikle gıdalarda bulunan ve antibiyotiklere karşı bağışıklık kazanmış olan bazı patojen mikroorganizmaların yok edilmesinde sıklıkla kullanılmaktadırlar. Uçucu yağlar, uçucu özellikleri nedeniyle mikropları öldürdükten sonra ortamdaki uzaklaştıklarından, geride artık bırakma riski de taşımazlar (Yaylı, N., 2007). Özellikle, kekikyağı, çöpkaranfil, tarçın, yenibahar, citronella, limonotu, limon, oğulotu, limon kokulu okaliptus ve kefe kimyonu yağları güçlü mikrop öldürücü yağlardır. Limon ve portakal kabuğu yağında bol bulunan limonen, lavanta yağında bulunan perilla alkol, kekik yağında bulunan karvakrol, gül ve ıtır yağında bulunan geraniol adlı maddelerin ise antikanser etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Yaylı, N., 2007). Uçucu yağın damıtılması esnasında yağ altında kalan sulu kısım, yağdan tamamıyla ayrıldıktan sonra aromatik su olarak içilebilir. Son yıllarda özellikle kekik suyunun kullanımı oldukça popüler hale gelmiştir. Ayrıca adaçayı, biberiye, nane, oğulotu, ısırgan ve gül suları da piyasada satılmaktadır (Yaylı, N., 2007; URL5). Uçucu yağ karışımları son yıllarda at ve tavuk gibi hayvanların yemlerine de katılmaktadır. Bu maddeler hem yemin dayanıklılığını artırmakta hem de hayvanların gelişmesinde olumlu rol oynamaktadır.

Uçucu yağların aromaterapik etkileri ve uygulamaları da yıllardır bilinen ve uygulanmakta olan bir durumdur. Bazı uçucu yağlar ruhsal ve fiziksel hastalıkların tedavilerinde kullanılmıştır. Bu tedavi yöntemleri günümüzde de halk arasında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı uçucu yağların kullanıldığı alanlar Tablo 1’de verilmiştir (Bakkali, F., 2008; Kalemba, D., 2003; Bassolé, I. H. N., 2012).

Tablo 1. Bazı uçucu yağların kullanım alanları

Uçucu Yağ	Başlıca Kullanım Alanları
Nane Yağı	Ruhsal sıkıntıların giderilmesi, rahatlama gibi etkileri bulunur.
Yasemin Yağı	Motivasyon artırıcı, halsizlik vb durumlar ayrıca afrodizyak etkiye sahiptir.
Okaliptüs Yağı	Burun tıkanıklığının açılması.
Fesleğen Yağı	Anksiyete ve migren ağrılarının hafifletilmesi.
Papatya Yağı	Güneş yanıkları, ağrı kesici.
Melisa Yağı	Stres azaltıcı olarak masaj yolu ile kullanılır.
Defne Yaprağı Yağı	Solunum yolu rahatsızlıklarında rahatlatıcı olarak kullanılır.
Aloevera Yağı	Cilt lekeleri, kırışıkları ve tahriş olmuş bölgelerde kullanılır.

Uçucu yağların temel kaynağı doğal bitkiler olup çeşitli yöntemler kullanılarak bitkilerden elde edilmeleri mümkündür.

1.5. Uçucu Yağların Başlıca Elde Edilme Yöntemleri

1.5.1. Su Destilasyonu

Uçucu yağların elde edilmesinde kullanılan en yaygın yöntemlerin başında gelir. Laboratuvar çalışmalarında Clevenger türü bir düzenek yardımı ile gerçekleştirilir. İşlemin temelinde su içerisinde küçük parçalar halinde ayrılmış bitkiler kaynatılır, bitkinin içerdiği uçucu yağlar su buharı ile sürüklenerek soğutucuya ulaşır burada yoğunlaştırılarak sudan ayrılır. Su destilasyonunun verimi toz haline getirilmiş bitkilerde diğerlerine göre daha yüksektir (Linskens, H. F., 1997b).

Bu yöntemle yüksek sıcaklığa ısıtılan uçucu yağlarda sıcaklığın etkisi ile çeşitli kimyasal değişimler olabilmektedir. En sık görülen kimyasal değişimler ise hidroliz, degradasyon ve izomerizasyondur (Fakhari, A. R., vd., 2005).

1.5.2. Buhar Destilasyonu

Özel bir düzenek yardımı ile gerçekleştirilen bu yöntemde taze bitkilerin üzerine basınçlı buhar püskürtülerek bitkinin sahip olduğu uçucu yağların buhar ile birlikte toplama kabına getirilmesi esasına dayalıdır. Daha sonra elde edilen uçucu yağlar yoğunlaştırılarak çözücüden ayrılır (Linskens, H. F., 1997b).

1.5.3. Çözücü Ekstraksiyonu

Ekstraksiyon yöntemi de uçucu yağların elde edilmesinde oldukça yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir. Bitkiler doğrudan çözücü içerisinde oda sıcaklığında bekletilebilir veya soxhlet düzeneğinde bir organik çözücü kullanılarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilebilir. Ekstraksiyon işlemleri için en çok tercih edilen çözücüler etanol, hekzan, eter ve pentan – diklorometan karışımıdır. İşlemler sonucunda elde edilen uçucu yağ ve organik çözücü karışımı destilasyon uygulanarak birbirinden ayrılır.

Bu yöntemde düşük molekül kütleli uçucu yağ bileşenlerinin kaybı yaşanabilmekte, işlemde kullanılan çözücülerin çevre kirliliği ve ekonomik giderleri artırma gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Çözücü ekstraksiyonunun destilasyon yöntemlerinden üstün olan tarafı ise işlem için gerekli olan sıcaklığın (Soxhlet yöntemi için yaklaşık 60 °C yeterlidir) oldukça düşük olmasıdır (Linskens, H. F., 1997b).

1.5.4. Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu

Çözücü ekstraksiyonu yönteminde kullanılan organik çözücülerin neden olduğu bazı sağlık ve çevre sorunları dolayısıyla çevreye ve insan sağlığına daha az zarar veren yöntem arayışlarına neden olmuştur. Süper kritik çözücü ekstraksiyonu bu amaçla kullanılan yöntemlerden biridir (Yamani, Y., vd., 2008).

Kritik basınç ve kritik sıcaklık değerlerinin üzerinde madde süperkritik özellik göstermektedir. Bu değerlerde madde aslında gaz ve sıvı arasında bir durumdadır ve her ikisinde özelliklerini göstermektedir. Bundan dolayı bir sıvı çözücü gibi uçucu yağların çözünmesini sağlarken, gazların sahip olduğu difüzyon özelliğinden dolayı da çözünmüş olan uçucu yağların çok hızlı taşınmasını sağlarlar (Linskens, H. F., 1997b).

Düşük maliyetli olması, çevre ve insan sağlığına çok fazla zarar vermemesi, oldukça saf olarak elde edilebilmesi, yanıcı olmaması ve vizkozitesinin düşük olması gibi özelliklerinden dolayı en çok tercih edilen maddelerden biri de CO₂'dir (Porta, G.D., 1999).

CO₂ için kritik sıcaklık yaklaşık 32°C, kritik basınç ise yaklaşık 73 bar civarındadır. Bu sıcaklık ve basınç değerlerinin üzerinde CO₂ süperkritik sıvı olarak davranır ve ekstraksiyon işleminde kullanılabilir. Düşük vizkozitesi sayesinde bitkilere oldukça iyi nüfuz edebilen CO₂ ekstraksiyon sonucunda kalıntı bırakmadan ortamdan kolaylıkla uzaklaştığı için bu yöntemde en fazla tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır. (Moyler, D. A., 1993; Congiu, R., vd., 2002; Pourmortazavi, S.M., vd., 2004).

1.5.5. Mikrodalga Ekstraksiyonu

Bu yöntemde mikrodalga enerjisi kullanımı ile işlem gerçekleştirilir. Kullanılan mikrodalga enerjisi ile çözücü içerisindeki numunenin bütün moleküller aynı anda ısıtılmakta ve daha kısa sürede ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem ile

uçucu yağ moleküllerinin arasındaki hidrojen bağı ve diğer zayıf etkileşimlerin kolaylıkla koparılması sağlanır.

Kapalı kaplarda basınç altında uygulandığı gibi ağzı açık kaplarda da uygulanabilmektedir. Kullanılan çözücü miktarı ve ekstraksiyon süresi diğer yöntemlere göre daha kısadır. Ayrıca bu yöntemle bitkilerdeki polifenol ve lignan türü bileşenler elde edilebilmektedir. (Kaufmann, B., 2002; Kaufmann, B., vd., 2007; Beejmohun, V., vd., 2007).

1.5.6. Sıkıştırılmış Çözücü Ekstraksiyonu

Bu yöntemin temelinde yüksek basınç ve sıcaklığa sahip organik çözücülerin kullanımı vardır. Düşük çözücü tüketimi, sürenin kısa olması gibi özelliklerinden dolayı tercih edilen yöntemlerden birisidir.

Uygulanan yüksek basınç sayesinde çözücünün buhar haline geçmesi engellenirken bitkinin her noktasına çözücünün ulaşması sağlanır, bundan dolayı ekstraksiyon verimi artırılmış olur. Ayrıca sıcaklığın artırılması ise ekstraksiyon hızının artışına neden olur. (Kaufmann, B., 2002).

1.5.7. Mekanik Yöntem (Presleme)

Kabuklarında uçucu yağ olduğu bilinen özellikle turunçgillerin (mandalina, greyfurt, limon ve portakal gibi) uçucu yağlarının eldesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin tercih edilmesinin temel sebebi ise bu tür turunçgillerin içerdiği uçucu yağların destilasyon ile elde edilirken uygulanan sıcaklık sebebiyle içerdiği bileşenlerin bozunmasından dolayıdır.

Presleme yönteminde uçucu yağı elde edilecek maddeye uygun bir düzenek yardımı ile basınç uygulanır ve uçucu yağ elde edilir (Ceylan, A., 1983).

1.5.8. Katı – Faz Mikroekstraksiyon

1990'lı yılların başlarında geliştirilen bu yöntem çözücüye ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilen oldukça etkin ve ucuz bir yöntemdir. Bu yöntem GC, GC – MS ve HPCL ile entegre bir biçimde uygulanabilmektedir (Vas, G., 2004).

Cihazın ana bileşeni uçucu yağları tutabilecek şekilde geliştirilmiş polimer ile kaplı bir şırıngadır. Bu cihazda genellikle silika optik türü polimerik tabakalar kullanılmaktadır. İşlem yapılırken cihazın şırınga kısmı numuneye enjekte edilir ve uçucu yağların polimer tarafından absorbe edilmesi sağlanır. Daha sonra uçucu yağlar cihaza bağlı olan GC veya GC – MS kısmına aktarılarak uçucu yağların analizi sağlanır.

Cihazda kullanılan polimer türü ve miktarı yöntemin etkinliğini belirleyen en önemli faktörlerdir. Bu yöntemde terpen türü bileşenlerin elde edilmesi için PDMS/DVB [poly(dimethylsiloxane)–divinilbenzene] tipi polimerler tercih edilmektedir. Ayrıca süre olarak diğer yöntemlere göre oldukça kısa sürmesi, maliyetinin düşük olması bu yöntemin tercih edilmesinin sebeplerindendir (Araujo, H.C., vd., 2007).

Detaylı bir şekilde açıklanan bu yöntemlerin dışında enflarüj, turbodestilasyon, hidrofüzyon ve maserasyon da kullanılan yöntemlerden bazılarıdır.

1.6. Uçucu Yağların Bileşimi

Uçucu yağların bileşiminde terpenik ve terpenik olmayan uçucu bileşikler bulunur. Bu bileşiklerin çoğu hidrokarbonlar ve hidrokarbonların oksijenli türevleri olup, bir kısmı da azot ve kükürt içermektedir. Terpenik olmayan hidrokarbonlar metandan türeyen parafin (alkan ve alkenler) türevleridir. Terpenler ise izopren birimlerinin birbirine bağlanması sonucu oluşan yapılardır. Aromatik bitkilerde uçucu yağlar muhtelif organlarda yağ hücreleri, salgı kanalları, boşlukları veya salgı tüylerinde bulunurlar. Örneğin nanegiller familyası bitkilerinde uçucu yağlar bitkinin yüzeyindeki salgı tüylerinde bulunurlar ve nane yaprağının yüzeyini hafifçe ovuşturulduğunda meydana gelen keskin koku açığa çıkan uçucu yağdan kaynaklanmaktadır. Defne veya ökaliptus yaprağının kokusunu alabilmek için ise yaprağı ovuşturmak yeterli olmayıp yaprağın parçalanması gerekmektedir (Karaca, İ., 2016). Bazı durumlarda ise uçucu bileşikler şekerlerle bağlı olup glikozit formundadır. Böyle durumlarda uçucu yağ eldesi için glikozit bağının enzimatik veya kimyasal yolla koparılması gerekmektedir (Karaca, İ., 2016; Başer, K.H.C., 2009).

1.7. Uçucu Yağların Sınıflandırılması

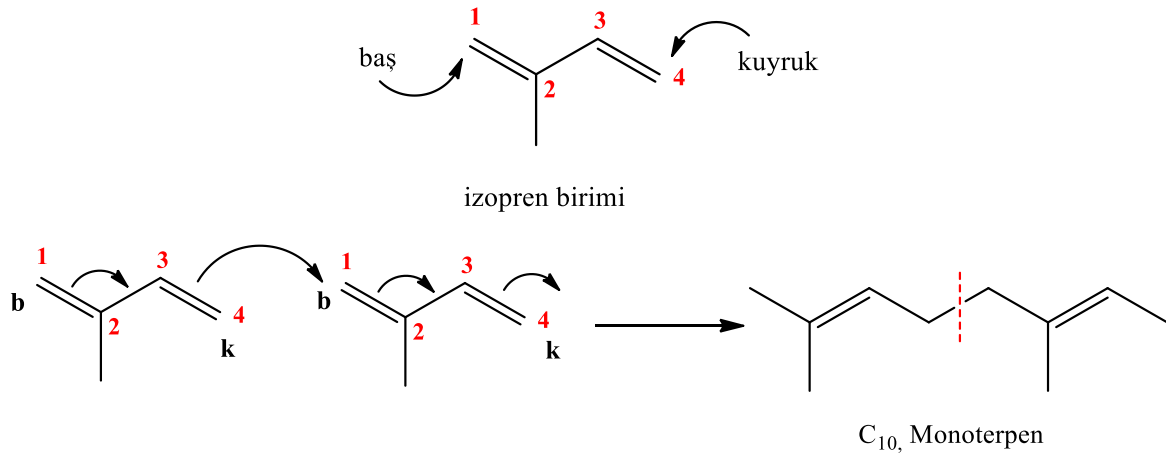
Uçucu yağlar kimyasal içerikleri, aromatik özellikleri, terapik ve farmakolojik etkilerine göre sınıflandırılmaktadırlar (Karaca, İ., 2016; Ceylan, A., 1997).

1.7.1. Kimyasal Bileşimlerine Göre Uçucu Yağlar

Kimyasal içerikleri yönünden uçucu yağlar farklılıklar göstermektedir ve içeriği oluşturan bileşikler terpenik bileşikler, aromatik bileşikler, düz zincirli hidrokarbonlar ve azot ve kükürt taşıyan bileşikler olmak üzere 4 farklı grupta sınıflandırılabilirler (Karaca, İ., 2016).

1.7.1.1. Terpenler ve Terpenoidler

Terpenler ve terpenoidler, doğal ürünlerin en yaygın gruplarından biri olup başlıca bitkilerde olmak üzere hayvanlarda da birçok farklı fonksiyonu söz konusudur. Gıda maddelerinde özellikle aroma bileşenleri olarak önemlidirler. Örneğin tarçın, turunçgiller, nanegiller ve diğer baharat aromaları birkaç terpen ile karakterize edilir. Limonda bulunan limonen ve sitral, çam ağaçlarında bulunan kamfor ve pinen, karanfilde bulunan eugenol, gülde bulunan geraniol, nanede bulunan timol ve mentol yaygın olarak karşılaşılan terpenlerden sadece birkaçıdır. Eski Mısır'da ise uçucu yağlarda bulunan terpenler dini törenlerde kullanılıyordu. Kimyasal anlamda terpen yapısı çeşitli fakat belli sayıda izopren (2-metil-1,3-bütadien) birimlerine sahip olan moleküller grubu olarak tanımlanır. Terpenlerin oksijenli türevleri ise terpenoidler olarak adlandırılır. Bir izopren birimi hemiterpen olarak isimlendirilen beş karbonlu yapıdır. Molekül formülü C_5H_8 olan izopren birimleri, birinin başının diğerinin kuyruğuna gelecek şekilde çeşitli sayıda birleşerek terpenleri oluştururlar. Bu olay izopren kuralı ya da C_5 kuralı olarak adlandırılır.



Şekil 1. İzopren biriminin yapısı ve baş–kuyruk etkileşimi

25 Karbonlu yapılara kadar izopren birimleri genellikle baş–kuyruk şeklinde bağlanırken, 30 ve daha fazla karbon içeren yapılarda ise genellikle iki terpenin birleşmesi söz konusudur. Terpenler içerdikleri izopren birimi sayısına göre sınıflandırılırlar ve bu sınıflandırma Tablo 2’de verilmiştir (Yılmaz İskender, N., 2007; Yaylı, N., 2007). İki izopren birimi içeren 10 karbonlu terpenlere ‘monoterpen’, 15 karbonlulara ‘seskiterpen’, 20 karbonlulara ‘diterpen’, 25 karbonlulara ‘sesterterpen’, 30 karbonlulara "triterpen" ve çok sayıda izoprenin biriminin kaynaşması ile oluşan terpenlere de "politerpen" denilmektedir (Yılmaz İskender, N., 2007; Yaylı, N., 2007).

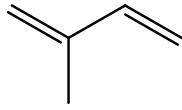
Tablo 2. Terpenlerin içerdikleri izopren birimi sayısına göre sınıflandırılması

Sınıfı	İzopren birimi sayısı	Kapalı Formülü
Hemiterpenler	1	C ₅ H ₈
Monoterpenler	2	C ₁₀ H ₁₆
Seskiterpenler	3	C ₁₅ H ₂₄
Diterpenler	4	C ₂₀ H ₃₂
Sesterpenler	5	C ₂₅ H ₄₀
Triterpenler	6	C ₃₀ H ₄₈
Tetraterpenler	8	C ₄₀ H ₆₄
Politerpenler	n	(C ₅ H ₈) _n

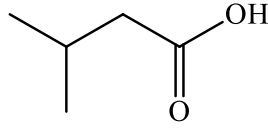
1.7.1.1.1. Hemiterpenler ve Hemiterpenoidler

Bir tane izopren biriminden oluşan en küçük terpen sınıfıdır. Oksijenli türevlerine hemiterpenoid denir. Bu bileşiklerin en önemlisi terpenlerin yapıtaşını oluşturan 2–metil–

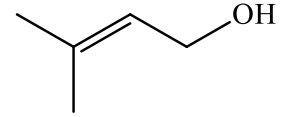
1,3-bütadien bileşiğidir. Doğal yağ asidi olarak bilinen izovalerik asit (3-metil bütanoik asit) ve doğal alkol olan prenil (3-metil-2-büten-1-ol) bileşikleri ise hemiterpenoid sınıfı bileşiklerdir.



2-Metil-1,3-bütadien



3-Metilbütanoik asit



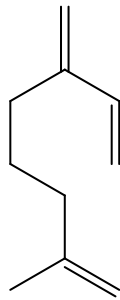
Prenil

Şekil 2. Bazı hemiterpenoid sınıfı bileşikler

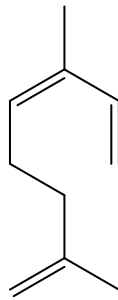
1.7.1.1.2. Monoterpenler ve Monoterpenoidler

İki izopren ünitesinin birleşmesi ile oluşan 10 karbonlu terpen türüdür. Yapısında oksijen bulduranlara monoterpenoidler denir. Asiklik, monosiklik ve bisiklik olmak üzere üç farklı yapıda bileşikler içerirler.

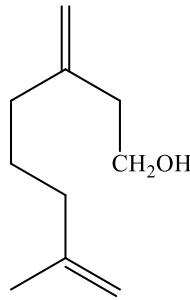
Asiklik monoterpenler ve terpenoidler hidrokarbon, aldehit, ester ya da alkol yapısında bileşikler içerirler.



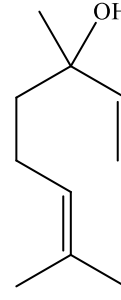
Mirsen



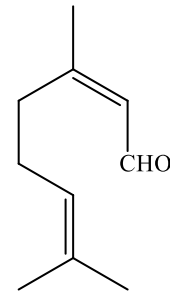
Osimen



Sitronellol



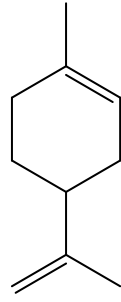
Linalol



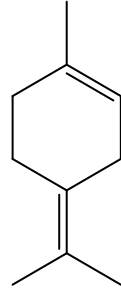
Sitral

Şekil 3. Bazı asiklik monoterpen ve monoterpenoid sınıfı bileşikler

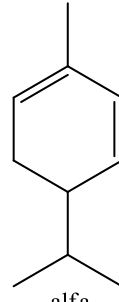
Monosiklik monoterpenler ve terpenoidler ise çoğunlukla, *p*-mentan iskeleti taşırlar ve hidrokarbon, aldehit, keton, alkol ve oksit yapısında bileşikler içerebilirler.



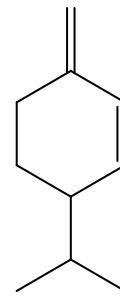
Limonen



Terpinolen

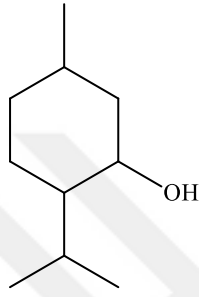


alfa

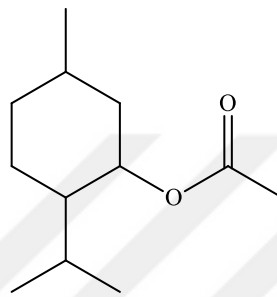


beta

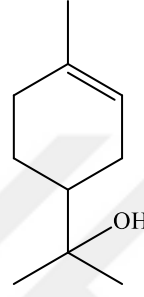
Fellandren



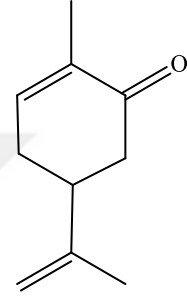
Mentol



Mentil asetat



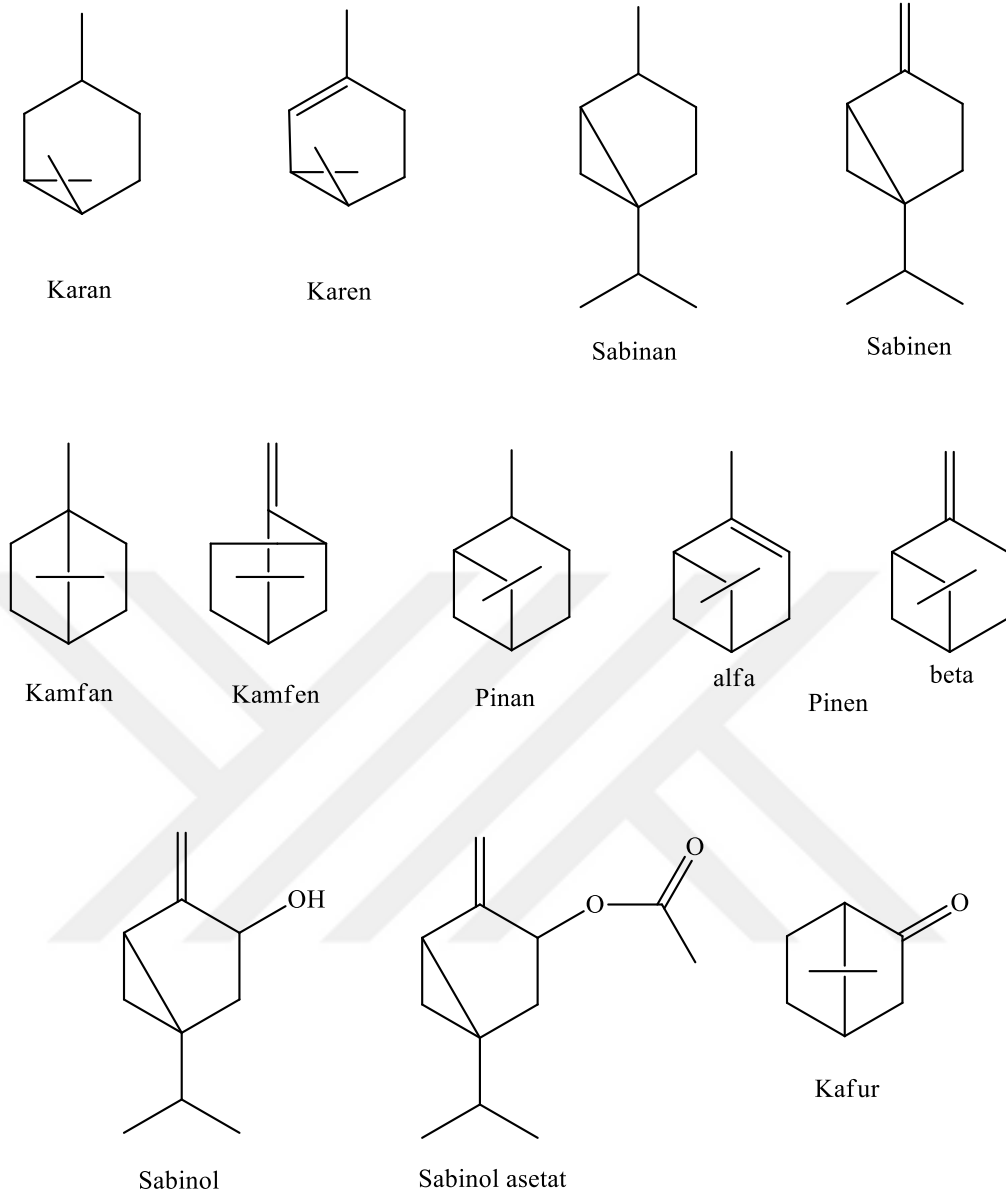
alfa-Terpineol



Karvon

Şekil 4. Bazı monosiklik monoterpen ve monoterpenoid sınıfı bileşikler

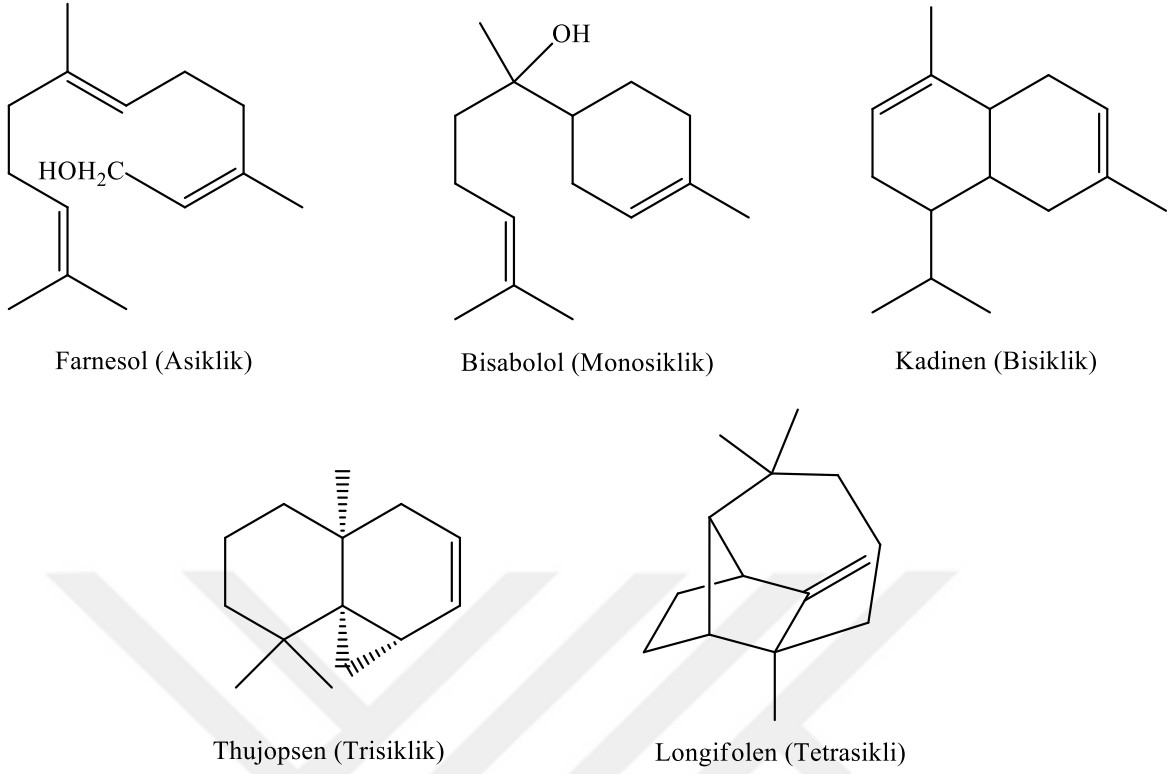
Bisiklik monoterpenler sabinan, karan, pinan veya kamfan iskeletinden türemişlerdir ve 1 ikili bağ taşıyabilmektedirler. Bisiklik monoterpenoidler ise sekonder alkol, ester ya da keton grupları bulundurmaktadırlar (Şekil 5).



Şekil 5. Bazı bisiklik monoterpen ve monoterpenoid sınıfı bileşikler

1.7.1.1.3. Seskiterpenler ve Seskiterpenoidler

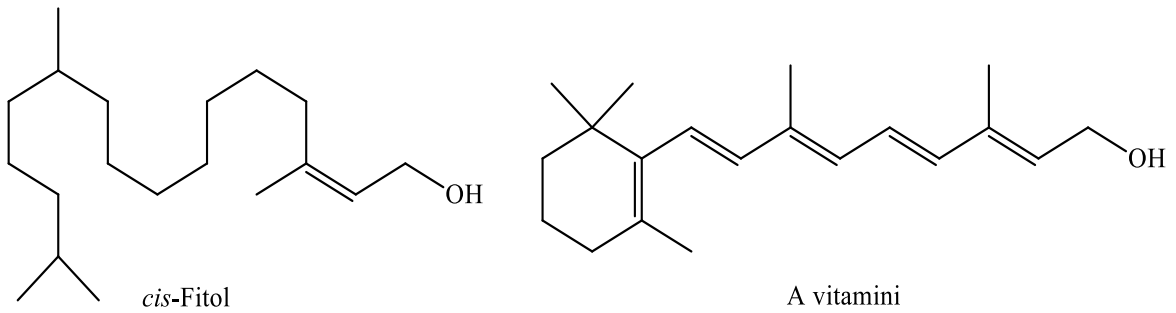
Seskiterpenler ve seskiterpenoidler uçucu yağların nispeten daha yüksek kaynama noktalı bileşenleridir. Üç izopren ünitesinin birleşmesiyle oluşan 15 karbonlu yapılardır. Bunlarında asiklik, monosiklik, bisiklik, trisiklik ve tetrasiklik türevleri bulunmaktadır (Şekil 6) (Yaylı, N., 2007).



Şekil 6. Bazı seskiterpen ve terpenoid sınıfı bileşikler

1.7.1.1.4. Diterpenler ve Diterpenoidler

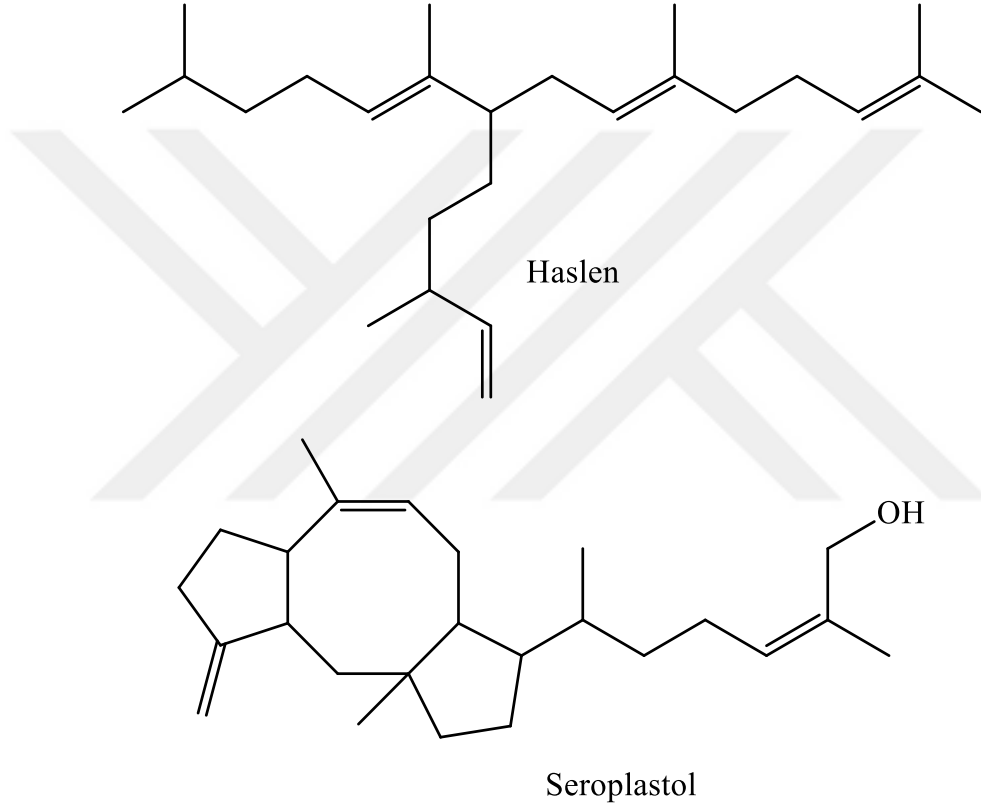
Diterpenler dört izopren ünitesinin birleşmesiyle oluşan 20 karbonlu yapılardır. Oksijen içerenlerine diterpenoidler denir. Asiklik, monosiklik, bisiklik ve trisiklik örnekleri mevcuttur. Diterpenler retinol, fitol, retinal gibi biyolojik olarak önem arz eden bileşiklerin temelini oluştururlar (Yılmaz İskender, N., 2007; Yaylı, N., 2007).



Şekil 7. Bazı diterpenoid sınıfı bileşikler

1.7.1.1.5. Sesterpenler ve Sesterpenoidler

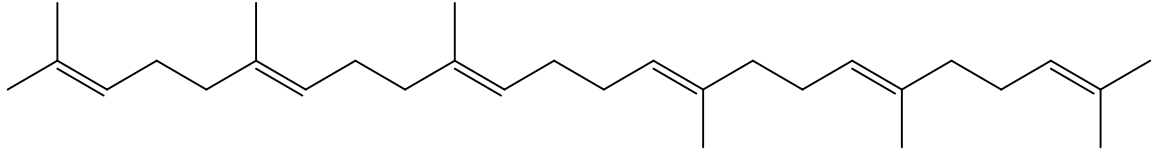
Sesterpenler beş izopren biriminin bir araya gelmesi ile oluşurlar ve bunların oksijenli türevleri sesterpenoid olarak adlandırılır. Genellikle mantar kaynaklarından ve böcek koruyucu vakslardan izole edilen bileşiklerdir. Sesterpenlerin doymamış ve dallanmış formları ise haslen olarak bilinmektedir (Şekil 8) (Yılmaz İskender, N., 2007; Yaylı, N., 2007).



Şekil 8. Haslen ve seroplastol yapıları

1.7.1.1.6. Triterpenler ve Triterpenoidler

Altı izopren birimi içeren 30 karbonlu terpen türevleri triterpenlerdir. Bunların oksijenli formları triterpenoidler olup doğal bileşiklerin geniş bir kısmını oluştururlar. Stereoid ve steroller bu gruba dahildir. Asiklik, tetrasiklik ve pentasiklik olarak üç grupta toplanırlar ve asiklik bir triterpen olan skualen bütün triterpenlerin önemli bir biyolojik parçasıdır (Şekil 9).

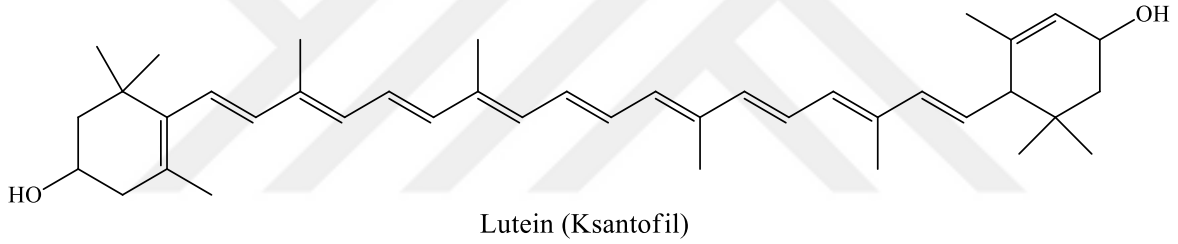


Skualen

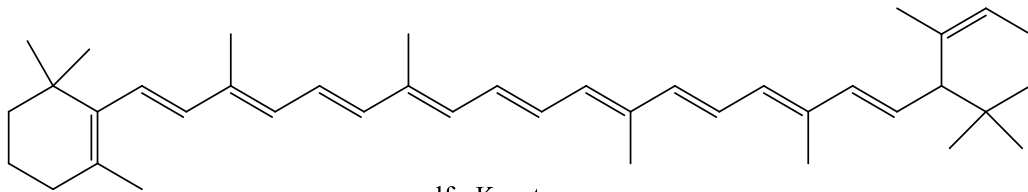
Şekil 9. Skualenin molekül yapısı

1.7.1.1.7. Tetraterpenler ve Tetraterpenoidler

Tetraterpenler karotenoidler olarak bilinen bitkisel ve hayvansal pigmentler olup 8 izopren birimi içeren 40 karbonlu yapılardır. Karotenoidler kuvvetli absorpsiyon gösterip parlak renklidirler. Hidrokarbon karotenoidlerin en çok bilinen örnekleri ksantofil ve havuçtan izole edilen karotendir (Şekil 10).



Lutein (Ksantofil)

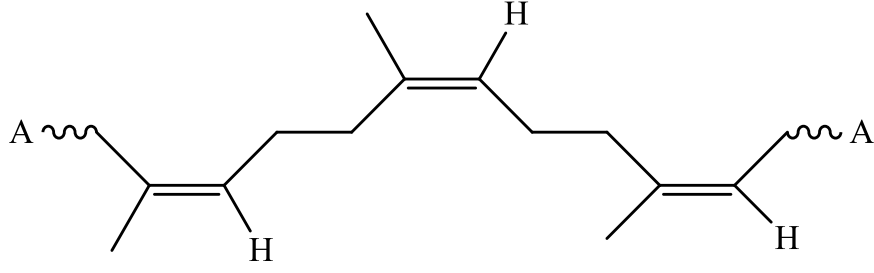


alfa Karoten

Şekil 10. Alfa Karoten ve Lutein'in molekül yapıları

1.7.1.1.8. Politerpenler

Çok sayıda izopren biriminden oluşan uzun zincirli polimerik yapıları terpenlerdir. En çok bilinen politerpen *cis* ikili bağlarına sahip poliizopren olan doğal kauçuk (Şekil 11) ve bazı bitkilerde bulunan, kauçuğun *trans* izomeri olan Guttaprecha'dır (Yılmaz İskender, N., 2007; Yaylı, N., 2007).



Doğal kauçuk

Şekil 11. Doğal kauçuğun molekül yapısı

1.7.1.2. Aromatik Özelliklerine Göre Uçucu Yağlar

Uçucu yağlar tat ve koku özelliklerine göre de sınıflandırılabilirler. Buna göre uçucu yağlar aromatika (çok kokulu ve tadı iyi olanlar), aromatika–aroma (kokulu ve tadı acı olanlar) ve aromatika–acria (kokulu ve tadı keskin olanlar) olarak 3 farklı gruba ayrılmıştır. Küçük Hindistan cevizi, Çin tarçını, anason, rezene, ceylan tarçını, karanfil ve kekik bitkileri aromatik uçucu yağların elde edildiği bazı bitkilerdir (Karaca, İ., 2016).

1.7.1.3. Farmakolojik ve Terapik Özelliklerine Göre Uçucu Yağlar

Tedavi amaçlı kullanılan uçucu yağların önemi alternatif tıbbın artmasıyla günden güne artmaktadır. Bu özelliklere sahip uçucu yağlar buldukları bitkilere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Karaca, İ., 2016; Cellat, K., 2011).

- Hardal, küçük hindistan cevizi gibi tohumlarından faydalanılanlar
- Karaturp, kırmızıturp gibi köklerinden faydalanılanlar
- Zencefil, taçın gibi gövdelerinden faydalanılanlar
- Nane, mercanköşk, defne, kekik, maydanoz gibi yapraklarından faydalanılanlar
- Karanfil, gül gibi çiçeklerinden faydalanılanlar
- Kimyon, karabiber, anason, kırmızıbiber gibi meyvelerinden faydalanılanlar

1.8. Kromatografi ve Kütle Spektroskopisi

1.8.1. Gaz Kromatografisi (GC)

Kromatografi bir ayırma ve saflaştırma yöntemi olarak kimyada oldukça yaygın kullanılan tekniktir. Kolon kromatografisi, kağıt kromatografisi, ince tabaka kromatografisi, yüksek performanslı sıvı kromatografisi gaz kromatografisi ve gaz kromatografisi – kütle spektrometresi gibi türleri bulunmaktadır.

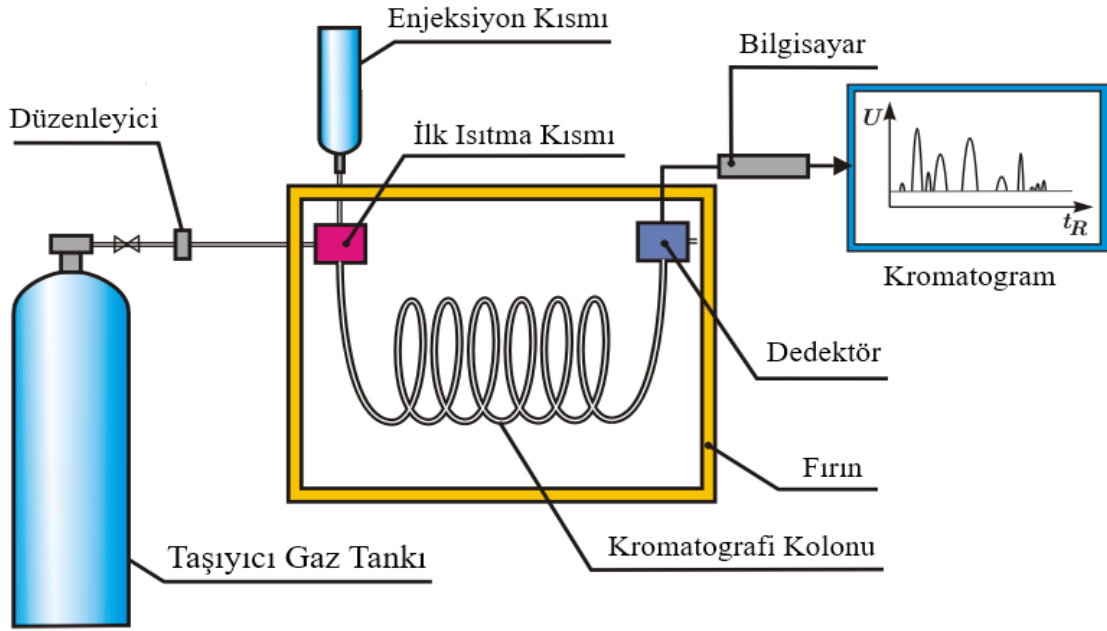
Gaz kromatografisinde ayırma işlemi yapılırken sabit (kolon) ve hareketli olmak üzere iki faz kullanılır. Bu iki faz aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Kolon (sabit faz); çok ince ve çeşitli uzunluklarda bir metal boru içerisine yerleştirilen temas yüzeyi oldukça geniş gözenekli dolgu maddesi ile doldurulan bir bileşendir. Kolonlar ayırma işleminin gerekliliklerini karşılamak amacıyla çeşitli uzunluk ve yarıçaplarda üretilmektedir. Sabit faz olarak katı veya sıvı kullanılabilir. Sabit faz katı olana gaz–katı kromatografisi, sıvı olana ise gaz–sıvı kromatografisi denilmektedir. Gaz–katı kromatografisi absorpsiyon temeline dayalı olup sabit faz olarak silikajel, aktif kömür ve alümina kullanılmaktadır, ancak elde edilen pikler ayrımı zorlaştırdığı için fazla tercih edilmemektedir. Gaz–sıvı kromatografisinde ise kolon içerisindeki katı yüzeye sıvı emdirilir ve bu sıvı sabit faz görevi görür. Gaz–sıvı kromatografisi dağılım esasına dayanır, numuneler bu faz yüzeyinde kendi özelliklerine göre dağılır ve ayırım gerçekleştirilir. Dağılımın genellikle absorpsiyona göre daha iyi sonuç vermesi dolayısıyla gaz–sıvı kromatografisi daha fazla tercih edilir.

Hareketli faz; kolon içerisinde hareket edebilen ve genellikle inert yapılı bir gazdır. Bu amaçla en fazla kullanılan gaz helyumdur. Kolona enjekte edilen numune ısıtılarak gaz haline getirilir ve hareketli faz sayesinde sürüklenirler. Ancak bu sürüklenme sırasında numunenin bileşenleri sabit faz ile etkileşerek tutulurlar. Bu tutulma bileşen ile sabit faz arasındaki etkileşime bağlı olarak her bir bileşende ayrı ayrıdır. Her bir bileşenin tutulma süresi farklı olduğu için bileşenlerin detektöre ulaşması farklı zamanlarda olur ve bunun sonucunda ayırım işlemi gerçekleştirilmiş olur. Kolona enjekte edilen numuneler ısıtılarak gaz haline getirildiği için sıvıların analizi de yapılabilir. Günümüzde kaynama sıcaklığı 500°C civarında olan maddelerin analizi bu yöntem ile yapılabilir (Flanagan R., 2007; Siegel, J., 2006; Skoog, D., 1998).

Gaz kromatografisi cihazının temel bileşenleri altı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler aşağıdaki gibidir.

1. Enjeksiyon bölümü
2. Isıtma bölümü
3. Taşıyıcı gazın akış hızının ve basıncının ayarlandığı bölüm
4. Kolon
5. Dedektör
6. Verilerin analizi



Şekil 12. Gaz kromatografisi cihazının şematik gösterimi

1.8.1.1. Enjeksiyon Bölümü

Analizi yapılacak sıvı veya gaz numunelerin cihaza verildiği kısımdır. Enjeksiyon kısmı özel sızdırmaz kauçuktan üretilmiştir. Sıvı numuneler özel mikro şırıngalar yardımı ile cihaza enjekte edilir. Enjeksiyon işlemi sırasında numunenin ısıtma bölümüne ulaşması sağlanmalıdır. Gaz numuneler ise özel üretilmiş sızdırmaz şırıngalar ile enjekte edilir. Günümüzde enjeksiyon işlemi otomatik olarak da yapılabilmektedir. Analizi yapılacak numunelerin miktarları 1–10 μl arasında cihaza enjekte edilmelidir (Flanagan R., 2007; Siegel, J., 2006; Skoog, D., 1998).

1.8.1.2. Isıtma Bölümü

Kolona enjekte edilen sıvı numunelerin buharlaştırıldığı kısımdır. Bu bölümde analizi yapılacak numunelerin özelliklerine uygun sıcaklık değerleri seçilerek maddelerin gaz haline geçmesi sağlanmalıdır. Doğru sıcaklık seçilmediği takdirde ayırım işlemi tam sağlanamayabilir. Isıtma bölümünde gaz haline getirilen numune kolona gönderilir, kolon ise genellikle bir sıcak hava fırınında bulunur. Kolonda bulunan numune kademeli olarak ısıtılarak taşıyıcı gaz yardımı ile ayırım işlemi gerçekleştirilir.

1.8.1.3. Taşıyıcı Gazın Akış Hızının ve Basıncının Ayarlandığı Bölüm

Taşıyıcı gazın akış hızı ve basıncı doğrudan gaz kromatografisinin güvenilirliğini belirler. Taşıyıcı gazların basıncı 0–4 atm aralığında, akış hızları ise 200ml/dak olarak seçildiğinde elde edilen sonuçların güvenilirliğinin iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Gaz basınç ve akış hızının ayarlanması için iğne ve valfler kullanılır. Ayrıca taşıyıcı gaz içerisinde bulunabilecek su ve hidrokarbonlar gibi yabancı maddelerin güvenilirliği etkilememesi için özel üretilen filtrelerden geçirilir. Yüksek hassasiyet gerektiren çalışmalarda ise taşıyıcı gaz sıvı azot içerisinden geçirilerek kirliliğe sebep olabilecek maddelerden ayrılır.

1.8.1.4. Kolon

Ayırma işleminin yapıldığı spiral şeklindeki kısımdır. Metal veya camdan imal edilebilen kolon ayırma işleminin amacına göre çeşitli uzunluk ve yarıçaplarda olabilmektedir. Maliyetinin düşük olması, kolay elde edilmesi ve kimyasal olarak inert olması gibi özelliklerinden dolayı bakırdan yapılmış kolonlar genellikle en fazla tercih edilen kolon türleridir. Kolonlar ayırma işleminin amacına göre cihaza takılıp sökülebilmektedir. Aynı kolon kullanılarak çok sayıda analiz yapılması mümkün olmakla beraber her kullanımdan sonra taşıyıcı gaz geçirilerek tamamen temizlenmesi analizlerin sağlıklı yapılması açısından oldukça önemlidir. Polar yapılı bileşenleri fazla olan bir karışımı ayırmak için polar özellikte sabit faza sahip kolonlar tercih edilirken apolar yapılı bileşenleri olan karışımların ayrılması için apolar özelliğe sahip sabit faza sahip kolonlar tercih edilir. Sabit fazında polietilenglikol içeren kolonlar polar yapılı olan alkol, amin ve

karboksilli asit gibi maddelerin ayrılması için kullanılırken skalen içeren kolonlar ise eter, hidrokarbon ve ester türü bileşiklerin ayrılmasında kullanır, ayrıca aren türü bileşenlerin ayrılmasında ise benzildifenil içeren kolonlar oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kolonlarda kullanılacak olan sabit fazlar hazırlanırken sabit faz için seçilen madde uçuluğu yüksek bir çözücüde çözülerek bir çözelti elde edilir. Daha sonra kolonda kullanılacak olan destek maddesi bu çözelti içerisine ilave edilerek çözeltiyi iyice emmesi sağlanır, son olarak çözücünün fazlası buharlaştırılıp kolona doldurulup kullanıma hazır hale getirilir (Siegel, J., 2006; Skoog, D., 1998).

Sabit faz olarak kullanılacak olan sıvıların taşınması gereken temel özellikler ise;

1. Kimyasal tepkime eğilimi düşük olmalıdır.
2. Analizin yapıldığı sıcaklıklarda bozunmamalı veya buharlaşmamalıdır.
3. Analizi yapılan maddenin bileşenleri ile etkileşime girip onları bir süreliğine tutmalıdır.
4. Maliyeti yüksek olmamalıdır.

Analizlerde kılcal (kapiler) kolonlar da kullanılmaktadır. Bu tür kolonların çapları çok küçük ve uzunları ise genellikle çok fazladır. Bu kolonlarda sabit faz olarak genellikle destek üzerine emdirilmiş sıvı kullanılır.

1.8.1.5. Dedektör

Analizi yapılan maddenin bileşenleri kolonda farklı zamanlarda tutularak birbirinden ayrılır ve bileşenler dedektöre ulaşır. Çok çeşitli dedektörlerin kullanılması ile birlikte en yaygın kullanılan dedektörler FID (Alev İyonizasyon Dedektörü), TCD (Isı İletkenlik Dedektörü) ve MS (Kütle Spektrometresi)'dir. Bu bölümde karışımdaki maddelerin tutulma zamanları ölçülür. Ayrıca karışımdaki bileşenlerin miktarları ile ilgili bilgiler de dedektör ile belirlenebilir. Elde edilen bu bilgiler anlamlı bilgilere dönüştürülmek üzere sisteme entegre haldeki bilgisayara gönderilir.

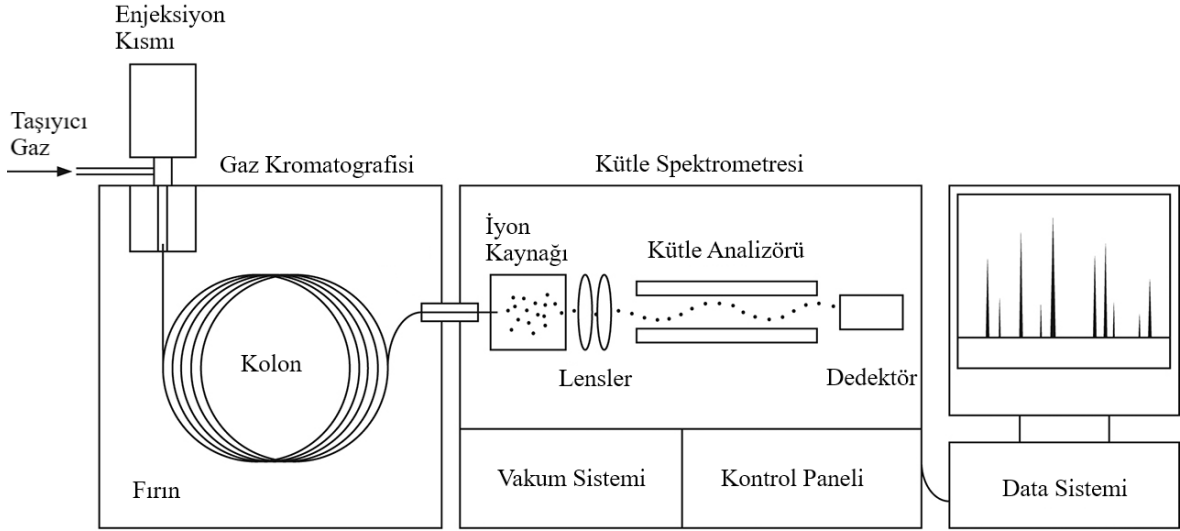
1.8.1.6. Verilerin Analizi

Dedektörden elde edilen ham veriler bileşenler hakkında net bilgi vermez. Ham veriler analiz için bilgisayara gönderilir. Bilgisayarda ham bilgiler işlenerek karışımda bulunan her bir bileşenin olduğu ve pikler içeren grafik haline getirilir ve bileşenlerin türleri burada belirlenir. Bileşenlerin alıkonma süreleri veritabanında bulunan referans bileşikler ile karşılaştırılarak karışımda bulunan maddelerin türleri belirlenmiş olur. Ayrıca elde edilen grafiklerin alanları karşılaştırılarak bileşenin karışımdaki yüzdesi belirlenmiş olur.

1.8.2. Gaz Kromatografisi – Kütle Spektrometresi (GC – MS)

Gaz kromatografisi ile kütle spektrometresinin birleştirilmiş halidir. Numune gaz kromatografisinde bileşenlerine ayrıldıktan sonra entegre durumdaki kütle spektrometresine aktarılır. Kütle spektrometresine gelen bileşenler burada iyonlaştırılarak moleküler iyon piklerinin oluşması sağlanır. Oluşan iyonlar kütle / yük (m / z) oranlarına göre sıralanır. Elde edilen veriler cihazın kayıt bölümüne aktarılıp burada grafik halinde işlenir. m / z oranına göre sıralanan pikler ile elde edilen spektrumdaki en uzun pik temel pik kabul edilip bağıl değeri % 100 kabul edilip diğer piklerin boylarına göre bağıl bollukları belirlenir ve bunun sonucunda numunedeki bileşenlerin kimlikleri belirlenmiş olur. Böylece gaz kromatografisi karışımı ayırmada ve kütle spektrometresi ise onu analiz etmede kullanılır. Gaz kromatografisi–kütle spektrometresi çok güçlü bir analitik teknik olup bu tekniğin çok bilinen uygulamalarından biri steroidler, uyarıcılar ve diğer doping ilaçları için atletlerin test edilmesinde kullanımıdır. Bu ilaçlar vücutta metabolit denilen türevlerine dönüştürülür ve sonra idrarla dışarı atılır. İdrarın GC–MS analizi yapıldığında içindeki organik bileşiklerin kütle spektrumları, aletin bilgisayarına yüklenmiş, bilinen metabolitlerin kütle spektrumlarıyla karşılaştırılarak bu bileşikler belirlenir. Benzer şekilde yeni doğmuş bebeklerin idrarlarının GC–MS ile analizleriyle genetik bozukluğu gösteren metabolitler belirlenir ve erken tedavi mümkün olabilir. Ayrıca GC–MS içme sularındaki halojenli hidrokarbonların belirlenmesi ve ölçülmesi gibi rutin analizlerde de kullanılan bir tekniktir. Besin maddeleri, su kirliliği, hava kirliliği, nefeste bulunan bileşenler gibi karışım içinde bulunan bileşenlerin belirlenmesinde de kullanılır. Sıvı karışımlar için ise

sıvı kromatografisi cihazı ile kütle spektrometresibirlikte kullanılır. Buda LC–MS tekniğidir.



Şekil 13. Gaz kromatografisi – kütle spektrometresi cihazının şematik gösterimi

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1 Bitkilerin Toplanması ve Teşhis Edilmesi

D. orientale ve *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum* bitkileri, Mayıs 2007'de Bolu Abant'tan (Çayırbiçkı) ve Aladağ'dan (sırasıyla yaklaşık 1100 ve 1005 m yükseklikten) toplanmıştır. *Doronicum orientale* çok yıllık bir bitki olup nemli toprağı, fazla güneş almayan gölgeli ya da yarı gölgeli bölgeleri tercih eder. Soğuklara karşı dayanıklıdır. *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum* da çok yıllık bir bitki olup süs bitkisi olarak ta kullanılmaktadır. Bu bitkilere ait fotoğraflar aşağıda verilmiştir (URL1; URL2; URL3).



Kaynak: <http://www.luontoportti.com/suomi/en/kukkakasvit/leopards-bane>

Şekil 14. *Doronicum orientale* (Doğu kaplanotu) (URL1)



Kaynak: <https://www.turkiyebitkileri.com/tr/foto%C4%9Fraf-galerisi/view-Album/1172.html>

Şekil 15. *Doronicum bithynicum* subsp. *sparsipilosum* (Ilgaz darınacı) (URL2)

D. macrolepis ise Temmuz 2007'de Trabzon Uzungöl'den yaklaşık 1800 m yükseklikten toplanmıştır. Bu bitki ise diğer iki türe göre oldukça uzun boylu olup çok yıllık bir bitki türüdür.



Kaynak: <https://www.turkiyebitkileri.com/tr/foto%C4%9Fraf-galerisi/view-album/1174.html>

Şekil 16. *Doronicum macrolepis* (Koca kaplanotu) (URL3)

Bitkiler toplandıktan sonra Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU tarafından teşhis edilmiş (Edmondson, J.R., 1975; Ekim, T., 2000) ve ardından Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu'nda (KATO) (sırasıyla KATO: 16040, KATO: 16041 ve KATO: 12759) kayıt altına alınmıştır.

2.2. Numunelerin Hazırlanması ve Uçucu Yağların İzolasyonu

Uçucu yağların izolasyonu için taze bitki materyalleri çiçek ve yaprak – gövde kısımlarına ayrıldıktan sonra uçucu yağların daha etkin bir şekilde elde edilmesi için küçük parçalar halinde doğranmıştır. Destilasyon işlemi için her bir bitki kısmından 140'ar gram tartılarak 500 mL'lik şilifli balonlara konulmuş ve üzerlerine ayrı ayrı 200 mL saf su ilave edilmiştir. Gömlekli ısıtıcı üzerinde 3 saat ısıtılarak bitkilerin uçucu yağları Clevenger tipi düzenekte, soğutma banyosuyla (-15 °C) soğutma sağlanarak toplanmıştır. Bu işlemler sonucunda *D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerinin çiçek ve yaprak – gövde kısımlarından sırası ile % 0.12 – 0.15, % 0.13 – 0.19, % 0.15 – 0.18 verim (v / m) ile uçucu yağlar elde edilmiştir. Yağlar 0.5 mL n-hekzan'da (HPLC kalitesinde) çözülerek alındıktan sonra, susuz sodyum sülfatla kurutulmuş ve koyu renkli şişelerde 4–6 °C'de saklanmıştır. Daha sonra uçucu yağ ekstraktlarından alınan 1 µL'lik

çözeltiler GC ve GC–MS’e enjekte edilerek ayrı ayrı analizleri yapılmıştır. Clevenger tipi su buharı destilasyon düzeneği Şekil 17’de görülmektedir (Akpınar, K., 2009)



Şekil 17. Clevenger düzeneği

2.3. GC–FID/GC–MS Analizleri

GC–FID analizleri alevde iyonlaştırma dedektörüyle (FID, hava ile birlikte yüksek saflıkta hidrojen verilir) kombine edilmiş Agilent–5973 marka GC cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler için HP–5 kapiler kolon (30 m uzunluğunda, 0.32 mm çapında, film kalınlığı 0.25 μm) ve taşıyıcı gaz olarak da 1 mL/dak alkış hızı ile helyum kullanılmıştır. Enjeksiyonlar 230°C’de splitless modda yapılmıştır. 1 μL ’lik uçucucu yağ çözeltisi 60 °C’de enjekte edilmiş, bu sıcaklıkta 2 dakika bekletilmiş ve daha sonra

dakikada 3 °C'li artışla 240 °C'ye ulaşılmıştır. Bileşiklerinin yapılarının aydınlatılması alikonma indekslerinin (RI) yayınlana değerlerle karşılaştırılmasıyla desteklenmiştir. Her bir numune iki kez analiz edilmiş ve yüzde bileşimleri, düzeltme faktörleri kullanılmadan GC pik alanlarından hesaplanmıştır. GC-MS analizlerinde ise 70 eV'luk elektron bombardımanı ile iyonlaştırma yapan ve iyon tuzağı dedektörlü kütle spektrometresi kullanılmıştır. Analizlerin yapıldığı GC-MS cihazı Şekil 18'de verilmiştir.



Şekil 18. GC-MS cihazı

2.4. Bileşenlerin Aydınlatılması

Bütün bileşenlerin alikonma indeksleri standart olarak n-alkanların (C₆-C₃₂) kullanıldığı Kovats metoduyla belirlenmiştir. Yağların kimyasal bileşimleri ise kütle spektrumlarının cihazda bulunan spektral kütüphanelerdeki (NIST ve Willey) kütle spektrumlarıyla, temel bileşiklerle (α -pinen, β -pinen, kamfor, karvakrol ve α -kopaen) ve literatürde bulunan verilerle karşılaştırılmasıyla tespit edilmiştir (Adams, R.P., 2004; Yaylı, N., 2005; Figuerédo, G., 2005; Asekun, O.T., 2007; Yaylı, N., 2006; Güleç, C., 2007).

3. BULGULAR

Bu çalışmada *D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerinin çiçek ve yaprak-gövdelerinin uçucu yağlarının analizi GC ve GC-MS/GC-FID ile HP-5 kolon kullanılarak tayin edilmiş ve 43 adet bileşiğin yapısı aydınlatılmıştır. Yapıları aydınlatılan bu bileşikler monoterpenler, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenenoidler, diterpenenoidler ve diğerleri olmak üzere 6 farklı sınıfta gruplandırılmıştır. Bu bileşiklerin, % miktarları, yapısal formülleri ve grup sınıflandırılması Tablo 3-4'de verilmiştir.

Tablo 3. *D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerinin uçucu bileşenleri

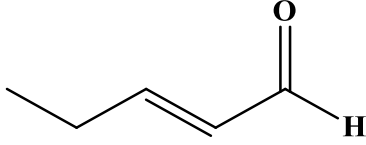
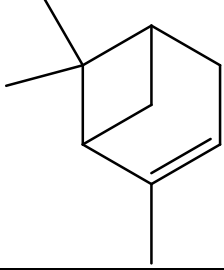
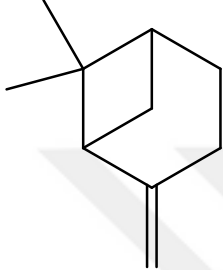
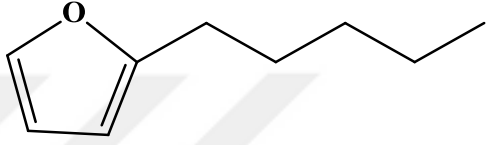
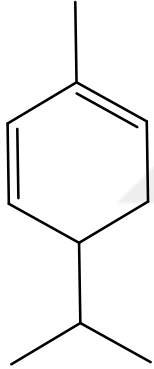
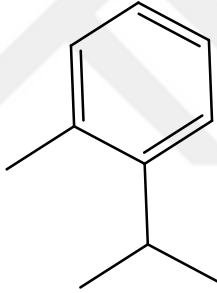
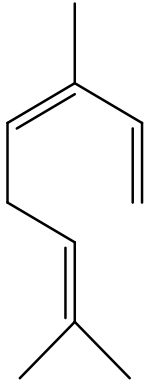
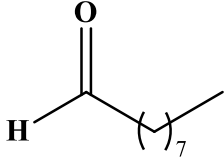
No	Bileşik	<i>D. orientale</i>		<i>D. bithynicum subsp. sparsipilosum</i>		<i>D. macrolepis</i>		Den. RI**	Lit. RI****
		Çiçek %	Y-G* %	Çiçek %	Y-G* %	Çiçek %	Y-G* %		
1	2E-Hekzenal	–	–	–	0.1	–	–	858	855
2	α -Pinen	–	–	–	0.1	2.6	0.8	941	939
3	β -Pinen	–	–	–	–	2.0	–	980	979
4	2-Pentilfuran	0.4	–	0.4	0.1	–	0.3	989	990
5	α -Fellandren	–	–	–	–	2.4	–	1005	1003
6	<i>o</i> -Cymen	–	–	–	–	–	0.1	1026	1026
7	(Z)- β -Ocimen	–	–	–	–	2.4	0.3	1041	1037
8	Nonanal	0.2	–	0.1	–	–	0.1	1099	1101
9	<i>trans</i> -Thujon	–	–	–	–	0.1	–	1117	1114
10	Kamfor	–	–	–	–	–	0.2	1146	1146
11	<i>p</i> -Metil asetofenon	–	–	–	–	0.5	0.2	1180	1183
12	Dekanal	0.3	–	0.1	–	–	–	1199	1202
13	Oktanoik asit etil ester	–	–	–	–	0.3	–	1199	1195
14	Karvakrol	0.1	0.3	–	0.5	0.6	0.4	1296	1297
15	Undekanal	0.1	–	0.1	–	–	–	1303	1307
16	(2E,4E)-Dekadienal	0.1	–	0.2	–	0.5	0.1	1316	1317

Tablo 3'ün devamı

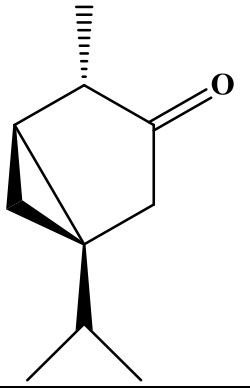
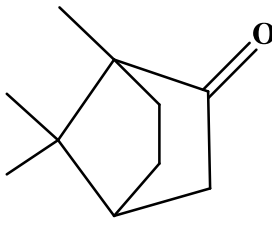
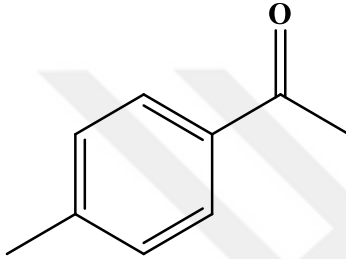
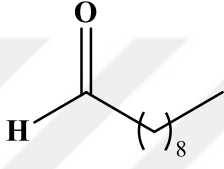
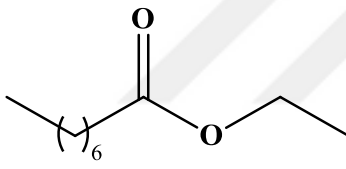
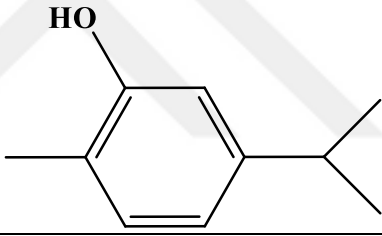
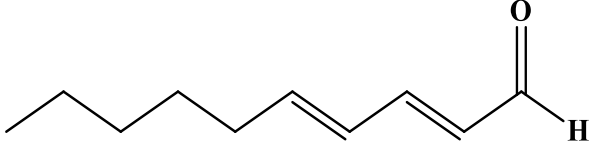
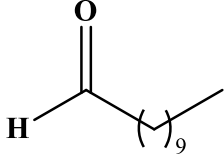
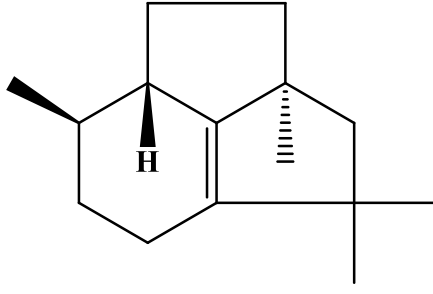
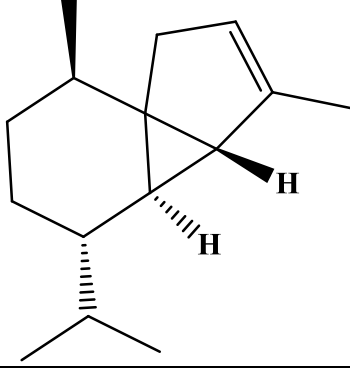
17	Presilphiperfol-7-en	–	–	–	–	0.2	–	1340	1337
18	α -Cubeben	–	–	–	–	0.1	0.1	1349	1351
19	α -Kopaen	0.2	0.2	0.3	0.3	3.3	1.2	1376	1377
20	β -Cubeben	–	–	–	–	–	1.2	1387	1388
21	β -Elemen	4.9	11.9	12.4	5.8	–	–	1390	1391
22	(E)-Karyofilen	8.2	7.8	9.1	7.6	24.3	52.7	1420	1419
23	α -Humulen	–	–	–	–	12.3	10.7	1453	1455
24	(E)- β -Farnesen	41.1	35.7	47.5	55.4	–	–	1457	1457
25	Germakren D	8.6	20.5	7.5	5.7	11.8	10.8	1486	1485
26	α -Zingiberen	18.7	2.6	11.3	11.7	–	–	1492	1494
27	(E,E)- α -Farnesen	4.0	0.6	0.6	1.4	1.4	1.8	1503	1506
28	Δ -Cadinen	0.3	0.9	–	0.5	1.3	1.1	1522	1523
29	Karyofilen oksit	0.7	0.5	0.2	0.4	3.5	4.9	1579	1583
30	Oplopenon	–	–	–	–	1.3	–	1604	1608
31	α -Kadinol	0.2	0.3	0.2	0.4	–	2.1	1659	1654
32	Selin-11-en-4- α -ol	0.3	10.4	4.2	5.3	–	–	1656	1660
33	Pentadekanal	0.3	–	0.4	–	–	0.6	1714	1713
34	Metil tetradekanoat	–	–	–	–	3.7	–	1728	1724
35	Tetradekanoik asit	–	–	–	–	3.3	–	1773	1769
36	Etil tetradekanoat	–	–	–	–	1.3	–	1795	1796
37	Hekzahidrofernesil aseton	0.4	–	0.5	–	0.6	–	1845	1846
38	Metil hekzadekanoat	0.3	–	0.3	–	2.6	0.4	1920	1922
39	Hekzadekanoik asit	–	–	0.1	–	–	–	1982	1983
40	Etil hekzadekanoat	–	–	–	–	1.4	–	1995	1993
41	Metil linoleat	–	–	–	–	5.1	0.6	2099	2096
42	<i>cis</i> -Fitol	0.3	1.5	1.6	1.0	–	–	2114	2114
43	Trikosan	0.5	0.1	0.6	0.1	0.4	0.2	2299	2300
Toplam		90.2	93.3	97.7	96.4	89.3	90.9		

* Yaprak-Gövde, ** Deneysel alıkonma indeksi, *** Literatür alıkonma indeksi

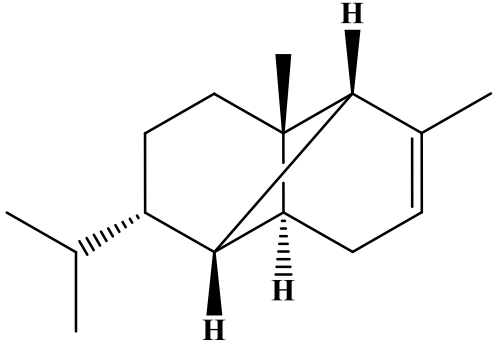
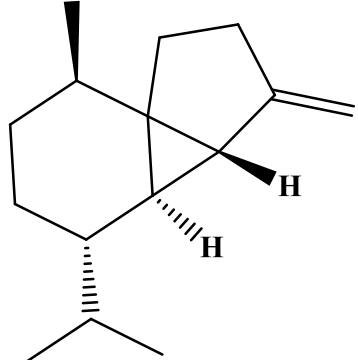
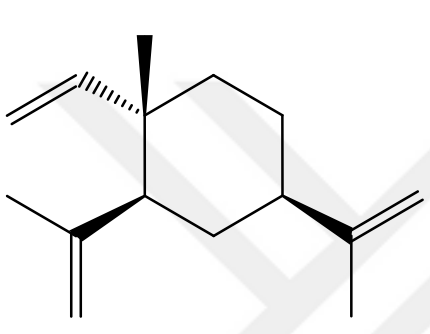
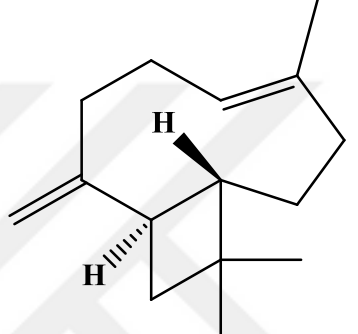
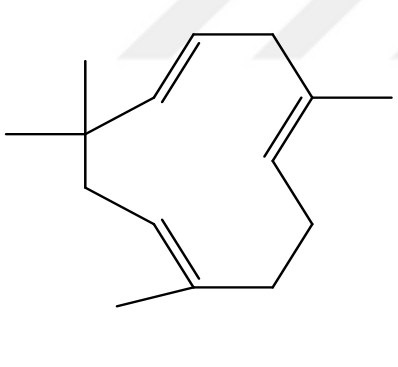
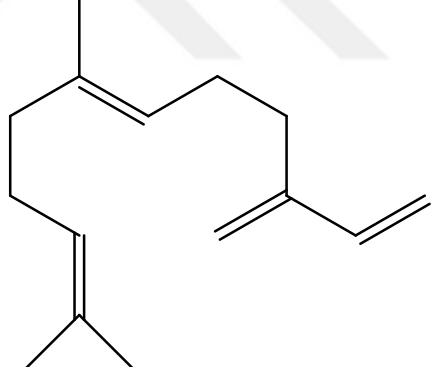
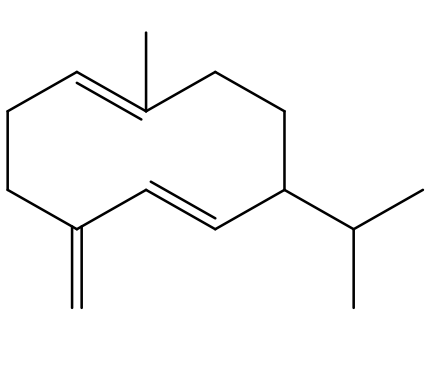
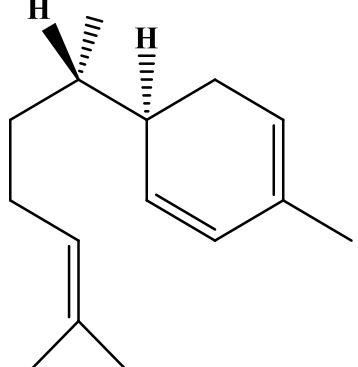
Tablo 4. *D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerinin çiçek ve yaprak – gövde uçucu bileşenlerinin formülleri

	
2E-Hekzenal	α -Pinen
	
β -Pinen	2-Pentil furan
	
α -Fellandren	<i>o</i> -Cymen
	
(Z)- β -Ocimen	Nonanal

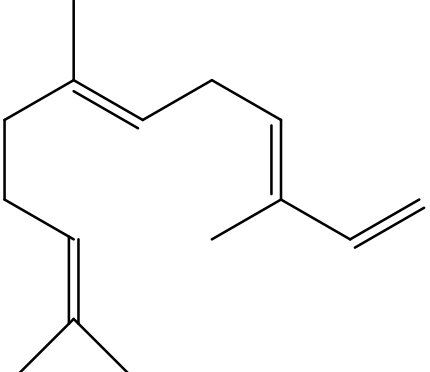
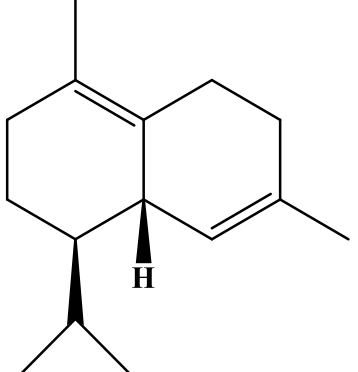
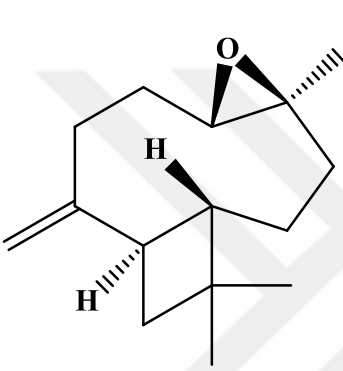
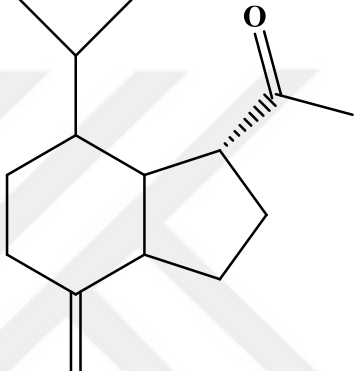
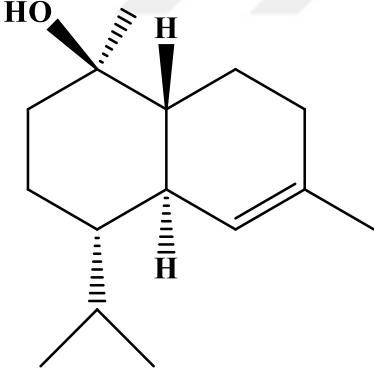
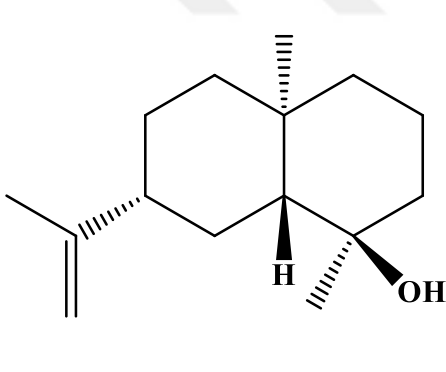
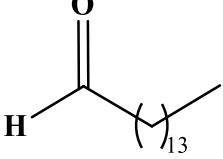
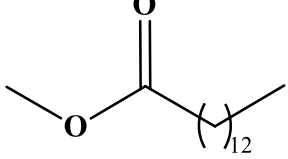
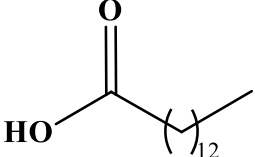
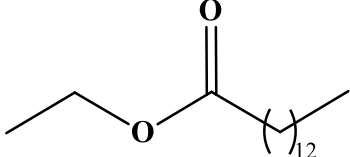
Talo 4'ün devamı

	
<i>trans</i> -Thujon	Kamfor
	
<i>p</i> -Metilasetofenon	Dekanal
	
Oktanoik asit etil ester	Karvakrol
	
(2 <i>E</i> , 4 <i>E</i> -Dekadienal)	Undekanal
	
Presilphiperfol-7-en	α -Cubeben

Talo 4'ün devamı

	
α -Kopaen	β -Cubeben
	
β -Elemen	<i>(E)</i> -Karyofilen
	
α -Humulen	<i>(E)</i> - β -Farnesen
	
Germakren D	α -Zingiberen

Talo 4'ün devamı

	
<i>(E,E)</i> - α -Farnesen	δ -Kadinen
	
Karyofilen oksit	Oploponon
	
α -Kadinol	Selin-11-en-4- α -ol
	
Pentadekanal	Metil tetradekanoat
	
Tetradekanoik asit	Etil tetradekanoat

Talo 4'ün devamı

Hekzahidrofarnezil aseton	
Metil heksadekanolat	Hekzadekanolik asit
Etil heksadekanolat	Trikosan
Metil linoleat	
<i>cis</i> -Fitol	

Tablo 5. *D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerine ait uçucu yağlarının kimyasal sınıf dağılımı

Bileşik Sınıfı	D. orientale				D. bithynicum subsp. sparsipilosum				D. macrolepis			
	Çiçek		Y-G		Çiçek		Y-G		Çiçek		Y-G	
	%	BS	%	BS	%	BS	%	BS	%	BS	%	BS
Monoterpen	–	–	–	–	–	–	0.1	1	9.4	4	1.1	2
Monoterpenoid	0.1	1	0.3	1	–	–	0.5	1	0.7	2	0.6	2
Seskiterpen	86.8	8	80.2	8	88.7	7	88.4	8	54.7	8	79.6	8
Seskiterpenoid	1.6	4	11.2	3	5.1	4	6.1	3	5.4	3	7.0	2
Diterpenoid	0.3	1	1.5	1	1.6	1	1.0	1	–	–	–	–
Diğer	2.2	8	0.1	1	2.3	9	0.3	3	19.1	10	2.6	9
Toplam	90.2	22	93.3	14	97.7	21	96.4	17	89.3	27	90.9	23

BS: Bileşik sayısı, Y-G: Yaprak-Gövde

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Bolu ve Trabzon illerinden toplanan ikisi endemik üç adet *Doronicum* taksonunun çiçek ve yaprak-gövde kısımlarının uçucu yağ içeriklerinin analizi GC ve GC-MS/GC-FID ile yapılmış ve toplamda 43 adet bileşiğin yapısı NIST ve Willey spektral kütüphanelerinde bulunan bileşiklerin kütle spektrum değerleri ve alikonma zamanları (RT) ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Aydınlatma yapılırken %85 ve üzerinde benzeşme oranı olan bileşikler dikkate alınmıştır. Bu 43 bileşik arasında *D. orientale* ve *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum*'da (*E*)- β -farnesen (sırasıyla çiçek ve yaprak-gövde kısımlarında % 41.1/35.7 ve % 47.5/55.4), *D. macrolepis*' da ise (*E*)-karyofilen (% 24.3/52.7) ana bileşen olarak bulunmuştur.

Bileşikler ve bitki kısımlarında bulunma yüzdeleri Tablo 3' de verilirken bileşik formülleri Tablo 4'de verilmiştir. Uçucu yağların kimyasal sınıf dağılımları ise Tablo 5'de özetlenmiştir. Bileşikler monoterpen, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenenoidler, diterpenenoidler ve diğerleri olmak üzere 6 farklı sınıfa ayrılmıştır. Seskiterpenler bu üç türde de en yaygın bulunan terpen sınıfı olup *D. orientale*, *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum* ve *D. macrolepis*'nin çiçeklerinde bu bileşik sınıfının oranı sırasıyla % 86.0, 88.7 ve 54.7 iken yaprak-gövde kısımlarında ise % 80.2, 88.4 ve 79.6 şeklindedir. Bu üç türün de tüm kısımlarında (çiçek ve yaprak-gövde) aydınlatılan bileşiklerin toplam oranlarının birbirine benzer olduğu belirlenmiştir. α -Kopaen, (*E*)-karyofilen, germakren D, (*E,E*)- α -farnesen, karyofilen oksit ve trikosan *D. orientale*, *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerinin üçünde de ortak olarak bulunan bileşiklerdir.

Çalışılan *D. orientale*, *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerinin GC-MS/GC-FID analiz sonuçlarına göre; çiçek kısımlarında sırasıyla 22, 21 ve 27 bileşiğin, yaprak-gövde kısımlarında ise sırasıyla 14, 17 ve 23 bileşiğin yapılarının aydınlatılması sağlanmıştır (Tablo-3) (Adams, R.P., 2004; Yaylı, N., 2005; Figuerédo, G., 2005; Asekun, O.T., 2007; Yaylı, N., 2006; Güleç, C., 2007).

Her üç türün de çiçek kısımlarında bulunan uçucu bileşenlerin sayısının, yaprak-gövde kısımlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, *D. orientale*, *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerine ait çiçeklerin ve gövde - yaprakların uçucu yağ bileşiminin ana bileşenlerinin çok benzer olduğunu

göstermiştir (Tablo 2). Ancak *D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis* türlerinden elde edilen uçucu yağlardaki kimyasal bileşenlerin farklı olması farklı alt türlere ait olmalarına ve/veya bitkilerin coğrafi kökenleriyle alakalıdır. Yapılan bu çalışma ile *D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis* bitkilerinin uçucu yağ bileşenlerinin kimyasal analizleri literatüre kazandırılmıştır. Bununla birlikte *Doronicum* taksonlarının uçucu yağlarına ait yapılan ilk çalışma olarak önem kazanmıştır.



5. ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmada Asteraceae ailesinin üyesi olan aynı cinse ait üç taksonun çiçek ve yaprak-gövde kısımlarının (*D. orientale*, *D. bithynicum subsp. sparsipilosum* ve *D. macrolepis*) GC-MS/GC-FID ile uçucu yağ analizi yapılmış ve sonuçta her bir bitkiye ait sırasıyla 22/14, 21/17 ve 27/23 adet doğal bileşiğin yapısı aydınlatılmıştır. Bu bitkilerde bulunan diğer bileşikler için de farklı çalışma yöntemleriyle yapı aydınlatılması yapılabilir. 43 adet bileşiğin 25 adeti terpen türü bileşik olup, terpenlerin ilaç, kozmetik ve gıda sanayii gibi günlük yaşamda pek çok kullanım alanının bulunması bu bileşiklere olan ilgiyi artırmaktadır. Terpen içeriği bakımından zengin olan bu bitkilerin uçucu yağlarının biyolojik özellikleri bakımından da araştırılarak literatüre kazandırılabilir. Bu bağlamda, bu bitkilere ait uçucu yağlar üzerinde değişik mikroorganizmalarla farklı testler de yapılarak değişik yönde aktivitelerinin olup olmadığı da araştırılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Adams, R.P., 2004. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography–Mass Spectroscopy, Allured, Carol Stream, IL, USA.
- Akpınar, K., Yıldırım, N., Üçüncü, O., Yaylı, N., Terzioğlu, S. ve Yaylı, N., 2009. Volatile Constituents of the Flowers and Leaves-Stems of Three *Doronicum* Taxa from Turkey, Asian Journal of Chemistry, 21, 2, 1225-1229.
- Alvarez, F., I., 2003. Systematic of Eurasian and North African *Doronicum* (Asteraceae, Senecioneae), Annals of the Missouri Botanical Garden, 90, 319- 389.
- Amorati, R., Foti, C. M., ve Valgimigli, L., 2013. Antioxidant Activity of Essential Oils J. Agric. Food Chem, 614,610, 835-10847.
- Anonim, 2005. Medicinal and Aromatic Plants Working Group-ECP/GR.
- Asekun, O.T., Olusegun, E., ve Adebola, O., 2007. The volatile constituents of the leaves and flowers of *Kigelia africana* Benth, Flavour Frag. J., 22, 21.
- Araujo, H.C., Lacerda, M.E.G., Lopes, D., Bizzo, H.R. ve Kaplan, M.A.C., 2007. Studies On The Aroma Of Mate (*Ilex paraquariensis* St.Hil.) Using Headspace Solid-Phase Microextraction, Phtochemical Analysis. 18, 469-474.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., ve Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils-A review. Food and Chemical Toxicology. Volume 46, Issue 2, 446-475.
- Baytop, T., 1999. Therapy with Medicinal Plants in Turkey, University of Istanbul, Istanbul, p. 480.
- Bassolé, I. H. N., ve Juliani, H. R., 2012. Essential oils in combination and their antimicrobial properties, Molecules, 2,17,4,3989-4006.
- Başer, K.H.C., 2009. Uçucu yağlar ve aromaterapi, Fitomed,7, 8-25.
- Beejmohun, V., Fliniaux, O., Grand, E., Lamblin, F., Bensaddek, L., Christen, P., Kovensky, J., Fliniaux, M. ve Mesnard, F. 2007. Microwave-Assisted Extraction Of The Main Phenolic Compounds In Flaxseed. Phtochemical Analysis, 18, 275-282.
- Bıriskın, D. P., 2000. Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. Plant Physiology, 124 (2), 507-514 55.

- Bohlmann, F. ve Abraham, W., R., 1979. Ein Neuer Sesquiterpen Alkohol und Andere Inhaltsstoffe aus *Doronicum pardalianches*, *Phytochemistry*, 18, 668-671.
- Bohlmann, F. ve Grenz, M., 1979. Neue Tremeton Derivate aus *Doronicum macrophyllum*, *Phytochemistry*, 18, 179-181.
- Bohlmann, F., Dhar, A. ve Ahmed, M., 1980. Thymol Derivatives from *Doronicum hungaricum*, *Phytochemistry*, 19, 1850-1851.
- Ceylan, A., 1983. Tıbbi Bitkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 481, Bornova/ İzmir.
- Ceylan, A., 1995. Tıbbi Bitkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Basım No:312. Bornova/ İzmir.
- Ceylan, A., 1997. Tıbbi Bitkiler (Uçucu Yağ Bitkileri) Cilt II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, İzmir.
- Cellat, K., 2011. Bazı Endemik Bitkilerin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Ekstrakte Edilmesi ve İçeriklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Congiu, R., Falconieri, D., Marongiu, B., Piras, A., ve Porcedda, S., 2002. Extraction and Isolation of *Pistacia lentiscus* L. Essential Oil Be Supercritical CO₂. *Flavour and Fragrance J*, 17, 239-244.
- Çelik, E.ve Çelik, G.Y., 2007. Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi* 5,2, 1-6.
- Çırpan, M., 2017. Bursa–Kuşunlu Yöresi Defne (*Laurus Nobilis* L.) Sahalarından Farklı Dönem Ve Yükseltelerde Toplanan Defne Yapraklarının Uçucu Yağ Verimi Ve Kimyasal Bileşiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Dharmananda, S., 2001. Safety Issues Affecting Herbs: Pyrrolizidine Alkaloids, Ph. D., Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon.
- Edmondson, J.R., in ed.: Davis, P.H., 1975. *Doronicum* L. (Asteraceae), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 5, 137–145.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., ve Adigüzel, N., 2000. *Red Data Book of Turkish Plants (Pteridophyta and Spermatophyta)*, Turkish Association for the Conservation of Nature and Van Centennial University, Ankara, Turkey.
- Fakhari, A. R., Salehi, P., Heydari, R., Ebrahimi, S. N.ve Haddad, P. R., 2005, Hydrodistillation-Headspace Solvent Microextracti On, A New Method For Analysis Of The Essential Oil Components Of *Lavandula angustifolia* Mill. *J.of Chromatography A*, 1098, 14-18.

- Farnsworth, N. R., Akerev, O.ve Bingel, A.S., 1985. The Bulletin of WHO, 63:9865-9871.
- Flanagan. R., Taylor, A., Watson, I.ve Whelpton, R., 2007. Fundamentals of Analytical Toxicology John Wiley & Sons Ltd pp 145-176, 249-280, 353-398.
- Figu  r  do, G., Cabassu, P., Chalchat, J.C., ve Pasquier, B., 2005. Studies of Mediterranean oregano populations-V. Chemical composition of essential oils of oregano: *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) Ietswaart, *O. syriacum* L. var. *Sinaicum* (Boiss.) Ietswaart, and *O. syriacum* L. var. *syriacum* from Lebanon and Israel, Flavour Frag. J., 20, 164.
- G  le  , C., Yaylı, N., Yesilgil, P., Terzioğlu, S., ve Yaylı, N., 2007. Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oil from the flowers of *Delphinium formosum* Asian J. Chem., 19, 4069.
- G  ltepe, M., Uzuner, U., Coşkun  lebi, K., Beld  z, A., O. ve Terzioğlu, S., 2010. ITS (Internal Transcribed Spacer) Polymorphism in the Wild *Primula* L. (Primulaceae) Taxa of Turkey, Turkish Journal of Botany, 34, 147-157.
- Hajhashemi, V., Sadraei, H., Ghannadi, A. R., ve Mohseni, M., 2000. Antispasmodic and Anti-diarrhoeal Effect of *Satureja Hortensis* L. Essential Oil. J. Ethnopharmacol. 71,1-2, 187-192.
- Kadioğlu, E., 2013.*Doronicum Orientale* Hoffm. Türünün Popülasyon Düzeyinde Bazı Moleküler   zellikler Açısından Deđerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.  ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karaca,   ., 2016.Farklı Y  relerden Toplanan Yapışkan Kazayağı (*Chenopodium Botrys* L.) Bitkisinin Kimyasal   zerik GC-MS Analizleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Karadeniz, A.,   inbilgel,   ., Gün, S.ř., ve   etin, A., 2015. Antioxidant activity of some Turkish medicinal plants, Natural Product Research, 29,24, 2308-2312.
- Koçyiğit, M., 2005.Yalova   linde Etnobotanik Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kalembe, D., ve Kunicka, A., 2003. Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils. Current Medicinal Chemistry, 10, 10, 813-29.
- Kaufmann, B., ve Christen, P., 2002. Recent Extraction Techniques For Natural Products: Microwave-Assisted Extraction And Pressurised Solvent Extraction. Phytochemical Analysis, 13, 105-113.

- Kaufmann, B., Rudaz, S., Cherkaoui, S., Veuthey, J.L., ve Chisten, P., 2007. Influence Of Plant Matrix On Microwave-Assisted Extraction Process. The Case Of Diosgenin Extracted From Fenugreek. *Phytochemical Analysis*, 18, 70-76.
- Lazarevic, J., Radulovic, N., Radosav, P. ve Zlatkovic, B., 2009. Chemical Composition of the Essential Oil of *Doronicum austriacum* Jacq. subsp. *giganteum* (Griseb.) Stoj. et Stef. (Compositae) From Serbia, *Journal of Essential Oil Research*, 21, 507-510.
- Linskens, H. F., ve Jackson, J.F, 1997b. *Modern Methods of Plant Analysis*, Vol. 12: Essential Oils and Waxes, Springer, Germany.
- Moyler, D. A., 1993. Extraction Of Essential Oils With Carbon Dioxide. *Flavour and Fragrance J.*Vol.8, 235-247.
- Önal, M., 2012.Olur, Oltu ve Şenkaya Yöreleri Tıbbi ve Aromatik Bitkileri, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özgül, O., 2009.*Stachys Bombycina, Stachys Macrantha ve Satureja Spicigera* Bitkilerinin Uçucu Yağ Bileşenlerinin GC/MS İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Paolini, J., Muselli, A., Bernardini, A., F., Bighelli, A., Casanova, J. ve Costa, J., 2007. Thymol Derivatives from Essential Oil of *Doronicum corsicum* L., *Flavour and Fragrance Journal*, 22, 479-487.
- Porta, G.D., Porcedda, S., Marongiu, B., ve Reverchon, E., 199., Isolation of Eucalyptus oil by Supercritical fluid extraction *Flavour and Fragrance J.*, 14, 214-218.
- Pourmortazavi, S.M., Baghaee, P., ve Mirhosseini, M.A., 2004. Extraction Of Volatile Compounds From *Juniperus communis* L. Leaves With Supercritical Fluid Carbon Dioxide:Comparison With Hydrodistillation. *Flavour and Fragrance J.*19, 417-420.
- Reynaud, J., ve Reynaud, J., 2002. Laboratoire de Botanique et Biologie Cellulaire, Faculté de Pharmacie, Université Claude Bernard, 8 Avenue Rockefeller, 69373, Lyon, Cedex 08, France, Reçu le: 23 Février 1985. Available online 19 December.
- Reynaud, J. ve Reynaud, J., 1984. Sur la pre'sence d' Onopordine Chez *Doronicum grandiflorum* Lam. (Compose'es), *Pharmazie*, 39, 126-131.
- Reynaud, J. ve Reynaud, J., 1986. Les Flavony'des de *Doronicum grandiflorum*, *Biochemical Systematic and Ecology*, 14, 191-193.
- Röder, E., 1995. Medicinal Plants in Europae Containing Pyrrolizidine Alkoloids, *Pharmazie*, 50, 83-98.

- Siegel, J., Knupfer, G., ve Saukko, P., 2006. Encyclopedia Of Forensic Sciences 1-3 Elsevier 146-161.
- Skoog, D., Holler, J., Nieman, T. A., 1998. Enstrimental Analiz İlkeleri 5.Baskı Bilim Yayıncılık., 498-535, 673-725.
- Tekin, E., 2007. Türkiye'nin En Güzel Yabani Çiçekleri, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.
- Toroğlu, S., ve Çenet, M., 2006. Tedavi Amaçlı Kullanılan Bazı Bitkilerin Kullanım Alanları ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi için Kullanılan Metodlar. KSU.Journal of Science and Engineering, 9,2, 12-20.
- Tuzlacı, E., 2006. Türkiye Bitkileri Sözlüğü, Alfa Yayınları, İstanbul.
- Usta, C., Birinci Yildirim, A., ve Ucar Turker, A., 2014. Antibacterial and antitumour activities of some plants grown in Turkey, Biotechnology & Biotechnological Equipment, 28,2, 306-315.
- Umdü, Ü., 2005.Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yayılış Gösteren Doronicum L. (Compositae) Türlerinin Morfolojik, Palinolojik ve Stolojik Yönden İncelenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- URL-1, <http://www.luontoportti.com/suomi/en/kukkakasvit/leopards-bane>. 12 Kasım 2006.
- URL-2, <https://www.turkiyebitkileri.com/tr/foto%C4%9Fraf-galerisi/view-album/1172.html>. 12 Kasım 2006.
- URL-3, <https://www.turkiyebitkileri.com/tr/foto%C4%9Fraf-galerisi/view-album/1174.html>. 13 Kasım 2006.
- URL-4, http://www.atonet.org.tr/yeni/files/_images/distic/sektorler/ucucuyaglar.pdf. 14 Kasım 2006.
- URL-5, www.tempodergisi.com.tr/saglik/00687. 14 Kasım 2006.
- Vas, G., ve Vekey, K., 2004. Solid-Phase Microextraction: A powerful Sample Preparation Tool Prior To Mass Spectrometric Analysis. J.of Mass Spectrometry, 39,233-254.
- Yamani, Y., Khajeh, M., Ghasemi, E., Mirza, M., ve Javidnia, K., 2007. Comparison Of Essential Oil Compositions Of Salia Mirzayanii Obtained By Supercritical Carbondioxide Extraction And Hydrodistilantion Methods. Food Chemistry, 108, 341-346.
- Yaylı, N., Yasar, A., Güleç, C., Usta, A., Kolaylı, S., Çoskunçelebi, K., ve Karaoglu, S., 2005. Composition and antimicrobial activity of essential oils from Centaurea sessilis and Centaurea armena, Phytochemistry, 66, 1741.

- Yaylı, N., Güleç, C., Üçüncü, O., Yasar, A., Ülker, S., Çoskunçelebi, K., ve Terzioglu, S., 2006. Composition and Antimicrobial Activities of Volatile Components of *Minuartia meyeri* Turk. J. Chem., 30, 71.
- Yaylı, N., 2007. Bazı *Teucrium* L. Taksonlarında Uçucu Yağların Kimyasal Bileşimleri ve Antimikrobiyal Aktiviteleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz İ., N., 2007. Türkiye Doğal *Viburnum* L. (Caprifoliaceae) Türlerinin Uçucu Yağ Bileşimleri Ve Antimikrobiyal Aktiviteleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yorgancıoğlu, A., 2012. Bazı Uçucu Yağlarla Kollajen İçerikli Antimikrobiyal Krem Üretilirliği Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.



ÖZGEÇMİŞ

20/03/1981 tarihinde Ardahan'da doğdu. İlkokula Ardahan mekeze bağlı Sarıyamaç Köyünde başlayıp İstanbul'da tamamladı. Ortaokul ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 1999 – 2004 yılları arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünü tamamladı. 2005 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde Kimya Bölümü Organik Kimya Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başlayıp çeşitli nedenlerden dolayı yarım bıraktı.

Çeşitli özel kurumlarda öğretmenlik yaptıktan sonra vatani görevini tamamlamış ve halen Milli Eğitim Bakanlığında Kimya Öğretmeni olarak çalışmaya devam etmektedir.

Evli ve bir kız çocuk babası olup orta düzeyde İngilizce bilmektedir.