



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARMAKOGNOZİ ANABİLİM DALI

***Scorzonera pisdica* ve *S. sandrasica* BİTKİLERİNİN
FİTOKİMYASAL ANALİZLERİ VE BİYOLOJİK
AKTİVİTELERİ**

Enes ÖKSÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Nurettin YAYLI

TRABZON – 2019

ONAY

Bu tez Yüksek Lisans Tezi Standartlarına Uygun Bulunmuştur.

Prof. Dr. Ufuk ÖZGEN

Farmakognozi Anabilim Dalı Başkanı

Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakognozi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Enes ÖKSÜZ'ün hazırladığı “*Scorzonera pisdica* ve *S. sandrasica* Bitkilerinin Fitokimyasal Analizleri ve Biyolojik Aktiviteleri” başlıklı tez KTÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr.Nurettin YAYLI

Yüksek Lisans Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr.Nurettin YAYLI

Doç. Dr. Gülin RENDA

Doç. Dr. Asu USTA

Tarih:10/05/2019

Butez KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun....../.../2019 tarih ve ...sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ersan KALAY
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum '*Scorzonera pisdica* ve *S. sandrasica* Bitkilerinin Fitokimyasal Analizleri ve Biyolojik Aktiviteleri' başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Nurettin YAYLI'nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı, antimikrobiyal aktiviteleri ilgili makamlara 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.

08.04.2019

Enes ÖKSÜZ

TEŞEKKÜR

Endemik *Scorzonera pisidica* ve *S. sandrasica* Bitkilerinin Fitokimyasal Analizleri ve Biyolojik Aktiviteleri adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu (TYL-2017-6714) tarafından desteklenmiş olup, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakognozi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Danışmanlığımı üstlenen, çalışma konusunun seçiminde bana yol gösteren, araştırmalarımın başlangıcından bitimine kadar yardım ve desteğini esirgemeyen başta sayın hocam Prof. Dr. Nurettin YAYLI olmak üzere analizlerini yaptığım bitki örneklerinin teşhisini sağlayan sayın Prof. Dr. Kamil COŞKUNÇELEBİ ve biyolojik aktivite çalışmaları için sayın Prof. Dr. Şengül ALPAY KARAOĞLU ve Doç. Dr. Özlem FAİZ hocalarımıza teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında manevi desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Seda FANDAKLI ve Arş. Gör. Büşra KORKMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman olduğu gibi maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan, moral ve sevgi kaynağım canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

Ecz. Enes ÖKSÜZ

Trabzon, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ONAY	
BEYAN	
TEŞEKKÜR	
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ	x
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	5
4.1. Asteraceae Familyası ve Özellikleri	5
4.1.1. <i>Scorzonera</i> Türlerinin Sistematikteki Yeri	5
4.2. Uçucu Yağlar	6
4.2.1. Uçucu Yağların Bulunduğu Organlar	7
4.2.2. Uçucu Yağın Görevleri	8
4.2.3. Uçucu Yağları Elde Etme Yöntemleri	8
4.2.3.1. Su Distilasyonu	8
4.2.3.2. Su ve Buhar Distilasyonu	9
4.2.3.3. Doğrudan Doğruya Buhar Distilasyonu	9
4.2.3.4. Ekstraksiyon Yöntemleri	10
4.2.3.5. Mekanik Yöntemler	12
4.2.3.6. Anfloraj Yöntemi	12
4.2.3.7. Tüketme Yöntemi	13
4.2.4. Türkiye’de Uçucu Yağ Sanayii	13
4.2.5. Uçucu Yağ Saklama Yöntemleri	14
4.2.6. Uçucu Yağların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	14
4.2.7. Uçucu Yağlarda Bulunan Maddeler	15
4.2.7.1. Terpen ve Terpenoidler	16
4.2.7.2. Terpen ve Terpenoidlerin Sınıflandırılması	16

4.2.8. Uçucu Yağ Tespit Yöntemleri	22
4.2.9. Kromatografik Yöntemler	22
4.2.9.1. Gaz Kromatografisi	23
4.2.10. Gravimetrik Yöntem	25
4.2.11. Uçucu Yağların Kullanım Alanları	26
4.3. Fenolik Bileşikler	27
4.3.1. Basit Fenoller (C ₆)	27
4.3.2. Fenolik Asitler (C ₆ -C ₁)	28
4.3.3. Fenilpropanoidler (C ₆ -C ₃)	31
4.3.4. Stilbenler (C ₆ -C ₂ -C ₆)	31
4.3.5. Flavonoidler (C ₆ -C ₃ -C ₆)	32
5. GEREÇ ve YÖNTEM	33
5.2. Clevenger Yöntemi ile Uçucu Yağ, <i>n</i> -Hegzan ve Metanol Ekstrelerinin Eldesi	33
5.3. Scorzonera pisidica ve Scorzonera sandrasica'nın SPME Analizleri	34
5.4. Uçucu Yağların GC-FID/MS Analiz Yöntemi	34
5.5. <i>S. pisidica</i> ve <i>S. Sandrasica</i> Bitkilerinin Metanol Eksterelerindeki Fenolik HPLC Analizleri	35
5.6. Antimikrobiyal Aktivite Yöntemi	36
5.7. Enzim İnhibisyonu	36
5.7.1. Tirozinaz İnhibisyon Yöntemi	36
6. BULGULAR	38
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	54
8. KAYNAKLAR	60
9. ÖZGEÇMİŞ	66

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1. Dedektör tiplerinin uygulanabilir örnekleri	25
Tablo 2. <i>Scorzonera pisidica</i> bitkisinin uçucu bileşenleri	38
Tablo 3. <i>Scorzonera pisidica</i> bitkisinin uçucu bileşenlerinin formülleri	40
Tablo 4. <i>Scorzonera sandrasica</i> bitkisinin uçucu bileşenleri	46
Tablo 5. <i>Scorzonera sandrasica</i> bitkisinin uçucu bileşenlerinin formülleri	48
Tablo 6. <i>S. pisidica</i> ve <i>S. sandrasica</i> bitkilerinin uçucu yağ ve çözücü ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi	53
Tablo 7. <i>S. pisidica</i> ve <i>S. sandrasica</i> bitkilerinin metanol ekstraktlarının tirozinaz enzim inhibisyonları	53
Tablo 8. <i>S. pisidica</i> ve <i>S. sandrasica</i> türlerinin uçucu bileşenlerinin kimyasal bileşik sınıflandırılması	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		Sayfa
Şekil 1.	<i>Scorzonera pisidica</i> Hub.-Mor.	6
Şekil 2.	<i>Scorzonera sandrasica</i> Hartvig & Strid	6
Şekil 3.	Mirsen ve osimen	17
Şekil 4.	Sitronellol, linalol, linalil asetat ve sitral	17
Şekil 5.	Bazı monosiklik monotерpenler	18
Şekil 6.	Silvestren	18
Şekil 7.	Bazı monosiklik monotерpenlerin oksijenli türevleri	19
Şekil 8.	Bisiklik monotерpenler	19
Şekil 9.	Bazı bisiklik monotерpenlerin oksijenli türevleri	20
Şekil 10.	Azulen, kadinen, bisabolol ve farnesol	20
Şekil 11.	Benzen, propil benzen, <i>p</i> -simen, anisol, anetol ve timol	21
Şekil 12.	Gaz kromatografi sistemi	23
Şekil 13.	Fenol	27
Şekil 14.	Pirokeşin, hidrokinon ve rezorsin	28
Şekil 15.	Pirogallol, floroglusin ve oksihidrokinon	28
Şekil 16.	Benzoik asit ve Salisilik asit	29
Şekil 17.	Asetilsalisilik asit (Aspirin)	29
Şekil 18.	Protokateşik asit, vanilik asit, izovanilik asit ve veratrik asit	29
Şekil 19.	Gallik asit ve 3,5-dimetoksi-4-oksibenzoik asit	30
Şekil 20.	Lekanorik asit ve galloilgallik asit	30
Şekil 21.	Sinamik asit, feroik asit, kafeik asit ve fenilpropenoik asit	31
Şekil 22.	Pinosilvin ve resveratrol	31
Şekil 23.	Kersetin	32
Şekil 24.	Flavon, flavanol, flavanon ve dihidroflavanol	32
Şekil 25.	Clevenger aparatı	33
Şekil 26.	Katı faz mikro ekstraksiyon fiber ucu	34
Şekil 27.	GC-FID/MS cihazı	35
Şekil 28.	HPLC cihazı	36

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

ABTS	2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit
Ar	Argon
Al₂O₃	Alimünyum oksit
BHI	Brain Heart Infusion
DPPH	2,2- Difenil-1-pikrilhidrazil
FID	Alev İyonizasyon dedektörü
GC	Gaz Kromatografisi
GC-MS	Gaz Kromatografisi-Kütle spektrometresi
GC-FID/MS	Gaz Kromatografisi-Kütle spektrometresi/ Alev İyonizasyon Dedektörü
Gram-pos.	Gram pozitif
Gram-neg.	Gram negaif
He	Helyum
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IC₅₀	Enzim Aktivitesini Yarıya Düşüren İnhibitör Konsantrasyonu
CGC	Kapiler Gaz Kromatografisi
L-DOPA	Levodopa
MİK	Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu
N₂	Azot
RI	Alıkonma indeksi
RT	Alıkonma zamanı
SCOT	Destek Kaplı Kapiler Kolon
SPME	Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
FSOT	Duvar Kaplı Kapiler Kolon

Simgeler

dk	Dakika
GHz	Giga Hertz
g	Gram
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
mM	Milimolar
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
°C	Santigrat
U	Ünite
%	Yüzde

1. ÖZET

***Scorzonera pisidica* ve *S. sandrasica* Bitkilerinin Fitokimyasal Analizleri ve Biyolojik Aktiviteleri**

Bu çalışmada, iki endemik türden (*Scorzonera pisidica* ve *S. sandrasica*) uçucu yağ, *n*-hekzan ve metanol ekstraktları uygun yöntemlere göre elde edilmiştir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar, kuru bitki ve *n*-hekzan ekstraktlarının SPME yöntemi ile elde edilen uçucu bileşenleri GC-FID/MS cihazında analizleri yapılmıştır.

S. pisidica bitkisinden elde edilen uçucu yağda ana bileşen olarak benzaldehit (%23.3) ve α -pinen (%11.2) bulunmuştur. *S. sandrasica* bitkisinin uçucu yağında ise α -terpineol (%14.1) ana bileşik olarak tespit edildi. *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin SPME analizlerinde sırasıyla benzaldehit (%46.3) ve (*E*)-etilsinamat (%37.9) bileşikleri ana bileşen olarak bulundu. Ayrıca her iki bitkinin *n*-hekzan ekstraktları SPME GC-FID/MS analizleri yapıldı. *S. pisidica* türünde *psi*-kumen (%33.6) ve *S. sandrasica* türünde ise 1-etil-3-metilbenzen (%26.1) bileşikleri en fazla bileşen olarak bulundu.

Çalışmanın ikinci adımında ise *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin metanol ekstraktlarındaki fenolik bileşenleri HPLC cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. *S. pisidica* bitkisinin metanol ekstraktındaki fenolik bileşenleri, gallik asit (6.33 mg/g), *p*-hidroksi benzoik asit (1.97 mg/g) ve vanilik asit (1.94 mg/g) olarak bulunmuştur. *S. sandrasica* bitkisinin metanol ekstresinde ise gallik asit (2.63 mg/g) ve kafeik asit (0.185 mg/g) ana bileşen olarak tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonunda ise elde edilen uçucu yağ, *n*-hekzan ve metanol ekstraktlarının antimikrobiyal ve enzim inhibisyon çalışmaları yapılmıştır. *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinden elde edilen uçucu yağ, *n*-hekzan ve metanol ekstraktlarının *Mycobacterium smegmatis* bakterisine karşı daha iyi antimikrobiyal aktivite gösterdiği görülmüştür. Uçucu yağ, *n*-hekzan ve metanol ekstresinin tirozinaz inhibisyon sonuçları değerlendirildiğinde, her iki bitkinin de metanol ekstraktlarının IC₅₀ değerleri 0.495±0.073 µg/mL ve 0.699±0.860 µg/mL olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda bulunan bu inhibisyon değerleri çalışmadaki iki endemik türün standart olarak kullanılan kojik asitten daha aktif olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, Fenolik bileşenler, GC-FID/MS, HPLC, *Scorzonera pisidica*, *Scorzonera sandrasica*, SPME, Tirozinaz inhibisyonu, Uçucu bileşenler.

2. SUMMARY

Phytochemical Analysis and Biological Activities of *Scorzonera pisidica* and *S. sandrasica* Plants

In this study, essential oil, *n*-hexane and methanol extracts from two endemic species (*Scorzonera pisidica* and *S. sandrasica*) were obtained according to appropriate methods. Volatile components in the essential oil, SPME of dry plants and SPME of the *n*-hexane extracts obtained from *S. pisidica* and *S. sandrasica* were analyzed by GC-FID/MS.

Benzaldehyde (23.3%) and α -pinene (11.2%) were found to be as main constituents in the essential oil of *S. pisidica*. α -Terpineol (14.1%) was determined as the parent compound in the essential oil of *S. sandrasica*. In the SPME analysis of *S. pisidica* and *S. sandrasica*, benzaldehyde (46.3%) and (*E*)-ethylsinamate (37.9%) were found as the main components. In addition, SPME GC-FID/MS analysis of the *n*-hexane extracts of both plants revealed *psi*-cumene (33.6%) in *S. pisidica* and 1-ethyl-3-methylbenzene (26.1%) in *S. sandrasica* were found as main compounds.

In the second part of the work, the phenolic components of the *S. pisidica* and *S. sandrasica* in methanol extracts were analyzed by HPLC. The phenolic compounds of *S. pisidica* in methanol extract were found as gallic acid (6.33 mg/g), *p*-hydroxy benzoic acid (1.97 mg/g) and vanilic acid (1.94 mg/g). Gallic acid (2.63 mg/g) and caffeic acid (0.185 mg/g) were also found to be major phenolic compounds in the methanol extract of *S. sandrasica*.

At the final stage of this study, antimicrobial activity and enzyme inhibition studies for the essential oil, *n*-hexane and methanol extracts of *S. pisidica* and *S. sandrasica* were studied. The essential oils, *n*-hexane and methanol extracts of both plants showed better antimicrobial activity against *Mycobacterium smegmatis* bacteria. When the tyrosinase inhibition results of the essential oil, *n*-hexane and methanol extract were evaluated and IC₅₀ values of the methanol extracts of both plants were 0.495±0.073 µg/mL and 0.699±0.860 µg/mL, respectively. These inhibition values found in the study showed that the two endemic species were more active than the standard used as kojic acid.

Key words: Antimicrobial activities, GC-FID/MS, HPLC, Phenolic compounds, *Scorzonera pisidica*, *Scorzonera sandrasica*, SPME, Tyrosinase inhibition, Volatile constituents.

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Scorzonera L. Asteraceae ailesine ait papatyagillerden olup Türkiye’de 49 türü bulunan ve bunların 31’i endemik olan *Scorzonera* L. (Asteraceae) bitkisinin literatürde toplam 175 türü mevcuttur (1-4). Avrasya ve Afrika’nın çorak topraklarında yaygın olarak bulunur. Bazı *Scorzoneracinsleri* ilaç etken maddesi olarak kullanılabilecek, guaianolidler olarak bilinen seskiterpen laktonları içerir (5). Ayrıca *Scorzonera* bitkilerinde flavonoidler arasında apigenin, kemferol, luteolin ve kersetin bileşikleri bulunmaktadır (6). *Scorzonera* türünden elde edilen diğer sekonder metabolitler arasında kafeoilkinik asitler, kumarinler, lignanlar, stilbenoidler ve triterpenoidler bulunmuştur (7).

Scorzonerapisidica’nın metanol ekstresinin yüksek tirozinaz inhibisyonu gösterdiği rapor edilmiştir (8). *Scorzonera sandrasica*’nın *n*-hekzan, kloroform, Et asetat ve etanol özütlerinin antimikrobiyal aktiviteleri ve bitkinin kloroform ekstresinin GC-MS analizi yapılmıştır (9). Ayrıca, *Scorzonera sandrasica*’nın kloroform ekstresinin *Chromobacterium violaceum*’u inhibe ettiği belirtilmiştir (10).

Literatürde *Scorzonera undulata* ssp *deliciosa* (11), *S. albicaulis* Bunge (12), *S. undulata* (13), *S. mongolica* Maxim (14), *S. undulata* Vahl subsp. *deliciosa* (Guss.) (15) ve *S. efolium* Willd. (16) bitkilerinin uçucu bileşen analizleri GC-MS ile yapılmıştır. Ayrıca, *S. pygmaea* Sibth (17), *S. undulata* (18), *S. cana* var. *jacquiniana*, *S. latifolia*, *S. tomentosa*, *S. eriophora*, *S. mollis* ssp. *szowitsii*, *S. cinerea*, *S. incisa*, ve *S. parviflora* (19), *S. crispatula* Boiss., *S. hispanica* L. ve *S. trachysperma* Guss. (20), *S. hispanica* (21), *S. undulata* ssp *deliciosa* (Guss.) (22), *S. radiata* (23), *S. latifolia* (Fisch. & Mey.) DC' (24), *S. judaica* (25), *S. syriaca* Boiss & Blanche (26), *S. divaricata* (27), *S. tomentosa* L. (28) ve *S. pygmaea* Sibth. & Sm. (29) bitkilerinin farklı fenolik ve diğer fitokimyasal analiz araştırmaları rapor edilmiştir. Fakat literatürde *Scorzonera pisidica* ve *Scorzonera sandrasica* bitkilerinde uçucu ve fenolik bileşen analizlerine rastlanmamıştır. Bu amaçla, TYL-2017-6714 Lisansüstü Tez projesi kapsamında “Endemik *Scorzonera pisidica* ve *S. sandrasica* Bitkilerinin Fitokimyasal Analizleri ve Biyolojik Aktiviteleri” başlıklı araştırmada açık havada kurutulmuş *Scorzonera pisidica* ve *Scorzonera sandrasica* türlerinin Clevenger yöntemi ile uçucu yağları elde edildi. Her iki kuru bitkinin *n*-hekzan ve metanol ekstreleri hazırlandı. Projenin birinci

adımında Clevenger yöntemi ile elde edilen uçucu yağ, kuru bitki ve *n*-hekzan ekstrelerinin SPME yöntemine göre uçucu bileşikleri, GC-FID/MS cihazında analiz edilmiştir. Çalışmanın ikinci adımında ise; türlerin metanol ekstrelerindeki fenolik bileşenleri HPLC yöntemiyle aydınlatıldı ve çalışmanın üçüncü aşamasında ise elde edilen uçucu yağ, *n*-hekzan ve metanol ekstrelerinin antimikrobiyal aktivite ve enzim inhibisyon çalışmaları yapılmıştır.



4. GENEL BİLGİLER

4.1. Asteraceae Familyası ve Özellikleri

Asteraceae familyasına ait olan *Scorzonera* L. cinsi, Akdeniz bölgesi orijinli olup, Orta Avrupa'dan Orta Asya'ya kadar yayılış göstermektedir. *Scorzonera* L. cinsi ismini ispanyolca siyah kabuk anlamına gelen “escorza nera” sözcüklerinden almıştır. Dünyada 175 den fazla *Scorzonera* türü bulunmaktadır. Ülkemizde ise *Scorzonera* cinsine ait kayıtlı 39 tür bulunduğu ve yeni türlerle birlikte 49'a çıktığı bilinmektedir. Türkiye'de de *Scorzonera* türlerinin sebze olarak kullanıldığı, bazı türlerin yemlik adıyla kök ve taze sürgünlerinin pişirilerek tüketildiği bilinmektedir. Yemlik etnobotanik olarak halk arasında romatizma, şeker hastalığı, damar sertliği, tansiyon ve böbrek hastalığında kullanıldığı bilinmektedir.

Asteraceae familyası Asteroideae ve Cichorioideae alt familyalarından oluşmaktadır. Familya ismi bitkinin yıldız şeklindeki çiçeklerinden (*Aster* cinsinden) almıştır. Bitki tek, iki, veya çok yıllık ve çoğu otsu yapılıdır. Bitkilerin çok azıda çalı veya ağaç yapılıdır. Bitkinin çiçekleri kapitulium yapılı olup, yaprakları bazal ya da gövdede basit, linear, ovat-lanseolat veya derin loblu, saplı ya da sapsız olarak bulunmaktadır. Çiçekler sarı, beyaz, menekşe veya mor renklidirler. Akenler silindirik, düz yada oluklu ve bazende lamellat-rugolose tüylü veya tüysüz saplı yada sapsız olabilirler. Pappus üç sıralı sapsız, pappus tüyleri plumose ve bazen üstlerinde barbellat veya tamamen barbellat yapılıdır (30). Familyada yer alan bitkilerin çoğunda Compositae tipi algı tüyü ve örtü tüyü bulunduğu belirtilmiştir (31-33)

4.1.1. *Scorzonera* Türlerinin Sistematikteki Yeri

Scorzonera L. Cichorioideae alt familyasında yer alan bir cinstir ve sistematigi aşağıda görülmektedir (33).

Alem	: Plantae
Bölüm	: Magnoliophyta
Sınıf	: Magnoliopsida
Alt Sınıf	: Asteridae
Takım	: Asterales
Familya	: Asteraceae
Alt Familya	: Cichorioideae
Cins	: <i>Scorzonera</i> L.

Scorzonera pisidica Burdur-Dirmil’de *Scorzonera sandrasica* ise Muğla’da yayılış gösteren enedemik bitkilerdir. Halk arasında kullanımları henüz bilinmemektedir. Fakat bitkilerin herikiside Şekil 1 ve 2’ de görüldüğü gibi Muğla’dan toplanmıştır.



Şekil 1. *Scorzonera pisidica* Hub.-Mor.



Şekil 2. *Scorzonera sandrasica* Hartvig & Strid

4.2. Uçucu Yağlar

Uçucu yağlar, bitkilerden su veya su buharı distilasyonu ile elde edilir. Uçucu yağlar oda sıcaklığında sıvı, bazen donabilen, keskin kokulu ve yağimsi heterojen karışımlardır. Oda sıcaklığında açıkta bırakıldıklarında buharlaşabildiklerinden "uçucu

yağ" veya "eterik yağ" olarak bilinirler. Uçucu yağlar güzel kokulu olduklarından ve parfümeride sanayide kullanıldıklarından "esans" gibi isimler de verilmektedir. Türkiye’de genellikle gül, kekik ve defne gibi bitkilerden uçucu yağ elde edilmektedir. İhraç edilen uçucu yağlar ise genellikle lavanta, tarçın, karanfil ve limon esansdır. Uçucu yağ oranı yüksek olan bitkiler sıcak iklim bölgelerinde yetişmektedir. Tropik ve subtropik bölgelerle ılıman iklimin hakim olduğu sıcak bölgelerde de kokulu bitkiler bulunmaktadır (34).

Bazı familyaların uçucu yağ içeren cinsleri öne çıkmaktadır. Örneğin; Labiatae familyasında yer alan çok sayıda Avrupa ve Akdeniz Bölgesi bitkisi, *Thymus*, *Lavandula*, *Mentha*, *Melissa* gibi türler, uçucu yağ bakımından oldukça zengindirler. Aynı bölgede yetişen Umbelliferae familyasından birçok bitki de uçucu yağı içeriği bakımından tanınmaktadır. *Pimpinella anisum* ve *P. anisetum*, *Foeniculum vulgare*, *Carum carvi*, *Coriandrum sativum* gibi bitkiler bu familyanın en çok bilinen örnekleridir. Rosaceae, Rutaceae, Myrtaceae, Iridaceae ve Compositae gibi familyalarda uçucu yağ oldukça fazla bulunmaktadır. Pinacea ve Cupressaceae gibi bazı ailelerde ise uçucu yağ, reçine ile birlikte bulunur ve elde edilen oleorezinin subuharı distilasyonu ile karışımından ayrılır. Lauraceae, Zingiberaceae, Chenopodiaceae, Myrtaceae gibi bazı familyaların subtropik bölgelerde bulunan türleri de uçucu yağ içeren bitkiler arasında önemli bir yere sahiptir. Kâfur, tarçın yağı, karanfil yağı gibi birçok uçucu yağ bu bitkilerden elde edilir. Eczacılıkta ve sanayide kullanılan uçucu yağların çoğu, Akdeniz bölgesinde yetişen bitkilerinden elde edilmektedir. Ülkemiz uçucu yağ taşıyan bitkiler açısından zengindir (34).

4.2.1. Uçucu Yağların Bulunduğu Organlar

Uçucu yağlar bitkilerin farklı organlarında bulunabilir. Flos, petal, fructus, herba, korteks, radiks, lignum gibi yapılar bitkilerin uçuğu yağ taşıyan kısımlarıdır. Uçucu yağlar bitkilerin kozalaklarında (Coniferae) olacağı gibi, bitkinin çeşitli dokularında değişik oranlarda bulundukları bilinmektedir. Gül bitkisinin petallerinde, tarçında kabukta bulunduğu belirtilmiştir. Umbelliferae meyvelerinde ise yalnız perikarp, nanede gövde ve yapraklardaki salgı tüylerinde bulunur. Portakal ağacının çiçek ve meyve kabuğunda uçucu yağ bulunmaktadır (34).

Uçucu yağlar bitkinin bağlı bulunduğu aileye göre, salgı tüyü, cepleri, kanalları ve hücrelerinde toplanmaktadır. Piperaceae ailesinde uçucu yağ, değişikliğe uğramış parenkima hücrelerinde bulunurken, gülde ise epiderma veya parenkima hücrelerinde bulunmaktadır. Salgı tüylerinde uçucu yağ, tüyün baş kısmını meydana getiren hücreler tarafından oluşturulur ve bu hücrelerle kutikula arasında toplanır. Uçucu yağların biyolojik olarak bitkinin protoplazma veya hücre çeperinin özel bir tabakasında oluştuğu bilinmektedir. Uçucu yağların bazen de heterozitlerin hidrolizi (bozunması) sonucu oluştukları bilinmektedir (34).

4.2.2. Uçucu Yağın Görevleri

Uçucu yağlar koruyucu ajanlar olarak bilinmektedir ve bitkinin yaralanması sonucu oluşan reçinelerin çözünmesini sağlarlar, bu anlamda çözücü olarak düşünülebilirler. Uçucu yağların böcekleri uzaklaştırma ya da kendine çekme görevleri olduğu için bitkide savunma amaçlı oluştukları bilinmektedir. Böcekleri uzaklaştırıcı etki göstermeleri, bitkinin özellikle yaprak ve çiçeklerinin korunmasını sağladığı gibi, böcekleri çekici etkili olanları ise tozlaşmaya yardımcı olduğu bilinmektedir (34).

4.2.3. Uçucu Yağları Elde Etme Yöntemleri

Uçucu yağlar, yağı bulunduran bitki kısımlarından, genellikle distilasyon yoluyla elde edilir. Endüstride üç ayrı türde uçucu yağ elde etme yöntemi mevcuttur (34).

1. Su distilasyonu
2. Su ve Buhar distilasyonu
3. Buhar distilasyonu

4.2.3.1. Su Distilasyonu

Su distilasyonu, kurutulmuş ve kaynama sıcaklığıyla bozulmayan bitkisel materyallere uygulanmaktadır ve terebentin esansı bu yöntemle elde edilmektedir. Çam yaprakları, ağaç kabukları, bitkilerin değişik kısımları ve yağmur suyu ile karışık halde bulunan ham terebentin su distilasyon düzeneğine konulup uçucu yağ su ile birlikte toplama kabında yoğunlaşana kadar distile edilir. Yoğunluk farkından uçucu yağ dekantasyon veya ayırma hunisi ile ayrıştırılır. Terebentin esansının çoğu bileşeninin terpenik maddelerden oluştuğu ve uygulanan ısıdan etkilenmediği düşünülmektedir.

4.2.3.2. Su ve Buhar Distilasyonu

Su ve buhar distilasyonu yöntemi kuru veya taze bitkilerde sıcaklığa bağlı bozunabilen uçucu bileşikler bulunduğu zaman kullanılmaktadır. Kuru materyal kullanılıyorsa (örneğin tarçın kabuğu), materyal önce öğütülür ve sonra su eklenerek maserasyona bırakılır. Elde edilen maserattan subuharı geçirilerek uçucu yağ ayrılır. Taze materyal kullanılması durumunda uzun süreli maserasyona ihtiyaç duyulmamaktadır. Su buharı dış kaynaklı elde edilip boru kanalıyla su-drog karışımı içine gönderilir. Böylece sıcaklığa bağlı bozunma olasılığı minimize edilmiş olur. Distilattaki yağ tabakasının yoğunluk farkı nedeniyle sulu tabakadan ayrıldıktan sonra, ya olduğu gibi ya da kısmen temizlendikten sonra ticareti yapılmaktadır.

4.2.3.3. Doğrudan Doğruya Buhar Distilasyonu

Direkt uygulanan buhar distilasyonu taze materyale uygulanan bir yöntemdir. Bitkinin taze olması durumunda yeterince su ihtiva ettiğinden su ile maserasyona bırakmaya gerek yoktur. Bitkisel materyal toplandıktan sonra kesilerek parçalanır, sepet ya da benzeri kaplar içine konulup distilasyon kazanı içine yerleştirilir. Subuharı basınç altında taze bitkiyle temas eder ve yağ damlacıklarını beraber sürükleyerek toplama kabına taşır. Buhar distilasyonu esnasında bazı bileşikler bozunmadan kalabildikleri gibi, bazıları ise sıcaklık ve su nedeniyle hidroliz olurlar. Hidrolizi engellemek amacıyla hücre zarından su ve buharın difüzyon hızının ayarlanması ve distilasyonun hızlı bir şekilde mümkün olan en kısa sürede yapılması gerekmektedir (35-36).

Uçucu yağlar bitkilerde %1-2 oranında ve bazen daha da az miktarda bulunmaktadır. Distilasyon yöntemlerinde suya oranla çok az miktarda uçucu yağ yoğunlaşmaktadır. Uçucu yağlar genellikle sudan hafiftir ve suyla karışmadığından yoğunluk farkı nedeniyle suyun üstünde birikir. Suyun fazlası ayırma hunisi yardımıyla, üstte biriken uçucu yağ ise pipet veya dekantasyon yöntemleriyle alınmaktadır. Uçucu yağ eldesinde miktarı az olan yağın küçük hacimli bir kapta toplanması ve olabilecek kayıpların minimize edilmesi sağlanabilir. Yoğunluğu suyunkinden fazla olan uçucu yağlar için farklı bir florentin düzeneği kullanılmaktadır. Fazla miktarda suyun atılış borusu düzeneğin üstünden çıkmaktadır ve uçucu yağ kabın altında bulunan musluktan alınmaktadır. Daha küçük miktarlarda distilasyon işlemi için dipten 8-10 cm yükseklikte, delikli bir levha taşıyan distilasyon kazanları kullanılmaktadır. Böylece ayrı bir

buhar jeneratörüne gerek duyulmadan subuharı distilasyonu yapılabilir. Endüstriyel anlamda uçucu yağ eldesinde kullanılan distilasyon yöntemleri farklı olsada distilat "Florentin kabı" adı verilen özel bir toplama kabında toplanmaktadır.

Uçucu yağların bazıları bir heterozitin yapısında bulunur. Bu çeşit yağlar heterozidin enzimatik hidrolizi sonucu serbest hale geçerler. Örneğin, acıbadem tohumlarındaki uçucu yağ, amigdalozitin emülsin ile parçalanmasının ardından subuharı distilasyonu ile ayrılabilir. Siyah hardal tohumlarındaki sinigrozitin mirozinaz fermentiyle hidrolizinin ardından, distilasyon yoluyla bir uçucu yağ elde edilir. Gül petallerinden elde edilen uçucu yağın içindeki maddelerin çoğu da heterozit yapısındadır. Bu sebeple petaller bir süre fermentasyona bırakıldıktan sonra distillenirse uçucu yağ veriminin daha yüksek olduğu bilinmektedir.

4.2.3.4. Ekstraksiyon Yöntemleri

Ekstraksiyon bir ayırıştırma yöntemidir. Ekstraksiyon yöntemleri geleneksel ve yeni metotlar olmak üzere iki teknikle uygulanabilmektedir. Sokslet ekstraksiyonu ve maserasyon teknikleri çok eskiden beri bilinen geleneksel yöntemler olup işlem süresi daha uzun ve büyük miktarlarda uygulandığında kullanılan çözücü nedeniyle çevre kirliliği söz konusudur. Son zamanlarda kullanılan süperkritik sıvı ekstraksiyonu ve mikrodalga ekstraksiyon yöntemleri ise daha hızlı ve etkili modern yöntemler arasında yer almaktadır. Etkili bir ekstraksiyon için sıcaklık önemli bir etkidir. Uçucu ve yarı uçucu bileşiklerin eldesinde kullanılabilecek sıcaklık değerleri 40-60 °C ve 80-100 °C arasında olabileceği ve sıcaklığın artmasıyla uçucu bileşenlerin bozunmasına neden olabileceği bilinmektedir.

a) Çözücü Ekstraksiyonu

Geleneksel ekstraksiyon yöntemleri arasında yer alır. Bitki materyali çözücü içersinde oda sıcaklığında bekletilir veya bir sokslet düzeneği içinde apolar organik çözücü ile belirli sürede geri soğutucu altında ekstre edilir. Endüstriyel uygulamalarda *n*-hekzan ve etanol çözücü olarak kullanılmaktadır. Analitik laboratuvar çalışmalarında ise eter ve *n*-pentan-diklorometan (2:1) gibi çözücü karışımları kullanılabilmektedir. Ekstraksiyon işlemi sonrası organik çözücüler destilasyon yöntemi kullanılarak ortamdan uzaklaştırılıp geri kazanılmaktadır. Geri kalan kısımda yağimsı uçucu bileşikler bulunmaktadır.

b) Süperkritik Sıvı Ekstraksiyonu (SFE)

Bitkilerden ekstraksiyon yöntemiyle doğal bileşiklerin eldesinde organik çözücülerin kullanımı çevresel ve sağlık açısından istenmeyen bir durum halini almaktadır. Bu nedenle son yıllarda daha az miktarda çözücü gerektiren, ekstraksiyon süresi daha kısa olan ve normal koşullarda yüksek sıcaklıkta çözünebilen bileşikleri saflaştırmak için süperkritik sıvı ekstraksiyon uygulamaları önem kazanmıştır. Süperkritik sıvı ekstraksiyonu (SFE) bir çözücü ekstraksiyonu olup, organik çözücülerden ziyade, süperkritik sıvı özelliği gösteren CO₂ gibi bileşikler çözücü olarak kullanılabilmektedir (37-40).

c) Mikrodalga Ekstraksiyonu (ME)

Mikrodalga 0.3-300 GHz aralığında elektromanyetik radyasyonla çalışan bir cihazdır. Doğal ürünlerin mikrodalga ekstraksiyonunda 2.5-75 GHz enerji kullanılarak ekstraksiyon işlemi yapılabilmektedir. Mikrodalga etkinliğinin kullanılan çözücü, bitki materyali ve mikrodalga gücüne bağlı olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda uçucu yağ eldesinde kullanılan en etkili yöntemlerden biride mikrodalga ekstraksiyon yöntemidir (41).

d) Sıkıştırılmış Çözücü Ekstraksiyonu

Basınç altında çözücü ekstraksiyon yöntemi, uygulanan klasik ekstraksiyon yöntemlerine alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu yöntemin klasik yöntemlere göre ekstraksiyon süresi, çözücü tüketimi, verim ve tekrarlanabilirlik gibi oldukça üstün avantajları bulunmaktadır. Yüksek basınç ve sıcaklıkta organik çözücülerin kullanılmasının amacı yöntemin etkinliğini arttırmaktır. Ekstraksiyon süresince basıncın artırılması ile kullanılan çözücü sürekli sıvı halde kalarak hızlı bir ekstraksiyon sağlarken, sıcaklığın artması ekstraksiyonun kinetiğini hızlandırmaktadır (34).

e) Katı-Faz Mikro Ekstraksiyon

Katı-faz mikroekstraksiyon (SPME) yöntemi 1989 yılında Pawliszyn ve arkadaşları tarafından bulunmuştur. Bu yöntem örnek hazırlama aşamasına hızlı, başarılı bir yaklaşım getirmiştir. SPME tekniği ile çözücü içermeyen ekstraksiyon işlemleri tek bir aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle ekstraksiyon süresi, maliyeti gibi önemli kazanımlar sağlanmıştır. SPME tekniği GC veya GC-MS gibi başka

tekniklerle ile birlikte çevre, gıda ve biyoloji örneklerindeki uçucu ve yarı uçucu organik bileşiklerin tanısında sıkça kullanılmaktadır (42-45).

f) Çok Yönlü/Subuharı Ekstraksiyon Yöntemleri (SDE)

1964 yılında Likens ve Nickerson'ın geliştirmiş olduğu yöntemde ekstraksiyon amaçlı su kullanılmakta ve ekstraksiyon döngü içinde zamana bağlı yapılmaktadır. Bu yöntem Clevenger düzeneği olarak da bilinmektedir. Uygulanan bu yöntemin çalışma prensibine göre örnek SDE balonu içine su ile birlikte konularak geri soğutucu altında yaklaşık 3 saat süreyle ısıtılmaktadır. Uçucular, su buharıyla sürüklenerek soğutucuda yoğunlaştıktan sonra toplama kısmında faz oluşturarak birikirler (46-48).

4.2.3.5. Mekanik Yöntemler

Uçucu yağ eldesinde, kullanılan tekniğe bağlı bozulmalar söz konusu olabilir (limon esansı, bergamot esansı gibi). Söz konusu uçucu yağların eldesinde sıkma ya da benzeri mekanik yolların kullanımı tercih edilmektedir. Limon esansı eldesinde meyve, keskin bıçakları bulunan kaptan (kase) dönerek uçucu yağ taşıyan salgı cepleri parçalanır. Bitki bünyesinde bulunan su ile birlikte uçucu yağ damlaları süzülerek diğer kaptan toplanır. Bu yöntem "kâse yöntemi" olarak bilinmektedir. Ayrıca narenciye kabuklarının sünger arasında sıkılarak çıkan uçucu yağın sünger tarafından emilmesi ve sonrasında süngerin sıkılarak uçucu yağın su yüzeyinde olacak şekilde eldesi sağlanır.

4.2.3.6. Anfloraj Yöntemi

Çoğunlukla taze bitki parçalarının (örneğin petallerin) taşıdığı uçucu yağ o kadar azdır ki yağ yukarıdaki bahsettiğimiz yöntemlerle elde edilemeyebilir. Bu gibi uçucu yağların elde edilmesinde kokusuz, yumuşak bir sabit yağ karışımı, ince bir yüzeye ya da cam levha üzerine yayılır. Petaller bu yağ üzerine serilir ve birkaç saat bekletilir sonra bu petaller alınarak yeniden bir miktar petal serilir. Yağ yeterli olacak kadar kokulu madde absorbe edince, bulunduğu yüzeyden kazınıp uçucu yağ sulu etanol ile karıştırılır. Ardından çözücü vakumda uzaklaştırılır ve uçucu yağ elde edilmiş olur. Bu yöntem 'anfloraj' adı verilir. Eskiden parfüm ve pomat hazırlanmasında çoğunlukla bu yöntem kullanılmaktaydı.

Anfloraj da bir tür distilasyon yöntemidir. Ancak bu izotermik bir distilasyondur. Su, su buharı ve buhar distilasyonlarında distilasyonun başladığı yerde yani kazanda

sıcaklık yüksek, distilatın toplandığı kaptaki ise sıcaklık düşüktür. Bu tip distilasyona "anizotermik distilasyon" adı verilmektedir. Anfloraj yönteminde ise distilasyonun başladığı petallerin bulunduğu yerin sıcaklığı ile distilatın toplandığı sabit yağ tabakasının sıcaklığı arasında fark yoktur. Bu nedenle bu tip distilasyona "izotermik distilasyon" adı verilmektedir.

4.2.3.7. Tüketme Yöntemi

Uçucu yağ içeren bitki parçalarının sabit yağ karışımı içinde ısıtmak suretiyle kokulu maddeleri tüketmeye de anfloraj yöntemi denilmektedir. Ancak bu bir distilasyon değil, bir tüketme yöntemidir.

Bitkilerdeki kokulu maddeleri çekmek için kullanılan tüketme yöntemleri, distilasyon yöntemleri yanında, ayrı bir öneme sahiptir. Parfümeri endüstrisinde kullanılan modern uçucu yağ elde etme yöntemi olarak *n*-hekzan, petrol eteri ve benzen gibi apolar özellikte uçucu çözücülerle tüketimle esasına dayanır. Tüketme yönteminin avantajı, işlem sırasında ısının belirli bir derecede (çoğu kez 50°C'de) sabit tutulabilmesidir. Bu yöntemle elde edilen uçucu yağın kokusu doğal kokusuna daha fazla benzer ve yüksek ısı nedeniyle bozulan kimyasal maddelerle karışmaz. Parfümeri endüstrisi için çok önemlidir, fakat tüketme yöntemi daha pahalıya mal olduğundan ancak ticarete değeri yüksek olan uçucu yağlar için uygulanmaktadır. Distilasyon yöntemi tüketme yöntemine oranla ucuz bir metottur.

Tüketmek için ya devamlı tüketme yapan cihazlar tercih edilir veya tüketme kazanlarından ve vakum distilasyon ünitelerinden yararlanılabilir. Sürekli tüketme cihazlarında buharlaşan çözücü, uçucu yağ taşıyan dropla bir süre birlikte bırakıldığında, kokulu maddelerle beraber bitkinin yapısındaki lipidleri ve bazı renk maddelerini de tüketir. Aynı cihaz ile bu çözelti vakumda yoğunlaştırılarak bir ekstre elde edilir. Taze meyvelerden elde edilmiş sabit yağ ve mum karışımı ekstreya 'konkret', kurutulmuş bitkilerden elde edilen ekstrele ise 'rezinoit' adı verilmektedir (28).

4.2.4. Türkiye'de Uçucu Yağ Sanayii

Uçucu yağ sanayii Türkiye'de fazla gelişmemiştir. Fakat Akdeniz Bölgesi'nde gül ve lavanta gibi bitkilerden uçucu yağ elde etmek için küçük işletmeli konkret tesisleri mevcuttur. Bazı meyvesuyu tesislerinde portakal esansı elde edildiği bilinmektedir.

Türkiyede ilkel yöntemler ve su buharı distilasyonu ile nane, kekik, dağ elması gibi kaynaklardan uçucu yağlar elde edilmektedir. Bununla birlikte Antalya ve Alanya yöresinde hâlihazırda işletmede olan yasemin konkriti üreten tesisler ise sonradan kapatılmıştır. Fakat son yıllarda bazı kokulu bitkilerin kültür yetiştiriciliğine de başlanmıştır (34).

4.2.5. Uçucu Yağ Saklama Yöntemleri

Bitkilerden elde edilen taze uçucu yağlar renksizdirler. Fakat uzun süre bekletildiklerinde ve özellikle hava ve gün ışığına maruz kaldıklarında çok kolay oksitlenerek reçineleşebilirler ve renkleri koyulaşabilir. Bu nedenle uçucu yağlar üretildikten sonra soğuk ve nemsiz ortamda, iyi kapaklı renkli şişelerde saklanmalıdır.

4.2.6. Uçucu Yağların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Uçucu yağlar çoğunlukla renksizdir. Fakat kimyasal içeriği nedeniyle kırmızı ve mavi renkli uçucu yağlara da rastlanmıştır. Karanfil ve tarçından elde edilen uçucu yağlar kırmızı, papatyadan elde edilen uçucu yağ ise mavi renktedir.

Uçucu yağlar fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşimleri açısından büyük farklılıklar gösterdikleri bilinmektedir. Genellikle sıvıdırlar, soğukta donarlar (anason esansı 15-19°C de donar) ve karakteristik hoş kokuluları bulunmaktadır. Kırılma indeksleri optikçe aktiflik değerleri oldukça spesifik olup uçucu yağın tanınmasında oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kırılma indeksi ve optikçe aktiflik değişimleri, uçucu yağ saflığının bozulduğunu gösterir. Optikçe aktiflik değerinden bileşiklerin doğal ya da sentez yoluyla elde edilip edilmediğini saptama olanağı vardır. Örneğin doğal mentol levojiir olduğu halde yapay olanı genellikle, rasemiktir; doğal kâfur dekstrojiir, yapay kâfur ise rasemiktir.

Uçucu yağlar su ile karışmayan ürünler olmasına rağmen kokularının suya geçmesine yetecek oranda kısmi olarak suda çözünebilirler. Bu nedenle aromatik sular, uçucu yağların suda çözünme özelliklerine göre hazırlanmaktadır.

Uçucu yağlar eter, petrol eteri, benzen ve kısmen etanol gibi organik çözücülerde çözünürler. Uçucu yağların sulu etanolde çözünebilme özelliği sabit yağlardan ayıran özelliklerdendir ve belirli sıcaklıklarda etanolde çözünürlük oranı uçucu yağların saflık kontrolünde kullanılan kriterlerden biridir. Uçucu yağların hacimsel olarak kaç katı

etanolde çözünürlüğü farmakopelerde belirtilmiştir. Örneğin, *Oleum eucalypti* 5 hacim %70'lik etanolde, *Oleum foeniculi* 8 hacim %80'lik ve 1 hacim % 90'lık etanolde çözünmektedir (34).

Uçucu yağların yoğunluğu sudan hafif olmakla birlikte, bazı uçucu yağların yoğunluğu suyunkinden büyüktür. Eczacılık alanında kullanılmakta olan uçucu yağların yoğunluğu 0.8-1.3 arasında değişmektedir.

Uçucu yağ ve sabit yağlar arasında kimyasal bileşen ve fiziksel özellikleri bakımından oldukça önemli farklılıklar vardır. Uçucu yağlar su buharı ile sürüklenabilir ve süzgeç kağıdı üzerinde leke bırakmazlar. Sabit yağlar ise su buharıyla sürüklenmez ve süzgeç kâğıdına damlatıldığında kalıcı leke bırakırlar. Ayrıca sabit yağlar alkolde çözünmezler ve yağ asidi-gliserol esteri yapısında trigliserid bileşikleridir. Uçucu yağlar ise terpen ve terpenoid yapılı bileşenlerdir. Işık ve hava ortamında zamanla oksitlenir ve reçineleşirler.

Uçucu yağlar çok sayıda terpenik ve diğer organik bileşik karışımından oluşmuştur. Bu nedenle kimyasal yapı bakımından büyük farklılıklar gösterirler. Uçucu yağlarda hidrokarbon, alkol, keton, aldehit, ester, eter, yağ asidi gibi organik bileşikler birlikte rastlanabildiği gibi bazı uçucu yağlar oldukça yüksek oranda birkaç ana bileşenlerden oluşmaktadır. Örneğin, okaliptüs uçucu yağında %80 okaliptol, karanfil yağında %85 fenolik maddeler ve ojenol, hardal yağında ise %93 alil izotiyosiyanat bulunmaktadır.

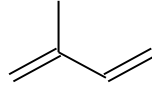
4.2.7. Uçucu Yağlarda Bulunan Maddeler

Uçucu yağların büyük çoğunluğu terpen ve terpenoid bileşiklerinden oluşmaktadır. Uçucu yağda aromatik yapılı bileşiklerde bulunmaktadır. Düz zincirli hidrokarbon, aldehit ve ester içerikli uçucu yağlar, kısmen kokusuz veya karakteristik kokuya sahiptirler. Uçucu yağ da azot, kükürt içeren doğal bileşiklerde bulunmaktadır. Uçucu yağda bulunan bileşikler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir;

1. Terpen ve terpenoid bileşikleri,
2. Aromatik bileşikleri,
3. Hidrokarbon, aldehit ve ester bileşikleri,
4. Azot ve kükürt taşıyan bileşikler.

4.2.7.1. Terpen ve Terpenoidler

"Terpenler" $(C_5H_8)_n$ formülüne sahip hidrokarbon bileşikleridir. Terpenlerin oksijenli türevleri, bitkisel uçucu yağların belli başlı bileşiklerini oluştururlar ve terpenoid olarak adlandırılmaktadır. Monoterpen bileşiği iki izopren molekülünün kondenzasyonu ile meydana gelmiştir ve $C_{10}H_{16}$ formülü ile gösterilmektedir (34).



İzopren

4.2.7.2. Terpen ve Terpenoidlerin Sınıflandırılması

İki izopren molekülünden oluşan on karbonlu terpenlere monoterpen adı verilmektedir. Bu isimlendirmeye göre izopren hemiterpen adını alır; 15 karbonlu terpenik bileşikler seskiterpen olarak bilinir. 20 Karbonlu bileşikler diterpen, 25 karbonlular sesterterpen, 30 karbonlular triterpen ve çok sayıda izoprenin kondanzasyonu ile meydana gelen terpenler ise "politerpen" olarak adlandırılmaktadır.

C_5H_8 Hemiterpen

$C_{10}H_{16}$ Monoterpen

$C_{15}H_{24}$ Seskiterpen

$C_{20}H_{32}$ Diterpen

$C_{25}H_{37}$ Sesterterpen

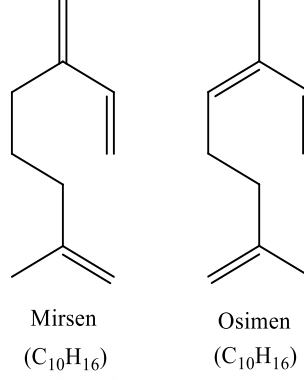
$C_{30}H_{48}$ Triterpen

$C_{40}H_{64}$ Tertraterpen

$(C_5H_8)_n$ Politerpen

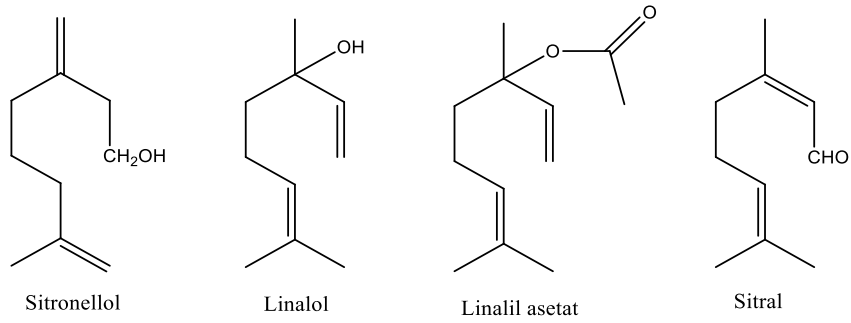
Uçucu yağlarda monoterpen ve seskiterpen ağırlıklı hidrokarbon bileşenlerine rastlanmaktadır. Bu tür bileşikler oldukça uçucu karakterde olan maddelerdir. Diterpen, triterpen ve politerpenler ise uçucu olmayan hidrokarbon bileşikleridir ve bitkilerde uçucu yağ içinde çözülmüş olarak bulunabilirler. Fakat diterpen ve triterpen gibi bileşikler su buharı ile sürüklenemediklerinden uçucu yağ eldesinde yağa geçemezler.

Monoterpenler asiklik, monosiklik ve bisiklik yapıda olabilirler. Açık yapılı monoterpenler 2,6-dimetiloktan iskelet yapısında 2 tane isopren ünitesi içeren ve 3 çifte bağ bulunduran bileşiklerdir (Şekil 3).



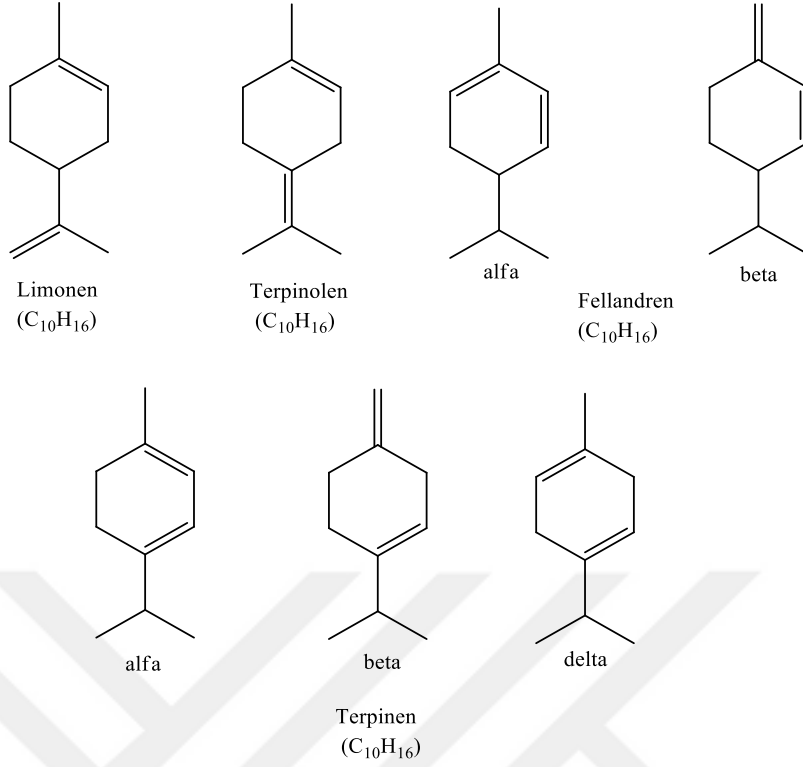
Şekil 3. Mirsen ve osimen

Asiklik monoterpenlerin oksijenli türevleri primer alkol, tersiyer alkol, ester ve aldehit grupları bulunan terpenoid yapıları bileşiklerdir. Bu bileşikler monoetenik ya da dietilenik olabilirler (Şekil 4).



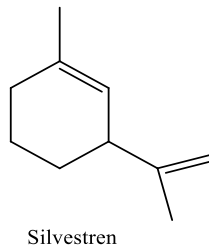
Şekil 4. Sitronellol, linalol, linalil asetat ve sitral

Monosiklik monoterpenler ise çoğunlukla, *p*-mentan iskeleti taşırlar (Şekil 5).



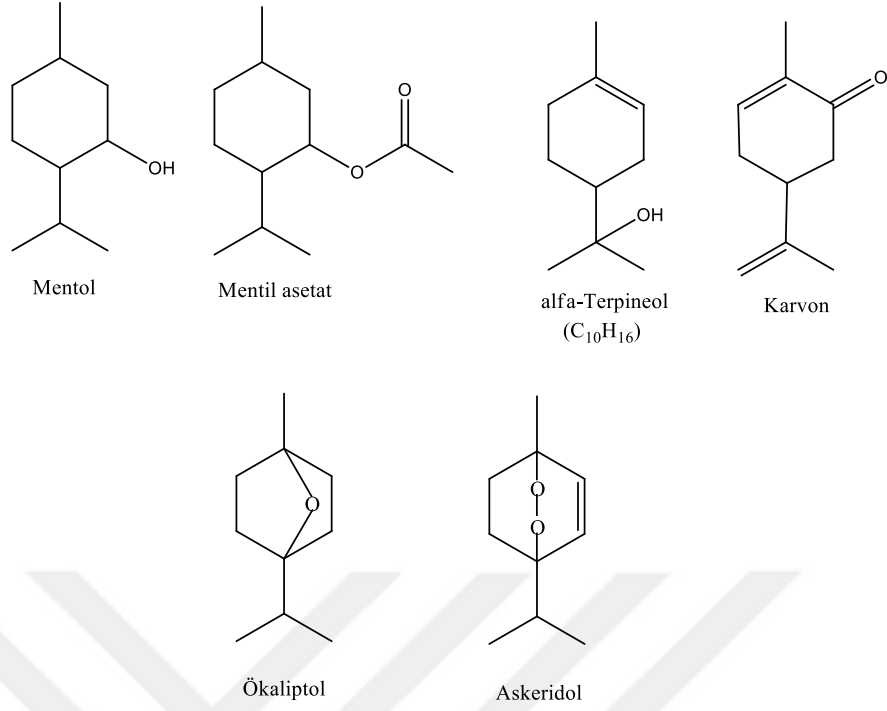
Şekil 5. Bazı monosiklik monoterpenler

m-Mentan türevi monosiklik monoterpenlerde vardır. İsveç ve Rusya terebentin esanslarında bulunan silvestren, bu yapıda bir maddedir (Şekil 6).



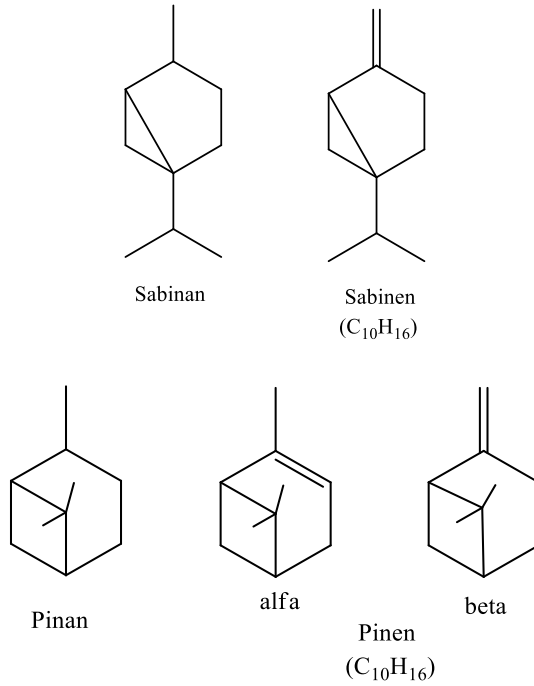
Şekil 6. Silvestren

Monosiklik monoterpenlerin oksijenli türevleri alkol, keton, ester, epoksit ve peroksit grupları taşıyabilir. Bu bileşikler monoetilenik, dietilenik veya doymuş yapıları olabilirler (Şekil 7).



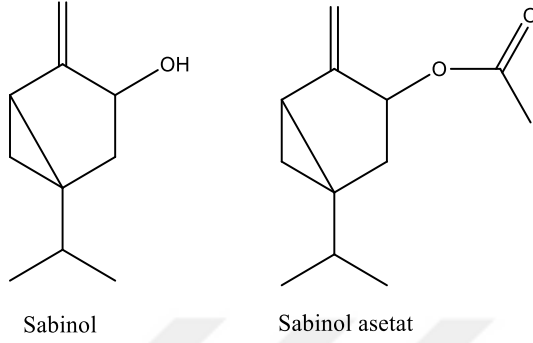
Şekil 7. Bazı monosiklik monoterpenlerin oksijenli türevleri

Bisiklik monoterpenler sabinan, karan, pinan veya kamfan iskeletinden türemişlerdir ve 1 çift bağ taşıyabilmektedirler (Şekil 8).



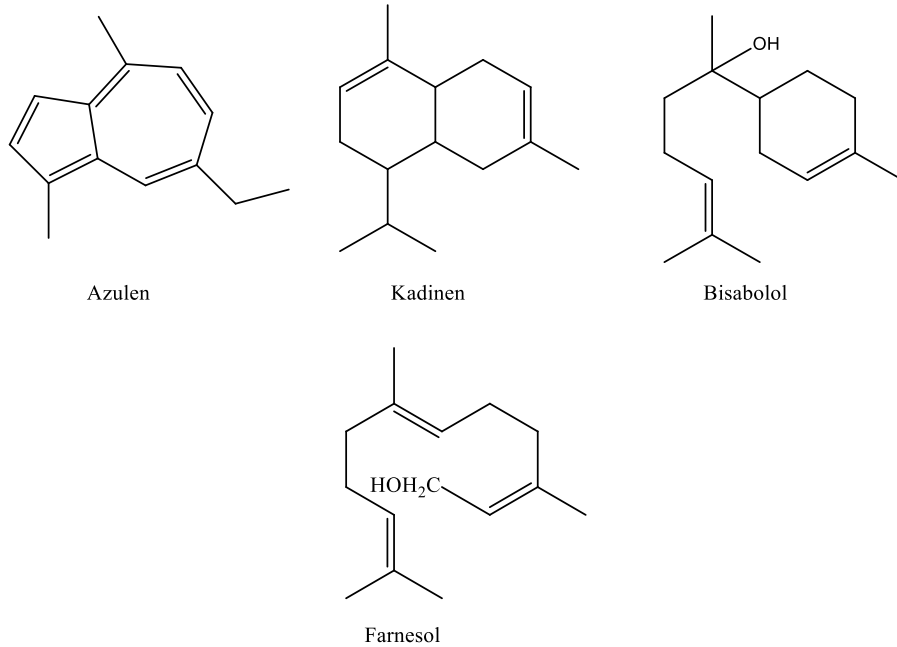
Şekil 8. Bisiklik monoterpenler

Bisiklik monoterpenlerin oksijenli türevlerinde sekonder alkol, ester ya da keton grupları bulunmaktadır. Bu bileşikler monoetilenik veya doymuş olabilmektedir (Şekil 9).



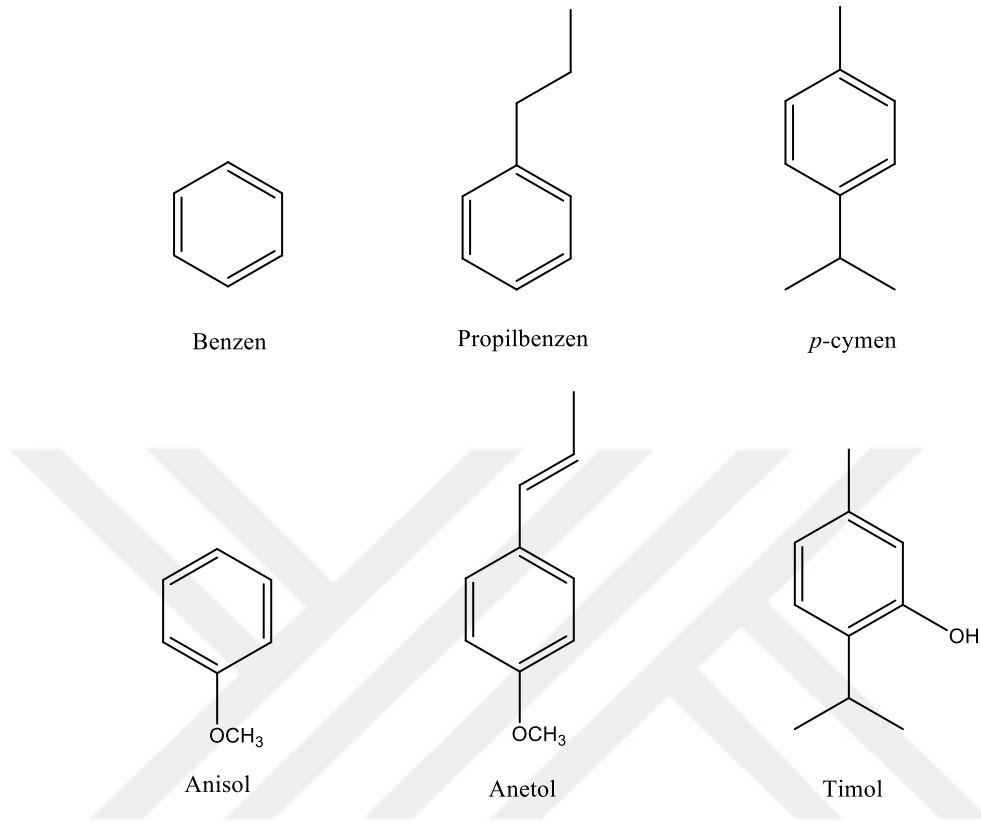
Şekil 9. Bazı bisiklik monoterpenlerin oksijenli türevleri

Seskiterpenler 15 karbonlu bileşiklerdir. Bunların da asiklik, monosiklik, bisiklik yapıları ve oksijenli türevleri bulunmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Azulen, kadinen, bisabolol ve farnesol

Uçucu yağlarda bulunan aromatik maddeler ya benzen ya propil benzen veya *p*-simen yapısında bileşiklerdir (Şekil 11).



Şekil 11. Benzen, propil benzen, *p*-simen, anisol, anetol ve timol

Uçucu yağda terpenik ve aromatik bileşiklerin oksijensiz veya oksijenli türevleri karışım halinde bulunmaktadır. Oksijensiz terpenik bileşikler çoğunlukla daha uçucudurlar ve uçucu yağ oldukça düşük derecelerde soğutulsa bile hala sıvı halde kalırlar. Daha az uçucu olan oksijenli türevler ise uçucu yağ soğutulduğunda çökerek ayrılabilir. Bazı çöken uçucu yağlarda doymuş hidrokarbonlarda bulunabilir. Uçucu yağların soğutulduğunda çöken kısmına "stearopten" ve sıvı halde kalan kısma ise "elaopten" adı verilmektedir. Uçucu yağlara fraksiyonlu distilasyon uygulandığı zaman da ilk ayrılan kısımlar, elaoptenden oluşan bileşiklerdir. Uçucu yağlardan Al_2O_3 kolonundan *n*-pentan ile elue edilerek hidrokarbon bileşenleri ayırmak mümkündür. Geriye kalan oksijenli türevler, kolondan etilasetat ile elüe edilip alınabilmektedir. Uçucu yağa kendine özgü kokusunu, tadını ve terapötik özelliğini veren bileşikler terpenoid yapılı bileşiklerdir. Oksitlenmiş terpen türevi bileşiklerin farmakognozi yönünden en önemli bileşik sınıfını oluşturduğu bilinmektedir ve droglar

sınıflandırılırken, uçucu yağlarda bulunan oksijenli bileşikler esas alınarak yapıldığı belirtilmiştir.

4.2.8. Uçucu Yağ Tespit Yöntemleri

Uçucu yağ tayinlerinde kesilerde ve drog tozlarında Sudan III boyası kullanılmaktadır. Bu boya sabit yağ gibi uçucu yağlarda da turuncu bir renk oluşturmaktadır. Turuncu renge boyanmış olarak görülen damlacıkların uçucu yağ mı veya sabit yağ mı olduğunu anlamak için kesiler ya bir süre ısıtılır ya da sulu etanol ile yıkanır. Her iki durumda da yağ damlacıkları kaybolursa bunların uçucu yağ, kaybolmadan kalıyorsa sabit yağa ait olduğu kalitatif olarak anlaşılmaktadır.

4.2.9. Kromatografik Yöntemler

Kromatografi, bir karışımda bulunan bileşenlerin sabit yüzeylerdeki tutunma hızlarından faydalanılarak birbirinden ayrılmasını sağlayan ve bu sayede kalitatif ve kantitatif analizlerin yapıldığı yöntemlerin genel adıdır. Bu yöntemle, birbirine hem kimyasal hem de fiziksel olarak çok benzeyen karışımları ayırmak oldukça kolaydır ve kısa zamanda gerçekleşir.

Kromatografide sabit faz, bir katı destek yüzeyine kaplanmıştır. Sabit fazın üzerinden hareketli faz sıvı veya gaz geçmektedir. Hareketli fazın sıvı olduğu kromatografi çeşidine sıvı kromatografisi; hareketli fazın gaz olduğu kromatografi çeşidine de gaz kromatografisi denir.

Kromatografi'nin sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

1. Ayrılma Mekanizmalarına göre;

Adsorbsiyon Kromatografisi

Partisyon Kromatografisi

İyon Değiştirme Kromatografisi

Jel Filtrasyon Kromatografisi

İyon Çifti Kromatografisi

Afinite Kromatografisi

2. Faz tiplerine göre;

Sıvı Kromatografisi

Sıvı-Katı Kromatografisi

Sıvı-Sıvı Kromatografisi

Gaz Kromatografisi

Gaz-Katı Kromatografisi

3. Uygulama biçimine göre;

Düzlemsel Kromatografi

Kâğıt Kromatografisi

İnce Tabaka Kromatografisi

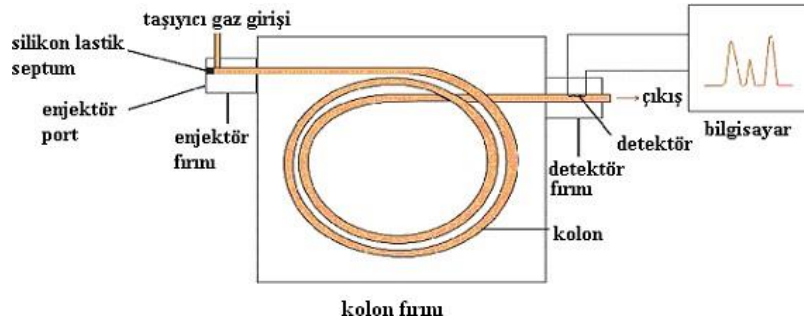
Kolon Kromatografisi

Gaz Kromatografisi (GC)

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC)

4.2.9.1. Gaz Kromatografisi

Gaz kromatografisi, uçucu organik bileşikleri ayırmak için kullanılan kromatografik bir yöntemdir. Bir taşıyıcı gaz kaynağı, bir enjeksiyon portu, sabit faz içeren ayırma kolonu, bir dedektör, kayıt edici ve yazıcıdan oluşan bölümleri içermektedir. Genel bir gaz kromatografi cihazı Şekil 12’ de gösterilmiştir.



Şekil 12. Gaz kromatografi sistemi

Kolon boyunca numuneyi yürütmek için hareketli faz olarak helyum ya da azot gibi inert gazlar taşıyıcı gaz olarak kullanılırlar. Gaz akış hızını ölçmek için genellikle basınç ölçerler kullanılır. Gaz kromatografisinde (GC) kullanılan en yaygın form kapiler gaz kromatografisidir (CGC). Çoğu kapiler kolonlar dışı polimidle çevrili eritilmiş silikadan yapılmıştır ve oldukça esnek bir yapıya sahiptirler. Bu sebeble çok uzun bir kolon küçük bir bobin halinde sarılabilir. Organik bileşikler kolonda hareketli faz ve sabit faz arasında farklı dağıldıklarından dolayı ayrılırlar. GC kolonlarında en yaygın sabit fazlar polisiloksanlardır. En apolar sabit faz ise polidimetilsiloksandır. Çok polar analitler için polietilen glikol yaygın bir şekilde sabit faz olarak kullanılmaktadır (34).

a) Taşıyıcı gaz, enjekte edilen maddeyi kolon boyunca taşır. Genellikle kullanılan taşıyıcı gazlar He, Ar, ve N₂ dir. Taşıyıcı gazın seçimi kullanılan dedektöre bağlıdır. Asıl görevi, safsızlıkları uzaklaştırmak için kullanılan elek olmasıdır. Hidrojen gazı FID dedektörü için yakma amacıyla kullanılmaktadır ve aynı zamanda iyi bir taşıyıcı gazdır, fakat analit ile reaksiyona girip yeni maddeler oluşturabileceğinden çok fazla tercih edilmez. Bu nedenle genellikle Helyum ve Azot gibi inert taşıyıcı gazlar kullanılmaktadır.

b) Enjeksiyon kısmı kolonun ve cihazın en üstünde ve ucunda lastik bir septum bulunan küçük bir odacıktır. Enjeksiyon kısmının sıcaklığı maddeyi buharlaştırabilecek sıcaklıkta olmalıdır, daha yüksek sıcaklıklara çıkarsa bileşiklerin aşırı sıcaklıktan bozunması söz konusudur. Enjeksiyon bölmesi iki farklı split ve splitless modda çalışmaktadır. Split mod kolonun kirlenmesini önler. Derişik numuneler için split mod tercih edilir ve bu mod sayesinde daha düzgün kromatogramlar elde edilebilir. Splitless mod da ise, enjekte edilen maddenin tamamı kullanıldığından numune miktarı az olduğunda yani seyreltik numuneler için bu mod tercih edilmektedir.

c) Gaz kromatografisinde kullanılan iki çeşit kolon vardır. Bunlar dolgulu kolonlar ve kapiler kolonlardır. Günümüzde kullanılan dolgulu kolonlar, cam, paslanmaz çelik, bakır veya teflon gibi malzemelerden üretilmektedir. Kolonlar 2-3 m uzunluğunda ve 2-4 mm çapındadırlar. Kapiler kolonlar ise, duvar kaplı kapiler kolonlar (WCOT) ve destek kaplı kapiler kolonlar (SCOT) olmak üzere iki çeşidi olup, dolgulu kolonlara göre daha kullanışlı ve ayırma gücü yüksek ve verimlidir. Ayrıca bu kolonların avantajları, fiziksel dayanıklılık, numune bileşenlerine karşı inertlik ve

yüksek esnekliğe sahip olmalarıdır. Kolonun optimum sıcaklığı maddenin kaynama noktasına bağlıdır. Düşük sıcaklıklar iyi çözünürlük sağlar, fakat alıkonma zamanını artırır (34).

d) Kromatografik kolonla elde edilen kromatogramdaki herbir pikin tanımlanması dedektör sayesinde yapılmaktadır. Kullanılacak dedektörde stabilite, hassasiyet, hızlilik, aynı derecede tekrarlanabilen sonuç olması en önemli özelliklerdendir. Gaz kromatografisinde çok sayıda dedektör kullanılmaktadır ve bunlardan bazıları;

- ✓ İnfrared Analiz Cihazı (FT-IR)
- ✓ Yüzey Potansiyeli Detektörü
- ✓ Kütle Spektrometresi (GC-MS)
- ✓ Deşarj Detektörü
- ✓ Alev İyonizasyon Detektörü (FID)
- ✓ Beta Işını İyonizasyonu Detektörü (Elektron Yakalama Dedektörü (ECD))
- ✓ Termal İletkenlik Dedektörü (TCD)
- ✓ Nitrojen Fosfor Dedektörü (NPD)'dür

Bazı dedektör türlerinin kullanılabilir örnekleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Dedektör tiplerinin uygulanabilir örnekleri

Dedektör Tipi	Uygulanabilir Örnekler
Termal iletkenlik (TCD)	Evrensel
Alev iyonizasyon (FID)	Hidrokarbonlar
Nitrojen fosfor (NPD)	N, P içeren örnekler
Elektron yakalama (ECD)	Halojenli hidrokarbonlar
Atomik emisyon (AED)	Element seçici
Fotoiyonizasyon (PID)	Gaz ve buhar bileşikler
Kütle spektrometre (MSD)	Ayarlanabilir örnek

4.2.10. Gravimetrik Yöntem

Gravimetrik yöntemde uçucu yağ su buharı distilasyonu ile ayrılır ve su-yağ karışımından oluşan distilat, tuz ile doymun hale getirildikten sonra *n*-pentan veya *n*-

hekzan ile ekstre edilir. Ekstre çözücüsü tartılmış bir balonda uçurularak tartılır ve tartım farkından uçucu yağın ağırlık/ağırlık miktarı % olarak hesaplanabilmektedir.

4.2.11. Uçucu Yağların Kullanım Alanları

Halk ilâcı olarak ve eczacılıkta uçucu yağ içeren drogların bir kısmı ham drog halinde kullanılırken birçok ham drog da toz edilip baharat olarak tüketilmektedir. Buna karşılık ilâç hammaddesi olarak kullanılan bitkiden çıkarılmış olan uçucu yağdır. Eczacılıkta kullanılan uçucu yağlar, drog içerisinde çoğunlukla lezzet ve koku değiştirici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca uçucu yağların tedavi edici etkilerinde olduğu bilinmektedir. Uçucu yağlar biyolojik anlamda antiseptik ve antibiyotik etkiye sahiptirler. Bu nedenle uçucu yağların bazıları solunum antiseptiği (okaliptüs yağı), diüretik ve üriner antiseptik (ardıç esansı) olarak kullanılır. Bazı uçucu yağlar fungusit etkisi nedeniyle bazı mantar hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (kekik yağı). Barsak parazitlerine karşı kullanılan uçucu yağlar da bilinmektedir (kenopod esansı). Nane yağı gibi uçucu yağların bazıları mide salgısını artırır. Anason yağı karminatif, papatya yağı antienflamatuar etkiye sahiptirler. Sabin yağının emenagog etkisi bulunmaktadır. Uçucu yağların birçoğu ise toksik etkiye sahiptirler. Lipitlerde çözünmeleri sonucu hücre içine girerek plazmayı bloke ettikleri için uçucu yağlar toksik etki gösterir. Mukozayı tahriş edip, sinir sistemini uyuşturucu etkileri gözlemlenmiştir. Uçucu yağlar çoklu bileşenden oluştuğu bilinmektedir, bu sebeble aynı uçucu yağın değişik amaçlarla kullanılması da mümkündür. Günümüzde uçucu yağlar yerine, daha çok terpenik veya aromatik etken madde içerikleri ilâç olarak kullanılmaktadır. Etken maddeler bitkilerin stearopten kısmında bulunmaktadır.

Türk Farmakopesi'nde sadece bir uçucu yağ ve bir konkret yazılıdır: *Oleum anisi* ve *Etheroleum chenopodii*. Buna karşılık, kâfur, mentol, santonin ve timol olmak üzere 4 tane uçucu yağ etken maddesi bulunmaktadır. Ayrıca iki tane kokulu su, *Aqua aurantii floris* ve *Aqua menthae piperitae* de Türk Farmakopesi'nde yer almaktadır. Bununla beraber ilâç yapımında, gerek koku verici ve tat değiştirici gerekse ilâç hammaddesi olarak daha başka birçok uçucu yağ veya terpenik madde kullanılmaktadır. Bunlardan başka birçok uçucu yağdan veya uçucu yağ taşıyan drogtan Anadolu'da halk ilâcı olarak da yararlanılmaktadır.

Uçucu yağların büyük bir kısmı kozmetik sektörde (gül yağı, lavanta esansı), bir kısmı da gıda sanayinde lezzet verici olarak kullanılır (gül yağı, lavanta esansı). Baharat uçucu yağları besinlere tat ve koku dışında, koruyucu bir etki de vermektedir. Baharatlarda biyolojik etkinin uçucu yağdan ileri geldiği ve uçucu yağların antiseptik etkisi sayesinde bakterilerin üremesini yavaşlattığı bilinmektedir. Böylece gıda maddelerinin bozunması önlenmiş olur. Uçucu yağlar boya sanayisinde çözücü olarak, madencilikte ise maden filizlerini yüzdürerek saflaştırmada kullanılmaktadır.

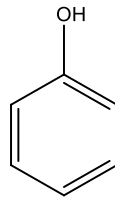
Uçucu yağlardan elde edilen bazı bileşikler, ilaç hammaddesi veya koku verici bileşiklerin yarı sentez yoluyla sentezlerinde de hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Örneğin kâfur, pinenden; vanilin, öjenolden yarısentetik yolakla sentezlenmektedir (34-35).

4.3. Fenolik Bileşikler

Sayıları gün geçtikçe artan fenolik bileşiklerin 10.000'den fazla olduğu bilinmektedir. Aromatik halkaların sayısına bağlı olarak fenolik bileşikler üç büyük gruba ayrılmıştır ve gruplar aromatik halkaya birleşmiş olan karbon atomlarının sayısına göre yapılmaktadır. Bunlar; halkalı fenolikler, iki aromatik halkalı fenolikler ve polifenolik bileşiklerdir (8-27, 49).

4.3.1. Basit Fenoller (C₆)

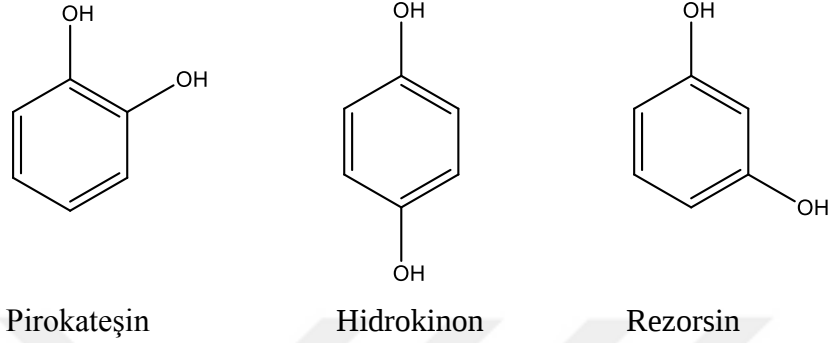
En az bir aromatik halkaya sahip, bir veya daha fazla hidroksil (-OH) grubu taşıyan oksijenli aromatik bileşiklerden olan, organik ve kristal yapıda maddeler basit fenoller grubunu oluşturur (Şekil 13) (49).



Fenol

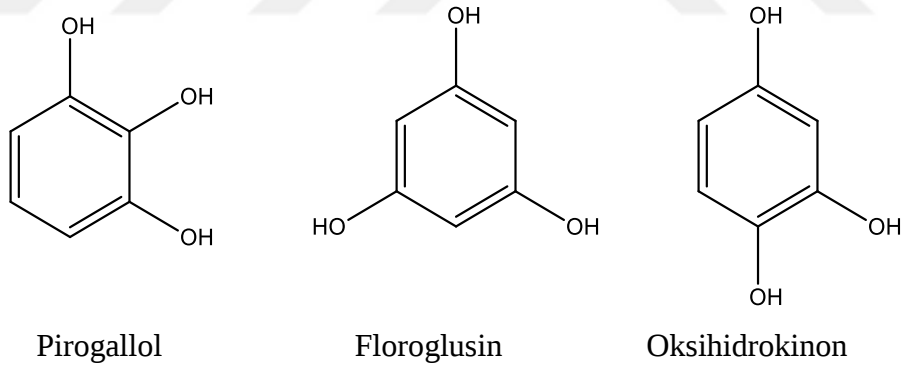
Şekil 13. Fenol

Renksiz olup, hava ile temas ettikleri zaman kırmızıya dönüşürler. Suda orta derecede alkol, eter gibi organik çözücülerde iyi çözünürler. Pirokateşin, hidrokinon ve rezorsin yapısında iki -OH grubu içeren basit fenol bileşikleridir (Şekil 14).



Şekil 14. Pirokateşin, hidrokinon ve rezorsin

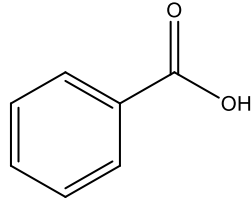
Pirogallol, floroglusin ve oksihidrokinon yapısında üç adet -OH içeren basit fenol bileşikleridir (Şekil 15).



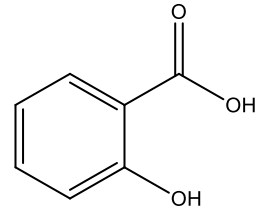
Şekil 15. Pirogallol, floroglusin ve oksihidrokinon

4.3.2. Fenolik Asitler (C₆-C₁)

Bitkilerin yapısında yaygın olarak bulunan fenolik asitler, benzoik asidin türevleridir. Benzoik asit; meyvelerde, bitkilerin köklerinde bulunur. İyi bir antiseptik madde olduğundan, benzoik asit antimikrobiyal ve antifungal etkiye sahiptirler. Tıpta salisilik asidin antiseptik bir madde olarak sıvı, tozlar, merhemler ve macunlar şeklinde kullanıldığı bilinmektedir (Şekil 16).



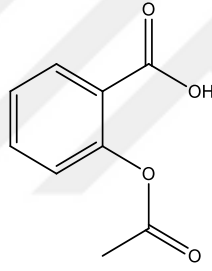
Benzoik asit



Salisilik asit

Şekil 16. Benzoik asit ve Salisilik asit

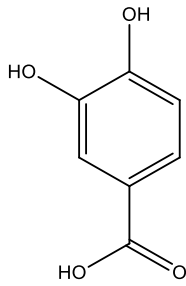
Salisik asit, asetik asit esteri (asetil salisilik asit) şeklinde, spiren (*Spiraea ulmaria*) bitkisinin çiçeklerinde bulunur. Bu maddenin tıpta “aspirin” adı altında sentetik üretimi yapılmaktadır (Şekil 17).



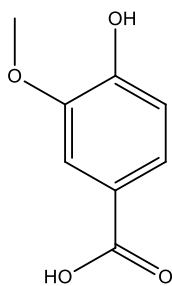
Asetilsalisilik asit

Şekil 17. Asetilsalisilik asit (Aspirin)

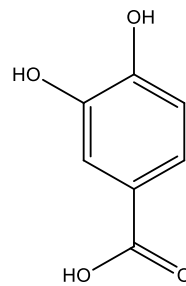
Yapısında iki ve daha çok -OH grubu bulunan fenolik asitler polihidroksibenzoik asitlerdir (Şekil 18).



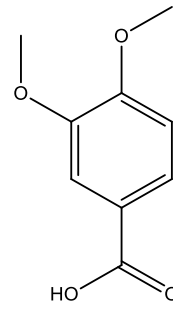
Protokateşik asit



Vanilik asit



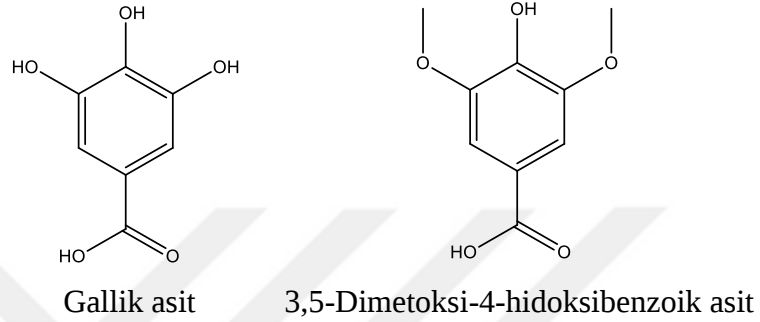
İzovanilik asit



Veratrik asit

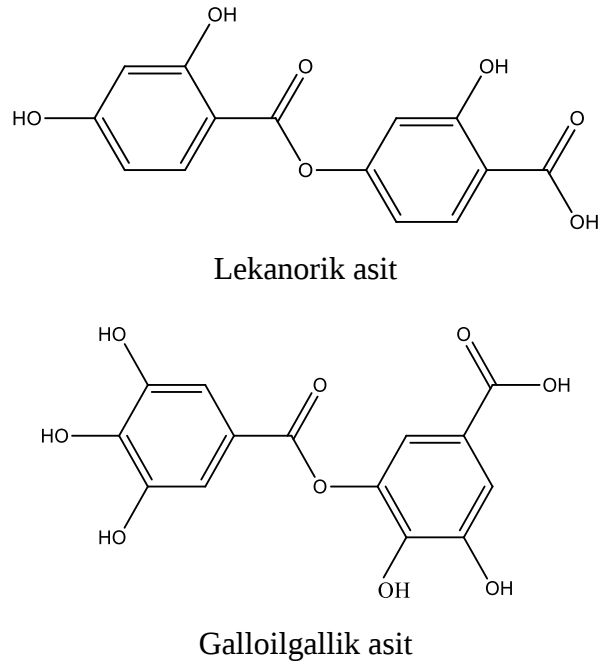
Şekil 18. Protokateşik asit, vanilik asit, izovanilik asit ve veratrik asit

Trioksibenzoik asit bitkilerin yapsında bulunur ve büyük bir kısmı çay yapraklarında, meşe kabuğunda, nar ağacının köklerinde gallik asite dönüşür. Antiseptik özelliği olan ve tıpta “dermatol” olarak bilinen ilaç da gallik asit ile bizmutik bazın ürünüdür. 3,5-Dimetoksi-4-oksibenzoik asit gallik asitin dimetil esteri olup, lignin yapısında bulunan birçok maddenin parçalanması sonucunda oluşur (Şekil 19).



Şekil 19. Gallik asit ve 3,5-dimetoksi-4-oksibenzoik asit

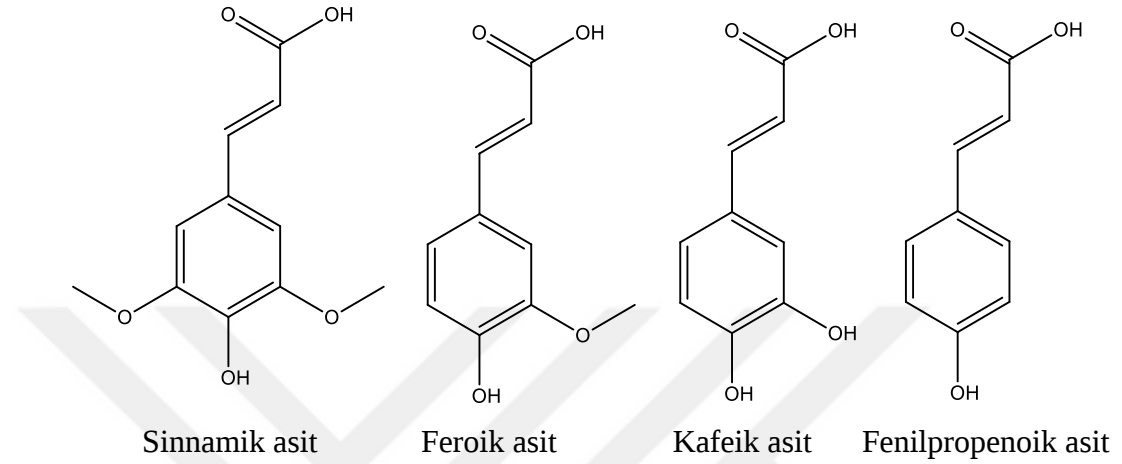
İki polioksidin birleşmesi sonucu oluşan kompleks esterleri de psidanlar olarak adlandırılmaktadır. Lekanorik asit ve galloilgallik asit ester bileşikleridir (Şekil 20).



Şekil 20. Lekanorik asit ve galloilgallik asit

4.3.3. Fenilpropanoidler (C₆-C₃)

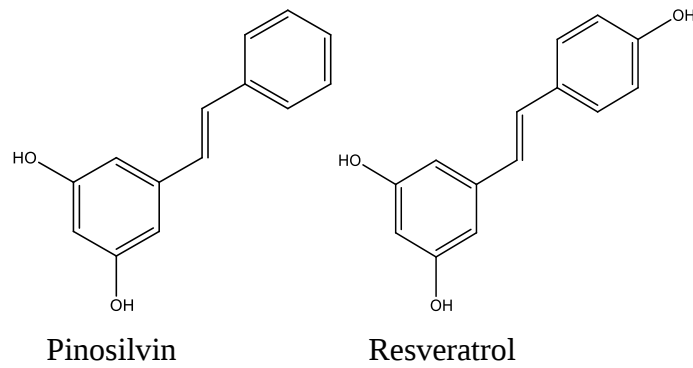
Fenil propanoidler (L-fenilpropanol asit, kafeik asit, ferulik asit ve sinnamik asit), farklı bitki gruplarında bulunan C₆-C₃ yapısında doğal bileşiklerdir (Şekil 21).



Şekil 21. Sinnamik asit, feroik asit, kafeik asit ve fenilpropenoik asit

4.3.4. Stilbenler (C₆-C₂-C₆)

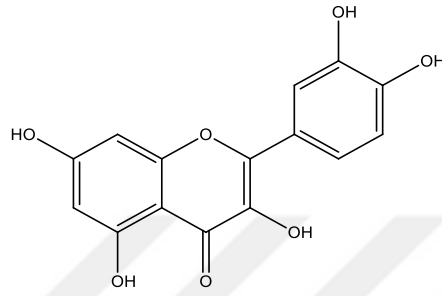
Bitkisel organik bileşiklerin çok geniş olmayan bir üyesi olan stilbenler, genelde değişik çam, ladin, okalıptus gibi ağaç türlerinin odun kısmında bulunmaktadır. Pinosilvin ve resveratrol bilinen stilben türevi bileşiklerdir (Şekil 22).



Şekil 22. Pinosilvin ve resveratrol

4.3.5. Flavonoitler (C₆-C₃-C₆)

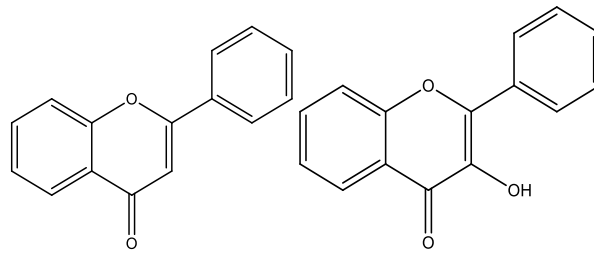
Fenolik bileşiklerin bir üyesi olan 15 C atomlu flavonoitler, Latince sarı anlamına gelen “flavus” sözcüğünden türetilerek flavonoit adını almıştır. Meşe ağacının bir türünün köklerinden izole edilen ilk flavonoit molekülü kersetin olarak adlandırılmıştır (Şekil 23).



Kersetin

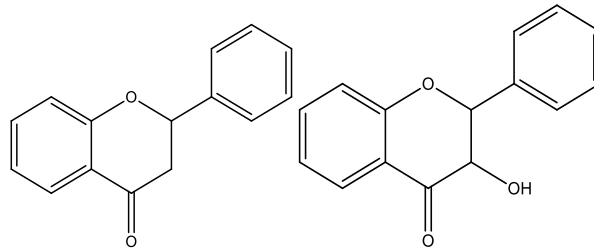
Şekil 23. Kersetin

Bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunan flavonoitler, bitkilerin ikincil metabolitleridir ve bitki aleminde oldukça yayındırlar (Şekil 24).



Flavon

Flavanol



Flavanon

Dihydroflavanol

Şekil 24. Flavon, flavanol, flavanon ve dihidroflavanol

5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1. Bitki Materyali

Scorzonera pisidica Hub.-Mor. Muğla: Köyceğiz, Sandras Dağı, Topuklu-Yangın kulesi arası, *Pinus* altları, 1655 m, 23 Haziran 2017 tarihinde (0.320 g kuru) toplandı ve Makbul 231 & Coşkunçelebi (RUB, KTUB) olarak herbaryum numarası verildi. *Scorzonera sandrasica* Hartvig & Strid, Muğla: Köyceğiz, Beşparmak Tepesi-Yangın kulesi civarı, kayalık yamaçlar-orman sınırı, 2025 m, 23 Haziran 2017 tarihinde (0.250g kuru) toplandı ve Makbul 232 & Coşkunçelebi (RUB, KTUB) olarak herbaryum numarası verildi. Her iki bitki Prof.Dr.Kamil Coşkunçelebi tarafından toplanmıştır.

5.2. Clevenger Yöntemi ile Uçucu Yağ, *n*-Hegzan ve Metanol Ekstrelerinin Eldesi

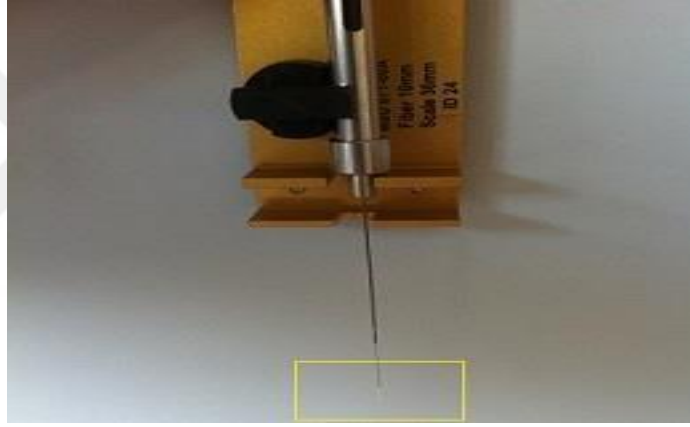
Scorzonera pisidica (80 g) ve *Scorzonera sandrasica* (80 g) bitkilerinin Clevenger yöntemi (Şekil 25) ile uçucu yağları (40)elde edilmiş, ayrıca bitkilerin (5 g herbiri) *n*-hekzan (0.125 g) ve metanol (0.325 g) ekstreleri elde edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi; küçük parçalara ayrılmış bitkiler kahverengi şişelere aktarılarak, üzerine bitki seviyesinin 1 cm geçecek şekilde (8 ml) çözücü ilave edilerek ve 24 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilerek yapılmıştır. Bir gün bekletildikten sonra süzülen ekstrelerin çözücülerini evapore edilerek ham ekstreler elde edilip, verimler hesaplanmıştır. Ekstraksiyonlar üç tekrarlı yapılmıştır ve birleştirilmiştir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağ, *n*-hekzan ekstresi (50 mg) ve kuru bitki (1 g herbiri) SPME GC-FID/MS cihazında uçucu bileşen analizleri ayrı ayrı yapılmıştır (50-52).



Şekil 25. Clevenger aparatı

5.3. *Scorzonera pisdica* ve *Scorzonera sandrasica*'nın SPME Analizleri

S. pisdica ve *S. sandrasica* (1 g, herbiri) kuru bitki numuneleri ve *n*-hekzan ekstreleri (50 mg herbiri) viallere aktarılıp silikon-kaucuk septum kapak ile sızdırmaz şekilde kapatılmıştır. SPME (Şekil 26) cihazın ünitesinde manyetik çalkalama ile gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu için bir polidimetil-siloksan/divinilbenzen fiber uç kullanılmıştır. Analiz öncesinde fiber, GC enjektöründe 250 °C'de 5 dakika kondisyonlanmıştır. 10 ml'lik viallere aktarılan kuru bitkiler veya *n*-hekzan ekstrelerinin SPME analizi 80°C'de, inkübasyon süresi 30 dakika ve ekstraksiyon süresi 5 dk olarak yapılmıştır. Her numune analiz edilip ortalama değerlerin tablosu oluşturulmuştur (50-52).



Şekil 26. Katı faz mikro ekstraksiyon fiber ucu

5.4. Uçucu Yağların GC-FID/MS Analiz Yöntemi

GC analizi, bir Shimadzu QP2010 Ultra kütle seçici dedektöre bağlanmış bir Shimadzu 2010 Plus kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 27). SPME analizinden çıkarılan aroma bileşiklerini ihtiva eden fiber, GC-MS enjektörüne (split mod) enjekte edilip, başlangıçta 60°C'de 2 dakika tutulduktan sonra 3 °C / dakika ısıtma rampası ile sıcaklık 240°C'ye yükseltilmiştir. Helyum (% 99,999) 1mL / dakika sabit bir akış hızı ile taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır. Uçucu yağ için enjeksiyonları, 250 °C'de split modda gerçekleştirilmiştir. *n*-hekzan (HPLC kalitesinde) içinde çözülmüş uçucu yağ GC-FID/MS (Şekil 25) cihazına enjekte edilerek, başlangıçta 60°C'de 2 dakika tutulup daha sonra 3 °C/dakika ısıtma rampasıyla 240 °C'ye yükseltilmiştir (50-52).



Şekil 27. GC-FID/MS cihazı

5.5. *S. pisidica* ve *S. Sandrasica* Bitkilerinin Metanol Eksterelerindeki Fenolik HPLC Analizleri

Fenolik bileşiklerin kromatografik analizi KTÜ Eczacılık Fakültesi'nde daha önce geliştirilen yöntem ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 28) (41). Geliştirilen yöntemin geçerliliğinin kanıtlanması amacıyla validasyon çalışmaları daha önce yürütülmüştür. Analitik kolon olarak Zorbax Eclipse XDB-C8 (150 mm × 4.6 mm, 5µm) kullanılmıştır. Hareketli faz, fosfat tamponu (A, 20 mM, pH: 2.5) ve asetonitrilden (B) oluşmuştur. Uygulanan gradient oranlamaları: 0 dk, % 5 B; 0-11 dk, % 5-8 B; 11-15 dk, % 8-20 B; 15-25 dk, % 20- 80 B. Numune enjeksiyon hacmi 20 µL ve akış hızı 1,5 mL/dk'dır. Kolon fırını sıcaklığı 40 °C'ye ayarlanmıştır. Fotodiyot dizisi dedektör kullanılarak 280 nm dalga boyunda saptama yapılmıştır (53).



Şekil 28. HPLC cihazı

5.6. Antimikrobiyal Aktivite Yöntemi

S. pisidica ve *S. sandrasica* bitkilerinden elde edilen uçucu yağ, *n*-hekzan ve metanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivite tayini Agar kuyucuk difüzyon metodu ve antimikrobiyal aktivite tayini MİK yöntemi kullanılarak, dokuz adet mikroorganizmaya karşı tespit edilmiştir (15, 50-52). Çalışmada kullanılan mikroorganizmalar Refik Saydam Hıfzıssıhha Enstitüsü (Ankara)'dan temin edilmiştir. Bu mikroorganizmalar; *Escherichia coli* (Ec) ATCC 25922, *Yersinia pseudotuberculosis* (Yp) ATCC 911, *Pseudomonas aeruginosa* (Pa) ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* (Sa) ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* (Ef) ATCC 29212, *Bacillus cereus* (Bc) 702 Roma, *Mycobacterium smegmatic* ATCC 607, *Candida albicans* (Ca) ATCC 60193, *Saccharomyces cerevisiae* RSKK 251, dir. Standart antibakteriyal ve antifungal ilaçlar sırasıyla Ampicillin (Amp), Streptomycin (Str), Fluconazole (Flu) dur.

5.7. Enzim İnhibisyonu

5.7.1. Tirozinaz İnhibisyon Yöntemi

S. pisidica ve *S. sandrasica* bitkilerinden elde edilen uçucu yağ, *n*-hekzan ve metanol ekstraktlarının tirozinaz inhibisyon çalışması substrat olarak *L*-DOPA (3,4-dihidroksi-*L*-fenilalanin) kullanılarak gerçekleştirildi. 800 µL fosfat tamponu (50 mM, pH 7), 15 µL mantar tirozinazı (2500 U mL⁻¹), ve farklı konsantrasyonlarda kompleks

bitki ekstreleri (2mg/mL)] ilavesi ile reaksiyon karışımı 10 dakika oda koşullarında inkübe edildi. İnkübasyon sonunda 100 µL *L*-DOPA ilavesi ile dopakrom oluşumu 492 nm’de 2 dakika boyunca izlendi. Kojik asit pozitif kontrol olarak kullanıldı. Elde edilen aktivite değerleri inhibitörsüz ortamda gerçekleştirilen aktivite değeri ile karşılaştırıldı (54-55).



6. BULGULAR

S. pisidica bitkisinin uçucu yağ, kuru bitki SPME ve *n*-hekzan ekstresinin SPME GC-FID/MS analiz sonuçları tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. *Scorzonera pisidica* bitkisinin uçucu bileşenleri

Bileşik	RI*	RI ^a	RT	A1 (%) ^b	A2 (%) ^b	A3 (%) ^b
2-Vinilfuran	761	761	6.983	1.3	-	-
Metilbenzen	782	782	7.973	8.7	-	4.4
Hekzanal	801	802	8.633	1.6	4.7	0.1
Bütilasetat	814	815	9.002	-	-	0.2
2-(<i>E</i>)-Hekzenal	852	852	10.273	1.3	14.2	-
<i>n</i> -Hekzanol	863	864	10.291	-	1.3	-
2-(<i>Z</i>)-Hekzenol	865	865	10.386	0.1	0.7	0.1
Etilbenzen	871	872	10.600	-	-	0.9
<i>o</i> -Ksilen	894	889	10.851	-	-	5.6
Sikloheksanon	903	904	11.746	-	-	6.0
Heptanal	906	907	11.875	1.1	0.9	-
Kumen	929	930	12.810	-	-	0.1
α -Pinene	930	929	13.158	11.2	-	-
Propilbenzen	950	948	13.947	-	-	3.1
Verbenen	961	960	14.000	0.8	-	-
Benzaldehit	960	962	14.215	23.3	46.3	-
1-Etil-3-metilbenzen	968	966	14.255	-	-	18.3
1-Etil-4-metilbenzen	970	972	14.510	-	-	7.2
β -Pinene	978	981	14.891	0.8	-	-
Mesitilen	974	976	15.011	-	-	5.2
<i>psi</i> -Kumen	985	984	15.017	-	-	33.6
Caprylaldehid	998	1002	15.722	2.0	2.6	-
2,4-(<i>E, E</i>)-Heptandienal	1012	1012	16.110	0.6	2.3	-
<i>p</i> -Simen	1020	1020	16.524	1.3	-	-
Hemellitol	1035	1037	16.811	-	-	5.8
Benzilalkol	1026	1029	17.350	-	2.8	-
Indan	1041	1041	17.428	-	-	0.8
Fenilenilasetaldehit	1036	1036	17.630	4.0	7.3	-
1-Metil-3-propilbenzen	1053	1053	17.949	-	-	0.9
2-(<i>E</i>)-Okten-1-ol	1060	1056	18.092	0.4	-	-
<i>p</i> -Dietilbenzen	1056	1057	18.124	-	-	0.2
1-Metil-2-propilbenzen	1074	1069	18.643	-	-	0.4
<i>o</i> -Tolualdehit	1064	1061	19.059	0.1	-	-
4-Etil-1,2-dimetilbenzen	1077	1079	19.076	-	-	0.1
2-Etil-1,4-dimetilbenzen	1085	1087	19.428	-	-	0.6
Undekan	1100	1096	19.807	-	-	1.4
Nonanal	1101	1101	20.020	5.5	5.3	0.1
1-Etil-2,3-dimetilbenzen	1113	1109	20.376	-	-	-
1,2,4,5-tetrametilbenzen	1131	1133	20.971	-	-	0.3
α -Kamfolenal	1128	1128	21.189	1.3	-	-
trans-Pinocarveol	1135	1133	21.230	0.1	-	-

Tablo 2. (Devamı)

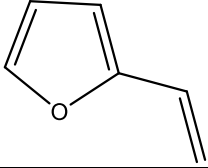
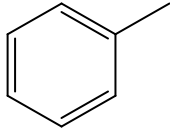
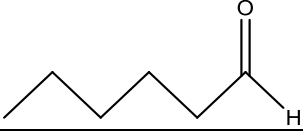
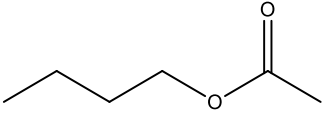
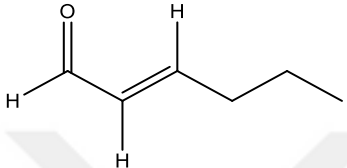
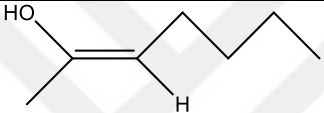
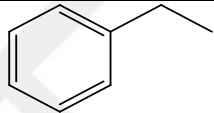
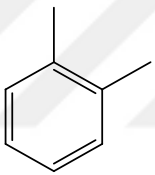
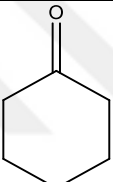
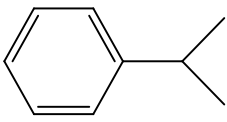
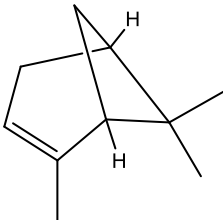
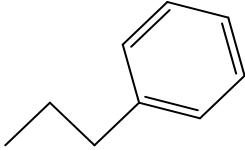
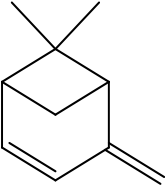
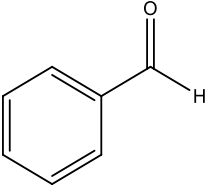
Bileşik	RI*	RI ^b	RT	A1 (%) ^b	A2 (%) ^b	A3 (%) ^b
1-(2-Metilfenil)-etanon	1133	1131	21.717	-	-	1.0
1,2,3,4-Tetrametilbenzen	1159	1155	22.368	-	-	0.1
2-(E)-Nonenal	1157	1157	22.450	0.4	-	-
1-(3-Metilfenil)-etanon	1171	1176	23.268	-	-	0.5
α -Terpineol	1171	1170	23.978	3.3	-	-
Dodekan	1200	1195	24.071	-	-	0.2
Dekanal	1201	1201	24.363	5.4	2.2	-
β -Sitositral	1224	1224	24.660	0.1	-	-
Thimokinon	1252	1252	26.498	-	-	0.1
2-(E)-Dekanal	1260	1260	26.769	0.1	-	-
Vitispiran	1286	1284	27.813	0.5	-	-
Timol	1289	1290	28.086	-	-	0.1
Dihidro-edulan I	1289	1293	28.190	0.9	-	-
Theaspiran	1302	1302	28.590	3.7	-	-
2,4-(E, E)-Dekadienal	1315	1314	29.045	1.4	-	-
2-(E)-Undekanal	1360	1360	30.916	1.2	-	-
(E)- β -Damascenon	1383	1386	31.951	1.6	-	-
Tetradekan	1400	1402	32.184	-	-	0.1
Dodekanal	1400	1403	32.636	0.3	-	-
(E)-Karyofilen	1417	1416	33.504	1.6	-	0.2
Nerylaseton	1435	1439	34.396	0.6	-	-
Geranil aseton	1453	1451	34.461	-	-	0.1
α -Humulen	1460	1463	34.909	-	-	0.1
(E)-Etilsinnamat	1465	1468	35.116	-	8.9	-
Germakren D	1484	1482	35.643	-	-	0.1
(E)- β -iyonon	1487	1488	35.855	2.0	-	-
Pentadekan	1500	1501	35.994	0.1	-	-
β -Bisabolen	1509	1509	36.683	-	-	0.3
δ -Kadinen	1513	1510	37.082	-	-	0.1
Karyofilen oksit	1582	1582	39.702	1.2	-	-
Tetradekanal	1611	1607	40.215	0.6	-	-
Pentadekanal	1710	1708	43.730	0.3	-	-
Tetradekanoik asit	1763	1763	45.214	0.4	-	-
6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	1844	1848	47.998	0.1	-	-
<i>n</i> -Hekzadekanoik asit	1966	1963	51.568	0.6	-	-
Heneikosan	2100	2099	55.582	2.8	-	-
Etilinoleat	2101	2104	56.832	1.3	-	-
Trikosan	2300	2297	61.066	2.3	-	-
Toplam				98.3	99.4	98.5

*Alıkonma indeksi referansları,

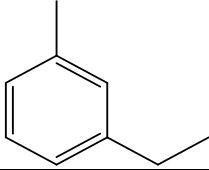
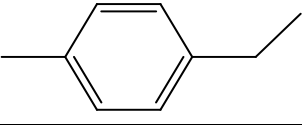
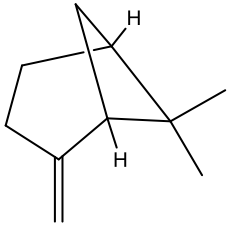
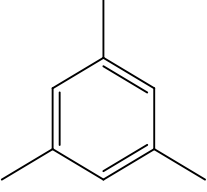
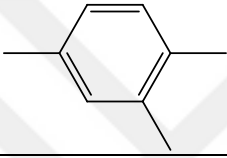
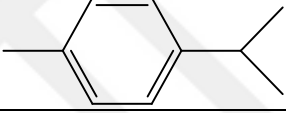
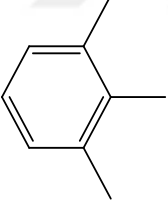
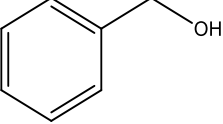
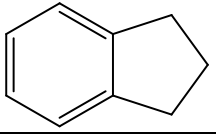
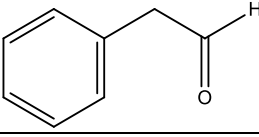
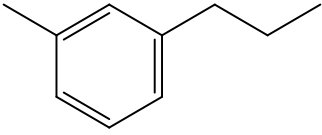
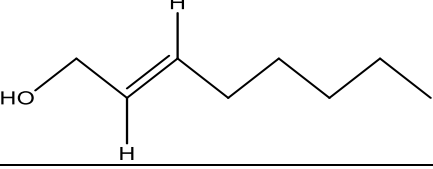
^a*n*-alkan serisine göre tutulma sürelerinden hesaplanan alıkonma indeksi,^bFID pik-alan taramasıyla elde edilen yüzde miktarlar.A1: *S. pisidica* clevenger; A2: *S. pisidica* SPME; A3: *S. pisidica* *n*-hekzan ekstresi SPME

S. pisidica bitkisinde aydınlatılan uçucu bileşenlerin formülleri Tablo 3'te verilmiştir.

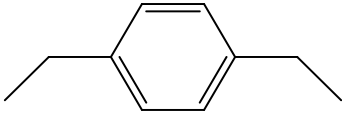
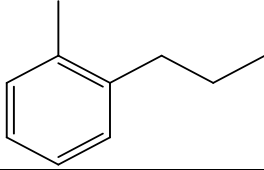
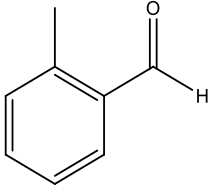
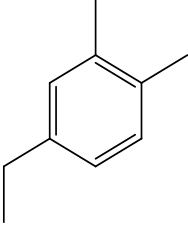
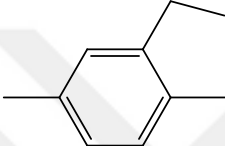
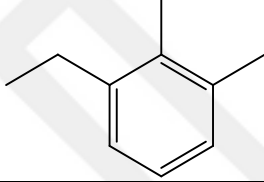
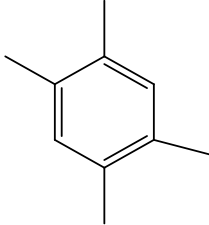
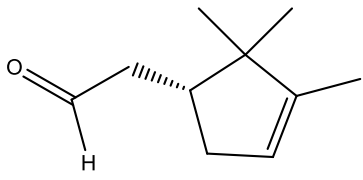
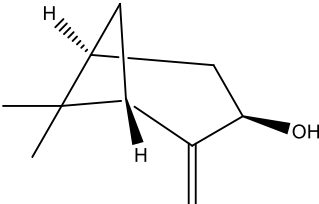
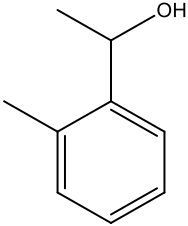
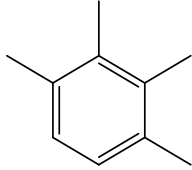
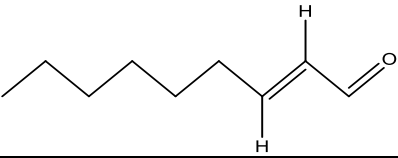
Tablo 3. *Scorzonerapisidica* bitkisinin uçucu bileşenlerinin formülleri

	
2-Vinil furan	Metil benzen
	
Hekzanal	Bütıl asetat
	
2-(<i>E</i>)-Hekzenal	<i>n</i> -Hekzenol
	
2-(<i>Z</i>)-Hekzenol	Etil benzen
	
<i>o</i> -Ksilen	Siklohekzanon
	
Heptanal	Kumen
	
α -Pinene	Propil benzen
	
Verbenen	Benzaldehit

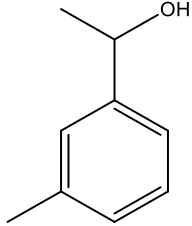
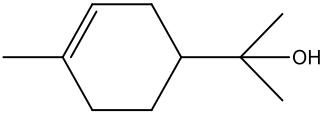
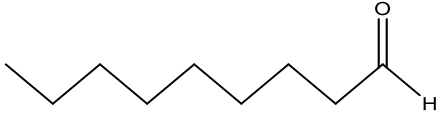
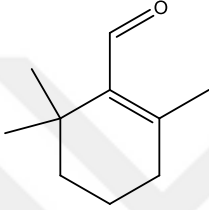
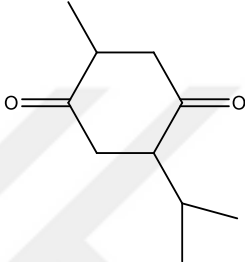
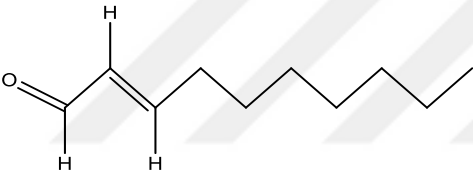
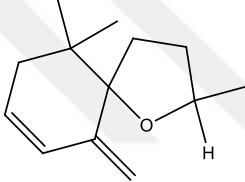
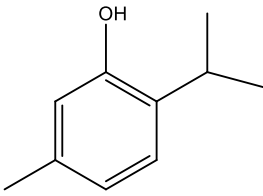
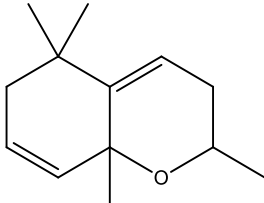
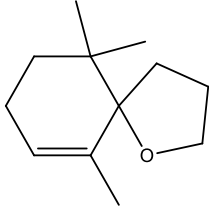
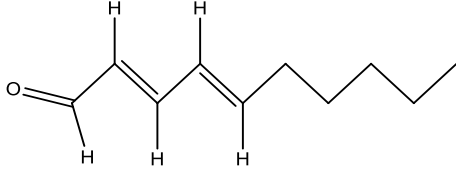
Tablo 3. (Devamı)

	
1-Etil-3-metilbenzen	1-Etil-4-metilbenzen
	
β -Pinen	Mesitilen
	
ψ -Kumen	Carpil aldehit (Octanal)
	
2,4-(<i>E,E</i>)-Heptadienal	<i>p</i> -Simen
	
Hemellitol	Benzil alkol
	
Indan	Fenilasetaldehit
	
1-Metil-3-propilbenzen	2-(<i>E</i>)-Oktenol

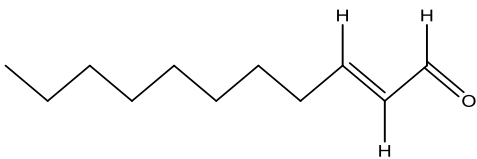
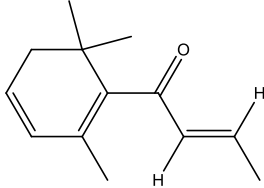
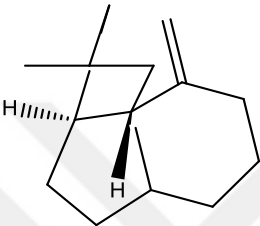
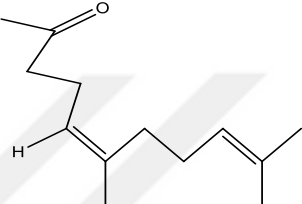
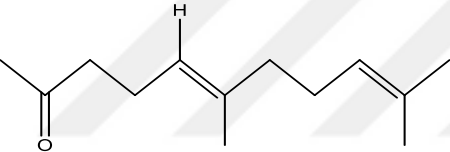
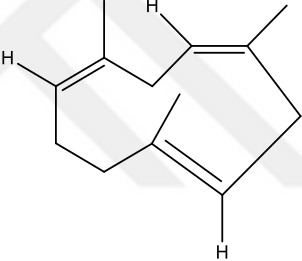
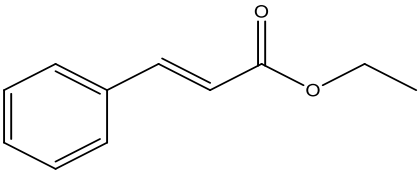
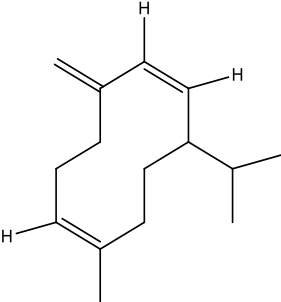
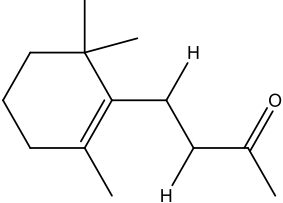
Tablo 3. (Devamı)

	
<i>p</i> -Dietilbenzen	1-Metil-2-propilbenzen
	
<i>o</i> -Tolualdehit	4-Etil-1,2-dimetilbenzen
	
2-Etil-1,4-dimetilbenzen	Undekan
	
Nonanal	1-Etil-2,3-dimetilbenzen
	
1,2,4,5-tetrametilbenzen	α -Kamfolenal
	
trans-Pinocarveol	1-(2-Metilfenil)etanol
	
1,2,3,4-tetrametilbenzen	2-(<i>E</i>)-Nonenal

Tablo 3. (Devamı)

	
1-(3-Metilfenil)etanol	α -Terpineol
	
Dodekan	Dekanal
	
β -Silosital	Thimokinon
	
2-(<i>E</i>)-Dekanal	Vitispiran
	
Timol	Dihidroedulan-I
	
Theaspiran	2,4-(<i>E, E</i>)-Dekadienal

Tablo 3. (Devamı)

	
2-(<i>E</i>)-Undekenal	(<i>E</i>)-β-Damaskenon
	
Tetradekan	Dodekanal
	
(<i>E</i>)-Karyofilen	Neril aseton
	
Geranil aseton	α-Humulon
	
(<i>E</i>)-Etilsinnamat	Germakren D
	
(<i>E</i>)-β-Iyonon	Pentadekan

Tablo 3. (Devamı)

β -Bisabolen	δ -Kadinen
Karyofilen oksit	Tetradekanal
Pentadekanal	Tetradekanoik asit
6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	<i>n</i> -Hekzadekanoik asit
Heneikosan	Etillinoleat
Trikosan	

S. sandrasica bitkisinin uçucu yağ, kuru bitki SPME ve *n*-hekzan ekstresinin SPME GC-FID/MS analiz sonuçları tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4. *Scorzonera sandrasica* bitkisinin uçucu bileşenleri

Bileşik	RI*	RI ^a	RT	A1 (%) ^b	A2 (%) ^b	A3 (%) ^b
Metilbenzen	782	782	7.973	9.0	-	0.1
Hekzanal	801	802	8.633	5.8	20.7	-
2-(E)-Hekzenal	852	852	10.273	2.8	13.2	-
2-(Z)-Hekzenol	865	865	10.386	0.2	0.1	-
Etilbenzen	871	872	10.600	-	-	0.3
p-Ksilen	883	884	11.018	-	-	2.5
1,2-Dimetilbenzen	894	893	11.695	-	-	1.1
Hekzanol	906	905	11.757	0.9	-	-
Heptanal	906	907	11.875	0.1	3.2	-
2-Bütoksietanol	907	912	12.055	-	-	0.1
Kumen	929	930	12.810	-	-	0.1
Propilbenzen	950	948	13.947	-	-	4.0
Benzaldehit	960	962	14.215	0.8	6.3	-
1-Etil-3-metilbenzen	968	966	14.255	-	-	26.1
Hekzanoik asid	967	963	14.544	-	0.1	-
Mesitiylen	974	976	15.011	-	-	8.5
psi-Kumen	985	984	15.017	-	-	8.7
2-Pentilfuran	993	993	15.380	3.8	1.8	-
Kaprilaldehid	998	1002	15.722	4.1	3.4	-
p-Simen	1020	1020	16.524	-	-	0.8
m-Simen	1027	1027	16.816	-	-	14.7
Pentilsikloheksan	1030	1034	17.105	-	-	0.2
Indan	1041	1041	17.428	-	-	2.2
Fenilenilasetaldehit	1036	1036	17.630	3.5	3.4	-
1-Metil-3-propilbenzen	1053	1053	17.949	-	-	4.0
2-(E)-octen-1-al	1049	1046	18.083	1.3	-	-
p-Dietilbenzen	1056	1057	18.124	-	-	2.6
1-Etil-3,5-dimetilbenzen	1058	1060	18.246	-	-	3.2
3-Metildekan	1071	1067	18.555	-	-	0.5
1-Metil-2-propilbenzen	1074	1069	18.643	-	-	1.1
p-Tolualdehit	1079	1080	18.694	1.5	-	-
4-Etil-1,2-dimetilbenzen	1077	1079	19.076	-	-	1.8
1-Etil-2,4-dimetilbenzen	1083	1081	19.147	-	-	1.6
2-Etil-1,4-dimetilbenzen	1085	1087	19.428	-	-	2.1
Undekan	1100	1096	19.807	-	-	6.6
Linalool	1095	1097	19.860	1.0	-	-
Nonanal	1101	1101	20.020	6.3	6.7	-
1-Etil-2,3-dimetilbenzen	1113	1109	20.376	-	-	0.5
1,2,4,5-Tetrametilbenzen	1131	1133	20.971	-	-	1.7
1,2,3,4-Tetrametilbenzen	1159	1155	22.368	-	-	0.7
2-(E)-Nonenal	1157	1157	22.450	1.5	-	-
Nonanol	1171	1170	23.027	0.3	-	-
1-(4-Metilfenil)-etanon	1182	1186	23.272	-	-	0.5
α-Terpineol	1171	1170	23.978	14.1	-	-
Dodekan	1200	1195	24.071	-	-	1.0
Dekanal	1201	1201	24.363	3.3	-	-
Thimokinon	1252	1252	26.498	-	-	0.1
2-(E)-Dekenal	1260	1260	26.769	1.8	-	-
Timol	1289	1290	28.086	-	-	0.1

Tablo 4. (Devamı)

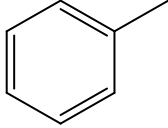
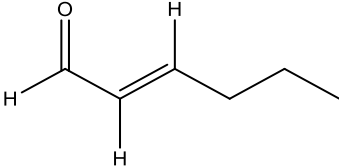
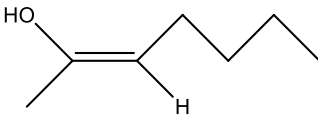
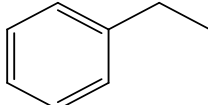
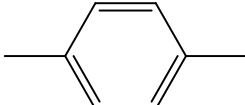
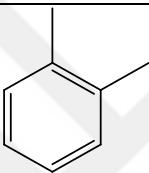
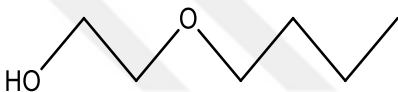
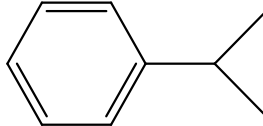
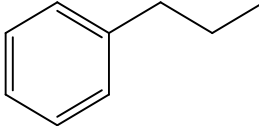
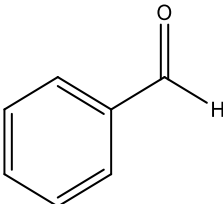
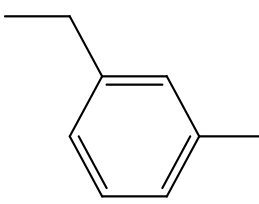
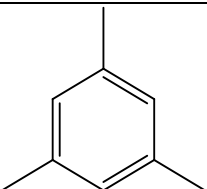
Bileşik	RI*	RI ^a	RT	A1 (%) ^b	A2 (%) ^b	A3 (%) ^b
2,4-(<i>E</i> , <i>Z</i>)-Dekadienal	1292	1291	28.135	0.7	-	-
Tridekan	1300	1300	28.246	-	-	0.1
Undekanal	1305	1302	28.580	1.1	-	-
2,4-(<i>E</i> , <i>E</i>)-Dekadienal	1315	1314	29.045	3.0	-	-
2-(<i>E</i>)-Undekenal	1360	1360	30.916	1.8	-	-
(<i>E</i>)- β -Damascenon	1383	1386	31.951	1.2	-	-
Tetradekan	1400	1402	32.184	1.9	-	0.5
Dodekanal	1400	1403	32.636	1.0	-	-
(<i>E</i>)-Karyofilen	1417	1416	33.504	1.2	-	-
Nerilaseton	1435	1439	34.396	0.9	-	-
(<i>E</i>)-Etilsinamat	1465	1468	35.116	-	37.9	-
1-Dodekanol	1475	1477	35.838	-	2.6	-
(<i>E</i>)- β -iyonon	1487	1488	35.855	1.8	-	-
Pentadekan	1500	1501	35.994	1.2	-	-
Tridekanal	1509	1505	36.520	0.1	-	-
β -Bisabolen	1509	1509	36.683	-	-	0.4
Hekzadekan	1600	1602	39.676	1.3	-	-
Viridiflorol	1592	1591	40.004	0.6	-	-
Tetradekanal	1611	1607	40.215	0.1	-	-
Heptadekan	1700	1701	43.131	0.7	-	-
Pentadekanal	1710	1708	43.730	1.7	-	-
Tetradekanoik asit	1763	1763	45.214	0.5	-	-
6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon	1844	1848	47.998	0.9	-	-
<i>n</i> -Hekzadekanoik asit	1966	1963	51.568	0.5	-	-
Eikosan	2000	1999	52.664	0.1	-	-
Heneikosan	2100	2099	55.582	8.1	-	-
Dokosan	2200	2198	58.368	0.3	-	-
Trikosan	2300	2297	61.066	5.1	-	-
Toplam				97.0	99.4	98.5

*Alıkonma indeksi referansları,

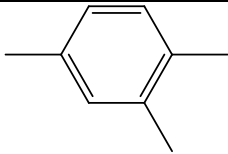
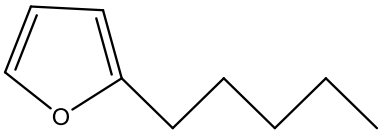
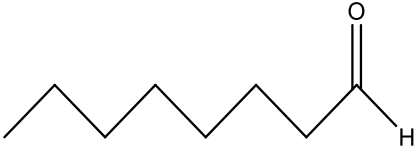
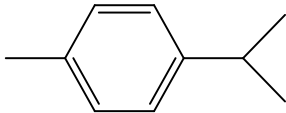
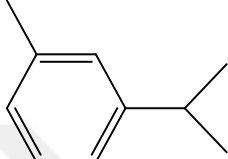
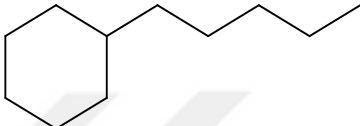
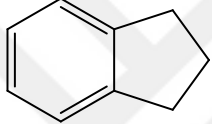
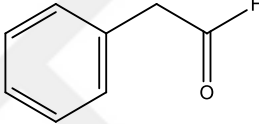
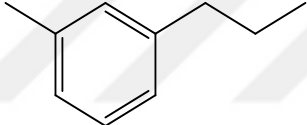
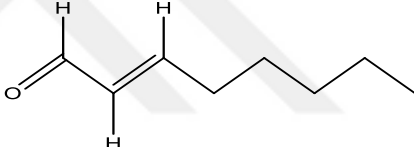
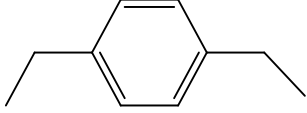
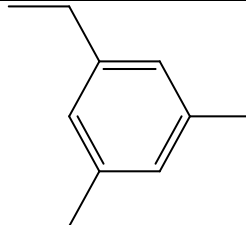
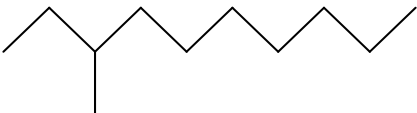
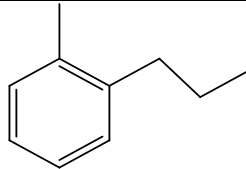
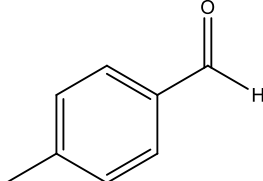
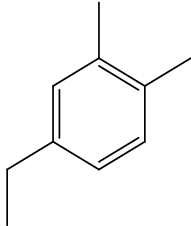
^a*n*-alkan serisine göre tutulma sürelerinden hesaplanan alıkonma indeksi,^bFID pik-alan taramasıyla elde edilen yüzde miktarlar.A1: *S. pisidica* clevenger; A2: *S. pisidica* SPME; A3: *S. pisidica* *n*-hekzan ekstresi SPME

S. sandrasica bitkisinden aydınlatılan uçucu bileşenlerin formülleri Tablo 5'te verilmiştir.

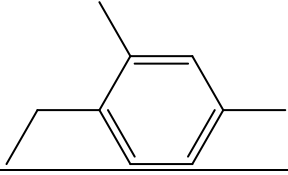
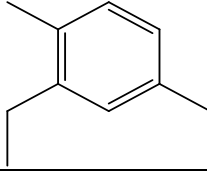
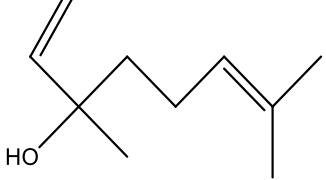
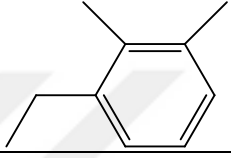
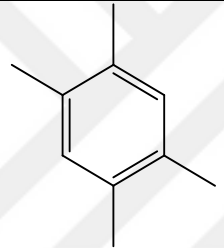
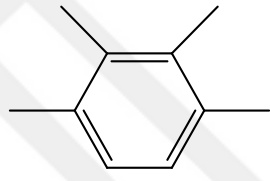
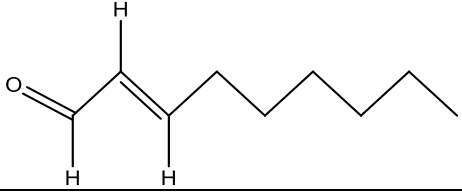
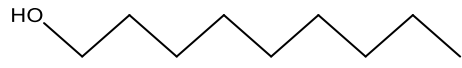
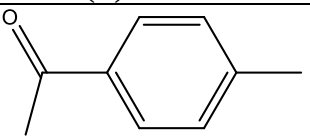
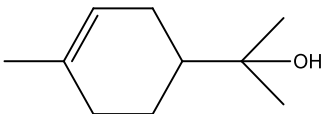
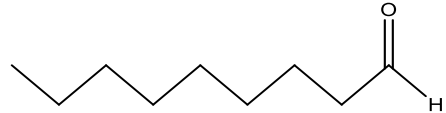
Tablo 5. *Scorzonera sandrasica* bitkisinin uçucu bileşenlerinin formülleri

	
Metilbenzen	Hekzanal
	
2-(E)-Hekzenal	2-(Z)-Hekzenol
	
Etil benzen	p-Ksilen
	
o-Ksilen	Hekzanol
	
Heptanal	2-Bütoksi etanol
	
Kümen	Propil benzen
	
Benzaldehit	1-Etil-3-metilbenzen
	
Hekzanoik asid	Mesitilen

Tablo 5. (Devamı)

	
<i>psi</i> -Kumen	2-Pentil furan
	
Kaprilaldehid (Oktanal)	<i>p</i> -Simen
	
<i>m</i> -Simen	Pentilsikloheksan
	
Indan	Fenil asetaldehit
	
1-Metil-3-propilbenzen	2-(<i>E</i>)-Oktenal
	
<i>p</i> -Dietilbenzen	1-Etil-3,5-dimetilbenzen
	
3-Metil dekan	1-Metil-2-propil benzen
	
<i>p</i> -Tolualdehit	4-Etil-1,2-dimetilbenzen

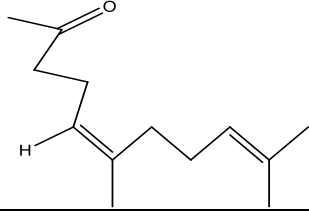
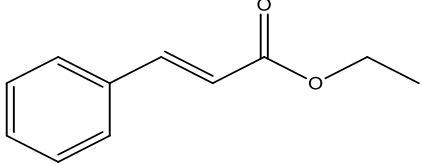
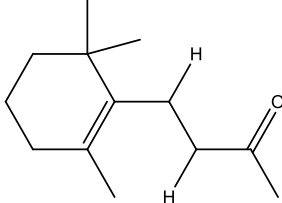
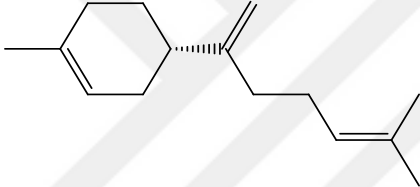
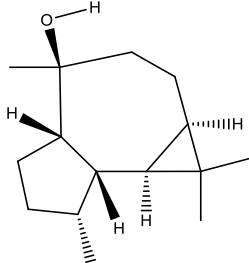
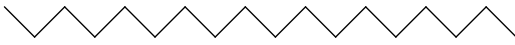
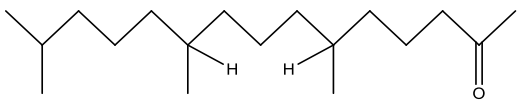
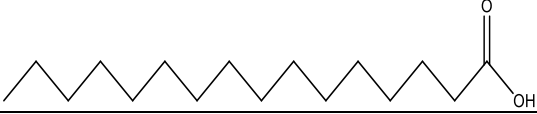
Tablo 5. (Devamı)

	
1-Etil-2,4-dimetilbenzen	2-Etil-1,4-dimetilbenzen
	
Undekan	Linalool
	
Nonanal	1-Etil-2,3-dimetilbenzen
	
1,2,4,5-tetrametilbenzen	1,2,3,4-tetrametilbenzen
	
2-(E)-Nonenal	Nonanol
	
1-(4-Metilfenil)-etanon	α -Terpineol
	
Dodekan	Dekanal

Tablo 5. (Devamı)

Thimokinon	2-(<i>E</i>)-Dekenal
Timol	2,4-(<i>E, Z</i>)-Dekadienal
Tridekan	Undekanal
2,4-(<i>E, E</i>)-Dekadienal	2-(<i>E</i>)-Undekenal
(<i>E</i>)- β -Damaskenon	Tetradekan
Dodekanal	(<i>E</i>)-Karyofilen

Tablo 5. (Devamı)

	
Neril aseton	(E)-Etilsinnamat
	
Dodekanol	(E)-β-iyonon
	
Pentadekan	Tridekanal
	
β-Bisabolen	Hekzadekan
	
Viridiflorol	Tetradekanal
	
Heptadekan	Pentadekanal
	
Tetradekanoik asit	6,10,14-Trimetil-2-pentadekanon
	
n-Hekzadekanoik asit	Eikosan

Tablo 5. (Devamı)

	
Heneikosan	Dokosan
	
Trikosan	

Scorzonera pisidica ve *S. sandrasica* bitkilerinin uçucu yağ ve çözücü ekstraktlarının antimikrobiyal aktivite sonuçları tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin uçucu yağ ve çözücü ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi

	Stok çözelti	Mikroorganizmalar ve inhibisyon zonları (mm)								
		<i>Ec</i>	<i>Yp</i>	<i>Pa</i>	<i>Sa</i>	<i>Ef</i>	<i>Bc</i>	<i>Ms</i>	<i>Ca</i>	<i>C</i>
<u>Metanol ekstresi</u>										
<i>S. pisidica</i>	116,4	-	-	8	6	-	6	10	-	-
<i>S. sandrasica</i>	164,4	-	-	-	6	-	-	12	-	-
<u>n-Hekzan ekstraktı</u>										
<i>S. pisidica</i>	31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. sandrasica</i>	43,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Uçucu yağ</u>										
<i>S. pisidica</i>	77,3	-	-	-	6	-	-	12	-	-
<i>S. sandrasica</i>	18,1	-	-	-	6	-	-	10	-	-
Amp.	10	10	10	18	10	35	15			
Strep.	10							35		
Flu	5								25	25

Ec: *Escherichia coli*, *Yp*: *Yersinia pseudotuberculosis*, *Pa*: *Pseudomonas aeruginosa*, *Ef*: *Enterococcus faecalis*, *Sa*: *Staphylococcus aureus*, *Bc*: *Bacillus cereus* 702 Roma, *Ms*: *Mycobacterium smegmatis*, *Ca*: *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*
Amp.: Ampisilin, Str.: Streptomisin (-): Flu.: Flukonazol, (-): Aktivite yok

S. pisidica ve *S. sandrasica* bitkilerinin metanol ekstraktlarının tirozinaz enzim inhibisyon değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin metanol ekstraktlarının tirozinaz enzim inhibisyonları

Numune	IC ₅₀ µg/mL
<i>S. pisidica</i>	0.495 ± 0.073
<i>S. sandrasica</i>	0.699 ± 0.860
Kojik asit	1.126 ± 0.142

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada Akdeniz Bölgesi'nden toplanan *Scorzonera pisidica* ve *S. sandrasica*'nın toprak üstü kısımlarından hidrodistilasyon, SPME ve *n*-hekzan ekstresinin SPME yöntemleriyle elde edilen uçucu organik bileşenleri GC-FID/MS cihazı ile analiz edilmiştir (50-52). Çalışma sonucunda hidrodistilasyon yöntemiyle *S. pisidica* türünden elde edilen uçucu yağda ana bileşen olarak benzaldehit (%23.3) ve α -pinen (%11.2) bulunmuştur. *S. sandrasica* bitkisinin uçucu yağında ise α -terpineol (%14.1) ana bileşik olarak tespit edilmiştir. *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitikilerin kuru halde SPME yöntemi ile analizlerinde sırasıyla benzaldehit (%46.3) ve (*E*)-etilsinnamat (%37.9) bileşikleri bulundu. Ayrıca her iki bitkinin *n*-hekzan ekstrelerinin SPME yöntemi GC-FID/MS analizleri sonucunda *S. pisidica* türünde psi-kumen (%33.6) ve *S. sandrasica* türünde ise 1-etil-3-metilbenzen (%26.1) bileşikleri ana bileşik olarak bulunmuştur (Tablo 3).

S. pisidica ve *S. sandrasica* bitkilerindeki uçucu bileşenlerin bileşik gruplarına göre 13 ayrı türde sınıflandırılması tablo 8'de verilmiştir. *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin uçucu yağ ve SPME yönteminde aldehit sınıfı bileşikler ana grup bileşik olarak sırasıyla %49.2/%42.3 ve % 85.7/%56.9 oranlarında bulunmuştur. Bitkilerin *n*-hekzan ekstresinde ise aromatik yapıli bileşikler sırasıyla %87.0/%86.3 oranlarında ana bileşik grubu olarak bulunmuştur. Her iki bitkinin uçucu organik bileşik analizleri sonucu her üç yöntemde de ana bileşenlerinin farklı olduğu ve bu durumun yöntem farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 8. *S. pisidica* ve *S. sandrasica* türlerinin uçucu bileşenlerinin kimyasal bileşik sınıflandırılması

Bileşik sınıfı	A1		A2		A3		B1		B2		B3	
	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a
Monoterpen	12.8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoterpenoit	4.8	4	-	-	0.1	1	15.1	2	-	-	0.1	1
Seskiterpen	1.6	-	-	-	0.8	5	1.2	1	-	-	0.4	1
Seskiterpenoit	1.2	1	-	-	-	-	0.6	1	-	-	-	-
Meroterpen	9.3	5	-	-	0.1	1	3.9	3	-	-	-	-
Aromatik	11.3	3	-	-	87	19	12.8	2	1.8	1	86.3	22
Alifatik hid.	5.2	3	-	-	1.7	3	18.7	8	-	-	8.7	5
Aldehit	49.2	17	85.7	9	0.2	2	42.3	20	56.9	7	-	-
Alkol	0.5	2	4.8	3	0.1	1	0.5	2	2.7	2	0.1	1

Tablo 8. (Devamı)

Bileşik sınıfı	A1		A2		A3		B1		B2		B3	
	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a	% ^b	BS ^a
Keton	0.1	1	-	-	7.5	3	0.9	1	-	-	0.5	1
Ester	1.3	1	8.9	1	0.2	1	-	-	37.9	1	-	-
Asit	1.0	2	-	-	-	-	1.0	2	0.1	1	-	-
Diğer	-	-	-	-	0.8	1	-	-	-	-	2.4	2
Total	98.3	42	99.4	13	98.5	37	97.0	42	99.4	12	98.5	33

^a BS: Bileşik sayıları ^b %: Bileşiklerin yüzdesi

A1: *S. pisidica* clevenger; A2: *S. pisidica* SPME; A3: *S. pisidica* *n*-hekzan ekstresi SPME;

B1: *S. sandrasica* clevenger; B2: *S. sandrasica* SPME; B3: *S. sandrasica* *n*-hekzan ekstresi SPME

Scorzonera pisidica ve *S. sandrasica* bitkilerinin uçucu yağ, hekzan ve metanol ekstrelerinin antimikrobiyal aktivite testleri 9 ayrı mikroorganizmaya göre yapılmıştır (15, 50-52). Bu test sonuçlarına göre; her iki bitkinin de uçucu yağ, *n*-hekzan ve metanol ekstrelerinin *Mycobacterium smegmatis* bakterisine karşı daha iyi aktivite gösterdiği görülmüştür (Tablo 6).

Çalışmada *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin metanol ekstrelerinin mantar tirozinazı aktivitesi üzerine farklı oranlarda inhibe ettiği gözlemlendi (Tablo 7). *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin metanol ekstrelerinin IC₅₀ değerleri sırasıyla 0.495±0.073 ve 0.699±0.860 olarak hesaplandı. Bu değerler bilinen bir tirozinaz inhibitörü olarak kullanılan kojik asitin IC₅₀ değeri ile kıyaslandığında *S. pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin metanol ekstrelerinin tirozinaz inhibisyon değerlerinin iyi derecede olduğu görülmektedir (54-55).

Scorzonera pisidica ve *S. sandrasica* bitkilerinin metanol ekstrelerinin HPLC yöntemi ile fenolik bileşen analizi yapılmıştır. *S. pisidica* bitkisinin metanol ekstresindeki fenolik bileşenleri gallik asit (6.33 mg/g), *p*-hidroksi benzoik asit (1.97 mg/g) ve vanilik asit (1.94 mg/g) olarak bulunurken, gallik asit (2.63 mg/g) ve kafeik asit (0.185 mg/g) de *S. sandrasica* bitkisinin ana fenolik bileşikler olarak bulunmuştur.

Literatürde; *Scorzonera pisidica*'nın metanol ekstresi (%40.25 ± 0.74) ve klorojenik asidin (%46.97 ± 0.82) yüksek tirozinaz inhibisyonunu gösterdiği rapor edilmiştir (8). *Scorzonera sandrasica*'nın *n*-hekzan, kloroform, etil asetat ve etanol

ekstrelerinin antimikrobiyal aktivitesi disk difüzyon yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bitkinin kloroform ekstrelerinin kimyasal bileşikleri GC-MS ile belirlenmiştir ve kloroform ekstresinin başlıca bileşikleri sırasıyla karyofillen oksit (%19.7), manoil oksit (%16.5) ve manool (%11.3) bulunmuştur. Etanol ve kloroform ekstreleri *Stenotrophomonas maltophilia* suşlarına karşı önemli bir aktivite göstermiştir (9). *Scorzonera sandrasica*'dan elde edilen kloroform ekstresinin *Chromobacterium violaceum*'u inhibe ettiği bulunmuştur (10). *Scorzonera undulata* ssp *deliciosa*'nın kurutulmuş köklerinin uçucu bileşenlerinin kimyasal bileşikleri GC ve GC-MS ile belirlenmiştir. Ana bileşen olarak hegzadekanoik asit (%42.2), *n*-tetradekanoik asit (%16.1), 9-oktadekanoik asit (%7.7) ve 9-hegzadekanoik asit (%4.5) bulunmuştur (11). *Scorzonera albicaulis* Bunge'nin farklı kısımlarından elde edilen uçucu bileşenlerin hidrodistilasyon ile izole edildiği ve GC-MS ile aydınlatıldığı belirtilmiştir. Bitkinin kök, sap ve yapraklarından elde edilen uçucu yağlardan sırasıyla 8, 24 ve 15 bileşik tanımlanmıştır. *Scorzonera albicaulis* Bunge'den toplam 40 bileşik aydınlatılmıştır. Alifatik asit ve ester bileşikleri, farklı kesimlerde en çok bulunan iki kimyasal sınıfı temsil etmektedir. *Scorzonera mongolica* Maxim'den uçucu yağ bileşenine kıyasla, *S. albicaulis*'in uçucu yağ bileşeni daha fazla olduğu belirtilmiştir (12). *Scorzonera undulata*'nın alt-kısımlarından elde edilen uçucu bileşikleri GC-FID ve GC-MS ile analiz edilmiştir. Toplam yağın %97.81'ini temsil eden 30 bileşen aydınlatılmıştır. Yağ asitleri ve esterleri ana bileşen olarak belirtilmiştir (%50.21). Seskiterpenler (%21.18), alifatik hidrokarbon (%15.96) ve aromatik bileşenler (%7.12) olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Uçucu yağın antioksidan aktivitesi de DPPH ve ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) katyon radikal analizleri ile belirlenmiştir. Antioksidan aktivite tespit edilmediği, fakat uçucu yağın, pro-oksidan olarak hareket ettiği rapor edilmiştir (13). *Scorzonera mongolica* uçucu yağı GC-MS ile analiz edildi. Uçucu yağdan on üç bileşen aydınlatıldı. Uçucu yağın ana bileşenleri, hentriakontan (%34.75) ve α '-neogammacer-22(29)-en-3-ol (%21.47) dir (14). *Scorzonera undulata* Vahl subsp. *deliciosa* (Guss.) kısımlarından uçucu bileşenler su-buharı damıtma ile elde edildiği ve GC-MS ile analizi yapılmıştır. Yağda otuz altı bileşen tanımlandı ve bunların ana bileşenleri metil hegzadekanoat (%30.4), metil linolenat (%23.9) ve heneikosan (%12.2) dir. Yağın antimikrobiyal aktivitesi de araştırılmış olup, *Scorzonera undulata* subsp. *deliciosa* yağı, Gram-pos. ve Gram-neg. bakterilere karşı ilginç antibakteriyel aktivite

göstermiştir (*Pseudomonas aeruginosa* hariç). Fakat antifungal aktivitenin saptanmadığı belirtilmiştir (15). Bupleurum türlerinin (*B. chinense* DC., *B. Scorzonera efolium* Willd., *B. microcephalum* Diels., *B. malconense* Shan et Y. Li, *B. longicaule* Wall. et DC. var. *giraldii* Wolff, *B. marginatum* Wall. ex DC, *B. bicaule* Helm, *B. yunchowense* Shan et Y. Li, *B. wenchuanense* Shan et Y. Li, *B. smithii* Wolff. var. *parvifolium* Shan et Y. Li) köklerindeki uçucu bileşenler GC-FID ve GC-MS ile analizleri yapılmıştır. *Scorzonera efolium* kökünden elde edilen uçucu yağda ana bileşenler *n*-hekzanal (%12.4), furfural (%8.1), *n*-heptanal (%9.3) ve *n*-dodekanoik asit (%5.7) olduğu rapor edilmiştir (16).

Scorzonera cinsleri üzerinde yapılan fenolik bileşik araştırmasında; *Scorzonera pygmaea* Sibth'in kısımlarından elde edilen etanol ekstraktlarının petrol eteri, kloroform, etil asetat ve *n*-butanol fraksiyonlarının *invitro* antioksidan, antienflamatuar, antimikrobiyal aktiviteleri, etil asetat fraksiyonunun fitokimyasal bileşikleri ve toplam fenolik içeriği (Asteraceae) rapor edilmiştir. Dokuz bileşik; scorzopygmaecoside, scorzonerol, cudrabibenzyl A, thunberginol C, scorzocreticoside I ve II, klorojenik asit, klorojenik asit metil ester, 3,5-di-*O*-kaffeoilkinik asit izole edilmiş ve spektroskopik yöntemler kullanılarak tanımlanmıştır. Fraksiyonların fenolik içeriği ile ilişkili yüksek antioksidan kapasite gösterdiği ve test edilen bakteri ve mantarlara karşı önemli bir antimikrobiyal aktivite göstermediği belirtilmiştir (17). *Scorzonera umdulara*'nın köklerinden fenolik bileşiklerin izole edildiği ve *invitro* antioksidan aktivitenin çözücü etkili olduğu rapor edilmiştir (18). *Scorzonera* türlerinin (*S. latifolia*, *S. cana* var. *jacquiniana*, *S. tomentosa*, *S. mollis* ssp. *szowitsii*, *S. eriophora*, *S. incisa*, *S. cinerea* ve *S. parviflora*) inhibitör etkileri araştırılmıştır. HPLC analizi ile fenolik bileşikler izole edilip aydınlatılmıştır ve ana bileşenler hiperosid, kuersetin-3-*O*- β -D-glukozit, rutin, kuersetin-3-*O*- β -D-glukozit, hiperosid, hidrangenol-8-*O*- β -D-glukozit, swertisin, 7-metil isoorientin, 4,5-*O*-dikaffeoilkinik asit, 3,5-di-*O*-kaffeoilkinik asit ve klorojenik asit olduğu belirtilmiştir (19). *Scorzonera* cinslerinin (*Scorzonera crispatula* Boiss., *S. hispanica* L. ve *Scorzonera trachysperma* Guss.) fenolik bileşikleri HPLC-MS ile analiz edilip yedi adet fenolik asit ve 49 flavonoid bileşikler aydınlatılmıştır (20). *Scorzonera hispanica*'nın çeşitli kısımlarından on iki adet fenolik bileşiğin aydınlatıldığı belirtilmiştir. Ayrıca *S. hispanica*'dan yedi adet seskiterpenoid, beş adet bisabolan ve iki adet kurkumenal türevi bileşikler aydınlatılmıştır (21). *Scorzonera undulata* ssp. *deliciosa* (Guss.) Maire bitkisi köklerinin diklorometan ve metanol ile ekstre edilip, β -

asetat amirin ve üç fenolik bileşik (Galangustin, Aceteosit ve Kumarin: Kumarin-*O*- β -D-glikozit) izole edilmiştir. İzole edilen galangustin ve aceteosit bileşiklerinin antioksidan aktiviteleri çalışılmıştır(22). *Scorzonera radiata*'nın çeşitli kısımlarından elde edilen ham ekstrelerin kromatografik olarak ayrılması sonucu on beş doğal bileşik (iki flavonoit ve bir kinik asit, dört flavon ve sekiz kinik asit türevi) aydınlatılmıştır. Kinik asit türevlerinin antioksidan aktiviteleri DPPH test edildiği belirtilmiştir (23). Yeni 3-benzilftalit ve scorzoveratrin 4'-*O*- β -glukozit ile birlikte bilinen 3-benzilftalitler, scorzoveratrin, scorzoveratrozit, kaffeoil türevleri, klorojenik asit metil ester, 4,5-dikaffeoilkinik asit, 4,5-dikaffeoilkinik asit metil ester, 3,5-dikaffeoilkinik asit ve kafeik asit *Scorzonera latifolia* (Fisch. & Mey.) DC' den izole edilip aydınlatılmıştır (24). Dokuz fenolik bileşik; 3*S*-hidrangenol 4'-*O*- α -L-ramnopiranolat-(1-3)- β -D-glukopiranozit, thunberginol F 7-*O*- β -D-glukopiranozit, 2-hidroksi-6-[2-(4-hidroksifenil)-2-okso-etil] benzoik asit, 2-hidroksi-6-[2-(3,4-dihidroksifenil)-2-okso-etil]benzoik asit, 2-hidroksi-6-[2-(3,4-dihidroksifenil-5-metoksi)-2-okso-etil] benzoik asit, hidratik asit 4'-*O*- β -D-glükopiranozit, *E*-3-(3,4-dihidroksibenziliden)-5-(3,4-dihidroksifenil)dihidrofuran-2-on, *Z*-3-(3,4-dihidroksi-benziliden)-5-(3,4-dihidroksifenil)-2(3*H*)-furanon ve 4-[(β -D-glukopiranosil) hidroksi] pinoresinol ve dokuz bileşik *Scorzonera judaica* köklerinden izole edilip aydınlatılmıştır (25). *Scorzonera syriaca* Boiss & Blanche'nin sulu ve metanolik ekstrelerinin antioksidan ve toplam fenolik içeriği sırasıyla 69.5 (%4.0), 44.6 (%0.2) (mmol TE g-1 kuru ağırlık) ve 15.1 (%9.3), 11.2 (%9.8) (mg GE g-1 kuru ağırlık) olarak bildirilmiştir(26). *Scorzonera divaricata*'nın ham ekstrenin kromatografik olarak saflaştırılmasından iki kinik asit türevi (feruloilpodospermik asitler A (I) ve B) aydınlatılmıştır. Kinik asit türevleri feruloilpodospermik asitler A ve B'nin güçlü antioksidatif aktivite sergilediği belirtilmiştir (27). *S. tomentosa* L. (Asteraceae) bitkisinden 2 adet dihidroizokumarin, ftalit, stilben türevleri ve dört adet bileşikler (($\pm$)-hidrangenol, (-)-hidrangenol 4'-*O*- β -glukozit, ($\pm$)-hidramakrofilol A ve ($\pm$)-hidramakrofilol B) aydınlatılmıştır (28). *Scorzonera pygmaea* Sibth. & Sm. (Asteraceae) 'nın etanol ekstresinin etil asetat fraksiyonunun toplam fenolik içeriği ve in vitro antioksidan, anti-enflamatuar, antimikrobiyal aktiviteleri yapılmıştır. Eter, kloroform, etil asetat ve *n*-butanol fraksiyonlarının fitokimyasal analizi sonucu dokuz bileşik; scorzopygmaecosit, scorzonerol, cudrabibenzil A, thunberginol C, scorzocreticosit I ve II, klorojenik asit,

klorojenik asit metil ester, 3,5-di-*O*-kaffeoilkinik asit aydınlatıldığı belirtilmiştir (29). *Scorzonera* cinsleri üzerinde yapılan farmakognozik çalışma sonuçlarında uçucu ve fenolik bileşen farklılığı arazi, yükseklik ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerden etkilendiği bilinmektedir(8-29, 34-52).

Sonuç olarak, *Scorzonera pisidica* ve *S. sandrasica* bitkilerinin uçucu bileşen ve fenolik madde aydınlatılması ilk defa hedeflendiği gibi bu çalışmada yapılmıştır. Uygulanan yöntemlerde yapısı aydınlatılamayan uçucu bileşikler farklı teknik ve spektroskopik yöntemlerle aydınlatılabilir. Ayrıca söz konusu bitkilerin daha ileri farmakognozik izolasyon çalışmaları yapılabilir. İzole edilecek bileşiklerin daha farklı *vitro* ve *vivo* aktivite denemelerinin yapılması hedeflenebilir.

8. KAYNAKLAR

1. Coşkunçelebi K, Makbul S, Gültepe M, Okur S, Güzel SE (2015). A conspectus of *Scorzonera* s.l. in Turkey. Turkish Journal of Botany 39: 76-87.
2. Altınordu F, Martin E, Makbul S, Coşkunçelebi K, Gültepe M (2015). Cytogenetic studies on some *Scorzonera* L. s.l. (Asteraceae) taxa from Turkey. Turkish Journal of Botany 39: 429-438.
3. Makbul S, Türkmen Z, Coşkunçelebi K, Beyazoğlu O (2010). A morphometric study on *Scorzonera* L. taxa (Asteraceae) from northeast Anatolia. Acta Botanica Croatica 9: 237-247.
4. Davis PH, Mill RR, Tan K (1988). *Scorzonera* L. In: Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vol. 10. Edinburgh University Press, Edinburgh, 169-170.
5. Zidorn C (2010). Sesquiterpene lactones and their precursors as chemosystematic markers in the tribe Cichorieae of the Asteraceae. Phytochemistry 69: 2270–2296.
6. Sareedenchai V, Zidorn C (2010). Flavonoids as chemosystematic markers in the tribe Cichorieae of the Asteraceae. Biochemical Systematics and Ecology 38: 935–957.
7. Jehlea M, Johanna B, Ernst PE, Christian Z (2010). Natural products from *Scorzonera aristata* (Asteraceae). Natural Product Communications 5: 725–727.
8. Şenol SF, Açıkar ÖB, Citoglu GS, Orhan İE, Dall AS, Özgökce F (2014). Prospective neurobiological effects of the aerial and root extracts and some pure compounds of randomly selected *Scorzonera* species. Pharmaceutical Biology 52(7): 873-82.
9. Uğur A, Saraç N, Ceylan O, Duru ME, Beyatli Y (2010). Chemical composition of endemic *Scorzonera sandrasica* and studies on the antimicrobial activity against multiresistant bacteria. Journal of Medicinal Food 13(3): 635-639.
10. Boşgelmez-Tinaz G, Ulusoy S, Uğur A, Ceylan O (2007). Inhibition of quorum sensing-regulated behaviors by *Scorzonera sandrasica*. Current Microbiology 55(2): 114-118.

11. Harkati B, Akkal S, Franca MGD (2012). Composition of the volatile components extracted from the roots of *Scorzonera undulata* spp *deliciosa* (Guiss) Maire: from Algeria. *Green and Sustainable Chemistry* 2(2): 59-61.
12. Zhao R, Liu Y, Zhu J, Wang K, Man C, Meng F (2010). GC-MS analysis of essential oils from different organs of *Scorzonera albicaulis* Bunge, Quick View Other Sources. *Shizhen Guoyi Guoyao* 21(8): 1891-1893.
13. Mahjoub MA, Boussaada O, Ammar S, Saidana D, Chraif I, Helal AN, Mighri Z, (2009). Chemical composition and antioxidant activity of the volatile components obtained from the subaerial parts of *Scorzonera undulate*. *International Journal of Essential Oil Therapeutics* 3(4): 152-157.
14. Wang B, Li G, Guan H (2007). Analysis of volatile oils and inorganic element of *Scorzonera mongolica* maxim by GC-MS and ICP-MS. *Shizhen Guoyi Guoyao* 18(10): 2364-2365.
15. Boussaada O, Saidana D, Chriaa J, Chraif I, Ammar M, Mohamed A, Mighri Z, Daami M, Helal AN (2008). Chemical composition and antimicrobial activity of volatile components of *Scorzonera undulata*. *Journal of Essential Oil Research* 20(4): 358-362.
16. Xiu-Qin L, Zhong-Gui H, Kai-Shun B, Zong-Hua S, Liang X (2007). Essential oil analyses of the root oils of 10 *Bupleurum* species from China. *Journal of Essential Oil Research* 19(3): 234-238.
17. Şahin H, Sarı A, Özsoy N, Özbek CB, Koyuncu O (2018). Two new phenolic compounds and some biological activities of *Scorzonera pygmaea* Sibth. & Sm. subaerial parts, *Natural Product Research* doi:10.1080/14786419.2018.1493585.
18. Athmouni K, Belghith T, Bellassouad K, El Feki A, Ayadi H (2015). Effect of extraction solvents on the biomolecules and antioxidant properties of *Scorzonera undulate* (Asteraceae): Application of factorial design optimization phenolic extraction, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 14(4): 313-330.

19. Acikara OB, Hosek J, Babula P, Cvacka J, Budes M, Dracinsky M, Saltan IG, Kadlecova D, Ballova L, Smejkal K (2016). Turkish *Scorzonera* species extracts attenuate cytokine secretion via inhibition of NF-KB activation, showing anti-inflammatory effect *in vitro*. *Molecules* 21: 2-14.
20. Granica S, Zidorn C (2015). Phenolic compounds from aerial parts as chemo systematic markers in the Scoonerinae (Asteraceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 58: 102-113.
21. Granica S, Lohwasser U, Joehrer K, Zidorn C (2015). Qualitative and quantitative analyses of secondary metabolites in aerial and subaerial of *Scorzonera hispanica* L. (black salsify). *Food Chemistry* 173: 321-331.
22. Brahim H, Salah A, Bayet C, Laouer H, Franca MGD (2013). Evaluation of antioxidant activity, free radical scavenging and cuprac of two compounds isolated from *Scorzonera undulata* ssp. *deliciosa*. *Advances in Environmental Biology* 7(4): 591-594.
23. Wang Y, Wray V, Tsevegsuren N, Lin W, Proksch P (2012). Phenolic compounds from the Mongolian medicinal plant *Scorzonera radiata*. *Zeitschrift für Naturforschung C. A Journal of Biosciences* 67: 135-143.
24. Sarı A (2012). Phenolic compounds from *Scorzonera latifolia* (Fisch. & Mey.) DC. *Natural Product Research* 26(1): 50-55.
25. Bader A, De Tommasi N, Cotugno R, Braca A (2011). Phenolic Compounds from the Roots of Jordanian Viper's Grass, *Scorzonera judaica*. *Journal of Natural Products* 74(6): 1421-1426.
26. Alali FQ, Tawaha K, El-Elimat T, Syouf M, El-Fayad M, Abulaila K, Nielsen SJ, Wheaton WD, Falkinham III JO, Oberlies NH (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of aqueous and methanolic extracts of Jordanian plants: an ICBG project. *Natural Product Research* 21(12): 1121-1131.
27. Tsevegsuren N, Edrada RA, Lin W, Ebel R, Torre C, Ortlepp S, Wray V, Proksch P (2007). Biologically active natural products from Mongolian medicinal plants *scorzonera divaricata* and *scorzonera pseudodivaricata*. *Journal of Natural Products* 70(6): 962-967.

28. Sarı A, Zidorn C, Ellmerer EP, Oztokce F, Ongania KH, Stuppner H (2007). Phenolic compounds from *Scorzonera tomentosa* L. *Helvetica Chimica Acta* 90(2): 311-317.
29. Harkati B, Akkal S, Bayat C, Laouer H, Franca MGD (2010). Secondary metabolites from *Scorzonera undulata* ssp. *deliciosa* (Guss.) Maire (Asteraceae) and their antioxidant activities. *Records of Natural Products* 4(3): 171-175.
30. Chamberlain DF (1975). *Scorzonera* L. In: *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Davis, PH (Eds.). Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, v:5: 632-657.
31. Zeybek N (1985). *Farmasötik Botanik*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 337-348.
32. Tanker N, Koyuncu M, Coşkun M (2004). *Farmasötik Botanik*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 319-326.
33. Baytop A (1996). *Farmasötik Botanik Ders Kitabı*. İstanbul Üniversitesi Basımevi, İstanbul, 255-260.
34. Tanker M, Tanker N (2003). *Farmakognozi*. Cilt:2. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara.
35. Ceylan A (1983). *Tıbbi Bitkiler II*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, Bornova-İzmir, No:481.
36. İskefiyeli Z (2010). Ormangülü uçucu yağ ve ekstraktlarının kimyasal bileşimleri ve biyolojik aktiviteleri. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Trabzon.
37. Congiu R, Falconieri D, Marongiu B, Piras A, Porcedda S (2002). Extraction and isolation of *Pistacia lentiscus* L. essential oil by supercritical CO₂. *Flavors and Fragrances Journal* 17: 239-244.
38. Diaz-Maroto MC, Perez-Coello MS, Cabezudo MD (2002). Supercritical carbon dioxide extraction of volatiles from spices comparison with simultaneous distillation-extraction. *Journal of Chromatography A* 947: 23-29.
39. Diaz-Maroto MC, Hidalgo IJ, Palomo ES, Perez-Coello MS (2005). Volatile components and key odorants of fennel and thyme oil extracts obtained by

- simultaneous distillation-extraction and supercritical fluid extraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 5385-5389.
40. Porta GD, Porcedda S, Marongiu B, Reverchon E(1999). Isolation of *Eucalyptus* oil by supercritical fluid extraction. *Flavors and Fragrances Journal* 14: 214-218.
 41. BeejmohunV, Fliniaux O, Grand E, Lamblin F, Bensaddek L, Christen P, Kovensky J, Fliniaux M, Mesnard F (2007). Microwave-assisted extraction of the main phenolic compounds in flaxseed. *Phytochemical Analysis* 18: 275-282.
 42. Araujo HC, Lacerda MEG, Lopes D, Bizzo HR, Kaplan MAC (2007). Studies on the aroma of mate (*Ilex paraquariensis* St. Hil.) using headspace solid-phase microextraction. *Phytochemical Analysis* 18: 469-474.
 43. Fakhari AR, Saleh P, Heydari R, Ebrahimi SN, Haddad PR (2005). Hydrodistillation-headspace solvent microextraction, a new method for analysis of the essential oil components of *lavandula angustifolia* Mill. *Journal of Chromatography A* 1098: 14-18.
 44. Galipo RC, Canhoto AJ, Walla MD, Morgan SL (2002). Analysis of volatile fragrance and flavor compounds by headspace solid phase microextraction and GC-MS, An undergraduate instrumental analysis experiment. *Journal of Chemical Education* 76: 245-248.
 45. Vas G, Vekey K (2004). Solid-phase microextraction: A powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis. *Journal of Mass Spectrometry* 39: 233-254.
 46. Linskens HF, Jackson JF (1997). Modern methods of plant analysis. Plant volatile analysis v: 19, Springer, Germany.
 47. Linskens HF, Jackson JF (1997). Modern methods of plant analysis, Vol. 12: Essential oils and waxes, Springer, Germany.
 48. Chaintreau A (2001). Simultaneous distillation-extraction: birth to maturity-review. *Flavors and Fragrances Journal* 16: 136-148.
 49. Mammadov R (2014). Tohumlu bitkilerde sekonder metabolitler, Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara.

50. Tayyibe BC, Yaylı B, Özdemir T, Batan N, Karaoğlu ŞA, Yaylı N (2013). Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oil mosses *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. and *Leucodon sciurioides* (Hedw.) Schwagr. Grown in Turkey. Turkish Journal of Chemistry 37: 213-219.
51. Yaylı N, Tosun G, Yaylı B, Gundoğan Z, Coşkuncelebi K, Karaoglu ŞA (2016). Altitude variation in the composition of essential oils, fatty acid methyl esters, and antimicrobial activities of two subspecies of *Primula vulgaris* Grown in Turkey. Natural Product Communications 11: 1505-1510.
52. Üçuncu O, Kahrman N, Terzioğlu S, Karaoğlu ŞA, Yaylı N (2010). Composition and antimicrobial activity of the essential oils from flowers of *Senecio othonnae*, *S. racemosus*, and *S. nemorensis*. Natural Product Communications 5: 831-834.
53. Yıldırım S, Kadioğlu A, Sağlam A, Yaşar A (2017). Determination of phenolic acids and rutin in *Heliotropium thermophilum* by high-performance liquid chromatography with photodiode array detection. Instrumentation Science and Technology 45(1): 35–48.
54. Maisuthisakul P, Gordon MH (2009). Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of mango seed kernel by product. Food Chemistry 117: 332-341.
55. Wang HM, Chen CY, Chen CY, Ho ML, Chou YT, Chang HC, Lee CH, Wang CZ, Chu I (2010). (-)-N-Formylanonaine from *Michelia alba* as a human tyrosinase inhibitor and antioxidant. Bioorganic and Medicinal Chemistry 18: 5241-524.

9. ÖZGEÇMİŞ

Soyadı, Adı : ÖKSÜZ Enes
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri : 15.02.1985 Trabzon
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0462 228 63 95
E-Posta : ecz.enesoksuz@hotmail.com
Yazışma adresi : Adnan Menderes Cad. Yaylacık Mah. No:12 Akçaabat Ecz.
Akçaabat / Trabzon

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	: Karadeniz Teknik Üniversitesi	Devam ediyor
Lisans	: Ankara Üniversitesi	2007
Lise	: Alparslan Fen Lisesi	2003

AKADEMİK/ MESLEKİ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl-Yıl)
Serbest eczacı	Akçaabat Eczanesi	2009-

YABANCI DİL

İngilizce

UZMANLIK ALANI

YAYINLAR/BİLDİRİLER

Bildiri: Öksüz E, Korkmaz B, Fandaklı S, Coşkunçelebi K, Yaylı N (2017). Endemik *Scorzonera pisdica* ve *S. sandrasica* Bitkilerinin Uçucu Organik Bileşenleri, Uluslararası 5. İlaç Kimyası: İlaç Etkin Maddesi Tasarımı, Sentezi, Üretimi ve Standardizasyonu Kongre, Antalya, Türkiye, 30 Mart-2 Nisan ss. p9-p9.

Makale: Yaylı N,Öksüz E, Korkmaz B, Fandaklı S, Faiz Ö,Coşkunçelebi K (2018). Volatile components, Phenolic contents and Biological activities of Two Endemic Subspecies from *Scorzonera*L Grown in Turkey, Natural Product Communications, İncelemede.

