

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE DOĞAL *VIBURNUM* L. (CAPRIFOLIACEAE) TÜRLERİNİN UÇUCU**

**YAĞ BİLEŞİMLERİ VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Kimyager Nagihan YILMAZ İSKENDER**

**HAZİRAN 2007**

**TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE DOĞAL *VIBURNUM* L. (CAPRIFOLIACEAE) TÜRLERİNİN UÇUCU  
YAĞ BİLEŞİMLERİ VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİ**

**Kimyager Nagihan YILMAZ İSKENDER**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"Yüksek Lisans (Kimya)"  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.06.2007**

**Tezin Savunma Tarihi : 29.06.2007**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nurettin YAYLI**

**Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Neşe DOĞAN**

**Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kamil COŞKUNÇELEBİ**

**Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT**

**Trabzon 2007**

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Bitki Kimyası Yüksek Lisans Laboratuvarında yapılmıştır.

Danışmanlığımı üstlenen, çalışmalarımda bana destek olan, değerli zamanını ayıran ve yardımını esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr.Nurettin YAYLI' ya sonsuz teşekkürler.

Bu tez çalışmamda, analizlerini yaptığım bitki örneklerini bana sağlayan ve tezime katkılarından dolayı sayın Doç. Dr. Kamil COŞKUNÇELEBİ' ye ve yardımlarından dolayı sayın Yrd. Doç.Dr. Neşe DOĞAN' a teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım, hocalarım Arş.Gör. Ahmet YAŞAR, Arş.Gör. Osman ÜÇÜNCÜ, Kurtuluş AKPINAR, Arş. Gör. Asu USTA, Arş.Gör. Canan ALBAY ve Okt. Nuran YAYLI' ya teşekkür ederim.

Her zaman olduğu gibi her türlü maddi ve manevi desteğiyle yine yanımda olan, sevgi ve moral kaynağım canım anne ve babama sonsuz minnet ve şükranlarımla teşekkürler.

Ayrıca çalışmalarım süresince bana hep destek olan ve yardımını esirgemeyen eşim Ali İSKENDER' e teşekkür ederim.

Bu araştırma, K.T.Ü. araştırma fonunun desteklediği 2004.111.002-3 ve 2005.111.002-1 nolu projelerin desteğiyle tamamlanmıştır. Araştırma fonu yönetimine ve tüm personeline hizmetlerinden dolayı teşekkür ederim.

Nagihan YILMAZ İSKENDER

Trabzon 2007

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa No</u></b>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Uçucu Yağlar.....	2
1.3. Uçucu Yağların Ekstraksiyon Metodları .....	3
1.3.1. Buhar Destilasyonu.....	3
1.3.2. Soğuk Press.....	3
1.3.3. Enflarüj.....	4
1.3.4. Çözücü Ekstraksiyonu.....	4
1.3.5. Turbodestilasyon.....	4
1.3.6. Hidrofüzyon.....	4
1.3.7. CO <sub>2</sub> Ekstraksiyonu.....	5
1.3.8. Maserasyon.....	5
1.4. Uçucu Yağların Etkileri.....	5
1.5. Terpenler.....	6
1.5.1. Hemiterpenler ve Hemiterpenoidler.....	8
1.5.2. Monoterpenler ve Monoterpenoidler.....	8
1.5.3. Seskiterpenler ve Seskiterpenoidler.....	8
1.5.4. Diterpenler ve Diterpenoidler.....	9
1.5.5. Sesterpenler ve Sesterpenoidler.....	9
1.5.6. Triterpenler ve Triterpenoidler.....	10
1.5.7. Tetraterpenler ve Tetraterpenoidler.....	10
1.5.8. Politerpenler.....	11

1.6	Spektroskopik Yöntemler.....	11
1.7	Kromatografi.....	12
1.8	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS).....	13
1.8.1.	Taşıyıcı Gaz.....	14
1.8.2.	Enjeksiyon Portu.....	14
1.8.3.	Kolon.....	14
1.8.4.	Dedektör.....	15
1.8.5.	GC-MS' in Çalışma Prensibi.....	15
1.9.	Antimikrobiyal Maddelerin Genel Özellikleri.....	16
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	17
2.1.	Enstrümantasyon.....	17
2.2.	Bitki Materyallerinin Temini.....	18
2.3.	Uçucu Yağların İzolasyonu.....	19
2.4.	Bileşenlerin Aydınlatılması.....	19
2.5.	Antimikrobiyal Aktiviteleri.....	20
3.	BULGULAR.....	21
4.	TARTIŞMA.....	29
5.	SONUÇLAR.....	43
6.	ÖNERİLER.....	45
7.	KAYNAKLAR.....	46
8.	EKLER.....	49
	ÖZGEÇMİŞ	

## ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’ de doğal olarak yetişen, açık havada kurutulmuş Caprifoliaceae ailesine mensup *Viburnum* L. (*V. orientale* Pallas, *V. opulus* L. ve *V. lantana* L.) türleri; meyve, yaprak ve gövde kısımları ayrılmadan bir bütün halinde çalışıldı. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşenleri GC-MS yöntemi ile analiz edildi. Bu bitkilerin uçucu yağlarından sırasıyla 16, 40 ve 53 bileşenin yapısı aydınlatıldı. Bu bitkilerin ana bileşenleri sırasıyla %58,4 oranla Linalool L, %7,8 oranla phytol ve %6,3 oranla occidenol olarak belirlendi. *V. orientale* Pallas, *V. opulus* L. ve *V. lantana* L. bitkilerinden izole edilen uçucu yağların *E.coli*, *K. pneumoniane*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis*, *S. aureus*, *B. cereus* bakterilerine ve *C. tropicalis* mantarına karşı antimikrobiyal aktivite testleri yapıldı. *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının bütün test mikroorganizmalarına karşı aktivite göstermezken, *V. orientale* bitkisinin uçucu yağının Gram-pozitif bakterilerine karşı zayıf antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Türkiye, Caprifoliaceae, *Viburnum*, Uçucu yağ, GC-MS, Antimikrobiyal aktivite,

## SUMMARY

### **The Chemical Composition and Antimicrobial Activities of the Essential Oils in the Turkish Wild *Viburnum* L. (Caprifoliaceae) Species**

In this study, the air-dried *Viburnum* L. (*V. orientale* Pallas, *V. opulus* L. and *V. lantana* L.) species whose family is Caprifoliaceae and which grows in Turkey as wild were studied without separating fruits, leaves and stems parts of the plants. The composition of the essential oils obtained from these plants were analyzed by GC-MS technique. Sixteen, fourty and fiftythree components were identified from essential oils of these plants. Major component of these plants were Linalool L, phytol and occidenol in ratios 58,4%, 7,8% and 6,3% respectively. The isolated essential oils of *V. orientale* Pallas, *V. opulus* L. and *V. lantana* L. were tested for antimicrobial activity aganist *E.coli*, *K. pneumoniane*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis*, *S. aureus*, *B. cereus* bacteries and *C. tropicalis* fungi. But, the essential oil of *V. orientale* showed weak antimicrobial activitiy aganist Gram-positif bacteries. It was identified the essential oils of *V. opulus* and *V. lantana* showed no activity aganist used all bacteries and fungi.

**Key Words :** Turkey, Caprifoliaceae, *Viburnum*, Essential oil, GC-MS, Antimicrobial activity.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.	GC-MS cihazı.....	17
Şekil 2.	<i>Viburnum orientale</i> Pallas bitkisinin çiçek ve meyve zamanındaki resimleri.	18
Şekil 3.	<i>Viburnum opulus</i> L. bitkisinin çiçek ve meyve zamanındaki resimleri.....	18
Şekil 4.	<i>Viburnum lantana</i> L. bitkisinin çiçek ve meyve zamanındaki resimleri.....	19
Şekil 5.	Clevenger tipi subuharı destilasyon düzeneği.....	20
Ek Şekil 1.	<i>Viburnum orientale</i> Pallas bitkisinin GC spektrumu.....	50
Ek Şekil 2.	<i>Viburnum orientale</i> Pallas bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	51
Ek Şekil 3.	<i>Viburnum orientale</i> Pallas bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	52
Ek Şekil 4.	<i>Viburnum opulus</i> L. bitkisinin GC spektrumu.....	53
Ek Şekil 5.	<i>Viburnum opulus</i> L. bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	54
Ek Şekil 6.	<i>Viburnum opulus</i> L. bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	55
Ek Şekil 7.	<i>Viburnum opulus</i> L. bitkisinin RT 20-30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	56
Ek Şekil 8.	<i>Viburnum opulus</i> L. bitkisinin RT 30-48 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	57
Ek Şekil 9.	<i>Viburnum lantana</i> L. bitkisinin GC spektrumu.....	58
Ek Şekil 10.	<i>Viburnum lantana</i> L. bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	59
Ek Şekil 11.	<i>Viburnum lantana</i> L. bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	60
Ek Şekil 12.	<i>Viburnum lantana</i> L. bitkisinin RT 20-30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	61
Ek Şekil 13.	<i>Viburnum lantana</i> L. bitkisinin RT 30-48 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	62



## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Terpenlerin içerdikleri izopren sayısına göre sınıflandırılması.....	7
Tablo 2. GC-MS spektrumunun alındığı deneysel koşullar.....	17
Tablo 3. <i>Viburnum orientale</i> Pallas, <i>Viburnum opulus</i> L. ve <i>Viburnum lantana</i> L. bitkilerinin uçucu bileşenlerinin GC-MS analiz sonuçları.....	29
Tablo 4. Bilinmeyen bileşenlerin kütle/yük (m/z) oranları.....	32
Tablo 5. Bileşiklerin sınıflandırılması ve ham karışımdaki % miktarları.....	39
Tablo 6. Bileşik sınıflarının ana bileşenleri ve % oranları.....	41
Tablo 7. Uçucu yağların antimikrobiyal aktivite tarama sonuçları.....	42

## SEMBOLLER DİZİNİ

Ar	: Argon
C	: Karbon
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
CW-NMR	: Sürekli Dalga NMR Spektrometreleri
EI	: Electron Impact
FSOT	: Erimiş Silisten Kapiler Kolon
FT-NMR	: Fourier Dönüşümlü NMR Spektrometreleri
GC	: Gaz Kromatografisi
GC-MS	: Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometrisi
H <sub>2</sub>	: Hidrojen
He	: Helyum
HPLC	: Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
I	: Spin Kuantum Sayısı
IR	: İnfrared (kızıl ötesi) Spektroskopisi
KTUB	: Karadeniz Teknik Üniversitesi Biyoloji Bölümü
LRI	: Literatür Alıkonma İndeksi
MHA	: Mueller-Hinton Agar
MHB	: Mueller-Hinton Broth
MIC	: Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu
MS	: Kütle Spektroskopisi
N <sub>2</sub>	: Azot
NMR	: Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi
PDA	: Patates Dekstroza Agar
RI	: Alıkonma İndeksi
RT	: Alıkonma Zamanı
SCOT	: Destek Kaplı Kapiler Kolon
UV-VIS	: Mor Ötesi-Görünür Bölge
WCOT	: Duvar Kaplı Kapiler Kolon

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Dispacales (Rubiales) takımının Caprifoliaceae (Hanımeli) ailesinden olan *Viburnum* L. bitkilerinin 120' nin üzerinde türü olup bu bitkiler Avrupadan Batı Asya kıtasına kadar geniş alana yayılan ve açık alanlarda, kireçli topraklarda yetişen bitkilerdir. *Viburnum*' lar Türkiye' de 4 tür gösterirler [1]. Bunlardan bu tezde çalışılan *V. orientale* Pallas, *V. opulus* L. ve *V. lantana* L. Türkiye' de doğal olarak yetişen türlerdir. *V. tinus* L. ise park ve bahçelerde yetişen, Türkiye' ye Avrupadan gelip Türkiye' de doğal olarak yetişmeyen *Viburnum* türüdür. *V. opulus* bitkisinin halk dilindeki adı Gilaburu olup ülkemizde başta Kayseri olmak üzere Orta Anadolu ve İç anadolu bölgelerinde çokça yetişir. Gilaburu çalı şeklinde bodur bir ağaç olup kırmızı salkım şeklinde yuvarlak meyvesi vardır. Gilaburunun meyvesi genelde böbrek rahatsızlıklarının giderilmesinde kullanılırken ağaç kabuğu da kramplara ve kas gerginliklerine karşı olumlu etkiler gösterir. Kabuklarının kullanılmasıyla elde edilen suyunun dahili ve harici kullanım alanları mevcuttur. Astım, sara nöbetleri, yüksek tansiyon, bazı kalp rahatsızlıkları, kramplar, menstrüal sancılar, doğum sonrası spazmlar, uyku bozuklukları, romatizma ve bazı sinir hastalıklarında dahili olarak, egzama gibi bazı cilt problemlerinde ise harici olarak kullanılmaktadır [2]. Ayrıca bu bitkiden kırmızı boya eldesiyle boya ve mürekkep endüstrisinde de kullanılmaktadır. *V. opulus* birçok ülkede süs bitkisi olarak da yetiştirilir. Fenolik glikozitleri, tanninleri ve bazı organik asitleri içeren kurumuş meyveleri pelvik organlarındaki uterin krampları ve kolik ağrılarının tedavisinde kullanılır [3]. *V. lantana*' nın Türkçe adı Tüylü Kartopu' dur. Bu bitkinin meyvesi çok miktarda alındığında kusma ve ishale sebep olmaktadır. Gövdesi de halat yapımında kullanılmaktadır [4]. *V. opulus* ve *V. lantana*' nın gövde kabukları ve genç sürgünleri Anadolu' da halk arasında da ağrı kesici olarak kullanılmaktadır [5-6].

Yapılan literatür araştırması sonucu *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının bileşenleri ve antimikrobiyal aktiviteleri hakkında araştırmaların olmadığı tespit edildi. *V. orientale* bitkisinin uçucu yağlarının bileşenleri ise; daha önceki çalışmalarda yayınlanmış olup antimikrobiyal aktivitesi hakkında araştırmaların olmadığı tespit edildi [7-9]. Buna göre GC-MS yöntemi ile NIST ve WILLEY kütüphanelerindeki değerlerle karşılaştırarak, bu bitkilerden Clevenger aparatında su buharı destilasyonu yöntemine göre

elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşenlerinin analizi yapıldı [10-14]. *V. opulus* ve *V. lantana* bitkileri üzerine önceden yapılmış fitokimyasal çalışmalar bu bitkilerdeki irroidler, irroid glikozitler, lantanosidler, flavanoidler, saponinler, tanninler, arbutin, ursolik asid, flavon ve antanosiyantinleri içeren farklı doğal bileşiklerin varlığını göstermiştir [15-22].

Bu çalışmadaki amacımız; Türkiye’ de doğal olarak yetişen *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının kimyasal bileşimlerini belirlemek ve her bir bitkinin uçucu yağının antimikrobiyal aktivitelerini incelemektir.

## 1.2. Uçucu Yağlar

Bitkilerin yapısında bulunan bileşikler 2’ ye ayrılır; primer bileşikler ve sekonder bileşikler. Primer bileşikler arasında karbohidratlar, lipitler, proteinler, mineraller ve vitaminler vardır. Sekonder bileşiklerin kimyasal içerikleri çok değişkendir. Bunlar, bitkilerden; içecek, baharat, lif, ilaç, zehir ve psikoaktif ajanlar olarak kullanılan maddeleri sağlarlar. Sekonder bileşiklerin başlıca tipleri; alkaloidler, terpenler, terpenoidler ve fenollerdir. Çoğu bitkinin kendine özgü kokusu vardır. Bitkilere bu kokuyu veren özel salgı dokularında oluşan uçucu yağlardır. Ancak, normal yağlardan farklıdır. Bu maddeler, suyun yüzeyinde biriktiğinden yağ adını almakta, açıkta bırakıldıklarında kolayca buharlaşabilmektedirler. Bundan dolayı, bu yağlara uçucu yağlar ya da eterik yağlar denilmektedir [23].

Uçucu yağlar, bitkilerden çoğunlukla buhar destilasyonu yöntemi ile elde edilen güzel kokulu, uçucu, aromatik yağlardır.

Uçucu yağları elde etmek için bitkinin çiçek, yaprak, tohum, kök, sap, ağaç kabuğu, odun gibi kısımları ayrılarak ayrı ayrı kullanılabilmesi gibi ayrılmadan bir bütün halinde de kullanılabilir. Uçucu yağ eldesinden en etkili verimi almak için;

- Doğru bitki seçilmeli,
- Doğru zamanda toplanmalı,
- Kurutma ve depolama şartları uygun olmalı,
- Ekstraksiyon yöntemi uygun olmalıdır.

Genetik, yetiştirme şartları, toplama ve kurutma şartları, parçalama, öğütme ve depolama şartları uçucu yağlardaki bileşiklerin yüzde miktarlarını etkileyen bazı

faktörlerdir. Bu yağların elde edildikten sonra iyi koşullarda saklanmaları gerekmektedir. Çünkü, ısı ve ışık gibi etkenler bu yağların çabuk bozulmalarına sebep olabilir.

### **1.3. Uçucu Yağların Ekstraksiyon Metodları**

Günümüzde uçucu yağların eldesinde kullanılan en yaygın yöntem buhar destilasyonudur. Bunun yanında bitkinin kullanılan kısımlarına, içerdiği uçucu yağların hassasiyetine, miktarına ve bitkinin bozunabilme ihtimaline bağlı olarak farklı yöntemler de kullanılmaktadır.

#### **1.3.1. Buhar Destilasyonu**

Buhar destilasyonu uçucu yağ ekstraksiyonunun en genel metodudur. Buhar destilasyonu bir düzeneğin içinde yapılır. Bu yöntemde taze ya da kurutulmuş bitkiler düzeneğin bitki çemberine yerleştirilir. Bir ayırma çemberinde basınçlı buhar oluşturulur ve bitki çemberine doğru dağıtılır. Buharın ısısı uçucu yağı tutan küçük kesecikleri açmak için zorlar. Buharın ısısı bu küçük kesecikleri açmak için yeterince yüksek olmalı. Ancak çok yüksek olmamalı. Çünkü çok yüksek ısı bitkiyi bozabilir ve uçucu yağı yakabilir. Uçucu yağ serbest hale geçince, küçük uçucu yağ damlaları buharlaşır ve buhar molekülleriyle birlikte düzeneğin kondenzasyon çemberine doğru yol alırlar. Buhar soğuduğu için yoğunlaşarak suya geri döner. Uçucu yağ suyun üzerinde ince bir yüzey oluşturur. Uçucu yağ, dekantasyon işlemi uygulanarak ya da üstten alınarak sudan ayrılabilir.

#### **1.3.2. Soğuk Press**

Bu yöntem greyfurt, limon, mandalina, portakal gibi turuncgillerin uçucu yağlarını elde etmek için kullanılır. Bu yöntemde, meyveler bir kap üzerinde sertçe yuvarlanır. Bu sert yuvarlama uçucu yağı içeren kesecikleri parçalar. Uçucu yağı serbest hale geçirmek için meyveler preslenir. Uçucu yağ sıkma esnasında oluşan meyve suyunun üzerinde birikir ve santrifüjle ayrılır.

### **1.3.3. Enflarüj**

Yasemin (Jasmiun) ya da Tuberoze gibi bazı çiçekler düşük bileşimli uçucu yağa sahiptirler ya da ısıtmaya karşı duyarlıdırlar. Uçucu yağ serbest hale geçmeden önce çiçek yaprakları ısıtılacağından bozunabilirler. Böyle durumlarda pahalı ve uzun süren enflaruj adı verilen bir yöntem kullanılır. Bu yöntemde, çiçek yaprakları kokusuz bitkisel veya hayvansal bir yağın üzerine yerleştirilir. Bu yağlar çiçeğin uçucu yağını absorblar. Yağlar uçucu yağı mümkün olabileceği kadar absorbladıktan sonra işlem görmüş yapraklar alınır ve yerine yenisi koyulur. Bu işlem yağlar uçucu yağ ile doyana kadar devam eder. Bu enflaruj karışımına alkol ilavesi uçucu yağı kullanılan yağdan ayırır. Daha sonra alkol uzaklaştırılarak uçucu yağ elde edilir.

### **1.3.4. Çözücü Ekstraksiyonu**

Hassas bitkiler üzerinde kullanılan bir başka metod olan çözücü ekstraksiyonu düşük maliyetle ve yüksek uçucu yağ verimiyle sonuçlanır. Bu yöntemde, hegzan gibi kimyasal bir çözücü bitkiyi doymak için kullanılır ve aromatik bileşikleri çekip alır.

### **1.3.5. Turbodestilasyon**

Bu yöntem ekstraktı zor ve kaba bitkiler için uygundur. Örneğin; ağaç kabuğu, kök, tohum gibi. Bu yöntemde, bitkiler suyla ıslatılır ve buhar bitki ve su karışımı arasında dolaşır. Bu metod ekstraktı zor bitkilerden uçucu yağ ekstraksiyonunun daha hızlı olmasını sağlar.

### **1.3.6. Hidrofüzyon**

Bu metod buhar destilasyonundan daha az serttir ve sondaki uçucu yağ orjinal bitkinin kokusundan daha iyi kokar. Atmosfer basıncındaki buhar bitki çemberinin üstünden bitkiye yayılır. Böylece buhar, bitkiyi buhar destilasyonunda olduğundan daha kısa zamanda ve tam olarak doyurabilir.

### 1.3.7. CO<sub>2</sub> Ekstraksiyonu

Bu yöntemde uçucu yağı ekstrakte etmek için yüksek basınç altında CO<sub>2</sub> kullanılır. Birçok CO<sub>2</sub> ekstraksiyonu buhar destilasyonundan daha taze, temiz ve keskin aromalı uçucu yağ eldesini sağlar. Bilimsel çalışmalar CO<sub>2</sub> ekstraksiyonundan elde edilen uçucu yağların çok etkili ve tedavi edici etkileri olduğunu göstermiştir. Bu ekstraksiyon metodu ile buhar destilasyonundan daha düşük sıcaklıklar kullanılır ve daha yüksek verimli sonuçlar elde edilir. Buhar destilasyonuyla ekstrakte edilemeyen birçok uçucu yağ CO<sub>2</sub> ekstraksiyonu ile belirlenebilir. Bu yöntemde; bitkiler bir tankın içine koyulur ve CO<sub>2</sub> tanka enjekte edilir. Yüksek basınç altında CO<sub>2</sub> sıvıya döner ve uçucu yağı ekstrakte etmek için bir çözücü olarak davranır [24].

### 1.3.8. Maserasyon

Bu yöntemde; bitkiler sıcak bitkisel yağ ile dolu bir kabın içine yerleştirilir. Bu kap günlerce çalkalanır. Kabın içinde elde edilen yağ süzülüp şişelenir. Bu şekilde elde edilen uçucu yağ bitkisel yağ ile birlikte ve daha çok masaj için kullanılır [25].

## 1.4. Uçucu Yağların Etkileri

Uçucu yağlar yüzyıllardan beri kullanılmaktadırlar. 5000 yıl önce Mezopotamya'nın eski uygarlıkları bitkilerden uçucu yağ elde etmek için makinelere sahiptiler. Bu yağlar; eski Mısır, Hindistan, Yunanistan ve Roma uygarlıklarının başlıca parfüm kaynağıydı. Bu yağlar; günümüzde kozmetik, ilaç ve yiyecek tatlandırıcısı olarak gıda sektöründe de kullanılmaktadır [24].

Bitkilerin taşıdığı uçucu yağ oranı %10 ile %0,01 arasında değişir. Uçucu yağlar son derece konsantredirler. Örneğin; 1 kg gül yağı elde etmek için ortalama 2000 kg gül yaprağı kullanılmaktadır. Yine, 30 fincan bitki çayı 1 damla uçucu yağdaki bitki esansı konsantrasyonuna eşittir. Bu da bize uçucu yağların ne kadar kuvvetli ve pahalı olabileceğini göstermektedir. Uçucu yağlar birçok madde ve bileşik içerdiği için çok kompleksler [26].

Bazı uzmanlar uçucu yağların, bitkinin enfeksiyonlarla savaşmak ve mikrop ve parazitleri kovmak için kullandığı bileşikleri içerdiğini ileri sürmektedir. Bilimsel

araştırmacılar uçucu yağlardan yüzlerce kimyasal izole etmişler ve birçok uçucu yağın antibakteriyel, antifungal ve antiparazit özellik taşıdığını göstermişlerdir [24]. Genel olarak içeriklerini onlara tedavi edici değerini kazandıran çeşitli alkoller, esterler, terpenler, aldehidler ve kumarinler oluşturur. Bu maddeler uçucu yağlara antiseptik, antispazmatik, analjezik, antivirütik, bakterisidik, antitoksik, tonik, diüretik, sedatif, antidepresan gibi çeşitli etkiler kazandırır. Uçucu yağlar kolaylıkla havaya karışarak burundaki alfaktör sinir uçları aracılığıyla beyni etkileme kapasitesine sahiptir. Bu yolla merkezi sinir sistemi ve limbik sistem üzerinde etki gösterirler. Uçucu yağların bazı duygularımızı düzenlemesindeki ve psikolojik birtakım sorunlarımızı çözebilmesindeki sır burada yatmaktadır. Bu nedenle uçucu yağlar, parfüm, oda spreyi, inhalasyon, aroma lambaları ile uygulanarak yoğun stress, huzursuzluk, endişe ve uyku problemleri gibi pek çok sorunun çözülmesine yardımcı olmak için de kullanılır. Ayrıca bu yağlar; ciltten kolaylıkla emilerek lenfatik sistem ve kan dolaşımına karışmak suretiyle tüm vücut sistemleri üzerinde etki gösterirler. Bu yüzden de vücuda seyreltilerek masaj, banyolar ve kompreslerle uygulanabilmektedirler [26]. Bu yağlar aromaterapi-aromakozmetik özelliklerde dahili ve harici olarak kullanımdadırlar.

Ülkemizde 50' nin üzerinde uçucu yağ üretilmekte ya da ithal edilmektedir. Bunların önemli bir bölümü çeşitli rahatsızlıklar için ve alternatif tıbbi tedavilerde ilaç kategorisine girmeden kullanılmakta, bir kısmı da cilt ve saçlarda, kozmetik ürünlerinde birlikte veya yalnız kullanılmaktadır. Türkiye'de uçucu yağ üretiminin büyük bir payını gülyağı oluşturmaktadır. Türkiye'de son yıllarda gülyağının dışında; kekik, defne, kırnanesi, biberiye, kimyon, mersin, limon yaprağı gibi aromatik bitkilerden, uçucu yağlar üretilmektedir. Türkiye'de üretilen diğer bir aromatik bitki de lavantadır. Lavanta diğer aromatik bitkilere göre çok daha yüksek oranlarda yağ içermektedir. Eskiden gülyağı dışında, sadece aromatik bitki üreticisi olan ülkemiz, son yıllarda uçucu yağ üreticisi olma yolunda önemli adımlar atmaktadır [27].

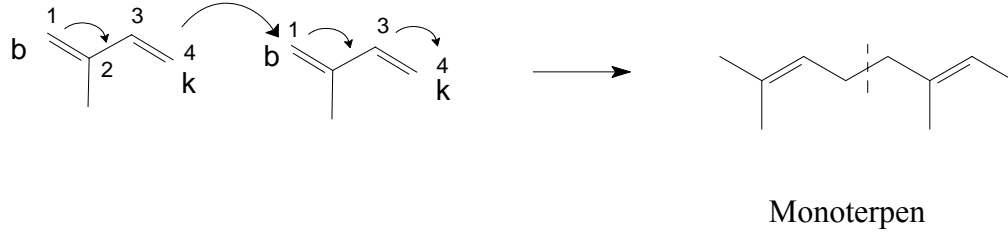
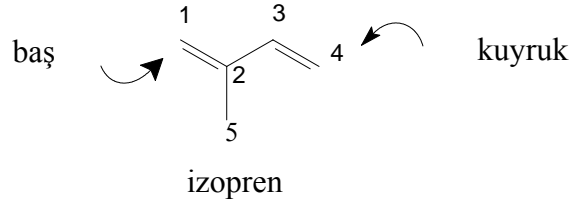
### **1.5. Terpenler**

Terpenler, bitkilerden elde edilen uçucu yağlarda en fazla bulunan doğal bileşiklerdir. Terpenler, reçine ve reçineden üretilen turpentinin ana bileşikleridir. Terpen ismi turpentin kelimesinden türemiştir. Terpenlerin çoğu hidrokarbonlardır. Ancak,



alkoller, ketonlar ve aldehidler gibi oksijen içeren bileşikleri de olabilir. Terpenlerin karbon ve hidrojen haricinde atom içeren bileşiklerine terpenoid denir.

Terpenler molekül formülü  $C_5H_8$  olan 2-metil-1,3-butadien izopren birimlerinin birleşmesiyle oluşurlar. Bu kurala  $C_5$  kuralı ya da izopren kuralı denir. Bu birleşme baş-kuyruk şeklinde olabileceği gibi kuyruk-kuyruk şeklinde de olabilir.



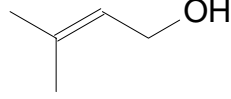
Terpenler, içerdikleri izopren birimlerinin ya da karbon atomlarının sayısına göre sınıflandırılırlar. Terpenlerin içerdikleri izopren birimi sayısına göre sınıflandırılması Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Terpenlerin içerdikleri izopren sayısına göre sınıflandırılması

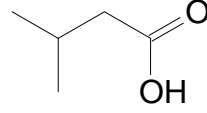
Sınıfı	İzopren Ünitesi	Karbon Atomu	Kapalı Formül
Hemiterpenler	1	5	$C_5H_8$
Monoterpenler	2	10	$C_{10}H_{16}$
Seskiterpenler	3	15	$C_{15}H_{24}$
Diterpenler	4	20	$C_{20}H_{32}$
Sesterpenler	5	25	$C_{25}H_{40}$
Triterpenler	6	30	$C_{30}H_{48}$
Tetraterpenler	8	40	$C_{40}H_{64}$
Politerpenler	n	5n	$(C_5H_8)_n$

### 1.5.1. Hemiterpenler ve Hemiterpenoidler

Terpenlerin en küçük birimi olup tek izopren birimi içerirler. Hemiterpenlerin oksijen içeren bileşiklerine hemiterpenoidler denir. Prenol (3-metil-2-büten-1-ol) ve izovalerik asit (3-metil bütanoik asit) bileşikleri hemiterpenoid sınıfı bileşiklere örnektir.



Prenol



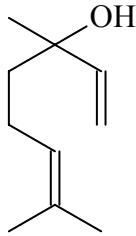
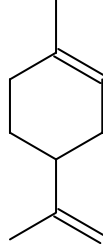
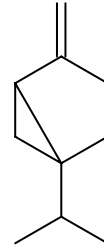
3-Metilbütanoik Asit

### 1.5.2. Monoterpenler ve Monoterpenoidler

İki izopren biriminin birleşmesiyle oluşup oksijen içeren bileşiklerine monoterpenoidler denir. Monoterpenler asiklik, monosiklik ve bisiklik olmak üzere üç kategoride sınıflandırılabilirler.

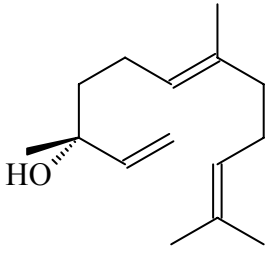
Asiklik monoterpenler 2,6-dimetiloktan türevleri olarak düşünülebilirler.

Monosiklik monoterpenler bir izopropil grubu içeren siklohegzandan türetilirler.

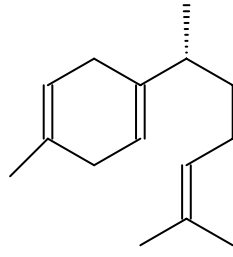
Linalool L  
(Asiklik)Limonen  
(Monosiklik)Sabinen  
(Bisiklik)

### 1.5.3. Seskiterpenler ve Seskiterpenoidler

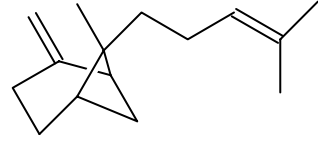
Üç izopren biriminin birleşmesiyle oluşan seskiterpenlerin oksijenli bileşiklerine seskiterpenoidler denir. Seskiterpenler asiklik, monosiklik, bisiklik, trisiklik ve tetrasiklik yapılarda olabilirler.



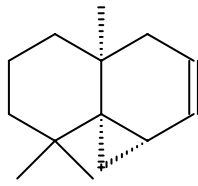
Nerolidol  
(Asiklik)



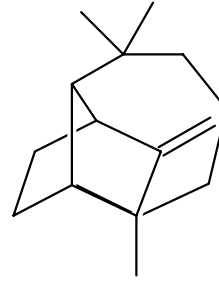
Curcumen  
(Monosiklik)



Bergamoten  
(Bisiklik)



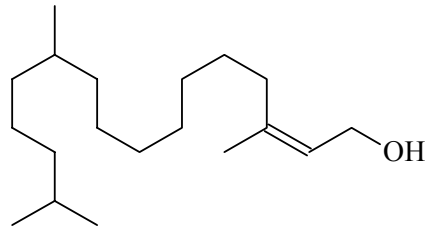
Thujopsen  
(Trisiklik)



Longifolen  
(Tetrasiklik)

#### 1.5.4. Diterpenler ve Diterpenoidler

Diterpenler dört izopren biriminin birleşmesiyle oluşurlar. Bunların oksijen içeren bileşiklerine diterpenoidler denir. Diterpenler fitol, retinal, retinol gibi biyolojik olarak önemli bileşikler için temel oluştururlar.

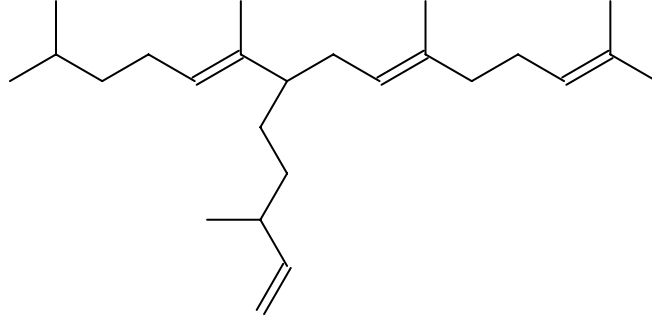


*cis*-Phytol

#### 1.5.5. Sesterpenler ve Sesterpenoidler

Beş izopren biriminin birleşmesiyle oluşup oksijen içeren bileşiklerine sesterpenoidler denir. Sesterpenler genellikle böcek koruyucu vakslardan ve mantar

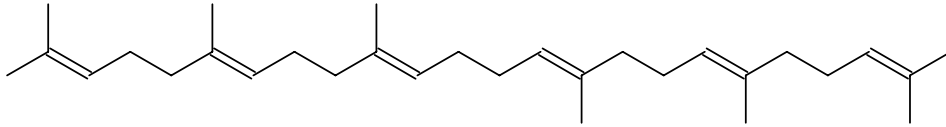
kaynaklarından izole edilirler. Çeşitli doymamış ve dallanmış sesterpenler haslen olarak bilinirler.



Haslen

### 1.5.6. Triterpenler ve Triterpenoidler

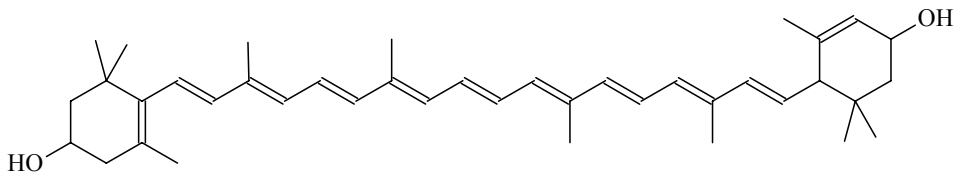
Altı izopren birimi içeren triterpenlerin oksijenli bileşiklerine triterpenoidler denir. Doğal bileşiklerin geniş bir grubunu oluşturan triterpenoidler steroid ve steroller içerirler. Skualen bütün triterpenoidlerin önemli bir biyolojik parçasıdır.



Skualen

### 1.5.7. Tetraterpenler ve Tetraterpenoidler

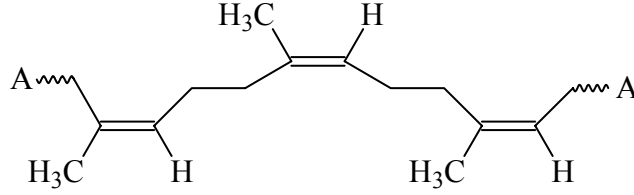
Sekiz izopren birimi içeren tetraterpenler karotenoidler olarak da bilinirler. Karotenoidler kuvvetli absorpsiyon gösterip parlak renklidirler. Hidrokarbon karotenoidler karotenler olarak bilinirken, bunların oksijenli türevleri ksantofil olarak bilinir.



Lutein  
(Ksantofil)

### 1.5.8. Politerpenler

Birçok izopren biriminin oluşturduğu uzun zincirler içeren terpenlerdir. Doğal kauçuk cis çifte bağlı poliizopren içerirken, bazı bitkiler gutta precha olarak bilinen doğal kauçuğun trans izomeri olan bir poliizopren üretirler [28].



Doğal kauçuk

### 1.6. Spektroskopik Yöntemler

Bir örnekteki atom, molekül veya iyonların bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında absorplanan veya yayılan elektromanyetik ışımının, ölçülmesi ve yorumlanmasına spektroskopi denir. Atom, molekül veya iyonun elektromanyetik ışımaya ile etkileşimi sonucu dönme, titreşim ve elektronik enerji seviyelerinde değişiklikler spektroskopinin temelini oluşturur.

Spektroskopik yöntemler, Atomik Spektroskopi ve Moleküler Spektroskopi olmak üzere temelde iki gruba ayrılır. Atomik spektrum sadece elektronların bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri içerir. Moleküler spektrum, elektronik düzeyler arasındaki geçişlere ek olarak dönme ve titreşim enerji düzeyleri arasındaki geçişleride içerir. Bu nedenle moleküllerin spektrumları atom spektrumlarına oranla daha karmaşıktır.

Spektroskopik yöntemler içinde en çok kullanılan yöntemler UV-VIS (Mor Ötesi-Görünür Bölge), IR (Kırmızı Ötesi), NMR (Nükleer Magnetik Rezonans), MS (Kütle Spektroskopisi) ve Kromatografidir.

UV; molekülün absorbladığı enerjinin yapısında bulunan bir elektronu bir üst enerji seviyesine çıkararak orbitaller arasındaki elektron geçişleri esasına dayanır.

IR spektroskopisi; maddenin infrared ışınlarını absorblamasına dayanır. IR bölgesi; yakın IR (780-2500 nm), orta IR (2500-25000 nm) ve uzak IR (50000-100000) bölgesi

olmak üzere üç kısma ayrılır. Homonükleer moleküller ( $H_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ ) hariç, bütün moleküller infrared spektrumu verirler. Bu yöntem  $400cm^{-1}$  ve  $4000cm^{-1}$  dalga sayısı aralığındaki elektromanyetik ışınlar kullanılarak moleküldeki atomlar titreşir ve ışın absorblanır. IR spektroskopisi yapı aydınlatılmasında ve özellikle fonksiyonel grupların varlığının tespitinde kullanılan önemli bir spektroskopik yöntemdir.

NMR spektroskopisi; moleküllerdeki belirli çekirdeklerin kuvvetli bir magnetik alandayken, radyo dalgalarını absorblamasına dayanır. Bir molekülün NMR spektrumu alınabilmesi için molekülün spin kuantum sayısının sıfırdan farklı olması gerekir ( $I \neq 0$ ). NMR, bir moleküldeki C ve H atomlarına ilişkin bilgiler verir. İki tip NMR spektrometresi vardır. Bunlar; Sürekli Dalga NMR spektrometreleri (CW-NMR) ve Fourier Dönüşümlü NMR spektrometreleri (FT-NMR) dir. Kullanılan bu spektroskopik yöntemlerin en güçlüsü NMR' dır.

MS; analitik yöntemler içinde en geniş uygulama alanına sahip, maddelerin elementel bileşimlerinin belirlenmesinde, kalitatif ve kantitatif analizlerde, moleküllerin yapılarının aydınlatılmasında ve bir numunedeki atomların izotopik oranlarının bulunmasında kullanılan bir yöntemdir. Kütle spektroskopisinde, madde yüksek enerjili elektron demetiyle bombardıman edilerek (+) yüklü parçacıklar oluşur. Bu parçacıklar, m/z oranlarına göre ayrılarak spektrum elde edilir. Bu spektrumdan yararlanıp maddenin molekül ağırlığı ve molekül formülü belirlenir.

### 1.7. Kromatografi

Kromatografi, bir karışımdaki iki ya da daha fazla bileşenin, hareketli (taşıyıcı) bir faz yardımıyla, sabit (durgun) bir faz arasından değişik hızlarda hareket etmeleri esasına dayanan saflaştırma ve ayırma tekniğidir. Kromatografik yöntemlerle, kimyasal ve fiziksel özellikleri birbirine çok yakın bileşenlerden oluşan karışımları, tümüyle, kolayca ve kısa sürede ayırmak olanaklıdır.

Kromatografide durgun faz, bir katı veya katı yüzeyine kaplanmış bir sıvı fazdır. Durgun fazın üzerinden akan hareketli faz ise bir gaz veya sıvı fazdır. Hareketli fazın sıvı olduğu kromatografi türüne Sıvı Kromatografisi; hareketli fazın gaz olduğu kromatografi türüne ise Gaz kromatografisi denir.

İnce tabaka kromatografisi, kolon kromatografisi, preparatif kromatografi, kağıt kromatografisi, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ve gaz kromatografisi bazı kromatografik yöntemlerdir.

İnce tabaka kromatografisinde iki tarafı homojen, üzerine silikajel veya alümina solüsyonu tutturulmuş bir plakaya farklı bileşenler içeren çözelti numunesinden kapiler vasıtasıyla nokta şeklinde tatbik edilir ve bu plaka uygun çözücü sistemiyle yürütülür. Bileşenlerin bu çözücü sisteminde farklı hızlarda sürüklenme esasına dayanılarak bileşenler ayrılmış olur.

Kolon kromatografisinde, sabit katı faz üzerine tatbik edilen numunenin hareketli faz ile sürüklenerek bileşenlerin ayrı fraksiyonlarda toplanması esasına dayanır.

Preparatif kromatografide, silikajel ince tabaka kromatografisinde kullanılan plakalara daha kalın bir şekilde tutturulmuştur. Numunenin tamamı bu plaka üzerine tatbik edilir ve uygun çözücü sistemiyle yürütülür. Bileşenler, farklı sürüklenmesiyle plaka üzerinde band halinde ayrılmış olurlar.

Kağıt kromatografisinde, sabit faz kağıt ve hareketli faz çözücü olup uygulanan işlemler ince tabaka kromatografisinde uygulanan işlemlerin aynısıdır.

Gaz kromatografisi; maddeyi içindeki bileşenlerine ayırmada kullanılan etkin bir tekniktir. Ancak spesifik maddelerin tanınmasında güvenilir değildir. GC ile ayırmanın temeli bir numunenin iki faz arasında dağılmasına dayanır. Bu fazlardan biri geniş bir yüzey alanına sahip olan sabit yataktır. Diğeri de bu sabit yataktan geçen bir gazdır. Karışımdaki bileşikler sabit faz ile hareketli faz arasında farklı hızlarda devamlı göç ederek kolonda ilerler. Farklı hızlarda kolondan çıkan maddeler birbirinden ayrılmış olurlar. Gaz kromatografisi, sabit bir faz üzerinden bir gaz akımıyla uçucu maddelerin geçmesiyle gerçekleştirilen bir ayırma yöntemidir. Eğer sabit faz bir katıysa buna Gaz-Katı Kromatografisi, sabit faz bir sıvıysa buna Gaz-Sıvı Kromatografisi denir [29].

### **1.8. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS)**

GC' nin ayırma özelliğiyle MS' nin bileşenleri belirleme özelliğinin kombinasyonu olan bir tekniktir. GC-MS kullanımı kolay ve güçlü bir analitik metottür. Bileşenlerin ayırma işlemi cihazın GC kısmında yapılırken, bu bileşenlerin kimlik tespitini cihazın MS kısmı yapar. GC-MS cihazı taşıyıcı gaz, enjeksiyon portu, kolon, dedektör ve kaydedici kısımlarından oluşur.

### 1.8.1. Taşıyıcı Gaz

Taşıyıcı gaz analit ile etkileşmez yani inerttir. Yalnızca, analiti kolon boyunca taşır. Genellikle kullanılan gazlar; He, Ar, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> dir. Hidrojen, iyi bir taşıyıcı gazdır. Ancak, analit ile reaksiyona girip yeni maddeler oluşturabileceğinden tercih edilmez. Kimyasal olarak inert olduğu için genellikle helyum kullanılır. Taşıyıcı gazın seçimi kullanılan dedektöre bağlıdır. Taşıyıcı gaz sistemi suyu ve diğer safsızlıkları uzaklaştırmak için bir elektir.

### 1.8.2. Enjeksiyon Portu

Enjeksiyon kısmı kolonun başında, içinde buharlaştırıcı olan lastik bir septumdan ibarettir. Enjeksiyon portunun sıcaklığı maddeyi buharlaştırabilmek için yeterince yüksek olmalı. Sıcaklık çok düşük olursa ayırma iyi olmaz, çok yüksek olursa da madde bozunabilir. Enjektör split ve splitless olmak üzere iki modda çalışır. Split modunda analiz; enjekte edilen maddenin belli bir kısmının kullanılarak yapılır. Split modu bir anlamda kolonun kirlenmesini önler. Derişik numuneler için split modu tercih edilir. Splitless modunda ise; enjekte edilen maddenin tamamı kullanılarak analiz yapılır. Numune miktarı az olduğunda splitless modu tercih edilir.

### 1.8.3. Kolon

İki çeşit kolon vardır: dolgulu ve açık borusal (kapiler) kolonlar. Bugün kullanılan dolgulu kolonlar, cam, paslanmaz çelik, bakır, alüminyum veya teflon gibi malzemelerden yapılmaktadırlar. Bu kolonlar, sabit sıvı fazla kaplı olup homojen ve inert katı madde ile doldurulmuştur. Kolonlar 2-3 m uzunluğunda, 2-4 mm çapındadırlar. Kapiler kolonlar iki türdür: duvar kaplı kapiler kolonlar (WCOT) ve destek kaplı kapiler kolonlar (SCOT) . Erimiş silisten kapiler kolonlar (FSOT) cam kapiler kolonlardan daha ince duvarlara sahiptir ve dışı polimid ile kaplanarak sağlamlaştırılmıştır. Bu kolonlar esnektir ve bobin gibi dolanabilirler. Bu kolonların avantajları, fiziksel dayanıklılık, numune bileşenlerine karşı inertlik ve yüksek esneklikte olmalarıdır. Kolonun optimum sıcaklığı maddenin kaynama noktasına bağlıdır. Düşük sıcaklıklar iyi çözünürlük verir ancak alıkonma zamanını artırır.



#### 1.8.4. Dedektör

Gaz kromatografisinde birçok dedektör kullanılabilir. Farklı dedektörler farklı seçiciliklere sahiptirler. GC-MS' de ise dedektör olarak kütle spektrometresi (MS) kullanılır. MS kısmı 5 parçadan oluşur:

- İyonlaştırma kaynağı
- Analizör
- Vakum pompası
- Dedektör
- Kaydedici

GC' den çıkan gaz molekülleri EI ile elektron bombardımanına tutulurlar ve yüklü iyonlar oluşturulur. En büyük yüklü molekül, moleküler iyondur. EI tarafından verilen enerji moleküler iyonun fragmentlere ayrılmasına neden olur. Analizörde moleküler iyonlar ve fragmentler hızlandırılır. Yüksüz moleküller vakumdan dışarı atılır. Magnetik alandan geçen iyonlar m/z oranlarına göre MS dedektörüne gelirler. Dedektöre gelen sinyaller kaydedici ile kaydedilip bir spektrum ile sonuç verir [30-31].

#### 1.8.5. GC-MS' in Çalışma Prensibi

Madde enjeksiyon portundan bir mikroşiringa ile verilir. Madde hemen buharlaşarak split ya da splitless moduna göre taşıyıcı gaz ile birlikte enjeksiyon kısmından geçer ve kolona ulaşır. Buharlaşan maddenin bileşenleri polarlık derecelerine göre kolona tutunurlar. Bu şekilde aynı bileşenler ayrılmış olurlar. Farklı bileşenler kolonda farklı hızlarda ilerleyerek MS kısmına ulaşırlar. MS kısmında bileşenler iyonlarına ve fragmentlerine iyonlaşarak moleküler iyon saptanır ve bileşenin kimliği belirlenir. MS dedektöründen alınan cevaplar zamanın bir fonksiyonu olarak kaydediciyle elde edilir. Alınan sinyaller bir spektrum halinde kaydediciden çıkar. Numunenin cihaza enjekte edildikten sonra dedektörde sinyalin görüldüğü ana kadar geçen zamana alıkonma zamanı denir.

### **1.9. Antimikrobiyal Maddelerin Genel Özellikleri**

Bakterilerin üremesini ve gelişimini engelleyen maddelere antimikrobiyal maddeler denir. Antimikrobiyal maddeler mikroorganizmalar üzerinde çeşitli etkilere sahiptirler. Antimikrobiyal maddelerin birçoğu hem bakteri hem de mantarlara karşı güçlü aktivite gösterirler. Antimikrobiyal maddeler, bakteri ve/veya mantar gelişimini engellemekte ve/veya sınırlandırmaktadırlar. Ancak bütün mikroorganizmalara karşı aynı derecede etkin maddelerin sayısı oldukça azdır. İstenilen antibakteriyal etkiyi elde etmek için antimikrobiyal maddeler gereksinime ve uygulamaya bağlı olarak tek tek ve kombine edilerek kullanılabilirler.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Enstrümantasyon

Bitkilerin GC-MS analizinde Agilent-6890N marka gaz kromatografisi cihazı ile Agilent 5973 marka kütle spektrometresi cihazları kullanıldı. Caprifoliaceae ailesinden olan *Viburnum* L. (*V. orientale* Pallas, *V. opulus* L. ve *V. lantana* L.) türlerinden elde edilen uçucu yağların GC-MS spektrumlarının alındığı deneysel koşullar Tablo 2'deki gibidir. Şekil 1' de ise GC-MS cihazı görülmektedir.

Tablo 2. GC-MS spektrumlarının alındığı deneysel koşullar

Sıcaklık 1	60 °C
Zaman 1	2 dakika
Hızı	5 °C/dakika
Sıcaklık 2	260 °C
Zaman 2	13 dakika
Toplam analiz süresi	55 dakika
Enjekte edilen numune miktarı	1 mikrolitre
Enjektör sıcaklığı	230 °C
Kapiler kolon	HP-5 kolonu (30 m uzunluğunda, 0,32 mm çapında, film kalınlığı 0,25 µm)
Taşıyıcı gaz	Helyum, 1.3 ml/dakika



Şekil 1. GC-MS cihazı

## 2.2. Bitki Materyallerinin Temini

*V. orientale* ve *V. opulus* bitkileri 2004 Eylül ayında Türkiye' nin kuzeydoğusundaki Trabzon: Düzköy' den (1300m yükseklikte) toplanmıştır. *V. lantana*, 2004 Eylül ayında Türkiye' nin Kuzeydoğusundaki Gümüşhane: Torul, Karaca Mağarası (1500m yükseklikte) etrafından toplanmıştır. Bitkiler toplandıktan sonra hemen teşhis edilmiş ve analiz için oda sıcaklığında açık havada kurutulmuştur. Numune örnekler Karadeniz Teknik Üniversitesi Biyoloji Bölümü Herbaryumu' nda toplanmıştır (No. Coşkunçelebi 546, 547 ve 548-2004, KTUB). Aşağıda Şekil 2-4' de *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin çiçek açma zamanındaki ve meyve zamanındaki resimleri görülmektedir [32-37].



Şekil 2. *Viburnum orientale* Pallas bitkisinin çiçek ve meyve zamanındaki resimleri



Şekil 3. *Viburnum opulus* L. bitkisinin çiçek ve meyve zamanındaki resimleri



Şekil 4. *Viburnum lantana* L. bitkisinin çiçek ve meyve zamanındaki resimleri

### 2.3. Uçucu Yağların İzolasyonu

Kurutulmuş *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkileri meyve, yaprak ve gövde kısımları ayrılmadan bir bütün halinde çalışılmıştır. Bu bitkilerin herbirinden 35g alınıp parçalayıcıda öğütüldükten sonra Clevenger düzeneği balonuna koyuldu. Balona numunenin tamamı ıslanacak şekilde 300 ml destile su eklendi. Sistem Clevenger düzeneğinde 4 saat süreyle ısıtılarak su buharı destilasyonuna tabi tutuldu. İzole edilen uçucu yağlar,  $-15^{\circ}\text{C}$  deki soğutma banyosuyla soğutularak düzenek içindeki suyun üzerinde toplandı. Uçucu yağlar, HPLC kalitesinde 0,5ml n-hekzan ile çözülerek alındı.  $+4^{\circ}\text{C}$ ' de kahverengi şişelerde ağzı kapalı olarak saklanan bu yağlar,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  üzerinden kurutulduktan sonra, ekstraktların  $1 \mu\text{l}$ ' si GC-MS cihazına enjekte edilerek analizleri yapıldı. Clevenger tipi su buharı destilasyon düzeneği Şekil 5'de görülmektedir.

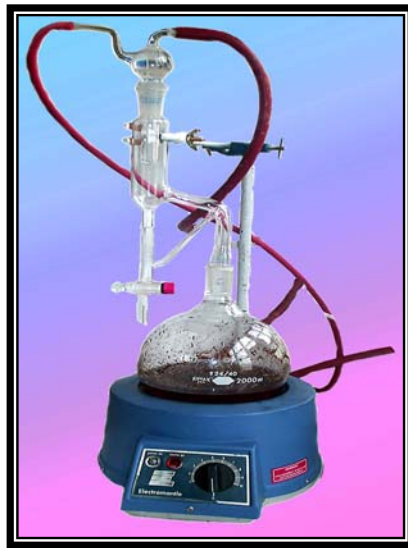
### 2.4. Bileşenlerin Aydınlatılması

İzole edilen uçucu yağların kütle spektrumlarıyla cihazda bulunan NIST ve Willey kütüphanelerindeki kütle spektrumları karşılaştırılarak bu yağların bileşenleri aydınlatıldı. Daha sonra, bileşenlerin alikonma indekslerinin yayınlanmış literatür verileriyle karşılaştırılması sonucu bu bileşenlerin tespiti doğrulandı [10-14].

## 2.5. Antimikrobiyal Aktiviteleri

Bütün test mikroorganizmaları Refik Saydam Hıfzıssıhha Enstitüsü'nden alınmıştır. Bu mikroorganizmalar; *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* 709 ROMA, *Candida tropicalis* ATCC 13803 dır.

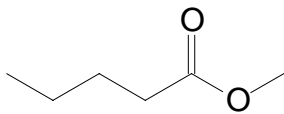
Southwell [38] ve Mann [39] tarafından tanımlanan yöntemin bir modifikasyonu kullanılarak örnekler ortalama 48°C' de 50-1000 µg/ml aralığında konsantrasyon oluşturacak şekilde ılık Mueller-Hinton Agar (MHA) ve Patates Dekstroz Agar (PDA)/Tween 20 içerisindeki kuyucuklara tatbik edildi. Antibakteriyel miktar tayini pH' sı 7,3' de %1 Agar ve %0,25 Tween 20 içeren Mueller-Hinton Broth (MHB) de yapıldı. Antifungal miktar tayini pH' sı 6,2' de, %0,25 Tween 20 içeren PDA' da yapıldı. Üç kopya olarak hazırlanan plakalardaki kuyucukların her birine McFarland 0,5 bulanıklığına göre ayarlanan bakteri solüsyonundan 3' er µL MHB kültürü aşılandı. Bu plakalar 38°C' de 18 saat inkübe edildi. Üç plakanın ikisinde bakterilerin büyümediği en düşük madde konsantrasyonuna göre MIC (Minumum İnhibisyon Konsantrasyonu) değerleri tayin edildi. Uçucu yağlar stok çözelti hazırlamak için hegzanda çözüldü ve hegzan kontrol için kullanıldı. Ampicillin ve Fluconazole kullanılan standart ilaçlardır. Tablo 7' de bu sonuçlara ilişkin değerler görülmektedir.



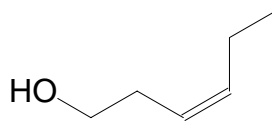
Şekil 5. Clevenger tipi subuharı destilasyon düzeneği

### 3. BULGULAR

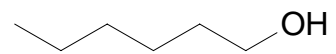
Bu çalışmada *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağ bileşenlerini tayin etmek için GC-MS cihazı kullanıldı. GC-MS analizi sonucunda, bu bitkilerden toplam 74 adet bileşik belirlenip yapıları aydınlatılmıştır. Bu bileşikler 6 ayrı türde sınıflandırılmış olup bunlar 4 adet monoterpen, 9 adet monoterpenoid, 13 adet seskiterpen, 17 adet seskiterpenoid, 2 adet diterpenoid ve 29 adet diğer bileşiklerdir. Yapısı aydınlatılan bileşikler sırası ile; metil pentanoat (1), 3Z -hegzen-1-ol (2), n-hegzanol (3), 2-heptanon (4), n-heptanal (5), 3-metil-valerik asid (6), benzaldehid (7), 1-okten-3-ol (8),  $\beta$ -myrcen (9), 6-metil-5-hepten-2-on (10), 2-pentilfuran (11), 2E,4E-heptadienal (12), n-oktanal (13), limonen (14), benzenasetaldehid (15), *trans*- $\beta$ -ocimen (16), n-oktanol (17), linalool oksit (18), *cis*-linalool oksit (19), terpinolen (20), linalool L (21), n-nonanal (22), 2E,6Z-nonadienal (23), 4-terpineol (24),  $\alpha$ -terpineol (25), metil salisilat (26), myrtenol (27), n-dekanal (28), 2E,4E-nonadienal (29), *trans*-karveol (30), nerol (31), geraniol (32), 2E-dekanal (33), sinamaldehyd (34), 2E,4Z -dekadienal (35), 2E,4E- dekadienal (36),  $\alpha$ -kubeben (37),  $\alpha$ -kopaen (38), *trans*- $\beta$ -damascenon (39),  $\beta$ -bourbonen (40), *trans*- $\alpha$ -ambrinol (41), E-karyofilen (42),  $\beta$ -kopaen (43), geranil aseton (44),  $\gamma$ -muurolen (45),  $\alpha$ -amorfen (46), germakren D (47),  $\beta$  -ionon (48),  $\alpha$ -muurolen (49),  $\gamma$ -kadinen (50),  $\Delta$ -kadinen (51), *trans*-kadina-1,4-dien (52),  $\alpha$ -calacoren (53), occidentalol (54), E-nerolidol (55), ledol (56), spathulenol (57), karyofilen oksit (58), salvial-4(14)-en-1-on (59), tetradekanal (60),  $\gamma$ -eudesmol (61),  $\alpha$ -muurolol (62),  $\beta$ -eudesmol (63),  $\alpha$ -kadinol (64), occidenol (65), eudesma-4(15,7-dien-1- $\beta$ -ol (66), pentadekanal (67), 6,10,14-trimetil-2-pentadekanon (68), nonadekan (69), manool (70), n-heneikosan (71), *cis*-phytol (72), n-dokosan (73), n-trikosan (74)' dir. Aşağıda yapıları aydınlatılan bu 74 adet bileşiğin kapalı formülleri ile birlikte molekül formülleri görülmektedir.



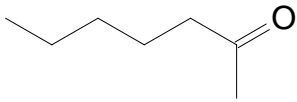
(1) Metil pentanoat



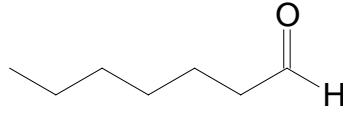
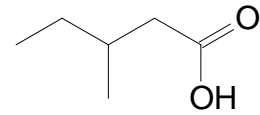
(2) 3Z -Hegzen-1-ol



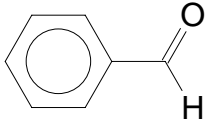
(3) n-Hegzanol



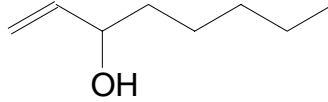
(4) 2-Heptanon

(5) *n*-Heptanal

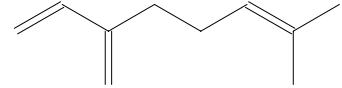
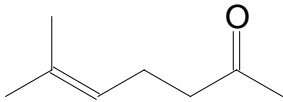
(6) 3-Metil-Valerik acid



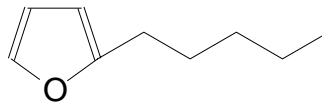
(7) Benzaldehyd



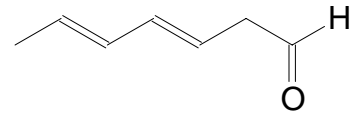
(8) 1-Okten-3-ol

(9)  $\beta$ -Myrcen

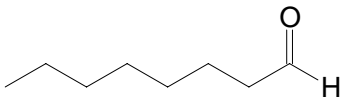
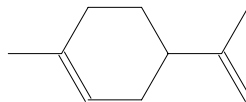
(10) 6-Metil-5-Hepten-2-on



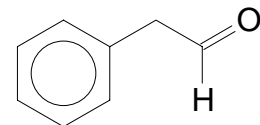
(11) 2-Pentilfuran



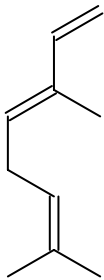
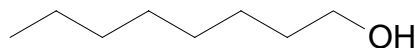
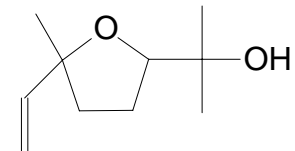
(12) 2E,4E-Heptadienal

(13) *n*-Oktanal

(14) Limonen

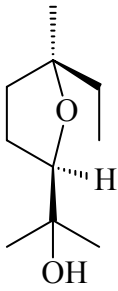
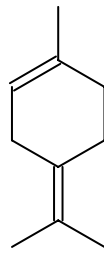


(15) Benzenasetaldehyd

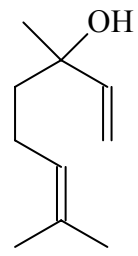
(16) *trans*- $\beta$ -Ocimen(17) *n*-Oktanol

(18) Linalool Oksit

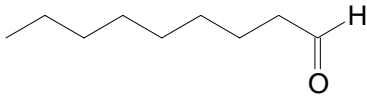
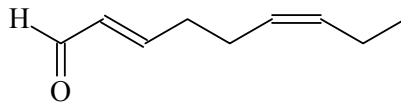
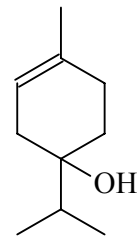


(19) *cis*-Linalool Oksit

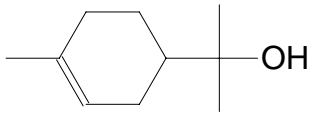
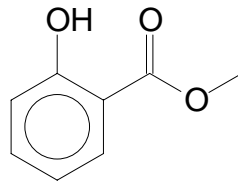
(20) Terpinolen



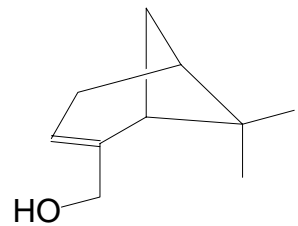
(21) Linalool L

(22) *n*-Nonanal(23) 2*E*,6*Z*-Nonadienal

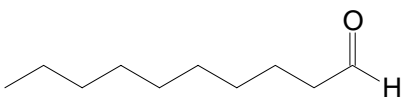
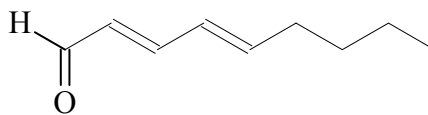
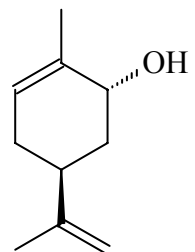
(24) 4-Terpineol

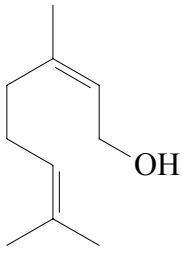
(25)  $\alpha$ -Terpineol

(26) Metil salisilat

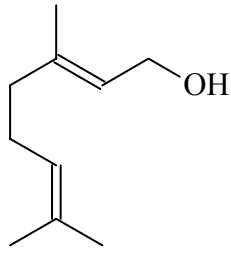


(27) Myrtenol

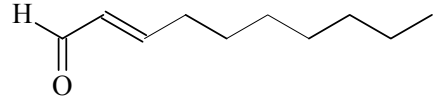
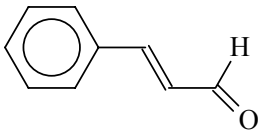
(28) *n*-Dekanal(29) 2*E*,4*E*-Nonadienal(30) *trans*-Karveol



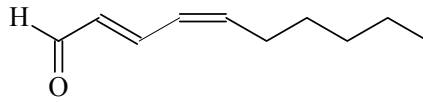
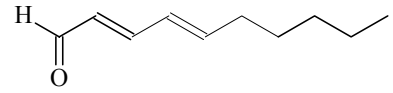
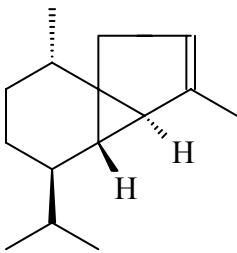
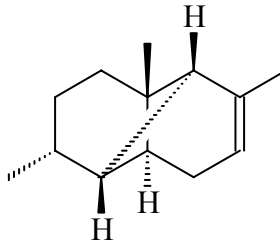
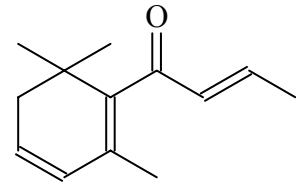
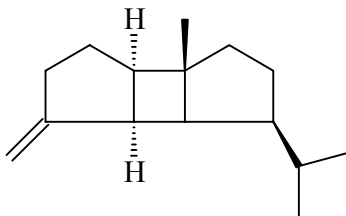
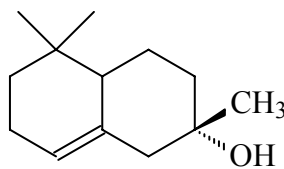
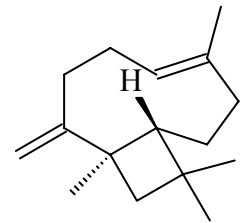
(31) Nerol

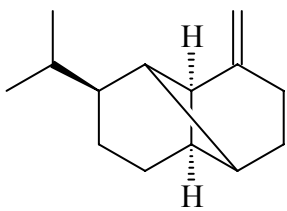
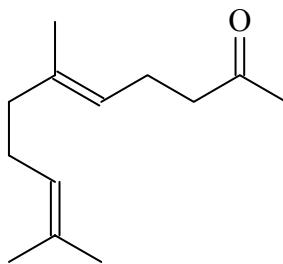


(32) Geraniol

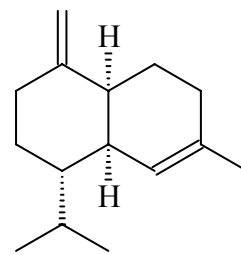
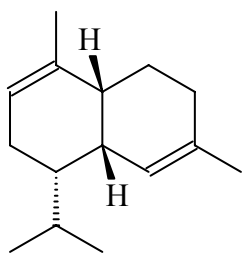
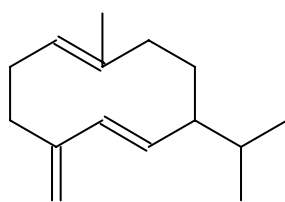
(33) 2*E*-Dekanal

(34) Sinemaldehyd

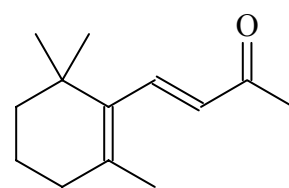
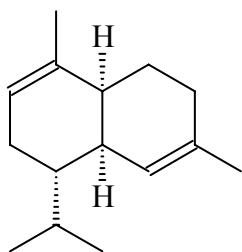
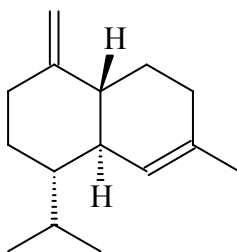
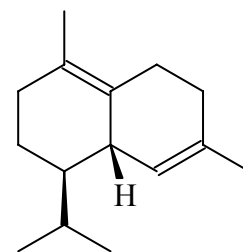
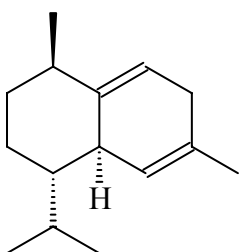
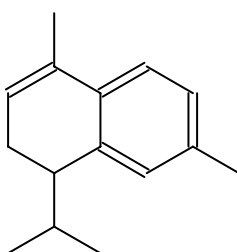
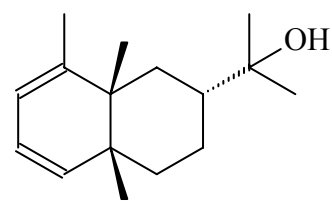
(35) 2*E*,4*Z*-Dekadienal(36) 2*E*,4*E*-Dekadienal(37)  $\alpha$ -Kubeben(38)  $\alpha$ -Kopaen(39) *trans*- $\beta$ -Damascenon(40)  $\beta$ -Bourbonen(41) *trans*- $\alpha$ -Ambrinol(42) *E*-Karyofilen

(43)  $\beta$ -Kopaen

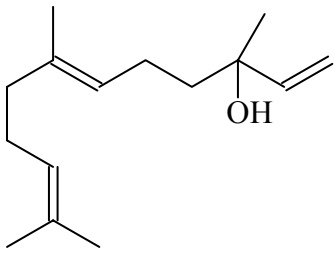
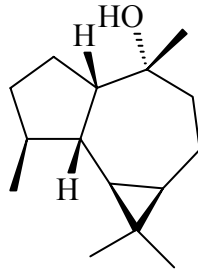
(44) Geranil aseton

(45)  $\gamma$ -Muurolen(46)  $\alpha$ -Amorfen

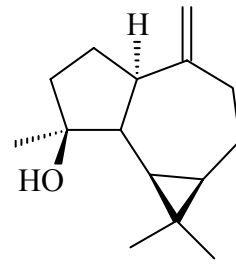
(47) Germakren D

(48)  $\beta$ -Ionon(49)  $\alpha$ -Muurolen(50)  $\gamma$ -Kadinen(51)  $\Delta$ -Kadinen(52) *trans*-Kadina-1,4-dien(53)  $\alpha$ -Calacoren

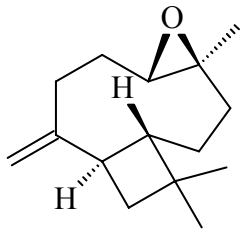
(54) Occidentalol

(55) *E*-Nerolidol

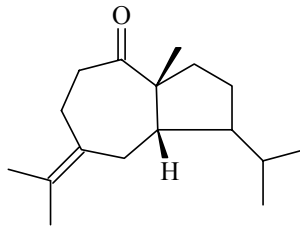
(56) Ledol



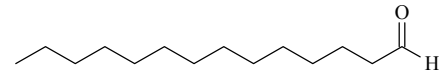
(57) Spathulenol



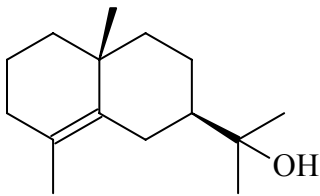
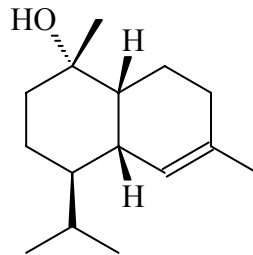
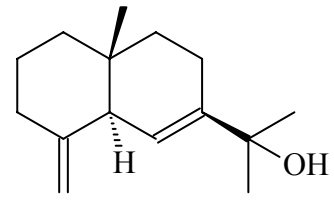
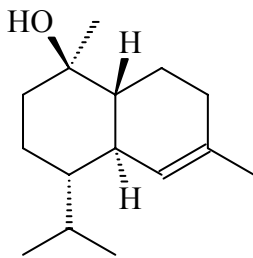
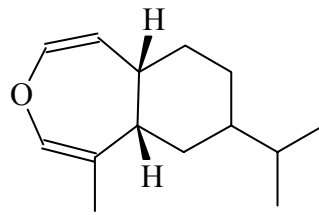
(58) Karyofilen oksit



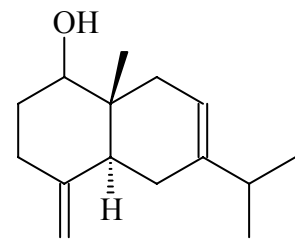
(59) Salvia-4(14)-en-1-on

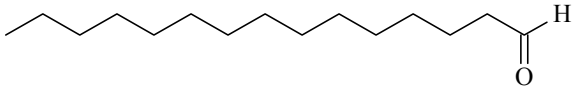


(60) Tetradekanal

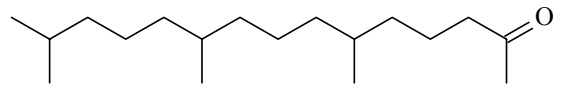
(61)  $\gamma$ -Eudesmol(62)  $\alpha$ -Muurolol(63)  $\beta$ -Eudesmol(64)  $\alpha$ -Kadinol

(65) Occidenol

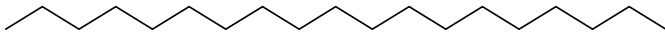
(66) Eudesma-4(15,7)-dien-1- $\beta$ -ol



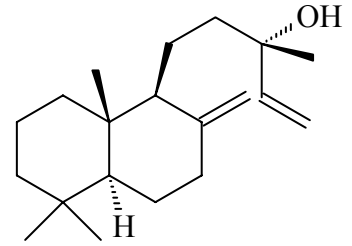
(67) Pentadekanal



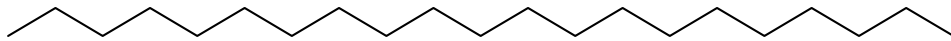
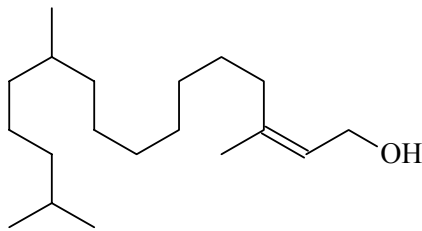
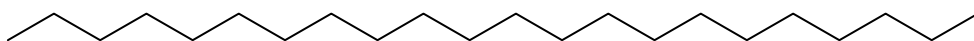
(68) 6,10,14-Trimetil-2-Pentadekanon

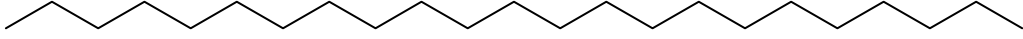


(69) Nonadekan



(70) Manool

(71) *n*-Heneikosan(72) *cis*-Phytol(73) *n*-Dokosan

(74) *n*-Trikosan

*V. orientale* bitkisinin uçucu yağının *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* Gram Pozitif bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite gösterirken diğer test mikroorganizmalarına karşı herhangi bir aktivite göstermediği; *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının kullanılan *E. coli*, *K. pneumonia*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis*, *S. aureus*, *B. cereus* bakterilerine ve *C. tropicalis* mantarına karşı hiçbir aktivite göstermediği tespit edilmiştir.

#### 4. TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının analizinde en çok kullanılan yöntemlerden biri olan GC-MS tekniği kullanılmıştır.

Bu çalışmada *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının GC-MS analizleri yapıldı. Bitkilerin uçucu bileşenlerinin GC spektrumları Ek Şekil 1-13’ de verilmiştir. Bu üç bitkiden toplam 74 adet bileşiğin yapısı 6 ayrı türde aydınlatılmıştır. Tablo 3’ de yapısı aydınlatılan bu 74 adet bileşen, yüzde oranları (%M), benzeşme oranları (%B), alıkonma indeksleri (Deneysel RI), ve literatür alıkonma indeksleri (LRI) ile görülmektedir. Bu bileşiklerin yapılarının aydınlatılması bulunan bileşenlerin kütle spektrumları ile, cihazın NIST ve WILLEY kütüphanelerindeki bileşiklerin kütle spektrumları karşılaştırılarak ve bulunan bileşenlerin alıkonma indeksleri ile literatürde yayımlanmış alıkonma indeksleri karşılaştırılarak yapılmıştır. Bileşenlerin tespiti yapılırken %80 ve üzerinde benzeşme oranına sahip bileşikler dikkate alınmıştır. %80’ in altında benzeşme oranına sahip bileşikler ise bilinmeyen olarak isimlendirilmiştir. Bilinmeyen bileşenlerin kütle/yük (m/z) oranları Tablo 4’ de verilmiştir.

Tablo 3. *Viburnum orientale* Pallas, *Viburnum opulus* L. ve *Viburnum lantana* L. bitkilerinin uçucu bileşenlerinin GC-MS analiz sonuçları

No	Bileşikler	<i>V. orientale</i>		<i>V. opulus</i>		<i>V. lantana</i>		RI	LRI/MS
		% B	% M	% B	% M	% B	% M		
1	Metil pentanoat	-	-	89	4.1	-	-	826	828
2	3Z -Hegzen-1-ol	-	-	86	1.7	-	-	858	859
3	<i>n</i> -Hegzanol	72	0.2	-	-	-	-	865	867
4	2-Heptanon	-	-	-	-	82	0.3	887	889
5	<i>n</i> -Heptanal	93	0.2	88	1.9	91	3.9	901	902
6	3-Metil-valerik asid	83	0.4	-	-	-	-	945	947
7	Benzaldehid	90	0.2	-	-	94	1.9	957	960
8	1-Okten-3-ol	-	-	-	-	87	0.8	979	978
9	$\beta$ -Myrcen	96	0.8	-	-	-	-	989	991
10	6-Metil-5-hepten-2-on	91	0.8	-	-	87	0.1	990	992

Tablo 3' in devamı

11	2-Pentilfuran	-	-	91	2.0	94	2.5	995	998
12	2E,4E-Heptadienal	-	-	-	-	91	1.1	998	1003
13	<i>n</i> -Oktanal	-	-	-	-	90	1.1	999	999
14	Limonen	98	1.2	-	-	94	0.9	1026	1029
15	Benzenasetaldehid	91	0.3	91	1.9	-	-	1046	1042
16	<i>trans</i> - $\beta$ -ocimen	98	1.9	-	-	-	-	1031	1037
17	<i>n</i> -Oktanöl	-	-	-	-	84	0.6	1069	1068
18	Linalool oksit	-	-	64	1.6	-	-	1075	1078
19	<i>cis</i> -Linalool oksit	91	0.5	-	-	88	0.5	1086	1087
20	Terpinolen	98	1.5	88	0.5	-	-	1086	1089
21	Linalool L	97	58.4	81	1.4	88	0.5	1096	1097
22	<i>n</i> -Nonanal	-	-	87	0.9	91	2.9	1105	1102
23	2E,6Z-Nonadienal	-	-	91	0.3	-	-	1153	1155
24	4-Terpineöl	96	0.3	91	1.9	-	-	1175	1177
25	$\alpha$ -Terpineöl	91	17.8	90	1.7	83	0.3	1184	1189
26	Metil salisilat	-	-	97	1.8	93	0.3	1189	1192
27	Myrtenöl	-	-	86	0.9	-	-	1193	1196
28	<i>n</i> -Dekanal	-	-	85	0.8	91	0.6	1204	1202
29	2E,4E-Nonadienal	-	-	-	-	80	0.6	1213	1212
30	<i>trans</i> -Karveöl	-	-	28	0.6	-	-	1219	1217
31	Neröl	91	3.6	-	-	-	-	1230	1230
32	Geraniöl	94	10.1	82	1.7	-	-	1255	1253
33	2E-Dekanal	-	-	86	1.3	82	3.3	1263	1264
34	Sinimaldehid	-	-	-	-	95	0.5	1271	1270
35	2E,4Z -Dekadienal	-	-	80	1.7	90	1.6	1293	1293
36	2E,4E- Dekadienal	-	-	81	1.8	93	4.5	1316	1317
37	$\alpha$ -Kubeben	-	-	-	-	97	0.8	1352	1351
38	$\alpha$ -Kopaen	-	-	87	0.7	98	3.5	1377	1377
39	<i>trans</i> - $\beta$ -Damascenon	-	-	95	4.9	-	-	1384	1385
40	$\beta$ -Bourbonen	-	-	-	-	96	1.0	1388	1388
41	<i>trans</i> - $\alpha$ -Ambrinöl	-	-	86	1.8	-	-	1415	1417
42	<i>E</i> -Karyofilen	-	-	-	-	88	0.8	1420	1419
43	$\beta$ -Kopaen	-	-	-	-	93	0.5	1430	1432
44	Geranil aseton	-	-	-	-	89	0.3	1454	1455
45	$\gamma$ -Muurolen	-	-	-	-	95	1.6	1479	1480
46	$\alpha$ -Amorfen	-	-	86	1.6	97	0.8	1481	1485
47	Germakren D	-	-	93	0.7	98	1.7	1482	1485
48	$\beta$ -Ionon	-	-	89	1.9	93	0.4	1487	1489
49	$\alpha$ -Muurolen	-	-	-	-	96	1.2	1500	1500



Tablo 3' in devamı

50	$\gamma$ -Kadinen	-	-	95	4.7	96	4.6	1515	1514
51	$\Delta$ -Kadinen	-	-	95	4.5	95	3.4	1525	1523
52	<i>trans</i> -Kadina-1,4-dien	-	-	93	1.8	89	0.2	1535	1535
53	$\alpha$ -Calacoren	-	-	80	2.4	95	0.7	1545	1546
54	Occidentalol	-	-	-	-	99	0.9	1552	1552
55	<i>E</i> -Nerolidol	-	-	-	-	74	0.6	1566	1563
56	Ledol	-	-	93	0.8	-	-	1573	1569
57	Spathulenol	-	-	-	-	99	1.5	1580	1578
58	Karyofilen oksit	-	-	-	-	98	1.4	1584	1583
59	Salvial-4(14)-en-1-on	-	-	-	-	98	1.3	1595	1595
60	Tetradekanal	-	-	91	3.7	-	-	1612	1613
61	$\gamma$ -Eudesmol	-	-	-	-	93	0.9	1634	1632
62	$\alpha$ -Muurolol	-	-	81	3.5	93	2.6	1645	1646
63	$\beta$ -Eudesmol	-	-	-	-	99	2.7	1652	1651
64	$\alpha$ -Kadinol	-	-	99	4.8	94	5.6	1655	1654
65	Occidenol	-	-	-	-	90	6.3	1677	1678
66	Eudesma-4(15,7-dien-1- $\beta$ -ol	-	-	-	-	85	0.9	1683	1688
67	Pentadekanal	-	-	94	3.8	91	1.4	1715	1717
68	6,10,14-trimethyl-2-pentadekanon	-	-	-	-	97	1.6	1847	1846
69	Nonadekan	-	-	-	-	98	0.4	1900	1900
70	Manool	-	-	64	0.9	-	-	2057	2057
71	<i>n</i> -Heneikosan	-	-	95	1.9	98	1.8	2100	2100
72	<i>cis</i> -Phytol	-	-	74	7.8	-	-	2114	2113
73	<i>n</i> -Dokosan	-	-	87	1.2	89	1.3	2200	2200
74	<i>n</i> -Trikosan	-	-	80	1.4	91	0.8	2300	2300

%M : Numune içerisindeki % oranı

%B : Cihaz kütüphanesiyle benzeşme oranı

RI : Alıkonma indeksi (C<sub>6</sub>-C<sub>32</sub> karbon sayılı hidrokarbonlar standart olarak alındı)

LRI : Literatür alıkonma indeksi

MS : NIST ve Willey kütüphaneleri

Tablo 4. Bilinmeyen bileşenlerin kütle/yük (m/z) oranları

Bilinmeyen	RI	m/z (%)	A	B	C
1	828	101(5), 87(42), 74(100), 69(20), 57(63)		2.6	
2	899	124(8), 104(100), 103(52), 78(46), 51(28)		4.2	
3	973	124(5), 106(3), 85(100), 69(12), 57(96), 53(15)		1.9	
4	979	112(8), 97(20), 83(100), 70(58), 57(63), 55(86)		-	2.7
5	1056	125(4), 108(12), 97(23), 83(72), 70(100), 55(96)		-	2.3
6	1287	194(23), 179(100), 138(22), 107(39), 69(50), 55(21)		1.7	-
7	1591	220(46), 177(43), 159(100), 91(98), 55(587)		-	1.3
Toplam bilinmeyen			-	10.4	6.3
Toplam izole edilen			98.2	85.3	82.3
Toplam			98.2	95.7	88.6

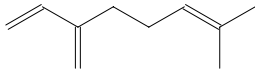
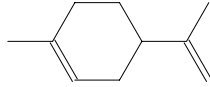
**A** : *Viburnum orientale* Pallas, **B** : *Viburnum opulus* L., **C** : *Viburnum lantana* L.

İzole edilen bu 74 adet bileşiğin 16 tanesi *V. orientale*, 40 tanesi *V. opulus* ve 53 tanesi *V. lantana* bitkisine aittir. *V. orientale*' ye ait bu 16 bileşik toplam uçucu yağ bileşiminin %98,2' sini, *V. opulus*' a ait 40 bileşik toplam uçucu yağ bileşiminin %85,3' ünü ve *V. lantana*' ya ait 53 bileşik toplam uçucu yağ bileşiminin %82,3' ünü oluşturmaktadır.

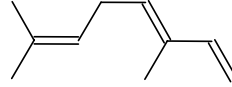
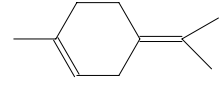
Yapısı aydınlatılmayan, kütle/yük (m/z) oranları dikkate alınarak, bilinmeyen olarak elde edilen 7 bileşiğin 4 tanesi *V. opulus*, 3 tanesi ise *V. lantana*. bitkisine aittir. *V. opulus* bitkisine ait bu 4 bileşik; toplam uçucu yağ bileşiminin %10,4' ünü, *V. lantana* bitkisine ait 3 bileşik ise toplam uçucu yağ bileşiminin %6,3' ünü oluşturmaktadır.

Böylelikle yapısı aydınlatılan bileşikler ile yapısı aydınlatılmayan bilinmeyen bileşikler toplamda *V. orientale* bitkisinin toplam uçucu yağ bileşiminin %98,2' sini, *V. opulus* bitkisinin %95,7' sini ve *V. lantana* bitkisinin %88,6' sını oluşturmaktadır.

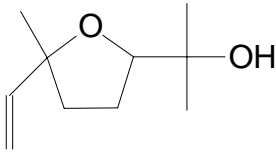
GC-MS analizi sonucu yapıları aydınlatılan 74 adet bileşiğin yapıları 6 ayrı türde sınıflandırılmıştır. Bunlar; 4 adet monoterpen, 9 adet monoterpenoid, 13 adet seskiterpen, 17 adet seskiterpenoid, 2 adet diterpenoid ve 29 adet diğer bileşikleridir. Aşağıda bu bileşiklerin molekül formülleri sınıflarına göre görülmektedir.

**Monoterpenler**(9)  $\beta$ -Myrcen

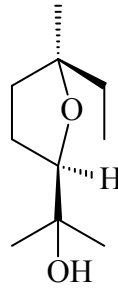
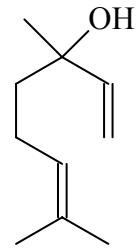
(14) Limonen

(16) *trans*- $\beta$ -Ocimen

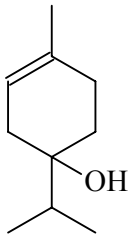
(20) Terpinolen

**Monoterpenoidler**

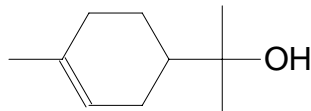
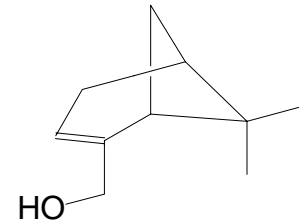
(18) Linalool Oksit

(19) *cis*-Linalool Oksit

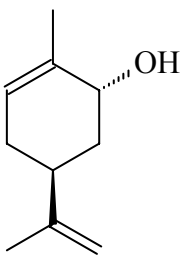
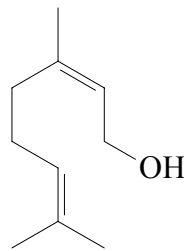
(21) Linalool L



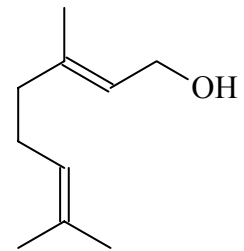
(24) 4-Terpineol

(25)  $\alpha$ -Terpineol

(27) Myrtenol

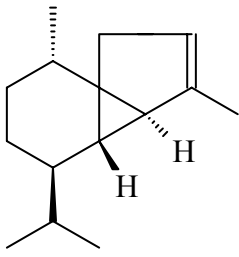
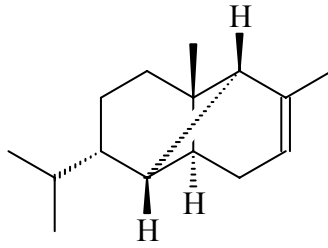
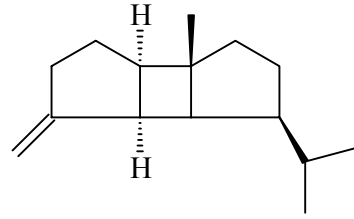
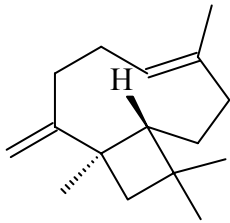
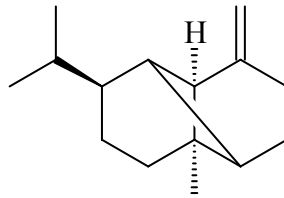
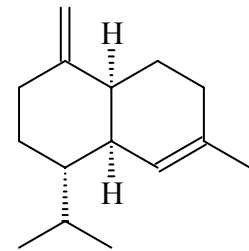
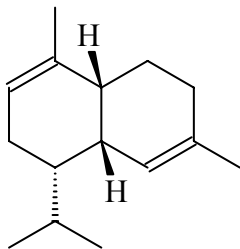
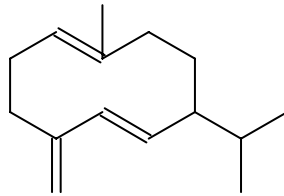
(30) *trans*-Karveol

(31) Nerol

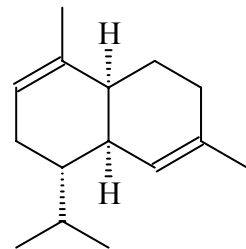
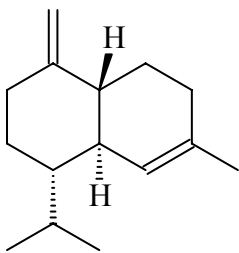
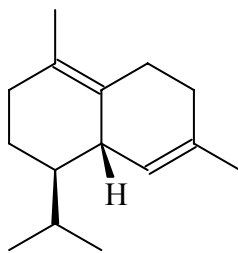
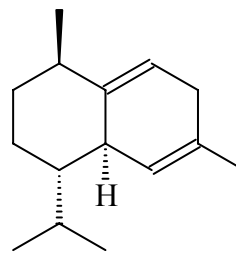
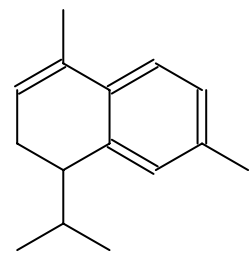


(32) Geraniol

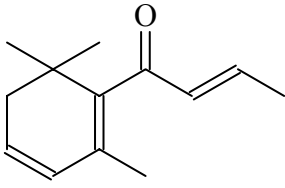
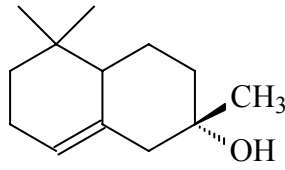
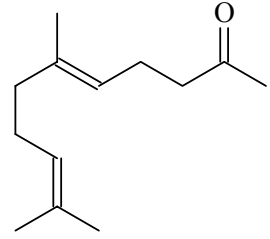
## Seskiterpenler

(37)  $\alpha$ -Kubeben(38)  $\alpha$ -Kopaen(40)  $\beta$ -Bourbonen(42) *E*-Karyofilen(43)  $\beta$ -Kopaen(45)  $\gamma$ -Muurolen(46)  $\alpha$ -Amorfen

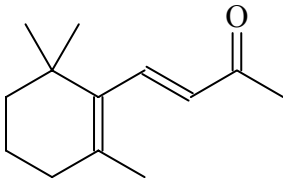
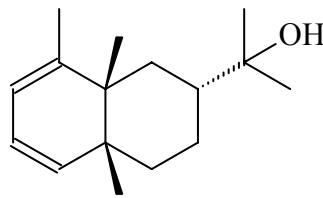
(47) Germakren D

(49)  $\alpha$ -Muurolen(50)  $\gamma$ -Kadinen(51)  $\Delta$ -Kadinen(52) *trans*-Kadina-1,4-dien(53)  $\alpha$ -Calacoren

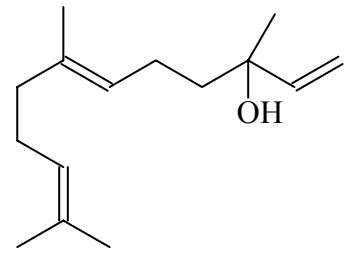
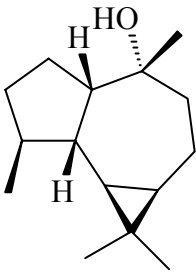
## Seskiterpenoidler

(39) *trans*- $\beta$ -Damascenon(41) *trans*- $\alpha$ -Ambrinol

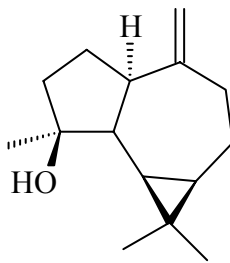
(44) Geranyl aseton

(48)  $\beta$ -Ionon

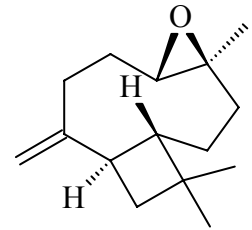
(54) Occidentalol

(55) *E*-Nerolidol

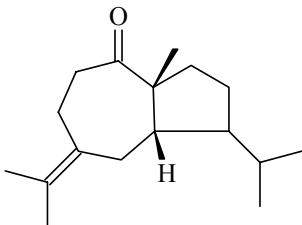
(56) Ledol



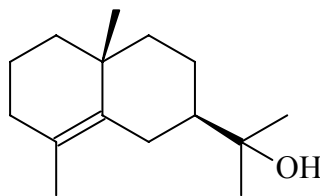
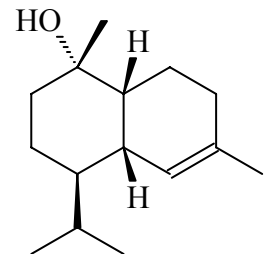
(57) Spathulenol

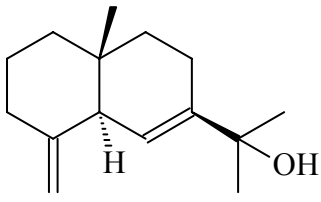
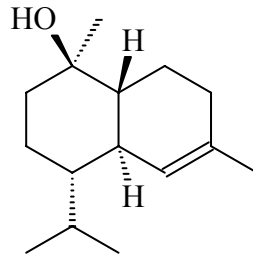
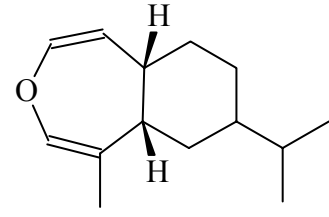


(58) Karyofilen oksit

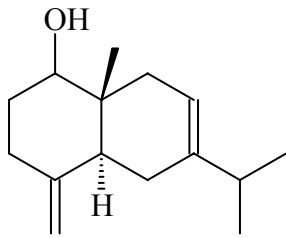
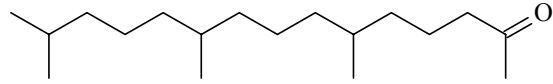


(59) Salvia-4(14)-en-1-on

(61)  $\gamma$ -Eudesmol(62)  $\alpha$ -Muurolol

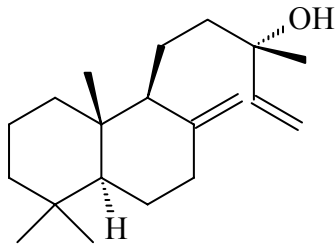
(63)  $\beta$ -Eudesmol(64)  $\alpha$ -Kadinol

(65) Occidenol

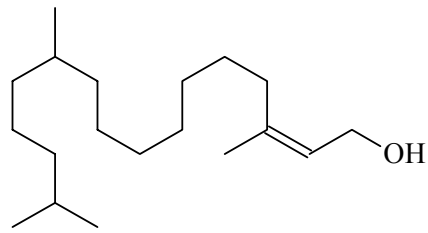
(66) Eudesma-4(15,7-dien-1- $\beta$ -ol

(68) 6,10,14-Trimetil-2-Pentadekanon

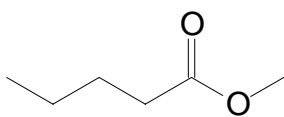
### Diterpenoidler



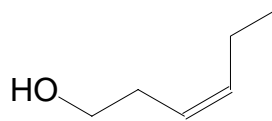
(70) Manool

(72) *cis*-Phytol

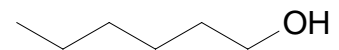
### Diğer Bileşikler



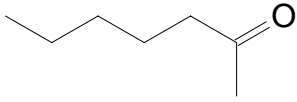
(1) Metil pentanoat



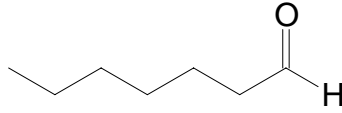
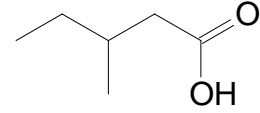
(2) 3Z-Hegzen-1-ol



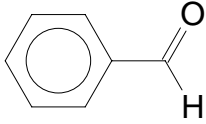
(3) n-Hegzanol



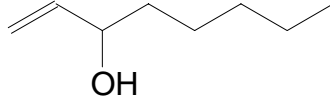
(4) 2-Heptanon

(5) *n*-Heptanal

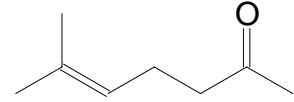
(6) 3-Metil-Valerik acid



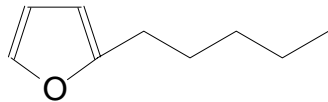
(7) Benzaldehid



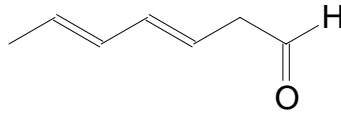
(8) 1-Okten-3-ol



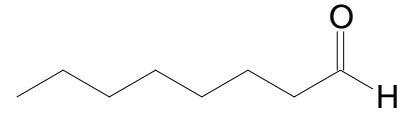
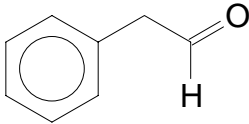
(10) 6-Metil-5-Hepten-2-on



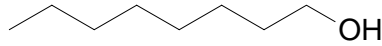
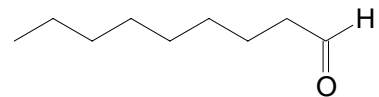
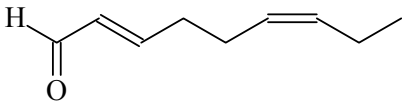
(11) 2-Pentilfuran



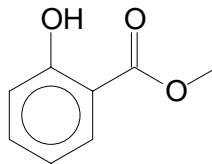
(12) 2E,4E-Heptadienal

(13) *n*-Oktnal

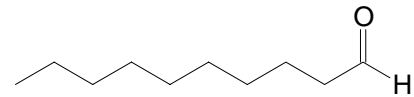
(15) Benzenasetaldehid

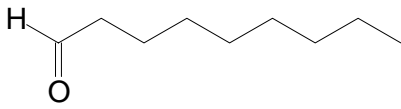
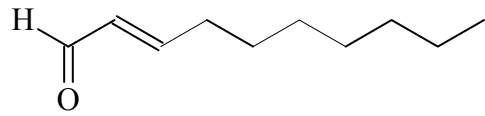
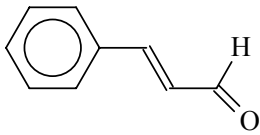
(17) *n*-Oktnol(22) *n*-Nonanal

(23) 2E,6Z-Nonadienal

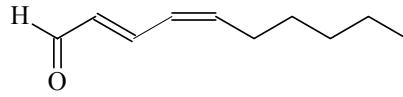
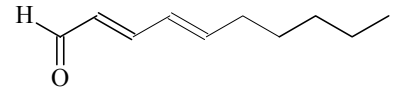
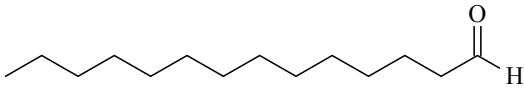


(26) Metil salisilat

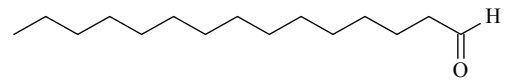
(28) *n*-Dekanal

(29) 2*E*,4*E*-Nonadienal(33) 2*E*-Dekanal

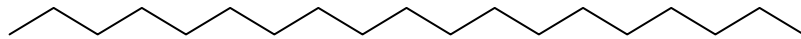
(34) Sinemaldehyd

(35) 2*E*,4*Z*-Dekadienal(36) 2*E*,4*E*-Dekadienal

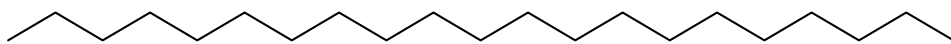
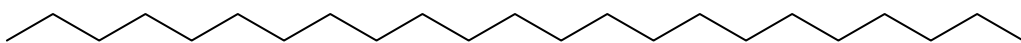
(60) Tetradekanal



(67) Pentadekanal



(69) Nonadekan

(71) *n*-Heneikosan(73) *n*-Dokosan(74) *n*-Trikosan



Yüzde bileşenleri ve bileşik sayılarıyla birlikte 6 farklı bileşik sınıfı Tablo 5’ de görülmektedir. Monoterpenler, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenoidler, diterpenoidler ve diğer bileşikler 6 farklı bileşik sınıfını oluşturmaktadırlar. Yapısı aydınlatılan 74 adet bileşikten 45 tanesi terpen türü bileşik olup, bunlardan monoterpenoidler *V. orientale* ve *V. opulus*’ da sırasıyla %90,7 ve %18,4 ve seskiterpenoidler *V. lantana*’ da %26,3’ lük oranla en fazla bulunan terpen sınıfıdır.

Tablo 5. Bileşiklerin sınıflandırılması ve ham karışımdaki % miktarları

Bileşik sınıfı	<i>V. orientale</i>		<i>V. opulus</i>		<i>V. lantana</i>	
	%Miktar	Bileşik sayısı	%Miktar	Bileşik sayısı	%Miktar	Bileşik sayısı
Monoterpenler	5,4	4	0,5	1	0,9	1
Monoterpenoidler	90,7	6	9,8	7	1,3	3
Seskiterpenler	-	-	16,4	7	20,8	13
Seskiterpenoidler	-	-	17,7	6	27	14
Diterpenoidler	-	-	8,7	2	-	-
Diğer bileşikler	2,1	6	32,2	17	32,3	22
Toplam	98,2	16	85,3	40	82,3	53

Tablo 6’ da *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının ana bileşenleri ve % miktarları görülmektedir.

*V. orientale* bitkisinin uçucu yağını %96,1’ lik oranla terpen türü bileşikler oluşturmaktadır. *V. orientale* bitkisinin uçucu yağının ana bileşenleri; linalool L (%58,4),  $\alpha$ -terpineol (%17,8), geraniol (%10,1), trans- $\beta$ -ocimen (%1,9), limonen (%1,2) ve 6-metil-5-hepten-2-on (%0,8)’ dir. Bunlardan, %58,4’ lük oranla monoterpenoid sınıfında yer alan linalool L, *V. orientale* bitkisinin ana bileşenidir.

*V. opulus* bitkisinin uçucu yağını %53,1’ lik oranla terpen türü bileşikler oluşturmaktadır. *V. opulus* bitkisinin uçucu yağının ana bileşenleri; phytol (%7,8), trans- $\beta$ -damascenon (%4,9),  $\alpha$ -kadinol (%4,8),  $\gamma$ -kadinen (%4,7),  $\Delta$ -kadinen (%4,5) ve metilpentanoat (%4,1)’ dir. Bunlardan bir diterpenoid olan phytol %7,8’ lik oranla *V. opulus* bitkisinin ana bileşenidir.

*V. lantana* bitkisinin uçucu yağını %50’ lik oranla terpen türü bileşikler oluşturmaktadır. *V. lantana* bitkisinin uçucu yağının ana bileşenleri; occidenol (%6,3),  $\alpha$ -

kadinol (%5,6),  $\gamma$ -kadinen (%4,6), 2E-4E-dekadienal (%4,5), n-heptanal (%3,9),  $\alpha$ -kopaen (%3,5) ve  $\Delta$ -kadinen (%3,4)' dir. Bu bileşenlerden bir seskiterpenoid olan occidenol %6,3' lük oranla *V. lantana* bitkisinin ana bileşenidir.

Tablo 6. Bileşik sınıflarının ana bileşenleri ve % oranları

Bileşik sınıfı	<i>V. orientale</i>			<i>V. opulus</i>			<i>V. lantana</i>		
	Ana Bileşen	% M	RI	Ana Bileşen	% M	RI	Ana Bileşen	% M	RI
Monoterpenler	trans- $\beta$ -Ocimen	1,9	1031	Terpinolen	0,5	1086	Limonen	0,9	1026
Monoterpenoidler	Linalool L	58,4	1096	trans- $\beta$ -Damascenon	4,9	1384	Linalool L	0,6	1096
Seskiterpenler	-	-	-	$\gamma$ -Kadinen	4,7	1515	$\gamma$ -Kadinen	4,6	1515
Seskiterpenoidler	-	-	-	alpha-Kadinol	4,8	1655	Occidenol	6,3	1677
Diterpenoid	-	-	-	Cis-Phytol	7,8	2114	-	-	-
Diğer Bileşikler	6-Methyl-5-hepten-2-on	0,8	990	Metil pentanoat	4,1	826	2E,4E-Dekadienal	4,5	1316

Üç bitkiye ait uçucu yağlar üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite testleri Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MIC) yöntemine göre yapılmıştır. Bu antimikrobiyal aktivite testi *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* bakterilerine ve *Candida tropicalis* mantarına karşı standart antibakteriyel ve antimantar reaktifleri olarak Ampicillin ve Fluconazole kullanılarak yapılmıştır.

*V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının bütün test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivite göstermediği gözlemlenmiştir.

*V. orientale* bitkisinin uçucu yağının *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* Gram Pozitif bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite gösterirken diğer test mikroorganizmalarına karşı herhangi bir aktivite göstermediği gözlemlenmiştir. Tablo 7' de üç bitkiye ait antimikrobiyal aktivite sonuçları görülmektedir.

Tablo 7. Uçucu yağların antimikrobiyal aktivite tarama sonuçları

Bileşikler	Numune miktarı (µg/ml)	Mikroorganizmalar ve MIC değerleri						
		Ec	Kp	Pa	Ef	Sa	Bc	Ct
<i>V. orientale</i>	4700	-(>1000)	-	-	1000	1000	1000	-
<i>V. opulus</i>	900	-(>250)	-	-	-	-	-	-
<i>V. lantana</i>	1800	-(>500)	-	-	-	-	-	-
Hegzan			-	-	-	-	-	-
Amp.		8	32	>128	2	2	2	
Flu.								8

Ec: *E. coli* ATCC 25922, Kp: *K. pneumoniae* ATCC 13883, Pa: *P. aeruginosa* ATCC 10145, Ef: *E. faecalis* ATCC 29212, Sa: *S. aureus* ATCC 25923, Bc: *B. cereus* 709 ROMA, Ct: *C. tropicalis* ATCC 13803.

## 5. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada Türkiye’ de doğal olarak yetişen, Caprifoliaceae ailesinden olan *Viburnum* L. (*V. orientale* Pallas, *V. opulus* L. ve *V. lantana* L.) türlerinin uçucu yağları su buharı destilasyonu ile elde edilmiş ve bu uçucu yağlar GC-MS cihazı ile analiz edilmiştir. Analiz sonucu *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinden sırasıyla 16, 40 ve 53 adet toplamda 74 adet bileşiğin yapısı NIST ve WILLEY kütüphanelerindeki bileşikler ile ve literatürdeki alikonma zamanları ile karşılaştırılarak aydınlatılmış, karşılaştırma sonucu uyum göstermeyen bileşikler bilinmeyen olarak adlandırılmıştır. Böylelikle bu üç bitkinin uçucu yağlarının sırasıyla %98,2, %95,7 ve %88,6’lık kısımları aydınlatılmıştır. Yapısı aydınlatılan bu bileşikler; metil pentanoat (1), 3Z -hegzan-1-ol (2), n-hegzanol (3), 2-heptanon (4), n-heptanal (5), 3-metil-valerik asid (6), benzaldehid (7), 1-okten-3-ol (8),  $\beta$ -myrcen (9), 6-metil-5-hepten-2-on (10), 2-pentilfuran (11), 2E,4E-heptadienal (12), n-oktanal (13), limonen (14), benzenasetaldehid (15), *trans*- $\beta$ -ocimen (16), n-oktanol (17), linalool oksit (18), *cis*-linalool oksit (19), terpinolen (20), linalool L (21), n-nonanal (22), 2E,6Z-nonadienal (23), 4-terpineol (24),  $\alpha$ -terpineol (25), metil salisilat (26), myrtenol (27), n-dekanal (28), 2E,4E-nonadienal (29), *trans*-karveol (30), nerol (31), geraniol (32), 2E-dekanal (33), sinemaldehid (34), 2E,4Z-dekadienal (35), 2E,4E-dekadienal (36),  $\alpha$ -kubeben (37),  $\alpha$ -kopaen (38), *trans*- $\beta$ -damascenon (39),  $\beta$ -bourbonen (40), *trans*- $\alpha$ -ambrinol (41), E-karyofilen (42),  $\beta$ -kopaen (43), geranil aseton (44),  $\gamma$ -muurolen (45),  $\alpha$ -amorfen (46), germakren D (47),  $\beta$ -ionon (48),  $\alpha$ -muurolen (49),  $\gamma$ -kadinen (50),  $\Delta$ -kadinen (51), *trans*-kadina-1,4-dien (52),  $\alpha$ -calacoren (53), occidentalol (54), E-nerolidol (55), ledol (56), spathulenol (57), karyofilen oksit (58), salvial-4(14)-en-1-on (59), tetradekanal (60),  $\gamma$ -eudesmol (61),  $\alpha$ -muurolol (62),  $\beta$ -eudesmol (63),  $\alpha$ -kadinol (64), occidenol (65), eudesma-4(15,7-dien-1- $\beta$ -ol (66), pentadekanal (67), 6,10,14-trimetil-2-pentadekanon (68), nonadekan (69), manool (70), n-heneikosan (71), *cis*-phytol (72), n-dokosan (73), n-trikosan (74)’dir.

Ayrıca bu bitkilerin uçucu yağlarının ana bileşenleri de % miktarlarıyla tespit edilmiştir. Bu ana bileşenler *V. orientale*’de %58,4’lük oranla linalool L, *V. opulus*’da %7,8’lük oranla phytol ve *V. lantana*’da %6,3’lük oranla occidenol’dür.

*V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerine ait uçucu yağlara MIC yöntemine göre antimikrobiyal aktivite testleri uygulanmıştır. Bu test sonuçlarına göre; *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerinin uçucu yağlarının kullanılan *E. coli*, *K. pneumonia*, *P. aeruginosa*, *E. faecalis*, *S. aureus*, *B. cereus* bakterilerine ve *C. tropicalis* mantarına karşı hiçbir aktivite göstermediği ancak *V. orientale* bitkisinin uçucu yağının *E. faecalis*, *S. aureus*, *B. cereus* Gram-pozitif bakterilerine karşı zayıf aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

## 6. ÖNERİLER

Bu çalışmada *V. orientale*, *V. opulus* ve *V. lantana* bitkilerine ait uçucu yağlardan sırasıyla 16, 40 ve 53 adet toplamda 74 bileşiğin yapısı GC-MS analizi ile aydınlatılmıştır.

Bu bitkilerdeki yapısını aydınlatamadığımız ya da saptayamadığımız bileşiklerin yapısını başka tür spektroskopik yöntemlerle aydınlatmak mümkündür.

Görüldüğü gibi yapısı aydınlatılan birçok bileşik terpen türü bileşiklerdir. Terpenlerin günümüzde ilaç, gıda, kozmetik gibi birçok alanda kullanılır olması nedeniyle bu tür bileşikler ve başka doğal bileşikler bitkilerin uçucu yağlarından izole edilip saf hale getirilebilirler.

İzole edilip saf hale getirilen bu bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteleri incelenebilir.

Bu çalışmada elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal aktiviteleri 6 bakteri ve 1 mantar üzerinde test edilmiş olup sadece *V. orientale*'nin bu 6 bakteriden *E. faecalis*, *S. aureus*, *B. cereus* Gram-pozitif bakterilerine karşı aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal aktiviteleri bu 6 bakteri ve 1 mantar haricinde farklı mikroorganizmalar üzerinde de incelenip aktivite gösterip göstermedikleri araştırılabilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Chamberlain, D.F. ve *Viburnum* L. (*Caprifoliaceae*). In : P.H. Davis, (ed.) Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Edinburgh, 4 (1972) 543-544.
2. <http://www.cine-tarim.com.tr/dergi/arsiv46/arastirma02.htm> Gilaburu ve Sağlık 23.11.2005.
3. Prajapati, N.D., Purohit, S.S., Sharma, A.K. ve Kumar, T. a Handbook of Medical Plants, Agrobios, India (2003).
4. Clapham, Tootin and Warburg. *Flora of the British Isles*. Cambridge University Press (1962).
5. Baytop, T., Türkiye' de Bitkilerle Tedavi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, (1984) 210.
6. Zeybek, N. ve U. Zeybek, Farmasotik Botanik, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir (1994).
7. Yürüker, A., Çalış, İ., Başer, K.H.C. ve Ozek, T., *J Essen. Oil Res.*, 7 (1995) 321-323.
8. Çalış, İ., Yürüker, A., Rügger, H., Wright, A.D. ve Sticher, O., *Helv. Chim. Acta*, 76 (1993) 416-424.
9. Çalış, İ., Yürüker, A., Rügger, H., Wright, A.D. ve Sticher, O., *Helv. Chim. Acta*, 76 (1993) 2563-2569.
10. Adams, R.P., Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography-Mass Spectroscopy, Allured, Carol Stream, IL, USA, (2004).
11. Yaylı, N., Yaşar, A., Güleç, C., Usta, A., Kolaylı, S., Çoşkunçelebi, K. ve Karaoğlu, Ş., *Phytochemistry*, 66 (2005)1741-1745.
12. Yaylı, N., Güleç, C., Üçüncü, O., Yaşar, A., Ülker, S., Çoşkunçelebi, K. ve Terzioğlu, S., *Turk. J Chem.*, 30 (2006) 71-76.
13. Figuéredo, G., Cabassu, P., Chalchat, J.C. ve Pasquier, B., *Flav. Frag. J.*, 20 (2005)164-168.
14. Skaltsa, H.D., Demetzosa, C., Lazarib, D. ve Sokovicc, M., *Phytochemistry*, 64 (2003) 743-752.
15. Handjieva, N., Baranovska, I., Mikhova, B. ve Popov, S., *Phytochemistry*, 27 (1988) 3175-3179.
16. Tomassini, L.ve Brkic, D., *Planta Med.*, 63 (1997) 485-486.

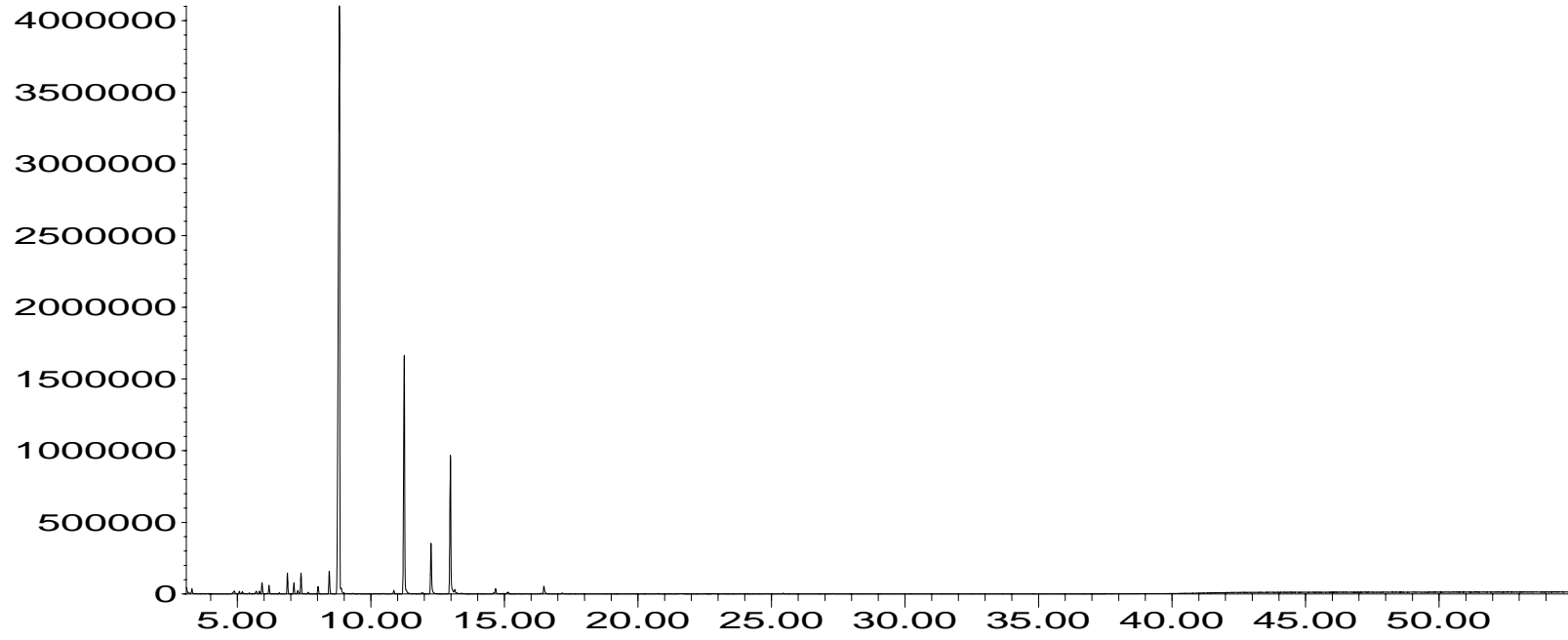


17. Calis, I., Yuruker, A., Ruegger, H., Wright, A.D. ve Sticher, O. *Phytochemistry*, 38 (1995) 163-165.
18. Godeau, R.P., Pelissier, Y., Sors, C. ve Fouraste, I., *Plan. Med. Phytothe.*, 12 (1978) 296-304.
19. Petricic, J., Stanic, G. ve Holik, L., *Acta Pharmac. Jugos.*, 30 (1980) 97-101.
20. Cucu, V., Rosca, M., Grecu, L. ve Cioaca, C., *Pharmazie*, 32 (1977) 542-543.
21. Guichard, J.P., Regeat, F. ve Pourrat, H., *Plan. Med. .Phytothe.*, 10 (1976) 105-109.
22. Deineka, V.I., Sorokopudov, V.N., Deineka, L.A., Shaposhnik, E.I. ve Kol'tsov, S.V., *Chem. Nat. Comp.*, 41 (2005) 162-164.
23. Graham, L.E., Graham, J.M. ve Wilcox, L.W., Plant Biology, Prentice Hall, Inc.-1st ed., (2003) 497
24. <http://inspie3.home.mindspring.com/oils.htm> Essential oils 23.11.2005
25. <http://www.buzzle.com/articles/aromatherapy-essential-oils-methods-extraction-aromatic.html> Aromatherapy Essential Oils - Methods of Extraction of Aromatic Essential Oils 11.08.2006.
26. [http://www.webnaturel.com/index.asp?alt\\_cat\\_id=102&cat\\_id=4&ayrintiid=1853](http://www.webnaturel.com/index.asp?alt_cat_id=102&cat_id=4&ayrintiid=1853) Holistik Aromaterapi 23.01.2007.
27. <http://gidasanayii.com/modules.php?name=News&file=article&sid=128> Uçucu Yağlar Türkiye'de Üretim 24.04.2007.
28. <http://www.cyberlipid.org/simple/simp0004.htm> Terpenoids 23.01.2007.
29. <http://www.kimyasanal.net/yukle/kromatografi.doc> Kromatografi 29.01.2007.
30. <http://www.scientific.org/tutorials/articles/gcms.html> GC/MS Analysis 23.11.2005
31. <http://teaching.shu.ac.uk/hwb/chemistry/tutorials/chrom/gaschr.htm> Gas Chromatography 23.11.2005.
32. <http://www.arbolesornamentales.com/Viburnum.htm> Las especies de Viburnum cultivadas en España 11.04.2005.
33. [http://www.jardin-botanique-lyon.com/jbot/sections/fr/les\\_plantes\\_du\\_jardi/principales\\_collecti/les\\_collections/collec/chevrefeuilles](http://www.jardin-botanique-lyon.com/jbot/sections/fr/les_plantes_du_jardi/principales_collecti/les_collections/collec/chevrefeuilles) Les Chèvrefeuilles, les Viornes et les Clématites 11.04.2005.
34. [http://www.laden.dk/Billeder/v/page\\_01.htm](http://www.laden.dk/Billeder/v/page_01.htm) Laden og Vejrup's Besøgshave - salgskatalog 11.04.2005.

35. [http://www.die-forstpflanze.de/product\\_info.php?cPath=16\\_46&products\\_id=213&osCsid=f3f5514dc7c70bd3db30f637b8ad624b](http://www.die-forstpflanze.de/product_info.php?cPath=16_46&products_id=213&osCsid=f3f5514dc7c70bd3db30f637b8ad624b) Gemeiner Schneeball (*Viburnum opulus*) 11.04.2005.
36. <http://www.bruehlmeier.info/1973.htm> *Viburnum lantana* 11.04.2005
37. <http://www.wsu.edu/~lohr/wcl/> Selected Hardy Plants for Water-conserving Landscapes 11.04.2005.
38. Southwell, I.A., Hayes, A.J., Markham, J. ve Leach, D.N., *Acta Horticul.*, 334 (1993) 256-265.
39. Mann, C.M. ve Markham, J.L., *J. App. Microb.*, 84 (1998) 538-544.

## **8. EKLER**

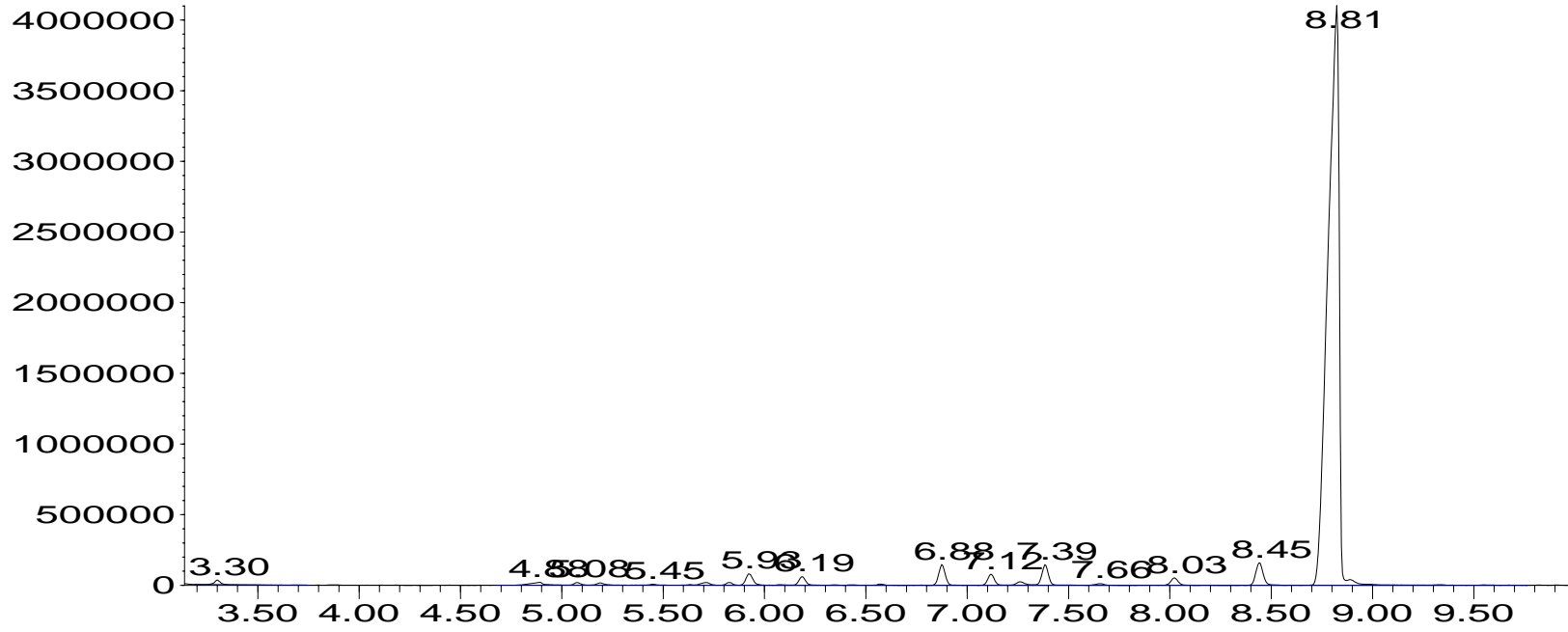
Abundance



Time-->

Ek Şekil 1. *Viburnum orientale Pallas* bitkisinin GC spektrumu

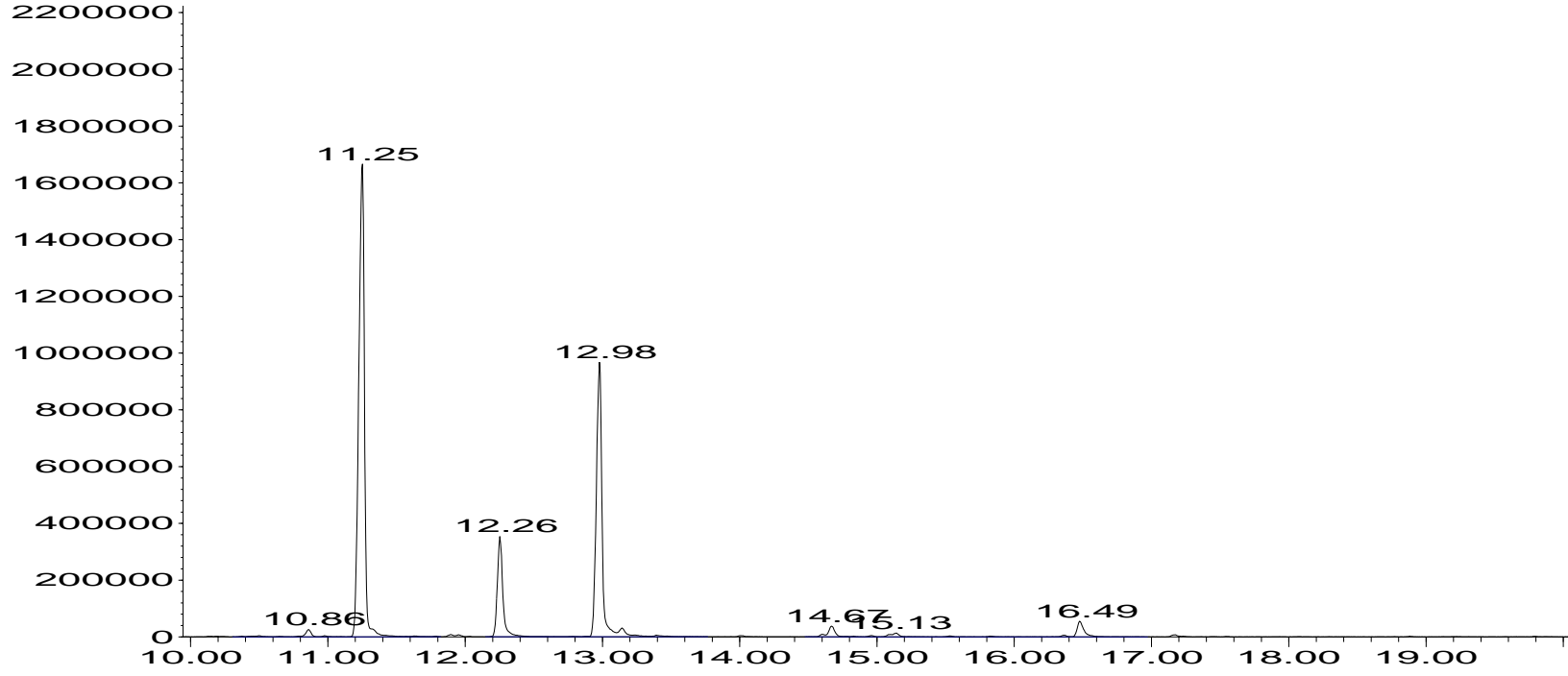
Abundance



Time-->

Ek Şekil 2. *Viburnum orientale Pallas* bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

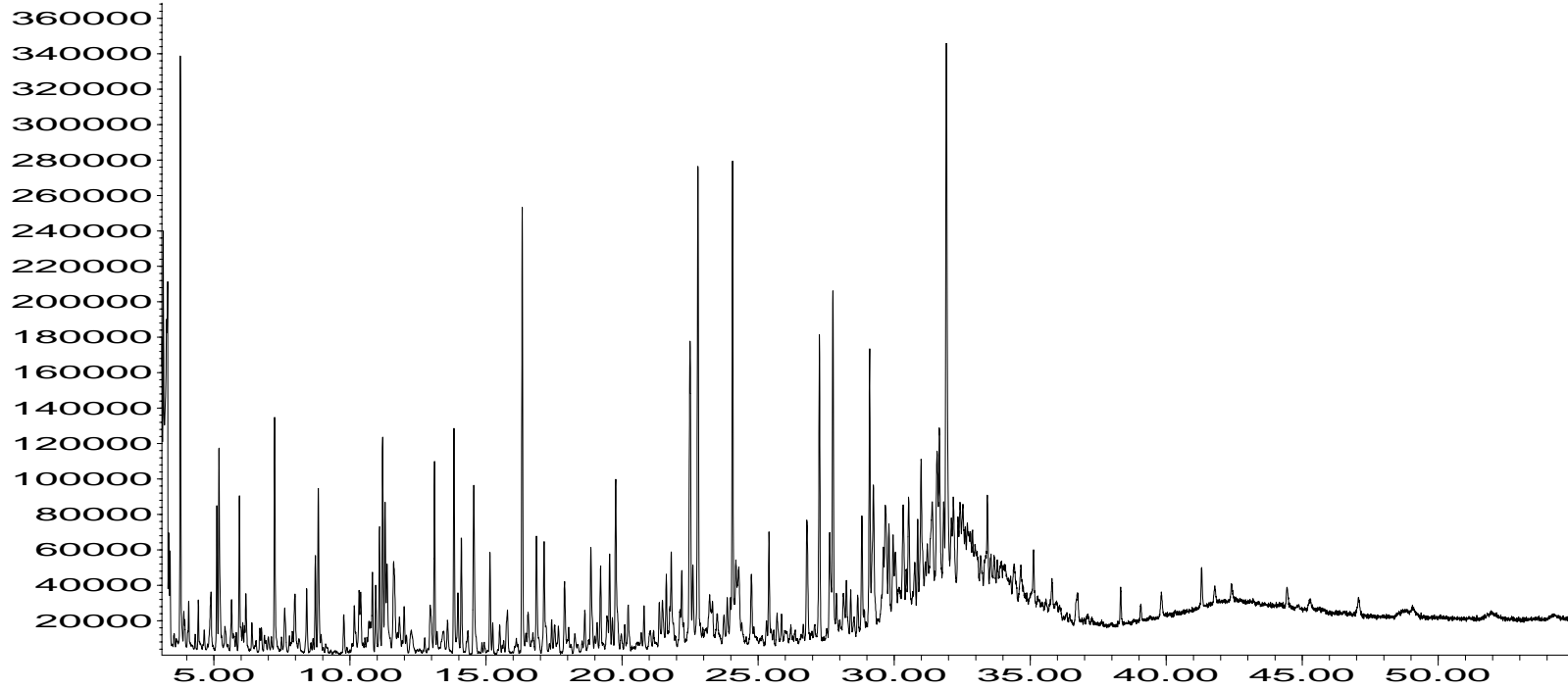
Abundance



Time-->

Ek Şekil 3. *Viburnum orientale Pallas* bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

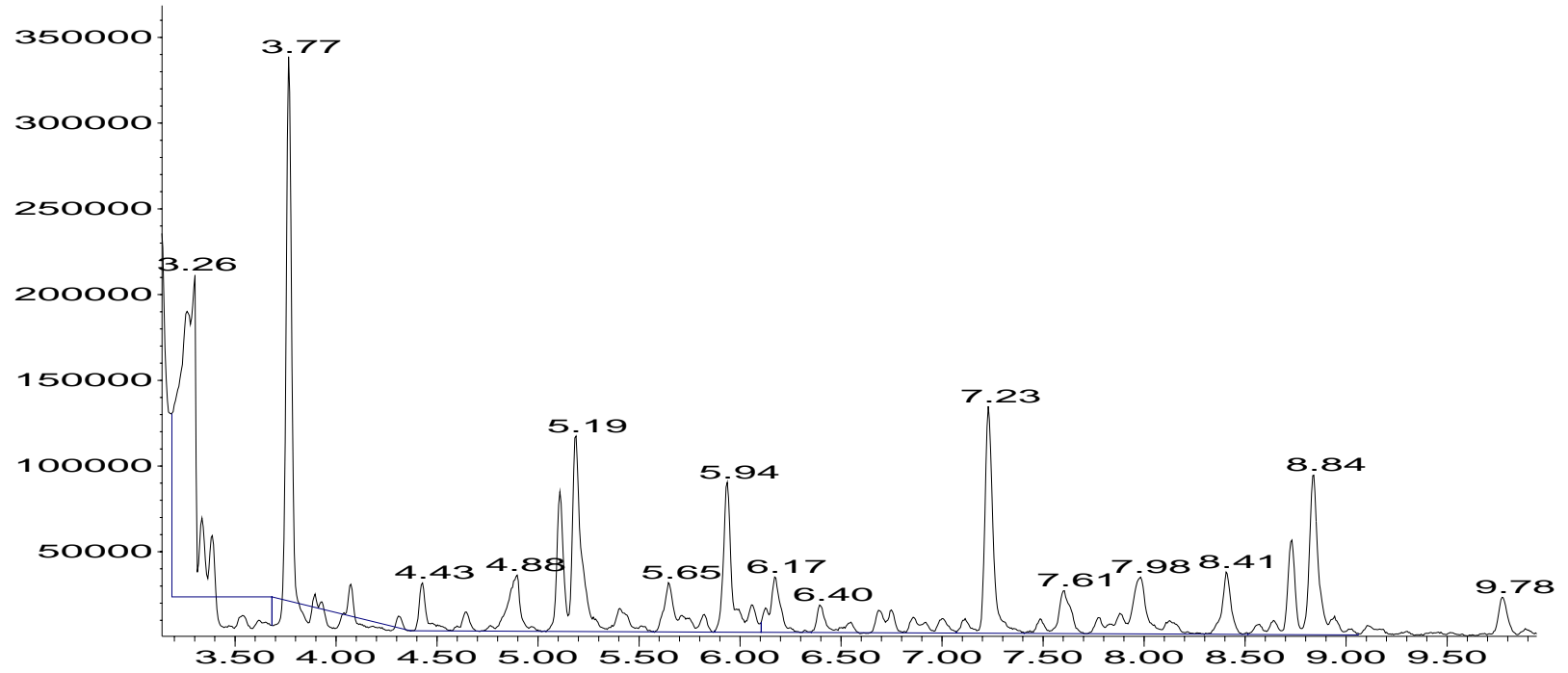
Abundance



Time-->

Ek Şekil 4. *Viburnum opulus L.* bitkisinin GC spektrumu

Abundance

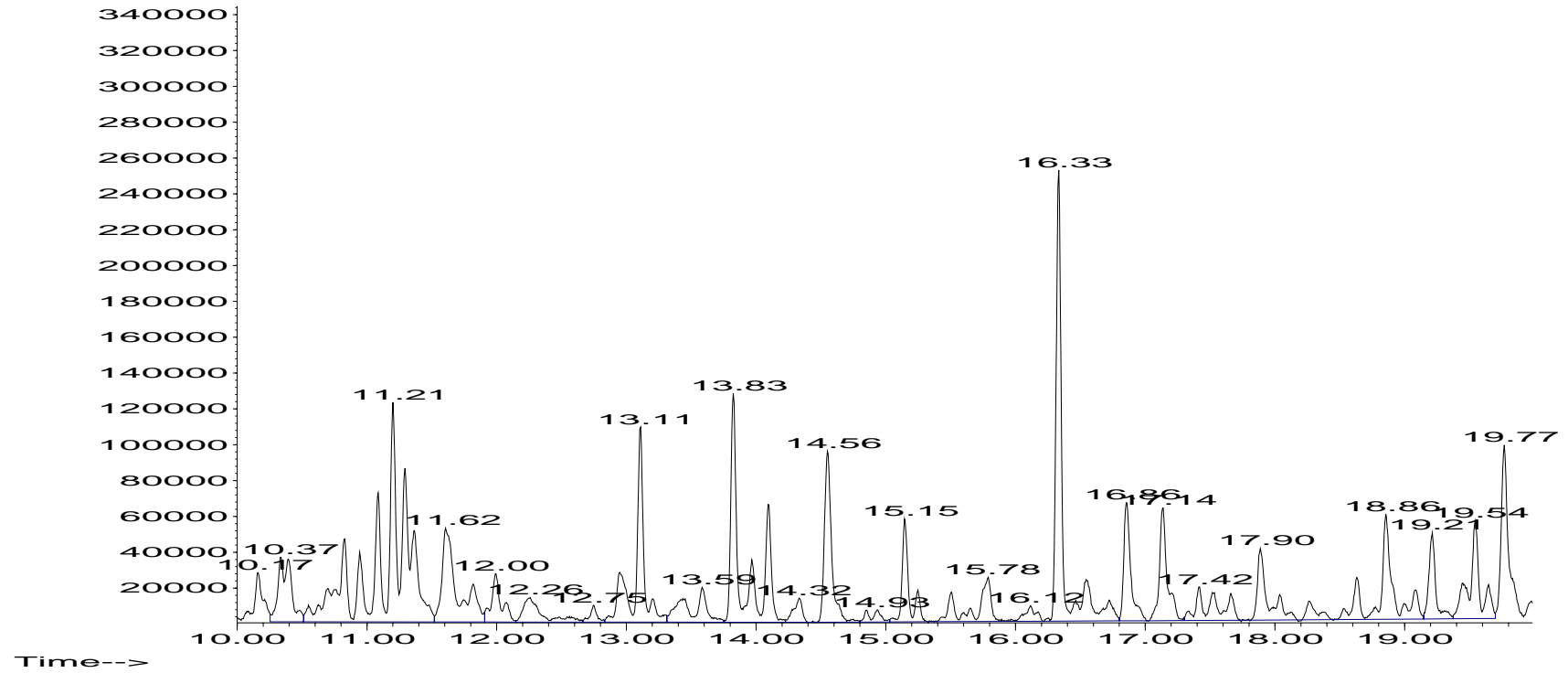


Time-->

Ek Şekil 5. *Viburnum opulus L.* bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

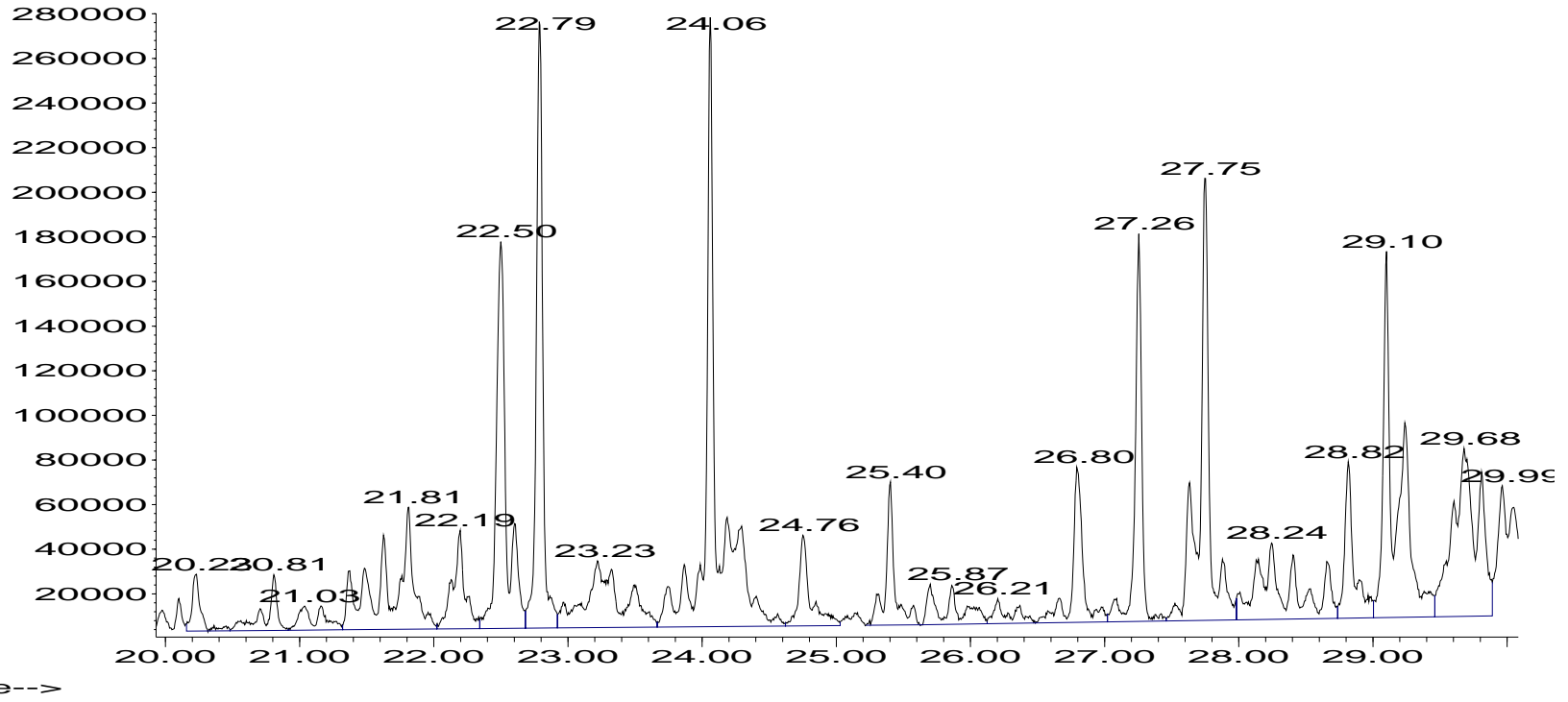


Abundance



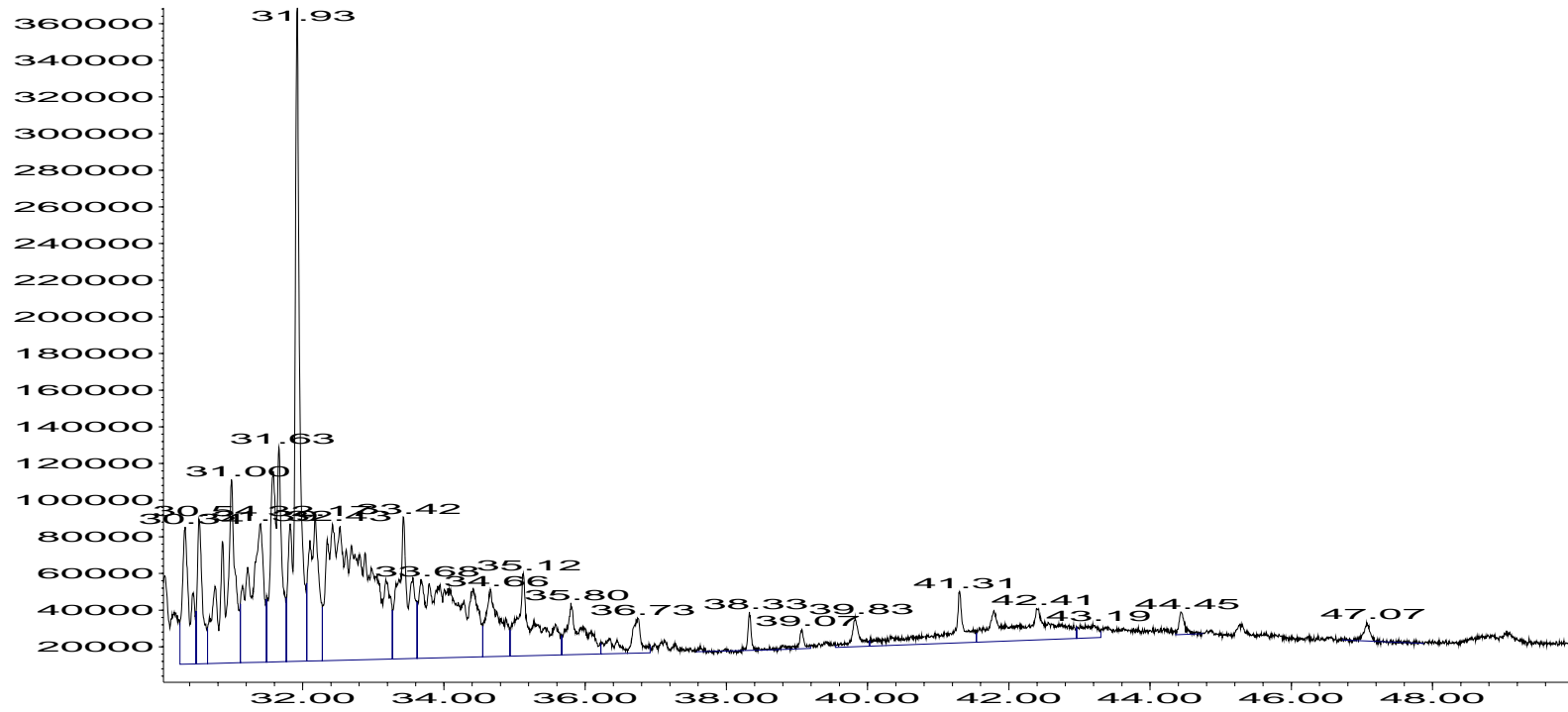
Ek Şekil 6. *Viburnum opulus L.* bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

Abundance



Ek Şekil 7. *Viburnum opulus L.* bitkisinin RT 20-30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

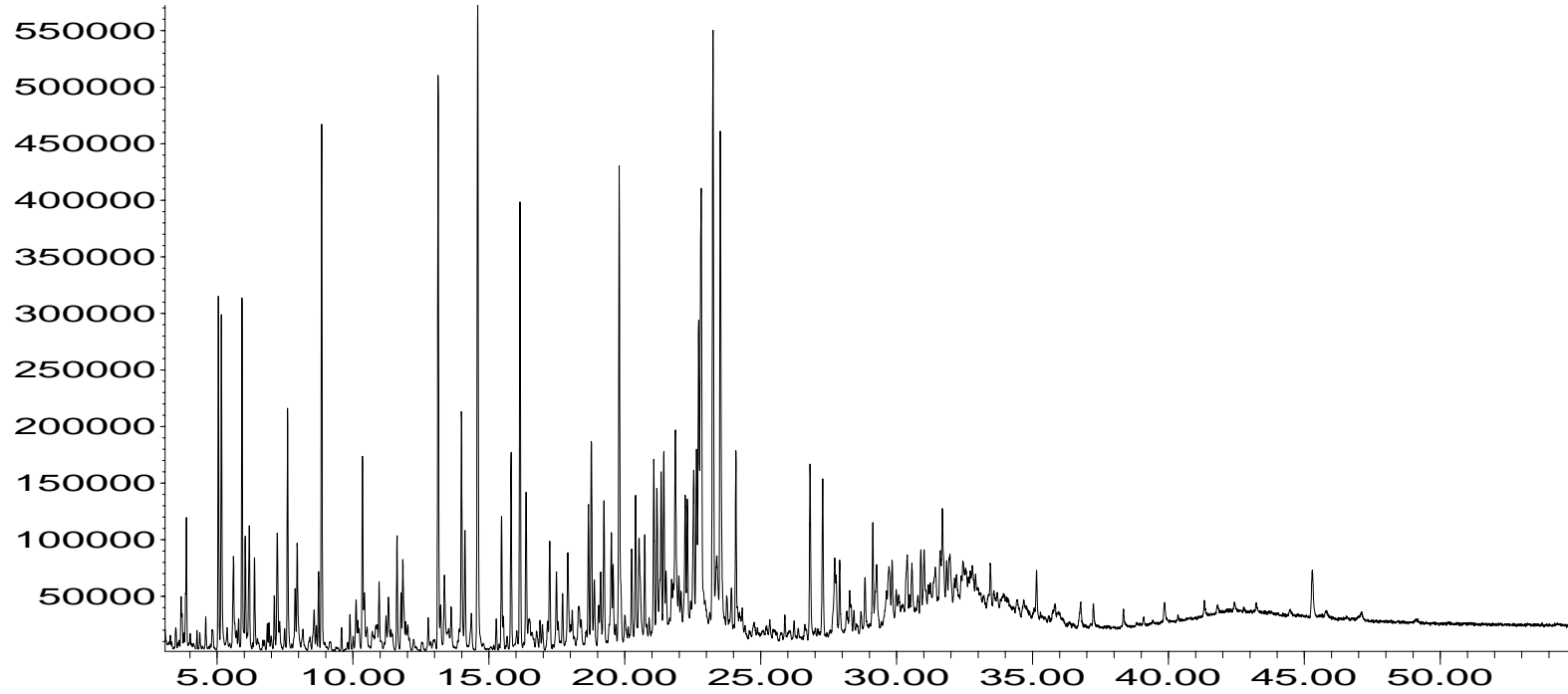
Abundance



Time-->

Ek Şekil 8. *Viburnum opulus L.* bitkisinin RT 30-48 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

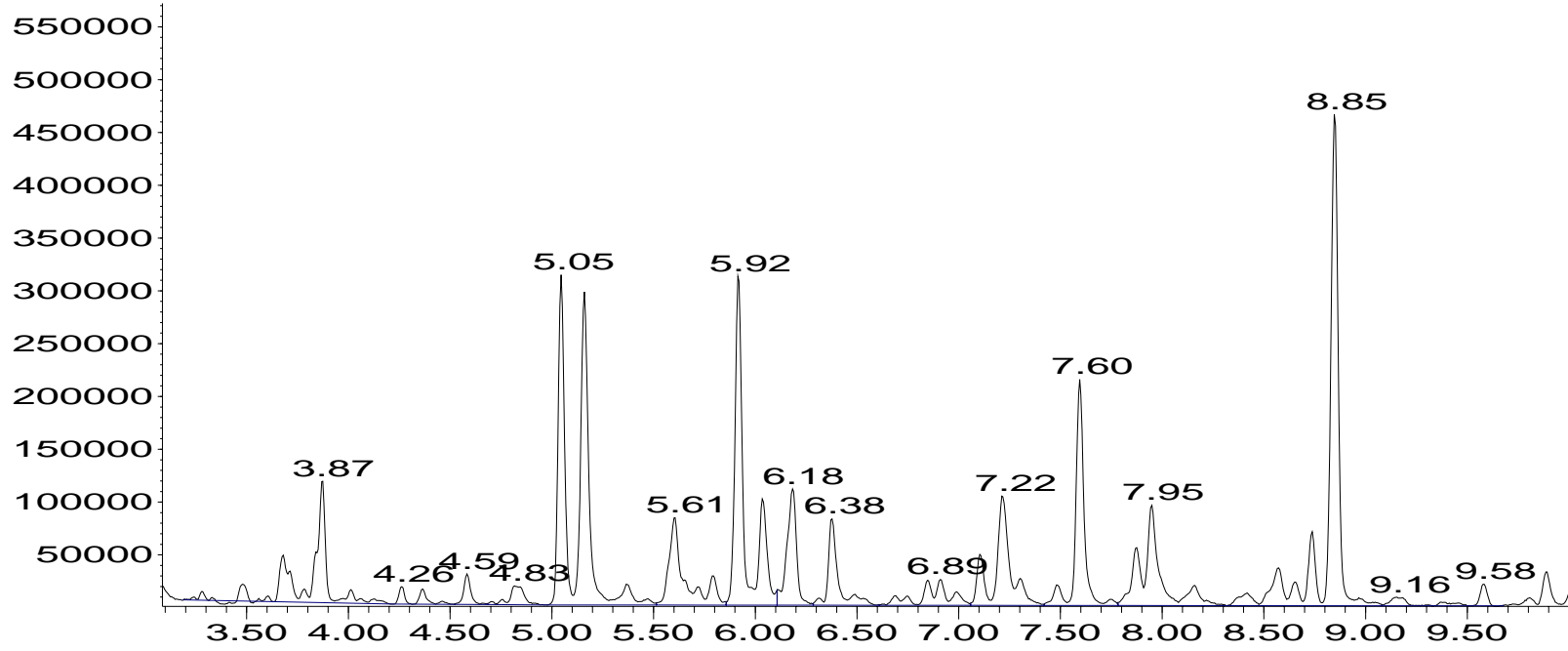
Abundance



Time-->

Ek Şekil 9. *Viburnum lantana L.* bitkisinin GC spektrumu

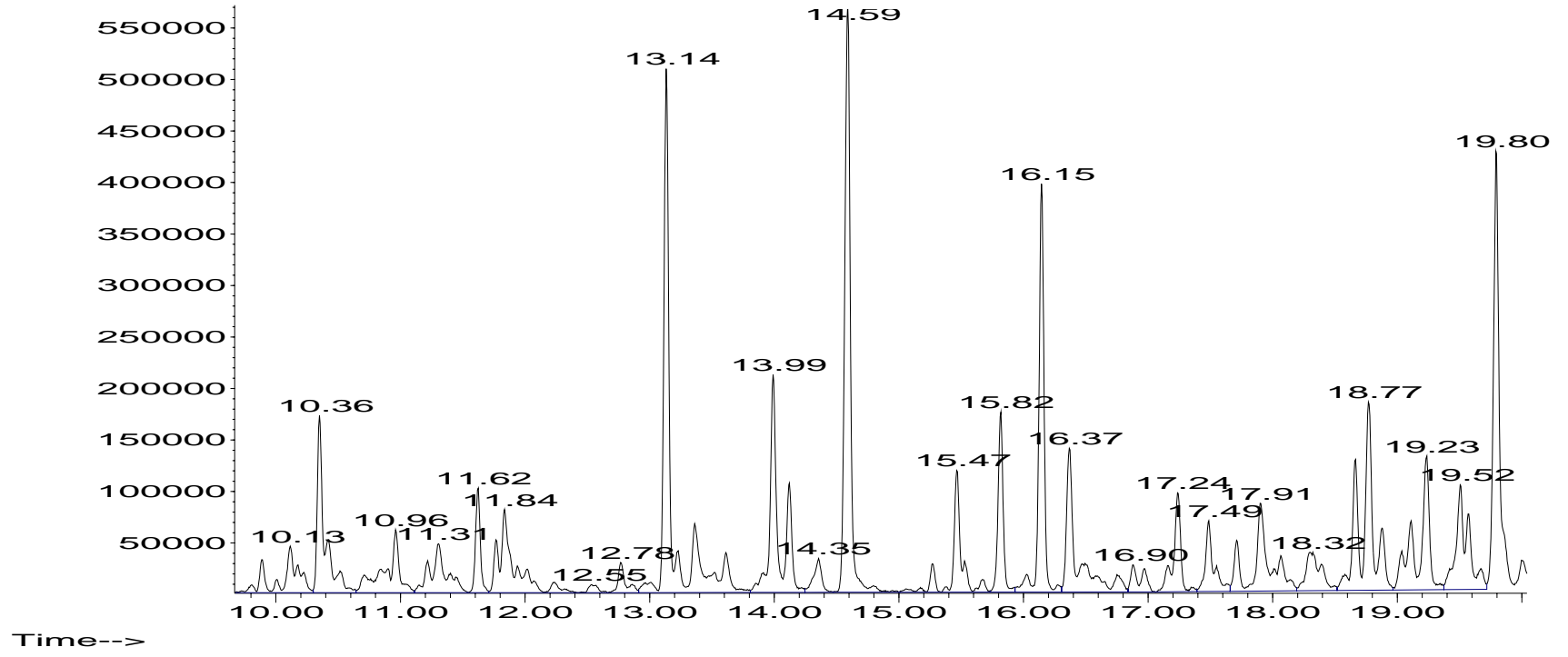
Abundance



Time-->

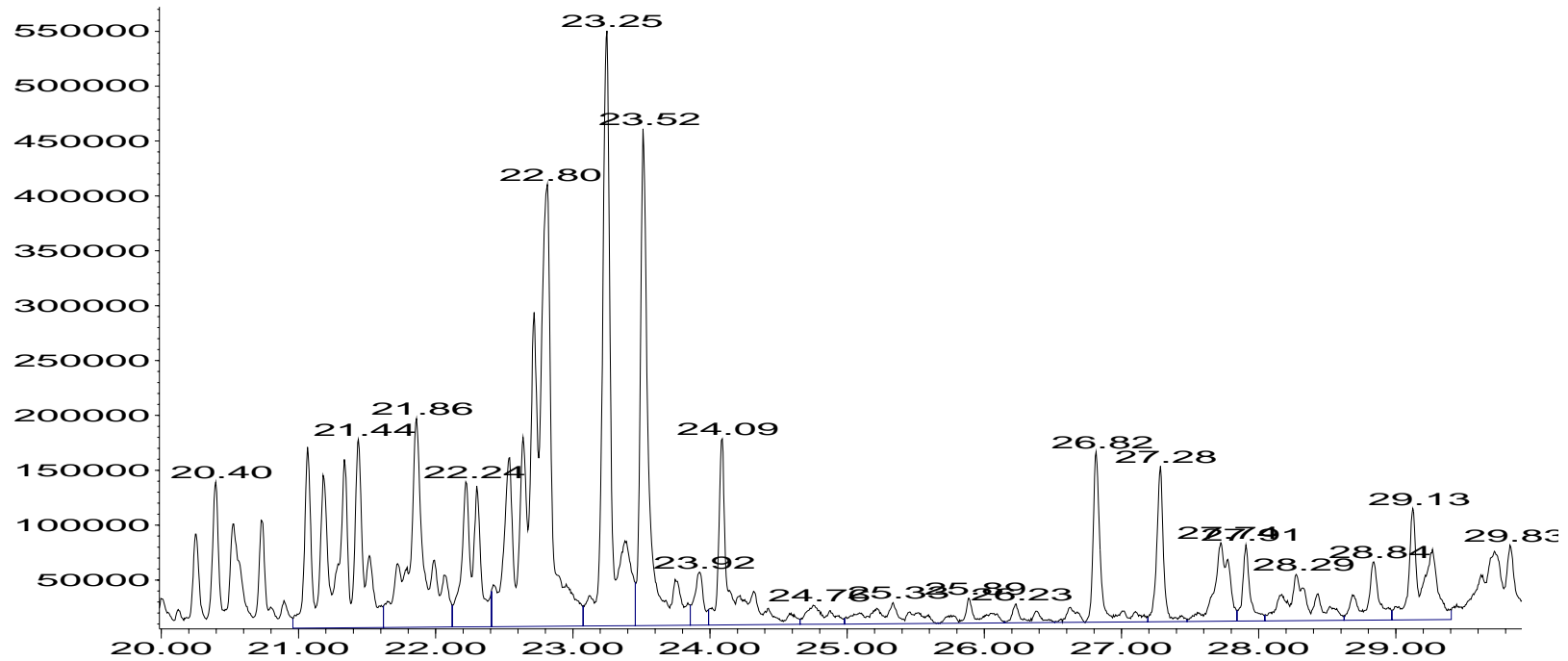
Ek Şekil 10. *Viburnum lantana L.* bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

Abundance



Ek Şekil 11. *Viburnum lantana L.* bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

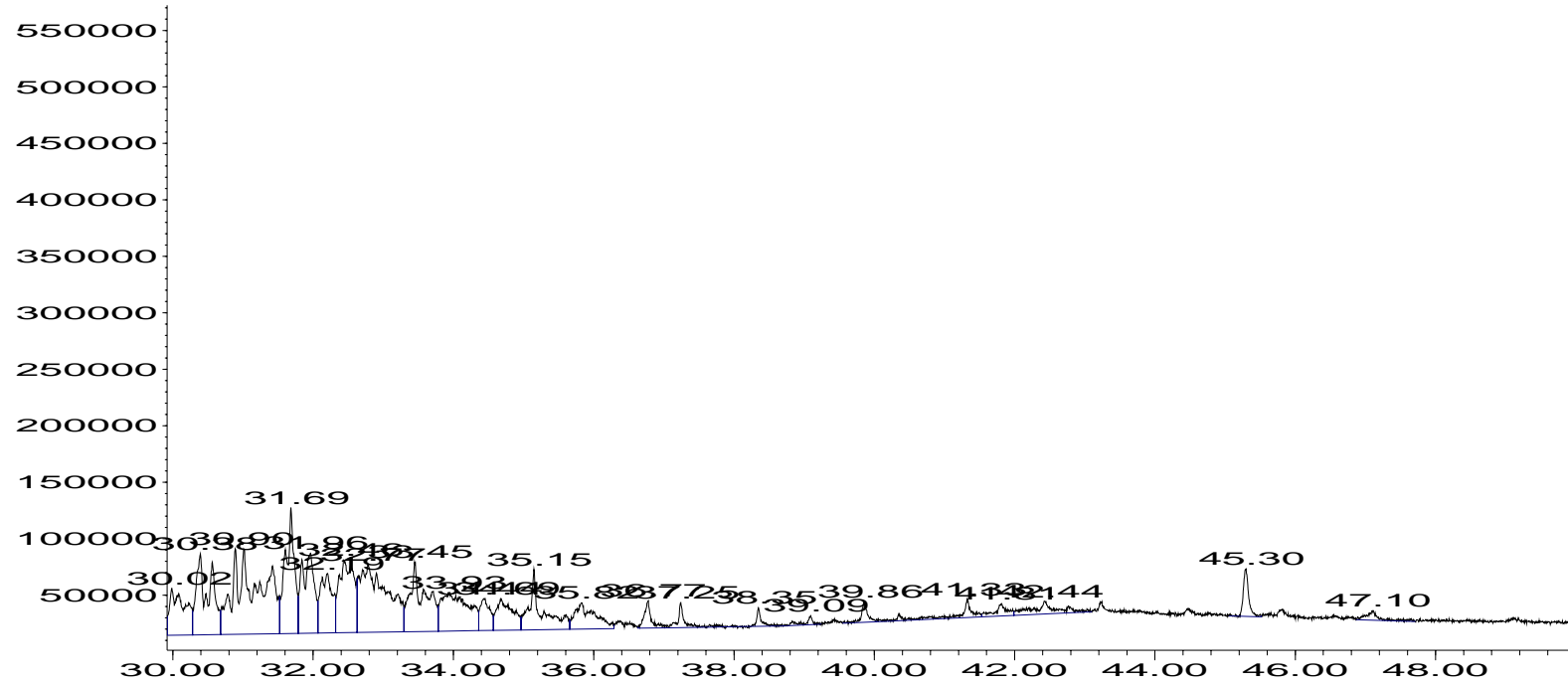
Abundance



Time-->

Ek Şekil 12. *Viburnum lantana L.* bitkisinin RT 20-30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

Abundance



Time-->

Ek Şekil 13. *Viburnum lantana L.* bitkisinin RT 30-48 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu



## ÖZGEÇMİŞ

28.02.1983 yılında Trabzon ilinde doğdu. İlköğrenimini Cumhuriyet İlkokulu' nda, ortaöğrenimini Yunus Emre Orta Okulu' nda ve lise öğrenimini Trabzon Lisesi' nde tamamladı. 1999 yılında K.T.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünü kazandı. 1999 yılında 1 sene süreyle hazırlık sınıfı okuyarak, hazırlık okulundan mezun oldu. 2004 yılının Ocak-Temmuz ayları arasında Belçika' nın Gent Üniversitesi' nde bulundu ve 4. sınıfın ikinci dönemini bu üniversitede tamamladı. 2004 yılının Haziran ayında K.T.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden birincilikle mezun oldu. 2004 yılında K.T.Ü. Kimya Bölümü' nde Organik Kimya Ana Bilim Dalı' nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2005 yılının Kasım ayında K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümü' nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Halen K.T.Ü. Kimya Bölümü' nde yüksek lisansını yapmakta ve görevine devam etmektedir. Yabancı dili İngilizce' dir. Evlidir.