

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TIBBİ AROMATİK BİTKİLERDEN KARABİBER (*PIPER NIGRUM*) VE
ZERDEÇAL (*CURCUMA LONGA*) İÇİNDEKİ KİMYASAL BİLEŞENLERİN
KULLANIM ALANLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus UĞUR
36203613023

Kimya Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Nurhayat ÖZDEMİR

ŞUBAT 2024

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TIBBİ AROMATİK BİTKİLERDEN KARABİBER (*PIPER NIGRUM*) VE
ZERDEÇAL (*CURCUMA LONGA*) İÇİNDEKİ KİMYASAL BİLEŞENLERİN
KULLANIM ALANLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus UĞUR
36203613023

Kimya Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Nurhayat ÖZDEMİR

ŞUBAT 2024

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve desteklerini esirgmeden beni her konuda yönlendiren danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nurhayat ÖZDEMİR'e,

Çalışmalarında ayrıca tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu çalışmalarım süresince benden her türlü desteklerini esirgemeyen aileme,

2022/2097 nolu proje kapsamında bu çalışmayı destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne

Tezin uygulama aşamasında vermiş oldukları maddi ve manevi destekten dolayı, İBTAM'a

teşekkür ederim.



ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum Tıbbi Aromatik Bitkilerden Karabiber (*Piper Nigrum*) Ve Zerdeçal (*Curcuma Longa*) İçindeki Kimyasal Bileşenlerin Kullanım Alanları başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Yunus UĞUR



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	iv
ONUR SÖZÜ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xii
GİRİŞ.....	1
1.1. Karabiber (<i>Piper Nigrum</i>).....	1
1.2. Zerdeçal (<i>Curcuma Longa</i>).....	2
2. KURAMSAL İLKELER.....	3
2.1. Uçucu Yağlar ve Karakteristiği	3
2.2. Uçucu Yağlar Etki Mekanizması	4
2.3. Yapılarına Göre Uçucu Yağlar	4
2.3.1 Kimyasal Yapılarına Göre Uçucu Yağlar	4
2.3.2. Aromatiklikleri bakımından uçucu yağlar	6
2.4. Uçucu Aromatik Yağların Elde Edilme Yöntemleri.....	6
2.4.1 Distilasyon metodu (Damıtma)	6
2.4.2 Ekstraksiyon yöntemi	7
2.4.3 Çok yönlü ekstraksiyon metotları (sde).....	8
2.4.4 Presleme yöntem.....	9
2.5 Gaz Kromatografisi Kütle Spektrofotometresi	9
2.5.1 Gaz kromatografisi (gc).....	9
2.5.2 Kütle spektrometresi (ms).....	14
2.5.3 Taramalı elektron mikroskobu (sem –edx).....	14
2.6. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometresi (FTIR)	16
2.7 Elementel Tayin Cihazı	16
3. ANALİZ VE YÖNTEMLER.....	18
3.1. ANALİZ.....	18
3.1.1. Toz ve katı halde örnek hazırlama.....	18
3.2 YÖNTEMLER.....	20
3.2.1 GC-MS İçin Numune Hazırlama	20
3.2.2 Gc-ms cihazı ile uçucu numunelerin tayini	22
3.2.3 Analizde kullanılan ftir cihazının özellikleri	23
3.2.4 Sem – edx (taramalı elektron mikroskobu) cihazı.....	24
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	26
4.1 GC-MS Sonucunda Elde Edilen Veriler	26
4.1.1. Gc-ms sonucu oluşan uçucu bileşenler.....	30
4.2. FTIR Analizi Sonucunda Elde Edilen IR Spektrum ve Bileşenler	45
4.2.1. Tomatine	49
4.2.2. L-Gliseraldehit	50
4.2.3. Bıs Amino Trıs Methane	51
4.2.4. B-cyclodextrin	51
4.2.5. Piperine	52
4.2.6. Qumine anhydrous (susuz kinin)	53
4.2.7. 3,4-dimethoxybenzyl alcohol	53
4.3. Elementel Analiz Sonuçları	54
4.4. SEM-EDX Analiz Verileri.....	55

5. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ	65



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 : Clavenger aleti için hazırlanan zerdeçal ve karabiber çeşitleinin miktarları.	18
Çizelge 3.2 : Analizlerde kullanılan GC-MS cihazının özellikleri.	23
Çizelge 4.1 : Karabiberin (siyah) GC-MS Verileri	26
Çizelge 4.2 : Beyaz biberin GC-MS sonuçları.	27
Çizelge 4.3 : Yeşil biberin GC-MS sonuçları.....	28
Çizelge 4.4 : Kırmızı biberin GC-MS sonuçlar.....	29
Çizelge 4.5 Biber Çeşitlerindeki Uçucu Maddeler (Var/Yok).....	29
Çizelge 4.6. Zerdeçal GC-MS sonuçlar	30
Çizelge 4.7. Karabiberin (Toz) IR Spektrumu.....	45
Çizelge 4.8. Karabiberin (Yağ) IR Spektrumu.....	45
Çizelge 4.9. Yeşilbiberin (Toz) IR Spektrumu.....	46
Çizelge 4.10. Yeşilbiberin (Yağ) IR Spektrumu.....	46
Çizelge 4.11. Beyazbiberin (Toz) IR Spektrumu.....	47
Çizelge 4.12. Beyazbiberin (Yağ) IR Spektrumu.....	47
Çizelge 4.13. Kırmızı Biberin (Toz) IR Spektrumu	48
Çizelge 4.14. Kırmızı Biberin (Yağ) IR Spektrumu.....	48
Çizelge 4.15. Zerdeçalın IR Spektrumu.....	49
Çizelge 4.16. Elementel analiz sonucunda elde edilen veriler.....	54
Çizelge 4.17. Zerdeçalın element analizi sonucu elde edilen veriler.....	54
Çizelge 4.18 Beyaz Biberin SEM-EDX Grafiği.....	55
Çizelge 4.19. Yeşil Biberin SEM-EDX Grafiği.....	55
Çizelge 4.20. Kara Biberin SEM-EDX Grafiği.....	56
Çizelge 4.21. Kırmızı Biberin SEM-EDX Grafiği.....	56
Çizelge 4.22. Zerdeçalın SEM-EDX Grafiği.....	56
Çizelge 4.23. K, Cl, S, Na, P, Mg, Zn, Al, Ca ve Fe için kütle ortalamaları ve standart sapmaları (%).	57
Çizelge 4.24. SEM-EDX sonucuna göre elementlerin kütleli oran kıyaslaması.....	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Gaz kromatografisinin şematik görünümü.....	10
Şekil 2.2 : Taramalı elektron mikroskobu kısımları.....	15
Şekil 2.3 : Taramalı elektron mikroskobu (SEM).....	15
Şekil 2.4 : Elementel analiz cihazı.....	17
Şekil 3.1 : Çalışmalarda kullanılan numuneler.....	18
Şekil 3.2: Havanda numuneyi toz hale getirme.....	19
Şekil 3.3: Numune tartımında kullanılan terazi.....	19
Şekil 3.4: Clavenger ekstraksiyon.....	21
Şekil 3.5: Numunelerde ilk yağ oluşumu.....	21
Şekil 3.6: Viallere alınmış uçucu yağlar	22
Şekil 3.7: GC-MS cihazı.....	22
Şekil 3.8: GC-MS numune verme kısmı.....	23
Şekil 3.9: FTIR cihazının genel görünümü.....	24
Şekil 3.10: FTIR cihazına numune verme.....	24
Şekil 3.11: Taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDAX).....	25
Şekil 3.12: Taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDAX) numune yerleştirme bölümü.....	25
Şekil 4.1: Pentan	30
Şekil 4.2: Alfa-PinenK.....	31
Şekil 4.3: Camphene	31
Şekil 4.4: Sabinene.....	32
Şekil 4.5: Delta-3-Carene.....	33
Şekil 4.6: Alpha Phellandrene.....	34
Şekil 4.7: Alpha-Terpinene.....	35
Şekil 4.8: Limonene.....	35
Şekil 4.9: Gamma-Terpinene.....	36
Şekil 4.10: Terpinolene.....	37
Şekil 4.11: Linalool.....	38
Şekil 4.12: Copaene.....	38
Şekil 4.13: 4-Carvomenthenol.....	39
Şekil 4.14: Beta-Caryophyllene.....	40
Şekil 4.15: Alpha Cubebene.....	41
Şekil 4.16: Caryophyllene Oxide.....	42
Şekil 4.17: p-Cymene.....	42
Şekil 4.18: Myrcene.....	43
Şekil 4.19: Tumerone.....	44
Şekil 4.20: Tomatine	49
Şekil 4.21: L-Gliseraldehit.....	50
Şekil 4.22: B1s Amino Tr1s Methane	50
Şekil 4.23: B-Cyclodextrin.....	51
Şekil 4.24: Piperine.....	52
Şekil 4.25: Quinine Anhydrous.....	53
Şekil 4.26: 3,4-Dimethoxybenzyl Alcohol.....	53
Şekil 4.27: Beyaz biberin SEM-EDX görüntüsü.....	55
Şekil 4.28: Yeşil biberin SEM-EDX görüntüsü.....	55
Şekil 4.29: Kara biberin SEM-EDX görüntüsü.....	56
Şekil 4.30: Kırmızı biberin SEM-EDX görüntüsü.....	56
Şekil 4.31: Zerdeçalın SEM-EDX görüntüsü.....	56

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

GC-MS	: Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometresi
SEM-EDX	: Taramalı Elektron Mikroskobu
FTIR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
IR	: Infrared Detection
GC	: Gaz Kromatografisi
HNO₃	: Nitrik asit
HEKSAN	: n-heksan
C	: Karbon
H	: Hidrojen
N	: Azot
S	: Kükürt

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TIBBİ AROMATİK BİTKİLERDEN KARABİBER (*PIPER NIGRUM*) VE ZERDEÇAL (*CURCUMA LONGA*) İÇİNDEKİ KİMYASAL BİLEŞENLERİN KULLANIM ALANLARI

Yunus UĞUR

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

65+xii sayfa

2024

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Nurhayat ÖZDEMİR

Tıbbi ve aromatik bitkilerden olan karabiber çeşitleri ve zerdeçal clavenger ekstraksiyon cihazı ile uçucu yağlar elde edildi. Çözgen olarak saf su kullanıldı. Her bir numune için ayrı ayrı GC-MS kütüphane taraması yapıldı. Numunelerin katı hali, organik maddelerin yapısı hakkında bilgi edinmek için FTIR ile analizlendi.

FTIR ve GC-MS taraması sonucunda elde edilen bileşenlerin açıklaması yapıpıp sağılık, gıda, kozmetik, ilaç sektöründe ki kullanım alanları araştırıldı. Eser elementlerin tayininde, ön çalışma olarak, toz haline getirilen karabiber çeşitleri ve zerdeçal karbon kaplama yapılarak bileşimi ve morfolojisi hakkında bilgi sağılamak için SEM-EDX’da makro ve mikro element analizi yapıldı.

GC-MS cihazı ile analiz elde edilen bileşenler; pentane, alpha-pinene, camphene, beta-pinene, sabinene, delta-3-carene, alpha.-phellandrene, limonene, beta-caryophyllene, terpinolene ve myrcene’dir. FTIR cihazında karabiber çeşitlerine ait bileşenler; l(-)-glyceraldehyde, bıs amino-trıs methane, b-cyclodextrın, piperine, quinine anhydrous bulundu. Zerdeçal numunesine ait bileşenler; 3,4-dimethoxybenzyl alcohol, 2,3,4,5,6-pentafluorophenol, veratrylamine, l(-)-glucose bulundu.

Anahtar Kelimeler: Karabiber, Zerdeçal, GC-MS, SEM-EDX, FTIR, Uçucu yağ

ABSTRACT

Master Thesis

USAGE AREAS OF THE CHEMICAL COMPONENTS IN THE MEDICINAL
AROMATIC PLANTS BLACK PEPPER (*PIPER NIGRUM*) AND TURMERIC
(*CURCUMA LONGA*)
Yunus UĞUR

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Chemistry

65 + xii sayfa

2024

Supervisor: Dr. Öğretim Üyesi Nurhayat ÖZDEMİR

Essential oils of black pepper varieties and turmeric, which are medicinal and aromatic plants, were obtained with the clavenger extraction device. Pure water was used as solvent. GC-MS library screening was performed separately for each sample. The solid state of the samples was analyzed by FTIR to obtain information about the structure of organic substances.

The components obtained as a result of FTIR and GC-MS scanning were explained and their usage areas in the health, food, cosmetics and pharmaceutical industries were investigated. In the determination of trace elements, as a preliminary study, powdered black pepper varieties and turmeric were carbon coated and macro and micro element analysis was performed in SEM-EDX to provide information about their composition and morphology.

Components analyzed with GC-MS device; pentane, alpha-pinene, camphene, beta-pinene, sabinene, delta-3-carene, alpha-phellandrene, limonene, beta-caryophyllene, terpinolene and myrcene. Components of black pepper varieties in the FTIR device; l(-)-glyceraldehyde, bis amino-tris methane, b-cyclodextrin, piperine, quinine anhydrous were found. Components of the turmeric sample; 3,4-dimethoxybenzyl alcohol, 2,3,4,5,6-pentafluorophenol, veratrylamine, l(-)-glucose were found..

Key Words: Black Pepper, Turmeric, GC-MS, SEM-EDX, FTIR, Essential oil

1.GİRİŞ

Kaliteli ve daha sağlıklı bir dünyada, yaşam kalitesinin değer kazanmasıyla sürdürülebilir bir yaşam ölçütü karşımıza çıkmaktadır. Anlatılmak istenen yaşam; daha güzel, sağlıklı ve uzun yaşam. Bu durumda bitkisel ve doğal beslenme karşımıza geliyor. İnsanlığın başlangıcıyla beraber bitkiler tedavi için kullanılmaya başlanmıştır. Çağımız gelişmiş tıbbında elde edilen pek çok ilaç bitkilerden yapılmaktadır [1]

Bitkilerden pek çok baharat elde edilmektedir. Elde edilen bu baharatlar geçmişten günümüze gıda ve sağlıkta çok kullanılmıştır.

Baharatlar içerisinde yer alan karabiber ve zerdeçal yüzyıllardır gıda tatlarını iyileştirmek, lezzet aroma kazandırmak ve gıda koruyucu maddeler olarak kullanılmıştır. Ayrıca sağlığa faydaları nedeniyle baharatlar eski çağlardan beri tıbbi uygulamalarda çok sık kullanılmıştır. Bu baharatların sağlık etkilerinden bazıları antioksidan, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal etkilerinin yanı sıra kardiyovasküler hastalık, nörodejenerasyon ve kansere karşı potansiyel koruma sağlar. Tıbbi ajan olarak baharatlara olan ilgi artmaktadır.

Baharatların insan sağlığına çeşitli faydaları vardır ancak yapılan araştırmalarda bazı baharatların birlikte kullanımı sağlık yönünden birçok faydasının olabileceği ortaya konmuştur. Bunlar zerdeçal ve karabiberdir. [2]

1.1. Karabiber (*Piper Nigrum*)

Piperaceae ailesinden olup meyvesi için yetiştirilen ve genel olarak kurutulup baharat ve çeşni şeklinde kullanılan çiçekli bir asmadır. [3]

Karabiber, Güney Hindistan'ın Batı Kıyısında (Hindistan'ın Kerala eyaletinin bir parçası) tropikal bir bölge olan Malabar'a özgüdür. Kara altın' ve 'baharatların kralı' olarak adlandırılan karabiber en çok tüketilen baharattır. Biber binlerce yıldır Hindistan'da yetişmiştir ve Batı'ya ilk kez Büyük İskender'in (MÖ 4. yy) küresel fetihlerinden sonra tanıtılmıştır. Biber eski zamanlarda o kadar değerliydi ki vergi, haraç, çeyiz ve kira ödemek için para olarak kullanılıyordu. Altın gibi tartıldı ve ortak bir değişim aracı olarak kullanıldı. Biber, antik Roma mutfağında kullanılmış ve ortaçağ Avrupa mutfağının bir statü sembolü haline gelmiştir. Biber asması, kendisini bir destek ağacına veya insan yapımı bir yapıya yapıştıran çok yıllık sarmaşık benzeri tırmanıcı bir bitkidir. [4]

Karabiberin meyveleri 4-6 mm çapında, küre şeklinde siyah renkli yüzeyi buruşmuş taneler şeklindedir. Eriğe benzer yapısıyla ve küremsi olan meyvenin dış kısmı etli iç kısmı ise serttir. Hasat zamanı ve işlemeye bağlı olarak karabiberler siyah, beyaz, yeşil veya kırmızı olabilir. Olgunlaşmamış taneler toplanıp kurutulursa karabiber; olgunlaşp

kuruduktan sonra kabuğu alınırsa beyaz biber elde edilir. Yeşil biber ise tam olgunlaşmamış yeşil meyvelerin toplanıp salamurada bekletilmesi sonucu elde edilen üründür. Kurutma safhasına geçmeden dalda çok bekletilen meyveler ise zamanla kızarmakta ve kırmızı rengi almaktadırlar. Bu da kırmızı biber adını alır.

Karabiber sofraların vazgeçilmez bir baharatıdır. Bu baharat özellikle zerdeçal ile birlikte kullanıldığında çok fayda sağlamaktadır. Karabiberde bulunan piperin, zerdeçalda bulunan kurkumin'in vücutta daha fazla emilmesine yardımcı olmaktadır. [2]

1.2. Zerdeçal (*Curcuma Longa*)

Zencefil ailesinden bir bitki olan zerdeçal (*Curcuma Longa*), Güneydoğu Asya'ya özgüdür ve ticari olarak o bölgede, özellikle Hindistan'da yetiştirilir. [5] Zingiberaceae familyasından olan bu bitkiye ait sarı çiçekleri ve geniş yaprakları olan çok yıllık ve otsu bir bitkidir. [6]

Genel olarak gıda sanayinde, parfümeri gibi kozmetik ürünlerde sıkça kullanılmaktadır. Tadı sıcak ve acımsıdır. Genellikle köri soslarında, hardal, tereyağı, peynir gibi ürünlere tat kazandırmak ve renk vermek için kullanılır. [7]

Geçmiş zamanlarda, zerdeçal ayurveda, geleneksel hint tıp sistemi ve geleneksel çin tıbbı gibi doğu asya tıp sistemlerinde yoğun olarak kullanılmıştır. Günümüz geleneksel sağlık sisteminde zerdeçal artrit, sindirim bozuklukları, solunum yolu gibi çok çeşitli sağlık alanlarında besin takviyesi olarak kullanılmıştır. [5]

2. KURAMSAL İLKELER

2.1. Uçucu Yağlar ve Karakteristiği

Aromatik uçucu yağların aromaterapide çok sık kullanılmaktadır. Aromaterapi ile masaj, kompres, inhalasyon ve banyo şekline yapılan takviye edici bir tedavi yöntemidir. Geçmişi yaklaşık 6000 yıl öncesine dayanan aromaterapinin ilk olarak eski Mısırlılarda muya yapımında kullanıldığı saptanmıştır. [8]

Uçucu yağlar zihinsel, fizyolojik ve duysal tepkiler oluşturabilen bitkisel kaynaklardan üretilen güçlü özlerdir. Çok hızlı buharlaşırlar ve vücutta emilim oranı yüksektir. Bu yağlar keskin bir kokuya sahip olup aromatiklerdir. [9]

Alternatif ve tamamlayıcı tedavilerin modern tıpla birlikte kullanımı günümüzde hız kazanmıştır. Aromaterapi çeşitli hastalıkları iyileştirmek için gerekli teröpatik ajanlar olarak kullanılan uçucu yağlar, terapide tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır. Aromatik veya uçucu yağlar bitkinin çiçek, ağaç kabuğu, gövde, yaprak, kök, meyve ve çeşitli kısımlarından pres veya damıtma şeklinde elde edilir. [10]

Karakteristiği

Genel olarak uçucu yağlar antiviral, antifungal ve antibakteriyel bir özelliğe sahip olup maya ve küflere karşı antiseptik ve antibiyotik özellik göstermektedir. Karabiber, karanfil ve lavanta gibi bazı bitkilerin uçucu yağları bunlara örnek verilebilir. [11]

Uçucu yağlar oda sıcaklığında genelde sıvıdırlar. Genellikle yüksek kaynama noktasına sahiptirler. Çoğunluğu renksizdir. Ancak mavi ve kırmızı renkli uçucu yağlar da bulunmaktadır. Papatyada bulunan uçucu yağ mavi, tarçın ve karanfilde ise kırmızı renktedir. Uçucu yağlar genel olarak suda çözünmezler alkolde, sabit yağda ve hegzan gibi çözücülerde çözünmektedirler. [12]

Kimyasal yapılarını oluşturan en büyük grup terpenlerdir. Aynı zamanda oksijenli terpenoid türevleri(ketonlar, esterler, ve aldehitler), benzenoik şeklindeki bileşenler (aldehitler, alkoller, laktonlar, fenoller, esterler gibi.) ve ender olarak azot veya kükürt bileşikler de yapılarında bulundurmaktadır. Çoklu bileşenlerden oluştuğu için yapıları karmaşıktır. [13]

2.2. Uçucu Yağlar Etki Mekanizması

Uçucu yağ bileşenlerinin antimikrobiyal etki şekli ile ilgili çoğu çalışma bakteriler üzerinde gerçekleştirilmiştir, ancak bunların maya ve küfler üzerindeki etkileri hakkında daha az şey bilinmektedir. Gram-negatif bakteriler genellikle Gram-pozitif bakterilerden daha az duyarlıdır. Gram-negatif bakterilerin dış zarı, makromoleküllere ve hidrofobik bileşiklere karşı bir bariyer oluşturan hidrofilik lipopolisakkaritleri (LPS) içerir ve Gram-negatif bakterilerde esansiyel yağlarda bulunanlar gibi hidrofobik antimikrobiyal bileşenlere karşı yüksek tolerans sağlar. [14]

2.3. Yapılarına Göre Uçucu Yağlar

1.Kimyasal Yapılarına Göre Uçucu Yağlar

2.Aromatikliklerine Göre Uçucu Yağlar

2.3.1 Kimyasal yapılarına göre uçucu yağlar

Uçucu yağlar genel olarak iki farklı kimyasal bileşen grubuna ayrılabilir; bunların büyük bir kısmı terpenlerden (monoterpenler, seskiterpenler ve diterpenler) oluşan hidrokarbonlar ve genel olarak esterler , aldehitler , ketonlar , alkoller , fenoller ve oksitler olan oksijenli bileşiklerdir.

Terpenler

Vucüta toksin birikimine engel olur ve böbreklerden atılmasına yardımcı olur.

a) Seskiterpenler

Antiinflamatuvar ve antiseptiktir. Karaciğer ve bez uyarıcısı olarak çalışırlar ve karyofillen ve valencen içerirler. Berlin ve Viyana üniversitelerinden yapılan araştırmalar epifiz ve hipofiz bezlerinin etrafındaki oksijenlenmenin arttığını gösteriyor. Daha fazla araştırma, seskiterpenlerin kan-beyin bariyerini aşma ve beyin dokusuna girme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Chamazulen ve farnesol gibi diğer seskiterpenler, anti-inflamatuar ve anti-bakteriyel aktivitede çok yüksektir. Chamazulene papatya, solucan otu ve civanperçemide bulunmaktadır.

b) Esterler

Bir alkolün bir asitle reaksiyonundan kaynaklanan bileşiklerdir (esterifikasyon olarak bilinir). Esterler çok yaygındır ve çok sayıda uçucu yağda bulunur. Mantar önleyici, sakinleştirici ve rahatlatıcıdır.

c) Aldehitler

Oldukça reaktiftir ve CHO (Karbon, Hidrojen, Oksijen) grubu ile karakterize edilir. Genel olarak, merkezi sinir sistemi üzerinde rahatlatıcı bir özelliği olan anti-enfeksiyözdürler. Topikal olarak uygulandığında oldukça rahatsız edici olabilirler, ancak solunduğunda derin bir sakinleştirici etkisi vardır.

d) Ketonlar

Diğer bileşenlerden izole edildiğinde bazen mukolitik ve nörotoksiktir. Bununla birlikte, kaydedilen tüm toksik etkiler, kobaylar ve sıçanlar üzerinde yapılan laboratuvar testlerinden kaynaklanmaktadır. Yüksek konsantrasyonda keton içeren yağların (pelin otu, solucan otu, ve adaçayı gibi) bir insan üzerinde toksik bir etkiye neden olduğu hiçbir belgelenmiş vaka yoktur. Ayrıca, toksik bir nörolojik etkiye neden olmaları için bu yağların büyük miktarlarının tüketilmesi gerekir. Ketonlar hücre yenilenmesini uyarır, doku oluşumunu teşvik eder ve mukusu sıvılaştırır. Kuru astım, soğuk algınlığı, grip ve kuru öksürük gibi durumlarda faydalıdır ve büyük ölçüde çözdük, adaçayı ve bunun gibi üst solunum sistemi için kullanılan yağlarda bulunurlar.

e) Alkoller

Genellikle antiseptik ve anti-viral aktiviteleri ile tanınırlar. Canlandırıcı bir kalite yaratırlar ve toksik olmadığı kabul edilir.

f) Oksitler

Bir oksit bir elementin veya oksijenli bir radikalın ikili bir bileşimidir. Cineol (veya okaliptol) ailenin açık ara en önemli üyesidir ve neredeyse kendi sınıfında bulunur. Anestezik, antiseptiktir ve balgam söktürücü olarak çalışır. Sineol, okaliptüs yağının ana bileşeni olarak iyi bilinir.

Tüm saf uçucu yağlar bazı anti-bakteriyel özelliklere sahiptir. Bulaşıcı hastalıklarla savaşmaya yardımcı olan beyaz kan hücrelerinin üretimini arttırırlar. Bu özellikleri sayesinde aromatik bitkiler çağlar boyunca çok itibar görmüş ve 16. yüzyılda sıtma, tifo ve tabii ki salgın veba hastalıklarının başlangıcında çok yaygın olarak kullanılmıştır. Araştırmalar, sürekli olarak saf uçucu yağlar kullanan kişilerin hastalıklara, soğuk algınlığına, nezle ve hastalıklara karşı ortalama bir kişiden daha yüksek bir dirençle sahip olduğunu bulmuştur. Daha fazla gösterge, bu tür kişilerin soğuk algınlığı, grip veya başka bir hastalığa yakalandıktan sonra uçucu yağ kullanmayanlara göre yüzde 60-70 daha hızlı iyileşeceğini gösteriyor. [15]

2.3.2. Aromatiklikleri bakımından uçucu yağlar

Aromatik uçucu yağlar koku ve tat özelliklerine göre sınıflandırmak mümkündür.

Bunlar;

- ❖ Fazla kokulu ve tadı tatlı uçucular
- ❖ Kokulu ve tadı acı uçucular
- ❖ Tadı keskin ve kokulu uçucular

Böyle karakterde olan uçucu yağlardan üretilen aromatik ürünler; karabiber, bazı tarçın çeşitleri, karanfil, anason, rezene gibi bitkilerdir.

2.4. Uçucu Aromatik Yağların Elde Edilme Yöntemleri

Antik çağlarda bazı medeniyetlerde çok yoğun olarak aromatik yağlar kullanılmıştır. Günümüzde geleneksel tıbbın bir parçası olan aromaterapiye olan ilgi uçucu yağların yoğun bir şekilde kullanımını artırmıştır.

Aromatik yağların elde edilmesinde bitkilerin kök, gövde, yaprak gibi çeşitli kısımların uygun çözücüler kullanılarak ekstrakte edilirler. Oda koşullarında sıvı formda olan bu yağlar renksiz veya hafif sarı uçuculuğu fazla olan keskin kokulu doğal bir maddedir. Bitkinin az bir kısmında bulunmaktadır. Kimyasal yapılarına bakıldığında en büyük grubu terpenler oluşturmaktadır. Azda olsa yapılarında aldehitler, esterler, alkoller, fenoller, kükürt gibi bileşimlerde yapılarında barındırırlar. Aromatik yağlar gıda sanayinde ve kozmetikte yoğun olarak kullanılmaktadır. [16]

2.4.1 Distilasyon metodu (Damıtma)

Birkaç yada daha fazla sıvı bileşenin ısı farkından yararlanılarak elde edilen ayırma şeklidir. Burdaki temel amaç kaynama noktası düşük olanı gaz fazına geçirip daha sonra yoğunlaştırıcıdan sıvı forma dönüştürüp ayırmaktır. Damıtmanın verimli olabilmesi için ayrılacak maddelerin uçucu özelliği yüksek olmalıdır. Damıtma daha çok organik bileşiklerin ayrılmasında kullanılır. Destilasyonda 3 yöntem vardır. Vakum distilasyonu, su distilasyonu ve buhar distilasyonu. [17]

2.4.1.1. Buhar ile distilasyon

Buhar damıtma yönteminde bir cam kabın içerisine yerleştirilen taze ham maddenin basınçla birlikte uygulanan buhar, yağ damlalarıyla beraber sürüklenerek toplama kabına gelir ve burda yoğunlaştırılıp ayrıştırılır. [16]

2.4.1.2. Vakum ile distilasyon

Yüksek kaynama sonucu bozulan ürünlere uygulanan bir yöntemdir. Böyle durumlarda kap içerisinde bulunan sıvının basıncı düşürülerek yüksek sıcaklıkta kaynaması önlenir. Bunun sonucunda düşük sıcaklıkta ayırma işlemi gerçekleştirilmiş olur.

2.4.2 Ekstraksiyon yöntemi

Ekstraksiyon yöntemini geleneksel ve modern metot olarak sınıflandırabiliriz. Maserosyon ve sokshelet yöntemi geleneksel olup ürün elde edilmesi daha çok zaman aldığı gibi kullanılan kimyasallar çevreyi kirletebilmektedir. Son zamanlarda önemli gelişme sağlayan mikrodalga ekstraksiyonu ve süperkritik sıvı daha çabuk, verimli ve gelişmiş yöntemler arasında sayılmaktadır. Verimli bir ekstraksiyon için sıcaklık önemli bir parametredir. Uçucu yağların sıcaklık aralığı 40 ile 60°C yarı uçucu yağların sıcaklık aralığı ise 80 ile 100°C aralığındadır. [16]

2.4.2.1 Solvent ekstraksiyonu

Geleneksel ekstraksiyonda bitkisel maddeler, olduğu gibi oda sıcaklığında solventin içine daldırılır yada bir organik çözücüde sokslet içinde kaynatılır. Analitik laboratuvar ortamlarında çözücü olarak pentan-diklormetan (2:1) ve eter, endüstride ise organik çözücü olarak etanol ve hekzan kullanılır. Ekstraksiyon sonucunda, organik çözücü distilasyon yöntemi ile bulunduğu ortamdan alınarak geri kazanımı sağlanmaktadır. Geri kalan mumsu kalıntının içinde ise uçucu bileşenler bulunur.

Çözücü ekstraksiyonun bazı olumsuz yanları bulunmaktadır. Bunların ilki ekstraksiyondan sonra oluşan yoğunlaştırma aşaması sırasında molekül ağırlığı düşük olan uçucu bileşenlerin kaybı ve artifakların oluşumu, bir diğeri ise ekstraksiyondan arta kalan çözücü kısmıdır. Böyle sorunlar çevre kirliliği ve ekonomik yönden tehlike arz etmektedir. Kaliteli ve saf çözücüler ise maliyetli ve çok fazla kullanılırsa maddiyat açısından yük oluşturur.

2.4.2.2 Süperkritik sıvı ekstraksiyonu

Aromatik bitkilerin yağı çıkarılırken organik çözücülerin kullanımı çevresel ve sağlık açısından pek istenmeyen bir durumudur. Bundan dolayı daha az çözücü sarfeden, ekstraksiyon zamanı kısa olan ve genel şartlarda çözünen bileşikleri yüksek sıcaklıklarda ayırma özelliği ile süperkritik sıvı ekstraksiyonu giderek önem kazanmaktadır.

Süperkritik sıvı ekstraksiyonu, özünde çözücü bir ekstraksiyondur. Süperkritik sıvı özelliğinde olan çözücüler organik maddeler yerine, çözücü gibi kullanılabilir.

2.4.2.3 Mikrodalga ile ekstraksiyon

0.3-300 GHz arasında olan mikrodalgalar elektromanyetik radyasyon dalgalarıdır. Genel olarak bitkisel materyallerde 2.5-75 GHz aralığında ekstraksiyon sağlanmaktadır. Bu yöntemin verimliliği büyük oranda çözücünün cinsine, bitkisel ürüne ve uygulanan mikrodalga kuvvetine göre değişmektedir. Sürtünme yoluyla ısı aktarımı yöntemin tersine, mikrodalgalar numunenin bütününe birden ısıtabilmektedir

2.4.2.4 Sıkıştırılmış çözücü ile ekstraksiyon

Bilinen ekstraksiyon metotların alternatifi olarak geliştirilen bir yöntem çeşididir. Ekstraksiyon süresi, çözücü tüketimi, randıman ve tekrarlanma gibi olumlu yanları vardır. Metodun verimini artırmak için yüksek basınç ve sıcaklıktaki organik çözücüler kullanılır.

Bu tür yöntemlerde, paslanmaz çelik bir kabın içerisine konulan katı veya yarı-katı numunenin çözücü ile bir fırının içinde 50-200°C aralığında olan derecelerde ısıtılması ile başlanır ve ısıtma yapılacağı sırada fırına 500-3000 psi değerinde basınca tabi tutulur. Ekstraksiyon süresinin 5 ve 10. dakikalarında bulunan ortama yeni çözücü verilerek numunenin ve kabın yıkanması sağlanır. Sistemde bulunan çözücünün hepsi genel olarak nitrojen gazı kullanılarak bir şişe içerisine alınmaktadır.

2.4.2.5 Katı-faz mikroekstraksiyonu

Katı-faz mikroekstraksiyonunda, örnek hazırlama sırasında oldukça başarılı ve yeni bir yöntemdir. Bu yöntemde numune hazırlama, yoğunlaştırma ve ekstraksiyon aşamalarını çözücü bulundurmeyen tek bir aşamada yapılabilmektedir. Bu yöntemin işlemi ve süresinde büyük ölçüde zaman ve ekonomik tasarruflar sağlanabilmektedir. Yöntemin GC-MS ile beraber biyoloji, çevre ve gıda numunelerindeki yarı uçucu ve uçucu organik materyallerin ekstrakte edilmesinde kullanılabilmektedir. Basit bir alet olan katı-faz mikroekstraksiyonu, modifiye yapılmış bir şırınga gibidir.

2.4.3 Çok yönlü ekstraksiyon metotları (sde)

Çalışma yöntemine göre numune SDE aletinin sol kısmında su dolu cam balonun içine konularak kaynama işlemi gerçekleştirilmektedir. Uçucu yağlar, buharla distile edilerek sol kolon kısmından yukarı doğru ilerlerken aynı anda SDE aletinin sağ kısmındaki çözücü kısımda buharlaştırılır. Ekstraksiyon işlemi aletin üst tarafında bulunan soğutucunun cidar kısmında su ve çözücü buharının yoğunlaşmasıyla gerçekleşebilmektedir. Bu yöntemde hem zamandan hem de kimyasaldan tasarruf gibi avantajları bulunmaktadır.

2.4.4 Presleme yöntem

Turuncgillerden portakal ve limon gibi meyvelerin kabuklarında bulunan uçucu bileşenler distilasyon yöntemiyle bozulabilmektedir. Bunun gibi meyve kabukları hidrolik pres uygulanarak uçucu yağlar elde edilir. [16]

2.5 Gaz Kromatografisi Kütle Spektrofotometresi

Gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi, iki güçlü analitik yöntemin kombine şeklindeki halidir. Gaz kromatografisi, karışımda bulunan bileşikleri ayırt eder. Kütle spektroskopisi ise yapıdaki her bir bileşenlerin yapı olarak tanınmasında katkıda bulunur. GC-MS çok bileşikli karışımdaki elementlerin belirlenmesinde, gaz halinde olan veya gaz haline gelebilen numunelerin kütle kromatografik işlemle ayrıştırılmasına olanak verir. [18]

2.5.1 Gaz kromatografisi (GC)

Gaz halinde bulunan bir karışımda veya kolay bir şekilde buharlaşabilen bileşenlerin birbirlerinden ayrılmasını sağlayan bir yöntemdir. Gaz kromatografisi oldukça hızlı bir ayırım yapılabilmektedir. Oldukça kompleks olan karışımları ayırma yeteneğine sahip ve çok küçük değerleri tespit etme gibi bir özelliği vardır. Tekrarlanabilir analiz ve doğru sonuçları elde edilir. Bu yöntemde iki faz vardır;

- a) Bu sabit faz içindeki geniş gözenekli dolgu madde arasından rahatlıkla geçebilen hareketli faz kısmı
- b) Yarıçapı küçük uzun bir boru içine yerleştirilmiş geniş gözenekli bir maddeden meydana getirilen sabit faz (kolon) kısmı

Gaz kromatogramında bulununan hareketli fazlar gazdır ve bu cihazın adı da burdan gelmektedir. Gaz kromatografisi sabit fazın durumuna göre ikiye ayrılır.

Birincisi; gaz-katı kromatografisi ikincisi ise; gaz-sıvı kromatografisidir.

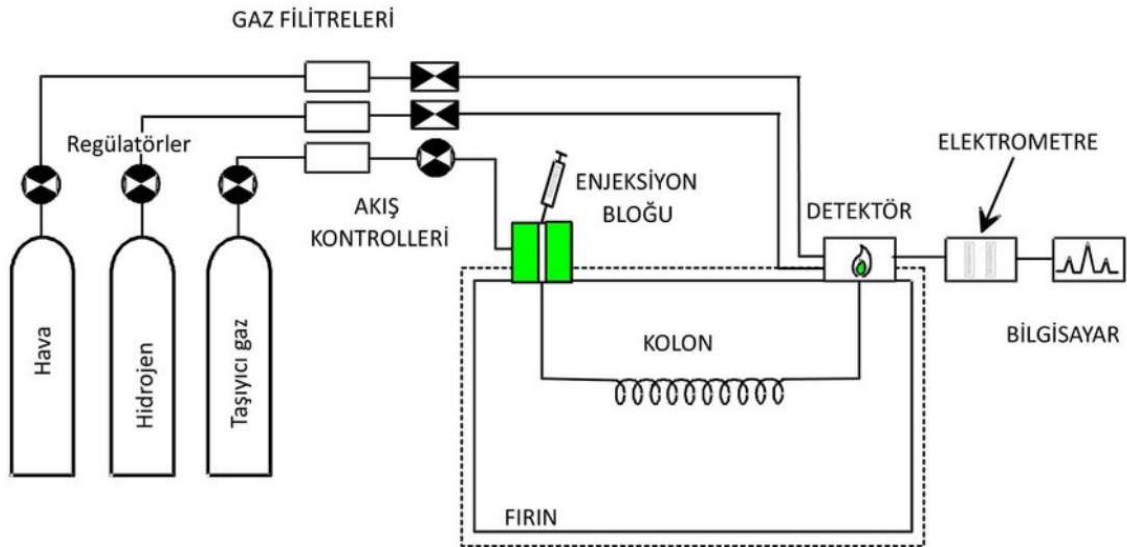
Gaz-katı kromatografisi adsorpsiyon olayında elde edilen pik çizgileri kuyruk şeklindedir. Bu gibi piklerin ayrımı oldukça zordur. Bu durumdan ötürü gaz-katı kromatografisi fazla kullanılmamaktadır. Gaz katı kromatogramında alüminyumoksit, silikajel ve aktif kömür gibi maddeler kullanılmaktadır.

Gaz-sıvı kromatogramında ise gözenekli yüzeyi geniş katı maddeye has bir sıvı uygulaması yapılır. Bu sıvı katı maddedeki gözenekler dahil, tüm yüzeylere dağılmakta ve sabit faz gibi davranmaktadır. Hareket halinde olan gaz fazı bu fazın içinden rahatlıkla

geçebilmektedir. Bu yöntem çeşidinde dağılma etkin durumdadır. Analizlenecek numune içinde bulunan bileşenler bu fazlar arasında yapılarına göre bir dağılım gösterirler. Gaz kromatografisine verilen numune içindeki maddeler özel bir gaz olan helyum ve azot içerisinde taşınırlar. Numune içinde bulunan gazlar sabit fazla aralarında bulunan iligiyeye göre çok yada az tutunurlar. Tutulma olayı aslında bir yavaşlatmadır. Maddelerin kolona girdikten sonra taşıyıcı gaz tarafından dedektöre ve ardından atmosfere salınırlar. Gazlar hareketli fazla sabit faz arasında dağılmalarında bağlanma, çözünürlük, moleküler süzülebilme, adsorplanma gibi olaylar etkin olabilir. Gaz kromatogramında, kolonun sıcaklığı yüksek tutulup ayrılacak maddeler gaz fazına geldiğinden, kaynama noktası 500 °C ye kadar olan bileşenler ayrışırlar. [19]

Gaz kormatografisi 6 bölümden oluşur:

- ❖ Numune enjekte etme bölümü
- ❖ Sürükleyici gaz, basınç ve akışı ayarlayan bölüm
- ❖ Isıtma bölümü
- ❖ Dedektör bölümü
- ❖ Kolon bölümü
- ❖ Kayıt bölümü



Şekil.2.1: Gaz kromatografisinin şematik görünümü

❖ Sürükleyici gaz, basınç ve akışı ayarlayan bölüm,

Kromatoğrafının içinde bulunan taşıyıcı gazın silindirden regülatörler vasıtasıyla basınç düşürülerek sabit akış hızında gaz kolonlara verilir. İzoterm çalışmalarında kolon geçirgenliği ayırma boyunca değişmez, fakat ısı programlanması yapılan çalışmalarda sıcaklık arttıkça kolon direnci ve gaz vizkozitesi artacağından gazın akışı azalmaktadır

Bir taşıyıcı gazın sahip olması gereken özellikler:

1. Ayrılan bileşik ile reaksiyona girmemelidir
2. Gaz difüzyonu minimum düzeyde olmalı
3. Maliyeti düşük kolay ve saf olmalıdır.
4. Dedektörlerin kullanımına uygun olmalıdır. [17]

❖ Numune enjekte etme bölümü

Belli sıcaklıktaki örnek odasıdır. Bu kısımda numune sıvı veya gaz halde silikon bir septumdan enjekte edilir. Enjeksiyon iki türlü yapılabilir. Birincisi splitless enjeksiyondur. Bu yöntemde numune seyreltilmeden enjektörle çekilir ve alınan kısım tamamen sisteme verilir. İkincisi ise split enjeksiyondur. Bunun yöntemi ise numune sisteme belirli bir oranda seyreltilip verilir. [20]

❖ Isıtma bölümü

Gaz kromatoğrafisinin ayırma kolonu ve diğer bölümleri 0.1°C hassaslığında sabit tutulmalıdır. Ayırma kolonu genel olarak bir hava banyosunun içerisine konulur.

❖ Kolon bölümü

Kolon kısmı ayırmanın gerçekleştiği yerdir. Kolonlar bakır, alüminyum cam yada paslanmaz çelikten yapılabilir. Spiral, düz yada kıvrımlı yapıda olabilmektedirler. Kolonun içine giren maddeler taşıyıcı gaz tarafından ilk olarak dedektöre ardından atmosfere salınırlar. Gazlar hareketli fazla sabit faz arasında dağılımlarında, absorblanma, çözünürlük, bağlanma gibi durumlar etkinlik gösterir. Kolonda sıcaklık yüksek tutularak ayrılması gereken bileşenler gaz durumuna geldiğinden, kaynama noktası 500°C ye kadar olan maddeler ayrılırlar. Kolonda ayırma işleminde sıcaklık, bileşen maddelere göre yapılır. [17]

Gaz kromatografisinde iki çeşit kolon bulunmaktadır

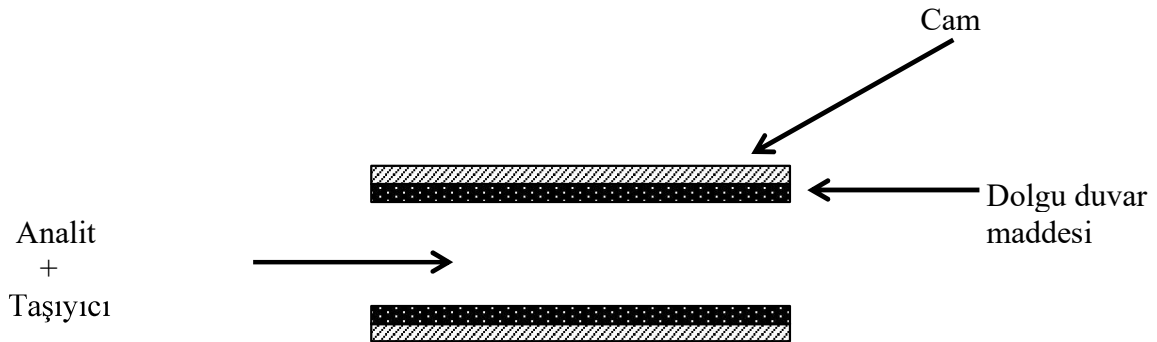
1- Destek kaplamalı kapiler kolonlar (SCOT)

Bu kolonlarda dolgu maddesi yada sabit fazı kolonun çeperine ince bir film tabakası şeklinde uygulanmıştır. Kolon uzunluğu 5 ile 60 m, iç çapı 0.1 ile 0.53 mm arasındadır.



2- Duvar kaplamalı kapiler kolonlar (WCOT)

Sabit faz tepkimeye girmeyen bir destek maddesine emdirilmiş biçimde kolonun içerisine bulunmaktadır. Uzunlukları 1 ile 3m, iç çapı ise 2 ile 4mm arasında olabilmektedir.



Kolonda sabit faz; polar, nonpolar yada ortapolar olabilir. Bileşiklerde ayırım yapılırken özelliğine göre faz seçimi yapılmalıdır. Kolon, üzerine sabit faz yüklenecek destek madde, geniş bir yüzey alanına sahip olmalı, dayanıklı ve inert bir yapıya sahip olmalı. [17]

❖ Dedektör Bölümü

a) Termal iletkenlik dedektörü (TCD)

Kullanım alanı çok fazla olan dedektördür. Böyle dedektörlerde genelde iki tane kullanılır; biri referans diğeri taşıyıcı gaz ve numune karışımının ısısal iletkenliğini izler. Bunlar örnek enjeksiyon odacığının önündeki gaz akımı içine ve kolon çıkışına konularak taşıyıcı gazın ısı iletkenliği yok edilir; akış hızı, basınç ve elektrik gücündeki değişikliklerin etkisi de minimum düzeyde tutulur. Dedektörlerin dirençleri, bir Wheatstone köprüsünün iki kolu üzerinde birleştirilip kıyaslama yapılır. [21]

b) Alev iyonizasyon dedektörü (FID)

Bir çok organik madde bir hava/hidrojen alevinde piroliz olduğunda bir kısım ara ürünler meydana gelir. Bunun gibi reaksiyonlar alevden elektrik taşınmasına neden olurlar.

Karbon bileşenlerinin alevde bulunan iyon sayısı alevde indirgenen karbon atomlarıyla orantılı durumdadır. Amin, alkol, ve karbonil gibi fonksiyonel gruplar çok az iyonlaşırlar yada iyonlaşma hiç olmaz.

Hidrojen alev dedektörleri sık kullanılan, aşırı hassas dedektörlerdir. Isıl iletkenlik dedektörlerine oranla çok karmaşık ve çok maliyetlidir. Bunların doğrusal algı duyarlılığı oldukça fazladır

c) Elektron-yakalama iyonizasyon dedektörü (ECD)

Bu dedektörlerin ölçümü X-ışınlarına benzer şekilde çalışmaktadırlar. Dedektör küçük enerjili β ışını ile iyonlar ve elektronlar üretirler. ECD dedektörleri FID dedektörleri kadar hassastırlar, ancak dinamik aralığı sınırlıdır. Bu tip dedektörler daha çok klorlu tarım ilaçların analizlerinde kullanılmaktadırlar.

d) Kütle spektrofotometre dedektörü (MSD)

Kütle spektrofotometre dedektörleri tüm gaz kromatografisi dedektörleri içinden en güçlü olanlarıdır. GC-MS sisteminde ayırım süresince kütleleri devamlı bir şekilde taramaktadır. Kromatografi kolonundan çıkan numune transfer hattını geçerek spektrofotometrenin giriş kısmına gelir. Burada bir elektron-darbe iyon kaynağı tarafından iyonlaştırılıp fraksiyonlarına ayrışır. Bu işlem esnasında numune enerjilenmiş elektronlarla bombardımana tabi tutulur ve elektrostatik kuvvetler molekülün elektron kaybetmesini sağlayarak iyonlaşır. Bombardımanın ilerlemesi iyonların fraksiyonlarına dönüşmesine sebep olmaktadır. Kütle analizörüne giren iyonlar burada m/z (kütle-yük oranı) değerlerine göre sıralanırlar. İyonların çoğunluğu tek değerliklidir. Sistemde, alıkonma zamanlarını

kromatogram saptar, kütle analizörü ise piklerden, karışımda hangi moleküllerin bulunduğunu belirler. [21]

2.5.2 Kütle spektrometresi (MS)

Bilinen maddeleri ölçmek, örnek içinde bilinmeyen bileşenleri belirlemek, organik yada inorganik bileşiklerden iyon üretimini sağlamak, bu iyonları kütle-yük oranına göre ayırımını yapmak ve bunları nicel-nitel tespitini yapmak ve aynı zamanda farklı moleküllerin yapısını ve kimyasal özelliğini ortaya çıkarmak için kullanılan güçlü bir analitik yöntemdir. İyon ayırımı, dinamik ya da statik elektrik ve manyetik alanlardan etkilenebilir.

Çalışma yönteminde ise; bir kütle spektrometresi, incelenen bir numuneden çoklu iyonlara üretir. Bunları belirli kütle-yük oranına göre ayırır ve sonra her iyon şeklinin bolluk oranını tespit eder. Bileşenlerin kütle spektrometre analizinde ilk olarak elektron iyonizasyonu ile bileşenin gaz fazı iyonlarının üretilmesidir. Bu moleküler iyonlar parçalanır.

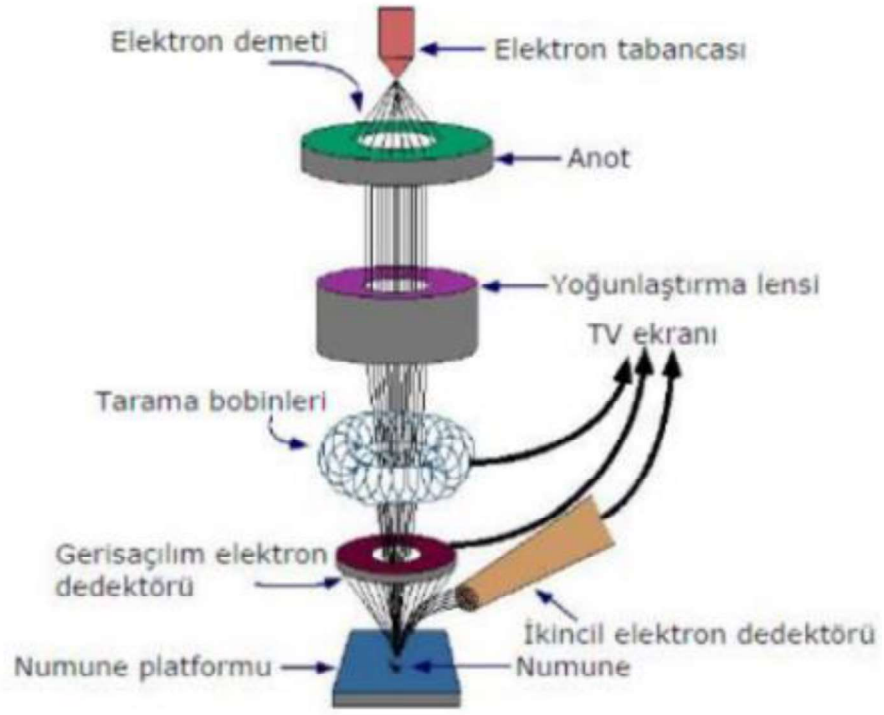
2.5.3 Taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDX)

Taramalı elektron mikroskobu (SEM; Scanning Electron Microscope), gözle göremediğimiz nano ve mikro boyuttaki cisimleri görmek için kullanılır. Numune yüzeyini, odaklanmış bir elektron demeti yardımıyla taratarak görüntüyü elde eder. Numunede bulunan atomlar elektronlarla etkileşerek numune yüzeyinde kompozisyon ve topoğrafi hakkında bilgiler barındıran çeşitli sinyaller gönderir. Bu cihazda görüntü elde edebilmek için daha çok, elektron demeti tarafından uyarılan numunenin atomlarının yaydığı ikincil elektronlardan faydalanır.

Bilgisayar kontrolü ile çalışan taramalı elektron mikroskobu dijital bir şekilde çalışabilmektedir. Diğer mikroskoplara oranla numune incelenmesinde daha yakın bir görüntü oluşturma kapasitesi vardır. 5x ile 300.000x arası bir büyütme özelliği vardır. [22]

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) çalışma metodu

Cihaz numune tutucu, kolon, vakum pompası, görüntüleme sistemi gibi dört bileşenden oluşur. Kolon kısmının üst tarafında elektron demeti tungsten filaman havası alınan bir tüpe yerleştirilerek çok büyük bir gerilim verilerek ısıtılır ve birincil elektronlar oluşturulur. Elektronlar, hava içindeyken havadaki moleküllerle çarpışmasından dolayı ilerleyemezler. Bunun için elektronların geçtiği yolda havanın boşaltılması gerekmektedir. Kolonun ortasındaki anotla hızlandırılmış birincil elektronlar, manyetik merceklerle vakumlanmış ortamda yol alırken odaklanır ve numune üzerine düşürülür. Tarama bobini, odaklanmış bu elektron demetini, incelenecek alan üzerinde gezdirilir. [23]



Şekil:2.2 Taramalı elektron mikroskobu kısımları



Şekil:2.3 Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

2.6. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometresi (FTIR)

Birçok endüstriyel ve akademik laboratuvarlarında çok fazla kullanım alanı vardır. Kızılötesi (IR) spektroskopisi organik ve inorganik karakterizasyonunda kullanılan alettir. IR spektrumu, maddenin atomlar arasında bulunan bağlar titreşmeyle oluşan frekanslara karşılık gelen absorpsiyonun pikleri oluşur. Her maddede kendine özel bir spektrum bulunmaktadır. [24]

FTIR aslında bir çeşit titreşimsel spektroskopidir. Matematiksel olarak Fourier dönüşüm metodu ile ışığın infrared yoğunluğuna karşı dalga sayısını ölçen bir kimyasal analitik metottur. Elektromanyetik ışın demetinin kızılötesi alanı 14000cm^{-1} - 10cm^{-1} arasında bulunur ve dalgaboyu yakın kızılötesi, orta dalga ve uzak dalga boyunda kızılötesi olarak 3 ana kısımdan oluşur. Kızılötesi ışını molekülün titreşimleriyle soğrulur. Matematiksel Fourier dönüşüm spektroskopide ışın şiddeti, zamanın bir fonksiyonu şeklinde ele alınmaktadır.

FTIR madde karakterizasyonunda en çok tercih edilen metotlardandır. Analizlenme süresinin daha az olmasıyla, edinilen detaylı veriler, analizleri yapmak için kullanılan materyallerin maliyetlerinin olmamasından dolayı bunun gibi yöntem sıkça tercih edilmektedir. [25]

Cihazın Özellikleri

- ❖ Ayırma kabiliyeti en az 0.4cm^{-1}
- ❖ 15 bileşenin aynı anda kantitatif tayinini yapabilmektedir.
- ❖ Uzak ve Orta infrared alanda çalışır ($650\text{--}4000\text{cm}^{-1}$).

FTIR spektroskopisinin kullanım alanları

FTIR endüstriyel çalışmalarda kantitatif bir kontrol metodu olarak önemli bir alana sahip bir metottur. Gıda endüstrisinde taşıma ve kimlik teyit etme gibi problemleri çözmek için günümüze kadar kullanım alanı bulmaktadır. Hücrelerin temeli olan biyomoleküller ilgili bilgi vermektedir. Proteinlerin yapı taşı olan amino asitler, kofaktör, enzim oluşumu ve bağların yapısal durumunu incelemeye kullanılır bir yöntemdir. [24]

2.7 Elementel Tayin Cihazı

Elementel tayin cihazı, gaz ,katı yada sıvı numunelerde olan organik ve anorganik madde yapısında bulunan Kükürt (S), Karbon (C), Azot (N) ve Hidrojen (H) 'nin aynı süre içinde analizine olanak sağlayan bir alettir. Ayrıca yapısındaki oksijenin tayinini de yapabilmektedir. Elementel tayin cihazı ile Endüstriyel Kimya (polimer), Petrokimya

Endüstrisi (yağlar ve çeşitleri),Çevre (sediment, su, toprak), Protein ve İlaçlar tayini gibi homojen yapıda olan organik bileşiklerin hepsinin mikro analizini yapmaktadır.



Şekil:2.4 Elementel analiz cihazı

3. ANALİZ VE YÖNTEMLER

3.1. Analiz

Yaptığım çalışmamda Arifoğlu baharat ve Asude baharat firmalarına ait numuneler Malatya’da ticari işletmelerden temin edildi. Bu çalışmada zerdeçal ve hasat zamanına bağlı olarak elde edilen karabiber, yeşil biber, beyaz biber ve kırmızı biber ile çalışıldı.



Şekil:3.1. Çalışmalarda kullanılan numuneler

3.1.1. Toz ve katı halde örnek hazırlama

Katı numune hazırlanması

Zerdeçal ve karabiber çeşitlerinden numune alınarak sarı, yeşil, siyah ve kırmızı olarak kodlandı. Bu numuneler terazide 100 gr şekilde tartıldı. Tartım yapıldıktan sonra balon jöjeye konuldu. Uçucu yağ elde etmek için bu numuneler clavenger aletinde su destilasyonu için hazır duruma getirildi.

Çizelge:3.1 Clavenger aleti için hazırlanan zerdeçal ve karabiber çeşitlerinin miktarları

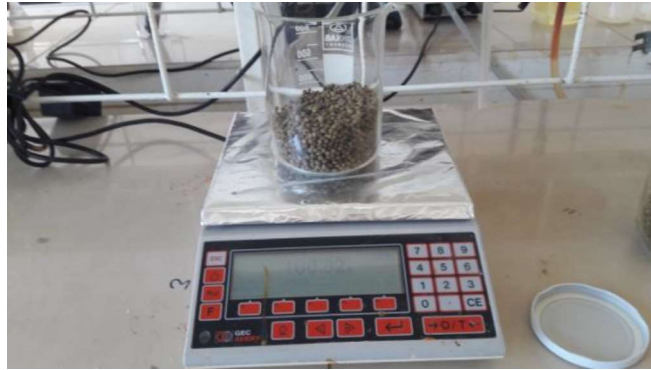
1.Numune (siyah)	2.Numune (yeşil)	3.Numune (beyaz)	4.Numune (sarı)	5.Numune (siyah)
Toplam 100 gr	Toplam 100 gr	Toplam 100 gr	Toplam 100 gr	Toplam 100 gr

Toz halde numune hazırlama

Numunelerden 2 gr alınarak analizi yapılmak için havanda toz haline getirildi.



Şekil:3.2 Havanda numuneyi toz hale getirme



Şekil:3.3 Numune tartımında kullanılan terazi

Analizlerde Kullanılan Kimyasallar

- ❖ Ultra saf su
- ❖ N-Hekzan

Analizlerde Kullanılan Aletler

- ❖ Terazı
- ❖ FTIR Cihazı
- ❖ SEM-EDX Cihazı
- ❖ Havan
- ❖ Eksraksiyon cihazı(Clavenger)
- ❖ GC-MS Cihazı

3.2 Yöntemler

3.2.1 GC-MS için numune hazırlama

Numunelerden uçucu yağ elde etmek için clavenger ekstraksiyon aleti kullanıldı.

Numuneler siyah, yeşil, beyaz, kırmızı ve sarı olarak kodlandı.

Tartımı yapılan numuneler cam balona aktarılıp üstüne 300ml ultra saf su eklenerek clavenger ekstraksiyoncihazında 4 saat boyunca ekstraksiyon işlemine tabi tutuldu.

Bu işlemden sonra elde edilen su yağ fazı ayrımı yapılarak viallere alındı. Uçucu yağlar GC-MS’de analizi yapılmak üzere numune giriş kısmına konuldu.



Şekil: 3.4 Clavenger ekstraksiyon



Şekil: 3.5 Numunelerde ilk yağ oluşumu



Şekil:3.6 Viallere alınmış uçucu yağlar

3.2.2 GC-MS cihazı ile uçucu numunelerin tayini

Analizlerde kullanılan GC-MS için Agilent 6890 GC ve 5973 HP – INNOWAX (polietilen glikol) kolon yapısında (60 mx0,25 mm, 0,25 µm film tabaka kalınlığı) ve dedektörlü selektif olan cihazda yapıldı. 1,7 ml/dakika akış hızı ile tayinlerde helyum taşıyıcı gaz olarak kullanıldı. Sıcaklığı dakikada 5°C olacak şekilde kolonun sıcaklığı 40°C'den 260°C ye artırılacak şekilde ayarlandı 10 dakika boyunca bu sıcaklıkta bekletildikten sonra yine 5°C/dakika yükselerek 260°C'ye artırılması sağlanacak şekilde ayarlandı. Enjeksiyon hacim değeri 2µL, örnek hacim değeri ise 2mL, iyonlaşma durumu da 70eV değerindedir. Mol kütlesi aralığı 41-400 atomik kütle birimi arasındadır. Cihazın oluşturduğu piklerin alanı hesaplanarak kantitatif analizleri yapılmıştır. Cihaz verileri sonucundaki bilgiler bulgular kısmında yorumu yapıldı.



Şekil:3.7 GC-MS cihazı



Şekil:3.8 GC-MS numune verme kısmı

Çizelge 3.2. Analizlerde kullanılan GC-MS cihazının özellikleri

Enjeksiyon Sıcaklığı	Bloğu	260°C
İyon kaynağı sıcaklığı		200°C
Enjeksiyon hacmi		2 µL
Gaz akış hızı		1,7 mL/dak
Taşıyıcı gaz		Helyum
Sıcaklık Programı		5°C/dakika ısınma hızı ile 40°C'den 150°C ye, 10 dk boyunca 150°C' sıcaklığında kaldıktan sonra yine 4°C/dk yükselerek 260°C'ye kadar artmıştır.
Kolon		HP-5 kapiler kolon, 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm
Dedektör		Agilent 5973 kütle selektif dedektör

3.2.3 Analizde kullanılan FTIR cihazının özellikleri

Zerdeçal ve karabiber çeşitlerinden az miktarda alınıp havanda dövüldü ve toz haline getirildi. Numunelerin toz hali FTIR cihazına verilerek analizi yapıldı.

- ❖ Cihaz 8.300-225 cm⁻¹ aralıklarındaki orta ve uzak infrared bölgelerinde çalışabilir.
- ❖ En az ayırma gücü 0.4 cm⁻¹ 'dir.

- ❖ Minimum 15 farklı bileşenin kantitatif analizini aynı anda en küçük kareler yöntemiyle yapmaktadır.



Şekil:3.9 FTIR cihazının genel görünümü



Şekil:3.10 FTIR cihazına numune verme

3.2.4 SEM -EDX (taramalı elektron mikroskobu) cihazı

SEM –EDX cihazında beş farklı numune alınarak havanda toz haline getirildi. Toz haline getirilen numune analizlenmek için cihaza verildi. Analiz sonucunda oluşan

görüntülerde, beş numuneye ait elementlerin kütlece % (m/m)'lik dilimleri ve sapma miktarları elde edildi. Veriler kısmı çizelgelere aktarılarak yorumlandı.



Şekil:3.11 Elektron mikroskobu (SEM-EDX)



Şekil: 3.12 Taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDX) numune yerleştirme bölümü

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1 GC-MS Sonucunda Elde Edilen Veriler

Çizelge. 4.1 Karabiberin (siyah) GC-MS Verileri

Tutunma zamanı	Uçucu bileşenler	Bolluk oranları (%)
3.255	Pentane	4.08
6.248	Alpha-Pinene	6.24
7.204	Camphene	0.38
8.136	Beta-Pinene	9.60
9.332	Sabinene	7.08
10.574	Delta-3-Carene	4.80
11.615	Alpha.-Phellandrene	2.83
12.256	Alpha-Terpinene	0.79
12.977	Limonene	22.84
18.836	Gamma-Terpinene	2.38
20.376	Terpinolene	1.04
25.022	Linalol	0.66
25.909	Copaene	2.12
27.385	Beta-Caryophyllene	13.10
37.885	Caryophyllene Oxide	1.13
8.136	Myrcene	9.60

Çizelge 4.2 Beyaz biberin GC-MS sonuçları

Tutunma zamanı	Uçucu bileşenler	Bolluk oranları (%)
3.18	Pentane	3.18
6.042	Alpha-Pinene	5.45
8.399	Beta-Pinene	1.06
7.799	Bicyclo[3.1.1]heptane,	7.87
6.860	Camphene	0.29
8.399	Sabinene	1.06
9.384	Delta-3-Carene	12.09
10.894	Alpha-Phellandrene	5.54
12.256	Limonene	21.36
17.022	Cyclohexene,	5.80
19.672	Terpinolene	2.02
25.674	Alpha.-Cubebene	0.83
27.087	Beta-Caryophyllene	12.65
39.956	Caryophyllene Oxide	1.70

Çizelge 4.3 Yeşil biberin GC-MS sonuçları

Tutunma zamanı	Uçucu bileşenler	Bolluk oranları (%)
3.250	Pentane	25.05
9.544	Alpha-Pinene	1.15
12.582	Beta-Pinene	2.51
14.007	Sabinene	3.81
16.084	Delta-3-Carene	3.68
17.354	Alpha-Phellandrene	1.98
18.407	Limonene	6.80
20.415	Gamma-Terpinene	2.38
26.074	Linalol	1.25
27.545	4-Carvomenthenol	5.97
28.878	Beta-Caryophyllene	12.70
42.571	Caryophyllene Oxide	0.40
44.236	Myrcene	0.67

Çizelge 4.4 Kırmızı biberin GC-MS sonuçlar

Tutunma zamanı	Uçucu bileşenler	Bolluk oranları (%)
3.261	Pentane	4.55
6.465	Alfa-Pinen	6.13
8.348	Beta-Pinen	0.84
9.681	Delta-3-Carene	12.25
10.871	Alpha-Phellandrene	24.33
17.795	P-Cymene	7.34
19.838	Terpinolene	2.41
26.979	4-Carvomenthenol	26.979
30.864	Trans-Pinocarveol	5.38
49.375	Carvacrol	1.43
8.348	Myrcene	0.84

Çizelge 4.5 Biber Çeşitlerindeki Uçucu Maddeler (Var/Yok)

	Karabiber	Beyazbiber	Yeşilbiber	Kırmızıbiber
Pentane	+	+	+	+
Alpha-Pinene	+	+	+	+
Beta-Pinene	+	+	+	+
Sabinene	+	+	+	+
Delta-3-Carene	+	+	+	+
Alpha-Phellandrene	+	+	+	+
Limonene	+	+	+	+
Gamma-Terpinene	+	+	+	+
Linalol	+	+	+	+
4-Carvomenthenol	-	+	+	+
Beta-Caryophyllene	+	+	+	-
Caryophyllene Oxide	+	+	+	+
Myrcene	+	-	+	+
Camphene	-	+	+	-
Alpha-Terpinene	-	+	-	-
Terpinolene	-	+	-	+
Copaene	-	+	+	-
Bicyclo[3.1.1]heptane,	-	+	+	+
Cyclohexene,	-	+	+	-
Alpha.-Cubebene	-	+	-	-
P-Cymene	-	-	-	+
Trans-Pinocarveol	-	-	-	+
Carvacrol	-	-		+

Çizelge 4.6 Zerdeçalın GC-MS sonuçlar

17.915	alpha-phellandrene	1.72
19.769	p-Cymene	4.89
31.957	1,3-Cyclohexadiene	1.02
32.849	Benzene	1.60
49.660	Ar-tumerone	0.64
49.998	Tumerone	6.66
50.988	Acetic acid	1.64
59.170	2-Heptanone	2.92
45.461	Gamma.-Curcumene	0.12

4.1.1. GC-MS sonucu oluşan uçucu bileşenler

4.1.1.1. Pentan

Molekül formülü: C_5H_{12}

Moleküler ağırlık: 72,15 g/mol



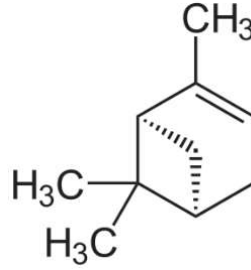
Şekil 4.1. Pentan molekül formülü

Pentan, düz zincirli bir alkan olup 5 karbon atomundan oluşmuştur. Polar olmayan çözücü ve soğutucu bir role sahiptir. Uçucu bir organik bileşik ve bir alkandır. N-pentan, petrol gibi bir kokusu olan sahip renksiz, berrak sıvı bir yapıdadır. Yoğunluğu sudan azdır ve su içinde çözücü değildir. Bu nedenle su üzerinde yüzer. [26]

4.1.1.2. Alfa-pinen

Molekül formülü: $C_{10}H_{16}$

Moleküler ağırlık: 136,23 g/mol



Şekil 4.2. Alfa-Pinen molekül formülü

Alfa-pinen, terebentin kokulu renksiz, berrak bir sıvı formda görünür. Suda çözünmez ve yoğunluğu sudan düşüktür. Bu bileşenin buharı havadan daha ağırdır. Çözgen olarak kullanılır. Alfa-pinen, sırasıyla 2, 6 ve 6 konumlarında metil grupları ile ikame edilmiş bisiklo (3.1.1)hept-2-en olan bir pinendir. Bir bitki metaboliti olarak rol alır. En çok köknar, çam, sedir ve ladin gibi kozalaklı ağaçlarda bulunur. Yüksek konsantrasyonlarda alfa-pinen içeren diğer bitki türleri arasında fesleğen, biberiye, nane ve bupleurumda (şeytanayağı) bulunur.

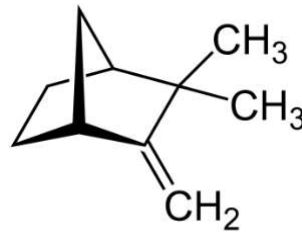
Alfa-pinen, bilinen bir anti-inflamatuar ajandır. Yapılan çalışmalarda, sıçanlarda inflammatuar reaksiyonları azalttığı görülmüştür. Ayrıca nitrit üretimini azalttığı ve anti-analjezik (diğer adıyla ağrı kesici) etkiler göstermiştir.

Araştırma ayrıca, alfa-pinenin nöbet bozukluklarına, sitotoksositeye, diş ağrısına, sıtmaya ve akut pankreatite karşı etkili bir ajan olabileceği görülmüştür. [27]

4.1.1.3. Camphene

Molekül formülü: $C_{10}H_{16}$

Moleküler ağırlık: 136,24 g/mol



Şekil 4.3 Camphene

Yavan kafur gibi bir kokuda olan, renksiz yada beyaz kristal biçiminde görünür. Toz ve kristaller gözleri, burnu ve boğazı tahriş eder. Isıtıldığında yanıcı buharlar yayar. Yüksek sıcaklıkta keskin koku ve tahriş edici gazlar yayar. Sentetik kafur üretiminde kullanılır.

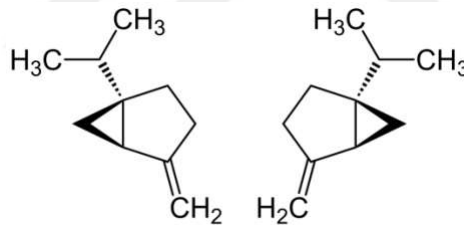
Birçok esansiyel yağda bulunan yaygın bir doğal üründür. Bitki metaboliti olan ve koku özelliği vardır. Bir monoterpen ve bir karbabisiklik bileşiktir. [28]

Lale esansiyel yağının bir bileşeni olarak yapılan araştırmalar, kampenin konjestif bir araç, öksürük kesici olarak ve bronşit gibi solunum yolu hastalıklarıyla mücadelede yardımcı olabileceğini bulmuştur. Diğer hayvan çalışmaları da, kamfenin hücrelerde lipid sayısını düşürmeye yardımcı olabileceğini bulmuştur; bu da, "kötü" kolesterol olarak da bilinen düşük yoğunluklu lipoproteinleri düşürerek kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde camphene'nin potansiyel yararlılığın ortaya koymaktadır.

4.1.1.4 Sabinene

Molekül formülü: $C_{10}H_{16}$

Moleküler ağırlık: 136,23 g/mol



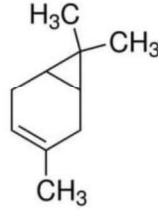
Şekil 4.4 Sabinene

Sabinene, farklı bitki çeşitlerinin uçucu yağlarından elde edilen doğal bisiklik monoterpendir. Sabinen, hoş kokusu veya anti-fungal ve anti-inflamatuar aktiviteleri nedeniyle parfüm, aroma endüstrilerinde ve ilaç endüstrisinde yoğun olarak kullanılmaktadır. [29]

4.1.1.5. Delta-3-carene

Molekül formülü: $C_{10}H_{16}$

Moleküler ağırlık: 136,24 g/mol



Şekil 4.5 Delta-3-Carene

Delta 3 carene, narenciye, selvi, çam gibi ağaçlarda bulunur. Tatlı, keskin bir koku taşır. Biberiye, çam ağaçları ve sedir ağaçları dahil olmak üzere kenevir dışındaki bitkiler tarafından üretilir. Delta 3 carene, kozmetik endüstrisi tarafından ve endüstriyel ölçekte bir böcek kovucu olarak kullanılır.

Tıbbi etkinlik ile ilgili olarak, terpenin sistemik enflamasyonla savaşmak , hastalıklı ve hasarlı kemikleri onarmak için önemli nitelikler sağladığı ve zihinsel odaklanma ve konsantrasyonu desteklediği söylenmektedir. Delta 3 carene açısından zengin kenevir suşlarının, artrit, fibromiyalji ve hatta Alzheimer hastalığı olanlara fayda sağladığı bulunmuştur. Bu terpen en yaygın olarak AK-47, Jack Herer, Arjan's Ultra Haze, Super Lemon Haze ve OG Kush gibi esrar çeşitlerinde bulunmaktadır.

Delta-3-Carene, kemiklerin onarımının ötesinde, sıvıları dışarı çekme gücü (ödem oluşumu, iltihaplanma) nedeniyle benzersizdir. Bu kurutma etkisi, onu bir antihistamin olarak ve aşırı adet kanaması veya mukus üretimini hedefleyen ürünlerde kullanılmaya hazır hale getirir. Bu durum, esrar içenler ve elektronik sigara kullananlar arasında ağız kuruluğu (pamukağız) ve kırmızı göz anekdot gibi yan etkilerinden de sorumludur.

Yapılan araştırmalarda, delta 3-carene'in yararlı bir anti-inflamatuar olduğuna işaret ediyor ve bir çalışma ödemin aşırı su tutması üzerindeki etkinliğini incelendi. Çalışma , delta 3 carene'in uçucu bir yağdaki yüksek varlığının , sıçanlarda ödemden kaynaklanan akut iltihaplanmaya karşı fayda sağlandığı görüldü. Ayrıca Alzheimer gibi diğer enflamatuar durumlar için umut verici etkileri bulunmaktadır. [30]

Yaklaşık 90 bileşiği inceleyen bir çalışma , yüksek düzeyde delta 3 carene içeren uçucu yağların, hayvan deneklerin yemlerine eklendiğinde kemik sağlığını iyileştirdiğini

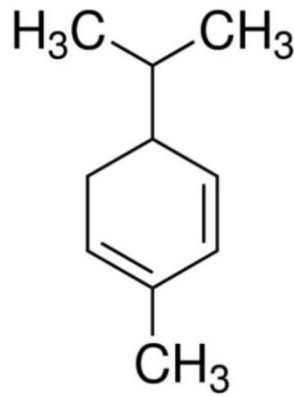
sonucuna vardı. Bu sonuçlar, kemik hastalığının tedavisinde ve genel olarak sağlıklı kemik yapısının desteklenmesinde önemli bir gelişme olduğunun göstergesidir.

Son olarak, bazı araştırmalar , delta 3 carene'in ardıç yağındaki varlığının, mantar enfeksiyonlarıyla mücadelede faydalı bir yöntem olduğunu ileri sürerek, bunun bir potansiyel antifungal ajan ve tedavi olarak kullanımına işaret ediyor. [31]

4.1.1.6 Alpha phellandrene

Molekül formülü: $C_{10}H_{16}$

Moleküler ağırlık: 136,24 g/mol



Şekil 4.6 Alpha Phellandrene

Alfa-phellandrene, her iki çift bağın da endosiklik olduğu bir çift phellandrene siklik monoterpen çift bağ izomerlerinden biridir. Uçucu bir yağ bileşeni, bitki metaboliti ve antimikrobiyal ajan olarak rol oynamaktadır. Bu bir felandren ve bir sikloheksadiendir. [32]

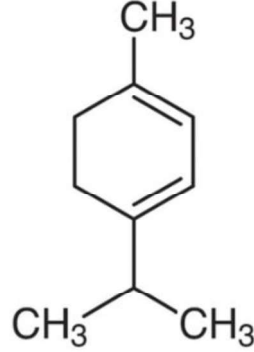
Hoş aromaları nedeniyle kokularda kullanılır. α -Phellandrene, yüksek sıcaklıkta hava ile tehlikeli peroksitler oluşturabilir.

Yapılan araştırmalarda sıçanlarda phellandrene, sinir hasarının neden olduğu mekanik ve soğuk hiperaljeziyi koruduğunu gösterdi. [33]

4.1.1.7 Alpha-terpinene

Molekül formülü: $C_{10}H_{16}$

Moleküler ağırlık: 136.23g/mol



Şekil 4.7 Alpha-Terpinene

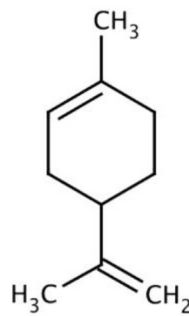
Alfa-terpinene, iki çift bağın konumlarında farklılık gösteren üç izomerik monoterpenden birisidir. Alfa-terpinende çift bağlar, p-mentan iskeletinin 1- ve 3-pozisyonlarındadır . Uçucu bir yağ bileşeni ve bir bitki metaboliti olarak rol oynar. Bu bir monoterpen ve bir sikloheksadiendir .

α -Terpinene, mercanköşk ve kakule yağlarından ve diğer doğal kaynaklardan elde edilmektedir. [34]

4.1.1.8 Limonene

Molekül formülü: $C_{10}H_{16}$

Moleküler ağırlık: 136,24 g/mol



Şekil 4.8 Limonene

Limonene, misket limonu ve portakal gibi turunçların kabuk kısmında olan bir bileşendir. Genellikle portakalın kabuk kısmında daha yoğun bir şekilde bulunur ve bu kabuk kısmının uçucu bileşeninin yaklaşık olarak %97'sini oluşturmaktadır.

Genel olarak ana kimyasal yapısı olan d-limonen olarak bilinir Limonen, güçlü aroması sayesinde yırtıcı canlıları caydırma özelliği sayesinde bitkileri koruyan terpenler olarak bilinen bir grup bileşiktir.

Limonene, en çok doğada bulunan terpenlerden biridir ve çeşitli faydaları bulunmaktadır. hastalık önleyici, antiinflamatuvar, antioksidan ve anti-stres gibi faydaları vardır.

Limonene genel olarak temizlik ürünlerinde, kozmetiklerde, gıdalarda ve böcek kovucularda doğal katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Bazı çalışmalarda limonenin inflamasyonu azalttığı gösterilmiştir.

Yapılan bir çalışmada; ülseratif kolit hastalıklı farelerde, limonen ile tedavi, enflamasyonu ve kolon hasarını ve ayrıca yaygın olan inflamatuvar belirtileri büyük oranda azaltmıştır.

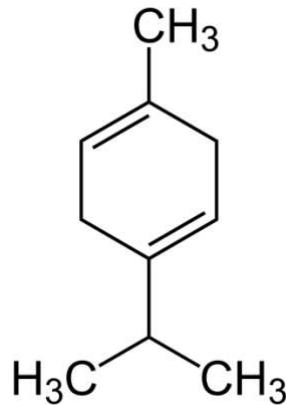
Bir populasyon çalışmalarında, diyet limonenin en fazla olan turunç kabuklarını tüketen bireylerin, sadece turunçgilleri veya meyve sularını tüketenlere kıyasla cilt kanserine yakalanma riskinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Yakın zamanda meme kanseri teşhisi konan 43 kadınla yapılan başka bir araştırmada, 2-6 hafta boyunca günde 2 gram limonen aldıktan sonra meme tümörü hücre ekspresyonunda %22'lik önemli bir azalma olduğu gözlemlendi. [35]

4.1.1.9 Gamma-terpinene

Molekül Formülü: $C_{10}H_{16}$

Molekül Ağırlığı: 136.238 g/mol



Şekil 4.9 Gamma-Terpinene

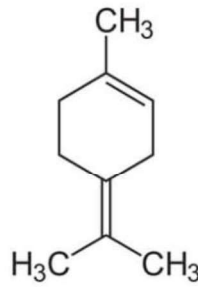
Monoterpen olan gamma-terpinen, anti-enflamatuar özelliği olan okalüptus türü de içinde olmak üzere birçok bitkinin uçucu bışenlerinde bulunan doğal olarak bulunan bir bileşendir. Üç izomerik karbondan birisidir. Gama-terpinen, terebentin benzeri kokuya

sahip renksiz bir sıvı gibidir. Farklı bitki türlerinden elde edilir. Turunçgillerden elde edilen esansiyel yağların bileşenidir ve oldukça güçlü bir antioksidan aktivite gösterir. Parfüm, gıda, ilaç endüstrisinde çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. [36]

4.1.1.10 Terpinolene

Molekül Formülü: $C_{10}H_{16}$

Molekül Ağırlığı: 136.23g/mol



Şekil 4.10 Terpinolene

Terpinolene, su beyazı ila açık kehribar renkli bir sıvı biçimindedir. Suda çözünmez ve yoğunluğu sudan düşüktür. Plastik ve reçine yapımında kullanılır.

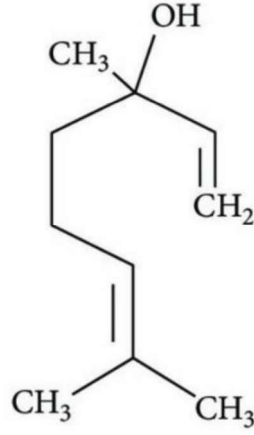
Terpinolene, 1 ve 4(8) pozisyonlarında çift bağlara sahip bir p-mentadiendir. Sakinleştirici, böcek kovucu, bitki metaboliti ve uçucu yağ bileşeni etkileri bulunmaktadır.

Sentetik gıda tatlandırıcı, ve koku artırıcı olarak kullanılır. Yapay uçucu yağlar, narenciye, dondurma, alkolsüz içecekler, şekerleme ve unlu mamullerde katkı maddesi olarak kullanım alanı vardır. [37]

4.1.1.11 Linalool

Molekül Formülü: $C_{10}H_{18}O$

Molekül Ağırlığı: 154,25 g/mol



Şekil 4.11 Linalool

Linalool , çiçeksi ve baharatlı ürünlerde bulunan bir terpen alkolüdür. Narenciye ve lavanta gibi 200'den fazla bitkide bulunur. Lauraceae (gül ağacı, defne, tarçın), Rutaceae (turunçgiller) ve Lamiaceae (kokulu otlar, nane) ailesinden, tropik bölgelerden tropik iklim bölgelerine kadar huş ağaçları ve diğer bitkilerden elde edilen linalool üretir.

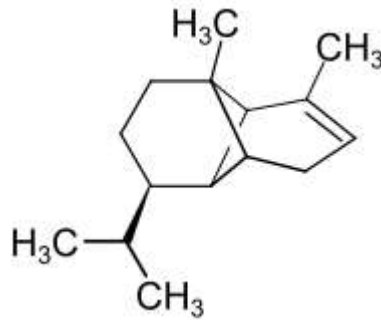
Linalil asetat ve linalool, ana uçucu bileşenlerin olduğu saptanan monoterpen bileşikleridir. Aromatik türün uçucu yağları, çok sayıda linalool ve linalil asetat üreten türlerin geleneksel tıpta rahatlatıcı etkisi vardır.

Yapılan araştırmalarda Linalool'un depolanmış ürünlerde, böceklere karşı insektisidal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir. [38]

4.1.1.12 Copaene

Molekül Formülü: $C_{15}H_{24}$

Molekül Ağırlığı: 204,36 g/mol



Şekil 4.12 Copaene

Copaene veya daha doğrusu α -copaene, bir dizi uçucu yağ üreten bitkide bulunan yağlı bir sıvı hidrokarbondur. Bir seskiterpen ve köprülü bir bileşiktir.

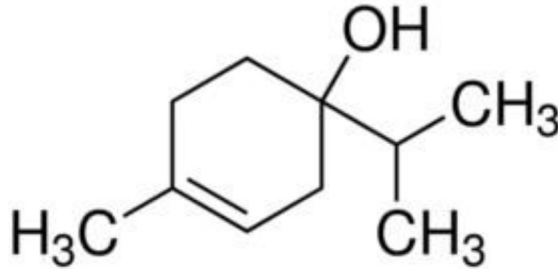
Erkek Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* için güçlü bir cezbedici olan α -Kopaen, portakal, guava ve mango gibi konukçuları da dahil olmak üzere çeşitli bitki türlerinin uçucu yağlarında küçük bir bileşen olarak bulunur.

Akdeniz meyve sineği üzerine yapılan bir araştırmada copaene'in bakire dişileri etkileyerek kısa menzilli biyoanalizde "sahte erkek" kur yapma davranışını ortaya koyduğu gözlemlendi. [39]

4.1.1.13 4-Carvomenthenol

Molekül Formülü: $C_{10}H_{18}O$

Molekül Ağırlığı: 154,25 g/mol



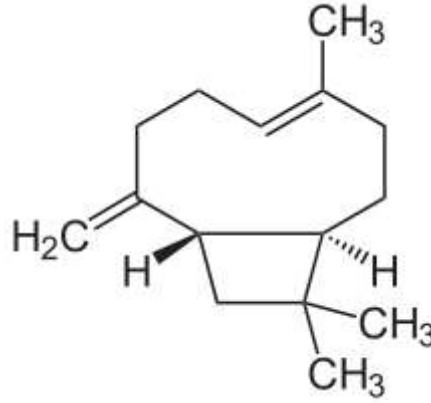
Şekil 4.13. 4-Carvomenthenol

Doğal olarak oluşan bir monoterpendir ve 4-Carvomenthenol (terpinen-4-ol), çay ağaç yağının ana biyoaktif bileşiğidir. Terpinen-4-ol, aktifleştirilmiş insan monositleri tarafından enflamatuar mediatör üretimini baskılar. Terpinen-4-ol, çeşitli kemoterapötik ve biyolojik ajanların etkisini önemli ölçüde artırır. [40]

4.1.1.14 Beta-Caryophyllene

Molekül Formülü: $C_{15}H_{24}$

Molekül Ağırlığı: 204,36 g/mol



Şekil 4.14. Beta-Caryophyllene

Karyofilen veya β -karyofilen olarak da bilinen beta-Karyofilen, şerbetçi otu, biberiye ve karanfil gibi birçok uçucu yağın doğal bir bisiklik seskiterpen bileşenidir. Beta-Karyofilen, hem siklobütan bir halka hem de doğada az bulunan dokuz üyeli bir halkada bir trans-çift bağa sahip olması bakımından dikkate değerdir. Beta-karyofilen, roman papatyası, incir, saksı mercanköşkü ve yenibahar gibi birtakım gıda maddelerinde bulunabilen ve bu gıda ürünlerinin tüketimi için potansiyel bir biyobelirteç haline getiren tatlı ve kuru bir tatlandırıcı bileşiktir. Beta-karyofilen tükürük ve dışkıda bulunabilmektedir.

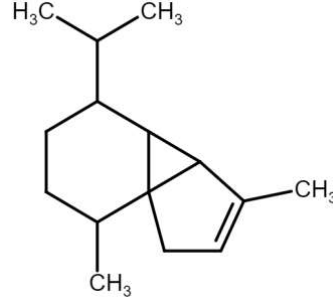
β -Caryophyllene karabiberin keskinliğine katkıda bulunan birincil seskiterpendir. aynı zamanda karanfil, şerbetçiotu, biberiye, kopaiba ve esrarın da önemli bir bileşenidir.

[41]

4.1.1.15 Alpha cubebene

Molekül Formülü: $C_{15}H_{24}$

Molekül Ağırlığı: 204.35g/mol



Şekil 4.15. Alpha Cubebene

Ateroskleroz vasküler hastalığı, damarların iç duvarında çeşitli bileşiklerin birikimi sonucu ortaya çıkan kalınlaşma ile oluşur. Halk arasında genel olarak damar sertliği şeklinde de bilinir. Kan damarları oksijen taşıdığından dolayı ateroskleroz oluşur.

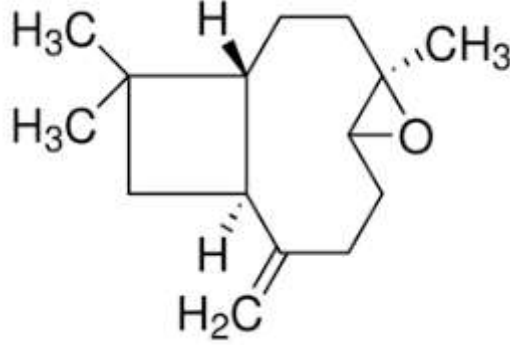
Vücutta bulunan besinlerin kan aracılığı ile hücre tarafına geçmesine engel olur, damarlarda kalınlaşma ve sertleşme meydana gelir. Organ ve dokuların kan akışı hızını engeller. Hastalığın patogenezinde ve ilerlemesinde kritik bir öneme sahiptir. Kalp krizi tehlikesini artıran Ateroskleroz, yaygın kalp-damar hastalıkları ve gelişmiş ülkelerde ölümlerin başında gelen sorunlarından birisidir. Bu hastalık dünya genelinde halk sağlığını büyük oranda tehdit etmektedir. Ateroskleroz, kronik bir enflamatuvar hastalıktır.

Yapılan laboratuvar çalışmalarında Schisandra chinensis ekstraktının fayda verebileceği öne sürüldü. Schisandra chinensis'in sulu bir ekstraktın sıçanlara verilerek torasik aortu, üzerinde etkisi araştırılmış ve bu çalışmalarda α -iso-cubebene'nin etkileri üzerine bir inceleme yapılmıştır. Sonuçlar, α -iso-cubeben'nin iltihap önleyici bir etki gösterdiğini ortaya koymuştur. [42]

4.1.1.16 Caryophyllene oxide

Molekül Formülü: $C_{15}H_{24}O$

Molekül Ağırlığı: 220.35 g/mol



Şekil 4.16. Caryophyllene Oxide

Caryophyllene oxide, kenevirde bulunan terpenlerin yanı sıra fesleğen, karanfil, şerbetçiotu, biber ve biberiyede bulunan başlıca terpenlerdir.

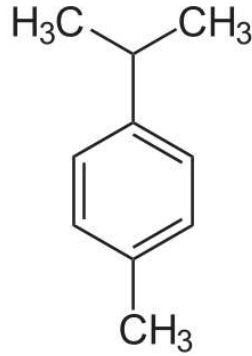
Caryophyllene oxide oksijenli bir terpenoiddir, genellikle karyofilenin metabolik bir yan ürünüdür.

Antifungal olarak kullanımı, bazı türler üzerinde çok etkilidir. Uyuşturucu koklayan köpekler tarafından esrarın tanımlanmasından sorumlu bir bileşendir. Bu bileşik, bitki savunmasında geniş spektrumlu bir antifungal olarak ve bir insektisidal/beslenme önleyici bir ajandır. [33]

4.1.1.17 p-Cymene

Molekül Formülü: $C_{10}H_{14}$

Molekül Ağırlığı: 134,21 g/mol



Şekil 4.17. p-Cymene

p-Cymene doğal olarak oluşan bir bileşiktir, ancak iki geometrik izomeri daha vardır, m-simen ve doğal olarak oluşmayan o-simen p-Cymene, monotermenlerle ilgilidir. Monotermenlerin kendileri, uçucu yağların kendine has bileşenleri olan daha geniş bir organik bileşik sınıfı olan terpenlerdir.

Tıbbi olarak, p-Cymene öksürüğü önlemek ve balgamı ortadan kaldırmak için ayrıca tatlandırıcı bir madde olarak fungusitlerin ve pestisitlerin üretiminde kullanılır. ABD Gıda ve İlaç Dairesi tarafından genel olarak güvenli (GRAS) olarak kabul edilmektedir. Protein glikasyonu aracılığıyla diyabetik komplikasyonların önlenmesindeki potansiyeli de olduğu gözlemlenmiştir ve potansiyel bir nöroprotektif görevi görerek oksijen ve nitrojen reaktif türlerin oluşumunu azaltma kabiliyeti nedeniyle in vivo bir antioksidan bileşik olduğu öne sürülmüştür.

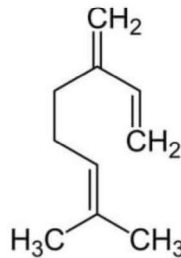
p-Cymene, 100'den fazla bitki ve 200 gıdanın uçucu yağlarında tanımlanmıştır. [43]

p -cymene, çeşitli şifalı bitkilerden ekstrakte edilen esansiyel yağlarda bulunan bir terpenoid bileşiktir. Burada, p -cymene'in anti-enflamatuar, antikanser, antimikrobiyal ve antioksidan etkiler gibi farklı farmakolojik özelliklere sahip birçok biyolojik faydası bulunmaktadır. Bu uçucu bileşik, birkaç kanser hücresine karşı dikkate değer bir antiproliferatif potansiyeli vardır. [44]

4.1.1.18 Myrcene

Molekül Formülü: $C_{10}H_{16}$

Molekül Ağırlığı: 136,23 g/mol



Şekil 4.18. Myrcene

Daha çok şerbetçiotu ve limon otunun aktif rahatlatıcı prensibi olarak bilinen Myrcene, mango ve fesleğen ona yakın olan Brezilya'dan geleneksel olarak

diyabet, ishal, dizanteri ve hipertansiyonu tedavi etmek için kullanılan tıbbi bir çalı olan *Myrcia sphaerocarpa*'da da bulunur.

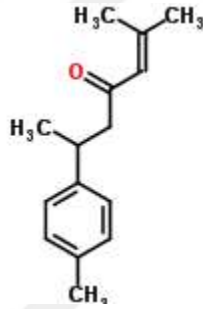
Myrcene, sarı, hoş kokusu olan yağlı bir sıvıdır. Bu terpen lezzet verici, madde koku verici ve bir uçucu yağ bileşeni olarak görev alır. Yenibaharda bulunur, lezzet artırıcı bir bileşendir.

Araştırmalar sonucunda β -mirsen 7.50 mg/kg'lık bir dozda ağızdan uygulanmasıyla, artan gastrik mukus üretiminin büyük ölçüde düşürdüğü ve anti-ülser aktivite yapısında olduğu öngörülmüştür.

4.1.1.19 Tumerone

Molekül Formülü: $C_{15}H_{20}O$

Molekül Ağırlığı: 216.32 g/mol

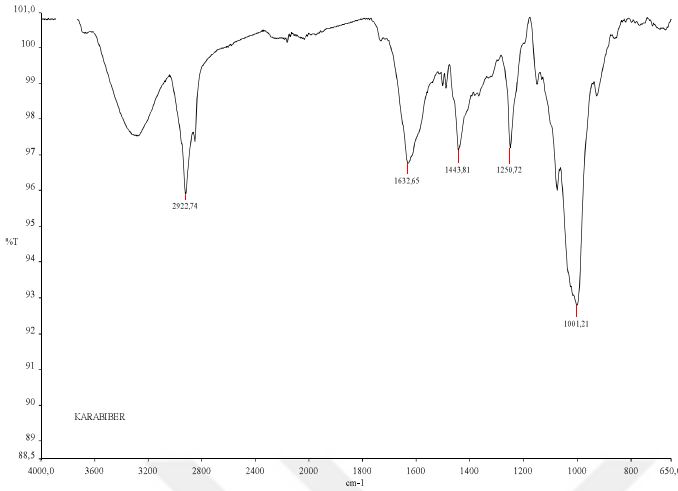


Şekil 4.19. Tumerone

Turmeronlar , zerdeçaldan elde edilen başlıca seskiterpenlerdir. α -turmeron, ar-turmeron ve β -turmeron olarak sınıflandırılırlar ve aralarında ar-turmeron'un kansere karşı daha etkili olduğu bulunmuştur. α -turmeron ve ar-turmeron'un çok dirençli kanser hücrelerinde ve kolorektal kanserde antikanser ilaçları olarak önemli bir etkinliğe sahip olduğunu gösterdiler.

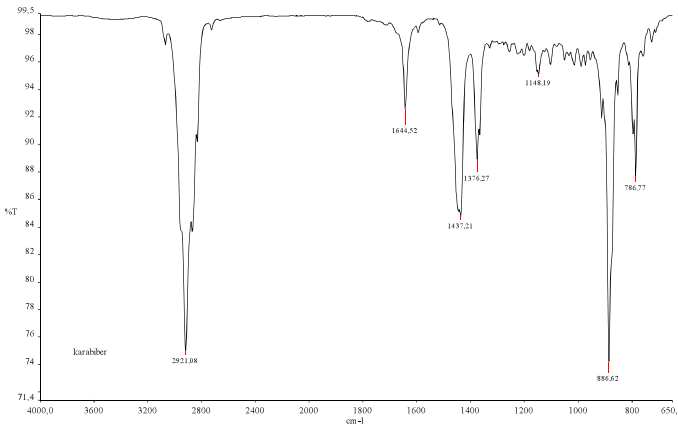
4.2. FTIR Analizi Sonucunda Elde Edilen IR Spektrum ve Bileşenler

Çizelge 4.7. Karabiberin (Toz) IR Spektrumu ve Bileşenleri



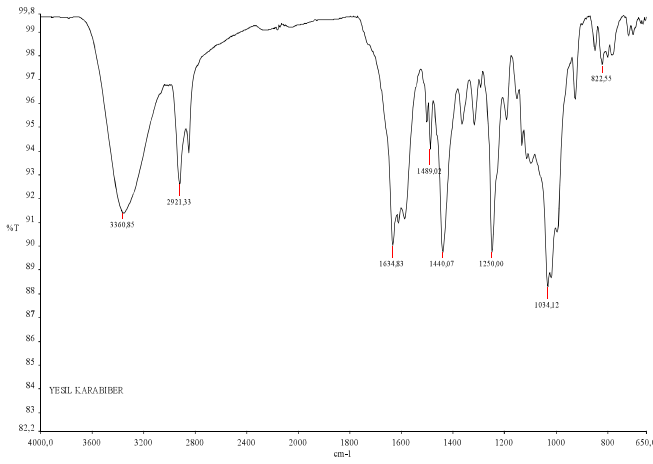
- 0.663 F49790 L(-)-GLYCERALDEHYDE UNNATURAL FORM
- 0.567 F14880 BIS(2-HYDROXYETHYL)AMINO-TRIS(HYDROXYMETHYL)METHANE
- 0.521 F49135 L(-)-GLUCOSE
- 0.520 F80810 PIPERINE
- 0.510 F49140 D(+)-GLUCOSE ANHYDROUS
- 0.510 F46191 FARNESOL MIXTURE OF STEREOISOMERS
- 0.505 F22620 QUININE ANHYDROUS
- 0.492 F28707 B-CYCLODEXTRIN
- 0.472 F51980 HEPTYL-BETA-D-GLUCOPYRANOSIDE
- 0.460 F13170 BENZYL ALCOHOL

Çizelge 4.8. Karabiberin (Yağ) IR Spektrumu ve Bileşenleri



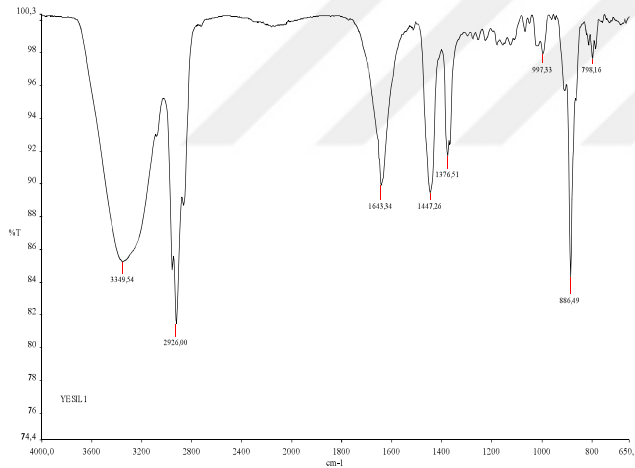
- 0.803 F62120 R(+)-LIMONENE
- 0.760 F22075 (-)-TRANS-CARYOPHENYLENE
- 0.702 F05680 (-)-ALLOAROMADENDRENE
- 0.647 F66760 METHYLENECYCLOHEXANE
- 0.632 F67440 2-METHYL-1-HEXANE
- 0.566 F90160 TOMATINE
- 0.559 F80600 (1S)-(-)-ALPHA-PINENE (2)
- 0.541 F68267 2-METHYL-1,3-PENTADIENE (CIS+TRANS 40/60)
- 0.510 F90796 TRIBUTYLCHLOROSILANE
- 0.499 F22070 (+)-CARVONE

Çizelge 4.9. Yeşil Biberin (Toz) IR Spektrumu ve Bileşenleri



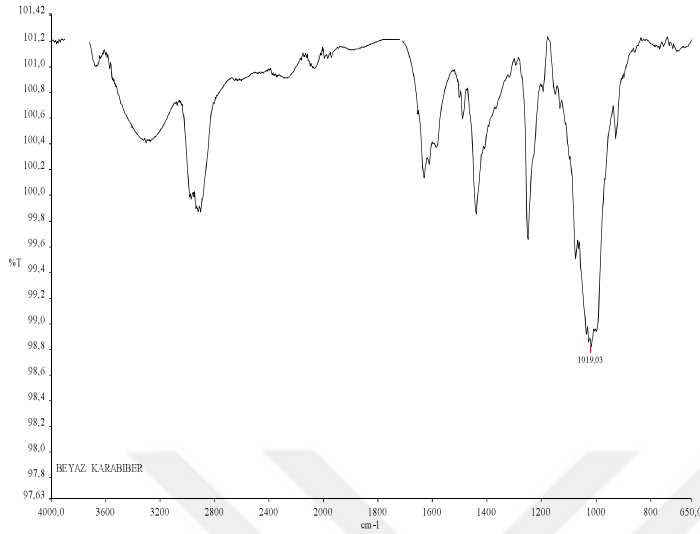
- 0.748 F80810 PIPERINE
- 0.609 F22620 QUININE ANHYDROUS
- 0.511 F55780 3-(HYDROXYMETHYL)PYRIDINE
- 0.503 F75262 BETA-ESTRADIOL
- 0.494 F49790 L(-)-GLYCERALDEHYDE UNNATURAL FORM
- 0.471 F92172 3,4,5-TRIMETHOXYBENZYL ALCOHOL
- 0.466 F18690 4-BROMOVERATROLE
- 0.465 F03773 ETHYLENE GLYCOL POLYMER-BOUND
- 0.443 F69325 2-(METHYLTHIO)-ETHYLAMINE
- 0.441 F14880 BIS(2-HYDROXYETHYL)AMINO-TRIS(HYDROXYMETHYL)METHANE

Çizelge 4.10. Yeşil Biberin (Yağ) IR Spektrumu ve Bileşenleri



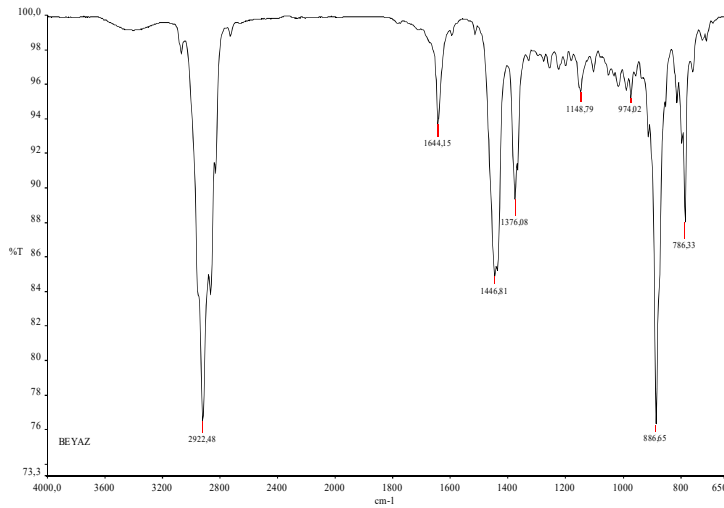
- 0.816 F22075 (-)-TRANS-CARYOPHENYLLENE
- 0.748 F05680 (-)-ALLOAROMADENDRENE
- 0.706 F67440 2-METHYL-1-HEXANE
- 0.701 F62120 R(+)-LIMONENE
- 0.648 F90160 TOMATINE
- 0.614 F66760 METHYLENECYCLOHEXANE
- 0.608 F30649 1-DECENE STANDARD FOR GC
- 0.579 F78805 (-)-8-PHENYLMENTHOL
- 0.578 F87190 1-TETRADECENE
- 0.576 F59400 ISOPROPYLCYCLOHEXANE

Çizelge 4.11. Beyaz Biberin (Toz) IR Spektrumu ve Bileşenleri



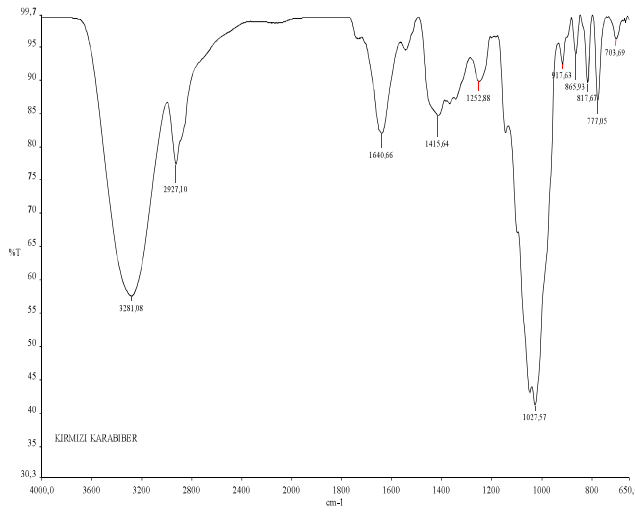
0.546 F72030 SODIUM
TETRATHIONATE DIHYDRATE
0.545 F14880 BIS(2-
HYDROXYETHYL)AMINO-
TRIS(HYDROXYMETHYL)METHANE
0.525 F49790 L(-)-GLYCERALDEHYDE
UNNATURAL FORM
0.500 F80810 PIPERINE
0.493 F22620 QUININE ANHYDROUS
0.441 F75262 BETA-ESTRADIOL
0.424 F81740 L-PROLINE
METHYLESTER HCL
0.420 F49780 GLYCEROL
ANHYDROUS PH. EUR.
0.415 F46008 (+)-(IS)-NEOMENTHYL
ACETATE
0.414 F45895 FARNESYL ACETATE
MIXTURE OF ISOMERS

Çizelge 4.12. Beyaz Biberin (Yağ) IR Spektrumu ve Bileşenleri



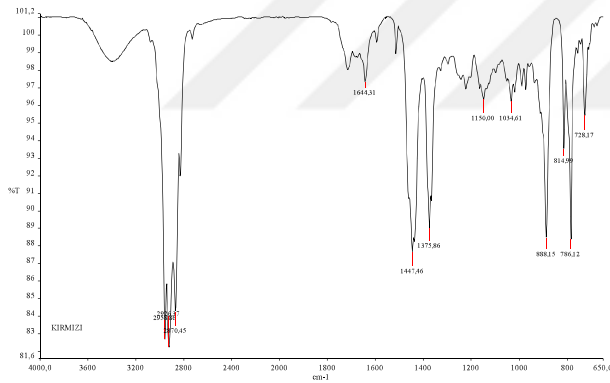
0.807 F62120 R(+)-LIMONENE
0.768 F22075 (-)-TRANS-
CARYOPHENYLLENE
0.702 F05680 (-)-ALLOAROMADENDRENE
0.647 F66760 METHYLENECYCLOHEXANE
0.636 F67440 2-METHYL-1-HEXANE
0.583 F90160 TOMATINE
0.571 F80600 (1S)-(-)-ALPHA-PINENE (2)
0.544 F68267 2-METHYL-1,3-PENTADIENE
(CIS+TRANS 40/60)
0.527 F30649 1-DECENE STANDARD FOR
GC
0.523 F90796 TRIBUTYLCHLOROSILANE

Çizelge 4.13. Kırmızı Biberin (Toz) IR Spektrumu ve Bilşenleri



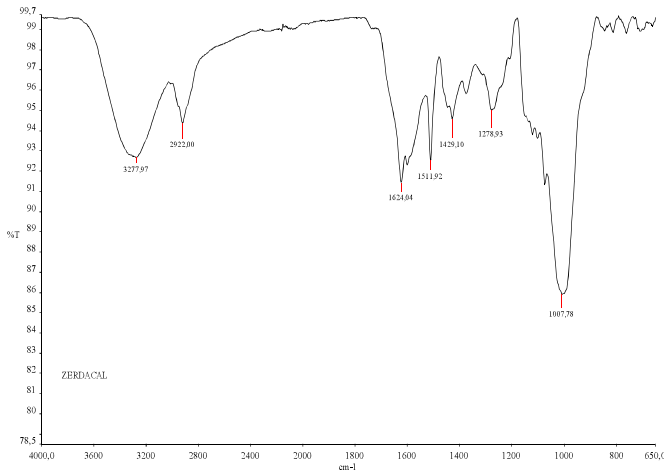
- 0.694 F49790 L(-)-GLYCERALDEHYDE UNNATURAL FORM
- 0.677 F88561 THIODIETHYLENE GLYCOL
- 0.672 F28707 B-CYCLODEXTRIN
- 0.626 F51980 HEPTYL-BETA-D-GLUCOPYRANOSIDE
- 0.623 F90160 TOMATINE
- 0.612 F28705 A-CYCLODEXTRIN
- 0.600 F75083 OCTYL-BETA-D-GLUCOPYRANOSIDE
- 0.570 F49140 D(+)-GLUCOSE ANHYDROUS
- 0.570 F14880 BIS(2-HYDROXYETHYL)AMINO-TRIS(HYDROXYMETHYL)METHANE

Çizelge 4.14. Kırmızı Biberin(Yağ) IR Spektrumu ve Bilşenleri



- 0.717 F62120 R(+)-LIMONENE
- 0.654 F80600 (1S)-(-)-ALPHA-PINENE (2)
- 0.639 F11062 (-)-ARISTOLENE
- 0.610 F86480 TERPINEOL ANHYDROUS (MIXTURE OF ISOMERS)
- 0.606 F21986 (+)-3-CARENE
- 0.593 F04080 2-ETHYL-1-HEXYLAMINE
- 0.586 F22075 (-)-TRANS-CARYOPHENYLLENE
- 0.579 F67440 2-METHYL-1-HEXANE
- 0.575 F30649 1-DECENE STANDARD FOR GC
- 0.573 F76235 PARAFFIN OIL

Çizelge 4.15. Zerdeçalın IR Spektrumu ve Bileşenleri

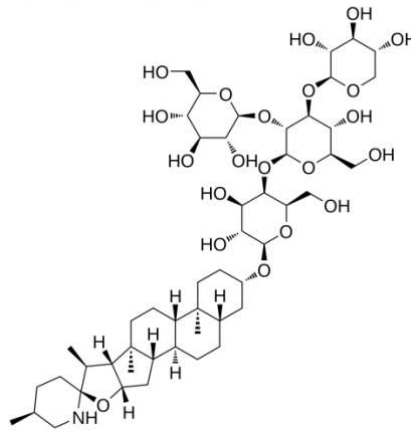


- 0.615 F49790 L(-)-GLYCERALDEHYDE UNNATURAL FORM
- 0.508 F38700 3,4-DIMETHOXYBENZYL ALCOHOL
- 0.440 F76740 2,3,4,5,6-PENTAFLUOROPHENOL
- 0.413 F38777 2-(3,4-DIMETHOXYPHENYL)ETHANOL
- 0.408 F94880 VERATRYLAMINE
- 0.407 F46191 FARNESOL MIXTURE OF STEREOISOMERS
- 0.401 F49135 L(-)-GLUCOSE
- 0.390 F76240 PARAFORMALDEHYDE
- 0.389 F70480 P-NAPHTHOLBENZEIN (ALPHA)
- 0.385 F49140 D(+)-GLUCOSE ANHYDROUS

4.2.1. Tomatine

Molekül Formülü: C₅₀H₈₃NO₂₁

Molekül Ağırlığı: 1.034,188 g/mol



Şekil 4.20 Tomatine

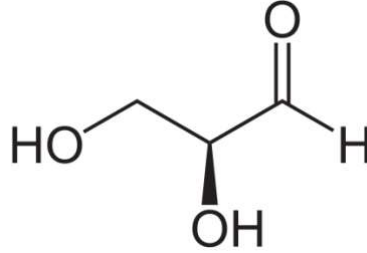
Bazı bitkilerde bulunan tomatine bir glikoalkaloiddir. Daha çok domates bitkisinin gövde ve yaprağında bulunmaktadır. Meyve ve diğer ürünlerde daha az konsantrasyonlarda

bulunmaktadır. Saf tomatin kimyasal olarak, standart basınç ve sıcaklıkta beyaz renkte olup kristalize yapıda bir katıdır. Tomatin genel olarak solanin ile karıştırılır.

4.2.2. L-Gliseraldehit

Molekül Formülü: $C_3H_6O_3$

Molekül Ağırlığı: 90.08 g/mol



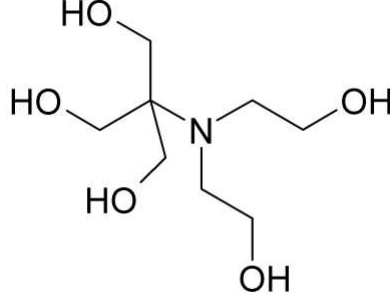
Şekil 4.21. L-Gliseraldehit

Tüm monosakkaritlerin yapısında bulunan gliserilaldehit yapısında 3 oksijen ve 6 hidrojen atomu bulundurulur. En basit karbonhidratlar olan ve asimetrik karbon atomuna sahip olan gliseraldehitlerin, iki stereoizomeri vardır. Asimetrik karbonun sağında OH grubu bulunuyorsa D-gliseraldehid, solunda bulunuyorsa L-gliseraldehit olarak isimlendirilir. Beslenmede, polyester ve yapıştırıcıların hazırlanmasında, selüloz değiştirici olarak ve derinin tabaklanmasında ve aynı zamanda biyokimyasal araştırmalarda da kullanılır. “D” stereoizomeri, şekerler ve amino asitler gibi diğer moleküllerle karşılaştırılabilecek en basit moleküllerden biri olduğu için “referans” kimyasal olarak kullanılır. D-gliseraldehitin merkezi karbonu etrafındaki alkol ve aldehit gruplarının yapısı, bilim insanlarının glikoz gibi diğer basit şekerlerin yapısını ve adlandırmasına (kimlik) değerlendirmesine katkı sağlarlar. [45]

4.2.3. Bıs Amino Trıs Methane

Molekül Formülü: $C_8H_{19}NO_5$

Molekül Ağırlığı: 209,2418 g/mol



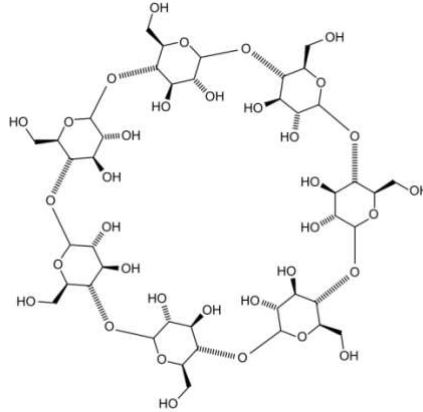
Şekil 4.22. Bıs Amino Trıs Methane

Bis tris metan olarak da adlandırılır. Bis-tris metan, biyokimyada kullanılan bir tamponlama maddesidir. Bis-tris metan, pH 5.8 ile 7.2 arasında etkili bir tampondur. Bis-tris metan, Cu ve Pb iyonlarına güçlü bir şekilde ve ayrıca Mg, Ca, Mn, Co, Ni, Zn ve Cd'ye zayıf bir şekilde bağlanır. [46]

4.2.4. B-cyclodextrın

Molekül Formülü: $(C_6H_{10}O_5)_7$

Molekül Ağırlığı: 1135.0 g/mol



Şekil 4.23. B-Cyclodextrın

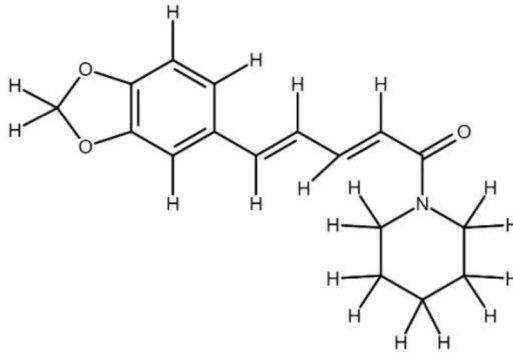
β -siklodekstrin , glikozdan türetilen bir hepta sakkarittir . α - (alfa), β - (beta) ve γ - (gama) siklodekstrinler , sırasıyla altı, yedi ve sekiz glikoz birimine karşılık gelir. β -Siklodekstrin, pazarlanan ilaçlarda en çok kullanılan doğal siklodekstrindir.

β -siklodekstrin'de, yedi glikoz alt birimi, a-1,4 bağlantıları yoluyla uçtan uca bağlanır. Sonuç, bir yüzünde yedi birincil alkol ve diğer yüzünde on iki ikincil alkol grubu bulunan konik bir silindir şeklindedir. Siklodekstrinlerin dış yüzeyi biraz hidrofilik iken iç çekirdek hidrofobiktir. [47]

4.2.5. Piperine

Molekül Formülü: $C_{17}H_{19}NO_3$

Molekül Ağırlığı: 285.34 g/mol



Şekil 4.24. Piperine

Piperin, alkaloidlere ait bir bileşiktir; çeşitli biber türlerinin keskin tadından sorumludur ve Piperaceae familyasının üyelerinde bulunmasına ek olarak, diğer bazı bitki türlerinde tespit edilmiştir. Piperin miktarı, *Piper nigrum* L.'de en yüksektir ve iklim ve/veya menşe yeri gibi çevresel faktörlerin yanı sıra yetiştirme koşullarına bağlı olarak %2'den %9'a kadar değişir.

Piperin biyoaktiviteleri üzerine yapılan araştırmalar, antihipertansif, antiagregan, antioksidan, antitümör, antispazmodik, antiastmatik, antidepresan, anksiyolitik ve diğerleri dahil olmak üzere çok yüksek fizyolojik etki spektrumu bildirmiştir. Bir dizi biyolojik aktivitenin yanı sıra, piperin, ilaçların biyoyararlanımını artırma ve böylece terapötik potansiyellerini artırma kabiliyetiyle bilinir.

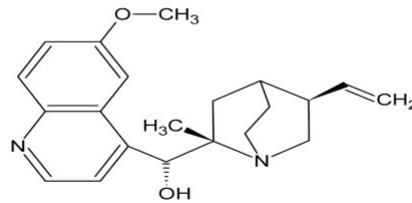
Çeşitli kanser hücreleri üzerinde yapılan in vitro çalışmalar, piperinin meme, akciğer, prostat, rahim ağzı ve diğer kanserler dahil olmak üzere çeşitli kanser türlerine karşı sitotoksik etkiye (tümör hücrelerine karşı seçici) sahip olduğunu göstermiştir.

Bir dizi çalışma, piperinin akciğer kanseri üzerindeki etkisini araştırdı ve çok umut verici sonuçlar buldu. Piperinin, hücre döngüsünün G2/M fazını durdurarak ve kanser hücrelerinde kaspaz-3 ve kaspaz-9 kaskadlarını aktive ederek apoptozu indükleyerek akciğer kanseri hücre hattına karşı seçici sitotoksikite gösterdiğini buldu. [48]

4.2.6. Quinine anhydrous (susuz kinin)

Molekül Formülü: $C_{20}H_{24}N_2O_2$

Molekül Ağırlığı: 324,42 g/mol



Şekil 4.25. Quinine Anhydrous

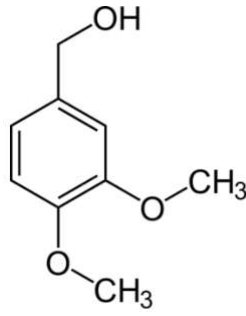
Antimalarial (sıtma önleyici ilaçlar) bir ilaç şeklinde kullanılmaktadır ve 1633'ten beri bu amaç için kullanılmış olan cinchona (kınakına) ekstrelerindeki aktif maddedir. Quinine (kinin) ayrıca hafif analjezik bir yapıdadır ve soğuk algınlığı preparatlarında kullanılmaktadır.

Genel olarak acımsı ve aromatik madde olarak kullanılmıştır. Ayrıca kinin bazı kas hastalıklarında, yoğun olarak gece bacak kramplarında ve miyotoni konjenitada, kas zarı ve sodyum kanalları üzerindeki direk etkisi nedeniyle faydalı bir bileşen olduğu bildirilmektedir.

4.2.7. 3,4-dimethoxybenzyl alcohol

Molekül Formülü: $C_9H_{12}O_3$

Molekül Ağırlığı: 168.19 g/mol



Şekil 4.26. 3,4-Dimethoxybenzyl Alcohol

Metanol, fenil grubunun 3 ve 4 pozisyonlarındaki hidrojenlerin metoksi gruplarıyla ikame edildiği benzil alkol olan benzil alkoller sınıfının bir üyesidir . Bir mantar metaboliti olarak bir rolü vardır. Benzil alkollerin, birincil alkolün ve dimetoksibenzenin bir üyesidir. [49]

4.3. Elementel Analiz Sonuçları

Karabiberin siyah, beyaz, yeşil, kırmızı çeşitlerinden 4 tane ve zerdeçaldan 1 tane olmak üzere 5 örneğin element analizi çizelge 4.11 verilmiştir. Analiz sonucunda örneklerden elde edilen verilere göre; beyaz biber toplamda C, H, N, S oranı %56.052 olurken yeşil biberde bu oran %61.216, kırmızı biberde %56.768, karabiberde %51.771 ve zerdeçalda %48.216 olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.16. Elementel analiz sonucunda elde edilen veriler

Numune Kodu	%C	%H	%N	%S
Beyaz biber	45.26	7.460	2.971	0.361
Yeşil biber	50.63	7.012	3.256	0.318
Kırmızı biber	49.53	6.314	0.583	0.341
Karabiber	43.50	6.110	1.812	0.349

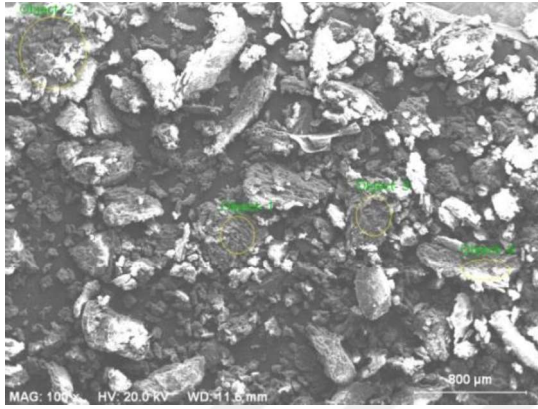
Genel bir değerlendirme yapıldığında erken hasat edilen numunenin yeşil biberin C değeri daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.17. Zerdeçalın element analizi sonucu elde edilen veriler

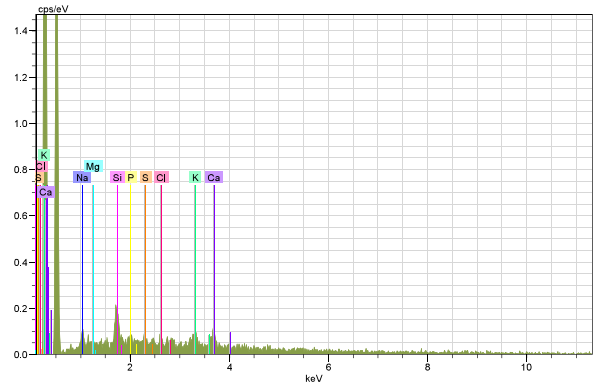
Numune Kodu	%C	%H	%N	%S
Zerdeçal	40.06	6.546	1.354	0.256

Zerdeçalın element analizi sonucunda oluşan verilere bakıldığında C %40.06 H % 6.546 N %1.354 S %0.256 olduğu görülmüştür. Zerdeçalın biber çeşitlerine kıyasla C, H, N, S oranları daha az çıkmıştır.

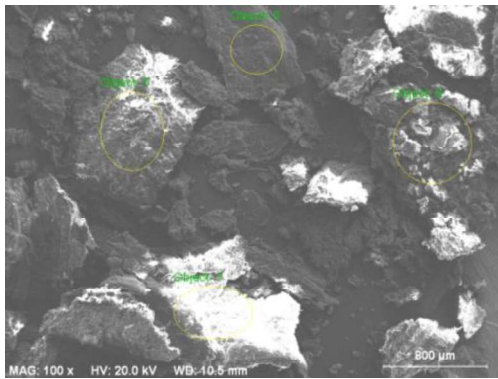
4.4. SEM-EDX Analiz Verileri



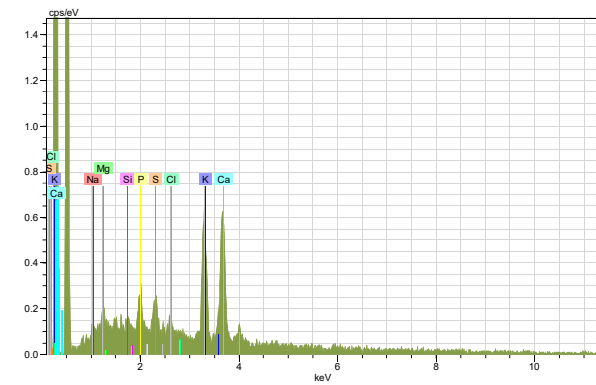
Şekil 4.27. Beyaz biberin SEM-EDX görüntüsü



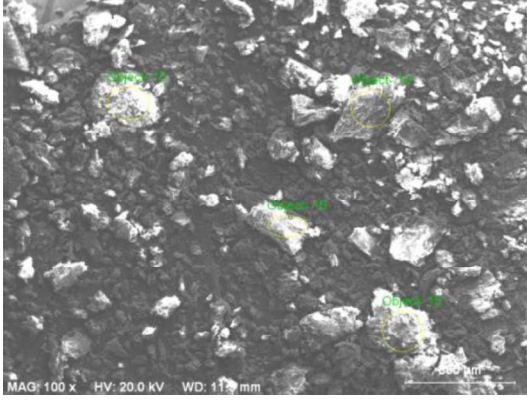
Çizelge 4.18. Beyaz Biberin SEM-EDX Grafiği



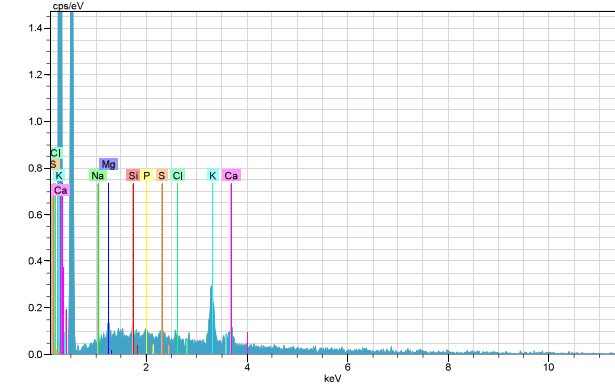
Şekil 4.28 yeşil biberin SEM-EDX görüntüsü



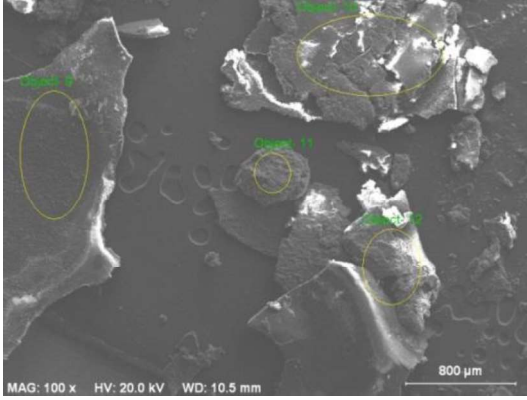
Çizelge 4.19. Yeşil Biberin SEM-EDX Grafiği



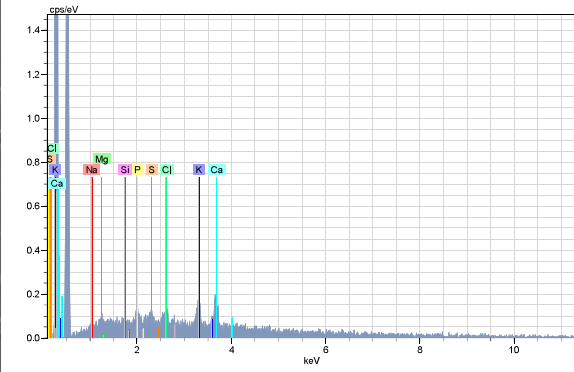
Şekil 4.29 Siyah biberin SEM-EDX görüntüsü



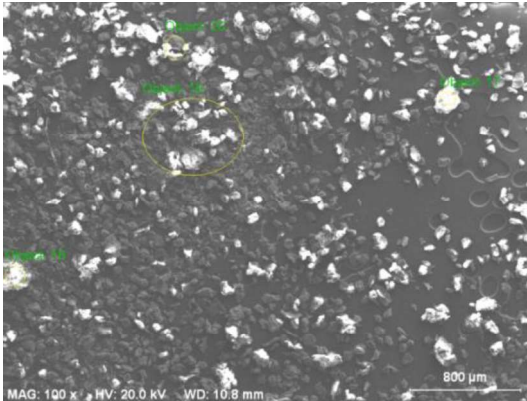
Çizelge 4.20.Siyah Biberin SEM-EDX Grafiği



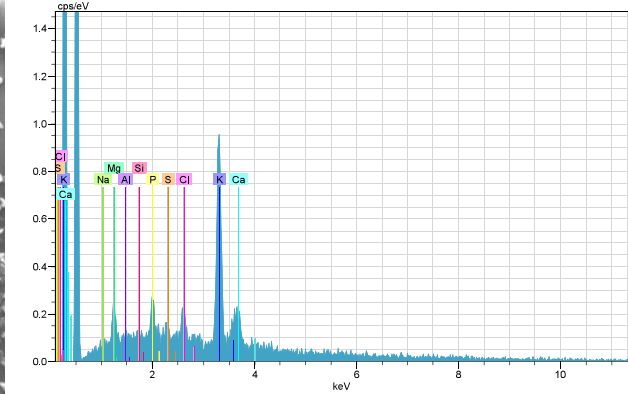
Şekil 4.30 Kırmızı biberin SEM-EDX görüntüsü



Çizelge 4.21.Kırmızı Biberin SEM-EDX Grafiği



Şekil 4.31 Zerdeçalın SEM-EDX görüntüsü

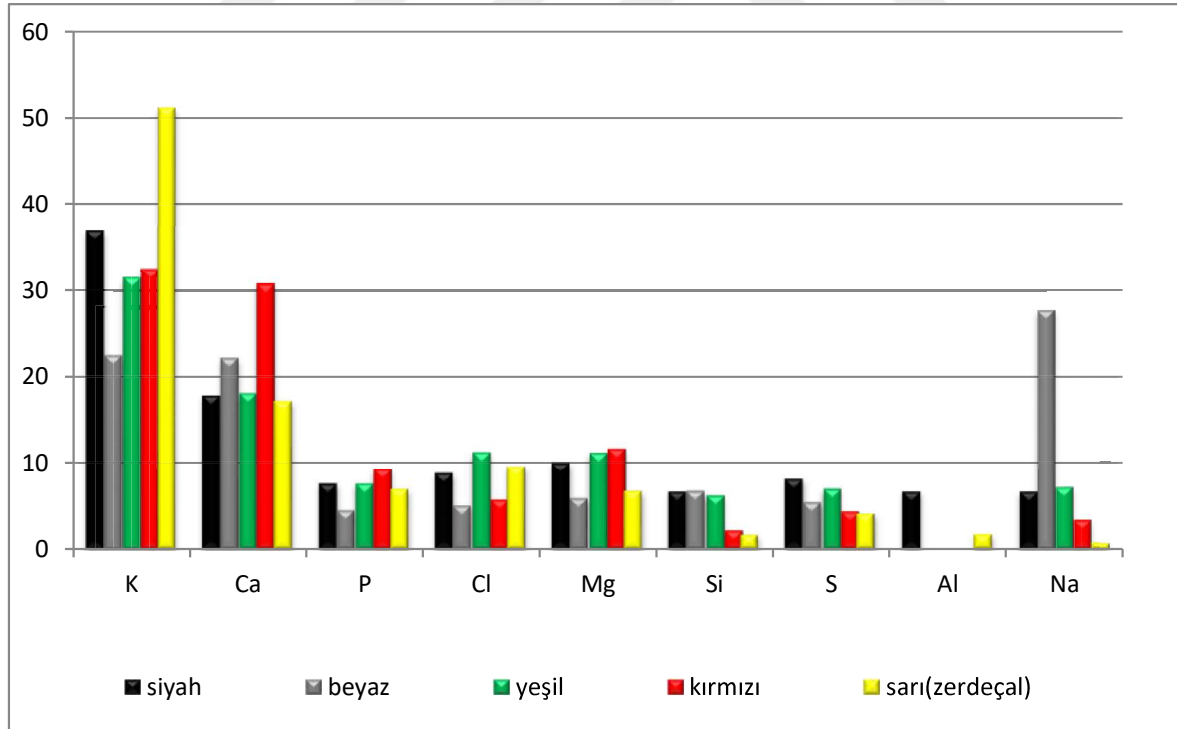


Çizelge 4.22.Zerdeçalın SEM-EDX Grafiği

Çizelge 4.23. K, Cl, S, Na, P, Mg, Zn, Al, Ca ve Fe için kütle ortalamaları ve standart sapmaları (%)

Elementler	Siyah	Beyaz	Yeşil	Kırmızı	Sarı(zerdeçal)
K	36.88±4.51	22.44±3.13	31.47±6.90	32.51±4.97	51.23±8.86
Ca	17.92±2.19	22.19±3.09	18.12±3.97	30.82±4.71	17.15±2.97
P	7.58±0.93	4.50±0.63	7.57±1.66	9.29±1.42	7.00±1.21
Cl	8.83±1.08	5.04±0.70	11.30±2.48	5.75±0.88	9.60±1.66
Mg	10.05±1.23	5.90±0.82	11.24±2.46	11.67±1.78	6.76±1.17
Si	6.67±0.82	6.78±0.94	6.17±1.35	2.20±0.34	1.67±0.29
S	8.11±0.99	5.41±0.75	6.96±1.53	4.33±0.66	4.10±0.71
Al	6.65±1.00	—	—	—	1.68±0.29
Na	6.69±1.00	27.74±3.86	7.17±1.57	3.42±0.52	0.82±0.14

Çizelge 4.24. SEM-EDX sonucuna göre elementlerin kütle oran kıyaslaması(%)



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar 5 farklı numune ile çalışılmıştır. Bu numuneler menşeleri farklı olup ticari bir işletmeden temin edilmiştir. Yaptığımız GC-MS analizi sonucunda clavenger yöntemiyle elde edilen numunelerde birçok uçucu bileşen elde edildi. Elde edilen bu uçucu bileşenler tür ve oranları karabiber ve diğer çeşitlerinde farklılık göstermiştir.

Biber numunelerin tümünde limonen (%22-6.80) en fazla bulunan bileşen olmuştur. Bunları sırası ile delta-3-carene (%12.25-3.68), gamma-terpinene (%11.75-1.21), beta-pinene (%9.60-0.84), alpha-pinene (%6.24-1.15), 4-carvomenthenol (%5.97-0.26), naphthalene (%2.20-0.20), caryophyllene oxide (%1.70-0.13), linalol (%1.25-0.10) gözlemlendi.

Büyük bir kullanım alanına sahip olan limonen karabiberde %22.84, beyaz biberde %21.36, yeşil biberde %6.80 ve kırmızı biberde %9.88 civarında bulundu. Yeşil biber ve kırmızı biberde düşük oranda bulunmasının nedeni yaptığımız çalışmalarda kırmızı biberin geç hasat edilmesinde dolayı bu uçucu bileşen kaybı fazladır. Yeşil biberde ise düşük olmasının nedeni salamura edildiği için bileşen kaybı fazla olabilmektedir.

Tuzlu salamura ve hasat zamanının geç yapılması bu bileşende fazla kayıplar olmasına neden olmaktadır.

Bu bileşen genel olarak kozmetik ve temizlik ürünlerinde, içecek, yiyecek ve ilaçlarda koku ve tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca çözücü olarak da çok fazla kullanım alanı vardır. Yapılan deneysel çalışmalarda limonende antikanser etkileri olduğunu anlaşılmıştır. Limonen, kanserojenlerin detoksifiye edilmesinde yer alan karaciğerde bulunan enzimlerin değerlerini artırır. Glutasyon-S-transferaz (GST) sistemi kanserojenleri etkileri ortadan kaldırır. GST sistemi, ince bağırsakta ve karaciğerde limonen tarafından desteklenebilir ve bu da karsinojenlerin zararlı etkilerinde bir azalmaya yol açar. Yapılan bir deneysel çalışmada hayvanlarda diyet limonenin meme tümörü büyümesini azalttığını göstermiştir. [50]

Sikloheksan ve siklopropan halkarından oluşan bisiklik monotermen olan delta-3-karen en çok kırmızı biber %12.25 ve sırasıyla beyaz biber %12.09, karabiber %4.80, yeşil biber %3.80 olarak bulunmaktadır.

Siklopropanlar toksik bir etkiye sahip olup atmosfere zarar verebilmektedir. Delta 3 carene birçok bitki esansiyel yağında bulunur ve kozmetikte , koku ürünlerinde ve bir gıda aroma maddesinde yaygın olarak bulunan bir bileşendir. Böcek kovucu gibi özelliği

bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada, delta-3-carene'in uçucu bir yağdaki yüksek varlığının, sıçanlarda ödemden kaynaklanan akut iltihaplanmaya karşı yüksek etkinliğin nedeni olduğunu buldu. Bu özelliklerin ayrıca Alzheimer gibi diğer enflamatuvar durumlar için umut verici etkileri vardır.

Mevcut araştırma, delta 3 carene'i tüketmenin veya topikal olarak kullanmanın çok az, ancak bazı zararlı etkilerini göstermektedir. Endüstriyel ahşap tozunun bir bileşeni olarak delta 3 carene cilt, göz ve akciğer tahrişine ve iltihaplanmasına neden olabilmektedir.[51]

Gamma terpinen kırmızı biberde %11.75, siyah ve yeşil biberde %2.38 ve beyazda %1.21 oranında bulunmuştur. Bu duruma bakıldığında hasat zamanı geç yapılan üründe bu bileşen daha fazla bulunabilmektedir. Bu bileşen gıda, sabun, aroma, tütün, ilaç, kozmetik, parfüm ve şekerleme gibi kullanım alanlarına sahiptir.

Beta Pinene baktığımızda hasat zamanını gecikmesine bağlı olarak azalmaktadır. Camphene bileşeni sadece kara ve beyaz biberde bulunmaktadır. Bunun yeşil ve kırmızı biberde bulunmamasının nedenine baktığımızda geç hasat ve tuzlu salamurada bu bileşen inaktive olmaktadır. Alpha.-Phellandrene ise siyah , beyaz ve kırmızı biberde yüksek olmasına karşın yeşil biberde bulunmamasının sebebi bu biberin salamura edilmesinden kaynaklanmaktadır.

FTIR analiz sonucunda sadece L(-)-Glyceraldehyde, Bis(2-Hydroxyethyl)Amino-Tris(Hydroxymethyl)Methane biber numunelerinde ortak olarak bulunmuştur. Karabiber ve çeşitlerinin ana bileşeni olan piperin yeşil, siyah ve beyaz biber numunelerinde bulunurken kırmızı biberde tespit edilememiştir. Aynı şekilde Quinine Anhydrous da kırmızı biberde tespit edilmedi.

Karabiber ve diğer çeşitlerinde SEM EDX sonuçlarına bakıldığı zaman K elementi bütün numunelerde en yüksek çıkmıştır. Al elementi karabiber ve zerdeçalda bulunurken diğer numunelerde bulunamamıştır. İnsan vücudunda mineral açısından en fazla potasyum elementi bulunmaktadır. Vücutta bulunan organ ve dokuların düzenli ve uyum içerisinde çalışması bakımından çok önemli olan potasyum, bir elektrolit türüdür. Sinir sistemi için gerekli olan sinyallerin iletimini potasyum sağlamaktadır. Elektrolit dengesini düzenler ve kan basıncını dengede tutar, nörolojik fonksiyonların gerçekleştirilmesi için beyne oksijen iletimini sağlar.

Zerdeçalın GC-MS sonuçlarına bakıldığında en fazla Ar-tumerone (%55.44) bileşeni bulunmuştur. Ardından tumerone (%6.66), p-Cymene (%4.89), alpha-phellandrene

(%1.72), Acetic acid (%1.64) olarak bulunmuştur. Diğer numunelere oranla zerdeçalda daha az uçucu bileşen bulundu.

Ar- Turmeron , geleneksel Asya ilaçlarında yaygın olarak kullanılan zencefil ailesinin çok yıllık bir bitkisi olan *C. longa*'nın rizomlarından elde edilen aromatik bir bileşiktir. Ayrıca antioksidan, antienflamatuar ve anti-nosiseptif özellikleriyle bilinen zerdeçal esansiyel yağının önemli bir bileşenidir. [52]

Zerdeçalın elementel analiz sonuçlarına bakıldığında %'de C, H, N, S oranları diğer numunelere kıyasla daha az bulundu.

Sonuç olarak; karabiber ve çeşitlerinin zerdeçalla olan ilişkisine bakıldığında ise zerdeçalda bulunan kurkumin vücutta yeterince emilim sağlanamamaktadır. Zerdeçal ve karabiber birlikte tüketilğinde karabiberde bulunan piperinin zerdeçalda bulunan kurkumin emilimini %2000 civarına kadar artırmaktadır. Bunun nedeni ise ; kurkumin ve piperinin birlikte kullanımı yüksek hücre canlılığına, apoptotik ve nekrotik hücre sayısında azalmaya ve sitokin miktarında azalmaya neden olarak kurkuminin biyoyararlanımını artırır.

KAYNAKLAR

- [1] **Bilge KEYKUBAT** <https://itb.org.tr/makale/5-tibbi-aromatik-bitkiler-ve-iyi-yasam>(on-line access 17 july2022).
- [2] **Diyetisyen Ayşegül Bahar** <https://www.slimcity.com.tr/karabiberin-sagliga-faydalari-nelerdir/> (on-line access 22 dec,2022).
- [3] **Anonymous.**(2021).<http://justfunfacts.com/interesting-facts-about-black-pepper/>(on-line access 15 march, 2022)
- [4] (Biber (*Piper nigrum* L.)". *Gernot Katzer'in Baharat Sayfaları*. 2015. http://gernot-katzers-spice-pages.com/engl/Pipe_nig.html(on-line access 22 feb, 2022)
- [5] **Govindarajan, V. S., & Stahl, W. H.** (1980). *Turmeric—chemistry, technology, and quality*. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 12(3), 199-301.
- [6] **By Kendall K. Morgan** *Can Turmeric Fight Cancer?*
- [7] **Anonymous.**(2021).<https://www.webmd.com/vitamins/ai/ingredientmono-662/turmeric>.(on-line access 17dec, 2022)
- [8] **Sevgi, Ş. A. R., Kahya, E., & Adnan, A. T. A. Ç.** (2011). *Aromaterapinin tarihçesi ve bu alanda kullanılan tıbbi bitkilerden örnekler*. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 32-33.
- [9] **Anonymous.**(2019)<https://www.shawacademy.com/blog/essential-oils/>(on-line access 24 July, 2022).
- [10] **Ali, B., Al-Wabel, N. A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S. A., & Anwar, F.** (2015). *Essential oils used in aromatherapy: A systemic review*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(8), 601-611.
- [11] **Leman Elif Bülbül** *Erzurum'da Yetişen Bazı Bitki Türlerinin Uçucu Yağlarının Bileşenleri, Antimikrobiyal Ve Antioksidan Aktiviteler* Doktora Tezi Atatürk Üniversitesi Erzurum 2016
- [12] **Kuyumcu, E.** (2009). *Soğuk algınlığında kullanılan halk ilaçlarında uçucu yağ, mineral ve eser elementlerin tayini* (Master's thesis, İnönü Üniversitesi).
- [13] **Kaya, D., & Ergönül, P. G.** (2015). *Uçucu Yağları Elde Etme Yöntemleri*. *GIDA/The Journal of FOOD*, 40(5).
- [14] **Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L.** (2012). *Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components*. *Frontiers in microbiology*, 3, 12.
- [15] **Connie ve A. Higley** *Reference Guide for Essential Oils Handbook*, 2018
- [16] **KILIÇ, Ayben.** "Uçucu yağ elde etme yöntemleri." *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 10.13 (2008): 37-45.)
- [17] **Açıkders.** <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=45843> (on-line access 04 July, 2022).
- [18] **Anonymous.**(2022).<https://asubtam.aksaray.edu.tr/gaz-kromatografisi-kutle-spektrometresi-gc-ms>(on-line access 11 September, 2022).

- [19] **Levent Tutanç**, *Gaz kromatografisi kütle spektrometresi ile eroin, kokain, amfetamin grubu maddelerin birlikte analizi için yöntem geliştirilmesi*, Yüksek lisans tezi, İstanbul University Turkey, 2009
- [20] **M. KARAAYTU** *Gıda Notları* 2021 (on-line access 11 September, 2022).
- [21] **Prof.Dr. B. Beşergil** *Kromatoğrafi Dedektörleri*.(2022). http://bilsenbesergil.blogspot.com/p/blog-page_215.html (on-line Access On 27 juan, 2022).
- [22] **Anonymous**.(2022). *Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM)*.(2019). <https://daytam.atauni.edu.tr/altyapi/malzeme-sentezi-ve-karakterizasyonu/ilerigor-untuleme-laboratuvari/taramali-elektron-mikroskopu-sem/>(on-line Access On 27 juan, 2022)
- [23] **Prof. Dr. D. Aydal**, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Jem 304 Jeokimya Uygulama Notları
- [24] **Büyüksint, T., & Kuleşan, H.** (2014). FOURIER DÖNÜŞÜMLÜ KIZILÖTESİ (FTIR) SPEKTROSKOPİSİ ve GIDA ANALİZLERİNDE KULLANIMI. *GIDA/The Journal of FOOD*, 39(4).
- [25] FTIR(Spektrometre Cihazı)<https://kitam.omu.edu.tr/2020/04/30/ftir-spektrometre-cihazı/> (online Access on 24 dec, 2022)
- [26] **Anonymous**. (2022). <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Pentane> (online Access on 21 dec, 2022).
- [27] **Daniel Gordon** <https://www.true-blue.co/blogs/news/alpha-pinene-terpene>(online Access on 21 dec, 2022)
- [28] **Anonymous**.(2022).<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Camphene>(online Access on 21 dec, 2022).
- [29] **Z. Wang, ... J. Yang**, in *Advances in Applied Microbiology*, 2021
- [30] **C. Robbins** <https://cannabisaficionado.com/delta-3-carene/>(online Access on 24 dec, 2022).
- [31] **Anonymous**. (2022). <https://leafwell.com/blog/delta-3-carene/>(online Access on 24 dec, 2022).
- [32] **Anonymous** (2022). <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Phellandrene>(online Access on 24 dec, 2022).
- [33] **Russo, E. B., & Marcu, J.** (2017). *Cannabis pharmacology: the usual suspects and a few promising leads*. *Advances in pharmacology*, 80, 67-134.
- [34] **Anonymous**. (2022). <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/alpha-Terpinene>(online Access on 24 dec, 2022).
- [35] **Sobel, A.** (2019). What Is Limonene? Everything You Need to Know.

- [36] **Anonymous.** (2022). <https://foreverest.net/products/turpentine-derivatives/97-gamma-terpinene.html>(online Access on 25 dec, 2022).
- [37] **Anonymous.** (2022). <https://foreverest.net/products/turpentine-derivatives/90-terpinolene.html> (online Access on 25 dec, 2022).
- [38] **Peana, A. T., D'Aquila, P. S., Panin, F., Serra, G., Pippia, P., & Moretti, M. D. L.** (2002). *Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate constituents of essential oils*. *Phytomedicine*, 9(8), 721-726.
- [39] **Nishida, R., Shelly, T. E., Whittier, T. S., & Kaneshiro, K. Y.** (2000). *α -Copaene, a potential rendezvous cue for the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*?*. *Journal of Chemical Ecology*, 26(1), 87-100.
- [40] **Anonymous.** (2022). <https://www.medchemexpress.com/terpinen-4-ol.html>(online Access on 25 dec, 2022).
- [41] **Hartsel, J. A., Eades, J., Hickory, B., & Makriyannis, A.** (2016). *Cannabis sativa and Hemp. In Nutraceuticals* (pp. 735-754). Academic Press.
- [42] **Rhyu, M. R., Kim, E. Y., Yoon, B. K., Lee, Y. J., & Chen, S. N.** (2006). *Aqueous extract of Schizandra chinensis fruit causes endothelium-dependent and-independent relaxation of isolated rat thoracic aorta*. *Phytomedicine*, 13(9-10), 651-657.
- [43] **Marchese, A., Arciola, C. R., Barbieri, R., Silva, A. S., Nabavi, S. F., Tsetegho Sokeng, A. J., ... & Nabavi, S. M.** (2017). *Update on monoterpenes as antimicrobial agents: A particular focus on p-cymene*. *Materials*, 10(8), 947.
- [44] **Balahbib, A., El Omari, N., Hachlafi, N. E., Lakhdar, F., El Menyiy, N., Salhi, N., ... & Bouyahya, A.** (2021). *Health beneficial and pharmacological properties of p-cymene*. *Food and Chemical Toxicology*, 153, 112259.
- [45] **Clough, S.R.** (2005). *Glyceraldehyde, Encyclopedia of Toxicology* (Second Edition), 448-449
- [46] **Ferreira, C. M., Pinto, I. S., Soares, E. V., & Soares, H. M.** (2015). *(Un)suitability of the use of pH buffers in biological, biochemical and environmental studies and their interaction with metal ions—a review*. *Rsc Advances*, 5(39), 30989-31003.
- [47] **Anonymous.** (2022). <https://en.wikipedia.org/wiki/%CE%92-Cyclodextrin>(online Access on 25 dec, 2022).
- [48] **Stojanović-Radić, Z., Pejčić, M., Dimitrijević, M., Aleksić, A., V. Anil Kumar, N., Salehi, B., ... & Sharifi-Rad, J.** (2019). *Piperine-a major principle of black pepper: a review of its bioactivity and studies*. *Applied Sciences*, 9(20), 4270.
- [49] **Anonymous.**(2022).[https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3_4-Dimethoxy benzyl-alcohol](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3_4-Dimethoxy_benzyl-alcohol)(online Access on 25 dec, 2022).

[50] **S. Nikfar , AF Behboudi** , Encyclopedia of Toxicology (Üçüncü Baskı) , 2014)

[51] **Anonymous.** (2023) <https://leafwell.com/blog/delta-3-carene/>

[52] **Anonymous.**(2023) [https://www.caymanchem.com/product/11759/\(%2B\)-ar-turmerone#reference27610](https://www.caymanchem.com/product/11759/(%2B)-ar-turmerone#reference27610)



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad :Yunus UĞUR

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2023, İnönü Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı

