

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KİMYA ANABİLİM DALI

**BAZI *TEUCRIUM* L. TAKSONLARINDA UÇUCU YAĞLARIN KİMYASAL
BİLEŞİMLERİ VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimyager Nuran YAYLI

**OCAK 2007
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KİMYA ANABİLİM DALI

**BAZI *TEUCRIUM* L. TAKSONLARINDA UÇUCU YAĞLARIN KİMYASAL
BİLEŞİMLERİ VE ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTELERİ**

Kimyager Nuran YAYLI

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

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08.01.2007
Tezin Savunma Tarihi : 25.01.2007**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nurettin YAYLI
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Salih TERZİOĞLU**

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, çalışmalarım da maddi ve manevi hiçbir desteğini, yardımını esirgemeyen, her zaman yanımda olan ve değerli zamanını ayıran sayın hocam Prof.Dr.Nurettin YAYLI' ya sonsuz teşekkürler.

Çalışmalarım esnasında bana destek veren ve tezimin hazırlanma aşamasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım ve hocalarım Arş.Gör. Ahmet YAŞAR, Arş.Gör. Canan ALBAY, Arş. Gör. Asu USTA, Arş.Gör. Nagihan İSKENDER ve Arş.Gör. Osman ÜÇÜNCÜ ' ye teşekkürler.

Maddi ve manevi her türlü desteğiyle her zaman yanımda olan, sevgi ve moral kaynağım aileme, Trabzon' da bulunduğum sürece bana ailemin eksikliğini hissettirmeyen amcam, yengem ve kuzenlerime sonsuz minnet ve şükranlarımla teşekkür ederim.

Bu çalışma 2001.111.002.01 DPT ve 2003.111.002.01 KTÜ-BAP projeleri desteği ile tamamlanmıştır. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi yönetimine ve tüm personeline hizmetlerinden dolayı teşekkür ederim .

Nuran YAYLI
Trabzon 2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
TABLolar DİZİNİ.....	VII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Uçucu Yağlar.....	2
1.3. Terpenler.....	4
1.4. Spektroskopik Yöntemler.....	9
1.5. Kromatografi.....	10
1.6. Antimikrobiyal Maddelerin Genel Özellikleri.....	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Enstrümantasyon.....	13
2.2. Bitki Materyalleri.....	14
2.3. Uçucu Yağların İzolasyonu.....	14
2.4. Bileşenlerin Aydınlatılması.....	15
2.5. Antimikrobiyal Aktiviteleri.....	15
3. BULGULAR.....	17
4. TARTIŞMA.....	24
5. SONUÇLAR.....	37
6. ÖNERİLER.....	39
7. KAYNAKLAR.....	40
8. EKLER.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	60

ÖZET

Bu çalışmada, *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*, *Teucrium orientale* L. var. *puberulens* (T.Ekim), ve *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *lydium* (O.Schwarz) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşenleri GC-MS yöntemi ile analiz edildi. Bitkilerden sırasıyla 36, 35 ve 33 adet bileşiğin yapısı aydınlatıldı. Yapısı aydınlatılan bileşiklerden germakren D'nin *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*'de %16.7, β -karyofilen'nin ise *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinde sırasıyla %21.7 ve %19.7 oranlarında uçucu yağların ana bileşenlerini oluşturduğu tespit edildi. İzole edilen uçucu yağların antimikrobiyal aktivite testleri yapıldı ve testler sonucunda Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı orta derecede aktivite gösterdikleri fakat iki tane maya benzeri mantara karşı antifungal aktivite göstermedikleri gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler : *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens*, *T. chamaedrys* subsp. *lydium*, Lamiaceae, Uçucu yağ, Antimikrobiyal aktivite, GC-MS.

SUMMARY

Chemical Composition and Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Some *Teucrium* L. Taxa

In this study, the composition of the essential oils obtained from the air-dried *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*, *Teucrium orientale* L. var. *puberulens* (T.Ekim), and *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *lydium* (O.Schwarz) were analyzed by GC-MS. Thirty-six, thirty-five, and thirty-three components identified in the essential oils. Germacrene D (16.7%) was the most abundant constituent in *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, β -caryophyllene was the most abundant component in both *T. orientale* var. *puberulens*, and *T. chamaedrys* subsp. *lydium* in ratios 21.7 and 19.7%, respectively. The isolated essential oils of the plants were tested for antimicrobial activity and showed moderate antibacterial activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria, but no antifungal activity was observed against two yeastlike fungi.

Key Words: *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens*, *T. chamaedrys* subsp. *lydium*, Lamiaceae, Essential oil, Antimicrobial activity, GC-MS.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	GC-MS cihazı.....	13
Şekil 2.	Clevenger tipi subuharı destilasyon düzeneği.....	15
Ek Şekil 1A.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i> bitkisinin GC spektrumu.....	46
Ek Şekil 2A.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i> bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	47
Ek Şekil 3A.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i> bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	48
Ek Şekil 4A.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i> bitkisinin RT 20-41.30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	49
Ek Şekil 1B.	<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i> bitkisinin GC spektrumu.....	50
Ek Şekil 2B.	<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i> bitkisinin RT 0-10.80 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	51
Ek Şekil 3B.	<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i> bitkisinin RT 11-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	52
Ek Şekil 4B.	<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i> bitkisinin RT 20-30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	53
Ek Şekil 5B.	<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i> bitkisinin RT 30-48.42 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	54
Ek Şekil 1C.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i> bitkisinin GC spektrumu.....	55
Ek Şekil 2C.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i> bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	56
Ek Şekil 3C.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i> bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	57
Ek Şekil 4C.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i> bitkisinin RT 20-30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	58
Ek Şekil 5C.	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i> bitkisinin RT 30-50 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu.....	59

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Terpenlerin içerdikleri izopren sayısına göre sınıflandırılması.....	5
Tablo 2. GC-MS spektrumunun alındığı deneysel koşullar.....	13
Tablo 3. <i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i> , <i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i> ve <i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i> bitkilerinin uçucu bileşenlerinin GC-MS analiz sonuçları.....	24
Tablo 4. Bilinmeyen bileşiklerin kütle/yük (m/z) oranları.....	26
Tablo 5. Bileşiklerin sınıflandırılması ve ham karışımdaki % miktarları.....	33
Tablo 6. Bileşik sınıflarının ana bileşenleri ve % miktarları.....	34
Tablo 7. Uçucu yağın antimikrobiyal aktivite tarama sonuçları.....	35

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Lamiaceae familyasının *Teucrium* L. cinsinin 32 türü Türkiye’de doğal olup, bu bitkiler tek yıllık ya da çok yıllık otsu bitki ya da çalı formundadırlar [1-3]. *Teucrium* türleri 2000 yıldan daha uzun süredir tıbbi amaçlı bitkiler olarak kullanılmaktadır[4-6]. *Teucrium flavum* L., *T. montanum* L., ve *T. chamaedrys* L. bitkileri Türkiye’de halk arasında ülser ve şeker hastalığını tedavi etmek amaçlı kullanılmasının yanında, obezite ile mücadele etmek için de kullanılmaktadır [4, 7-8]. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisi çoğunlukla kuzey ve orta Anadolu’da [1-3] bulunan bir *Teucrium* taksonudur. *T. orientale* var. *puberulens* bu ailenin çoğunlukla orta Anadolu bölgesinde bulunan endemik olmayan güzel kokulu bir üyesidir [1, 3]. *T. chamaedrys* L. subsp. *lydium* ise özellikle batı ve güneybatı Anadolu’da yetişmektedir [1, 3]. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* üzerinde yapılan önceki fitokimyasal çalışmalar 24 α -etilcolesta-5,25-dien-3 β -ol, sitosterol, α -amyrin, ursolik asit, apigenin, naringenin, pektolinarigenin, sirsiliol, 3 β -hidroksi stigmast-24,25-dien-24-al ve 3 β -hidroksi-24 α -etikolesta-5,25-dien-7-one bileşiklerinin de içinde bulunduğu değişik doğal bileşiklerin varlığını göstermektedir [9]. *T. chamaedrys*’in neoklerodan diterpenoidler ve feniletanoid glikozitler taşıdığı bilinmektedir [6]. Literatürde *Teucrium* türlerinin uçucu bileşenleri ve biyolojik aktivite çalışmaları mevcut olup bu türler: *T. haenseleri* Boiss. [10], *T. chamaedrys* [11-13], *T. fruticans* L. [14], *T. salviastrum* Schreb. [15], *T. pumilum* L. [16], *T. marum* L. [17], *T. leucocladum* Boiss. [18], *T. polium* L. [19-22], *T. lusitanicum* Schreb. ve *T. Algarbiensis* Cout. [23], *T. orientale* L. var. *orientale* [24-25], *T. chamaedrys* [26], *T. capitatum* L. [27], *T. libanitis* Schreb. ve *T. turredanum* Losa ve Rivas Goday [28], *T. divaricatum* Heldr. ssp. *divaricatum* [29], *T. flavum* [30], *T. melissoides* Boiss. [31], *T. carolipau* Pau [32], *T. stocksianum* Boiss. [33], *T. puechiae* Greuter ve Burdet [34], *T. flavum* L. ssp. *flavum*, *T. polium*, *T. chamaedrys* L. var. *Illyricum*, ve *T. marum* [35], *T. Be lion* Schreb. [36], *T. arduini* L., *T. botrys* L., *T. chamaedrys*, *T. flavum*, *T. montanum*, *T. polium*, *T. scordium* L. [11], *H. perforatum* L. ve *T. chamaedrys* [37], *T. scorodonia* L. ve *T. oxylepis* Font Quer [38], *T. heterophyllum* L’Her. [39], *T. cyprium* ssp. *cyprium* Boiss., *T. micropodioides* Rouy, *T. divaricatum* ssp. *canescens* Sieber, ve *T. kotschyanum* Poech [40] *T. polium* L. var. *album*,

ve *T. polium* L. var. *pitilosum* [41], *T. puechiae* Greuter ve Burdet [34], *T. marum* [42].

Yapılan literatür araştırması sonucu *T.chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* taksonlarının uçucu yağlarının analizi ve antimikrobiyal aktiviteleri ile ilgili herhangi bir çalışmanın yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu sistematik araştırmanın bir parçası olarak, bitkilerin uçucu yağ bileşenleri geniş çapta kullanılan hidrodestilasyon metodu ile Clevenger tipi cihazda elde edilmiştir [43-45]. Daha sonra bu ham uçucu yağlar ekstrakte edilerek hegzanda çözülmüş ve GC-MS yöntemi ile incelenmiştir. Bileşiklerin belirlenmesi tipik kütüphane araştırması (NIST ve Willey) ve literatür karşılaştırması ile yapılmıştır [46-49, 44, 14, 50-56, 28-29].

Teucrium chamaedrys subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinden GC-MS analizi sonucunda değişik sınıflara ait 65 adet bileşiğin yapısı karşılaştırmalı olarak aydınlatıldı. Bu bileşikler içerdikleri izopren sayısı ve atomlara bağlı olarak monoterpenler, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenoidler, diterpenoidler ve diğer bileşikler olmak üzere 6 farklı sınıfta gruplandırıldı.

1.2. Uçucu Yağlar

Uçucu yağlar bitkilerden genellikle buhar ya da hidrodestilasyon yöntemi ile elde edilen aromatik, uçucu yapılardır. Birçok uçucu yağ öncelikle terpen ve terpenlerin oksijenli türevlerinden oluşmaktadır. Bitkinin çiçek, yaprak, tohum, kök, sap, kabuk gibi farklı kısımları uçucu yağ eldesi için kullanılmaktadır. Uçucu yağ eldesinde en çok buhar destilasyonu kullanılmakla beraber, bitkinin kullanılan kısımlarına, içerdiği uçucu yağ miktarına ve hassasiyetine göre aşağıdaki yöntemler geliştirilmiştir:

- Buhar destilasyonu
- Soğuk pres
- Enflaruj
- Çözücü ekstraksiyonu
- Turbodestilasyon
- Hidrofizyon
- CO₂ ekstraksiyonu

En çok kullanılan buhar destilasyonu yönteminde taze ya da kurutulmuş bitkiler düzeneğe yerleştirilir. Bir ayırma çemberinde basınçlı buhar oluşturulur ve bitki çemberine doğru dağıtılır. Buharın ısı ile uçucu yağı tutan küçük kesecikler açılır. Kullanılan buharın ısı bu küçük kesecikleri açacak kadar yüksek olmalı fakat bitkiyi bozup uçucu yağları yakacak kadar yüksek olmamalıdır. Uçucu yağ serbest hale geçince küçük uçucu yağ damlaları buharlaşır ve buhar molekülleriyle birlikte düzeneğin kondenzasyon çemberine doğru yol alır. Soğutucu yüzeyde yoğunlaşan buhar ve uçucu yağ karışımı toplama haznesinde birikir. Uçucu yağ suyun üzerinde ince bir yüzey oluşturur. Uçucu yağ, dekantasyon işlemi uygulanarak ya da bir pipet ile üst fazdan alınarak sudan ayrılabilir.

Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar, özellikle ilaç, gıda ve kozmetik sektörlerinin vazgeçilmez bir ham maddesidir. Ağrı kesici, yara iyileştirici, sakinleştirici, mikrop ve mantar öldürücü, ferahlatıcı, stres azaltıcı, zihin açıcı, uyutucu etkileri vardır. Bitkilerden elde edilen bu değerli yağların ayrıca kasılma ve spazm giderici, sindirim ve solunum sistemlerini düzenleyici, cilt hastalıklarını iyileştirici ve güzelleştirici etkileri de mevcuttur [57]. Çoğu uçucu yağlar, güçlü antimikrobik özelliğe de sahiptirler. Sahip oldukları bu etkili antimikrobik özelliklerinin yanısıra vücuda zarar vermediklerinden, son yıllarda özellikle gıdalarda bulunan ve antibiyotiklere karşı bağışıklık kazanmış olan bazı patojen mikroorganizmaların yok edilmesinde sıklıkla kullanılmaktadırlar [57]. Uçucu yağlar, uçucu özellikleri nedeniyle mikropları öldürdükten sonra ortamdan uzaklaştıklarından, geride artık bırakma riski de taşımazlar. Bilhassa, kekikyağı, çöpkaranfil, tarçın, yenibahar, citronella, limonotu, limon, oğulotu, limon kokulu okalıptus ve kefe kimyonu yağları güçlü mikrop öldürücü yağlardır. Limon ve portakal kabuğu yağında bol bulunan limonen, lavanta yağında bulunan perilla alkol, kekik yağında bulunan karvakrol, gül ve ıtır yağında bulunan geraniol adlı maddelerin ise antikanser etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. Uçucu yağın damıtılması esnasında yağ altında kalan sulu kısım, yağdan tamamıyla ayrıldıktan sonra aromatik su olarak içilebilir. Son yıllarda özellikle kekik suyunun kullanımı oldukça popüler hale gelmiştir. Ayrıca adaçayı, biberiye, nane, oğulotu, ısırgan ve gül suları da piyasada satılmaktadır [57]. Uçucu yağ karışımları son yıllarda at ve tavuk gibi hayvanların yemlerine de katılmaktadır. Bu maddeler hem yemin dayanıklılığını artırmakta hem de hayvanların gelişmesinde olumlu rol oynamaktadır. Uçucu yağlar bu kullanımlarının dışında yaygın olarak aşağıdaki alanlarda kullanılmaktadır[57]:

- Kozmetik ürünlerinde

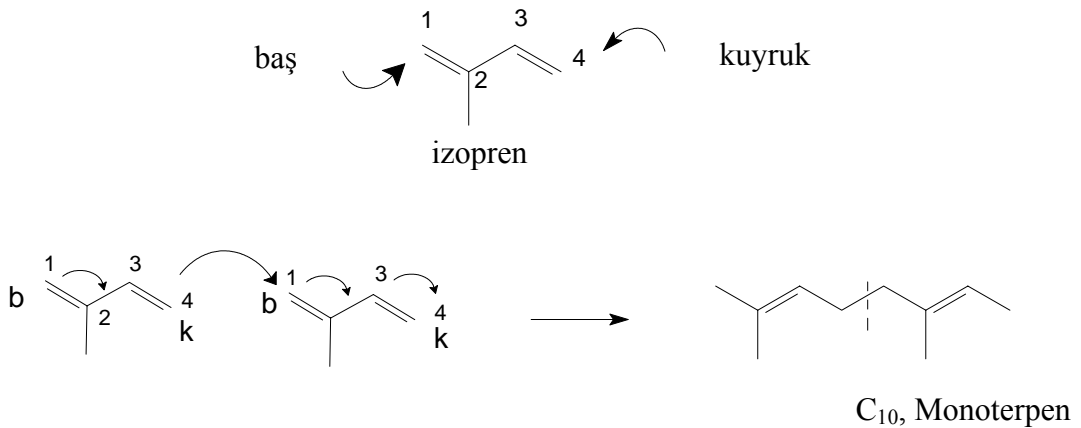
- Oda kokularında
- Kokulu mumlarda
- Köpük, jel, şampuan gibi banyo ürünlerinde
- Temizlik ürünlerinde
- Gıdalarda lezzet ve koku verici olarak

1.3. Terpenler

Terpenler, doğal ürünlerin en yaygın gruplarından biridir. Özellikle bitkilerde olmak üzere hayvanlarda da birçok farklı işlevi bulunurken gıdalarda da aroma bileşenleri olarak önemlidirler. Örneğin turunçgiller, tarçın ve diğer baharat aromaları birkaç terpen ile karakterize edilir. Limonen ve sitral (her ikisinde limonda bulunur), kamfor, pinen (çam ağaçlarında), eugenol (karanfil), anethol, thymol, geraniol (gül) ve mentol yaygın olarak karşılaşılan terpenlerden birkaçıdır.

Terpenler, çoğunlukla uçucu yağlarda bulduklarından, Eski Mısır'da çeşitli dini amaçlar için kullanılıyordu. Kamfor, Avrupa'ya ilk kez Doğu'dan Araplar tarafından 11. yüzyıl civarında getirilmiştir. Yağ ekstraksiyonu ile bitkilerden esansiyel yağ elde edilme işlemi Orta Çağ başlangıcında Çin'de olduğu gibi Batı'da da biliniyordu.

Kimyasal anlamda terpenler, yapısı çeşitli fakat belli sayıda izopren birimlerine sahip olan moleküller grubu olarak tanımlanır (2-metil-1,3-bütadien, hemiterpen olarak isimlendirilen beş karbonlu yapıdır). Terpenler molekül formülü C_5H_8 olan izopren birimlerinin birinin başının diğerinin kuyruğuna gelecek şekilde çeşitli sayıda birleşmesi sonucu oluşan yapılardır. Bu olay izopren kuralı yada C_5 kuralı olarak adlandırılır.



İzopren birimleri 25 karbonlu yapılara kadar genellikle baş-kuyruk şeklinde birbirlerine bağlanırlar. 30 ve daha fazla karbon içeren yapılar ise genellikle iki terpenin birleşmesinden oluşurlar ve birleşmeden dolayı bu bileşiklerde baş-kuyruk girişimi ihmal edilmiş gibi görülür.

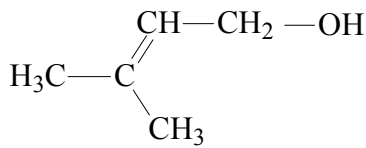
Terpenler içerdikleri izopren birimi sayısına göre sınıflandırılması Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Terpenlerin içerdikleri izopren sayısına göre sınıflandırılması

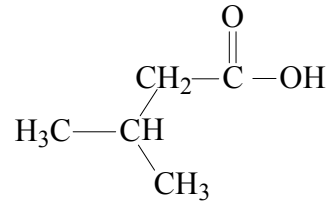
Sınıfı	İzopren Ünitesi	Kapalı Formül
Hemiterpenler	1	C ₅ H ₈
Monoterpenler	2	C ₁₀ H ₁₆
Seskiterpenler	3	C ₁₅ H ₂₄
Diterpenler	4	C ₂₀ H ₃₂
Sesterpenler	5	C ₂₅ H ₄₀
Triterpenler	6	C ₃₀ H ₄₈
Tetraterpenler	8	C ₄₀ H ₆₄
Politerpenler	n	(C ₅ H ₈) _n

1.3.1. Hemiterpenler

Hemiterpenler terpenlerin en küçük birimini içerirler. Yapısında oksijen içerenlerine hemiterpenoidler denir. Bu bileşiklerin en önemlisi terpenlerin yapıtaşını oluşturan izopren bileşiğidir. Doğal alkol olarak da bilinen prenil (3-metil-2-büten-1-ol) ve doğal yağ asidi olan izovalerik asit (3-metil bütanoik asit) bileşikleri ise hemiterpenoid sınıfı bileşiklere birer örnektir.



Prenil

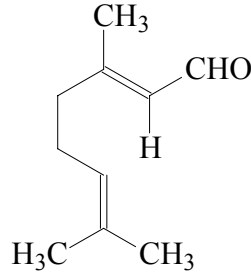


3-Metilbütanoik Asit

1.3.2. Monoterpenler

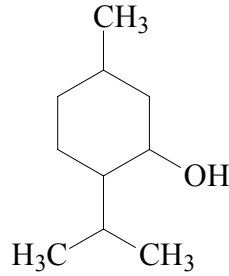
İki izopren ünitesinin bir araya gelmesiyle oluşan bileşiklerdir. Yapısında oksijen içerenlerine monoterpenoidler denir. Asiklik, monosiklik ve bisiklik olmak üzere üç grup halinde bileşikler içerirler.

• **Asiklik monoterpenler:** Hidrokarbon, aldehit ve alkol yapısında bileşikler içerebilirler.



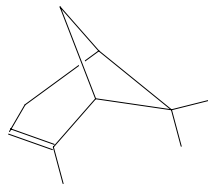
Geranial

• **Monosiklik monoterpenler:** Hidrokarbon, aldehit, keton, alkol ve oksit yapısında bileşikler içerebilirler.



Mentol

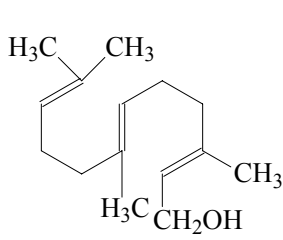
• **Bisiklik monoterpenler:** Thujen, pinen, karen, kamfen ve fenchan bileşikleri şeklinde olmak üzere 5 farklı yapıda bileşik örnekleri içerirler.



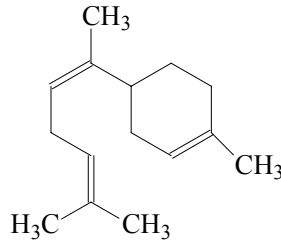
α -Pinen

1.3.3. Seskiterpenler

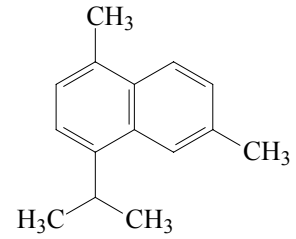
Seskiterpenler uçucu yağların nispeten daha yüksek kaynama noktalı fraksiyonlarıdır. Üç izopren ünitesinin birleşmesiyle oluşmuşlardır. Yapısında oksijen bulunduranlara seskiterpenoidler denir. Asiklik, monosiklik ve bisiklik şekilde bulunabilmektedirler.



Farnesol (asiklik)



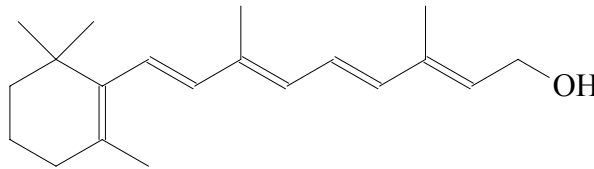
α -Bisabolen (monosiklik)



Kadalen (bisiklik)

1.3.4. Diterpenler

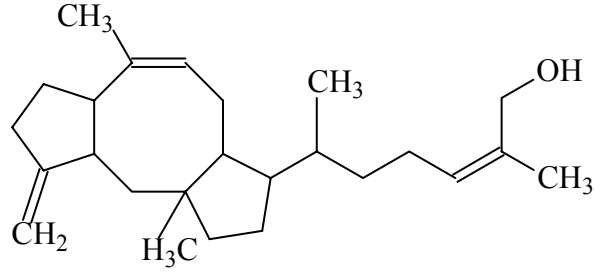
Dört izopren ünitesinin birleşmesiyle oluşmuşlardır. Oksijen içerenlerine diterpenoidler denir. Asiklik, monosiklik, bisiklik ve trisiklik örnekleri mevcuttur.



A Vitamini

1.3.5. Sesterpenler

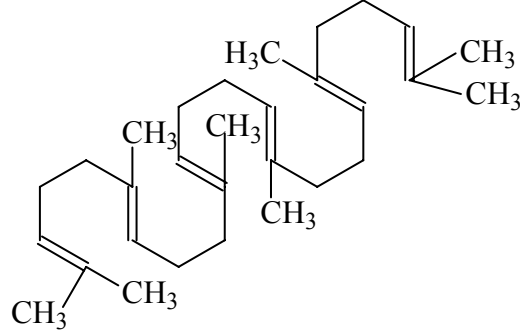
Beş izopren ünitesinin bir araya gelmesi ile oluşurlar. Oksijen içerenlerine sesterpenoidler denir. Genellikle mantar kaynaklarından izole edilirler.



Seroplastol

1.3.6. Triterpenler

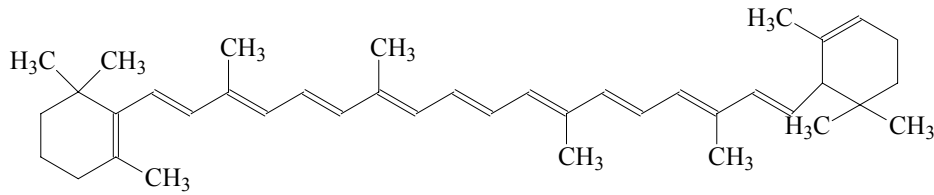
Triterpenler altı izopren biriminin birleşmesiyle oluşurlar. Oksijen içerenlerine triterpenoidler denir. Asiklik, tetrasiklik ve pentasiklik olarak üç grupta toplanırlar.



Skualen

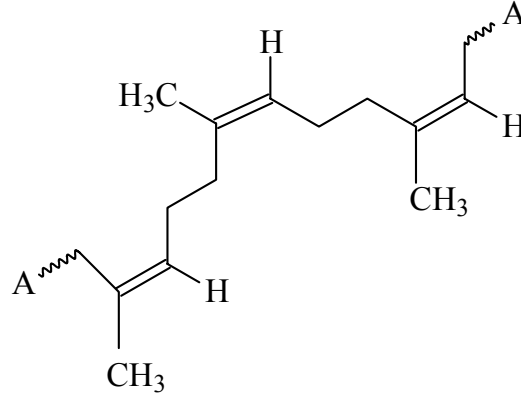
1.3.7. Tetraterpenler

Karotenoidler olarak bilinen bitkisel ve hayvansal pigmentler tetraterpenler olarak sınıflandırılır. Oksijen içerenlerine tetraterpenoidler denir. En çok bilinen örneği havuçtan izole edilen karoten bileşimidir. Karoten bileşiğinin üç izomeri mevcut olup bunlardan olan α -karoten bileşiğinin formülü şöyledir:

 α -Karoten

1.3.8. Politerpenler

Çok sayıda izopren birimlerinden oluşan polimerik yapıları terpenlerdir. En bilineni *cis* ikili bağlarına sahip poliizopren olan doğal kauçuk ve onun *trans* polimeri olan Gutta-percha'dır.



Doğal kauçuk

Terpenler, doymuş veya doymamış, düz zincirli veya halkalı hidrokarbonlar olabilecekleri gibi; alkol veya keton gruplarında içerebilirler. C ve H'den başka diğer atomları içeren bileşiklere terpenoidler denir. Mono- ve seskiterpenler esansiyel yağların temel bileşenleridir. Diğer terpenler ise reçine, mum ve kauçuğun ana bileşenleridir.

1.4. Spektroskopik Yöntemler

Elektromagnetik ışımının madde ile etkileşmesini konu alan bilim dalına spektroskopi denir ve ışımının madde (atomlar veya moleküller) tarafından soğurulması veya yayılması incelenirse, sırasıyla, soğurma (absorpsiyon) ve yayınma (emisyon) spektroskopileri olarak adlandırılır. Elektromagnetik ışımının organik moleküller tarafından soğurulması, moleküldeki atomların türüne, düzenlenmesine, moleküllerin şekline, büyüklüğüne, v.b. bağlı olduğundan organik kimyada spektroskopik yöntemler, organik maddelerin kalitatif ve kantitatif analizi, yapılarının aydınlatılması, stereokimyasal özelliklerinin bulunması ve saflık kontrolü, v.b. gibi çok geniş bir alanda uygulanmaktadır. Organik kimyada en çok kullanılan dört spektroskopik yöntem; UV-VIS (Mor ötesi-

Görünür bölge), IR (Kırmızı ötesi), NMR (Nükleer magnetik rezonans), MS (Kütle spektroskopisi)'dir.

Kütle spektrometrisinde, madde yüksek enerjili (70 eV veya 6000 kal mol⁻¹) elektron demeti ile bombardıman edilir ve oluşan pozitif iyonlar, kütle/yük oranlarına göre kaydedilir. Kütle spektrumu ile maddenin molekül kütlesi ve molekül formülü elde edilir, içerdiği fonksiyonel gruplar ve yapısı da bulunabilir.

1.5. Kromatografi

Kromatografi, bir karışımda bulunan bileşenlerin sabit yüzeylerdeki tutunma hızlarından yararlanarak birbirinden ayrılmasını gerçekleştiren ve bu sayede kalitatif ve kantitatif analizlerin yapıldığı yöntemlerin genel adıdır. Bu yöntemlerde çalışma düzeneği iki bileşenden oluşur. Bu bileşenlere sabit faz ve hareketli faz ya da mobil faz adı verilir. Mobil fazın içerisinde yer alan bileşenler, sabit faza ait dolgu maddesiyle etkileşmeleri sebebiyle, bir miktar tutulurlar. Bu tutulma, örnekteki farklı bileşenler için farklı miktarlarda olur. Böylece bileşenler sabit fazın sonlarına doğru, farklı hızlarda ilerledikleri için, birbirinden ayrılmış vaziyette sabit fazı farklı zamanlarda terk ederler. Kromatografide sabit faz, bir katı veya bir katı yüzeyine kaplanmış bir sıvı fazdır. Sabit fazın üzerinden akan hareketli faz ise bir gaz veya sıvı fazdır. Hareketli fazın sıvı olduğu kromatografi türüne sıvı kromatografisi (SK, LC); hareketli fazın gaz olduğu kromatografi türüne ise gaz kromatografisi (GK, GC) denir. Gaz kromatografisi gaz, uçucu sıvı ve katı karışımlar için uygulanan bir tekniktir. Sıvı kromatografisi ise özellikle ısıl kararsız ve uçucu olmayan örnekler için kullanılır. Uygulama amacına göre değişik kromatografik yöntemler vardır. Bunlar; adsorpsiyon kromatografisi, dağılma kromatografisi, gaz kromatografisi, ince tabaka kromatografisi, kağıt kromatografisi, iyon kromatografisi, yüksek performans kromatografisidir.

Adsorpsiyon kromatografisinde, sabit faz alümina ya da silika jel gibi katı bir madde, hareketli faz ise gaz ya da sıvı gibi harekete açık maddelerdir. Adsorpsiyon kromatografisi maddelerin değişik oran ve kuvvette adsorbe olmaları esasına dayanır.

Dağılma kromatografisinde analizi yapılan maddelerin, sabit faz tabakasında ilerlemekte olan hareketli fazın etkisiyle sürüklenmesi söz konusudur. Sabit faz genellikle silika jel, hareketli faz ise organik çözücülerden oluşmuş bir çözeltidir.

İnce tabaka kromatografisinde sabit fazı bir plaka (cam da olabilir) üzerine yayılmış ince silika jel veya alümina tabakası teşkil eder. Bu tabakaya damla mertebesinde emdirilen çözeltilerdeki bileşenler, hareketli faz olarak uygun bir çözücü veya çözücüler karışımı kullanılarak plaka üzerindeki sabit fazda ayrı ayrı yerlerde toplanır. Bu kromatografi adsorpsiyon veya dağılma kromatografisine benzer.

Kağıt kromatografisi ince tabaka kromatografisine benzer. Her iki metot da eser oranda maddeleri ayırmak için kullanılır. Yüksek performans ve iyon kromatografileride ayırma amacıyla geliştirilmiş yeni kromatografi teknikleridir.

Gaz kromatografisinde uçucu veya kolaylıkla uçucu hale getirilen bileşenler ayrılır. Bu tür kromatografilerde hareketli faz olarak, azot, helyum, argon gibi inert gazlar kullanılır. Numunede bulunan bileşenler bir cihazla spektrum haline getirilir. Bu spektrumda bulunan her pik ayrı bir bileşeni gösterir. GC yönteminde karışımın çok küçük bir miktarını analiz etmek mümkündür. Bu yöntemde uygulama, genellikle numunenin seyreltik bir çözeltilisinin 0.001 mL (1 µL)'lik ya da daha az bir miktarın bir şırıngayla gaz kromatografisi cihazının ısıtılan kısmına verilmesiyle başlar. Numune, enjeksiyon bölümünde buharlaşır ve inert bir gazla kapiler kolona taşınır. Tipik bir kapiler kolon, 10-30 m boyunda ve çapı 0.1 mm ile 0.5 mm arasında değişen ince bir borudur ve sıcaklığı analiz edilecek numunenin uçuculuğuna göre ayarlanabilen bir bölmenin (fırının) içerisine yerleştirilmiştir. Kapiler kolonun iç yüzeyi, genel olarak polar olmayan bir sabit fazla kaplanır. Sabit faz olarak, yüksek kaynama noktasına sahip çok viskoz sıvılar olan silikon esaslı polimerler kullanılır. Karışımdaki moleküller, inert gaz tarafından kolon boyunca sürüklenirken, kaynama noktalarına ve sabit faza olan ilgilerine bağlı olarak kolon içinde değişik hızlarla hareket ederler. Kaynama noktası ve sabit faza ilgisi fazla olan moleküller kolonu daha uzun sürede geçerken, kaynama noktası düşük ve polar olmayan moleküller kolonu çok daha çabuk geçerler. Her bileşenin kolonu geçme süresine alıkonma zamanı denir.

Gaz kromatografi-kütle spektrometrisi (GC-MS) tekniğinde gaz kromatografından çıkan gaz bir kütle spektrometresinden geçer ve her pikin kütle spektrumu alınır. Böylece gaz kromatografisi karışımı ayırmada ve kütle spektrometrisi ise onu analiz etmede kullanılır. Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi çok güçlü bir analitik tekniktir. Bu tekniğin çok bilinen uygulamalarından biri steroidler, uyarıcılar ve diğer başarı artırıcılar için atletlerin test edilmesidir. Bu ilaçlar vücutta metabolit denilen türevlerine dönüştürülür ve sonra idrarla dışarı atılır. İdrarın GC-MS analizi yapıldığında içindeki organik

bileşiklerin kütle spektrumları, aletin bilgisayarına yüklenmiş, bilinen metabolitlerin kütle spektrumlarıyla karşılaştırılarak bu bileşikler belirlenir. Benzer şekilde yeni doğmuş bebeklerin idrarı GC-MS ile incelenerek genetik bozukluğu gösteren metabolitlerin belirlenmesiyle erken tedavi mümkün olabilir. Gaz kromatografi-kütle spektrometrisi içme sularındaki halojenli hidrokarbonların belirlenmesi ve ölçülmesi gibi rutin analizlerde de kullanılır. Yine besin maddeleri, su kirliliği, hava kirliliği, nefeste bulunan bileşenler gibi karışım içinde bulunan bileşenlerin belirlenmesinde kullanılır. Sıvı karışımlar için ise sıvı kromatografisi aleti kütle spektrometresinin girişine bağlanılır. Buda LC-MS tekniğidir. GC-MS ve LC-MS teknikleri, kromatografik ayırma ile kütle spektrometrisi yoluyla belirleme analitik yöntemlerini biraraya getirmekle beraber bu alanda tek bir yöntem değildir. Kütle spektrometrisi-kütle spektrometrisi (MS-MS) de bu tekniklerden biridir. Bu teknikte bir kütle spektrometresi karışımdaki bileşiklerin moleküler iyonlarını oluşturup birbirinden ayırırken diğer kütle spektrometresi bu iyonların parçalanma şekillerini inceler.

1.6. Antimikrobiyal Maddelerin Genel Özellikleri

Antimikrobiyal maddeler mikroorganizmalar üzerinde çeşitli etkilere sahiptirler. Bu etkiler mikroorganizma cins sayısına bağlı olarak iki şekilde sınıflandırılır. Birincisi mikroorganizma sayısının az olduğu dar spektrumlu hal ve diğeri ise mikroorganizma sayısının çok olduğu geniş spektrumlu haldir. Dar spektrumlu antimikrobiyal maddeler enfeksiyona yol açan mikroorganizma üzerine oldukça etkili olup, tedavi için ideal oldukları kabul edilir. Geniş spektrumlu antimikrobiyal maddeler ise canlının doğal bağışıklığında önemli rol oynayan ve ekolojik dengeyi sağlayan normal mikroorganizma doğasını bozarlar. Bununla birlikte, geniş spektrumlu antimikrobiyal maddeler (karbapenemler, kinolonlar vs.), birden çok patojenin birlikte meydana getirdiği enfeksiyonlarda ve mikrobiyoloji laboratuvarı sonuçlarının beklenemeyeceği acil durumlarda kullanılırlar.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Enstrümantasyon

GC-MS analizinde Agilent-6890N marka gaz kromatografisi cihazı ile Agilent 5973 marka kütle spektrometresi cihazları kullanıldı. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların GC-kütle spektrumlarının alındığı deneysel koşullar Tablo 2'deki gibidir.

Tablo 2. GC-MS spektrumunun 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 Materyalleri

T. chamaedrys subsp. *chamaedrys* bitkisi Temmuz 2004'de, A8 Gümüşhane: Kelkit, Pekün, Haneke Yaylası'ndan (2000 m), *T. orientale* var. *puberulens* bitkisi Ağustos 2004'de, A8 Gümüşhane: Şiran, Tersun dağı (2000 m) ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium*

bitkisi de Temmuz 2004'de Mersin Çamlı Yaylası'ndan (3000 m) toplandı. Bitkiler toplandıktan sonra hemen teşhis edilerek [1-3] oda sıcaklığında kurutuldu ve ardından Biyoloji Bölümü Herbaryumu'na konuldu (No. Coşkunçelebi 490-2004, 518-2004 ve 535-2004, KTUB).

2.3. Uçucu Yağların İzolasyonu

Kurutulmuş *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinden sırasıyla alınan 42 gram, 45 gram ve 32 gramlık kısımlar küçük parçalara ayrıldıktan sonra 300 ml'lik şilifli balonlara konularak üzerlerine ayrı ayrı 200 ml saf su eklendi. Isıtıcı gömlek üzerinde 3 saat ısıtılarak bitkilerin uçucu yağları Clevenger tipi cihazda , buz banyosuyla soğutma sağlanarak toplandı. Yağlar 0.5 ml n-hekzan'da (HPLC kalitesinde) çözülerek alındıktan sonra koyu renkli şişelerde ağzı kapatılarak 4 °C'de saklandı. Daha sonra uçucu yağ ekstraktlarından alınan 1 µl'lik çözeltiler GC-MS cihazına enjekte edilerek ayrı ayrı analizleri yapıldı. Clevenger tipi su buharı destilasyon düzeneği Şekil 2'de görülmektedir.

2.4. Bileşenlerin Aydınlatılması

Uçucu yağların bileşenleri kütle spektrumlarının cihazda bulunan NIST ve Willey kütüphaneleriyle, alıkonma indekslerinin ise literatür verileriyle karşılaştırılması sonucu tanımlandı [25-26, 28, 45-53, 56,58].

2.5. Antimikrobiyal Aktiviteleri

Daha önceden yapılan çalışmalardan da faydalanılarak agar-well difüzyon metodu kullanıldı [59-62]. Tüm test mikroorganizmaları Ankara Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsünden alınmıştır. Bu mikroorganizmalar şunlardır: *Escherichia coli* ATCC 25922,

Klebsiella pneumoniae ATCC 13883, *Yersinia pseudotuberculosis* ATCC 911, *Serratia marcescens* ATCC 13880, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Candida albicans* ATCC 60193, *Candida tropicalis* ATCC 13803. Uçucu yağların asetonda 1000 ve 500 µg/ml'lik stok çözeltileri hazırlandı.

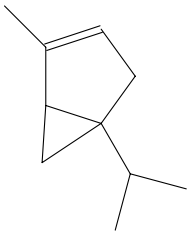
Bu testte her mikroorganizma Brain Heart Infusion'da (BHI) süspansiyon haline getirilip yaklaşık mL'de 10^6 koloni oluşturan birime kadar seyreltilmiştir. Hazırlanan süspansiyonlar BHI Agar ve Sabouraud Dextrose Agar (SDA) (Difco, Detroit, MI) üzerine serilmiş ve kurutulmuştur. Maya benzeri mantarlar olan *C. albicans* ve *C. tropicalis* için SDA kullanılmıştır. Agarda steril bir mantar delici ile 5 mm çapında kuyucuklar delinmiş ve bu kuyucuklara 100 µL numune aktarılmıştır. Kuyucukların bulunduğu plakalar 35 °C'de 18 saat inkübe edilmiştir. Antimikrobiyal aktivite, test organizmalarına karşı meydana gelen inhibisyon alanları ölçülerek belirlenmiştir. Aseton çözücü kontrolü olarak kullanılmıştır. Ceftazidime (Fortum) (10 µg) standart antibakteriyel olarak ve Triflucan (5 µg) standart antifungal olarak kullanılmıştır. Testler paralel çalışılmış ve sonuçlar inhibisyon alanının çapı cinsinden ifade edilmiştir: (-): < 5.5 mm; (+): 5.5-10 mm; (++) : 11-15 mm; (+++) : ≥ 16 mm. Sonuçlar Tablo 6'da gösterilmiştir.



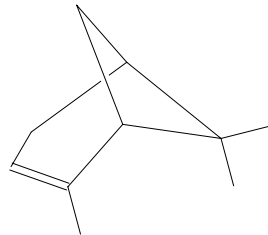
Şekil 2. Clevenger tipi subuharı destilasyon düzeneği

3. BULGULAR

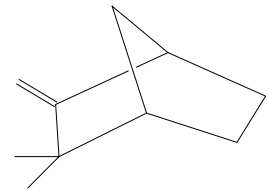
Yapılan çalışmada *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinin uçucu yağ bileşenlerinin tayini için GC/MS cihazı kullanıldı. Bu üç bitkiden elde edilen 6 ayrı türde toplam 65 adet bileşiğin yapıları aydınlatıldı. Bunlar 5 adet monotermen, 11 adet monoterenoid, 21 adet seskiterpen, 9 adet seskiterpenoid, 1 adet diterpenoid, 18 adet diğer bileşiklerdir. Yapısı aydınlatılan bileşikler sırası ile, α -Thujen (1), α -Pinen (2), Kamfen (3), (*E*)-2-Heptenal (4), β -Pinen (5), β -Myrcen (6), (*E,E*)-2,4-Heptadienal (7), Fenil oksiran (8), (*E*)-2-Oktenal (9), 2-Metil kumaron (10), α -Terpineol (11), Safranal (12), Dekanal (13), *p*-Menth-1-en-9-al (14), β -Siklositral (15), Nerol (16), Karvon (17), Sitrol (18), Geraniol (19), (*E*)-2-Dekenal (20), Nonanoik asit (21), Dihidroedulan I (22), Karvakrol (23), Tridekan (24), *p*-Vinilguaiacol (25), (*E,E*)-2,4-Dekadienal (26), Bisikloelemene (27), α -Kubeben (28), Eugenol (29), Dekanoik asit (30), α -Kopaen (31), β -Bourbonen (32), β -Kubeben (33), γ -Karyofilen (34), β -Karyofilen (35), Epi-bisikloeskifilandren (36), Aromadendren (37), α -Humulen (38), (*E*)- β -Farnesen (39), *allo*-Aromadendrene (40), Germakren D (41), Bisiklogermakren (42), (*E,E*)- α -Farnesen (43), β -Bisabolon (44), γ -Kadinen (45), δ -Kadinen (46), Kadina-1,4-dien (47), α -Calacorene (48), Spathulenol (49), Karyofilen oksit (50), Viridiflorol (51), Fonenol (52), Karyofila-4(12),8(13)-dien-5- β -ol (53), tau-Muurolol (54), α -Kadinol (55), Karyofilenol-II (56), Vulgarol B (57), Di-epi- α -Cedren (58), Heneikosan (59), *cis*-Phytol (60), Trikosan (61), Tetrakosan (62), Pentakosan (63), Heptakosane (64), Nonakosan (65)'dir. Bu çalışma sonucu yapıları aydınlatılan 65 adet bileşiğin formülleri aşağıda görülmektedir.



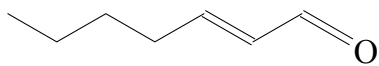
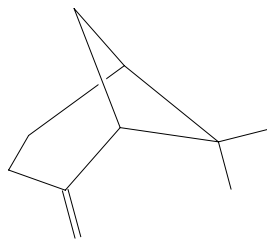
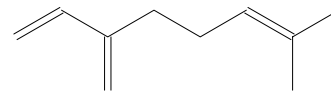
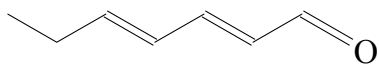
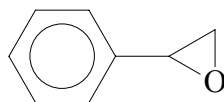
(1) α -Thujen



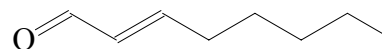
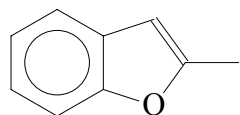
(2) α -Pinen



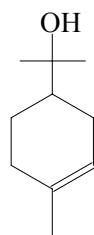
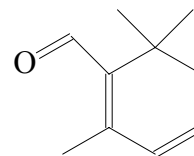
(3) Kamfen

(4) *(E)*-2-Heptenal(5) β -Pinen(6) β -Myrcen(7) *(E,E)*-2,4-Heptadienal

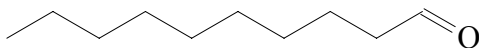
(8) Fenil oksiran

(9) *(E)*-2-Oktenal

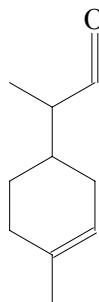
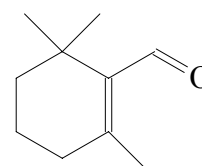
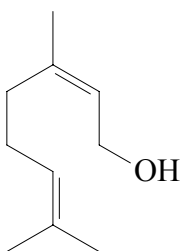
(10) 2-Metil kumaron

(11) α -Terpineol

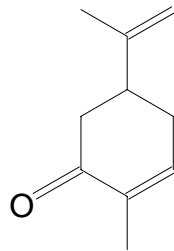
(12) Safranal



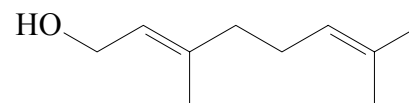
(13) Dekanal

(14) *p*-Menth-1-en-9-al(15) β -Siklositral

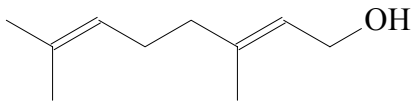
(16) Nerol



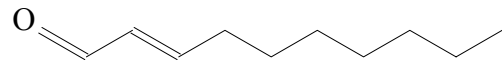
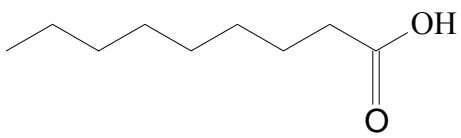
(17) Karvon



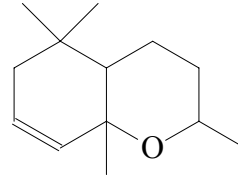
(18) Sitrol



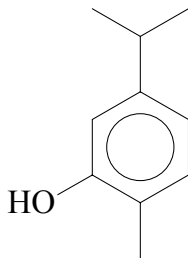
(19) Geraniol

(20) (*E*)-2-Dekenal

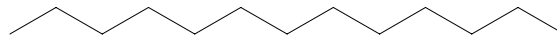
(21) Nonanoik asit



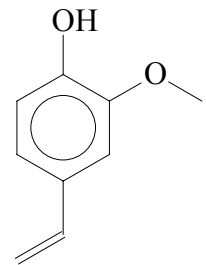
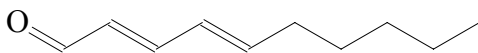
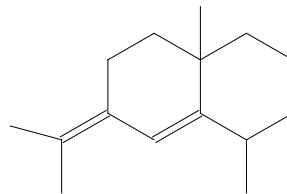
(22) Dihidroedulan I



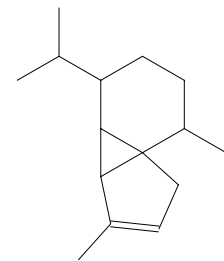
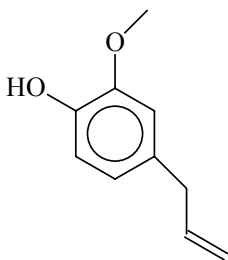
(23) Karvakrol



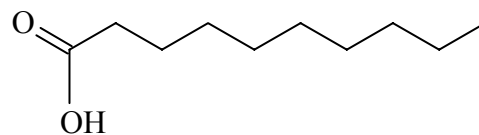
(24) Tridekan

(25) *p*-Vinilguaiacol(26) (*E,E*)-2,4-Dekadienal

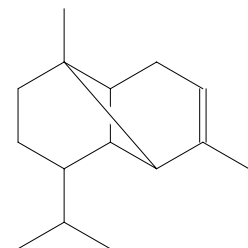
(27) Bisikloelemen

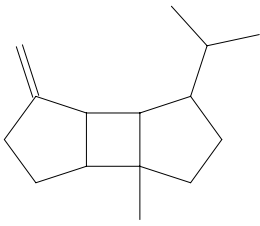
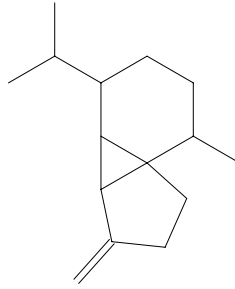
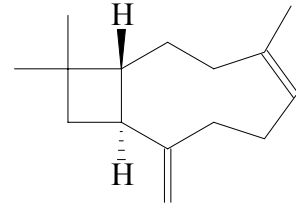
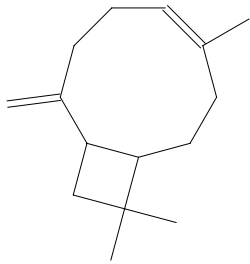
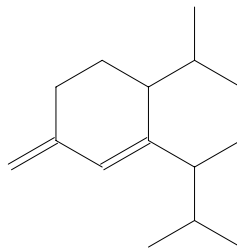
(28) α -Kubeben

(29) Eugenol

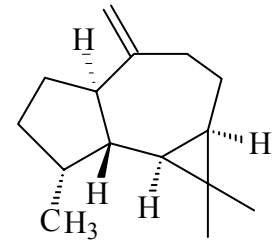


(30) Dekanoik asit

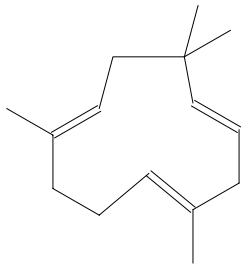
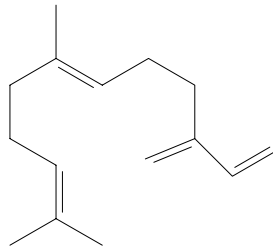
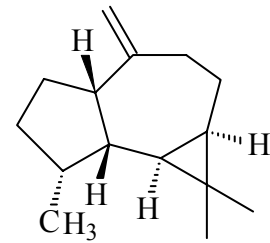
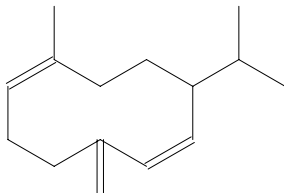
(31) α -Kopaen

(32) β -Bourbonen(33) β -Kubeben(34) γ -Karyofilen(35) β -Karyofilen

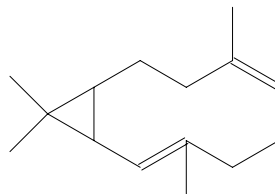
(36) Epi-bisikloeskifellandren



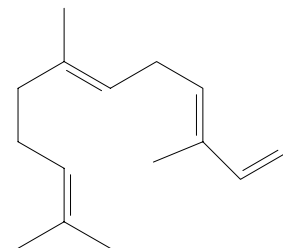
(37) Aromadendren

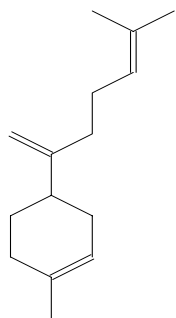
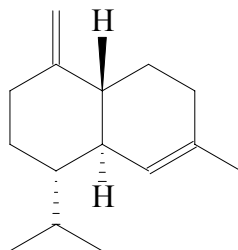
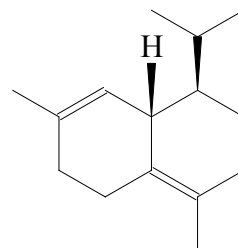
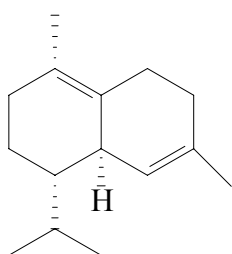
(38) α -Humulen(39) (*E*)- β -Farnesen(40) *allo*-Aromadendren

(41) Germakren D

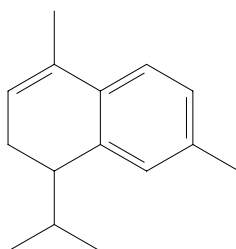
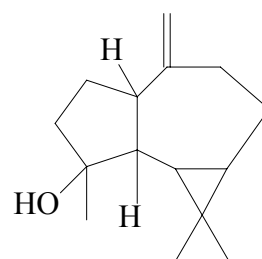


(42) Bisiklogermakren

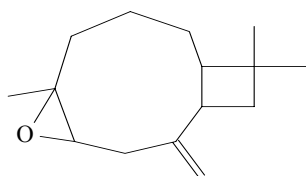
(43) (*E,E*)- α -Farnesen

(44) β -Bisabolen(45) γ -Kadinen(46) δ -Kadinen

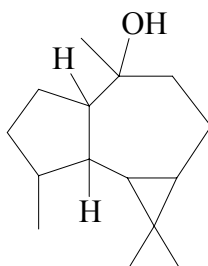
(47) Kadina-1,4-dien

(48) α -Calacoren

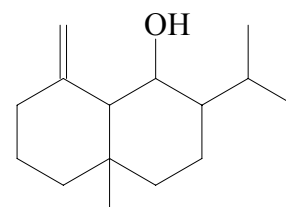
(49) Spathulenol



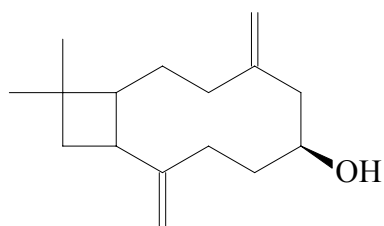
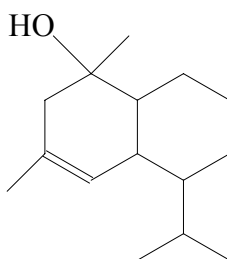
(50) Karyofilen oksit



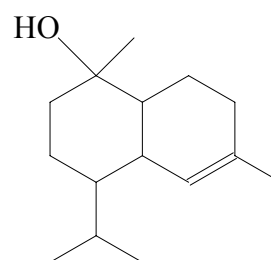
(51) Viridiflorol

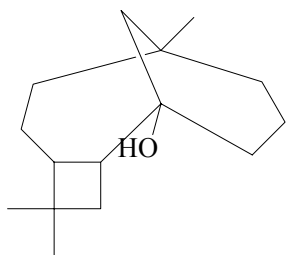


(52) Fonenol

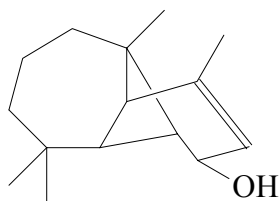
(53) Karyofila-4(12),8(13)-dien-5- β -ol

(54) tau-Muurolol

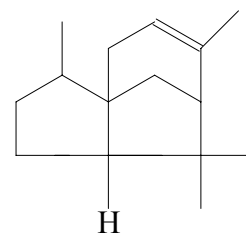
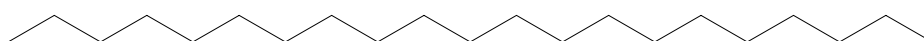
(55) α -Kadinol



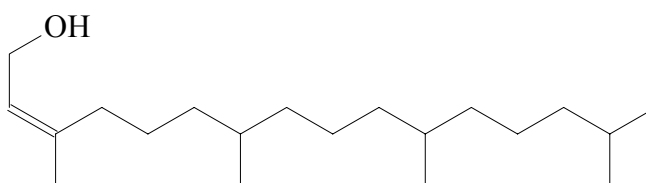
(56) Karyofilenol-II



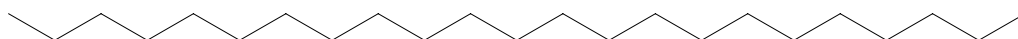
(57) Vulgarol B

58) Di-epi- α -Cedren

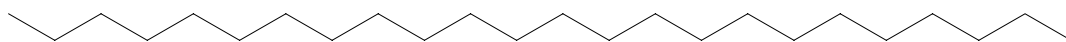
(59) Heneicosan



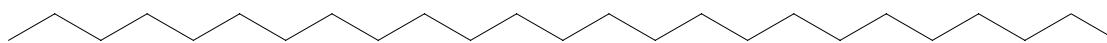
(60) Z-Phytol



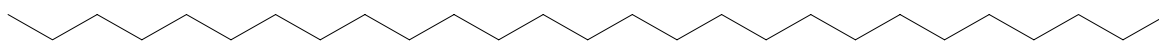
(61) Trikosan



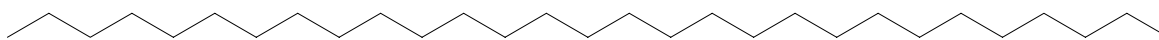
(62) Tetrakosan



(63) Pentakosan



(64) Heptakosan



(65) Nonakosan

Ekstrakte edilen uçucu yağların karışımları üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite testinde bunların Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı aktivite gösterdiği ancak herhangi bir antifungal aktivite göstermediği, test örneklerinin Gram-pozitif bakterilere karşı aktivitelerinin Gram-negatif bakterilere göre daha iyi olduğu belirlendi. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisine ait uçucu yağın 9 test mikroorganizmasından 4 mikroorganizmaya, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerine ait uçucu yağların ise 3'er mikroorganizmaya karşı aktivite gösterdiği tespit edildi.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinin GC-MS analizi sonucu 65 adet doğal bileşiğin yapısı aydınlatıldı. Bitkilerin uçucu bileşenlerinin GC spektrumları Ek Şekil 1A-5C’de görülmektedir. Yapısı aydınlatılan bileşikler, bu bileşiklerin alıkonma indeksleri (Exp. RI), yüzde oranları (%M), cihaz kütüphanesiyle benzeşme oranları (B) ve literatür RI değerleri (LRI/MS) Tablo 3’de görülmektedir. Bu bileşiklerin yapılarının aydınlatılması, cihazda mevcut olan NIST ve Willey kütüphanelerinde bulunan bileşiklerin kütle spektrum değerleri ve alıkonma zamanları (RT) ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Aydınlatma yapılırken %85 ve üzerinde benzeşme oranı olan bileşikler dikkate alınmıştır. Bu benzeşme oranının altındaki bileşikler ise bilinmeyen olarak alınıp kütle/yük (%m/z) oranları Tablo 4’de verilmiştir. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisinden elde edilen 36 adet bileşiğin ham karışımın %79.2’sini, *T. orientale* var. *puberulens*’e ait 35 adet bileşiğin ham karışımın %85.2’sini ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium*’a ait 33 adet bileşiğin ise buna ait ham karışımın %76.8’ini oluşturduğu belirlenmiştir. Alıkonma indeksleri (RI) , (C₆-C₃₂) karbon sayılı standart hidrokarbonların alıkonma zamanları baz alınarak hesaplanmıştır..

Tablo 3. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinin uçucu bileşenlerinin GC-MS analiz sonuçları

No	Bileşikler	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i>		<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i>		<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i>		RI	LRI/MS
		%	%	%	%	%	%		
		M	B	M	B	M	B		
1	α -Thujen	0.2	98	-	-	0.1	91	928	929
2	α -Pinen	15.8	96	-	-	12.5	96	939	939
3	Kamfen	0.1	98	-	-	0.1	98	954	952
4	(<i>E</i>)-2-Heptenal	-	-	tr	92	-	-	958	961
5	β -Pinen	8.9	97	-	-	6.6	97	983	982
6	β -Myrcen	4.1	96	-	-	0.5	96	985	988
7	(<i>E, E</i>)-2,4-Heptadienal	0.1	94	-	-	-	-	997	1008
8	Fenil oksiran	-	-	tr	87	-	-	1119	MS
9	(<i>E</i>)-2-Oktenal	0.1	85	-	-	-	-	1127	MS
10	2-Metil kumaron	-	-	20.0	86	-	-	1188	MS

Tablo 3' ün devamı

11	α -Terpineol	-	-	0.9	91	-	-	1196	1195
12	Safranal	-	-	0.1	95	-	-	1198	1201
13	Dekanal	0.1	87	-	-	0.1	85	1205	1205
14	<i>p</i> -Menth-1-en-9-al	-	-	1.0	90	-	-	1217	MS
15	β -Silkositral	0.2	92	-	-	-	-	1222	1218
16	Nerol	-	-	0.2	97	-	-	1231	1228
17	Karvon	-	-	-	-	0.2	97	1243	1241
18	Sitrol	-	-	-	-	0.1	86	1255	MS
19	Geraniol	-	-	0.6	97	-	-	1257	1255
20	(<i>E</i>)-2-Dekenal	0.6	90	-	-	-	-	1263	1260
21	Nonanoik asit	-	-	0.1	90	-	-	1274	1275
22	Dihidroedulan I	-	-	0.2	94	-	-	1294	1289
23	Karvakrol	-	-	-	-	0.5	-	1299	1299
24	Tridekan	0.1	87	-	-	-	-	1300	1300
25	<i>p</i> -Vinilguaiakol	-	-	0.3	97	-	-	1314	1323
26	(<i>E,E</i>)-2,4-Dekadienal	0.4	94	-	-	0.1	86	1317	1316
27	Bisikloelemen	0.2	87	0.3	98	-	-	1340	MS
28	α -Kubeben	-	-	0.7	99	-	-	1353	1353
29	Eugenol	-	-	0.1	96	-	-	1359	1359
30	Dekanoik asit	-	-	0.5	95	-	-	1373	1373
31	α -Copaen	0.5	99	1.3	99	0.6	99	1378	1378
32	β -Bourbonen	3.1	99	2.4	96	3.6	99	1387	1388
33	β -Cubeben	-	-	1.5	99	-	-	1392	1392
34	γ -Karyofilen	0.2	99	0.5	99	-	-	1408	MS
35	β -Karyofilen	11.8	99	21.7	99	19.7	99	1424	1424
36	Epi-bisikloeskifellandrenandren	-	-	-	-	0.7	93	1430	MS
37	Aromadendren	-	-	0.2	99	-	-	1442	1438
38	α -Humulen	1.0	99	4.8	99	1.7	99	1457	1457
39	(<i>E</i>)- β -Farnesen	1.8	98	-	-	2.1	96	1460	1460
40	<i>allo</i> -Aromadendren	-	-	1.1	90	-	-	1465	1461
41	Germakren D	16.7	99	10.6	99	9.3	99	1481	1481
42	Bisiklogermakren	2.4	99	3.4	99	1.5	99	1497	1496
43	(<i>E,E</i>)- α -Farnesen	0.3	94	-	-	0.3	97	1509	1508
44	β -Bisabolon	-	-	0.4	98	-	-	1510	1509
45	γ -Kadinen	0.4	95	0.5	99	0.7	97	1516	1514
46	δ -Kadinen	2.1	99	4.1	99	1.7	99	1526	1526
47	Kadina-1,4-dien	0.2	89	-	-	-	-	1534	1532
48	α -Calacoren	0.2	95	-	-	0.4	98	1546	1546
49	Spathulenol	0.7	98	1.0	98	-	-	1580	1578
50	Karyofilen oksit	2.4	94	2.7	94	6.1	94	1585	1584
51	Viridiflorol	-	-	0.5	99	-	-	1594	1594
52	Fonenol	-	-	0.4	90	-	-	1621	MS
53	Karyofila-4(12),8(13)-dien-5- β -ol	-	-	-	-	0.7	99	1637	MS
54	tau-Muurolol	0.8	93	1.6	96	1.0	95	1645	1643
55	α -Kadinol	0.8	98	1.1	95	1.0	91	1657	1656
56	Karyofilenol-II	-	-	-	-	1.1	86	1671	MS

Tablo 3' ün devamı

57	Vulgarol B	-	-	0.4	87	-	-	1674	MS
58	Di-epi- α -Cedren	0.9	83	-	-	-	-	1677	MS
59	Heneikosan	0.2	83	-	-	-	-	2100	2100
60	<i>cis</i> -Phytol	1.0	90	-	-	1.0	90	2113	2114
61	Trikosan	0.2	98	-	-	0.4	98	2300	2300
62	Tetrakosan	-	-	-	-	0.3	96	2400	MS
63	Pentakosan	0.4	90	-	-	1.0	98	2500	2500
64	Heptakosan	0.2	95	-	-	0.6	98	2700	2700
65	Nonakosan	-	-	-	-	0.5	95	2900	MS
	Toplam izole edilen	79.2		85.2		76.8			
	Toplam bilinmeyen	11.6		8.7		17.3			
	TOPLAM	90.8		93.9		94.1			

%M : Numune içerisindeki % oranı

%B : Cihaz kütüphanesiyle benzeşme oranı

RI : Alıkonma indeksi (C₆-C₃₂ karbon sayılı hidrokarbonlar standart olarak alındı)

LRI : Literatür alıkonma indeksi

MS : NIST ve Willey kütüphaneleri

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

Bilinmeyen	RI	m/z (%)	A	B	C
1	1037	136(24), 121(26), 107(24), 93(78), 79(38), 68(100), 53(24)	5.4	-	5.1
2	1044	136(2), 121(12), 105(18), 93(100), 79(38), 67(12), 53(12)	0.6	-	-
3	1087	136(6), 121(24), 93(68), 80(30), 71(100), 67(20), 55(56)	0.6	-	-
4	1089	154(5), 136(12), 121(24), 93(74), 80(32), 71(100), 55(54)	-	4.2	-
5	1090	207(6), 114(8), 98(32), 82(32), 70(36), 57(100), 53(8)	0.6	-	-
6	1179	135(7), 131(2), 128(100), 102(6), 75(4), 64(8), 51(8)	-	0.6	-
7	1189	149(4), 136(45), 126(56), 90(66), 81(42), 67(20), 59(100)	-	0.8	-
8	1190	152(5), 107(57), 91(55), 79(100), 67(20), 55(23)	-	-	2.1
9	1195	152(3), 135(8), 107(44), 91(54), 79(100), 67(14), 53(14)	0.6	-	-
10	1432	204(8), 161(100), 133(12), 119(20), 105(37), 91(36), 79(19)	0.8	0.7	-
11	1516	204(20), 189(24), 161(40), 105(50), 98(100), 69(75), 55(48)	-	-	2.3
12	1552	205(12), 177(25), 121(40), 91(80), 79(100), 69(60), 55(62)	-	-	2.6

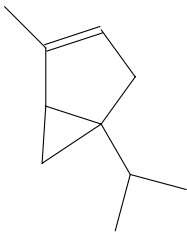
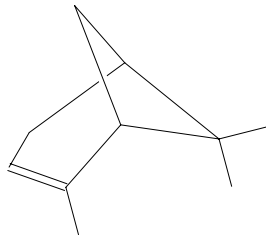
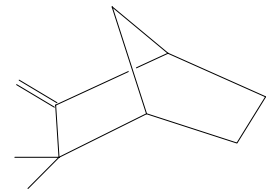
Tablo 4' ün devamı

13	1599	220(4), 134(44), 119(99), 107(76), 93(100), 79(84), 71(12)	-	0.5	-
14	1641	246(6), 205(20), 159(36), 119(100), 105(64), 91(88), 79(40)	-	0.9	-
15	1685	220(43), 177(37), 159(92), 109(100), 91(95), 79(82), 55(66)	-		2.7
16	1688	220(30), 159(80), 109(80), 91(100), 79(64), 67(46), 55(58)	0.7	-	-
17	1847	268(4), 250(8), 109(30), 95(28), 85(32), 71(56), 58(100)	1.3	1.0	-
18	1960	256(14), 223(20), 149(100), 129(40), 73(22), 57(18)	-		2.5
19	2113	278(5), 226(5), 123(27), 95(16), 81(27), 71(100), 57(32)	1.0	-	-
Toplam			11.6	8.7	17.3

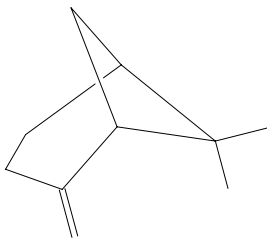
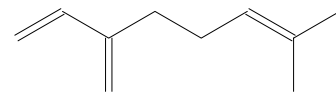
A: *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*; **B:** *T. orientale* var. *puberulens*; **C:** *T. chamaedrys* subsp. *lydium*.

GC-MS analizi sonucunda 65 adet bileşimin 6 ayrı türde yapıları aydınlatıldı. Bunlar 5 adet monoterpen, 11 adet monoterpenoid, 21 adet seskiterpen, 9 adet seskiterpenoid, 1 adet diterpenoid, 18 adet diğer bileşikler şeklinde sınıflandırılmıştır ve gruplarına göre aşağıda formülleri görülmektedir.

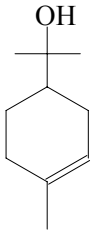
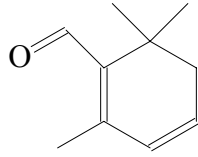
Monoterpenler:

(1) α -Thujen(2) α -Pinen

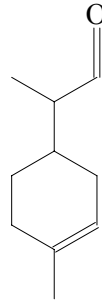
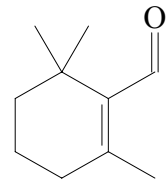
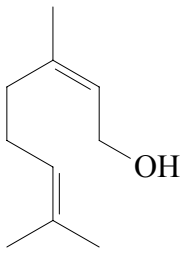
(3) Kamfen

(5) β -Pinen(6) β -Myrcen

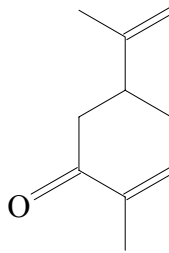
Monoterpenoidler:

(11) α -Terpineol

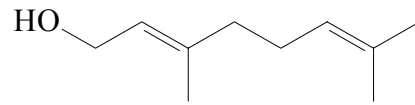
(12) Safranal

(14) *p*-Menth-1-en-9-al(15) β -Siklositral

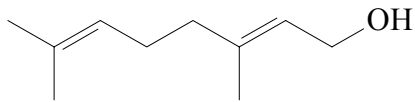
(16) Nerol



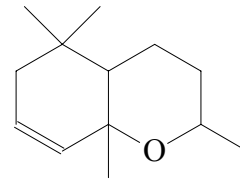
(17) Karvon



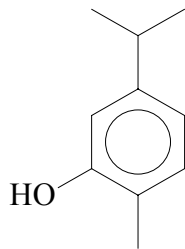
(18) Sitrol



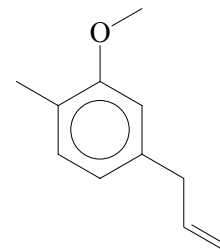
(19) Geraniol



(22) Dihidroedulan I

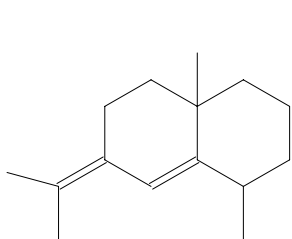


(23) Karvakrol

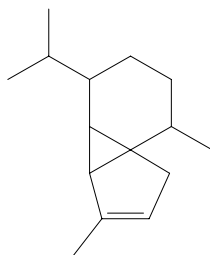
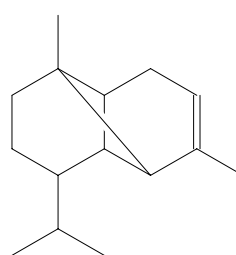
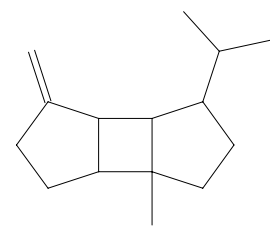


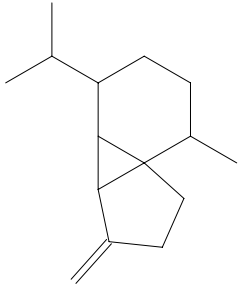
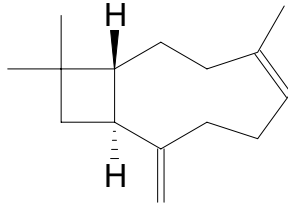
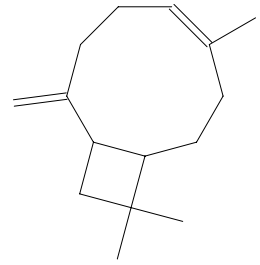
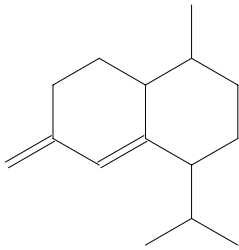
(29) Eugenol

Seskiterpenler:

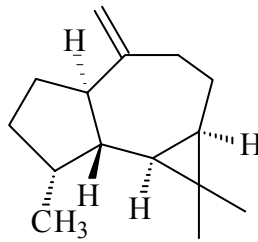


(27) Bisikloelemen

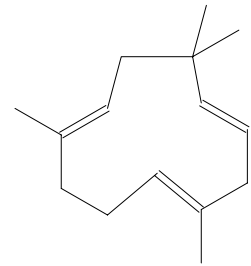
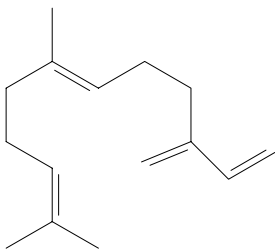
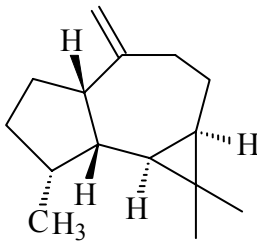
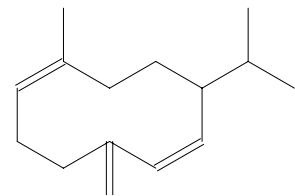
(28) α -Kubeben(31) α -Kopaen(32) β -Bourbonen

(33) β -Kubeben(34) γ -Karyofilen(35) β -Karyofilen

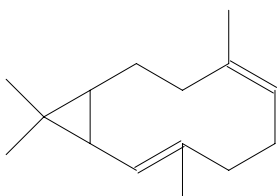
(36) Epi-bisikloeskifellandren



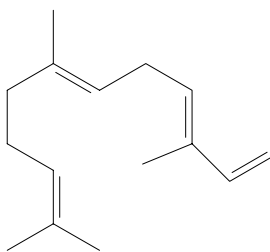
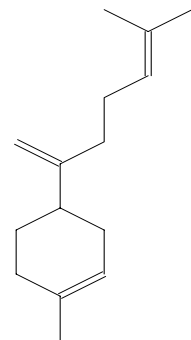
(37) Aromadendren

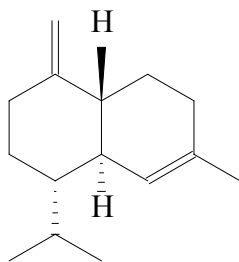
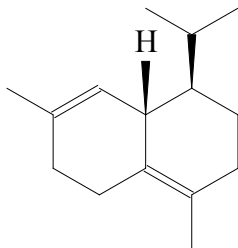
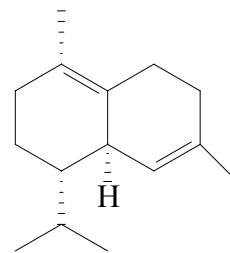
(38) α -Humulen(39) (*E*)- β -Farnesen(40) *allo*-Aromadendren

(41) Germakren D

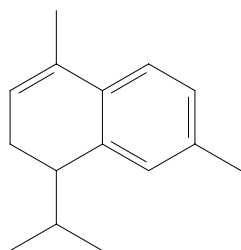
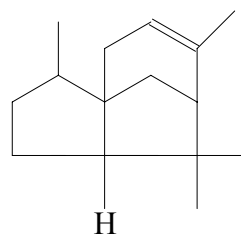


(42) Bicyclogermakren

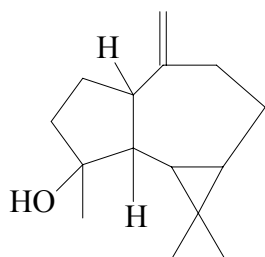
(43) (*E,E*)- α -Farnesen(44) β -Bisabolen

(45) γ -Kadinen(46) δ -Kadinen

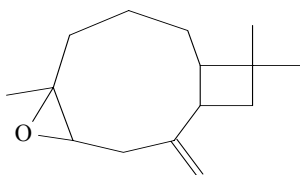
(47) Kadina-1,4-dien

(48) α -Calacoren(58) Di-epi- α -Cedren

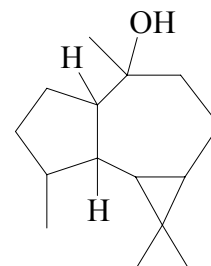
Seskiterpenoidler:



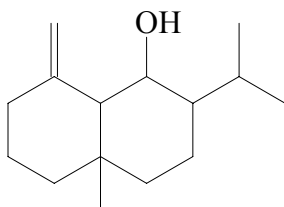
(49) Spathulenol



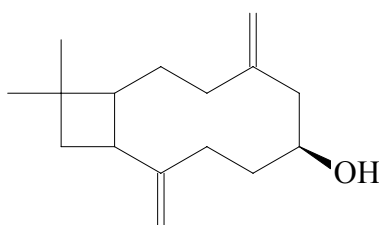
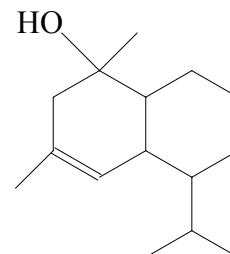
(50) Karyofilen oksit



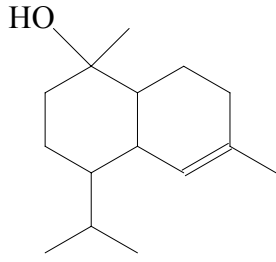
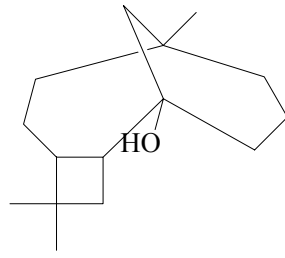
(51) Viridiflorol



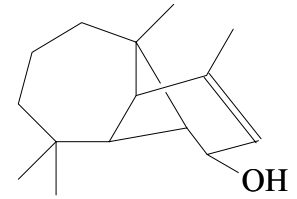
(52) Fonenol

(53) Karyofila-4(12),8(13)-dien-5- β -ol

(54) tau-Muurolol

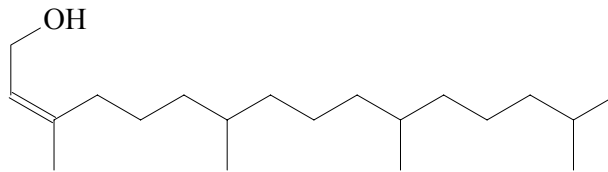
(55) α -Kadinol

(56) Karyofilenol-II



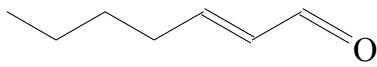
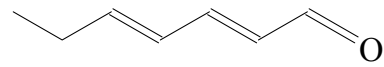
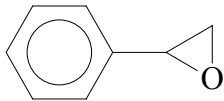
(57) Vulgarol B

Diterpenoidler:

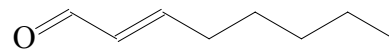
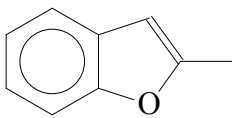


(60) Z-Phytol

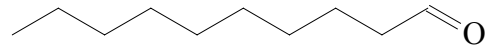
Diğer Bileşikler:

(4) (*E*)-2-Heptenal(7) (*E,E*)-2,4-Heptadienal

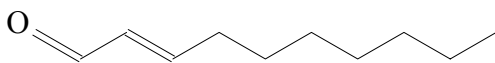
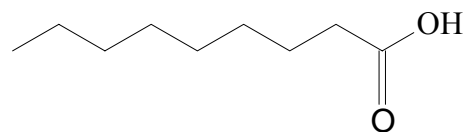
(8) Fenil oksiran

(9) (*E*)-2-Oktenal

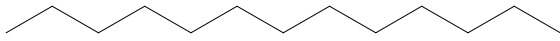
(10) 2-Metil kumaron



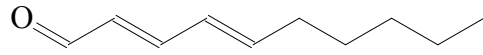
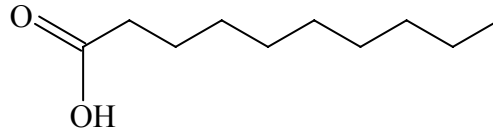
(13) Dekanal

(20) (*E*)-2-Dekanal

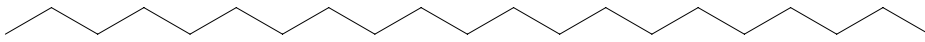
(21) Nonanoik asit



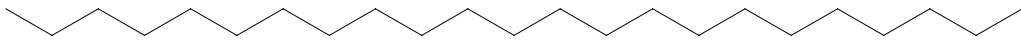
(24) Tridekan

(26) (*E,E*)-2,4-Dekadienal

(30) Dekanoik asit



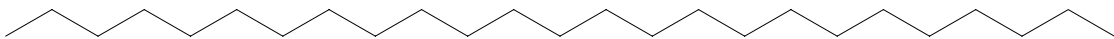
(59) Heneikosan



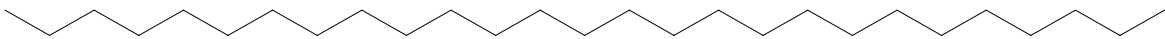
(61) Trikosan



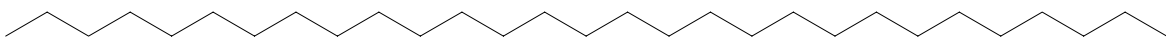
(62) Tetrakosan



(63) Pentakosan



(64) Heptakosan



(65) Nonakosan

Yüzde bileşenleri açısından bileşik sınıfları Tablo 5’de verilmiştir. Bileşikler 6 farklı sınıfta gruplandırılmış olup bunlar monoterpenler, monoterpenoidler, seskiterpenler, seskiterpenoidler, diterpenoidler ve diğer bileşikler şeklindedir. 65 adet doğal bileşiğin 48 tanesini terpen türü bileşikler olup bunlardan seskiterpenler bitkilerde sırasıyla %41.8, %53.5 ve %42.3 oranlarıyla miktarı en fazla olan gruptur. 11 adet bileşen bu üç tür içinde ortak olup bunların *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerindeki oranları sırasıyla %42.0, %54.2 ve %46.9 şeklindedir.

Tablo 5. Bileşiklerin sınıflandırılması ve ham karışımdaki % miktarları

Bileşik sınıfı	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i>		<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i>		<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i>	
	%Miktar	Bileşik sayısı	%Miktar	Bileşik sayısı	%Miktar	Bileşik sayısı
Monoterpenler	29.1	5	-	-	19.8	5
Monoterpenoidler	0.2	1	2.9	6	0.8	3
Seskiterpenler	41.8	15	53.5	15	42.3	12
Seskiterpenoidler	4.7	4	7.7	7	9.9	5
Diterpenoidler	1.0	1	-	-	1.0	1
Diğer bileşikler	2.4	10	21.1	7	3.0	7
Ortak bileşikler	42.0	11	54.2	11	46.9	11
Toplam	79.2	36	85.2	35	76.8	33

Yapısı aydınlatılan 65 adet doğal bileşikten germakren D (%16.7), α -pinene (%15.8), β -karyofilen (%11.8), β -pinen (%8.9) ve β -myrcene (%4.1) bileşikleri *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisinin, β -karyofilen (%21.7), 2-metil kumaron (%20.0), germakren D (%10.6), α -humulen (%4.8) ve δ -kadinen (%4.1) bileşikleri *T. orientale* var. *puberulens* bitkisinin ve β -karyofilen (%19.7), α -pinen (%12.5), germakren D (%9.3), β -pinene (%6.6) ve karyofilen oksit bileşikleri ise *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkisinin uçucu yağlarının ana bileşenleridir. Uçucu yağların ana bileşenleri Tablo 6’da verilmiş ve germakren D’nin %16.7 oranla *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*’de, β -karyofilen’in *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinde sırasıyla %21.7 ve %19.7 oranlarıyla uçucu yağların ana bileşenlerini oluşturduğu belirlenmiştir.

Tablo 6. Bileşik sınıflarının ana bileşenleri ve yüzde oranları

Bileşik sınıfı	<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i>			<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i>			<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i>		
	Ana Bileşen	% M	RI	Ana Bileşen	% M	RI	Ana Bileşen	% M	RI
Monoterpenler	α -Pinen	15.8	939	-	-	-	α -Pinen	12.5	939
Monoterpenoidler	β -Siklositral	0.2	1222	α -Terpineol	0.9	1196	Karvakrol	0.5	1299
Seskiterpenler	Germakren D	16.7	1481	β -Karyofilen	21.7	1424	β -Karyofilen	19.7	1424
Seskiterpenoidler	Karyofilen oksit	2.4	1585	Karyofilen oksit	2.7	1585	Karyofilen oksit	6.1	1585
Diterpenoid	<i>cis</i> -Phytol	1.0	2113	-	-	-	<i>cis</i> -Phytol	1.0	2113
Diğer Bileşikler	(<i>E</i>)-2-Dekenal	0.6	1263	2-Metil kumaron	20.0	1188	Heptakosan	0.6	2700

Elde edilen uçucu yağlar üzerinde yapılan antimikrobiyal aktivite testleri agar-well difüzyon metodu ile Tablo 7’de bulunan mikroorganizmalara karşı yapılmıştır. Test örneklerinin Gram-pozitif bakterilere karşı Gram-negatif bakterilerden daha fazla aktivite gösterdiği ama iki tane maya benzeri mantara karşı herhangi bir antifungal aktivite göstermediği gözlemlenmiştir.

T. chamaedrys subsp. *chamaedrys* bitkisine ait uçucu yağın *Escherichia coli* ATCC 35218, *Yersinia pseudotuberculosis* ATCC 911, *Serratia marcescens* ATCC 13880, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, ve *Stafiococcus aureus* ATCC 25923 mikroorganizmalarına karşı aktivite gösterirken, 4 mikroorganizmaya, 2 bakteriye ve 2 mantara karşı aktivite göstermediği, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerine ait uçucu yağların ise *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Stafiococcus aureus* ATCC 25923, ve *Bacillus subtilis* ATCC 6633 mikroorganizmalarına karşı antibakteriyel aktivite gösterirken 6 mikroorganizmaya, 4 bakteriye ve 2 mantara karşı aktivite göstermediği yapılan testler sonucunda gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Uçucu yağların antimikrobiyal aktivite tarama sonuçları

Örnek	Numune miktarı (µg/mL)	Microorganizmalar ve inhibisyon şiddeti								
		Ec	Yp	Kp	Sm	Ef	Sa	Bs	Ca	Ct
<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i>	1000	+	++	-	+	+	+	-	-	-
<i>T. orientale</i> var. <i>puberulens</i>	500	-	-	-	-	++	+	+	-	-
<i>T. chamaedrys</i> subsp. <i>lydium</i>	500	-	-	-	-	+	++	++	-	-
Ceftazidime	10	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		
Triflucan	5								+++	+++

Sonuçlar inhibisyon alanının çapı cinsinden ifade edilmiştir: (-): < 5.5 mm; (+): 5.5-10 mm; (++) : 11-15 mm; (+++) : ≥ 16 mm.

Ec: *Escherichia coli* ATCC 35218, Yp: *Yersinia pseudotuberculosis* ATCC 911, Kp: *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, Sm: *Serratia marcescens* ATCC 13880, Ef: *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, Sa: *Stafiococcus aureus* ATCC 25923, Bs: *Bacillus*

subtilis ATCC 6633, Ca: *Candida albicans* ATCC 60193, Ct: *Candida tropicalis* ATCC 13803. Ceftazidime ve triflucan sırasıyla antibakteriyel ve antifungal standartlarıdır.

5. SONUÇLAR

Yaptığımız bu araştırmada *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinin subuharı destilasyonu ile elde edilen uçucu yağlarından sırasıyla 36, 35 ve 33 adet toplamda ise 65 adet doğal bileşiğin yapısı GC-MS yöntemiyle aydınlatıldı. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların GC-MS analizi sonucu 65 adet bileşik doğal halde, alıkonma zamanları ve kütle spektrumları, cihazda bulunan NIST ve Willey kütüphanelerindeki bileşiklerle karşılaştırılarak aydınlatıldı. Bu bileşikler sırasıyla; α -Thujen (1), α -Pinen (2), Kamphen (3), (*E*)-2-Heptenal (4), β -Pinen (5), β -Myrcen (6), (*E,E*)-2,4-Heptadienal (7), Fenil oksiran (8), (*E*)-2-Oktenal (9), 2-Metil kumaron (10), α -Terpineol (11), Safranal (12), Dekanal (13), *p*-Menth-1-en-9-al (14), β -Siklositral (15), Nerol (16), Karvon (17), Sitrol (18), Geraniol (19), (*E*)-2-Dekenal (20), Nonanoik asit (21), Dihidroedulan I (22), Karvakrol (23), Tridekan (24), *p*-Vinilguaiacol (25), (*E,E*)-2,4-Dekadienal (26), Bisikloelemen (27), α -Kubeben (28), Eugenol (29), Dekanoik asit (30), α -Kopaen (31), β -Bourbonen (32), β -Kubeben (33), γ -Karyofilen (34), β -Karyofilen (35), Epi-bisikloeskifellandren (36), Aromadendren (37), α -Humulen (38), (*E*)- β -Farnesen (39), *allo*-Aromadendren (40), Germakren D (41), Bisiklogermakren (42), (*E,E*)- α -Farnesen (43), β -Bisabolon (44), γ -Kadinen (45), δ -Kadinen (46), Kadina-1,4-dien (47), α -Calacoren (48), Spathulenol (49), Karyofilen oksit (50), Viridiflorol (51), Fonenol (52), Karyofila-4(12),8(13)-dien-5- β -ol (53), tau-Muurolol (54), α -Cadinol (55), Karyofilenol-II (56), Vulgarol B (57), Di-epi- α -Cedren (58), Heneikosan (59), *cis*-Phytol (60), Trikosan (61), Tetrakosan (62), Pentakosan (63), Heptakosan (64), Nonakosan (65)'dir.

T. chamaedrys subsp. *chamaedrys* bitkisine ait uçucu yağın *Escherichia coli* ATCC 35218, *Yersinia pseudotuberculosis* ATCC 911, *Serratia marcescens* ATCC 13880, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, ve *Stafiococcus aureus* ATCC 25923 mikroorganizmalarına karşı aktivite gösterirken, 4 mikroorganizmaya, 2 bakteriye ve 2 mantara karşı aktivite göstermediği, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerine ait uçucu yağların ise *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Stafiococcus aureus* ATCC 25923, ve *Bacillus subtilis* ATCC 6633

mikroorganizmalarına karşı antibakteriyel aktivite gösterirken 6 mikroorganizmaya, 4 bakteriye ve 2 mantara karşı aktivite göstermediği yapılan testler sonucunda gözlemlenmiştir. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisine ait uçucu yağ *Yersinia pseudotuberculosis* ATCC 911 mikroorganizmasına, *T. orientale* var. *puberulens* bitkisine ait uçucu yağ *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 mikroorganizmasına ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkisine ait uçucu yağ ise *Stafiococcus aureus* ATCC 25923 ve *Bacillus subtilis* ATCC 6633 mikroorganizmalarına karşı iyi seviyede aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışma *Pharmaceutical Biology* dergisinde makale olarak yayımlanmıştır [63].

6. ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmada Lamiaceae ailesinin üyesi olan aynı cinse ait üç bitkinin (*T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium*) GC-MS ile uçucu yağ analizi yapılmıştır ve sonuçta herbitkiye ait sırasıyla 36, 35 ve 33 adet doğal bileşiğin yapısı aydınlatılmıştır. Bitkilerde bulunan diğer bileşikler için de farklı çalışma yöntemleriyle yapı aydınlatılması yapılabilir. 65 adet bileşiğin 48 adeti terpen türü bileşik olup, terpenlerin ilaç, kozmetik ve gıda sanayii gibi günlük yaşamda pekçok kullanım alanının bulunması bu bileşiklere olan ilgiyi artırmaktadır. Yapılan antimikrobiyal aktivite testlerinde 9 adet mikroorganizma kullanılmıştır. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisine ait uçucu yağın *Escherichia coli* ATCC 35218, *Yersinia pseudotuberculosis* ATCC 911, *Serratia marcescens* ATCC 13880, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 mikroorganizmalarına karşı aktivite gösterirken, 4 mikroorganizmaya, 2 bakteriye ve 2 mantara karşı aktivite göstermediği, *T. orientale* var. *puberulens* ve *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkilerine ait uçucu yağların ise *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, ve *Bacillus subtilis* ATCC 6633 mikroorganizmalarına karşı antibakteriyel aktivite gösterirken 6 mikroorganizmaya, 4 bakteriye ve 2 mantara karşı aktivite göstermediği yapılan testler sonucunda gözlemlenmiştir. Bu bitkilere ait uçucu yağlar üzerinde değişik mikroorganizmalarla farklı testler de yapılarak değişik yönde aktivitelerinin olup olmadığı da araştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Davis, P.H., Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Edinburgh, 5 (1988) 67-69.
2. Ekim, T. ve Teucrium L. (Labiata), In: P. H. Davis, Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Edinburgh, 7 (1982) 53-57.
3. Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. ve Başer, K.H.C., Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Edinburgh, 11 (2000).
4. Ulubelen, A., Topçu, G. ve Sönmez, Ü., Chemical and biological evaluation of genus *Teucrium*. Studies in Natural Products Chemistry 23, Bioactive Natural Products, Part D, 1995.
5. Grieve, M., A Modern Herbal. Barnes and Noble Books, New York, (1996) 564-566.
6. Bedir, E., Manyam, R. ve Khan, I.A., Neo-clerodane diterpenoids and phenylethanoid glycosides from *Teucrium chamaedrys* L., Phytochemistry, 63 (2003) 977-983.
7. Baytop, T., Türkiyede Bitkilerle Tedavi, Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul, 1999.
8. Zeybek, N. ve Zeybek, U., Farmasotic Botanic, Ege Üniversitesi, İzmir, 1994.
9. Ulubelen, A., Topçu, G. ve Kaya, Ü., Steroidal compounds from *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, Phytochemistry, 36 (1994) 171-173.
10. Gaspar, H., Palma, F.M.S.B., Torre, M.C., Rodriguez, B., Barroso, J.G. ve Figueiredo, A.C., Composition of the essential oil of *Teucrium haenseleri* Bois., Flav. Frag. J., 12 (1997) 355-357.
11. Kovacevic, N.N., Lakusic, B.S. ve Ristic, M.S., Composition of the essential oils of seven *Teucrium* species from Serbia and Montenegro, J. Essen. Oil. Res., 13 (2001) 163-165.
12. Martonfi, P. ve Cernaj, P., Variability of essential oil in *Teucrium chamaedrys* L., Biologia, 44 (1989) 245-251.
13. Corovic, M., Stjepanovic, L., Nikolic, R., Pavlovic, S. ve Zivanovic, P., Variations in amount of essential oil in *Origanum vulgare* and *Teucrium chamaedrys* grown at various altitudes, Arhiv za Farmacijju, 15 (1965) 7-13.

14. Flamini, G., Cioni, P.L., Morelli, I., Maccioni, S. ve Monti, G. Composition of the essential oil of *Teucrium fruticans* L. from the maremma regional park, Tuscany, Italy, Flav. Frag. J., 16 (2001) 367-369.
15. Cavaleiro, C., Salgueiro, L.R., Antunes, T., Sevinate-Pinto, I. ve Barroso, J.G., Composition of the essential oil and micromorphology of trichomes of *Teucrium salviastrum*, an endemic species from Portugal., Flav. Frag. J. 17 (2002) 287-291.
16. Perez, I., Blazquez, M.A. ve Boira, H., Chemotaxonomic value of the essential oil compounds in species of *Teucrium pumilum* aggregate, Phytochemistry, 55 (2000) 397-401.
17. Ricci, D., Fraternali, D., Giamperi, L., Bucchini, A., Epifano, F., Burini, G. ve Curini, M., Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil of *Teucrium marum* (Lamiaceae)., J. Ethnopharmacol. 98 (2005) 195-200.
18. El-Shazly. A.M. ve Hussein, K.T., Chemical analysis and biological activities of the essential oil of *Teucrium leuocladum* Boiss. (Lamiaceae), Bioch. System. Ecol., 32 (2004) 665-674.
19. Abdollahi, M., Karimpour, H. ve Monsef-Esfehani, H.R. Antinociceptive effects of *Teucrium polium* L. total extract and essential oil in mouse writhing test, Pharmacolog Res., 48 (2003) 31-35.
20. Vokou, D. ve Bessiere, J.M. Volatile constituents of *Teucrium polium*, J. Nat. Prod., 48 (1984) 498-499.
21. Proestos, C., Sereli, D. ve Komaitis, M., Determination of phenolic compounds in aromatic plants by RP-HPLC and GC-MS, Food. Chem., 95 (2006) 44-52.
22. Wassel, G.M.ve Ahmed, S.S., Essential oil of *Teucrium polium* L., Pharmazie, 29 (1974) 351-352.
23. Cavaleiro, C., Salgueiro, L.R., Miguel, M.G. ve Proença da Cunha, A., Analysis by gas chromatography–mass spectrometry of the volatile components of *Teucrium lusitanicum* and *Teucrium algarbiensis*, J. Chromatog. A., 1033 (2004) 187-190.
24. Yıldırım, A., Çakır, A., Mavi, A., Yalçın, M., Fauler, G. ve Taşkesenligil, Y., The variation of antioxidant activities and chemical composition of essential oils of *Teucrium orientale* L. var. *orientale* during harvesting stages, Flav. Frag. J., 19 (2004) 367-372.
25. Javidnia, K. ve Miri, R., Composition of the essential oil of *Teucrium orientale* L. ssp. *orientale* from Iran., J. Essen. Oil. Res., 15 (2003) 118-119.
26. Morteza-Semnani, K., Akbarzadeh, M. ve Rostami, B., The essential oil composition of *Teucrium chamaedrys* L. from Iran, Flav. Frag. J. 20 (2005) 5444-546.

27. Antunes, T., Sevinate-Pinto, I., Barroso, J.G., Cavaleiro, C. ve Salgueiro, L.R., Micromorphology of trichomes and composition of essential oil of *Teucrium capitatum*, Flav. Frag. J., 19 (2004) 336-340.
28. Blazquez, M.A., Perez, I. ve Boira, H., Essential oil analysis of *Teucrium libanitis* and *T. turredanum* by GC and GC-MS, Flav. Frag. J., 18 (2003) 497-501.
29. Tzakou, O., Roussis, V., Loukis, A., Harvala, C., Galati, E.M. ve Germanò, M.P., Essential Oil Analysis of *Teucrium divaricatum* Heldr. ssp. *divaricatum* Growing in Greece, Flav. Frag. J., 12 (1997) 113-115.
30. Baher, Z.F. ve Mirza, M., Volatile constituents of *Teucrium flavum* L. from Iran, J. Essen. Oil Res., 15 (2003) 106-107.
31. Ahmadi, L., Mirza, M. ve Shahmir, F., Essential oil of *Teucrium melissoides* Boiss. et Hausskn. ex Boiss, J. Essen. Oil Res., 14 (2002) 355-356.
32. Pala-Paul, J., Perez-Alonso, M.J., Valasco-Negueruela, A., Garcia-Jimanez, N., Jimenez, R.G. ve Vargas, L., Composition of the essential oil of *Teucrium carolipau* Pau grown in Spain, J. Essen. Oil Res., 13 (2001) 452-453.
33. Al Yousuf, M.H., Bashir, A.K., Dobos, A., Veres, K., Nagy, G., Mathe, I. ve Blunden, G., The composition of the essential oil of *Teucrium stocksianum* from the United Arab Emirates, J. Essen. Oil Res., 14 (2002) 47-48.
34. Allain, P., El Oualidi, J., Puech, S. ve Pellecuer, J., Chemical variability of the essential oil of *Teucrium puechiae* greuter and burdet on the Languedocian Coast (France), Biochem. Syst. Ecol., 22 (1994) 239-248.
35. Pelissier, Y., Marion, C., Quastana, C., Milhau, M., Malan, A. ve Bessiere, J.M., Volatile components of Lamiaceae from Corsica, Riv. Ital., (1996) 526-535.
36. Willar, A., Martin, M., Cortes, D.M. ve Alvarez, V., Chemical components of essential oil from *Teucrium bellion*, Planta Med., 39 (1980) 272.
37. Chialva, F., Gabri, G., Liddle, P.A.P. ve Ulian, F., Study on the composition of the essential oil from *Hypericum perforatum* L. and *Teucrium chamaedrys* L., Riv. Ital. EPPOS, 63 (1981) 286-288.
38. Velasco-Negueruela, A. ve Pérez-Alonso, M.J., The volatiles of six *Teucrium* species from the Iberian peninsula and the Balearic islands, Phytochemistry, 29 (1990) 1165-1169.
39. Barroso, J.G., Figueiredo, A.C., Pedro, L.G., Antunes, T., Sevinate-Pinto, I., Fontinha, S.S. ve Scheffer, J.J.C., Composition of the essential oil of *Teucrium heterophyllum* L. Her Grown on Madeira, Flav. Frag. J., 11 (1996) 129-132.

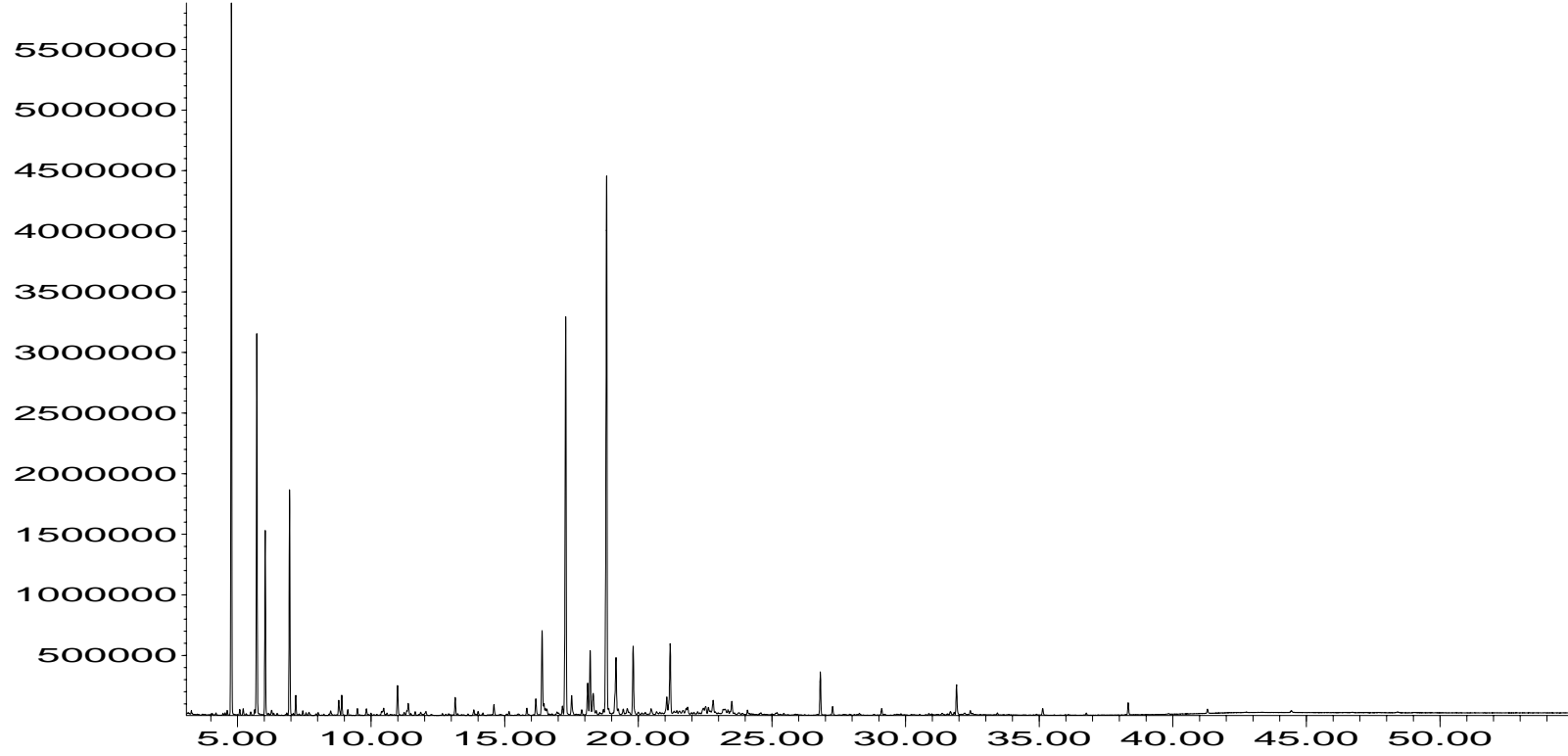
40. Arnold, N., Bellomaria, B., Valentini, G. ve Rafaianni, S.M., Comparative study on essential oil of some *Teucrium* species from Cyprus, J. Ethnopharmacol., 35 (1991) 105-113.
41. Kamel, A. ve Sandra, P., Gas chromatography-mass spectrometry analysis of the volatile oils of two *Teucrium polium* varieties, J. Ethnopharmacol., 22 (1994) 529-532.
42. Sanz, J., Mus, M. ve Rossello, J.A., Volatile components variation in the *Teucrium marum* complex (Lamiaceae) from the Balearic Islands, Bot. J. Linn. Soc., 132 (2000) 253-261.
43. Tunalıer, Z., Kırimer, N. ve Başer, K.H.C., The composition of essential oils from various parts of *Juniperus foetidissima*, Chem. Nat. Comp., 38 (2002) 43-47.
44. Sefidkon, F., Jamzad, Z. ve Mirza, M., Chemical variation in the essential oil of *Satureja sahendica* from Iran, Food Chem., 88 (2004) 325-328.
45. Yaylı, N., Yaşar, A., Güleç, C., Usta, A., Kolaylı, S., Coşkunçelebi, K. ve Karaoğlu, Ş., Composition and antimicrobial activity of essential oils from *Centaurea sessilli* and *Centaurea armena*, Phytochemistry, 66 (2005) 1741-1745.
46. Adams, R.P., Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography-Mass Spectroscopy, Allured Publishing, Carol Stream, IL, USA, 1995.
47. Jovanovic, S.G., Skaltsa, H.D., Marin, P. ve Sokovic, M., Composition and antibacterial activity of the essential oil of six *Stachys* species from Serbia, Flav. Frag. J., 19 (2004) 139-144.
48. Skaltsa, S.H., Mavrommati, A. ve Constantinidis, T., A chemotaxonomic investigation of volatile constituents in *Stachys* subsect. Swainsonianae (Labiatae), Phytochemistry, 57 (2000) 235-244.
49. Skaltsa, H.D., Demetzos, C., Lazari, D. ve Sokovic, M., Essential oil analysis and antimicrobial activity of eight *Stachys* species from Greece, Phytochemistry, 64 (2003) 743-752.
50. Flamini, G., Ertugrul, K., Cioni, P.L., Morelli, I., Dural, H. ve Bağcı, Y., Volatile constituents of two endemic *Centaurea* species from Turkey: *C. pseudoscabiosa* subsp. *pseudoscabiosa* and *C. Hadimensis*, Biochem. System. Ecolog., 30 (2002) 953-959.
51. Figueredo, G., Cabassu, P., Chachat, J.C. ve Pasquiler, B., Studies of Mediterranean oregano populations-V. Chemical composition of essential oils of oregano: *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) Ietswaart, and *O. syriacum* L. var. *sinaicum* (Boiss.) Ietswaart, and *O. syriacum* L. var. *syriacum* from Lebanon and Israel, Flav. Frag. J., 20 (2005) 164-168.

52. Ertugrul, K., Dural, H., Tugay, O., Flamini, G., Cioni, P.L. ve Morelli, I., Essential oils from flowers of *Centaurea kotschyi* var. *kotschyi* and *C. kotschyi* var. *decumbens* from Turkey, Flav. Frag. J., 18 (2003) 95-97.
53. Tkachev, A.V. ve Dobrotvorsky, A.K., Chemical composition of lipophylic compounds from the body surface of unfed adult *Ixodes persulcatus* ticks (Acari: Ixodidae), Experim. App. Acarol., 24 (2000) 145-158.
54. Blank, I., Fisher, K.H. ve Grosch, W., Intensive neutral odorants of linden honey. Differences from honeys of other botanical origin, Z. Lebensm. Unters. Forsch. [SE-54], 189 (1989) 426-433.
55. Rychlik, M., Schieberle, P. ve Grosch, W., Compilation of Odor Thresholds, Odor Qualities and Retention Indices of Key Food Odorants, Lichtenbergstraße, Germany, [SE-54] , (1998).
56. Javidnia, K., Miri, R., Mehregan, I. ve Sadeghpour, H., Volatile constituents of the essential oil of *Nepeta ucrainica* L. ssp. *kopetdaghensis* from Iran, Flav. Frag. J., 20 (2005) 219-221.
57. www.tempodergisi.com.tr/saglik/00687. 14 Kasım 2006.
58. Yu, J., Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Scutellaria barbata*, Phytochemistry, 65 (2004) 881-884.
59. Perez, C., Agnese, A.M. ve Cabrera, J.L., The essential oil of *Senecio graveolens* (Compositae): chemical composition and antimicrobial activity tests, J. Ethnopharmacol., 66 (1999) 91-96.
60. Bagamboula, C.F., Uyttendaele, M. ve Debevere, J., Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and *p*-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. Flexneri*, F. Microb., 21 (2004) 33-42.
61. Erdemoğlu, N., Küpeli, E. ve Yeşilada, E., Anti-inflammatory and antinociceptive activity assessment of plants used as remedy in Turkish folk medicine, J. Ethnopharmacol., 89 (2003) 123-129.
62. Perez, I., Blazquez, M.A. ve Boira, H, Chemotaxonomic value of the essential oil compounds in species of *Teucrium pumilum* aggregate, Phytochemistry, 55 (2000) 397-401.
63. Küçük, M., Güleç, C., Yaşar, A., Üçüncü, O., Yaylı, N., Coşkunçelebi, K., Terzioğlu, S. ve Yaylı, N., Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oils of *Teucrium chamaedrys* subsp. *chamaedrys*, *T. orientale* var. *puberulens*, and *T. chamaedrys* subsp. *lydium*, Pharm. Biol., 44 (8) (2006) 592-599.

8. EKLER

Abundance

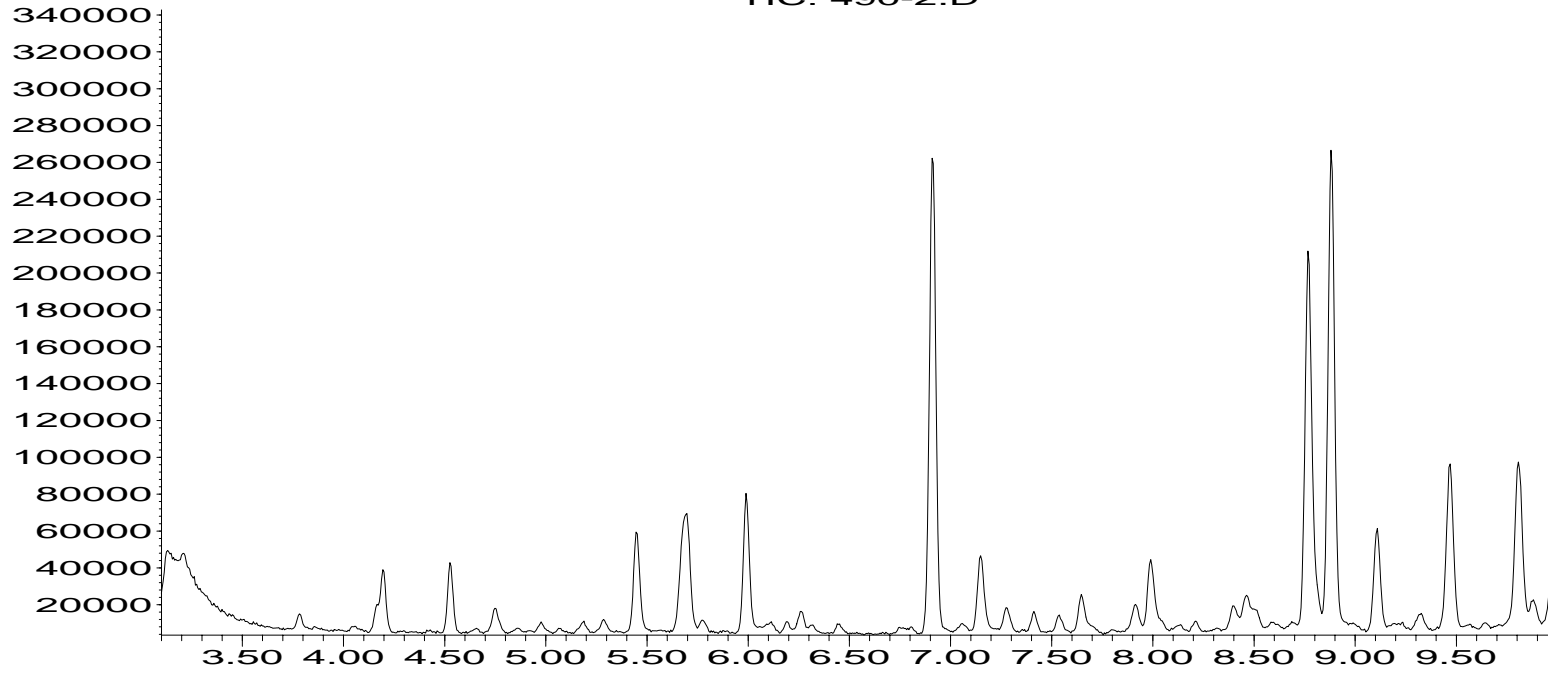
TIC: 490.D



Time-->

Ek Şekil 1A. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisinin GC spektrumu

Abundance

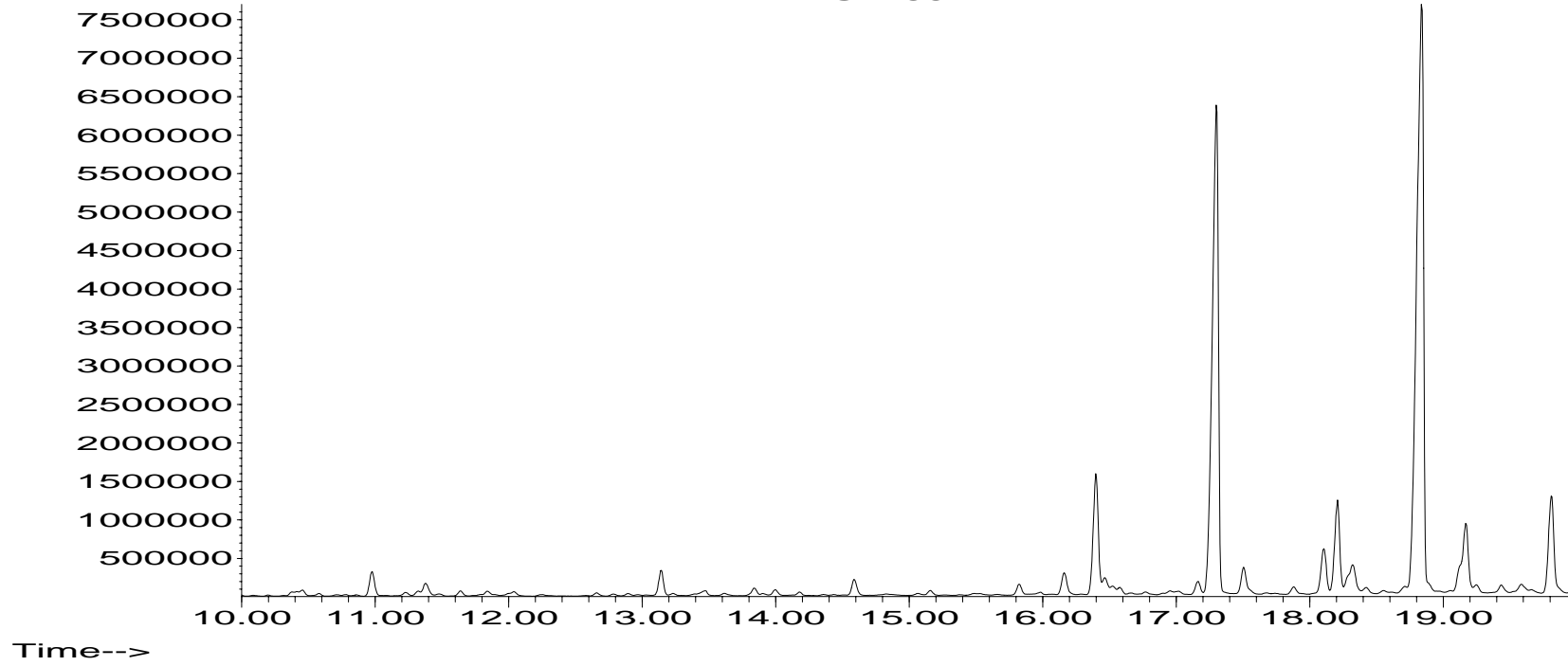


Time-->

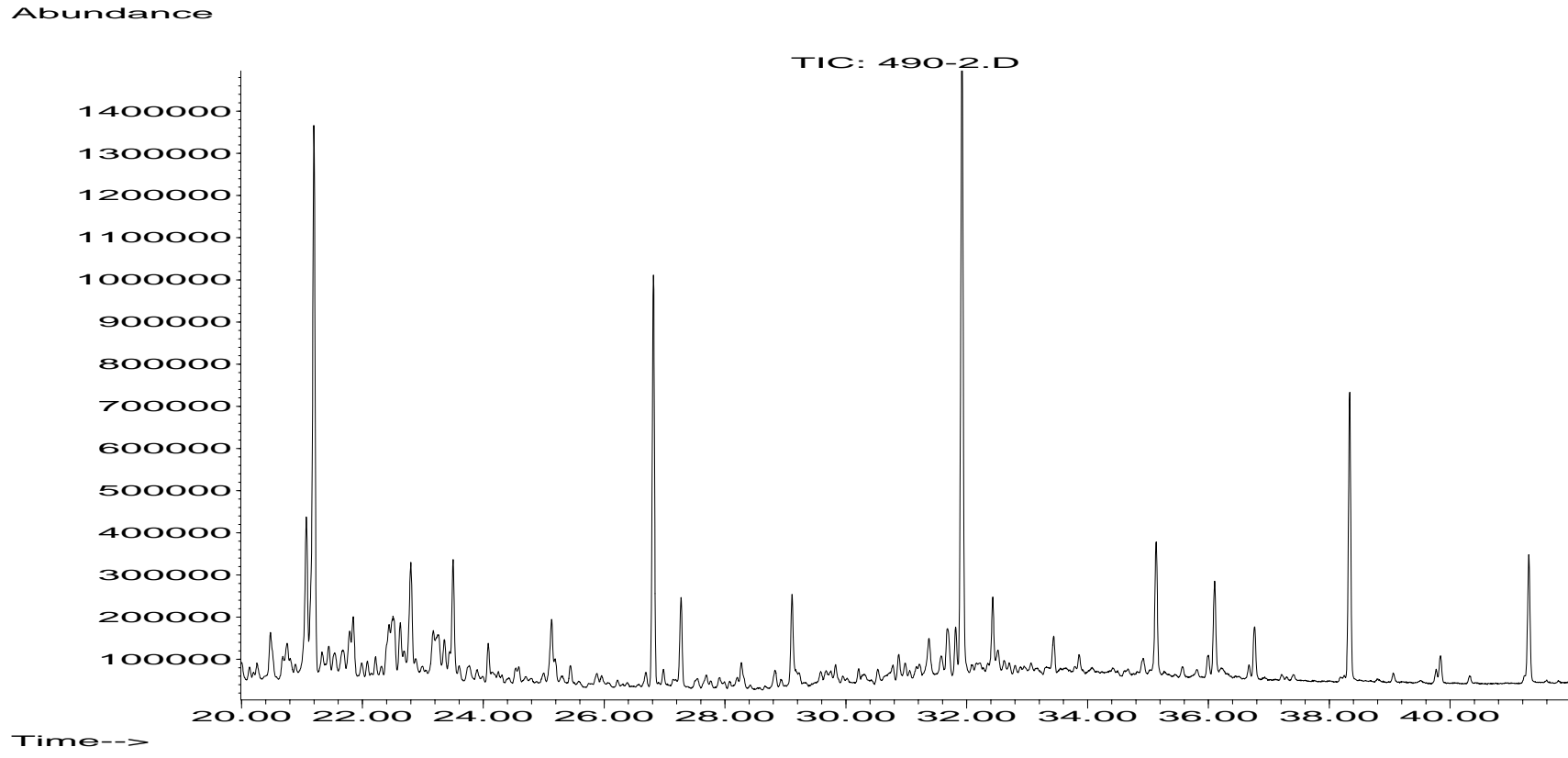
Ek Şekil 2A. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

Abundance

TIC: 490-2.D

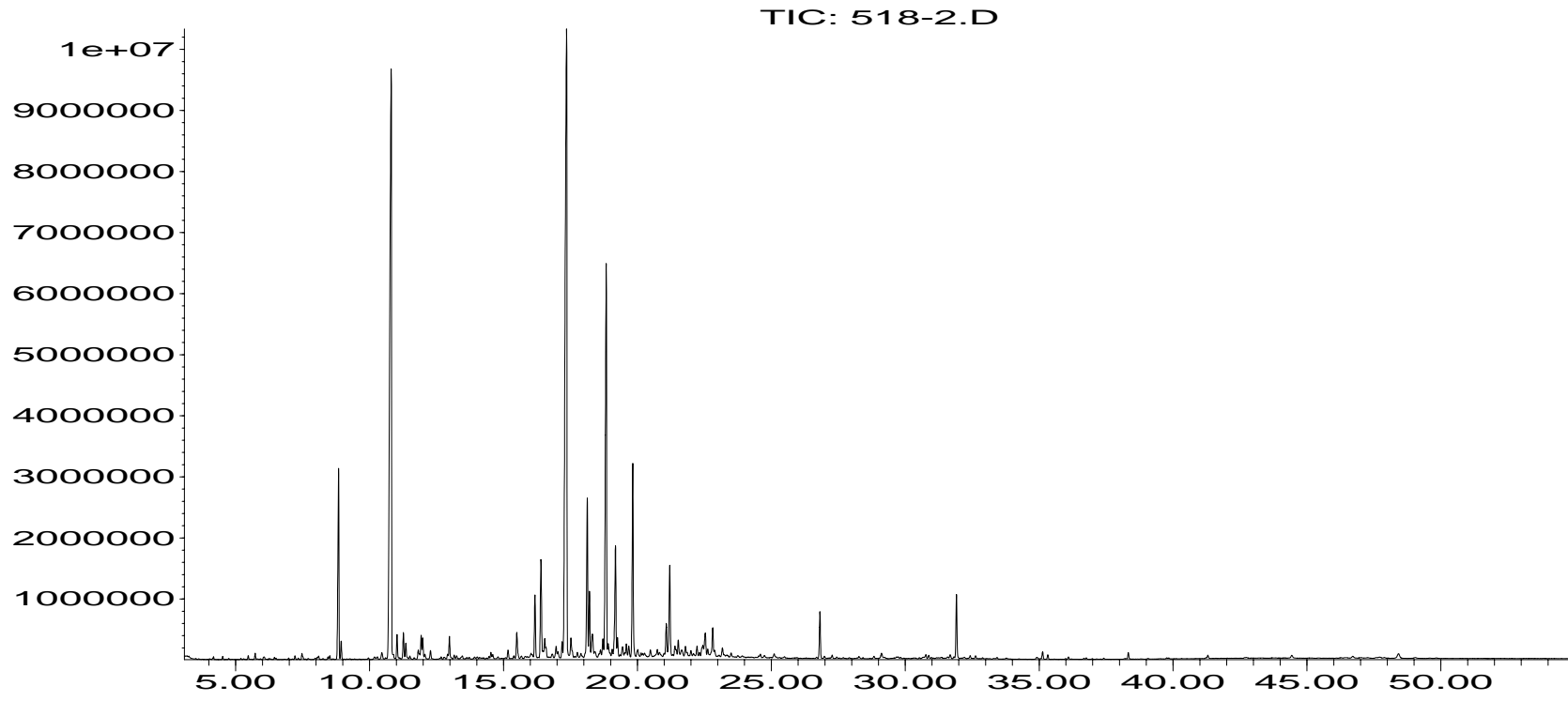


Ek Şekil 3A. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu



Ek Şekil 4A. *T. chamaedrys* subsp. *chamaedrys* bitkisinin RT 20-41.30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

Abundance

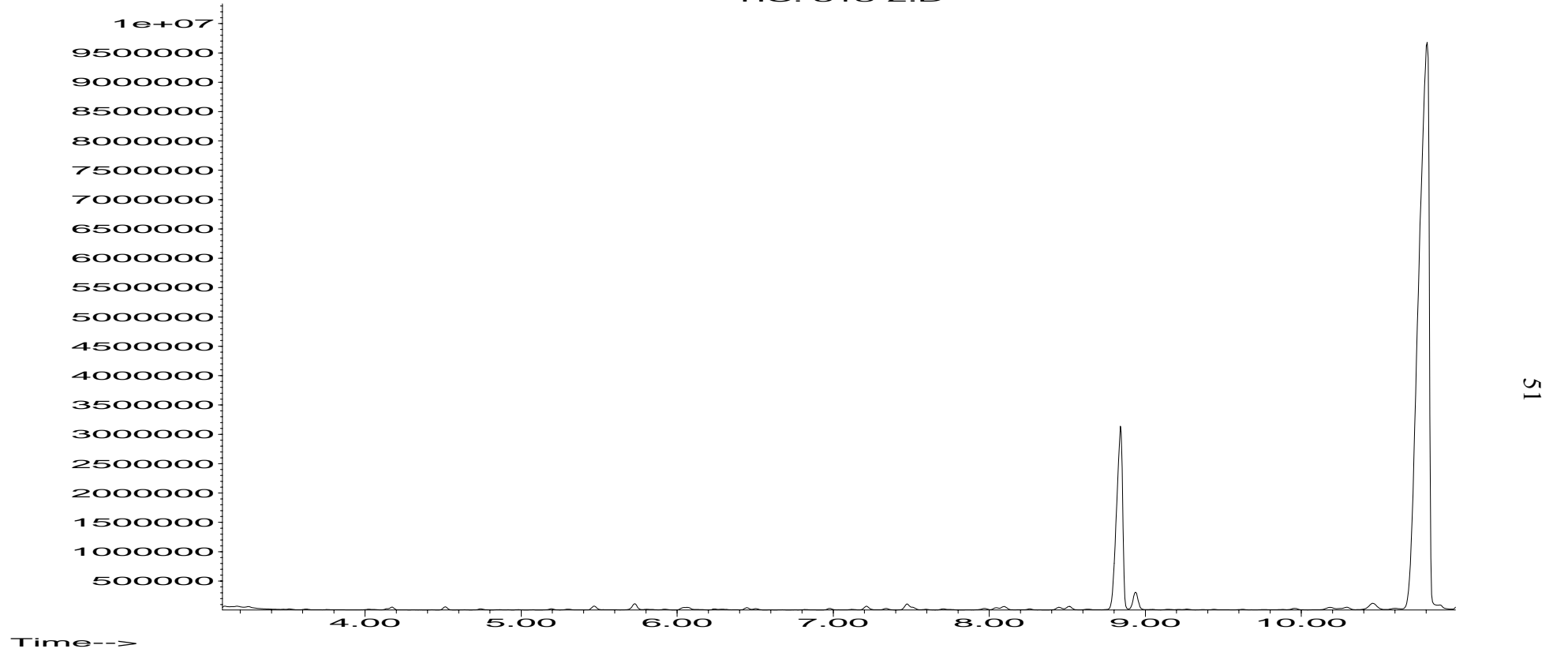


Time-->

Ek Şekil 1B. *T. orientale* var. *puberulens* bitkisinin GC spektrumu

Abundance

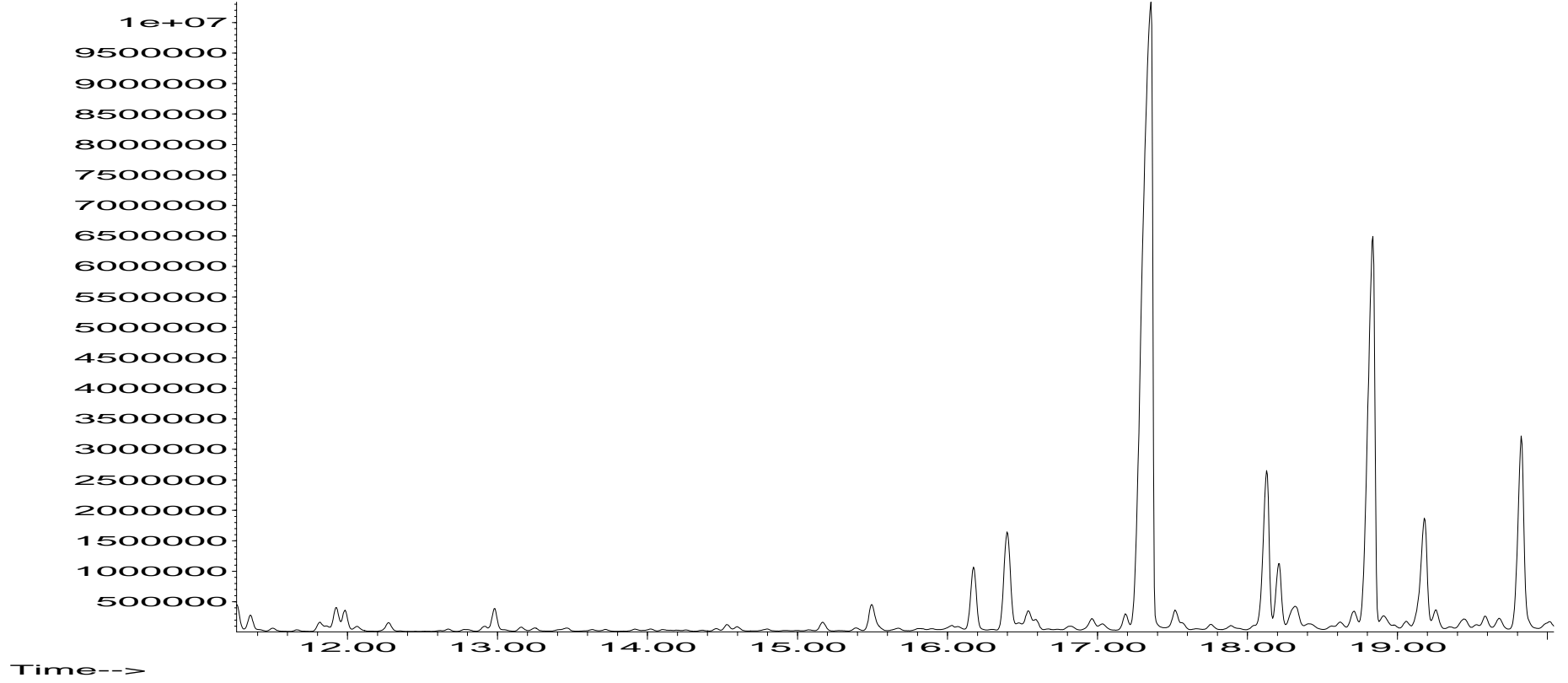
TIC: 518-2.D



Ek Şekil 2B. *T. orientale* var. *puberulens* bitkisinin RT 0-10.80 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

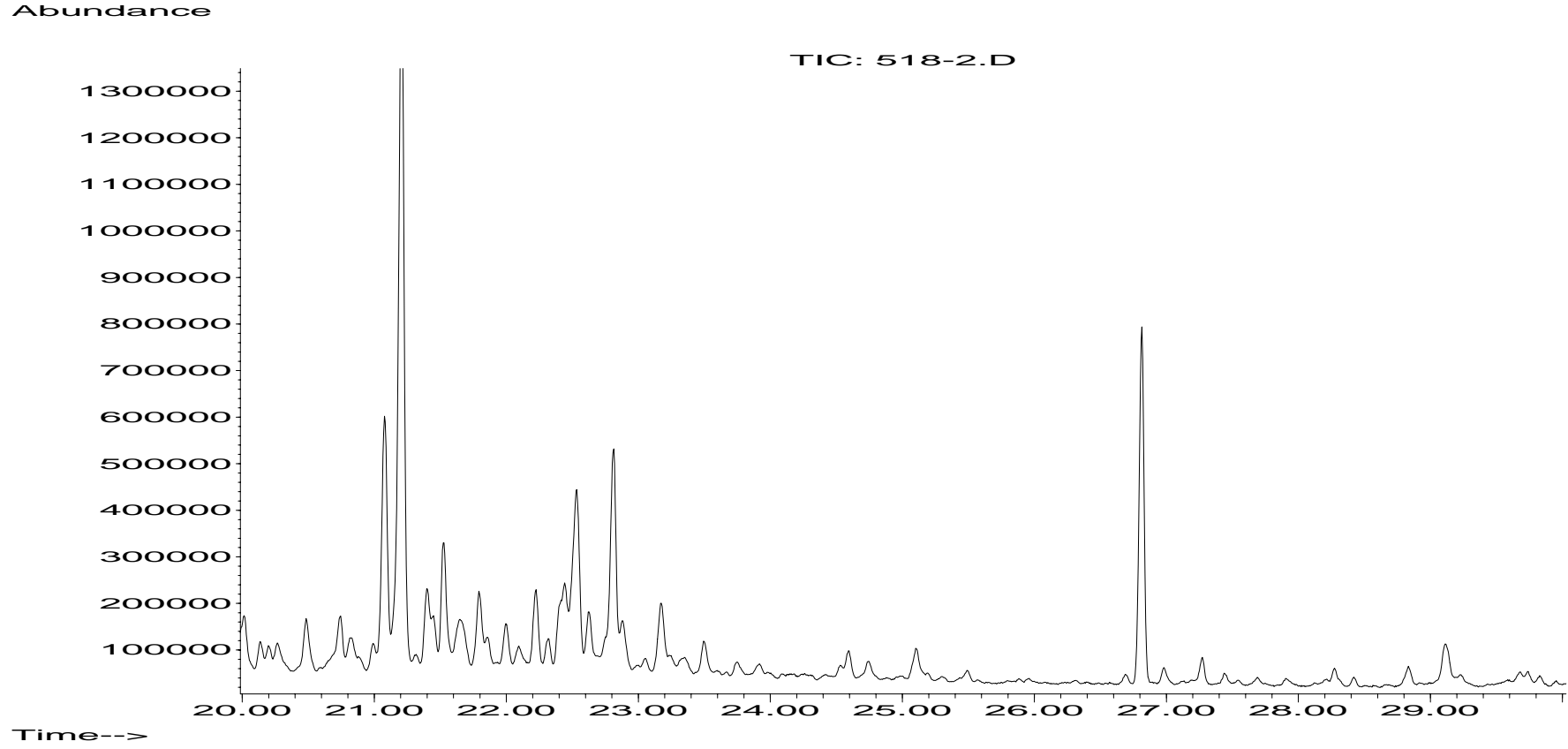
Abundance

TIC: 518-2.D



52

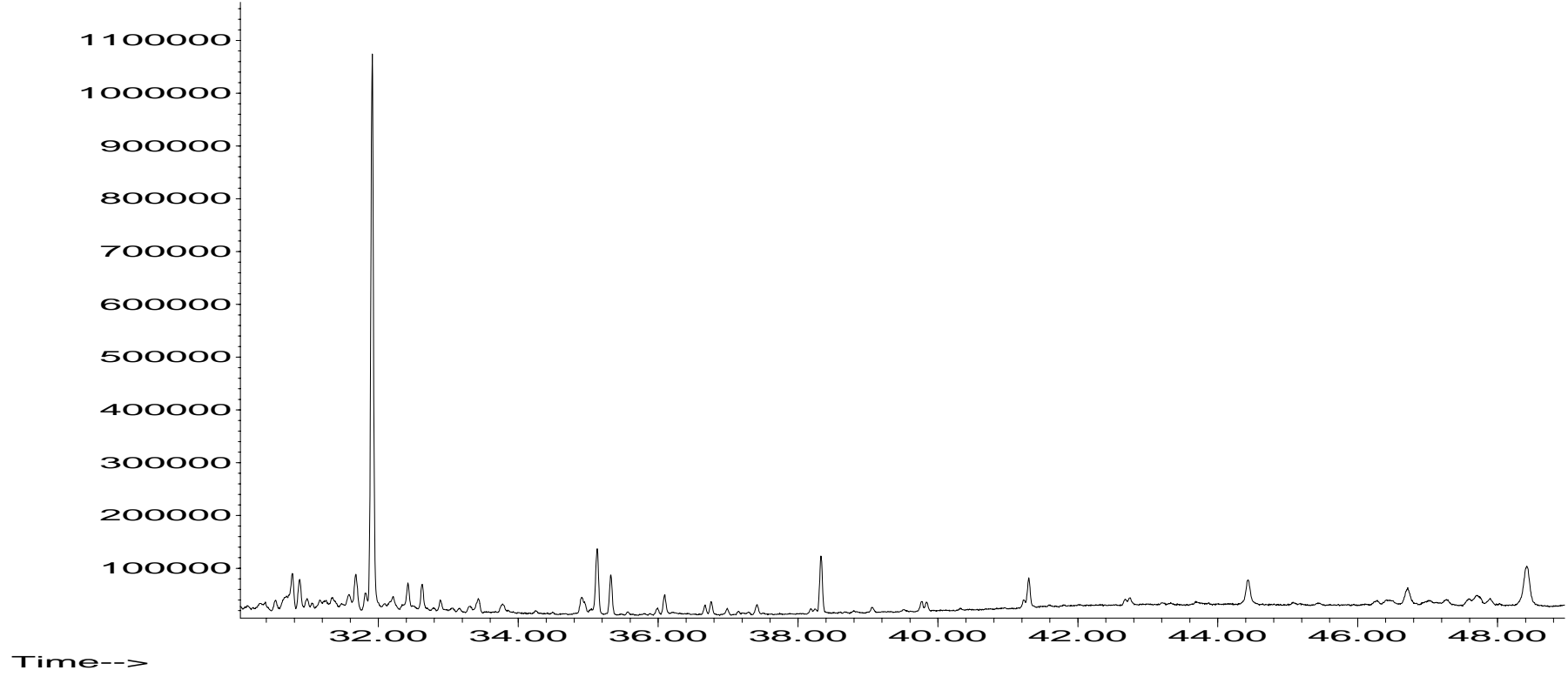
Ek Şekil 3B. *T. orientale* var. *puberulens* bitkisinin RT 11-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu



Ek Şekil 4B. *T. orientale* var.*puberulens* bitkisinin RT 20-30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

Abundance

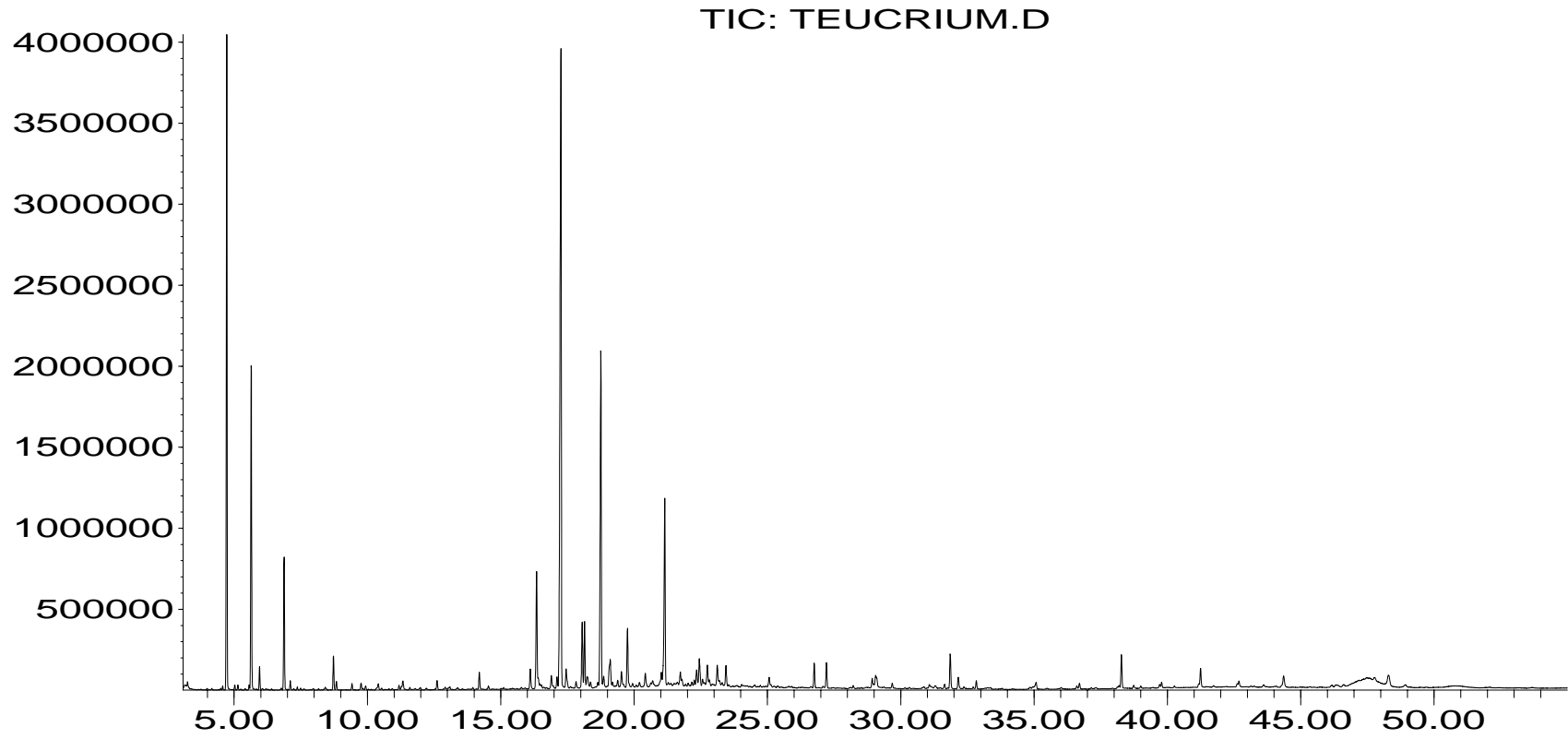
TIC: 518-2.D



54

Ek Şekil 5B. *T. orientale* var. *puberulens* bitkisinin RT 30-48.42 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

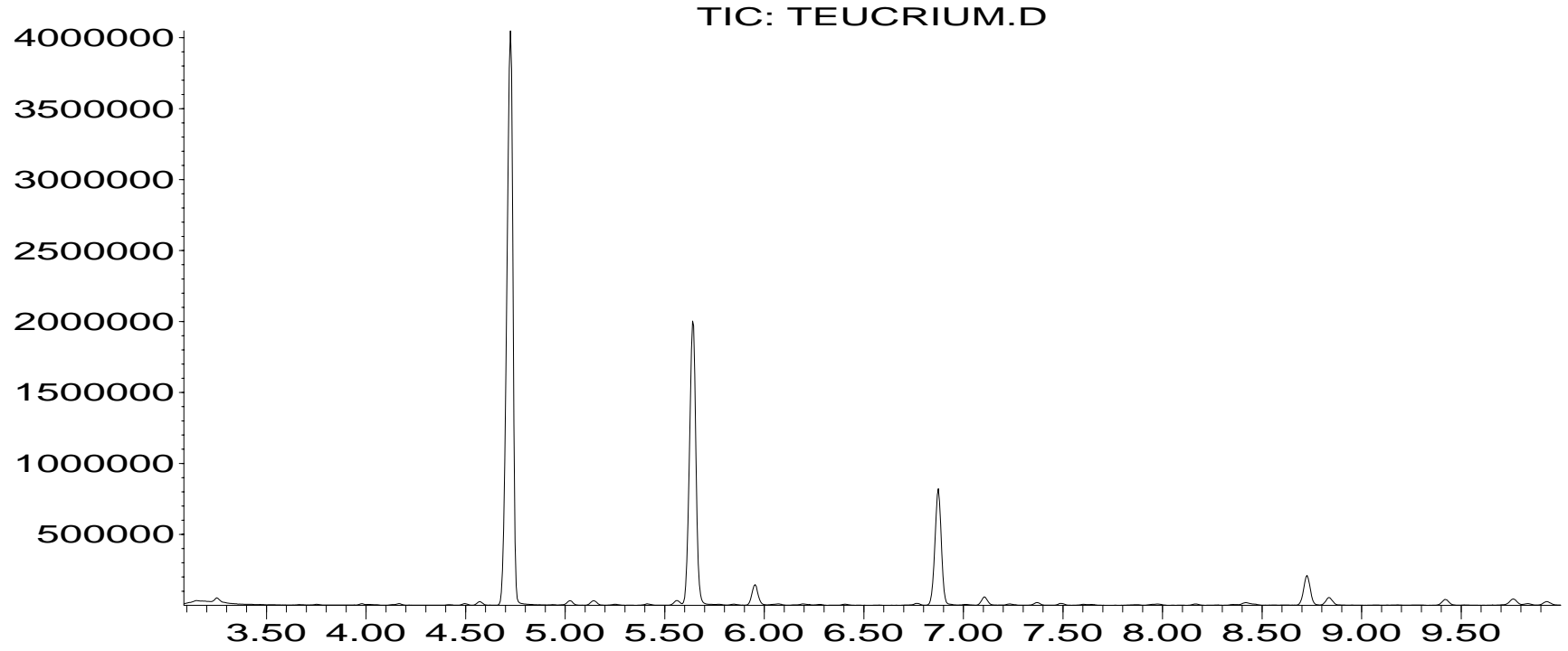
Abundance



Time-->

Ek Şekil 1C. *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkisinin GC spektrumu

Abundance

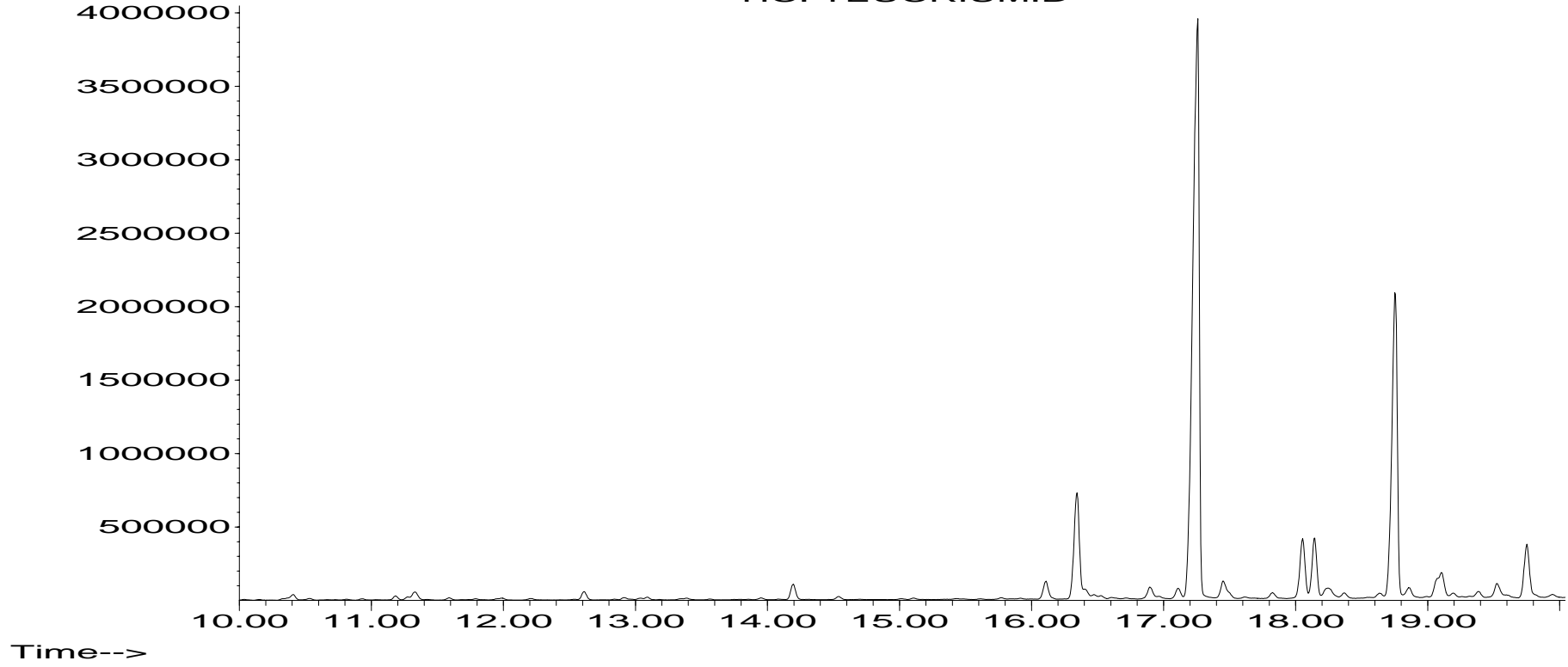


Time-->

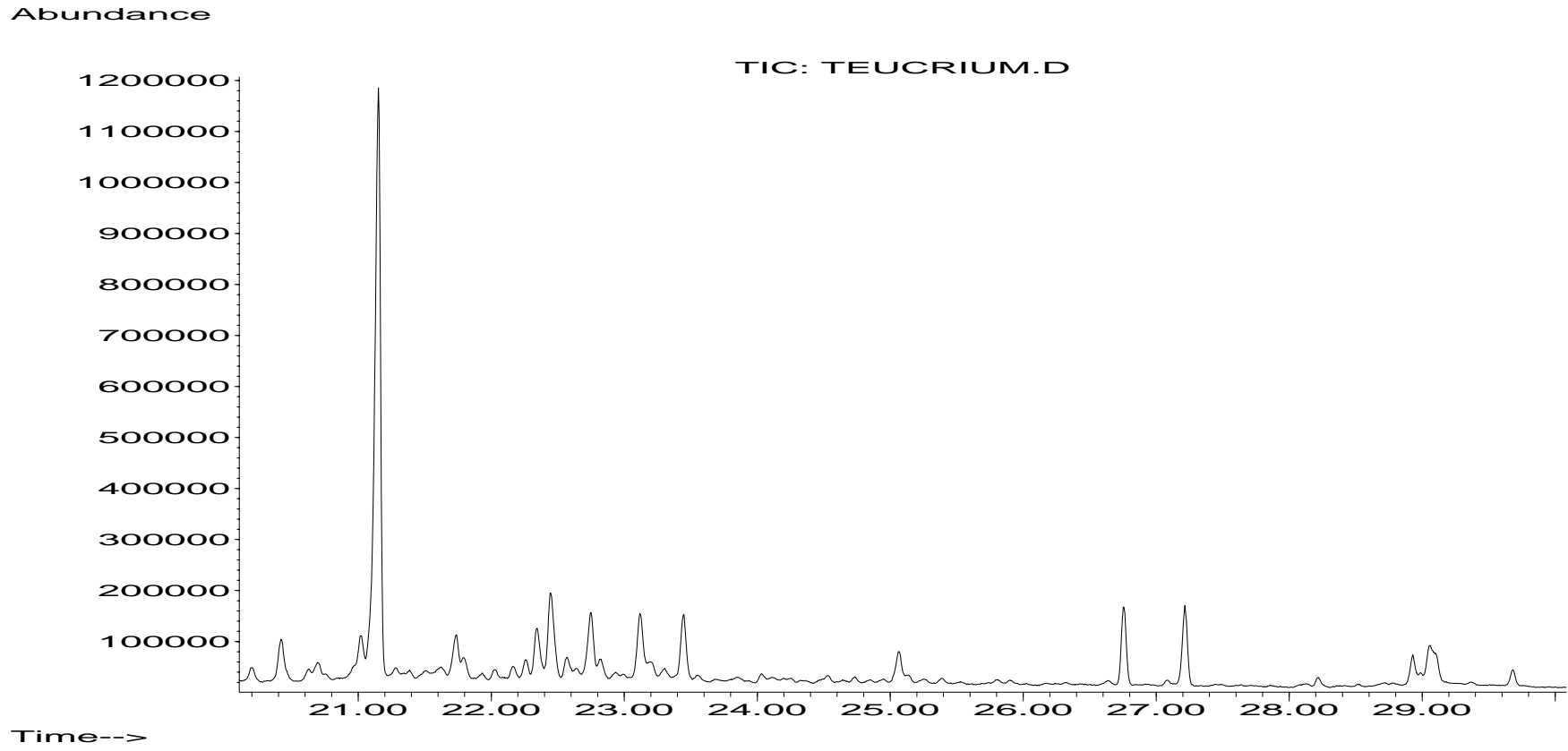
Ek Şekil 2C. *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkisinin RT 0-10 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

Abundance

TIC: TEUCRIUM.D

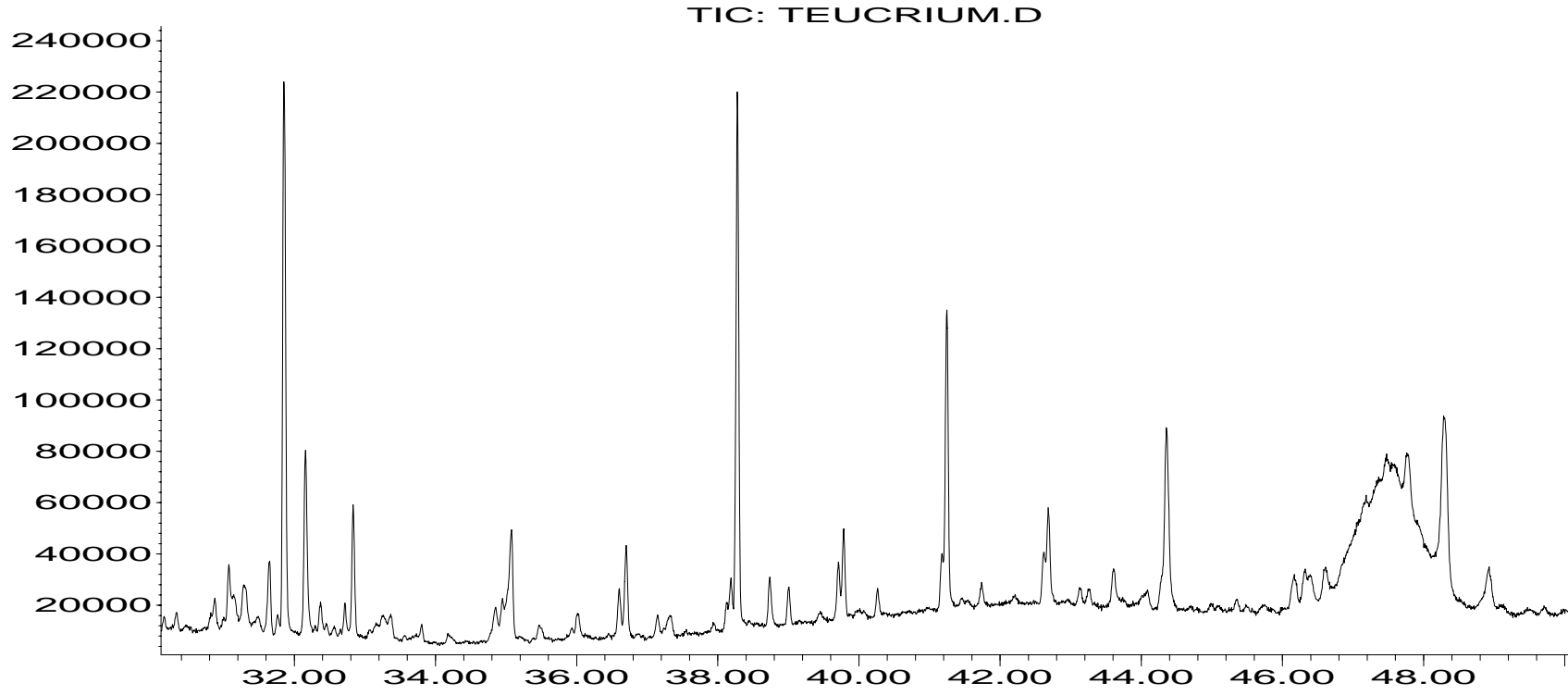


Ek Şekil 3C. *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkisinin RT 10-20 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu



Ek Şekil 4C. *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkisinin RT 20-30 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

Abundance



Time-->

Ek Şekil 5C. *T. chamaedrys* subsp. *lydium* bitkisinin RT 30-50 arasındaki bileşiklerin genişletilmiş GC spektrumu

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Sivas'ın Koyulhisar ilçesinde doğdu. İlk öğrenimini Cumhuriyet İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimini Suőehri Kazım Ayan Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2000 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'ne girdi. 2004 yılında buradan mezun olarak, aynı yıl K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans programına girdi. Giresun Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde Okutman olarak görev yapmaktadır. Yabancı dili İngilizcedir.