

**TÜRKİYE'DE KÜLTÜRE ALINMIŞ
ORIGANUM TÜRLERİNİN
UÇUCU YAĞLARI YÖNÜNDEN
ARAŞTIRILMASI**

**GÜLMİRA SAKENOVA
Doktora Tezi**

**Anadolu Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Farmakognozi Anabilim Dalı**

Haziran 2005

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Gülmira Sakenova'nın "Türkiye'de Kültüre Alınmış *Origanum* Türlerinin Uçucu Yağları Yönünden Araştırılması" başlıklı Farmakognozi Anabilim Dalı'ndaki Doktora tezi 24.06.2005 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. K. Hüsnü Can BAŞER

Üye : Prof. Dr. Maksut COŞKUN

Üye : Prof. Dr. Neş'e KIRIMER

Üye : Doç. Dr. Ayla KAYA

Üye : Doç. Dr. Betül DEMİRCİ

Anadolu Üniversitesi Fen/Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 30.05.2005. tarih ve ...17./1... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Yusuf ÖZTÜRK

ÖZET

Doktora Tezi

TÜRKİYE'DE KÜLTÜRE ALINMIŞ *ORIGANUM* TÜRLERİNİN UÇUCU YAĞLARI YÖNÜNDEN ARAŞTIRILMASI

GÜLMİRA SAKENOVA

Anadolu Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Farmakognozi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. K. Hüsnü Can BAŞER
Haziran 2005

Türkiye'de ticari önem taşıyan kültüre alınmış *Origanum* türlerinin uçucu yağlarının verim ve bileşimlerinde vejetasyon dönemlerine bağlı değişimleri ortaya koymayı amaçlayan bu çalışmada, *O. majorana* L., *O. onites* L. ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart türleri araştırıldı. Kültür bitki örnekleri iki sene boyunca farklı gelişme dönemlerinde tarladan toplanarak kurutulup uçucu yağ miktarı ve kompozisyondaki değişimleri bakımından değerlendirildi.

Uçucu yağ elde etme amacıyla hidrodistilasyon, mikrodalga destekli hidrodistilasyon ve mikrodistilasyon yöntemleri kullanıldı. Mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemiyle klasik hidrodistilasyona nazaran daha kısa sürede benzer kompozisyon ve verimde uçucu yağ elde edildi. Mikrodistilasyon yöntemi ise çok az miktardaki bitkisel materyalden elde edilen uçucu bileşenlerin analitik değerlendirmesinin yapılabileceği alternatif bir teknik olarak kullanıldı.

Uçucu yağların bileşimleri GK/KS ile aydınlatıldı. Bileşiklerin relatif yüzdeleri için GK'den yararlanıldı.

Çalışmamızda değerlendirilen *Origanum* kültür türlerinin uçucu yağ verimleri sırasıyla *O. majorana* (\approx % 5.9), *O. vulgare* ssp. *hirtum* (\approx % 4.5) ve *O. onites* (\approx % 3.6) olarak saptanmıştır.

O. majorana uçucu yağında karvakrol (% 32.0–83.9), γ -terpinen (% 2.3–5.8), *p*-simen (% 1.5–3.3), timol (% 0.3–15.9) ve linalool (% 0.3 - 56.7) ana maddeler olarak bulunmuştur. *O. onites* uçucu yağının ana bileşikleri karvakrol (% 71.1–78.9), γ -terpinen (% 3.3–6.8), *p*-simen (% 3.2–6.8) ve timol (% 0.4–2.6) olarak tespit edilmiştir. *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un uçucu yağında timol (% 61.8–76.0) ve karvakrol (% 3.8–14.6) ana maddelerdir.

Kültürü yapılan üç *Origanum* türünün farklı vejetasyon dönemlerinde taşıdığı uçucu yağ oranı ve bileşimi karşılaştırılarak her tür için en verimli hasat dönemleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Origanum*, Labiatae (Lamiaceae), uçucu yağ, hidrodistilasyon, mikrodalga, mikrodistilasyon, GK, GK/KS, karvakrol, timol, γ -terpinen, *p*-simen.

ABSTRACT

Doctorate Thesis

STUDIES ON THE ESSENTIAL OILS OF *ORIGANUM* SPECIES CULTIVATED IN TURKEY

GULMIRA SAKENOVA

Anadolu University
Graduate School of Health Sciences
Pharmacognosy Program

Supervisor: Prof. Dr. K. Hüsnü Can BAŞER
June 2005

Three *Origanum* species, *O. majorana* L., *O. onites* L. and *O. vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart, with commercial importance cultivated in Turkey have been investigated for the variation essential oil yield and composition during different vegetation stages for a period of two years.

Hydrodistillation, microwave-assisted hydrodistillation and microdistillation methods have been used to obtain essential oils. Essential oils obtained by microwave-assisted hydrodistillation were similar in yield and composition compared to classical hydrodistillation. But the time of distillation was drastically reduced. Microdistillation was used as (another) alternative technique to obtain essential oils for analytical appreciation from very small amounts plant materials.

Compositions of essential oils were elucidated by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS). Relative percentages of the detected constituents were compared from their GC analysis.

Essential oil yields of the cultivated *O. majorana*, *O. vulgare* ssp. *hirtum* and *O. onites* were found to be $\approx 5.9\%$, $\approx 4.5\%$ and $\approx 3.6\%$, respectively.

In the essential oil of *O. majorana* carvacrol (32.0–83.9 %), γ -terpinene (2.3–5.8 %), *p*-cymene (1.5–3.3 %), thymol (0.3–15.9 %) and linalool (0.3–56.7 %) were found to be the main constituents.

The essential oil of *O. onites* was found to be rich in carvacrol (71.1–78.9 %), γ -terpinene (3.3–6.8 %), *p*-cymene (3.2–6.8 %) and thymol (0.4–2.6 %). Thymol (61.8–76.0 %) and carvacrol (3.8–14.6 %) were the major constituents in the essential oil of *O. vulgare* ssp. *hirtum*.

The most productive harvesting periods have been determined for three cultivated *Origanum* species by comparison of the essential oil yields and compositions during different vegetation stages.

Key Words: *Origanum*, Labiatae (Lamiaceae), essential oil, hydrodistillation, microwave, microdistillation, GC, GC/MS, carvacrol, thymol, γ -terpinene, *p*-cymene.

TEŞEKKÜR

Doktora yapmam konusunda bana en önemli desteği sağlayan ve çalışmalarım boyunca her konuda derin bilgi ve tecrübelerini esirgmeden bana yardımcı olan, mevcut her imkanı kullanmamı sağlayan danışmanım Prof. Dr. K. Hüsnü Can BAŞER'e,

Doktora eğitimini Türkiye'de yapabilme imkanının sağlanması konusunda Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı ve Kazakistan Cumhuriyeti Eğitim ve Bilim Bakanlığına,

Doktora eğitimini Türkiye'de yapabilmem için büyük destek sağlayan Kazakistan Cumhuriyeti Eğitim ve Bilim Bakanlığı Temsilcisi Lyazat Ye. TURBASAYEVA'ya ve Kazakistan Cumhuriyeti Eğitim ve Bilim Bakanlığı Türkiye Temsilcisi Bolat ATABAY'a,

Anadolu Üniversitesine,

Çalışmalarım süresince gösterdiği yakınlık, öneri ve yapıcı eleştirileriyle destek ve yardımcı olan Prof. Dr. Neş'e KIRIMER'e,

Çalışma materyalinin sağlanması ve ortak çalışmalara verdikleri desteklerden dolayı TÜNER Tarım yetkilileri Celil ve Özer TÜNER ile Ziraat Müh. Deniz TUVAY'a,

Analiz imkanı sağladığı için AUBİBAM'a,

Destek ve anlayışlarından dolayı Farmakognozi Anabilim Dalı'ndaki tüm çalışma arkadaşlarıma,

Bana daima manevi destek sağlayıp sabırla çalışmalarımı tamamlayabilmem için moral veren başta annem olmak üzere tüm aileme,

Her zaman yanımda olup, bana maddi ve manevi desteğiyle sevgi ve anlayışını esirgemeyen sevgili eşim Temel'e,

Varlığıyla beni hayata bağlayan, bana zorluklara göğüs gerebilme gücünü sağlayan biricik kızım Almira'ya,

Sevgi, saygı, anlayış ve manevi desteklerinden dolayı tüm dost, arkadaş ve sevenlerime,

Öneri ve katkılarından dolayı jüri üyelerine

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gülmira SAKENOVA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Botanik Özellikleri	3
2.1.1. Lamiaceae Familyasının Genel Özellikleri.....	3
2.1.2. <i>Origanum</i> L. Cinsi	3
2.1.3. <i>Origanum</i> Türlerinin Sistematik Özellikleri.....	4
2.1.4. <i>Origanum majorana</i> L.'nin Botanik Özellikleri.....	7
2.1.5. <i>Origanum onites</i> L.'in Botanik Özellikleri.....	8
2.1.6. <i>Origanum vulgare</i> L.'nin Botanik Özellikleri	9
2.2. <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> , <i>O. vulgare</i> Türleri ile Yapılan Çalışmalar	10
2.2.1. <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> , <i>O. vulgare</i> Türlerinin Uçucu Yağları ile İlgili Çalışmalar	10
2.2.1.1. Türkiye'de Yetişen <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> , <i>O. vulgare</i> Türlerinin Uçucu Yağları ile İlgili Çalışmalar	10
2.2.1.2. Dünya'da Yetişen <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> , <i>O. vulgare</i> Türlerinin Uçucu Yağları ile İlgili Çalışmalar	13
2.2.2. <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> , <i>O. vulgare</i> Türlerinin Kullanımı	21
2.2.2.1. Halk Arasındaki Kullanımı	21
2.2.2.2. Ticarete Kullanımı.....	21
2.2.2.3. Ziraatte Kullanımı	22
2.2.3. <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> , <i>O. vulgare</i> Türleri ile Yapılan Biyolojik Etki Çalışmaları	24
2.3. Kekik İhracatı ile İlgili Değerler	38
2.4. Uçucu Yağ Distilasyonu.....	42

2.4.1. Hidrodistilasyon	42
2.4.2. Mikrodalga Destekli Distilasyon	43
2.4.2.1. Mikrodalga Enerjisi ile Isıtma.....	43
2.4.2.2. Mikrodalga Destekli Distilasyonun Uygulaması	44
2.4.3. Mikrodistilasyon	45
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	46
3.1. Kullanılan Bitkisel Materyal, Kimyasal Maddeler ve Aletler.....	46
3.1.1. Bitkisel Materyal.....	46
3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Çözücüler.....	46
3.1.3. Kullanılan Cihazlar	49
3.2. Deneysel Çalışmalar	49
3.2.1. Hidrodistilasyon.....	49
3.2.2. Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon.....	49
3.2.3. Mikrodistilasyon	50
3.2.4. Su Miktar Tayini	51
3.2.5. Analitik Çalışmalar	52
3.2.5.1. Gaz Kromatografisi (GK).....	52
3.2.5.2. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GK/KS).....	52
4. DENEYSEL BULGULAR.....	54
4.1. Hidrodistilasyon ve Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon Yöntemleri ile Uçucu Yağ Elde Edilmesi	54
4.2. Mikrodistilasyon Yöntemi ile Uçucu Yağ Elde Edilmesi	55
4.3. Uçucu Yağ Bileşimleri	55
4.3.1. <i>O. majorana</i> 'nın Uçucu Yağ Bileşimleri	55
4.3.2. <i>O. onites</i> 'in Uçucu Yağ Bileşimleri	64
4.3.3. <i>O. vulgare ssp. hirtum</i> 'un Uçucu Yağ Bileşimleri	71
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	79
KAYNAKLAR.....	98
ÖZGEÇMİŞ.....	114

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Türkiye’den Dışsattımı Yapılan Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Miktarlarına Göre Dağılımı.....	39
Şekil 2.2. Clevenger Apareyi (sudan hafif uçucu yağlar için).....	42
Şekil 2.3. Mikrodalga Enerjisinin Genel Enerji Dağılımındaki Yeri	43
Şekil 3.1. TÜRER Tarım’a Ait Kekik Kültür Sahaları.....	47
Şekil 3.2. Çalışmalarda Kullanılan Kekik Türleri	48
Şekil 3.3. Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon İşlemi İçin Modifiye Edilmiş Sistem: Milestone ETHOS E Microwave Labstation Sistemine Bağlı Clevenger Apareyi	50
Şekil 3.4. Mikrodistilasyon cihazı	51
Şekil 4.1. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. majorana</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri	54
Şekil 4.2. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. onites</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri	54
Şekil 4.3. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri	55
Şekil 5.1. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. majorana</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşikleri.....	81
Şekil 5.2. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. majorana</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşik Grupları	82
Şekil 5.3. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. majorana</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri ve Ana Bileşikleri	83
Şekil 5.4. <i>O. majorana</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağı Profillerinin Karşılaştırılması	84
Şekil 5.5. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. onites</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşikleri.....	86
Şekil 5.6. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. onites</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşik Grupları	87

Şekil 5.7.	Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. onites</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri ve Ana Bileşikleri	87
Şekil 5.8.	<i>O. onites</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağ Profillerinin Karşılaştırılması.....	88
Şekil 5.9.	Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Bitkisinden (iki populasyon) Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşikleri.....	90
Şekil 5.10.	Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Bitkisinden (iki populasyon) Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşik Grupları	91
Şekil 5.11.	Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Bitkisinden (iki populasyon) Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri ve Ana Bileşikleri	91
Şekil 5.12.	<i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağı Profillerinin Karşılaştırılması	92
Şekil 5.13.	Clevenger Aparentinde ve Mikrodalga Sisteminde Elde Edilen Uçucu Yağların Kromatogramlarının Kıyaslanması.....	94
Şekil 5.14.	Clevenger Aparentinde ve Mikrodistilasyon Sisteminde Elde Edilen Uçucu Yağların Kromatogramlarının Kıyaslanması.....	96

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Türkiye’de Yetişen <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> ve <i>O. vulgare</i> Türlerinin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar	11
Çizelge 2.2. <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> ve <i>O. vulgare</i> Türlerin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar	14
Çizelge 2.3. <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> , <i>O. vulgare</i> Türlerinin Halk Arasındaki Kullanımı.	22
Çizelge 2.4. Kekik Türlerinin Tarımda Kullanımı.....	23
Çizelge 2.5. <i>O. majorana</i> , <i>O. onites</i> , <i>O. vulgare</i> Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları.....	25
Çizelge 2.6. <i>Origanum</i> Uçucu Yağların Karvakrol ve Timol Fraksiyonları Üzerinde Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları	36
Çizelge 2.7. Türkiye’den Ticareti Yapılan <i>Origanum</i> Türleri	40
Çizelge 2.8. Türkiye’nin 2000-2005 Yılları Arasındaki Kekik İhracatı	41
Çizelge 2.9. Türkiye’nin 2002–2004 Yılları Arasındaki Kekik İhracatı	41
Çizelge 2.10. Mikrodalga Destekli Yöntemlerde Kullanılan Çözücülerin Fiziksel Sabitleri ve Dağılma Faktörleri	44
Çizelge 2.11. Uçucu Bileşenlerin Mikrodüzeyde İzolasyonu için Kullanılan Sistemler.....	45
Çizelge 3.1. <i>Origanum</i> Türlerinin Toplanma Yerleri, Toplanma Zamanları ve ESSE Numaraları	46
Çizelge 4.1. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. majorana</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri	55
Çizelge 4.2. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. onites</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) ve Mikrodistilasyon (MD) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri	64
Çizelge 4.3. Farklı Zamanlarda Toplanan <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i> Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleri ile Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABTS ⁺	: 2,2'-Azinobis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonat
Akt.	: Aktivite
AsE	: Asetonlu Ekstre
BD	: Buhar Distilasyonu
Ç	: Çiçek
DPPH	: Difenilpikril hidrazil radikali
DTD	: Doğrudan Termal Desorbsiyon
E	: Ekstre
EC ₅₀	: % 50 Etkili konsantrasyon (Effective Concentration 50 %)
{E}	: Türkiye'nin endemik <i>Origanum</i> türleri
EE	: Etanollü Ekstre
ESSE	: Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbariyumu
FR	: Fraksiyon
FID	: Alev iyonlaşma dedektörü (Flame Ionization Detector)
FT-Raman	: Fourier Transform-Raman
GK	: Gaz Kromatografisi
GK-FTKÖ	: Gaz Kromatografisi - Fourier Transform Kırmızı Ötesi
GK/KS	: Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi
GTİP	: Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu
H	: Herba
HD	: Hidrodistilasyon
HS	: Tepeboşluğu (Headspace)
HS-SPME	: Tepeboşluğu katı faz mikro ekstraksiyonu (Headspace-Solid Phase Microextraction)
IC ₅₀	: % 50 İnhibitör konsantrasyon (Inhibitory Concentration 50%)
K	: Kök
KB	: Kuru Bitki
KK	: Karvakrol Kemotipi
KN	: Kaynak Numarası
LD ₅₀	: % 50 Öldürücü konsantrasyon (Lethal Dose 50 %)
LK	: Linalool kemotipi
LSC	: Sıvı katı kromatografisi (Liquid Solid Chromatography)
m	: Marjinal
m+	: Marjinal pozitif

MA-D-SPME	: Mikrodalga destekli distilasyon-katı faz mikroekstraksiyon (Microwave-Assisted Distillation - Solid-Phase Microextraction)
MA-HS-SPME	: Mikrodalga destekli tepe boşluğu katı faz mikroekstraksiyon (Microwave-Assisted Head-Space Solid-Phase Microextraction)
MBC	: Minimum bakterisidal konsantrasyon (Minimum Bactericidal Concentration)
MD	: Mikrodistilasyon
ME	: Metanollü Ekstre
MEKK	: Miselar Elektrokinetik Kapiler Kromatografi
MFC	: Minimum fungusidal konsantrasyon (Minimum Fungicidal Concentration)
MIC	: Minimum inhibitör konsantrasyon (Minimum Inhibitory Concentration)
MLC	: Minimum öldürücü konsantrasyon (Minimum Lethal Concentration)
MOD	: Mikrodalga fırında distilasyon (Microwave Oven Distillation)
MTT	: 3-(4,5-dimetiltiyazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolyum bromür
MW	: Mikrodalga destekli Hidrodistilasyon
OAİB	: Orta Anadolu Ağaç Mamulleri ve Orman Ürünleri İhracatçıları Birliği
ORAC	: Oksijen radikalini absorbe etme kapasitesi
PY-GK/KS	: Piroliz – Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi
PY	: Piroliz
RTİ	: Relatif Tutunma İndeksi, n- alkan serisine göre hesaplanmıştır
S	: Sap
SAE	: Soxhlet Apareyinde Ekstraksiyon
SE	: Sulu Ekstre
SFE	: Süperkritik akışkan ekstraksiyonu (Supercritical Fluid Extraction)
SDE	: Eşzamanlı buhar distilasyonu-ekstraksiyon (Simultaneous Distillation Extraction)
SMART	: Somatik Mutasyon ve Rekombinasyon Testi (Somatic Mutation and Recombination Test)
TAA	: Toplam Antioksidan Aktivitesi
TBARS	: Tiyobarbitürik asit reaktif türler
TEAC	: Troloksa eşdeğer antioksidanın konsantrasyonu
TK	: Timol Kemotipi
TÜ	: Toprak Üstü kısmı
UY	: Uçucu Yağ
Y	: Yaprak

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyada tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması eski çağlara dayanmaktadır. Günümüzde bu bitkiler ilaç sanayi yanında gıda, meşrubat, parfüm ve kozmetik endüstrisi gibi pek çok sektörde kullanılmaktadır. Son yıllardaki doğal ürünlerin tüketimindeki artışa bağlı olarak tıbbi ve aromatik bitkilerin Dünya pazar hacmi hızlı bir artış göstermektedir. Doğadan toplanan bu bitkilere olan talebin artmasıyla birlikte tıbbi ve aromatik bitkilerin kültüre alınmasına yönelik çalışmalara da hız verilmiştir. Ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkilerin sayısı ve yayılışı oldukça çok olmasına rağmen kültüre alınanları çok azdır. Bunların arasında önemli bir ihraç ürünü olan kekiğin üretim alanları son yıllarda hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Bu artışın nedeni alternatif ürün arayışının yanı sıra, tarımı konusunda başarılı çalışmalardan elde edilen sonuçlardır. Son yıllarda Avrupa ülkelerine ve Amerika Birleşik Devletlerine doğrudan ihracat artmış ve Türk Kekiki imajı oluşmuştur.

Kekik ticaretinde yer alan 5 *Origanum* türü bilinmektedir: *O. onites* L. (syn: *O. smyrneum*), *O. vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart (syn: *O. heracleoticum* L.), *O. majorana* L., *O. minutiflorum*, *O. syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) Ietswaart. “Kekik” adıyla *Thymbra*, *Thymus*, *Satureja* ve *Coridothymus capitatus* bitkileri de piyasada satılmaktadır. Genelde doğadan toplanarak ihraç edilen kekikte, yabancı otların ve maddelerin karışması da söz konusudur. Zamansız ve uygun olmayan türlerin birlikte toplatılması sebebiyle ürün kalitesinde sürekli farklılıklar ve istenmeyen yağ kompozisyonları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Benzer sebeplerden dolayı uçucu yağ oranı düşük olmakta ve kalite kriterleri sağlanamamaktadır. Bu durumu düzeltmek ve dış ticaretinde büyük potansiyeli olan bir bitkiyi ülkemize kazandırmak için birçok ıslah çalışmaları yürütülmektedir. Elde edilen çeşitlerde uçucu yağ oranı % 4-6'lara kadar yükseltilmiştir. Çeşitli firmalar tarafından kekiğin kültüre alınması çalışmaları devam etmektedir. Kekikiğin kültüre alınması, ülkemizin kekik genetik kaynaklarının korunmasına da son derece olumlu katkılar sağlamaktadır.

Yukarıda bahsedilen problemlerin ortadan kaldırılabilmesi ve kalitenin sürekliliğinin sağlanabilmesi, bitkinin tarladan fabrikaya kadar olan tüm safhalarda bilimsel olarak belli standartlarda olmasının sağlanmasını ve kontrolünü gerektirmektedir. Bu noktadan yola çıkarak ülkemiz için önemli potansiyel oluşturan kekik türlerinden kültüre alınmış olan *Origanum* türlerinin vejetasyon süresi boyunca ortaya koydukları yağ bileşimleri incelenerek aranan özellikteki yağ bileşimlerine göre uygun hasat zamanlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmamızın konusunu oluşturan Lamiaceae familyasının, *Origanum* L. cinsi 52 taksondan oluşmaktadır. Bunlardan 32 takson Anadolu topraklarında yetişmektedir. Türkiye Florasında *Origanum* L. cinsini temsil eden 22 türden 21 türü endemiktir (1).

Bu çalışmada kültürü yapılan üç kekik türünden, *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* örnekleri iki sene içinde tüm vejetasyon boyunca periyodik olarak toplanıp uçucu yağları üç farklı yöntemle elde edilerek bileşimlerinde ve verimindeki değişimler incelenmiştir. Bu amaçla TÜNER Tarım tarafından yetiştirilen kekik türleri kullanılmıştır.

Bitkiler farklı vejetasyon dönemlerinde toplanarak kurutulduktan sonra Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon yöntemleri ile uçucu yağları elde edilmiş ve analizleri yapılmıştır. Bitki örnekleri Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbariumu'nda (ESSE) saklanmaktadır. İki sene içinde periyodik olarak toplanan 29 örnekten üç yöntem ile elde edilen uçucu yağların verimi, GK ve GK/KS analiz sonuçları ile ilgili veriler tez kapsamında değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Botanik Özellikleri

Dünyada Lamiaceae (Labiatae) familyası *Origanum* cinsinin, 10 seksiyonda toplanmış 69 taksonu bulunmaktadır. Türkiye Florası'nda 10 seksiyondan 8'ine ait 22 tür ve 31 takson kayıtlıdır.

2.1.1. Lamiaceae Familyasının Genel Özellikleri

Lamiaceae familyası dünyada 200 kadar cins'e ait 3200 türle, Türkiye'de 45 cinse ait 570 tür ve 762 takson ile temsil edilmektedir. Lamiaceae familyasının temsilcileri, uçucu yağ taşıyan, bir ya da çok yıllık otsu bitkiler veya çalılardır. Salgı tüyleri taşır ve uçucu yağ içerirler. Gövde dört köşeli, yapraklar çoğu zaman basit, bazen parçalı ve dekuzat dizilişlidir. Çiçekler vertisillat durumundadır, zigomorf ve bilabiattır. Uçucu yağ, başı tek, sapı çok hücreli salgı tüyleri ile başı 8–16 hücreli ve pul şeklindeki Labiatae tipi salgı tüylerindedir. Stamen 4 tane, çoğu zaman didinamdır, bazen 2 stamen de bulunur. Ovaryum 2 karpelden meydana gelmiş 4 gözlü ve üst durumludur, her gözde 1 ovül bulunur; stilus ginobaziktir. Meyve 4 nuksa ayrılan bir şizokarptır (1, 2).

2.1.2. *Origanum* L. Cinsi

Yarı çalimsı veya otsu çok yıllık, tüylü veya tüsüz (genellikle mavimsi yeşil). Gövdeler birkaç tane, yükselici veya dik, genellikle dallanmış. Yaprak subsesil veya ± petiolat, eliptik, ovat, kordat veya suborbikular, tam veya ± dişli, uç kısmı obtus veya akuminat. Vertisiller 2-birkaç-çiçekli, infloresens ± yoğun başak şeklinde olup panikul ya da yalancı korimbus şeklinde düzenlenmiş. Brakte her zaman şekil ve boyut bakımından yapraklardan farklı olmaktadır. Genellikle imbrikat, 1/2–3 x kaliks kadar uzunlukta, ya zarımsı ve kısmen mor ya da sarımsı yeşil veya doku ve renk bakımından yapraklara benzer. Çiçekler hermafrodit veya ginodioik. Kaliks değişken, ± aktinomorf ve 5-dişli, veya zigomorf ve 1-2 dudaklı, 13 veya yaklaşık 10 damarlı; boğaz kısmı genellikle halka şeklinde tüylü. Korolla mor, pembe veya beyaz, ± eşit 2-dudaklı, tüp bazen torba şeklinde ya da yassılaştırmış; üst dudak emarginat veya kısa şeklinde iki loplulu, alt dudak 3-loplulu. Stamenler 4, alt çift daha uzun, korolla dışında veya ± içinde, üst dudak altında yükselici düz veya ayrılmış; filamentler ± eşit değil; teka ayrılmış. Meyveler küçük, ovoid, kahverengi (1).

2.1.3. *Origanum* Türlerinin Sistematik Özellikleri

Origanum cinsi bir İran-Turan elementi olup Anadolu'nun doğusundaki bölgeden dünyaya yayılmıştır. Bitkinin ismi Yunanca “oros” – dağ ve “ganos” – süs kelimelerinden türemiş ve dağların süsü anlamına gelmektedir. *Origanum* cinsine ait türlerin yaklaşık % 75'i Doğu Akdeniz, çok az bir kısmı Batı Akdeniz bölgesinde yayılmaktadır. Türlerin arasında *Origanum vulgare* çok geniş bir yayılım alanına sahip olup Batı Akdeniz'den Orta Asya'ya kadar yayılmaktadır. Türlerin çoğu yüksek kesimlerde ve dağlık alanlarda, (0)-400–1800- (4000) m yükseklikte bulunur. En çok 1200–1500 m yükseklikte yetişmektedir. *Origanum* türlerinin hemen tümü taşlık, yamaç ve kayalık alanlarda, uçurumlarda yetişir (1, 3, 4).

Dünya üzerinde yetişmekte olan *Origanum* türleri aşağıda verilmiştir (5).

1. Seksiyon: *Amaracus* (Gleditsch) Bentham

Yayılışı

1. *Origanum boissieri* Ietswaart^x {E} Türkiye
2. *Origanum calcaratum* Juss.^{x+} Yunanistan
3. *Origanum cordifolium* (Montbret et Aucher ex Bentham) Vogel Kıbrıs
4. *Origanum dictamnus* L. Yunanistan (Girit)
5. *Origanum saccatum* Davis^x {E} Türkiye
6. *Origanum solymicum* Davis^x {E} Türkiye
7. *Origanum symes* Carlström^{x+} Yunanistan

2. Seksiyon: *Anatolicon* Bentham

8. *Origanum akhdareense* Ietswaart et Boulos Libya
9. *Origanum cyrenaicum* Beguinot et Vaccari Libya
10. *Origanum hypericifolium* Schwarz et Davis^x {E} Türkiye
11. *Origanum libanoticum* Boiss. Lübnan
12. *Origanum scabrum* Boiss. et Heldr Yunanistan
13. *Origanum sipyleum* L.^x Türkiye, Yunanistan
14. *Origanum vetteri* Briq. et Barbey Yunanistan
15. *Origanum pampaninii* (Brullo et Furnari) Ietswaart Libya

⁺ Sadece Ege Adaları'nda yetişen *Origanum* türleri

^x Türkiye Florası'nda kayıtlı *Origanum* türleri

{E} Türkiye'nin endemik *Origanum* türleri

3. Seksiyon: Brevifilamentum Ietswaart

16. *Origanum acutidens* (Hand.-Mazz) Ietswaart^x {E} Türkiye
17. *Origanum bargyli* Mouterde^x Suriye, Türkiye
18. *Origanum brevidens* (Bornm.) Dinsmore^x {E} Türkiye
19. *Origanum haussknechtii* Boiss.^x {E} Türkiye
20. *Origanum leptocladum* Boiss.^x {E} Türkiye
21. *Origanum rotundifolium* Boiss.^x Türkiye
22. *Origanum munzureense* Kit Tan et Sorger^x {E} Türkiye
23. *Origanum husnucan-baseri* H.Duman, Z.Aytaç, A. Duran^x {E} Türkiye

4. Seksiyon: Longitubus Ietswaart

24. *Origanum amanum* Post^x {E} Türkiye

5. Seksiyon: Chilocalyx (Briquet) Ietswaart

25. *Origanum bilgeri* Davis^x {E} Türkiye
26. *Origanum micranthum* Vogel^x {E} Türkiye
27. *Origanum microphyllum* (Benth.) Vogel Yunanistan (Girit)
28. *Origanum minutiflorum* Schwarz et Davis^x {E} Türkiye

6. Seksiyon: Majorana (Miller) Bentham

29. *Origanum majorana* L.^x Türkiye, Kıbrıs,
Akdeniz bölgesi
30. *Origanum onites* L.^x Türkiye, Yunanistan,
İtalya
31. *Origanum syriacum* L.
a) var. *syriacum* Suriye, Ürdün, İsrail
b) var. *bevanii* (Holmes) Ietswaart^x Suriye, Türkiye,
Lübnan, Kıbrıs
c) var. *sinaicum* (Boiss.) Ietswaart Sina yarımadası

7. Seksiyon: Campanulaticalyx Ietswaart

32. *Origanum dayi* Post.....İsrail
33. *Origanum isthmicum* Danin Sina yarımadasının
kuzeyi
34. *Origanum ramonense* Danin İsrail
35. *Origanum punonense* Danin..... Ürdün
36. *Origanum jordanicum* Danin et Künne..... Ürdün

8. Seksiyon: Elongatispicata Ietswaart

37. *Origanum elongatum* (Bonnet) Emberger et Maire Fas
38. *Origanum floribundum* Munby Cezayir
39. *Origanum grosii* Pau et Font Quer ex Ietswaart..... Fas

9. Seksiyon: Origanum

40. *Origanum vulgare* L. ^x Türkiye
- a) ssp. *vulgare* ^x Avrupa, İran,
Hindistan, Çin
- b) ssp. *glandulosum* (Desfontaines) Ietswaart Fas, Tunus
- c) ssp. *gracile* (Koch) Ietswaart^x Türkiye, İran,
Afganistan, Rusya
- d) ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart^x Türkiye, Yunanistan,
Arnavutluk,
Hırvatistan
- e) ssp. *virens* (Hoffmannsegg et Link) Ietswaart..... İspanya, Portekiz,
Fas
- f) ssp. *viride* (Boiss.) Hayek^x Türkiye, Yunanistan,
İran, Pakistan, İtalya,
Hırvatistan,
Afganistan,
Hindistan, Çin

10. Seksiyon: Prolaticorolla Ietswaart

41. *Origanum compactum* Benth..... Fas, İspanya
42. *Origanum ehrenbergii* Boiss. Lübnan
43. *Origanum laevigatum* Boiss.^x Türkiye

Hibritler

Origanum amanum Post x *O. dictamnus* L.

Origanum bargyli Mouterde x *O. laevigatum* Boiss.

Origanum calcaratum Juss. x *O. dictamnus* L.

Origanum micranthum Vogel x *O. vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart

Origanum sipyleum L. x *O. vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart

Origanum x *adonis* Mouterde

Origanum x *applii* (Domin) Boros

Origanum x *barbarae* Bornm.

Origanum x *dolichosiphon* Davis (*O. amanum* Post x *O. laevigatum* Boiss.) {E}.....Türkiye

Origanum x *hybridinum* Miller

Origanum x *intercedens* Rechinger (*O. vulgare* ssp. *hirtum* x *O. onites*).....Türkiye

Origanum x *intermedium* Davis (*O. sipyleum* L. x *O. onites* L.) {E}.....Türkiye

Origanum x *lirium* Heldr. ex Halacsy

Origanum x *majoricum* Cambessedes

Origanum x *minoanum* Davis

Origanum x *pabotii* Mouterde

Origanum x *symeonis* Mouterde (*O. syriacum* L. x *O. laevigatum* Boiss.) {E}.....Türkiye

Origanum vulgare L. subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart x *O. micranthum* Vogel {E}.....Türkiye

Origanum x *adanense* Baser et Duman (*O. laevigatum* Boiss. x *O. bargyli* Mouterde) {E} Türkiye

2.1.4. *Origanum majorana* L.'nin Botanik Özellikleri

Origanum majorana L. Syn. *Majorana hortensis* Moench; *O. majoranoides* Willd.; *O. dubium* Boiss.; *O. syriacum* L. subsp. *dubium* (Boiss.) Holmboe.

80 cm kadar yükseklikte çalimsı, yünsü tüylü (tomentellous) bitkiler. Dallar her gövdede 10 çift kadar, 14 cm uzunlukta. Yaprak saplıdan hemen hemen sapsıza kadar (yaprak sapları 15 cm'ye kadar) yuvarlağımsı, ovat veya eliptik, 3–30 x 2–25 mm, genellikle obtus, damarlar alt yüzeyde belirgin değil. Panikülat çiçek formundaki spiküller yaklaşık 3–20 x 3

mm. Brakte eliptik, obovat veya rombik, genellikle obtus ve tamamı 2-4 x 1-3 mm. Kaliks 2-3.5 mm. Korolla beyaz, 3-7 mm. Kuru yamaçlar ve kayalıklı alanlar, bazen kısmi gölgelik alanlarda, deniz seviyesinden 400-1500 m yükseklikte (1).

Yer belirtilmeksizin tanımlanmıştır.

Güney Anadolu'da, C4 Antalya; Alanya, Kozlu Deresi'nden Kargı çayına kadar 1000 m. D14247. İçel: c Anamur'un 40 km batısı, c. 400 m, C5 İçel: Mersin'in Kuzeyi, Güzeldere geçidi (*O. dubium* ve sinonim tipi).

Doğu Akdeniz'de Kıbrıs. Hemen hepsi Güney Anadolu'ya has. Avrupa, Kuzey Afrika, Asya ve Amerika'da tıbbi bitki ve çeşni olarak yetiştirilir. Akdeniz ülkelerinde bazen bahçelerde kendiliğinden çıkmış olarak bulunur. Kültürde yıllık, iki yıllık ve çok yıllık otsu formları bulunur (İstanbul) (1).

2.1.5. *Origanum onites* L.'in botanik özellikleri

Origanum onites L. Syn. *Origanum smyrnaeum* L.; *O. pallidum* Desf.; *Majorana smyrnaea* (L.) Kostel; *M. onites* (L.) Bentham; *M. onites* (L.) Bentham var. *columnaris* Rech.

65 cm kadar yükseklikte hemen hemen çalimsı bitkiler, tüylü (hirsut). Dallar her gövdede 10 çifte kadar, 13 cm kadar uzunlukta. Yaprak saplıdan hemen hemen sapsıza kadar (saplar 6 mm'ye kadar), kalp şeklinde (kordat), oval (ovat) veya elipsi (eliptik), 3-22 x 2-19 mm, ± akut veya akuminat, seyrek olarak serrat veya tam, damarlar ± alt yüzeyde hemen hemen belirgin. Korimbiform çiçek durumundaki spiküller yaklaşık olarak 3-17 x 4 mm. Brakte obovat veya eliptik, 2-5 x 1.5-4 mm, obtus-akuminat, tam veya dişli. Kaliks 2-3 mm. Korolla beyaz, 3-7 mm. Kayalıklı tepeler ve yamaçlar, genellikle kireçtaşı üzerinde, bazen gölge alanlarda, deniz seviyesinden 1400 m yükseklikte (1).

O. onites geniş bir dağılım alanına sahiptir. Yunanistan'ın güneyinde, Girit ve diğer birçok Yunan adasında, İtalya'nın güneyinde ve Türkiye'nin güneyi ile batısında bulunur. Genellikle yüksek rakımda açık kayalıklı alanlarda, deniz seviyesinden 1400 m yükseklikte, sıklıkla kireçtaşları üzerinde yatişir. Nisan'dan Ağustos ayına kadar çiçek açar (3).

Bir araştırmada, yükseklik artışına paralel olarak iletim dokusu ve korteks alanlarında bir artışa benzer şekilde bitkinin gövde ve alt yaprak boylarında belirgin azalma gözlenmiştir (6).

2.1.6. *Origanum vulgare* L.'nin botanik özellikleri

Origanum vulgare L. 100 cm kadar çokyillik bir bitki, tamamı tüylü (hirsut) veya ± tüysüz ve genellikle ince tüylü. Dallar her gövdede 12 çifte kadar, 25 cm uzunlukta. Yapraklar saplı veya sapsız (sap 20 cm'ye kadar), ovat, eliptik veya yuvarlakımsı, 6–40 x 5–30 mm, dar veya geniş, dikkati çeken tarzda, glandular-punktat veya değil. Spiküller 3–30 x 2–8 mm. Brakte obovat veya eliptik, 2-10 x 1-7 mm, ± dar veya sivri uçlu. Kaliks 2–4 mm. Korolla mor, pembe veya beyaz, 3–10 mm. Kıraç (susuz) tepeler ve kayalık yamaçlar, kalkerli veya kalkersiz topraklar, genellikle koniferlerin, karışık ağaçların, çalılıarın kısmi gölgelik alanlarında.

1. Yapraklar ve kaliks genellikle dikkati çekecek tarzda glandular-punktat; gövde ve yapraklar yoğun şekilde tüylü, hafif şekilde sarkık veya (glabrescent); brakte genellikle yeşil; korola genellikle beyaz.
2. Gövde genellikle yoğun şekilde tüylü; yapraklar yoğun şekilde glandular-punktat; grimsi maviye yakın yeşil renkte değil; yapraklar, brakte ve kaliks hemen hemen tüylü; çiçeklenme karmaşık, dallar ve spiküller ince değil (subsp. *hirtum*).

Subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart, sinonimleri: *O. heracleoticum* L., *O. smyrnaeum* Sm. in Sibth. & Sm. Prodr., *O. hirtum* Link, *O. creticum* Sieber ex Benthams, *O. illyricum* Scheele, *O. hirtum* Link var. *trichocalycinum* Hausskn., *O. heracleoticum* L. var. *creticum* (L.) Hal., *O. heracleoticum* L. var. *trichocalycinum* (Hausskn.) Hal., Neotip (Ietswaart [Yunanistan, Makedonya] Hagion Oros yarımadası).

Türkiye'de ve Avrupa'da, Batı ve Güney Anadolu, Adalar. A1(E) Edirne: Edirne'den Bozköy'e kadar A1(A) Çanakkale: Çanakkale boğazı, A2(E) İstanbul: Çatal Dağı 1903 m. A2(A) İstanbul: Halkalı, A3 Sakarya: Sapanca, 50 m. B1 Balıkesir: Kaz Dağı, B2 İzmir: Bozdağı. C1 Aydın: Samsun Dağı Priene üstü, C2 Muğla: Sandras Dağında'ki Ağla 610 m; C4 İçel: Anamur 1300-1500 m. Akbaş, C5 Niğde: Maden'in batısı, 400–500 m.

Yunanistan, Ege, Doğu Akdeniz elementidir (1).

Hibritler

Bu cinste hibritleşme olayı çok yaygındır (çoğu seksiyon içinde). Farklı lokalitelerden aynı hibrit veya aynı yerden farklı zamanlarda alınan örnekler farklı kaliks dış şekillerinden stamenlerin gelişimine ve polen üretimine kadar değişen farklılıklar göstermektedir. Bir örnek iki yakın türlerin özelliklerini taşıyorsa hibrit olduğu ihtimali yüksektir.

2.2. *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* türleri üzerinde yapılan uçucu yağ çalışmaları, halk arasında kullanımları ve biyolojik etki çalışmaları hakkında bilgiler verilmiştir.

2.2.1.. *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türlerinin Uçucu Yağları ile İlgili Çalışmalar

Bu bölümde kaynak taraması sırasında rastlanan Türkiye’de yetişen *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* türlerinin uçucu yağları ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

2.2.1.1 Türkiye’de Yetişen *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türlerinin Uçucu Yağları ile İlgili Çalışmalar

Türkiye’nin güneyinde yetişen *O. majorana* 1980 yılına kadar *O. dubium* Boiss. adıyla anılmıştı. Ietswaart’ın *Origanum* üzerinde yaptığı incelemesinden sonra bu takson *O. majorana* içine alındı (1, 3). Türkiye’de yetişen *O. majorana*’nın iki kemotipi bilinmektedir. Ege bölgesinin bahçelerinde mutfak ihtiyacı için yetiştirilen Mercanköşk adlı (Sweet marjoram) tipin uçucu yağı terpinen-4-ol, *cis*-sabinen hidrat ve linalool’ce zengindir. Uçucu yağ verimi ve karvakrol miktarı düşüktür. Ülkemizin güney kısmında, Akdeniz bölgesinin Antalya ve İçel illerinde yetişen Beyaz kekik adlı tipin uçucu yağı karvakrol’ce zengindir. Ayrıca, uçucu yağ verimi (% 5–8) yüksek olduğu için ticaret amacıyla tercih edilmektedir (4, 7–12). Batı Türkiye’de bahçelerde baharat olarak kullanılmak üzere *O. majorana* ve *O. vulgare* ssp. *virens* (Hoffm. et Link) Ietswaart türlerinin hibridi olan, *O. × majoricum* Cambess. yetiştirilmektedir. Morfolojik özellikleri ve uçucu yağ kompozisyonu ile Mercanköşk tipine benzerlik göstermektedir. Fakat kaliks ve korolla özellikleri daha çok *O. vulgare* ssp. *virens* türüne benzemektedir (13).

Türkiye’de yetişen *O. onites*’in (İzmir kekiği) üç kemotipi bilinmektedir. Balıkesir, Muğla, İzmir, Denizli bölgelerinde karvakrol’ce (% 66.5–82.0) zengin olan kemotipi yetişmektedir. Uçucu yağ verimi % 1.5–3.9 arasında tespit edilmiştir. Antalya bölgesinde linalool’ce (% 80–92) zengin ve uçucu yağ verimi (% 2.6–4.6) yüksek olan kemotipi yetişmektedir. Karışık kemotipler de bilinmektedir: ana bileşik olarak karvakrol (36–66%) ve linalool (% 15–52) veya karvakrol (% 57) ve timol (% 12) içerenler gibi (7, 9, 14–26). Ülkemizde yetişen *O. onites* üzerinde yapılan bir araştırmada, uçucu yağ miktarının yüksekliğe bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir (6).

O. vulgare diğer türlere nazaran son derece değişken bir türdür. Türün orijinal kaynağı muhtemelen Akdeniz bölgesi ve özellikle Türkiye'nin güney ve batı kısmıdır. 1980 yılında *Origanum* türü üzerinde yapılan incelemede Ietswaart en değişken altı alttürleri ayırt etmiştir (3). Dört alttürü Türkiye'de yetişmektedir: *O. vulgare* ssp. *hirtum*, ssp. *gracile*, ssp. *vulgare* ve ssp. *viride* (1). Yurdumuzda *O. vulgare* ssp. *hirtum* uçucu yağ üretiminden daha çok baharat ve bitkisel çay olarak kullanım bulmaktadır. Uçucu yağ verimi bakımından oldukça değişken sonuçlar (% 1.1–6.5) bildirilmiştir. Ana bileşik olarak karvakrol (% 1.9–88.6), timol (% eser - 82.3), ve bunların biyosentetik prekürsörleri, γ -terpinen ve *p*-simen taşımaktadır. Uçucu yağ verimi ve karvakrol miktarı arasında belli bir korelasyon bulunmuştur: karvakrol + timol ve γ -terpinen + *p*-simen arasındaki oran ne kadar yüksek ise, karvakrol miktarı ve yağ verimi de o kadar yüksektir (7, 9, 15, 27, 28).

O. vulgare ssp. *hirtum* ve *O. onites* türlerin hibriti olarak *O. × intercedens* bilinmektedir. Yetiştirme yerleri: Doğu Akdeniz, Batı Türkiye ve Yunanistan (Evoia adası) dır. Yağ verimi bakımından zengin (% 4.3) bir hibrittir. Ana bileşik olarak karvakrol (% 46) içerir (9). Yunanistan'daki örnekte karvakrol miktarı daha yüksek (% 85) bulunmuştur (29).

O. vulgare ssp. *hirtum* ve *O. microphylum* türlerin hibriti olan *O. × minoanum* Yunanistan'da yetişmektedir. Ana bileşikleri karvakrol (% 27.6), *p*-simen (% 23.0), γ -terpinen (% 11.6) ve *cis*-sabinen hidrat (% 11.8) tır (30).

Türkiye'de yetişen *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* türlerinin uçucu yağı ile ilgili araştırmaların sonuçları Çizelge 2.1.'de özetlenmiştir. Türkiye'de yetişen kekik türlerinin uçucu yağ kompozisyonları ve aktiviteleri çoğu eski adı TBAM (Anadolu Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitki ve İlaç Araştırma Merkezi) olan araştırma merkezi araştırmacıları tarafından değerlendirilmiştir. Ayrıca, pilot ve endüstriyel ölçekli tesislerde uçucu yağ ve kekik suyu üretimi ile kekik yağın rektifikasyonu yapılmıştır (31). *O. onites* yağ altı suyunun ana bileşikleri olarak karvakrol, linalool, timol ve *cis-p*-ment-4-en-1,2-diol bulunmuştur (32).

Çizelge 2.1. Türkiye'de Yetişen *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* Türlerinin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

Tür	Bileşik	Miktar (%)	Uçucu Yağ Verimi (%)	KN
<i>O. majorana</i> a)	<i>p</i> -simen	4–12.0	5.2–7.8	7–9
	γ -terpinen	0.7–12.0		
	linalool	0.2–12.0		
	timol	0.5–2.0		
	karvakrol	32–84		

Çizelge 2.1. (devam) Türkiye’de Yetişen *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* Türlerinin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

Tür	Bileşik	Miktar, %	Uçucu Yağ Verimi, %	KN	
<i>O. majorana</i>	b) <i>cis</i> -sabinen hidrat	30-44	1.1-2.3	7-9	
		terpinen-4-ol			8-14
		linalool			2-5
		karvakrol			0.6-2.0
	c) karvakrol	65-74	7.5	11, 12, 20	
<i>O. × majoricum</i> Cambess.*	<i>cis</i> -sabinen hidrat	24-37	0.7-1.9	13	
	terpinen-4-ol	6-13			
	linalool	2-6			
	karvakrol	7-18			
<i>O. onites</i>	a)	<i>p</i> -simen	3.0-10.9	1.1-4.7	7, 9, 14, 16, 17
		γ -terpinen	1.6-8.7		
		linalool	0.04-1.9		
		timol	0.2-1.9		
		karvakrol	66.5-81.9		
	b)	<i>p</i> -simen	0.01-0.3	2.6-4.6	
		γ -terpinen	0.03-0.1		
		linalool	79.9-91.9		
		timol	0-0.05		
	c)	karvakrol	0.3-13.4	2.5-2.8	
		<i>p</i> -simen	1.5-4.9		
		γ -terpinen	1.3-4.1		
		linalool	14.8-51.8		
	d)	timol	0.04-3.6	3.6-4.0	
		karvakrol	36.3-66.0		
		(<i>Z</i>)- α -terpineol	2.6-3.6		
		borneol	2.1-5.1		
		terpinen-4-ol	1.2-5.3		
timol		2.1-3.6			
karvakrol		68.2-80.2			
e)	karvakrol	47-74	1.8-3.4	18-26	
	karvakrol + timol	51-74	---		
<i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	a)	<i>p</i> -simen	4.9-24.9	1.3-6.5	7, 15, 27, 28
		γ -terpinen	1.0-16.3		
		β -karyofillen+ terpinen-4-ol	0.6-2.3		
		timol	0.01-82.3		
	b)	karvakrol	1.9-88.6	2.3-5.4	
		karvakrol	52-61		
<i>O. × intercedens</i> *	<i>p</i> -simen	9.3	4.3	9	
	timol	2.4			
	karvakrol	45.9			
<i>O. vulgare</i> ssp. <i>gracile</i>	(<i>Z</i>)- β -osimen	5.1	0.04	27	
	(<i>E</i>)- β -osimen	5.9			
	β -karyofillen + terpinen-4-ol	17.5			
	germakren D	12.8			
	γ -elemen + β -bisabolen	5.5			
	karvakrol	1.5			

Çizelge 2.1. (devam) Türkiye’de Yetişen *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* Türlerinin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

Tür	Bileşik	Miktar, %	Uçucu Yağ Verimi, %	KN
<i>O. vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	(<i>E</i>)- β -osimen	3.3	0.08	27
	β -karyofillen+ terpinen-4-ol	20.9		
	germakren D	17.8		
	γ -elemen+ β -bisabolen	5.3		
	karvakrol	3.0		
<i>O. vulgare</i> ssp. <i>viride</i>	(<i>E</i>)- β -osimen	3.7	0.13	
	β -karyofillen	16.8		
	germakren D	15.9		
	γ -elemen+ β -bisabolen	6.2		
	karvakrol	1.0		

* Hibritler, ebeveyn olduğu türden hemen sonra verilmiştir
KN : Kaynak numarası

-- : Bilgi yok

2.2.1.2. Dünya’da Yetişen *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türlerinin Uçucu Yağları ile İlgili Çalışmalar

Bu bölümde kaynak taraması sırasında rastlanan diğer ülkelerde yetişen *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* türlerinin uçucu yağları ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

O. majorana’nın üzerinde yapılan çalışmalar, türün yağ miktarının oldukça geniş aralıkta (% 0.2–12.8) değişebildiğini göstermektedir. En yüksek (% 12.8) uçucu yağ verimi *O. majorana* var. *tenuifolium* Weston ile yapılan çalışmada belirtilmiştir (33). Uçucu yağın ana bileşikler açısından, iki ana kemotipi bilinmektedir. Birinci kemotipi yüksek oranda *cis*-sabinen hidratı’ tek başına veya terpinen-4-ol ile birlikte içermektedir. İkinci kemotipi, karvakrol veya timol’ce zengindir (8, 11). Her iki kemotipin de tıbbi amaçla kullanımı mevcuttur. Ayrıca, karvakrol, timol ve terpinen-4-ol’un antimikrobiyal etkileri birçok kaynakta gösterilmiştir (9, 34-40). Kültüre alınan *O. majorana* üzerinde yapılmış bir araştırmada uçucu yağ kompozisyonunun önemli derecede bitkinin yetiştiği yerdeki foto-döneme bağlı olduğu tespit edilmiştir. *cis*-Sabinen hidrat, 16 saat gün ışığı alan bölgelerde büyüyen bitkilerde, 10–13 saat ışık alanlara nazaran, daha yüksek miktarda üretilmektedir. Aksine, terpinenlerin miktarı gün uzadıkça azalmaktadır (41). Organik tarımı yapılan bitkilerde, uygulanan gübreleme yöntemine bağlı olarak uçucu yağdaki ana bileşiklerin yüzdelerinde değişiklikler gözlenmiştir. *cis*-Sabinen hidrat’ın en yüksek değeri Haziran dönemi gübreleme seviyesinin I (10 m³/dönüm) olduğu bitkide bulunmuşken, terpinen-4-ol’un ise en

yüksek miktarı aynı şartlarda yetiştirilen ve gübreleme seviyesi II (20 m³/dönüm) olan bitkide tespit edilmiştir (42).

O. onites ile yapılan çalışmalarda, yağ verimi ve ana bileşiği açısından diğer *Origanum* türlerine nazaran, daha sağlam ve kararlı bir tür olduğu gösterilmiş, uçucu yağ verimi bakımından zengin bir tür olduğu belirtilmiştir. Popülasyona bağlı olarak yağ verimi %1.8–4.5 civarında değişkenlik göstermektedir. Tüm raporlarda, karvakrol (çoğunlukla % 29–50, bazen % 84.5) uçucu yağın ana bileşiği olarak belirtilmiştir (30, 33, 43-45). Tek istisna Antalya yöresinde yetişen linalool kemotipidir (7).

O. vulgare üzerinde yapılan çalışmalar, bu türün hem morfolojik, hem uçucu yağ miktarı hem de ana bileşiği açısından oldukça değişken olduğunu göstermektedir. Özellikle, *hirtum* alttürü için bu değişkenlik, bitkinin adapte olduğu farklı çevresel şartlara bağlı kalmaktadır. Uçucu yağ miktarları eserden % 8.2'ye kadar olabilmektedir. *O. vulgare*'nin alttürleri arasında belirgin fark olduğu tespit edilmiştir: ssp. *vulgare* en düşük, ssp. *hirtum* en yüksek yağ verimi göstermektedir. *O. vulgare* ssp. *hirtum* uçucu yağı ana bileşenleri biyosentetik ilişkili dört maddeyi içermektedir: *p*-simen, γ -terpinen, timol ve karvakrol (30). Karvakrol miktarları % 2.4–95 arasında, onun izomeri olan timol'un miktarları ise eserden % 85'e kadar değişebilmektedir. Bu tür ile yapılan diğer çalışmada, karvakrol miktarının yaz döneminde daha yüksek olduğu, güz döneminde ise *p*-simen'in daha bol bulunduğu bildirilmiştir (46). Kaynaklarda şu grupların ve bileşiklerin varlığından bahsedilmektedir: karvakrol/timol (veya timol/karvakrol), terpinen–4-ol, sabinen, *cis*-sabinen hidrat, linalool, germakren, osimen-germakren-karyofilen, seskiterpen, monoterpen hidrokarbon, “similce zengin” ve “sabinilce zengin” (30, 47-54). Tez konusunu oluşturan *Origanum* türlerinin uçucu yağ bileşimleri üzerinde günümüze kadar yapılmış olan çalışmalar, türün toplanma yeri ve yetiştiği şekli, uçucu yağın ana maddeleri, uçucu yağı elde etme yöntemi, çalışılan kısmı ve yağ verimi Çizelge 2.2.'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.2. *O. majorana*, *O. onites*, ve *O. vulgare* Türlerin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

<i>Origanum</i> Türü	Türün Toplanma Yeri ve Yetiştirme Şekli	Bileşik	Miktar (%)	Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemi ve Çalışılan Kısım	Analiz Yöntemi	Uçucu Yağ Verimi (%)	KN
<i>majorana</i>	Yunanistan, yabani	<i>p</i> -simen	12.0	HD ^a (Y)	GK, GK/KS	0.2	55
		terpinen–4-ol	37.1				
		α -terpineol	7.1				
		timol	0.7				
		karvakrol	3.6				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	1.4				

Çizelge 2.2. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, ve *O. vulgare* Türlerin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

<i>Origanum</i> Türü	Türün Toplanma Yeri ve Yetiştirme Şekli	Bileşik	Miktar (%)	Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemi ve Çalışılan Kısım	Analiz Yöntemi	Uçucu Yağ Verimi (%)	KN
<i>majorana</i>	Yunanistan, yabani	<i>trans</i> -sabinen hidrat	2.1	HD ^a (Y)	GK, GK/KS	0.2	55
		α -terpinen	2.2				
		γ -terpinen	1.4				
	Yunanistan, yabani	<i>p</i> -simen	5.8–9.8	HD (Y)	FT- Raman	---	56
		terpinen-4-ol	9.3–9.4				
		α -terpineol	2.4–2.6				
		karvakrol	16.8–45.1				
		timol	0.1–0.8				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	1.3–1.4				
		α -terpinen	5.4–9.8				
		γ -terpinen	9.3–18.3				
	Almanya, kültür	karvakrol	65.0	---	LSC, GK	---	11
		timol	4.0				
	Almanya, kültür	γ -terpinen	10.4	SDE (Y)	GK, GK/KS	---	57
		<i>trans</i> -sabinen hidrat	6.6				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	29.3				
		terpinen-4-ol	20.7				
		α -terpinen	6.3				
		sabinen	5.4				
	Fransa, kültür	<i>p</i> -simen	7.0	HD (Y)	GK/KS GK- FTKÖ	1.0	58
		γ -terpinen	6.9				
		terpinen-4-ol	38.4				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	14.9				
		<i>trans</i> -sabinen hidrat	3.5				
		sabinen	4.9				
		α -terpineol	4.9				
	Avusturya, ticari	<i>cis</i> -sabinen hidrat	8.6	HD ^a , (Y)	GK/KS	---	59
		<i>trans</i> -sabinen hidrat	3.9				
sabinen		7.8					
α -terpinen		11.4					
γ -terpinen		18.4					
terpinen-4-ol		19.7					
Küba, kültür	terpinen-4-ol	17.7	HD (Y)	GK/KS	0.5	60	
	linalool	16.4					
	timol	11.6					
	karvakrol	0.5					
	γ -terpinen	8.3					
	<i>p</i> -simen	5.0					
Brezilya, kültür	<i>p</i> -simen	0.3–2.5	HD (Y)	MEKK	1.1–1.4	61	
	terpinen-4-ol	4.2–34.5					
	α -terpineol	5.4–14.0					
	linalool	3.4–5.1					
	terpinolen	0.3–4.0					
	α -terpinen	10.9					
	γ -terpinen	6.4–19.8					

Çizelge 2.2. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, ve *O. vulgare* Türlerin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

<i>Origanum</i> Türü	Türün Toplanma Yeri ve Yetiştirme Şekli	Bileşik	Miktar (%)	Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemi ve Çalışılan Kısım	Analiz Yöntemi	Uçucu Yağ Verimi (%)	KN
<i>majorana</i>	Litvanya, kültür	<i>p</i> -simen	3.0 (HD) 7.2 (HS)	HD, HS- SPME (Y)	GK, GK/KS	---	62
		γ -terpinen	7.7 (HD) 20.5 (HS)				
		terpinen-4-ol	49.7 (HD) 23.9 (HS)				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	2.2 (HD) 3.4 (HS)				
		<i>trans</i> -sabinen hidrat	0.7 (HD) 1.2 (HS)				
		sabinen	0.3 (HD) 3.0 (HS)				
		α -terpineol	8.0 (HD) 5.9 (HS)				
		β -karyofillen	4.5 (HD) 2.0 (HS)				
<i>majorana</i> var. <i>tenuifolium</i>	Yunanistan, yabani	<i>p</i> -simen	4.2 (Y) 1.0 (Ç) 4.1 (S)	HD (Y, Ç, S)	GK, GK/KS	8.0 (Y), 12.8 (Ç)	33
		terpinen-4-ol	21.6 (Y) 16.6 (Ç) 19.0 (S)				
		α -terpineol	7.3 (Y) 12.4 (Ç) 14.2 (S)				
		karvakrol	0.7 (Y) 0.5 (Ç) 6.0 (S)				
		timol	0.1				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	33.3 (Y) 24.0 (Ç) 7.4 (S)				
		α -terpinen	4.7 (Y) 6.5 (Ç) 5.7 (S)				
		γ -terpinen	8.3 (Y) 10.6 (Ç) 11.1 (S)				
		linalool	4.3 (Y) 2.0 (Ç) 2.8 (S)				
		<i>onites</i>	Yunanistan, yabani				
karvakrol	80.0 (Y) 81.6 (Ç) 69.4 (S)						
timol	1.2 (Y) 0.8 (Ç) 2.1 (S)						
α -terpinen	1.0 (Y) 1.3 (Ç) 0.2 (S)						

Çizelge 2.2. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, ve *O. vulgare* Türlerin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

<i>Origanum</i> Türü	Türün Toplanma Yeri ve Yetiştirme Şekli	Bileşik	Miktar (%)	Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemi ve Çalışılan Kısım	Analiz Yöntemi	Uçucu Yağ Verimi (%)	KN
<i>onites</i>	Yunanistan, yabani	γ -terpinen	3.2 (Y) 3.4 (Ç) 0.5 (S)	HD (Y, Ç, S)	GK, GK/KS	2.9-4.3 (Y+Ç) 4.4 (Ç)	33
	Yunanistan, yabani	γ -terpinen	6.9±4.0	HD (H)	GK/KS	1.8-4.5	44, 45
		<i>p</i> -simen	8.2±3.6				
		borneol	4.9±0.9				
		timol	0.3±0.2				
	Yunanistan, yabani	γ -terpinen	18.8 (HS, Y) 2.4 (HS, Ç)	HS (Y, Ç)	GK/KS	---	30
		<i>p</i> -simen	8.9 (HS, Y) 7.4 (HS, Ç)				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	1.6 (HS, Y) 2.6 (HS, Ç)				
		geraniol	3.6 (HS, Y) 4.9 (HS, Ç)				
		karvakrol	29.2 (HS, Y) 59.1 (HS, Ç)				
	İtalya, yabani	karvakrol	61.7	HD (Y)	GK, GK/KS	2.5	43
		timol	0.3				
		<i>p</i> -simen	4.6				
		γ -terpinen	6.2				
		β -bisabolen	5.7				
<i>vulgare</i>	Yunanistan, yabani	karvakrol	80.8	HD (Y)	FT- Raman	---	56
		timol	1.8				
		<i>p</i> -simen	5.2				
		γ -terpinen	5.8				
	b)	karvakrol	8.6	HD (Y)	FT- Raman	---	63
		timol	63.7				
		<i>p</i> -simen	13.0				
		γ -terpinen	7.5				
	Hindistan, yabani	linalool	23.8	HD (H)	GK, GK/KS	0.1	49
		mirsen	18.0				
		β -karyofillen	9.1				
		germakren D	7.4				
		terpinen-4-ol	4.4				
	İtalya ticari	karvakrol	37.4±8.9	HS- SPME	GK, GK/KS	---	50
		timol	14.2±3.5				
<i>p</i> -simen		11.1±3.6					
γ -terpinen		10.7±2.6					
b)	karvakrol	52.9±3.5	HS- SPME	GK, GK/KS	---	50	
	timol	2.6±0.6					
	terpinen-4-ol	10.4±2.4					
	β -karyofillen	12.7±5.1					
c)	karvakrol	18.5±21.7	SDE ^a (H)	GK, GK/KS	---	50	
	timol	21.7±16.5					
	γ -terpinen	18.2±7.8					
d)	linalool	28.2±13.1	SDE ^a (H)	GK, GK/KS	---	50	
	timol	10.9±8.5					
	β -karyofillen	13.2±6.0					
		γ -muurolen	10.5-4.7				

Çizelge 2.2. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, ve *O. vulgare* Türlerin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

<i>Origanum</i> Türü	Türün Toplanma Yeri ve Yetiştirme Şekli	Bileşik	Miktar (%)	Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemi ve Çalışılan Kısım	Analiz Yöntemi	Uçucu Yağ Verimi (%)	KN	
<i>vulgare</i>	yabani e)	β -burbonen	8.8±6.6	SDE (H)	GK, GK/KS	---	50	
		β -karyofillen	6.7±1.7					
		γ -muurolen	8.7±5.1					
		germakren-D-4-ol	10.7±7.5					
		karyofillen oksit	15.8±8.0					
<i>vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	İtalya, yabani	<i>p</i> -simen	4.4–20.4 (beyaz Ç) 2.9–7.5 (pembe Ç)	PY (Ç)	PY-GK/KS	---	51	
		γ -terpinen	15.8–32.3 (beyaz Ç) 11.7–25.3 (pembe Ç)					
		timol	2.3–52.8 (beyaz Ç) 47.5–70.4 (pembe Ç)					
		timil metileter	1.0–36.2 (beyaz Ç) 0.2–8.8 (pembe Ç)					
		karvakrol metileter	1.5–5.4 (beyaz Ç) 2.1–4.3 (pembe Ç)					
		β -karyofillen	1.8–3.5 (beyaz Ç) 1.3–4.0 (pembe Ç)					
	İtalya, yabani a)	karvakrol	50.4–56.6	HD (Ç)	GK, GK/KS	4.1–5.1	52	
		timol	7.9–9.2					
		karvakrol	0.3–11.7					
		timol	38.8–55.5					
		c)	karvakrol			18.7–21.0		4.0–4.2
			timol			24.7–30.5		
		d)	karvakrol			36.4–32.5		4.3–5.7
			timol			19.0–27.0		
	Hırvatistan, yabani	γ -terpinen	2.0	HD (Y)	GK/KS	2.9	64-66	
		<i>p</i> -simen	11.8					
		timol	49.3					
		karvakrol	24.6					
	Yunanistan, yabani	γ -terpinen	5.2 (HS, Y) 2.7 (HS, Ç)	HS (Y, Ç)	GK/KS	---	30	
		<i>p</i> -simen	28.7 (HS, Y) 11.9 (HS, Ç)					
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	0.6 (HS, Y) 1.4 (HS, Ç)					
timol		0.2 (HS, Y) 0.3 (HS, Ç)						
karvakrol		51.6 (HS, Y) 72.0 (HS, Ç)						

Çizelge 2.2. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, ve *O. vulgare* Türlerin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

<i>Origanum</i> Türü	Türün Toplanma Yeri ve Yetiştirme Şekli	Bileşik	Miktar (%)	Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemi ve Çalışılan Kısım	Analiz Yöntemi	Uçucu Yağ Verimi (%)	KN
<i>vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Yunanistan, yabani a)	γ -terpinen	2.2±1.0	HD (H)	GK/KS	---	44
		<i>p</i> -simen	31.5±13.3				
		timol	19.8±20.5				
		karvakrol	33.5±34.5				
	yabani b)	γ -terpinen	3.2	HD (Y)	GK/KS	3.3	67
		<i>p</i> -simen	3.4				
		timol	0				
		karvakrol	88.7				
	yabani c)	karvakrol	2.4–95.0	HD (Y)	GK/KS	1.8–8.2	45
	kültür d)	<i>p</i> -simen	9.2–24.3	HS-SPME	GK	---	68
		γ -terpinen	1.5–11.5				
		timol	0.2–0.3				
		karvakrol	61.2–69.2				
× <i>intercedens</i> **	Yunanistan, yabani a)	<i>p</i> -simen	15.3 (Y) 9.5 (Ç)	HS, Y, Ç	GK, GK/KS	---	30
		γ -terpinen	26.3 (Y) 13.8 (Ç)				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	2.3 (Y) 2.2 (Ç)				
		karvakrol	23.6 (Y) 54.3 (Ç)				
	yabani b)	karvakrol	85	---	---	---	29
× <i>minoanum</i> **	Yunanistan, yabani	<i>p</i> -simen	17.2 (Y) 15.3 (Ç)	HS, Y, Ç	GK, GK/KS	---	30
		γ -terpinen	28.2 (Y) 19.5 (Ç)				
		<i>cis</i> -sabinen hidrat	12.9 (Y) 20.0 (Ç)				
		karvakrol	13.2 (Y) 17.1 (Ç)				
<i>vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	Hindistan, yabani	γ -muurolen	62.0	BD (H)	GK, GK/KS	0.1	69
		elemol	5.9				
		δ -kadinen	5.3				
	Litvaniya, yabani a)	β -osimen	14.9–21.6	HD (H)	GK, GK/KS	---	48
		β -karyofillen	10.8–15.7				
		germakren D	10.0–16.2				
		sabinen	6.6–14.2				
	yabani b)	<i>cis</i> - β -osimen	4.1 (Ç) 15.3 (Y-S)	HD (Ç, Y-S)	GK/KS	---	53
		<i>trans</i> - β -osimen	11.0 (Ç) 8.0 (Y-S)				
		β -karyofillen	13.0 (Ç) 11.6 (Y-S)				
		germakren D	13.0 (Ç) 14.3 (Y-S)				
sabinen		14.1 (Ç) 8.2 (Y-S)					

Çizelge 2.2. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, ve *O. vulgare* Türlerin Uçucu Yağı ile İlgili Çalışmalar

<i>Origanum</i> Türü	Türün Toplanma Yeri ve Yetiştirme Şekli	Bileşik	Miktar (%)	Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemi ve Çalışılan Kısım	Analiz Yöntemi	Uçucu Yağ Verimi (%)	KN
<i>vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	Fransa, klonlanmış	a) sabinen	9.7–40.1	HD (Y,Ç)	GK, GK/KS	---	54
		(Z)-β-osimen	1.1–19.0				
		(E)-β-osimen	0.9–18.4				
		β-burbonen	0.3–20.0				
		β-karyofillen	1.7–22.0				
		terpinen-4-ol	0–30.6				
		germakren D	2.0–33.0				
		δ-kadinen	1.0–12.5				
		b) germakren D	2.0–33.0				
		(Z)-β-osimen	0–36.6				
		(E)-β-osimen	5.0–20.1				
		γ-terpinen	3.4–20.8				
	c) germakren D	9.4–28.3					
	β-karyofillen	5.2–26.2					
	δ-kadinen	1.3–11.2					
	karyofillen oksit	0.7–20.5					
	d) <i>cis</i> -sabinen hidrat	13.6–41.3					
	terpinen-4-ol	8.0–16.1					
	sabinen	6.4–10.7					
	e) terpinen-4-ol	10.7–39.5					
	germakren D	6.4–16.3					
	β-karyofillen	3.8–21.1					
	γ-terpinen	2.5–18.4					
	f) sabinen	0.2–8.9					
(Z)-β-osimen	0.5–41.9						
(E)-β-osimen	0.5–20.2						
β-karyofillen	1.6–11.0						
germakren D	0.4–10.6						
Yunanistan, yabancı	karvakrol	es–0.1	HD (H)	GK/KS	0.1–0.3	45	
<i>vulgare</i> ssp. <i>virens</i>	İspanya, yabancı	sabinen	7.3 (Y) 3.5 (Ç)	DTD (Y, Ç)	DTD-GK/KS	---	70
		<i>cis</i> -osimen	15.4 (Y) 4.7 (Ç)				
		<i>trans</i> -osimen	4.3 (Y) 5.9 (Ç)				
		linalool	26.3 (Y) 38.2 (Ç)				
		β-karyofillen	8.9 (Y) 8.8 (Ç)				
		germakren D	7.4 (Y) 7.3 (Ç)				
		germakren B	8.5 (Y) 6.3 (Ç)				
		<i>vulgare</i> ssp. <i>viridulum</i>	Yunanistan, yabancı				

a, b, c, d, e, f: farklı kemotip örnekleri

BD : Buhar distilasyonu

Ç : Çiçek

DTD : Doğrudan termal desorbsiyon

es : Eser

FT-Raman : Fourier Transform-Raman

FTKÖ : Fourier Transform Kırmızı Ötesi (FT-IR)

Spektrofotometresi

GK : Gaz kromatografisi

GK/KS : Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi

H	: Herba
HD	: Hidrodistilasyon
HD ^a	: Hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağın tutulması için çözücü kullanılmıştır
HS	: Tepeboşluğu (Headspace)
HS-SPME	: Tepeboşluğu katı faz mikro ekstraksiyonu (Headspace Solid Phase Microextraction)
KN	: Kaynak numarası
LSC	: Sıvı katı kromatografisi (Liquid Solid Chromatography)

MEKK	: Mısselar Elektrokınetık Kapıler Kromatografısı
PY-GK/KS	: Pırolız – Gaz Kromatografısı/Kütle Spectrometresi
PY	: Pırolız
S	: Sap
SDE	: Eşzamanlı buhar distilasyonu-ekstraksiyon (Simultaneous Distillation Extraction)
Y	: Yaprak
---	: Bilgi yok

Finlandiya’da kültüre alınmış *O. vulgare* ve *O. majorana*’nın uçucu yağlarında sırasıyla germakren D, karvakrol ve *cis*-sabinen hidrat, *trans*-sabinen hidrat, terpinen-4-ol, α -terpineol ana bileşikleri olarak bulunmuştur (71, 72).

2.2.2. *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türlerinin Kullanımı

Bu bölümde *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* türlerinin tarama sırasında rastlanan halk arasındaki gıda, baharat ve halk ilacı olarak kullanımları ile ziraat ve tarım alanlardaki kullanımları özetlenmiştir.

2.2.2.1. Halk Arasındaki Kullanımı

Kekiğin kullanımı, en azından M.Ö. 7. asırdan beri Anadolu’da bilinmektedir. Türk mutfağında çorba, salata, et, tavuk ve balık yemeklerine özel tat veren bir baharat olarak çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Birçok sosun içinde vazgeçilmez çesni bileşigidir (2, 9, 73).

O. majorana, *O. onites*, *O. vulgare* türlerinin halk arasındaki kullanımları Çizelge 2.3.’de özetlenmiştir.

2.2.2.2. Ticarete kullanımı

O. onites lipitlerinin, şampuan ve diğer kozmetik ürünlerde kullanılabileceği belirtilmiştir (85). Bir İsrail firması* tarafından *O. vulgare* bitkisinden “Origanox OS”, “Origanox WS” ve “Origanox EO” adlı doğal antioksidanlar üretilmektedir. Yağ, su ve alkol içinde çözünebilen bu ürünlerin antienflamatuar, antiallerjik, antiviral, antifungal ve antibakteriyal etkilere sahip olarak tıbbi, gıda ve kozmetik alanlarda kullanımı tavsiye edilmektedir. Avrupa Farmakopesi 5. Baskısı (2005)’nda Origanum herba monografında *O. onites* ve *O. vulgare* subsp. *hirtum* ofisinal drogu veren bitkiler olarak kayıtlıdır (86).

Çizelge 2.3. *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türlerinin Halk Arasındaki Kullanımı

Tür	Kullanım şekli	Kullanım yolu	Etki	Ülke	KN
<i>O. majorana</i>	TÜ, dekoksiyon	Oral	Antitussif Hipoglisemik Hipotansif	Türkiye	73, 74
	TÜ, infüzyon				
	Y, infüzyon				
	Kekik suyu				
<i>O. onites</i>	Y, infüzyon	Oral	Soğuk algınlığı	Türkiye	7, 75-78
	UY	Haricen	Analjezik (Kırık, burkulma)		
	Kekik suyu	Oral	Mide rahatsızlığı		
<i>O. vulgare</i>	H (infüzyon)	Oral	Abortif	Uruguay	79
			Hipoglisemik	Fas	80
	Y	Oral	Hipoglisemik Hipotansif Kalp rahatsızlığı	Fas	81
	H, Y, Ç	Oral	Antitussif Ekspektoran, Sedatif, Koleretik	Bulgaristan, Türkiye	82, 83
<i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	UY	Haricen	Analjezik (romatizma)	Yunanistan	84
	UY	İnhalasyon	Kronik zatürre		
	Y, Ç (infüzyon)	Oral	Soğukalgınlığı, Öksürük, Diyare		
	Y	Çiğnemek	Analjezik (diş ağrısı)		

Ç : Çiçek
KN : Kaynak numarası
H : Herba

TÜ : Toprak üstü kısmı
UY : Uçucu yağı
Y : Yaprak

Kekik Suyunun Kullanımı

Kekik, genelde bitkisel çay şeklinde kullanılır. Ayrıca “Kekik suyu” olarak bilinen ve kekik uçucu yağın üretimi sırasında elde edilen yağaltı suyu yurdumuzun bilhassa batı ve güney bölgelerindeki köylerde sindirim sistemindeki bozukluklarda, kan şekerini düşürücü, kolesterol düşürücü, kansere karşı şifa verici olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda kekik suyu ticari önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle şehirlerde artan talebe karşı, kekik yağı üreticileri kekik suyunun da ticaretine başlamışlardır. Bu amaçla çoğunlukla *O. onites*, ve diğer *Origanum* türleri yanında *Thymbra* ve *Satureja* türleri kullanılmaktadır (9, 17, 74, 87, 88).

2.2.2.3. Ziraatte Kullanımı

Kekik türleri son yıllarda kuru bitki ve uçucu yağ şeklinde ziraat ve tarım alanında da kullanım bulmaktadırlar. Depolanan tarım ürünlerinin filizlenmesini önlemek ve ambardaki tahılları haşarattan korumak amacıyla kekiğin etkileri araştırılmıştır (89–91). Kekiğin tarımdaki uygulamalarına yönelik bilgiler Çizelge 2.4.’de özetlenmiştir.

* : RAD International Ltd., İsrail.

Çizelge 2.4. Kekik Türlerinin Tarımda Kullanımı

Tür	Kullanım şekli	Zararlı Organizma	Etki	Akt.	KN
<i>O. onites</i>	UY, TB	Patates	Patateste filizlenmeyi durdurur	-	89
		<i>Erwinia carotovora</i> (patates kabuğundan)	Antibakteriyal, insektisit	+	
<i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	UY, TB	Patates	Filizlenmeyi önler	-	92
		<i>Erwinia carotovora</i> (patates kabuğundan)	Antibakteriyal, insektisit	+	
	UY	<i>Drosophila auraria</i>	İnsektisit (30 dak % 100 ölüm oranı)	+	
	Y, UY	Salyangoz	Beslenme önleyici (antifeedant)	+	
Kekik yağı, karvakrol	UY	<i>Spodoptera litura</i>	İnsektisit, fumigant	+	89
	UY, karvakrol	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Testereli böcek)		+	90
	UY, fumigant	<i>Tribolium confusum</i> (Kırma biti)		91	
		<i>Ephestia cautella</i> (Kuru incir kurdu)			
Orego-Stim® antibakteriyal madde*	Katkılı tavuk yemi	Broyler tipi tavuklar	Tavukların karkas ağırlığı, Beslenme oranı Koksidiozis'e karşı dayanıklılığı artırır	Artış	94
Kekik yağı	Katkılı domuz yemi	Domuz	Antibakteriyal, Sindirimi kolaylaştırıcı İştah açıcı Üreme performansını artırıcı	+	95
	Katkılı tavuk yemi	Piliç	İnce barsak ve karın yağımı azaltır, Et miktarını artırır, Ölüm oranı düşürür	+	
		Yumurtalık tavuk	Yumurta ağırlığını artırır Yumurtlama oranını artırır	+	96, 97

Akt. : Aktivite
 KN : Kaynak numarası
 TB : Tüm bitki
 UY : Uçucu yağ
 Y : Yaprak

* : Meriden Animal Health Ltd. tarafından üretilmektedir

Son zamanda hayvan yemlerine bitkisel ürünlerin (ekstre, uçucu yağ) katılması geniş bir şekilde uygulanmaya başlamıştır. Kekik yağının hayvanlar üzerindeki etkileri verilen besinlerin içine karıştırılarak incelenmiştir. Uçucu yağ karışımları domuz, at, tavuk gibi hayvanların yemlerine katılmaktadır. Bu maddeler hem yemin dayanıklılığını arttırmakta, hem de hayvanların gelişmesinde ve veriminde olumlu rol oynamakta olup fire oranını en aza indirmektedirler (94, 95).

Hayvan yemlerinin kekik ürünleri ile kombine edilmesi, hayvanların organik üretiminde bağırsak sağlığının alternatif kontrol metodu olabileceği de söz konusudur. Ülkemizde bazı firmalar bu konuda ciddi ürün geliştirme çalışmaları yapmaktadırlar (örneğin, TÜNER Tarım Ltd.). Türkiye’de yapılan bir araştırmada, altı uçucu yağdan ibaret (kekik, defne, Türk adaçayı (*Salvia fruticosa*), mersin, rezene, limon kabuğu) bir karışım yeme katılarak etlik piliç ve yumurtalık tavuklarda çok başarılı sonuçlar alınmıştır. Uçucu yağ katkılı yemle beslenen piliçlerde ince barsak ve karın yağı azalmış, et miktarı artmış ve ölüm oranı düşmüştür. Yumurtalık tavuklar kontrol grubuna göre, her biri 1 gram daha ağır olan ortalama 8 yumurta daha fazla vermişlerdir (96, 97).

Hayvan yemlerinde kullanılan antibiyotiklerin bakterilerde insan tıbbında yararlanmak üzere tasarlanan antibiyotiklerin nesline karşı çapraz direnç oluşumuna sebep olduğu bir gerçektir. Bundan dolayı Avrupa Birliğinde antibiyotiklerin hayvan yemlerine katılması yasaklanmaktadır. 2006 yılından itibaren geçerli olacak bu yasa hayvancılık endüstrisini (domuz, kümes hayvanları) önemli bir şekilde etkileyecektir (98). Bu sebeple alternatif katkı maddeleri arayışı pre ve probiyotikler yanında uçucu yağlar ve başka bitkisel ürünlerle araştırmalara yol açmıştır. Bilhassa kekik gibi fenolik monoterpen içeren bitkiler ve uçucu yağlar hem antimikrobiyal hem de iştah açıcı özelliğe sahiptir. Bu yüzden, yeme katıldıklarında hem yem tüketimi artarak hayvanın vücut ağırlığında artış sağlanmakta, hem de yem mikrobiyal kontaminasyona uğramamaktadır. Yağların antioksidan etkileri bu hayvanlardan üretilen etlerin kalitesinin artmasına da katkı sağlamaktadır (99, 100).

2.2.3. *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılan Biyolojik Etki Çalışmaları

O. majorana, *O. onites*, *O. vulgare* türleri ile ilgili kaynak taraması sırasında rastlanan ve günümüze kadar yapılmış olan biyolojik etki araştırmaları, kullanım şekilleri, denekler, uygulama yolları, dozları, etkileri ve aktif olup olmadıkları şeklinde Çizelge 2.5.’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.5. *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN
Tür: <i>O. majorana</i>					
UY, Agar	<i>Acinetobacter calcoacetica</i>	10 µl/ml: 14–24 mm	Antibakteriyal	+	101, 102
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	10 µl/ml: 11–23 mm		+	
	<i>Alcaligenes faecalis</i>	10 µl/ml: 10–18 mm		+	
	<i>Bacillus subtilis</i>	10 µl/ml: 7.0–13.6 mm		+	
	<i>Beneckea natrieigena</i>	10 µl/ml: 20–24 mm		+	
	<i>Brevibacterium linens</i>	10 µl/ml: 4–14 mm		+	
	<i>Brocothrix thermosphacta</i>	10 µl/ml: 7.0–8.0 mm		+	
	<i>Citrobacter freundii</i>	10 µl/ml: 10.0–19.4 mm		+	
	<i>Clostridium sporogenes</i>	10 µl/ml: 8.7 mm		+	
	<i>Clostridium perfringens</i>	10 µl/ml: 20 mm		+	
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	10 µl/ml: 11.6–16.0 mm		+	
	<i>Enterococcus faecalis</i>	10 µl/ml: 8.7 mm		+	
	<i>Erwinia carotovora</i>	10 µl/ml: 6.6–22.4 mm		+	
	<i>Escherichia coli</i>	10 µl/ml: 9.4–22.0 mm		+	
	<i>Flavobacterium suaevolens</i>	10 µl/ml: 9.1–18.9 mm		+	
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10 µl/ml: 9.2–18.8 mm		+	
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	10 µl/ml: 11.9–17.7 mm		+	
	<i>Leuconostos cremoris</i>	10 µl/ml: 4.0–8.1 mm		+	
	<i>Micrococcus luteus</i>	10 µl/ml: 10.6–14.0 mm		+	
	<i>Moraxella sp.</i>	10 µl/ml: 14.5–21.7 mm		+	
	<i>Proteus vulgaris</i>	10 µl/ml: 12.9–14.2 mm		+	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10 µl/ml: 8.7–19.2 mm	+			
<i>Salmonella pullorum</i>	10 µl/ml: 12.8–14.3 mm	+			
<i>Serratia marcescens</i>	10 µl/ml: 11.9–15.2 mm	+			
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 µl/ml: 5.5–21.0 mm	+			
<i>Yersinia enterocolitica</i>	10 µl/ml: 12.8–15.7 mm	+			
UY, Agar	<i>Aspergillus flavus</i>	10 µl/ml: % 83	Antifungal	+	103
	<i>Aspergillus niger</i>	10 µl/ml: % 89–92.5		+	
	<i>Aspergillus ochraceus</i>	10 µl/ml: % 84		+	
	<i>Aspergillus parasiticus</i>	10 µl/ml: % 81		+	
	<i>Trichoderma viride</i>	10 µl/ml: % 79		+	
	<i>Penicillium digitatum</i>	250–400 µg/mL		+	
UY, Tiyosiyanat	Linoleik asit	200–600 µg	Antioksidan	+	102, 104, 105
UY + CH ₃ OH, TBARS	Yumurta sarısı Fare karaciğeri	750–1000 ppm		+	
UY, β-karoten- linoleik asit testi (Agar difüzyon)	β-karoten - linoleik asit	20 µl: 36 mm		+	
UY	<i>Mayetiola destructor</i>	10 µl/l: % 53–63 (ölüm oranı)	İnsektisit	+	106
UY + CH ₂ Cl ₂ , yaprak diski	<i>Thrips tabaci</i>	% 0.01–1.0: % 0.17–0.23 (yaprak alanının bozulması)		+	107
UY + parafin, olfaktometre		% 0.1–10: % 60.0±2.7 (olgun dişileri kovucu)		+	108

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN	
Tür: <i>O. majorana</i>						
Hidrozol (yağaltı suyu), disk difüzyon	<i>Escherichia coli</i>	50 µl: 19 mm	Antibakteriyal	+	109	
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	50 µl: 18 mm		+		
	<i>Staphylococcus aureus</i>	50 µl: 22 mm		+		
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	50 µl: 18 mm		+		
SFE, Agar	<i>Escherichia coli</i>	% 0.4: % 96.4±6.3	Antibakteriyal	+	110	
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	% 0.4: % 98.8±2.1		+		
	<i>Bacillus cereus</i>	% 0.4: % 98.1±1.7		+		
	<i>Aspergillus niger</i>	% 0.05: % 4.6±5.2	Antifungal	+	110	
	<i>Trichoderma viride</i>	% 0.05: 0		-		
	<i>Penicillium cyclopium</i>	% 0.05: % 23.0±7.1		+		
SFE, Ransimat	Lipitlerin hidroperoksidasyonu	% 0.1–2.0: PF= 1.5	Antioksidan	+	111	
SFE, β-karoten-linoleik asit testi	β-karoten - linoleik asit	20 µl: 37		+	105	
SE, Agar	<i>Xanthomonas campestris</i>	50 µl: 0	Antifungal	-	112	
SE, DPPH	DPPH* radikalleri	% 0.04: % 20–80	Antioksidan	+	111, 113	
SE (uçucu yağ alınmış) + CH ₃ OH (%70), Doğrudan HPLC-DPPH metodu	DPPH* radikalleri	** 10 µg/ml		+		
SE, kemilüminesens	H ₂ O ₂ /OH-lüminol-mikroperoksidaz sistemi	% 0.04: % 53.58±20.08		+		
SE, β-karoten-linoleik asit testi (Agar difüzyon)	β-karoten - linoleik asit	20 µl: 115		+		105
SE, hücre kültürü	HBV(-), HBV(+) Karaciğer kanser hücreleri	% 45.6 (HBV(-) hücreleri	Antitümör	+	114	
		% 22.5 HBV(+) hücreleri				
Aristoloşik asit, Ursolik asit	Kanser hücreleri, trombin	% 97–99, % 89–99	Antitrombin aktivitesi Antitümör	+	115	
		% 99, % 11		+		
ME, % 70, mikro-titer plak	<i>Helicobacter pylori</i>	MIC 0.6–5.0 mg/ml	Antibakteriyal	+	116	
EE, Agar	<i>Escherichia coli</i>	% 0.4: % 21.5 ±0.3		+		
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	% 0.4: % 56.6±16.4		+		
	<i>Bacillus cereus</i>	% 0.4: % 76.9±7.9		+		
	<i>Aspergillus niger</i>	% 2.5: % 19.3±12.5		Antifungal	+	110
	<i>Trichoderma viride</i>	% 2.5: 0			-	
	<i>Penicillium cyclopium</i>	% 2.5: % 39.8±4.3	+			
EE, Ransimat	Lipitlerin hidroperoksidasyonu	% 0.1-2.0: PF= 1.5	Antioksidan	+	111	
ME, β-karoten-linoleik asit testi (Agar difüzyon)	β-karoten - linoleik asit	20 µl: 108 ME	Antioksidan	+	105	
ME, serbest radikal süpürme etkisi	(O ₂ [*])- radikalleri	IC ₅₀ =1.44 µg/ml		+	117	

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN
Tür: <i>O. majorana</i>					
KB, hücre kültürü	<i>Aspergillus flavus</i>	1 g: kısmi etki	Antifungal	+/-	118
	<i>Aspergillus versicolor</i>	1 g: kısmi etki		+/-	
	<i>Aspergillus ohraceus</i>	1 g: % 100 (ohratoksin A üretiminin inhibe edilmesi)		+/-	
Tür: <i>O. vulgare</i>					
UY, Agar	<i>Acinetobacter baumannii</i>	10 µl/disc: 18 mm	Antibakteriyal	+	119
	<i>Bacillus subtilis</i>	10 µl/disc: 29 mm		+	
	<i>Aerobacter aerogenes</i>	% 0.125: 30 mm		+	120
	<i>Bacillus subtilis</i>	% 0.125: 30 mm		+	
	<i>Escherichia coli</i>	% 0.125: 25 mm		+	
	<i>Proteus vulgaris</i>	% 0.125: 12 mm		+	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	% 0.125: 13 mm		+	
	<i>Staphylococcus albus</i>	% 0.125: 26 mm		+	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	% 0.125: 0 mm		-	
UY, dilüsyon	<u>Metisilin'e dayanıklı ve duyarlı</u> <i>Staphylococcus aureus</i>	% 0.5-0.0035: MIC 0.06 - % 0.125	Antibakteriyal	+	34
	<u>Metisilin'e dayanıklı ve duyarlı</u> <i>Staphylococcus epidermidis</i>	% 0.5-0.0035: MIC 0.06 - % 0.125		+	
	<i>Aerobacter aerogenes</i>	MIC 1/40		+	120
	<i>Bacillus subtilis</i>	MIC 1/160		+	
	<i>Escherichia coli</i>	MIC 1/20		+	
	<i>Proteus vulgaris</i>	MIC 1/20		+	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	MIC 1/40		+	
	<i>Staphylococcus albus</i>	MIC 1/80		+	
<i>Staphylococcus aureus</i>	MIC 1/20	+			
UY + Propilen glikol (% 100)	<i>Helicobacter pylori</i>	100mg/ml: 1.9 cm	Kısmen	+	121
UY + C ₂ H ₅ OH (% 100)	<i>Helicobacter pylori</i>	100mg/ml: kısmi inhibisyon		Kısmen	
UY, mikrodilüsyon	<i>Escherichia coli</i>	MIC ≥ % 2	Antibakteriyal	+	122
	<i>Salmonella enteridis</i>	MIC ≥ % 1		+	
	<i>Salmonella essen</i>	MIC ≥ % 1		+	
	<i>Salmonella choleraesuis</i>	MIC ≥ % 1		+	
	<i>Salmonella typhimurium</i>	MIC ≥ % 1		+	
UY + Sıvı medyum, serial dilüsyon, UY + Katı medyum, Agar	<i>Helicobacter pylori</i>	10 µl: MBC 1g/l (sıvı medyum)	Bakterisit	+	121
		10 µl: MBC 1.9 cm (katı medyum)		+	
UY, Agar	<i>Penicillium digitatum</i>	250-400 µg/mL	Antifungal	+	103
UY, SAAS yöntemi	<i>Fusarium verticillioides</i>	500µl/l: ≥ % 75 (inhibisyon oranı)	Antifungal	+	123
	Fumonisin B ₁ üretimi (<i>Zea mays</i> üzerinde)	30 ppm: P < 0.01 (toksin üretiminin azalması)	Toksinlerin üretimini engeller	+	

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN	
Tür: <i>O. vulgare</i>						
UY, β -karoten-linoleik asit testi (Agar difüzyon)	β -karoten - linoleik asit	20 μ l: 25	Antioksidan	+	105	
UY, TBARS	Yumurta sarısı Fare karaciğeri	100–1000 ppm: % 35–75 AI 100–1000ppm: %10–25 AI		+	124	
UY, TRAP	ABTS** radikalleri	Trolox ekivalanı (mM): 1 μ l/ml: 0.70±0.13		+	125	
	Oksoferil radikalleri	0.1 μ l/ml: < 1		-		
UY, TRAP	ABTS** radikalleri	Trolox ekivalanı 1000 ppm: 61.55±0.57 mmol/L		+	126	
UY, DPPH ve TEAC	DPPH* radikalleri	EC ₅₀ < 1 kg yağ/mmol DPPH		+	127	
	ABTS** radikalleri	25.1 mmol Trolox/kg yağ		+		
Karvakrol ve timol fraksiyonu, DPPH ve TEAC	DPPH* radikalleri	% 82.7		+		
	ABTS** radikalleri	% 45.4		+		
SFE, β -karoten-linoleik asit testi (Agar difüzyon)	β -karoten - linoleik asit	20 μ l: 53SFE		+	105	
Hidrozol (uçucu yağaltı suyu), disk difüzyon	<i>Escherichia coli</i>	50 μ l: 13 mm		Antibakteriyal	+	109
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	50 μ l: 15 mm			+	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	50 μ l: 21 mm	+			
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	50 μ l: 12 mm	+			
SE, β -karoten-linoleik asit testi (Agar difüzyon)	β -karoten - linoleik asit	20 μ l: 155	+	105		
SE (uçucu yağı alınmış), Fe indirgeme kapasitesi, DPPH, TEAC, LDL oksidasyonu	Fe (III)- Fe (II) DPPH* radikalleri ABTS** radikalleri OH* radikalleri İnsan LDL	1 ml: 0.16 50 μ l: IC ₅₀ 33.5±18.1 μ g/ml 10 μ l: 9.4 – 14.9 mM Trolox IC ₅₀ 3375.1±242.6 μ g/ml 0.98 μ g/ml: 110 min 2.45 μ g/ml: 180 min	Antioksidan	-	128	
SE (uçucu yağı alınmış) + CH ₃ OH (% 70), Doğrudan HPLC-DPPH metodu	DPPH* serbest radikalleri	**10 μ g/ml		+		
				+		
				+		
SE, TEAC	ABTS** radikalleri	5.87±0.2mM / QE 1653.61±11.52 μ M	+	82		
SE, DPPH	DPPH* radikalleri	---	+	129		
ME (% 70) mikro-titer plak	<i>Helicobacter pylori</i>	MIC 0.6–5.0 mg/ml	Antibakteriyal	+	116	
ME (% 70), Kâğıt disk difüzyon metodu	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	% 1–2	Bakterisit	+	130	
		% 0.5	Bakteriostatik	+		
ME, β -karoten-linoleik asit testi (Agar difüzyon)	β -karoten - linoleik asit	20 μ l: 71	Antioksidan	+	105	

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN
Tür: <i>O. vulgare</i>					
ME _{taze bitki} ve ME _{kuru bitki} , TAA, DPPH	Linoleik asit,	% 0.82: % 95 ve 90 %	Antioksidan	+	131
	DPPH* radikalleri	% 0.41: % 64-92 ve % 41-84		+	
ME ve HCl ile işleme tabi tutulan ME, Fe(III)-Fe(II) indirgeme aktivitesi, DPPH	DPPH* radikalleri	IC ₅₀ 0.32 mg/ml ve 0.29 mg/ml		+	132
	OH* radikalleri	IC ₅₀ 0.28 mg/ml ve 0.04 mg/ml		+	
EE (% 80 C ₂ H ₅ OH), disk difüzyon metodu	<i>Staphylococcus aureus</i>	10 mg/ disk: 13 mm	Antibakteriyal	+	83
	<i>Proteus vulgaris</i>	10 mg/ disk: 10 mm		+	
	<i>Mucobacterium smegmatitis</i>	10 mg/ disk: 8 mm		+	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	10 mg/ disk: 12 mm		+	
	<i>Micrococcus luteus</i>	10 mg/ disk: 10 mm		+	
AsE, β-karoten-linoleik asit testi (Agar difüzyon)	β-karoten - linoleik asit	20µl: 30	Antioksidan	+	105
Alttür: ssp. <i>hirtum</i>					
UY, Agar	<i>Acinetobacter calcoacetica</i>	15 µl: 52.2±1.5 mm	Antibakteriyal	+	133-135
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	15 µl: > 90 mm		+	
	<i>Alcaligenes faecalis</i>	15 µl: 33.6±0.1 mm		+	
	<i>Bacillus subtilis</i>	15 µl: 20.3±0.4 mm 5 µl: 27 mm		+	
	<i>Beneckeia natrigens</i>	15 µl: 37.1±3.2 mm		+	
	<i>Brevibacterium linens</i>	15 µl: >90 mm		+	
	<i>Brocothrix thermosphacta</i>	15 µl: 31.2±0.8 mm		+	
	<i>Citrobacter freundii</i>	15 µl: 29.6±0.8 mm		+	
	<i>Clostridium sporogenes</i>	15 µl: >90 mm		+	
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	15 µl: 17.9±0.8 mm		+	
	<i>Enterococcus faecalis</i>	15 µl: 14.6±0.1 mm		+	
	<i>Erwinia carotovora</i>	15 µl: 31.2±1.4 mm		+	
	<i>Escherichia coli</i>	15 µl: 29.5±3.4 mm		+	
	<i>Escherichia coli</i>	5 µl: 15-19 mm		+	
	<i>Flavobacterium suaevolens</i>	15 µl: 9.4±0.7 mm		+	
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	15 µl: 19.0±1.5 mm		+	
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	15 µl: 23.8±0.3 mm		+	
	<i>Leuconostos cremoris</i>	15 µl: >90 mm		+	
	<i>Micrococcus luteus</i>	15 µl: 21.5±0.1 mm		+	
	<i>Moraxella sp.</i>	15 µl: 31.4±1.9 mm		+	
	<i>Proteus vulgaris</i>	15 µl: 44.6±4.9 mm		+	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15 µl: >90 mm 5 µl: 3 mm		+	
	<i>Salmonella pullorum</i>	15 µl: 46.0±6.7 mm		+	
	<i>Salmonella typhimurium</i>	5 µl: 16 mm		+	
<i>Serratia marcescens</i>	15 µl: 18.9±0.4 mm	+			
<i>Staphylococcus aureus</i>	15 µl: 17.6±0.5 mm 5 µl: 12-15 mm	+			
<i>Yersinia enterocolitica</i>	15 µl: 33.9±0.4 mm	+			

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN
Alttür: ssp. <i>hirtum</i>					
UY, impedimetre	<i>Escherichia coli</i>	% 0.05, % 0.1	Antibakteriyal	+	136
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>			+	
	<i>Bacillus cereus</i>			+	
	<i>Aspergillus niger</i>	% 0.05, % 0.1	Antifungal	+	
UY, Agar, "Zehirlenmiş gıda" tekniği	<i>Malassezia furfur</i>	MIC 1µL/ml medium: % 100 inhibisyon MLC: % 0	Antifungal (insan patojenik mantarlarına karşı)	+	137
	<i>Trichophyton rubrum</i>	MIC 0.25µL/mL medium: % 100 inhibisyon MLC: 1µL/mL medium: % 100 inhibisyon		-	
	<i>Trichosporon beigelii</i>	MIC 0.25µL/mL medium: % 100inhibisyon MLC: 1µL/mL medium: % 100 inhibisyon		+	
UY, Agar, Disk difüzyon testi	<i>Malassezia furfur</i>	21 mm		+	
	<i>Trichophyton rubrum</i>	40 mm		+	
	<i>Trichosporon beigelii</i>	60 mm		+	
UY, Hücre kültürü, MTT testi	<i>Trichosporon beigelii</i>	1/50000: % 95 azalma (metabolik aktif hücre sayısı)		+	
UY, Fungitoksisite testi <i>in vivo</i>	<i>Trichophyton rubrum</i> ile enfekte edilmiş fare	% 1 losyon: % 50 fungus-pozitif alanların azalması		+	
UY, Ames testi	<i>Salmonella typhimurium</i>	250–2000 ppm: 0	Mutajenik	-	
UY, Agar	<i>Aspergillus niger</i>	---	Antifungal	+	134
	<i>Aspergillus candidus</i>			+	
	<i>Fusarium sp.</i>			+	
UY, Baştan tatbik yöntemi	<i>Spodoptera litura</i> (tütün kurdu)	100 µg per larva: % 93.3 (larvaların ölüm oranı), LD ₅₀ = 66.0 µg/larva	İnsektisit	+	89
UY	<i>Drosophila melanogaster</i> larvası	LD ₅₀ 5.6 µL	İnsektisit	+	138
UY, Hücre kültürü	RSC Hep-2 HeLa Vero	1/10000 : % 100 (ölu hücre) 1/10000 : % 100 (ölu hücre) 1/10000 : % 100 (ölu hücre) 1/10000 : % 100 (ölu hücre)	Sitotoksik	+	135
UY, SMART	<i>Drosophila melanogaster</i> larvası	5.6 µL: negatif	Mutajenik, Rekombinajenik	-	138
UY, TBARS	a)Yumurta sarısı	a) 0.75–1000 ppm: % 5-64.7	Antioksidan	+	139, 140
	b)Tavuk karaciğeri	b) 0.75–100 ppm: % 15-60		+	
	c)Tavuk kas dokusu	c) 0.75–100 ppm: % 18-85		+	
UY, DPPH	DPPH radikalleri	IC ₅₀ 0.5 g/l		+	

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN
Alttür: ssp. hirtum					
UY, β-karoten-linoleik asit testi	β-karoten – linoleik asit	4 g/l: % 60 (inhibisyon derecesi)	Antioksidan	+	139, 140
UY+pentan ve uçucu aglikonleri +pentan, Peroksit değeri	Domuz yağında lipoperoksidasyon	Peroksit değeri: 300 mmol/kg: 80 gün		+	141
SFE, impedimetre	<i>Escherichia coli</i>	% 0.1	Antibakteriyal	+	136
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>			+	
	<i>Bacillus cereus</i>			+	
K, S, Y, enzim aktivitesi	Polifenol oksidaz	---	Polifenol oksidaz aktivitesi	+	142
Herba (homojenat) ORAC	Oksijen radikalleri	Trolox ekvivalenti 100µL: 64.71±1.05 µmol/g	Antioksidan	+	143
KB, Agar	<i>Bacillus cereus</i>	---	Antibakteriyal	+	144
	<i>Escherichia coli</i>			+	
	<i>Enterobacter aerogenes</i>			+	
	<i>Proteus vulgaris</i>			+	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			+	
	<i>Salmonella aureus</i>			+	
	<i>Salmonella thypi</i>			+	
Alttür: ssp. vulgare					
UY,disk diffüzyon metodu, mikrodilüsyon metodu	<i>Acinetobacter baumannii</i>	10 µl/disk: 18 mm; MIC 15.62 µg/ml	Antibakteriyal	+	145
	<i>Bacillus macerans</i>	10 µl/disk: 28 mm; MIC 31.25 µg/ml		+	
	<i>Bacillus subtilis</i>	10 µl/disk: 12-29 mm; MIC 31.25 µg/ml		+	
	<i>Clavibacter michiganense</i>	10 µl/disk: 33 mm; MIC 15.62 µg/ml		+	
	<i>Enterococcus faecalis</i>	10 µl/disk: 10 mm; MIC 62.5 µg/ml		+	
	<i>Echerichia coli</i>	10 µl/disk: 18 mm; MIC 31.25 µg/ml		+	
	<i>Proteus vulgaris</i>	10 µl/disk: 12 mm; MIC 62.5 µg/ml		+	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	10 µl/disk: 10 mm ; MIC 62.5 µg/ml		+	
	<i>Streptococcus pyogenes</i>	10 µl/disk: 10 mm		+	
	<i>Candida albicans</i>	10 µl/disk: 17 mm		Antikandidiyal	
	<i>Alternaria alternata</i>	10 µl/disk: 32 mm	Antifungal	+	
	<i>Aspergillus flavus</i>	10 µl/disk: 24 mm		+	
	<i>Aspergillus varicolor</i>	10 µl/disk: 32 mm		+	
	<i>Fusarium acuminatum</i>	10 µl/disk: 27 mm		+	
	<i>Fusarium oxysporum</i>	10 µl/disk: 24 mm		+	
	<i>Fusarium solani</i>	10 µl/disk: 18 mm		+	
<i>Fusarium tabacinum</i>	10 µl/disk: 35 mm	+			

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN	
Alttür: ssp. vulgare						
UY, disk difüzyon metodu, mikrodilüsyon metodu	<i>Monilia fructicola</i>	10 µl/disk: 20 mm	Antifungal	+	145	
	<i>Penicillium spp.</i>	10 µl/disk: 35 mm		+		
	<i>Rhizopus spp.</i>	10 µl/disk: 14 mm		+		
	<i>Rhizoctonia solani</i>	10 µl/disk: 35 mm		+		
	<i>Scloretinia sclerotiorum</i>	10 µl/disk: 13 mm		+		
	<i>Scloretinia minor</i>	10 µl/disk: 27 mm		+		
	<i>Trichophyton mentagrophutes</i>	10 µl/disk: 35 mm		+		
	<i>Trichophyton rubrum</i>	10 µl/disk: 29 mm		+		
	DPPH radikalleri	IC ₅₀ 8900 µg/ml		Antioksidan		+
	β-karoten -linoleik asit	% 43				+
	DPPH radikalleri	IC ₅₀ 9.9 µg/ml	+			
β-karoten -linoleik asit	% 32	+				
Tür: <i>O. onites</i>						
UY (C ₂ H ₅ OH ile dilüsyon 1/50 – 1/200), disk difüzyon	<i>Aeromonas hydrophila</i>	50 µl: 38.5 mm	Antibakteriyal	+	134, 146, 147	
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	50 µl: 33.5- 41.5 mm		+		
	<i>Bacillus brevis</i>	50 µl: 50.5-55.0 mm		+		
	<i>Bacillus cereus</i>	50 µl: 34.0 mm		+		
	<i>Bacillus subtilis</i>	50 µl: 34.4-46.5 mm		+		
	<i>Corynebacterium xerosis</i>	50 µl: 35.0-38.5 mm		+		
	<i>Enterococcus faecalis</i>	50 µl: 31.5-49.0 mm		+		
	<i>Escherichia coli</i>	50 µl: 32.5 mm		+		
	<i>Klebsiella pneumonias</i>	50 µl: 29.5-38.0 mm		+		
	<i>Listeria monocytogenes</i>	50 µl: 24.5-31.0 mm		+		
	<i>Micrococcus luteus</i>	50 µl: 32.0-34.5 mm		+		
	<i>Mycobacterium smegmatis</i>	50 µl: 37.5-44.0 mm		+		
	<i>Proteus vulgaris</i>	50 µl: 20.0-53.5 mm		+		
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	---		+		
	<i>Staphylococcus aureus</i>	50 µl: 26.5-36.0 mm		+		
<i>Yersinia enterocolitica</i>	50 µl: 40.0-45.0 mm	+				
UY, MIC ve MBC (<i>in vitro</i> , <i>in vivo</i>)	<i>Shigella sonnei</i>	---	Germistatik, Germisit	+	148	
	<i>Shigella flexneri</i>			+		
UY, mikrotiter plakta mikrodilüsyon	<i>Aspergillus alternata</i>	MIC 0.05±0.006 MFC 0.07±0.005	Antifungal	+	149	
	<i>Aspergillus niger</i>	MIC 0.05±0.006 MFC 0.07±0.01		+		
	<i>Aspergillus ochraceus</i>	MIC 0.05±0.01 MFC 0.07±0.006		+		
	<i>Aspergillus versicolor</i>	MIC 0.05±0.01 MFC 0.1±0.03		+		
	<i>Aspergillus flavus</i>	MIC 0.05±0.01 MFC 0.07±0.006		+		
	<i>Aspergillus terreus</i>	MIC 0.05±0.01 MFC 0.7±0.006		+		
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	MIC 0.05±0.01 MFC 0.05±0.005		+		

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN
Tür: <i>O. onites</i>					
UY, mikrotiter plakta mikrodilüsyon	<i>Penicillium ochrochloron</i>	MIC 0.1±0.03 MFC 0.2±0.06	Antifungal	+	149
	<i>Penicillium funiculosum</i>	MIC 0.1±0.03 MFC 0.2±0.04		+	
	<i>Phomopsis helianthi</i>	MIC 0.05±0.005 MFC 0.05±0.004		+	
	<i>Trichoderma viride</i>	MIC 0.1±0.03 MFC 0.2±0.06		+	
	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	MIC 0.05±0.01 MFC 0.05±0.004		+	
	<i>Microsporum canis</i>	MIC 0.05±0.006 MFC 0.07±0.006		+	
	<i>Epidermophyton floccosum</i>	MIC 0.07±0.004 MFC 0.07±0.01		+	
	<i>Candida albicans</i>	0.0625 – 0.125 mg/ml: %50–75 (inhibisyon) 0.25 mg/ml: % 100 (inhibisyon)			+
UY, Korioalantoik membran metodu (CAM)	Döllenmiş tavuk yumurtası	10–250 µg/pellet: 0	Antiinflamatuvar, antianjiyjenik	-	151
		50–250 µg/pellet: % 90–100	İritan	+	
UY, karvakrol, Farenin kuyruk çırpması testi	Fare	1 mg/kg <i>i.p.</i>	Analjezik (antinosiseptif)	+	152
UY, karvakrol fraksiyonu, Agar	<i>Candida tropicalis</i>	---	Maya öldürücü	+	153
	<i>Hansenula anomala</i>			+	
	<i>Kloeckera apiculata</i>			+	
	<i>Pichia membranea</i>			+	
	<i>Rhodotorula glutinis</i>			+	
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			+	
UY'ın Karvakrol fraksiyonu, Hücre kültürü	İnsan N-RAS onkojeni taşıyan fare mioblast hücreleri	IC ₅₀ = 60µg	DNA sentezinin inhibisyonu, Sitotoksik, Antitümör	+	35
UY'ın Karvakrol fraksiyonu, akciğerde tümoregenez	Fare akciğerinde DMBA ile indüklenmiş tümör	0.1 mg/kg <i>i.p.</i>	Antitümör	+	36
Sulu distilat	Fareden izole edilen fundus, duodenum ve ileum	0.1, 0.2 ve 0.4 mL	Asetilkolin ile indüklenmiş kasılmanın inhibisyonu	+	154
UY, karvakrol, Ames Salmonella/ mikrosomal testi	<i>Salmonella typhimurium</i> TA 98, TA100	0.01–0.50 µl/tabak: 0	Mutajenik	-	155
		0.01–0.50 µl/tabak: % 40–100	Antimutajenik	+	
UY, akut toksisite testi	Albino fare	LD ₅₀ =1.6 mL/kg	Toksik	+	156
UY, farmakolojik aktivite	Fare	0.5 mL <i>i.v.</i>	Hipotansif	+	17

Çizelge 2.5. (devam) *O. majorana*, *O. onites*, *O. vulgare* Türleri ile Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. Şekli, Metot	Kullanılan Organizma veya Kimyasal	Doz: Etki oranı	Denenen Etki*	Akt.	KN	
Tür: <i>O. onites</i>						
UY, hücre degranulasyon aktivite testi	Mast hücre degranulasyonu	---	Antihistaminik	+	37	
KB, Agar	<i>Bacillus cereus</i>	---	Antibakteriyal	+	144	
	<i>Escherichia coli</i>			+		
	<i>Enterobacter aerogenes</i>			+		
	<i>Proteus vulgaris</i>			+		
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			+		
	<i>Salmonella aureus</i>			+		
	<i>Salmonella thypi</i>			+		
	<i>Aspergillus flavus</i>	---	Antifungal	+	157	
	<i>Aspergillus niger</i>			+		
	<i>Geotrichum candidum</i>			+		
	<i>Mucor sp.</i>			+		
	<i>Penicillium sp.</i>			+		
	Hidrozol (uçucu yağaltı suyu), disk difüzyon	<i>Escherichia coli</i>	50 µl: 17 mm	Antibakteriyal	+	109
		<i>Escherichia coli</i> O157:H7	50 µl: 19 mm		+	
<i>Staphylococcus aureus</i>		50 µl: 30 mm	+			
<i>Yersinia enterocolitica</i>		50 µl: 16 mm	+			
Hidrozol (uçucu yağaltı suyu), farmakolojik aktivite	Farenin safra akımı, Barbitüratla uyku süresi, İzole edilmiş ileum, aort	0.5 mL <i>i.v.</i>	Hipertansif, Gastrointestinal kontraksiyonun inhibisyonu, Koloretik	+	17, 87, 88, 158	
Hidrozol (uçucu yağaltı suyu), toksisite testi	Fare	LD ₅₀ > 21.9 mL/kg <i>i.p.</i>	Toksik	+		
SE (uçucu yağ alınmış) + CH ₃ OH (% 70), Doğrudan HPLC-DPPH metodu	DPPH* serbest radikalleri	** 10 µg/ml	Antioksidan	+	111	
ME, Crocin testi, Rancimat testi	Krosin peroksil radikalleri, Domuz yağının peroksil radikalleri	80–640 µg/ml: 45.6±14.4 (<i>IT_{sample}/IT_{lara}</i>) 0.4–1.0 g/kg: 2.0-2.6 (<i>K_A/K_{pseudo α-tokoferol}</i>)	Antioksidan	+	159	

*: Etkinin adı literatürde verildiği gibi doğrudan çevrilmiştir

** Çok sayıda veriler verilmektedir

ABTS⁺ : 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonat

AsE : Asetonlu ekstre

DPPH : Difenilpikril hidrazil

EC₅₀ : % 50 Etkili konsantrasyon

EE : Etanolü ekstre

FR : Fraksiyon

IC₅₀ : % 50 İnhibitör konsantrasyon

K : Kök

KB : Kuru bitki

KN : Kaynak numarası

LD₅₀ : % 50 Öldürücü konsantrasyon

m : Marjinal

m+ : Marjinal pozitif

MBC : Minimum bakterisidal konsantrasyon

ME : Metanolü ekstre

MFC : Minimum fungusidal konsantrasyon

MIC : Minimum inhibitör konsantrasyon

MLC : Minimum öldürücü konsantrasyon

MTT : 3-(4,5-dimetiltiyazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolyum bromür

ORAC : Oksijen radikalini absorbe etme kapasitesi

S : Sap

SE : Sulu ekstre

SFE : Süperkritik akışkan ekstraksiyonu (Supercritical Fluid Extraction)

SMART : Kanat üzerinde "Somatik Mutasyon ve Rekombinasyon Testi"

TAA : Toplam antioksidan aktivitesi

TBARS : Tiyobarbitrik asit reaktif türler

TEAC : Troloksa eşdeğer antioksidanın konsantrasyonu

UY : Uçucu yağ

Y : Yaprak

--- : Bilgi yok

Kekik yağının geniş spektrumlu antibakteriyal etkisi birçok mikroorganizma üzerinde ispatlanmıştır. Bir çalışmada, metisilin'e dirençli (antibiyotiklere dirençli *Staphylococcus aureus* gibi) patojenik mikroorganizmaların kekik yağının varlığında yaşayamadığı ve mutasyonla dahi direnç kazanamadığı gösterilmiştir (34). Bunun nedeni, bakterilerin genetik mutasyon yapabilmesi ve sadece metisilin gibi tek bir maddeye karşı direnç oluşturabilmesi olabilir. Ancak, bakterilerin genetik sistemi, uçucu yağlarda mevcut çok sayıda doğal antibakteriyal terpen'e karşı savunma mutasyonu yapabilecek yapıda değildir. Bir uçucu yağda yüzlerce bileşik farklı konsantrasyonlarda bulunabileceğinden, bakterilerin genetik mekanizmalarını her bir maddeye göre ayrı ayrı tetikleyerek rezistans oluşturmaları mümkün değildir (160). Kekik yağının antimikrobial aktivitesi içinde bulunan etken maddelerin etkisine bağlı kalmaktadır. Başta karvakrol olmak üzere, timol, γ -terpinen, terpinen-4-ol'un antimikrobial özellikleri birçok çalışmada gösterilmiştir (39, 161-163). Kapsamlı bir antimikrobiyal taramada kekik türlerinin *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Salmonella enterica* gibi patojenik bakterilere karşı etkileri incelenmiştir (164).

Kekik yağının antifungal etkisi birçok fungusu kapsamaktadır. Zira uçucu yağların bakterilere nazaran mikrofungalara karşı daha etkili olduğu ispatlanmıştır (162). Monoterpenler mikroorganizmaların membranlarıyla soluma yapmasını inhibe ederek, membran geçirgenliğini artırıp K^+ 'un hücre dışına sızmasına yol açarak, kemiyoozmotik kontrolün kaybını sağlayıp bakteri veya maya hücresinin ölümüne neden olurlar (39, 163).

Çizelge 2.5.'de görüldüğü gibi, *Origanum* uçucu yağlarının geniş spektrumlu biyolojik etkilerin listesinde antioksidan aktivitesi de önemli yer almaktadır. Bu etkiyi taşıyan maddelerin arasında başta karvakrol olmak üzere, timol, γ -terpinen bulunmaktadır. Örneğin, γ -terpinen'in gösterdiği antioksidan aktivitesi fenol'ün aktivitesi kadar yüksektir ($k_{inh} \approx (1-3) \times 10^3 M^{-1} \cdot s^{-1}$). γ -Terpinen, linoleik asidin peroksidasyonu sırasında oluşan linoleilperoksil radikallerini hızla süpürebilmektedir (165).

Uçucu Yağlarda Bulunan Karvakrol ve Timol'ün Biyolojik Etkileri

Tez konusunu oluşturan *Origanum* türlerinin uçucu yağından elde edilmiş karvakrol'ün geniş spektrumlu biyolojik etkiye sahip olduğu birçok çalışmada ispatlanmıştır. Kaynak taraması sırasında rastlanan uçucu yağların karvakrol ve timol fraksiyonları üzerinde günümüze kadar yapılmış olan biyolojik etki araştırmaları, kullanım

şekilleri, denekler, uygulama yolları, dozları, etkileri ve aktif olup olmadığı Çizelge 2.6.'da özetlenmiştir.

Çizelge 2.6. *Origanum* Uçucu Yağlarının Karvakrol ve Timol Fraksiyonları Üzerinde Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. şekli, metot	Denenen organizma	Doz: Etki oranı	Etki*	Akt.	KN
Karvakrol, Agar difüzyon metodu	<i>Bacillus cereus</i>	100 µg/ml: % 100	Bakterisit	+	37
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100 µg/ml: % 90		+	
	<i>Shigella boydii</i>	100 µg/ml: % 80		+	
Karvakrol + Propilen glikol, dilüsyon	<i>Helicobacter pylori</i>	10 µl: MBC 0.04g/l		+	121
Karvakrol, Agar tüp dilüsyon metodu	<i>Candida albicans</i>	200 µg/ml: % 100	Fungusit	+	37
	<i>Aspergillus niger</i>	200 µg/ml: % 100		+	
	<i>Microsporum canis</i>	200 µg/ml: ---		+	
	<i>Fusarium solani</i>	200 µg/ml: ---		+	
	Tahıl böcekleri	% 10: % 100 (ölüm oranı)	İnsektisit	+	
	<i>Leishmania major</i>	IC ₅₀ = 3.125 µg/ml	Antilayşmaniyal	+	
Karvakrol, Lemna testi	Bitki büyümesi	50 ppm: % 100 (inhibisyon oranı)	Herbisit	+	
Karvakrol, Agar	<i>Aspergillus flavus</i>	500 mg: % 100	Antifungal, Aflatoksin üretimini engelleme etkisi	++	38
	<i>Aspergillus parasiticus</i>			+	
Karvakrol, Timol, Agar dilüsyon	<u>Metisilin'e dayanıklı</u> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i>	Karvakrol: % 0.015– 0.03 Timol: % 0.03–0.06	Antibakteriyal	+	34
	<u>Metisilin'e duyarlı</u> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i>			+	
Karvakrol + C ₂ H ₅ OH, Timol + C ₂ H ₅ OH, Agar	<i>Bacillus subtilis</i>	200–400 ppm: % 100 (inhibisyon oranı)	Antibakteriyal	+	166
	<i>Bacillus cereus</i>			+	
	<i>Enterobacter aerogenes</i>			+	
	<i>Escherichia coli</i>			+	
	<i>Proteus vulgaris parahaemolyticus</i>			+	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			-	
	<i>Salmonella typhimurium</i>			+	
	<i>Staphylococcus aureus</i>			+	
	<i>Streptococcus faecalis</i>			+	
	<i>Vibrio</i>			+	

Çizelge 2.6. (devam) *Origanum* Uçucu Yağlarının Karvakrol ve Timol Fraksiyonları Üzerinde Yapılmış Biyolojik Etki Çalışmaları

Uyg. şekli, metot	Denenen organizma	Doz: Etki oranı	Etki*	Akt.	KN
Karvakrol, Hücre kültürü	Fibroblast	0.01 -10 µg/ml	Antioksidan (yaşlanmayı önler), Proliferatif (yara iyileştirici)	+	155, 156
	Akciğer ve rahim kanseri	75-200 µg/ml	Antitümör	+	
	İnsan N-Ras onkojeni taşıyan fare miyoblast hücreleri	---	DNA sentezinin inhibisyonu	+	
Karvakrol, Timol, DNA repair testi, Ames testi, SOS kromotesti, Sitotoksikite testi, Genotoksikite testi	Hep-2 hücrelerin proliferasyonu	IC ₅₀ (karv.) 0.2 mM	Toksik Genotoksik	m m+	167
		IC ₅₀ (timol) 0.7 mM	Toksik Genotoksik	m m+	
Karvakrol, Timol. Yaprak diski testi, Beslenme ve yumurtlama engellemesi	<i>Frankliniella occidentalis</i>	% 0.1-1.0 timol % 1 karvakrol	Anti-ovipozitan İştah kesici	+	168
	<i>Thrips tabaci</i>			+	
				+	

* : Etkinin adı literatürde verildiği gibi doğrudan çevrilmiştir
Akt. : Aktivite
KN : Kaynak numarası
m : Marjinal
m+ : Marjinal pozitif
MBC : Minimum bakterisit konsantrasyonu
-- : Bilgi yok

Karvakrol taşıyan uçucu yağın ve saf karvakrol'ün antimikrobik etkisini karşılaştırırken, ilkinin etkisinin karvakrol'den daha fazla olduğu görülmüştür. Kekik yağı'nın fareleri sistemik kandidiazis'ten korumada amfoterisin B kadar etkili olduğu bulunmuştur. Karvakrol'ün etkisinin yağdaki diğer bileşiklerle sinerji halinde daha da güçlendiği düşünülmektedir. Örneğin, karvakrol'ün antimikrobik etkisinin *p*-simen'in varlığında daha da güçlendiği ispatlanmıştır (169). Diğer bir çalışmada ise, karvakrol'e timol'ün karıştırılması ile karışımın antimikrobiyal etkisinin arttığı gösterilmiştir ve Kekik yağının toplam antimikrobiyal etkisinin başlıca bu iki maddenin varlığına bağlı olduğundan belirtilmiştir (161). Karvakrol ve timolün *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella enterica* gibi patojenik bakterilere karşı etkili olduğu rapor edilmiştir (164). Nair ve ark. tarafından kandidiyal tırnak hastalığının tedavisinde kullanmak üzere geliştirilmiş ve kafur, mentol, timol ve *Eucalyptus citriodora*'yı içeren bir karışım için patent alınmıştır (170).

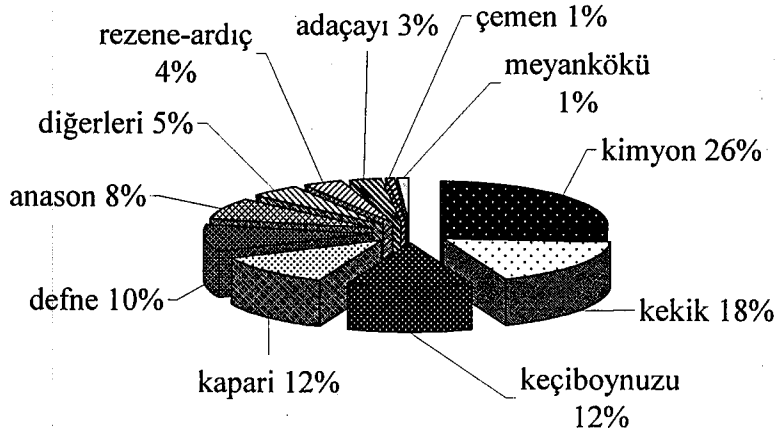
Kekik yağın biyomimetik oksidasyona tabii tutulduğunda karvakrol ve timol timokinon'a dntrlebilirler. Son zamanda timokinon'un antitümör, hepatoprotektif ve membran lipit peroksidasyonunu inhibe edici etkisi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (171–173). Fakat, timokinon'un doğal kaynakları sadece *Nigella sativa* L., *Callitris articulata* ve *Monarda fistulosa* ile sınırlıdır. Bu sebeple, karvakrol ve timol gibi doğal fenollerin dönüşümü ile timokinon'un üretimine ilgi artmaktadır. Bu konuda yapılan bir araştırmada, *O. vulgare* uçucu yağının oksidasyonu KHSO₅ (potasyum monoperslfat) ve H₂O₂ (hidrojen peroksit) maddeleri kullanarak gerçekleştirilmiştir. Oksidasyonu kolaylaştırmak için *biyomimetik* katalizörler Fe (III) mezo-tetrafenilporfirin ve Fe (III) ftalosiyanın kullanılmıştır (174).

2.3. Kekik İhracatı ile İlgili Değerler

Ülkemizin i ve dış piyasasında değerlendirilen bitki türlerinin önemli bir kısmı genellikle doğadan toplanmaktadır. Ancak, son yıllarda bu bitkilerin kültüre alınmasına ve tarımına olan ilgide artış gözlenmektedir.

Piyasanın Türk kekiğini tercih etmesinin en önemli sebebi ham kekiğin işlenmesi için ülkemizde mevcut beceri ve deneyimdir. İşleme sonucu elde edilen son ürün temizdir ve uluslararası standartlarla uyum içindedir. İçerdiği en az uçucu yağ miktarı % 2.5'tir, mikrop ve böcek artıklarından oluşan yabancı madde içermez. Türk kekiğinin iyi isminden dolayı yılda yaklaşık 650 ton kadar kekik işlenmek üzere Türkiye'ye giriş yapmakta ve işlendikten sonra ihraç edilmektedir.

Tarımı yapılarak dışsatıma sürülen miktar az olmakla birlikte, toplam olarak tıbbi ve aromatik bitkiler dışsatımının ulusal ekonomiye olan katkısı ve yöre halkına sağladığı ek gelir önem taşımaktadır. Kekik, lkemizin dış ticaretinde önemli yer alan bir bitkidir. Önceleri dışsatımı yapılan kekiğin % 95'i doğadan toplanarak, % 5'i ise tarla üretiminden elde edilmektedir. Ancak, son yıllarda tarla üretiminden sağlanan kekiğin dışsatımı artmaktadır (175). Şekil 2.1.'de, son yılların ortalamalarına göre, bitkisel droğların dışsatımdaki payları verilmiştir. Görüldüğü gibi, ülkemizden en fazla dışsatımı yapılan bitkiler içerisinde kekik % 18 ile ikinci sırayı almaktadır.



Şekil 2.1. Türkiye’den Dışsattımı Yapılan Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Miktarlarına Göre Dağılımı

Kekik adı ile ticareti yapılan *Origanum* türleri ve aynı isimle anılan diğer cinslere ait örnekler karvakrol bakımından zengindir. İhracat amacıyla kullanılan kekikler çoğunlukla Türkiye’nin Ege ve Akdeniz bölgelerinde toplanmaktadır. Günümüzde ihraç edilen, uçucu yağ verimi ve karvakrol miktarı yüksek olan beş *Origanum* türü bulunmaktadır. Bu bitkilerin Latince, İngilizce ve halk arasında kullanılan adları Çizelge 2.7.’de verilmektedir. Türkiye’de ticarete sunulan ürünlerde kullanılan *Origanum* türleri tespit edilmiştir. Kekik piyasasında bulunan beş türün ayırıcı farmakognozok özellikleri araştırılmıştır. Bu ayırımın toz droglar veya kaba toz edilmiş droglar üzerinde mikroskopik olarak yapılabileceği, ancak uçucu yağ verimi ve bileşimine göre bir ayırımın yapılamayacağı belirtilmiştir (176).

Türkiye’nin Kekik ihracat pazarının % 80’den fazlasını *O. onites* oluşturmaktadır (9). Daha önce “Kekik” ismi *Thymus vulgaris* için kullanılmaktaydı. Ülkemizin dış ticaretinde yer alan bitkilerin listesinde kekik, *Thymus vulgaris* ve *Thymus serpyllum* aynı gümrük numarası altında yer almaktadır. Ancak son iki tür Türkiye’nin yerli bitkileri değildir ve uçucu yağı timol’ce zengindir (177, 178).

Ayrıca, kekik grubuna ait olmayan, fakat kekiği katıştırmak için sıkça kullanılan diğer bazı bitkiler de bilinmektedir. Söz konusu olan bitkiler, *Ballota*, *Cistus* ve *Ruta* türlerine aittir. Bu bitkiler gerçek kekik olarak değerlendirilmemektedir.

Çizelge 2.7. Türkiye’den Ticareti Yapılan Kekik Türleri

Tür			Halk arasında kullanılan adı
Latince adı	Sinonimi	İngilizce adı	
<i>O. onites</i> L.	<i>O. smyrneum</i>	Turkish oregano	Bilyalı, İzmir kekiği, Peynir kekiği
<i>O. majorana</i> L.	<i>Majorana hortensis</i> Moench, <i>Majorana majorana</i> (L.) Karst. <i>Origanum majoranoides</i> Willd., <i>Origanum dubium</i> Boiss.	White oregano, Marjoram, Sweet marjoram	Beyaz, Alanya beyazı, Mercanköşk, Anamur beyazı
<i>O. minutiflorum</i> O. Schwarz et P.H. Davis (endemik)	---	Sütçüler oregano	Yayla, Çingilli kekik, Toka kekik, Sütçüler kekiği
<i>O. vulgare</i> L. subsp. <i>hirtum</i> (Link) Iestwaart	<i>O. heracleoticum</i> L., <i>O. hirtum</i> Link, <i>O. creticum</i> Sieber ex Benth.	Greek Oregano	İstanbul, Karakekik, Çorba kekiği, Çanakkale
<i>O. syriacum</i> L. var. <i>bevanii</i> (Holmes) Iestwaart	<i>O. bevanii</i> Holmes, <i>O. pseudo-onites</i> Lindberg, <i>O. maru</i> L. f. <i>viridula</i> Bornm.	İsraeli oregano	Tarsus, Tarsus beyazı
<i>O. acutidens</i> (Hand.-Mazz.) Ietswaart (endemik)*	<i>Amaracus haussknechtii</i> (Boiss.) Briq. var. <i>acutidens</i> Hand.-Mazz.	---	---
<i>Thymbra spicata</i> L.**	---	---	Zahter, Karabaş kekik, Kara kekik
<i>Satureja cuneifolia</i> Ten.**	<i>Satureja pisidica</i> Wettst.	Savory	Trabzon kekiği, Dağ kekiği, Taş kekiği
<i>Coridothymus capitatus</i> (L.) Reichb. **	<i>Satureja capitata</i> L. <i>Thymus capitatus</i> (L.) Hoffmanns et Link	Spanish oregano	Başlı kekik

*Kekik pazarına son zamanlarda giren tür

**Az miktarda toplanan türler

Kekiğin üretim alanları son yıllarda hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Örneğin, Türkiye’de Ege bölgesindeki *O. onites* yetiştirme alanları 10 000 hektarı aşmaktadır (Denizli, İzmir ve Isparta). Antalya ve Burdur’da da kekik tarımına başlanmıştır. Aynı zamanda Batı Türkiye’de organik tarım çalışmaları yürütülmektedir. Bu artışın nedeni alternatif ürün arayışının yanı sıra, tarımı konusunda başarılı çalışmalardan elde edilen sonuçlardır. Son yıllarda Avrupa ülkelerine ve Amerika Birleşik Devletlerine doğrudan ihracat artmıştır ve Türk Kekiği imajı oluşmuştur (37).

GTİP’ten alınan istatistiksel verilerde Kekik grubunda birkaç bitki bulunmaktadır. Bu yüzden GTİP’in verdiği rakamlar, ülkemizin Kekik ihracatının sadece genel profilini yansıtmaktadır (Çizelge 2.8.). Her tür için ayrı ihracatı ile ilgili verileri temin etmek oldukça zordur. Bunun yanı sıra, kekik yağı kısmen uçucu yağlar kapsamında, kısmen de bitkisel yağlar kapsamında, farklı GTİP numaraları ile ihraç edildiği için, tam ihraç değerleri temin edilememektedir.

Çizelge 2.8. GTİP* raporları: Türkiye'nin 2000–2005 Yılları Arasındaki Kekik İhracatı

GTİP No	İhraç Şekli	İhraç Dönemi	Miktar, kg	Tutar, USD
09 10 40 19 0000 000	Kekik Ezilmiş/Öğütülmüş	01.01.2000 31.12.2000	4 676 512. 99	10 231 769. 62
09 10 40 19 0000 000	Kekik Ezilmiş/Öğütülmüş	01.01.2001 31.12.2001	5 655 056. 04	10 706 891. 26
09 10 40 19 0000 000	Kekik Ezilmiş/Öğütülmüş	01.01.2002 31.12.2002	5 497 414. 90	9 742 624. 25
09 10 40 19 0000 000	Kekik Ezilmiş/Öğütülmüş	01.01.2003 31.12.2003	5 572 944. 76	10 195 122. 28
09 10 40 19 0000 000	Kekik Ezilmiş/Öğütülmüş	01.01.2004 31.12.2004	6 419 000. 20	12 421 346. 89
09 10 40 19 0000 000	Kekik Ezilmiş/Öğütülmüş	01.01.2005 28.02.2005	1 077 189. 39**	2 010 129. 39

*GTİP: Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu

** 2 aylık sonuç

OAİB' ten temin edilen Yıllık İstatistik Raporlar ve 2004 Tahmini İhracat Verilerinde belirtilen rakamlar biraz farklı olmakla birlikte kekik ihracatındaki genel artışı göstermektedir (Çizelge 2.9.).

Çizelge 2.9. OAİB* Yıllık İstatistik Raporları: Türkiye'nin 2002–2004 Yılları Arasındaki Kekik İhracatı

İhraç maddesi	2002 (USD)	2003 (USD)	2004 ^a (USD)
Kekik	13 444 000	14 068 000	16 759 000

*OAİB: Orta Anadolu Ağaç Mamulleri ve Orman Ürünleri İhracatçıları Birliği

^a Tahmini rakam

Değişik kaynaklardan temin edilen kekik ihracatı ile ilgili verilerdeki farklılık yukarıda bahsedilen sebeplerden kaynaklanmaktadır. Buna rağmen mevcut veriler son yıllarda kekik ihracatındaki artışı teyit etmektedir.

Ülkemizin doğadan toplanan kekiğin yıllık hasatı 10 000 ton'dan fazladır. Bunun 1000 ton'u yerli tüketici baharat ve bitkisel çay olarak kullanmaktadır. Kalan kısmı ise uçucu yağ üretimi veya ihracat amacıyla kullanmaktadır. Yaklaşık 30 ton kekik yağı ihracat edilmektedir. Kekik dışalımını yapan ülkelerin başında ABD, Almanya ve İtalya gelirken, kekik yağının dışsatımı ise en çok Fransa ve ABD ülkelerine yapılmaktadır. Türkiye yıllara göre değişmekle birlikte, yaklaşık 7–8 bin ton dışsatım miktarı ve bundan elde ettiği 13–16 milyon Amerikan doları gelir ile Dünya'da en fazla kekik ihraç eden ülke konumundadır. Diğer ihracatçı ülkelerin arasında ise Meksika, Yunanistan, Arnavutluk ve Fas yer almaktadır (37).

2.4. Uçucu Yağ Distilasyonu

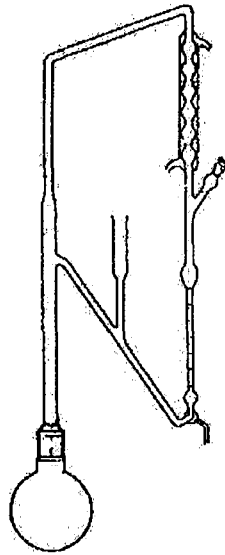
Tez konusu kapsamında uçucu yağları elde etmek amacıyla üç yöntem kullanıldı: Hidrodistilasyon, Mikrodalga destekli hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon. Bu yöntemler hakkında kaynak bilgileri aşağıda özet halinde verilmektedir.

2.4.1. Hidrodistilasyon

Distilasyon çok eskiden beri bilinen bit tekniktir. Hindistan'ın Kannanj bölgesinde distilasyonla atar üretimi 5000 yıldır yapılmaktadır (179).

Distilasyon, sıvı ve buhar arasındaki madde dağılımına dayanan, sıvı karışımındaki maddelerin ayrılması için yaygın olarak uygulanan bir metottur. Uçucu ve yarı uçucu organik maddelerin saflaştırılmasında kullanılan ilk seçenektir.

Hidrodistilasyonda materyal ve su birlikte kaynatılır. Uçucu yağ ve su buharı bir soğutucuda yoğunlaştırılır. Soğutucudan separatöre gelen yağ ve su birbirinden ayrılır. Hidrodistilasyonda bitkisel materyal her zaman su ile doğrudan temas halindedir. Su miktarı az olursa bitkisel materyal aşırı ısınmadan dolayı kavrulabilir. Dolayısıyla elde edilen uçucu yağın içinde bozulan maddeler de bulunur ve yağın kalitesi de düşük olur. Bu yüzden gereği kadar su kullanılması hidrodistilasyon tekniği için önemlidir. Laboratuvar ölçekli hidrodistilasyon Clevenger apareyinde gerçekleşir. Sudan hafif ve sudan ağır olan uçucu yağların elde edilmesi için apareyin iki tipi kullanılmaktadır.

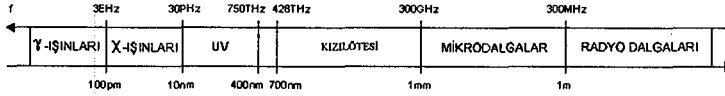


Şekil 2.2. Clevenger Apareyi (sudan hafif uçucu yağlar için)

2.4.2. Mikrodalga Destekli Distilasyon

2.4.2.1. Mikrodalga Enerjisi ile Isıtma

Mikrodalgalar çok kısa, görünmeyen ve ışık hızıyla hareket eden elektromanyetik enerji dalgalarıdır. Enerjileri ve frekanslarına bağlı olarak kızılötesi ve radyo dalgaları arasında yer almaktadır.



Şekil 2.3. Mikrodalga Enerjisinin Genel Enerji Dağılımındaki Yeri

Mikrodalga enerjisi ile ısıtmanın prensibi, mikrodalgaların *iyonik iletkenlik* ve *dipol rotasyonu* sayesinde doğrudan molekülleri etkilemesine dayanır. Birçok uygulamalarda bu iki mekanizma aynı zamanda yer alır. *İyonik iletkenlik* – elektromanyetik alan uygulandığı zaman iyonların elektroforetik göçüdür. Çözeltinin bu iyon akımına karşı gösterdiği direnç sonucunda ortaya sürtünme olayı çıkmaktadır, dolayısıyla çözelti ısınmaktadır. *Dipol rotasyonu* – dipollerin uygulanan elektromanyetik alana göre yeniden sıraya dizilmesidir. Ticari sistemlerde uygulanan frekans değeri (2450 MHz) altında dipollerin dizilmesi ve randomize edilmesi 4.9×10^9 kez/saniye hızıyla gerçekleşmektedir. Böyle hızlandırılmış molekül hareketi sonucunda çözücü hızlı bir şekilde ısınır.

Çözücünün mikrodalga enerjisini absorbe etme ve ısı formunda diğer moleküllere iletme özelliği kısmen onun $\tan \delta$ dağılma (dissipation) faktörüne bağlı kalmaktadır. Dağılma faktörü $\tan \delta$ aşağıdaki denkleme göre bulunmaktadır (180, 181).

$$\tan \delta = \epsilon'' / \epsilon'$$

ϵ'' - dielektrik kayıp, mikrodalga enerjisinin ısıya dönüşümünün verimliliğinin ölçümüdür,

ϵ' - dielektrik sabit, molekülün elektrik alanda polarize olmasının ölçümüdür.

Polar moleküller ve iyonik çözücüler (örnek: asitler), mikrodalga enerjisini çok absorbe edebilmektedir, çünkü bunlar mikrodalgalarla etkilenen daimi dipol momente sahiptirler. Polar olmayan çözücüler (örnek: n-hekzan) mikrodalgalarla etkilenmemekte ve ısınmamaktadır. Çizelge 2.10.'da mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemleri sırasında sık kullanılan çözücülerin fiziksel sabitleri ve dağılma faktörleri verilmektedir (180).

Çizelge 2.10. Mikrodalga Destekli Yöntemlerde Kullanılan Çözücülerin Fiziksel Sabitleri ve Dağılıma Faktörleri

Çözücü	Dielektrik Sabiti ^a	Dipol Momenti ^b	Dağılıma Faktörü ($\times 10^{-4}$)	Kaynama Noktası ^c (°C)	Kapalı Kabin İçindeki Sıcaklık ^d (°C)
Aseton	20.7	-	-	56	164
Asetonitril	37.5	-	-	82	194
Etanol	24.3	1.96	2500	78	164
n-Hekzan	1.89	-	-	69	-
Metanol	32.6	2.87	6400	65	151
2-Propanol	19.9	-	6700	82	145
Su	78.3	2.3	1570	100	-

^a 20°C'de tespit edilmiştir

^b 25°C'de tespit edilmiştir

^c 101.4 kPa'da tespit edilmiştir

^d 1207 kPa'da tespit edilmiştir

Su ile karşılaştırıldığında, metanolün dielektrik sabiti daha düşük, fakat dielektrik kaybı daha yüksektir. Dolayısıyla, metanol gibi çözücülerin mikrodalgaların geçişini engelleme kabiliyeti daha düşüktür (suya göre). Fakat onların mikrodalga enerjisini ısıya dönüştürebilme kabiliyeti daha yüksektir (suya göre). Kapalı kabin içindeki çözücü normal kaynama noktasından daha yüksek bir sıcaklıkta rahatlıkla ısıtılabilir, dolayısıyla ekstraksiyonun verimi ve hızı daha çok artırılabilir. Bazı çözücülerin yükseltilmiş sıcaklık derecesi yukarıda Çizelge 2.10'da verilmektedir.

Farklı kimyasal maddelerin mikrodalga enerjisini farklı ölçüde soğurması, ortama verilen ısının kullanılan kimyasal maddeye göre değişmesi anlamına gelmektedir. Bu nedenle, numune homojen olmayan bir yapıya sahip ise veya farklı dielektrik özelliklerini taşıyan maddeleri içeriyor ise, numunedeki bazı ortamları veya bazı bileşenleri seçici olarak ısıtmak mümkün olacaktır. Bu olaya "süperısıtma" denir (182).

2.4.2.2. Mikrodalga Destekli Distilasyonun Uygulaması

Uçucu yağ elde etme amaçla geliştirilmiş mikrodalga destekli yöntemin patenti Pare J.R. tarafından alınmıştır (183). Craveiro A.A. ve ark. tarafından, *Lippia sidoides* Cham. taze bitkisinden su kullanmaksızın 5 dak içinde mikrodalga destekli yöntem ile uçucu yağı elde edilmiştir (184). Stashenko E. ve ark. mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemi ile *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown ve *Xylopiya aromatica* (Lamarck)'dan 30 dak içinde kompozisyon ve verim bakımından klasik hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağlara yakın sonuçları elde etmişlerdir (185, 186). Diğer bir çalışmada, *Ocimum gratissimum* L. bitkisinden daha kısa süreli (4 dak) mikrodalga destekli teknik ile uçucu yağı elde edilip gün içinde oluşan

değişikler incelenmiştir (187). Mikrodalga destekli sistemin HS-SPME ile kombine edilmesi *Eucalyptus citriodora* Hook'tan uçucu bileşenlerin elde edilmesini mümkün kılmıştır (188). Mikrodalga destekli kuru distilasyon yöntemi ile *Ocimum basilicum* L., *Mentha crispa* L., *Thymus vulgaris* L., *Cuminum cyminum*, *Illicium anisatum* ve *Carum ajowan* taze örneklerinden sadece bitkinin içerdiği suyu kullanarak 30-60 dak içinde kalitatif ve kantitatif bakımından konvansiyonel tekniğe yakın uçucu yağ elde edilmiştir (189, 190). *Ocimum* türleri üzerinde yapılan bir araştırmada mikrodalga destekli distilasyon ile elde edilen uçucu yağların kantitatif olarak konvansiyonel teknikten farklı olduğu rapor edilmiştir (191).

2.4.3. Mikrodistilasyon

Mikrodistilasyon, uzun distilasyon işlemi sırasında meydana gelecek madde bozunmalara neden olmaması ve miktarı az olan maddelerin ayırımını mümkün kılması açısından geliştirilmiş mikro ölçekteki distilasyon seçeneğidir. Bu distilasyon yöntemi bilinen diğer distilasyon tekniklerinin mikro düzeyde uygulanması olarak ortaya çıkmaktadır. Uçucu bileşenlerin mikrodüzeyde izolasyonu için günümüzde bilinen sistemler Çizelge 2.11.'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.11. Uçucu Bileşenlerin Mikrodüzeyde İzolasyonu için Kullanılan Sistemler

Sistemin adı	Üretici firma
Mikrodistilasyon sistemi	Brinkmann Inst., Eppendorf
Kısa mesafeli (Short Path) distilasyon	UIC Inc.
Hickman distilasyon başlığı	Survival Man
Likens-Nickerson eşzamanlı distilasyon ve ekstraksiyon apareyi	Likens-Nickerson SDE
Mikro ölçek "Spinning Band" sistemi	B/R Instruments

Kullanılan ünitelerde birkaç parametrenin kontrol altında tutulması mümkündür: ısıtma, soğutma, sıcaklık, basınç vb. Bu teknik kullanılarak miktarı 1 gr'dan daha az olan materyalden uçucu bileşenlerin distilasyonu gerçekleştirilebilir (192, 193).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu bölümde, kullanılan bitkisel materyal, kimyasal maddeler ve aletler açıklanmakta ve yapılan deneysel çalışmalar hakkında bilgi verilmektedir. Tüm deneysel çalışmalar, Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakognozi Anabilim Dalının laboratuvarında ve AUBİBAM'da bulunan analitik cihazlar kullanılarak yapılmıştır.

3.1. Kullanılan Bitkisel Materyal, Kimyasal Maddeler ve Aletler

3.1.1. Bitkisel Materyal

Bitkiler farklı vejetasyon dönemlerinde kültür tarladan toplanıp kurutuldu (Şekil 3.1.). Deney için bitkilerin kurutulmuş ve ufaltılmış topraküstü kısımları kullanıldı (Şekil 3.2.). Çalışmada kullanılan bitkisel materyallerin toplanma yerleri, toplama tarihleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Bu türlerin örnekleri Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbariumunda (ESSE) saklanmaktadır.

Çizelge 3.1. *Origanum* Türlerinin Toplanma Yerleri, Toplanma Zamanları ve ESSE^a Numaraları

Tür	Toplanma Yeri*	Toplanma Zamanı (5.5.2003-29.5.2004)	ESSE ^a No
<i>O. majorana</i>	Seferihisar	05.05.03; 12.05.03; 21.05.03 (gübresiz); 21.05.03 (gübreli) ^b ; 02.06.03 [#] ; 07.06.03 (gübresiz); 07.06.03 (gübreli) ^b ; 27.04.04; 05.05.04; 11.05.04; 23.05.04 [#] ; 29.05.04	14359
<i>O. onites</i>	Seferihisar	05.05.03; 12.05.03; 21.05.03 [#] ; 02.06.03; 07.06.03; 27.04.04; 05.05.04; 11.05.04; 23.05.04 [#] ; 29.05.04	14360
<i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Ödemiş, Seferihisar	08.05.03; 28.05.03 [#] 27.04.04; 05.05.04; 11.05.04; 23.05.04; 29.05.04 [#]	14367

* TÜREER Tarım firmasının kekik tarlaları

Çiçeklenme dönemi

a ESSE: Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbariumu

b Gübre olarak kullanılan maddeler: K (% 36)+S(% 25) içeren bitki besin maddesi; N (% 26.5)+B (% 0.5) içeren triserit; mineraller dengesini sağlamak için Zn (% 6) + B (% 1,5) + Cu (% 1,0) + Fe (% 5,0) + Mn (% 4,0) + Mo (% 0,05); Cl ihtiva etmeyen sıvı pH 7-7.8 arası

3.1.2. Kimyasal Maddeler ve Çözücüler

Merck kalitesinde çözücüler ve maddeler kullanılmıştır

a)



b)



c)



Şekil 3.1. TÜNER Tarım'a Ait Kekik Kültür Sahaları
(a, b,c) : Değişik dönemlerdeki görüntüler



O. majorana



O. onites



O. vulgare ssp. hirtum

Şekil 3.2. Çalışmalarda Kullanılan Kekik Türleri

3.1.3. Kullanılan Cihazlar

- Clevenger Apareyi (Ph. Eur.)
- Gaz Kromatografisi (GK), (Hewlett Packard 6890 sistemi)
- Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GK/KS), (Hewlett Packard G1800A GCD sistemi)
- Eppendorf Mikrodilasyon sistemi
- Milestone ETHOS E Microwave Labstation sistemi

3.2. Deneysel Çalışmalar

Bu bölümde *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare ssp. hirtum* türlerinin iki sene içinde değişik vejetasyon dönemlerinde toplanan örneklerinden uçucu yağ elde edilmesi için yapılan hidrodilasyon, mikrodalga destekli hidrodilasyon ve mikrodilasyon işlemleri, elde edilen yağların verimi ve bileşimlerinin aydınlatılması amacıyla yapılan analitik çalışmalar, ayırimda kullanılan kromatografik yöntemler verilmektedir.

3.2.1. Hidrodilasyon

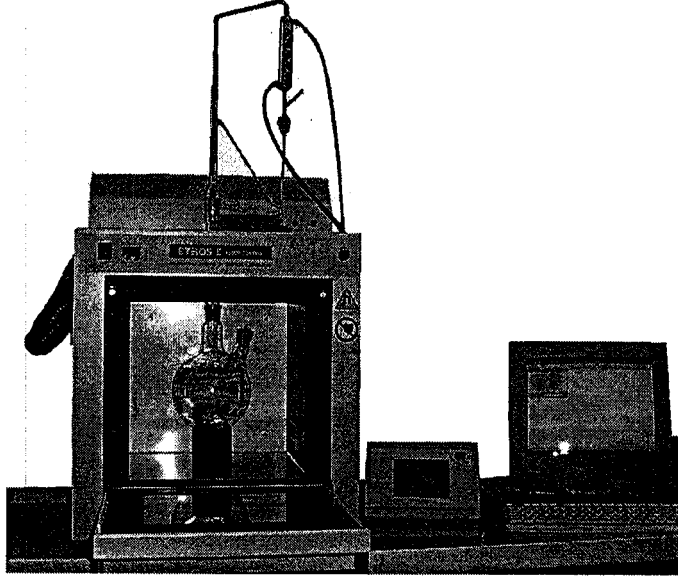
Bitkisel materyalden uçucu yağ elde edilmesinde laboratuvar ölçekte su distilasyonu işlemi Avrupa Farmakopesi'ne uygun olarak yapıldı.

Laboratuvar ölçekte su distilasyonu için Clevenger apareyi kullanıldı. Bitkisel materyal (10–50 g) tam olarak tartılıp 2 litrelik balona doldurulduktan sonra üstüne 10 katı kadar distile su ilave edilerek 3 saat süreyle distilasyon işlemine tabi tutuldu. Bu süre sonunda elde edilen uçucu yağın verimi kuru baz üzerinden hesaplandıktan sonra susuz sodyum sulfat kullanarak içindeki su kalıntıları uzaklaştırıldı. Uçucu yağlar, bileşimlerini ve yüzdelerini belirlemek amacıyla GK ve GK/KS sistemleri ile analizleri yapıldı.

3.2.2. Mikrodalga Destekli Hidrodilasyon

Bitkisel materyal, modifiye edilmiş mikrodalga sistemine (Milestone ETHOS E Microwave Labstation) bağlı Clevenger apareyinde 45 dakika süreyle hidrodilasyona tabi tutuldu (Şekil 3.1.). Distilasyon sırasında, zaman, sıcaklık, basınç ve mikrodalga enerjinin gücü sistemin “easy-Control” yazılım paketinin desteği ile izlenip kontrol edildi. Bitkisel materyale uygulanan mikrodalga enerji ile sağlanan sıcaklık, balonun içine konan ısı çift ile izlendi.

Bu işlem sonunda elde edilen uçucu yağın verimi kuru baz üzerinden hesaplandıktan sonra susuz sodyum sülfat kullanarak içindeki su kalıntıları uzaklaştırıldı. Uçucu yağın bileşimlerini ve yüzdelerini belirlemek amacıyla GK ve GK/KS sistemlerinde analizleri yapıldı.



Şekil 3.3. Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon İşlemi İçin Modifiye Edilmiş Sistem: Milestone ETHOS E Microwave Labstation Sistemine Bağlı Clevenger Apareyi

Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon'un Koşulları

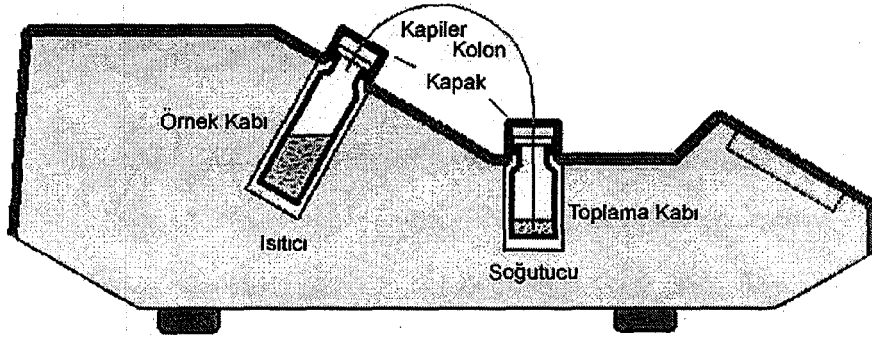
Sistem	:	Milestone ETHOS E Microwave Labstation üzerine monte edilmiş Clevenger apareyi
Çözücü	:	Su
Zaman *	:	
I aşama	:	15 dak
II aşama	:	30 dak
Sıcaklık	:	
I aşama	:	100 °C
II aşama	:	100 °C
Mikrodalga Enerjinin Gücü	:	
I aşama	:	700 Watt
II aşama	:	450 Watt
Havalandırma	:	5 dak

*Bu parametreler, ön deneysel çalışmalarda uçucu yağın mikrodalga destekli hidrodistilasyonu için uygun olarak seçilmiştir

3.2.3. Mikrodistilasyon

Uçucu yağ, 0.5 g materyalden Eppendorf Mikrodistilasyon Sistemi kullanılarak elde edildi. Bitkisel materyal distilasyon işleminin gerçekleştirileceği özel kabına konup üzerine 10 ml su ilave edildi. Kapağı sıkıca kapatılan kap ısıtma işleminin gerçekleştirileceği ısıtma

hücrelerine konuldu. Toplama kabına ise 2 g tuz (NaCl) ile doyurulmuş 1 ml su konulup üzerine uçucu bileşenlerin zaptedileceği 0.3 ml n-hekzan ilave edip soğutma bölümüne yerleştirdi. Isıtıcı bölüme konulan bitkisel materyalin olduğu kap soğutucu bölümdeki toplama kabı ile içi boş kapiler bir kolon ile birleştirildi. Cihaz uçucu yağ eldesine uygun programla çalıştırıldı. Distilasyon işlemi tamamlandıktan sonra toplama kabındaki organik faz su fazından ayrılarak azot gazıyla yoğunlaştırıldıktan sonra analiz için GK ve GK/KS'e verildi.



Şekil 3.4. Mikrodistilasyon cihazı

Mikrodistilasyon'un Koşulları

Sistem	:	Eppendorf Mikrodistiller
Çözücü	:	Su + hekzan
Zaman *		
I aşama	:	15 dak
II aşama	:	35 dak
Sıcaklık		
I aşama	:	100 °C
II aşama	:	112 °C
Sıcaklık arttırma hızı		
I aşama	:	20 °C/dak
II aşama	:	20 °C/dak
Soğutma (5 dak)	:	- 1 °C
İşlem Sonrası Bekletme	:	2 dak

* Bu şartlar, ön deneysel çalışmalar sırasında uçucu yağ mikrodistilasyonu için uygun olarak seçildi.

3.2.4. Su miktar tayini

Uçucu yağ verimini kuru baz üzerinden hesaplamak amacıyla bitkisel materyalin içerdiği su miktarı Avrupa Farmakopesi'ne uygun olarak volumetrik yöntemle belirlendi. Su miktar tayini için volumetrik su tayin apareyi kullanıldı.

Bu işlem için 10 g kadar tam tartılmış materyal, 250 ml'lik balona konuldu ve üzerine drog miktarınının 10 katı kadar su ile doyurulmuş ksilen ilave edilerek dereceli kısımda

toplanan su miktarı sabit kalıncaya kadar geri çeviren soğutucu altında kaynatıldı. İşlem sonunda alt kısımda toplanan suyun hacmi okunup materyalin içerdiği su miktarı yüzde olarak hesaplandı.

3.2.5. Analitik Çalışmalar

3.2.5.1. Gaz Kromatografisi (GK)

Uçucu yağ içindeki bileşiklerin relatif yüzdelerini belirlemek amacıyla Gaz Kromatografisi kullanıldı. Bileşiklerin relatif oranları FID kromatogramından bilgisayar yardımıyla hesaplandı.

GK Analiz Koşulları

Sistem	:	HP 6890
Kolon:	:	HP – Innowax kapiler kolon (60m x 0.25 mm Ø, 0.25 µm film kalınlığı)
Taşıyıcı Gaz	:	Azot (1.2 den 0.9 mL/dakika'ya basamaklı akış programı)
Sıcaklıklar	:	
Enjeksiyon	:	250°C
Kolon	:	60 °C'de 10 dak/ 4 °C/dak artışla 220 °C'de 10 dak/1°C/dak artışla 240°C 'ye çıkarılmıştır
Split oranı*	:	10:1
Dedektör	:	FID

*: Mikrodilasyon ile elde edilen yağ örnekleri için splitsiz mod uygulandı

3.2.5.2. Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometrisi (GK/KS)

GK kolonunda ayrılan uçucu bileşikler gaz kromatografisi kolonunda ayrıldıktan sonra dedektör görevi gören kütle spektrometrisinde her birinin tek tek kütle spektrumları alındı.

n-Alkanlar referans alınarak maddelerin kolondaki tutunma indeksleri (RTİ) hesaplandı.

GK/KS Analiz Koşulları

Sistem	:	HP G1800A GCD
Kolon:	:	HP – Innowax kapiler kolon (60 m x 0.25 mm Ø, 0.25 µm film kalınlığı)
Taşıyıcı Gaz	:	Helyum (0.7 mL/dak)
Sıcaklıklar	:	
Enjeksiyon	:	250°C
Kolon	:	60 °C'de 10 dak/ 4 °C/dak artışla 220 °C'de 10 dak/ 1°C/dak artışla 240°C'ye çıkarılmıştır
Split oranı*	:	50:1

*: Mikrodilasyon ile elde edilen yağ örnekleri için splitsiz mod uygulandı

KS Koşulları

Elektron Enerjisi : 70 eV
Kütle Aralığı : 35–425 *m/z*

Maddelerin Teşhisi

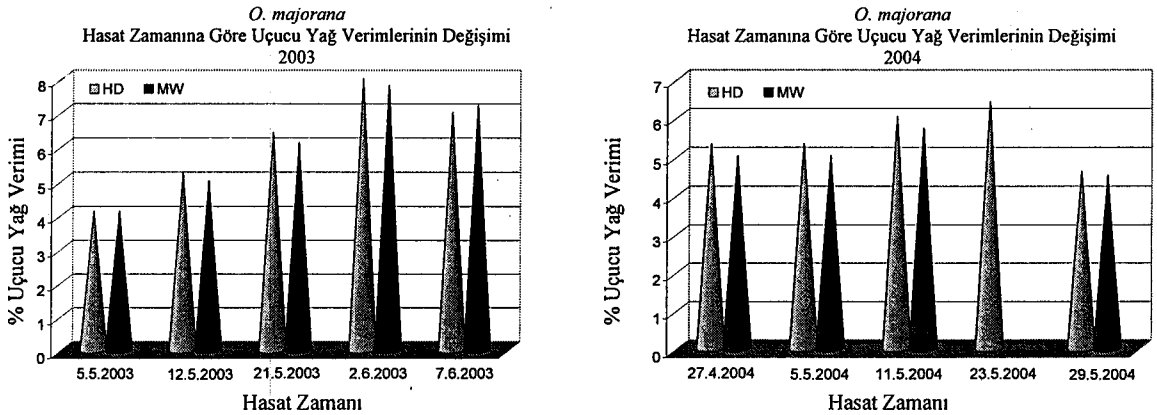
Uçucu yağların içindeki maddelerin teşhisi bu maddelere ait kütle spektrumlarının “BAŞER Uçucu Yağ Bileşenleri”, “Wiley”, “Adams” ve “Mass Finder” kütüphanelerindeki maddelerin kütle spektrumlarına benzerliği ve aynı tip kolondaki tutunma indekslerinin karşılaştırması yapılarak gerçekleştirildi.

4. DENEYSEL BULGULAR

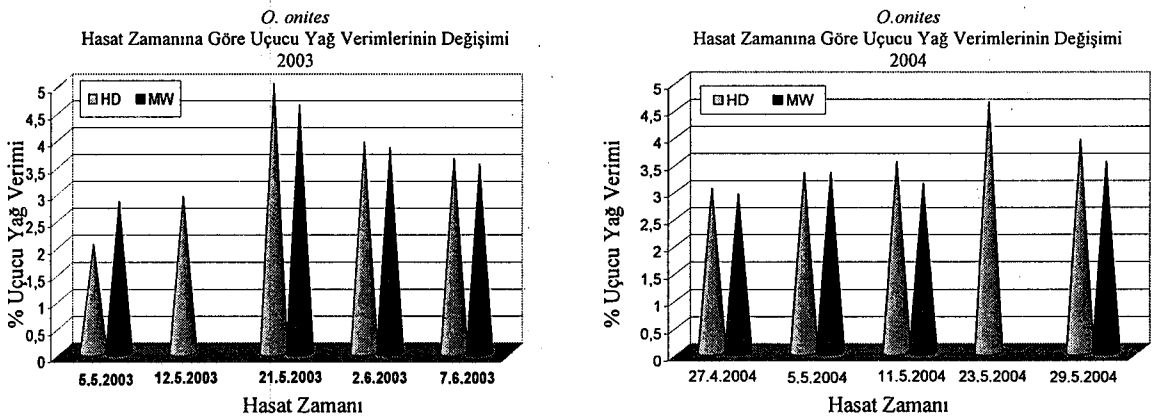
Bu bölümde *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* türlerinin iki sene içinde periyodik olarak toplanıp kurutulmuş örneklerinin yağ verimlerinin ve Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon yöntemleri ile elde edilen uçucu yağların bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneysel çalışmalara ait bulgular verilmektedir.

4.1. Hidrodistilasyon ve Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon Yöntemleri ile Uçucu Yağ Elde Edilmesi

Bölüm 3.2.1. ve 3.2.2.'de açıklanan yöntemlere göre *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* türlerinin periyodik olarak toplanmış numuneleri Hidrodistilasyon ve Mikrodalga destekli hidrodistilasyon işlemlerine tabi tutularak uçucu yağları elde edilmiştir. Uçucu yağların verimi kuru baz üzerinden hesaplanmıştır. İki sene içinde her üç *Origanum* türünün uçucu yağ verimlerinde izlenen değişimler grafik şeklinde gösterilmiştir (Şekil 4.1.-4.3.).

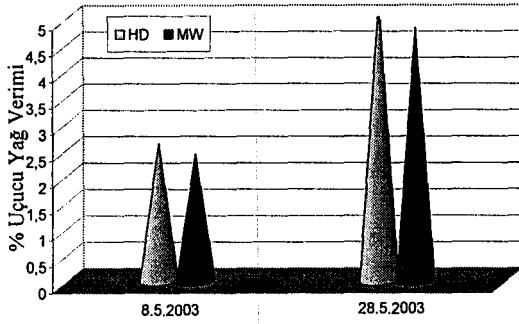


Şekil 4.1. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden (gübresiz) Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri

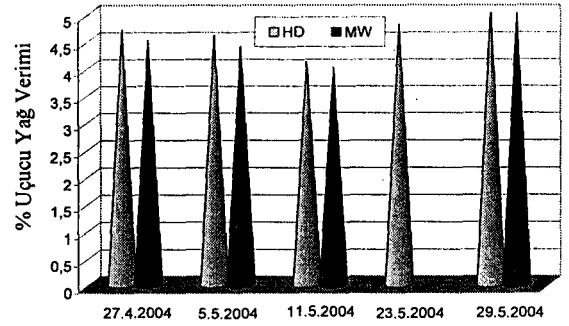


Şekil 4.2. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri

O. vulgare ssp. hirtum
Hasat Zamanına Göre Uçucu Yağ Verimlerinin Değişimi
2003 (Ödemiş)



O. vulgare ssp. hirtum
Hasat Zamanına Göre Uçucu Yağ Verimlerinin Değişimi
2004 (Seferihisar)



Şekil 4.3. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare ssp. hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri

4.2. Mikrodistilasyon Yöntemi ile Uçucu Yağ Elde Edilmesi

Bölüm 3.2.3.'de açıklanan yöntemle göre *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare ssp. hirtum* türlerinin periyodik olarak toplanmış örneklerinde Mikrodistilasyon tekniği ile yapılan çalışmalarda uçucu bileşenler hekzanla alınmış ve elde edilen bileşikler sadece kalitatif olarak değerlendirildiğinden uçucu yağ verimleri hesaplanmamıştır.

4.3. Uçucu Yağ Bileşimleri

İki senelik dönem içinde periyodik olarak toplanan ve kurutulan *Origanum* türlerinden üç farklı yöntemle elde edilmiş uçucu yağlarının GK/KS analizleri sonucunda belirlenen bileşimleri ve bileşiklerin GK ile belirlenen relatif miktarları her tür için ayrı olarak düzenlenmiş ve Çizelge 4.1.- 4.3.'de verilmiştir.

4.3.1. *O. majorana*'nın Uçucu Yağ Bileşimleri

Çizelge 4.1. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı											
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübresiz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübresiz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
966	2-Etil furan	HD	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
		MD	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-

Çizelge 4.1. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalgla Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı											
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübsüz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübsüz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1014	Trisiklen	HD	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-
		MW	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+		-
		MD		-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
1018	Metil 2-metil-butirat	HD	+	+	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	+	+	0.1	-
		MW	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
		MD	+	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	+	+	+	
1024	Metil 3-metil-butirat (=metil izovalerat)	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+		+
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
1032	α -Pinen	HD	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6	0.4
		MW	0.2	+	0.2	+	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2		0.2
		MD	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.6	0.6	0.1	0.1	0.2	0.2	
1035	α -Tuyen	HD	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.5	0.9	1.2	0.7
		MW	0.3	+	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3		0.2
		MD	1.1	0.8	1.0	1.1	1.2	0.9	0.8	0.3	0.6	1.1	0.3	
1051	2,5-Dimetiltetra-hidrofuran	HD	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
		MW	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+		+
		MD	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	
1076	Kamfen	HD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	+	+	+	+	+	0.1	+	+	+	+		+
		MD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	+	0.1	0.1	+	
1079	Etil izovalerat	HD	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+
		MW	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
1093	Hekzanal	HD	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
1118	β -Pinen	HD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1	+	0.1	+	+	0.1	+	0.1	+	0.1		0.1
		MD	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	+	0.1	0.1	+	
1132	Sabinen	HD	+	+	+	+	+	+	+	0.1	0.1	0.1	+	+
		MW	+	+	+	+	+	+	+	+	0.1	+		+
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	0.1	+	+	
1140	Tuya-2,4(10)-dien	HD	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		+
		MD	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
1159	δ -3-Karen	HD	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	0.1	0.1	0.1
		MW	+	0.1	+	0.1	0.1	+	+	+	+	+		+
		MD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	+	0.1	+	
1174	Mirsen	HD	1.4	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	0.8	1.5	1.6	1.2
		MW	0.9	0.3	0.9	0.3	0.7	0.9	0.8	0.7	0.4	0.9		0.7
		MD	2.0	1.6	1.7	2.0	2.1	1.6	1.6	0.9	0.9	1.8	0.4	
1176	α -Fellandren	HD	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	0.2	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+		+
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Cizelge 4.1. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalgla Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı											
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübreziz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübreziz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1183	<i>p</i> -Menta-1,7(8)-dien (=Psödolimonen)	HD	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
		MW	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+		+
		MD	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	
1188	α -Terpinen	HD	1.2	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	0.5	1.9	1.0	0.8
		MW	0.7	0.2	0.6	0.2	0.5	0.5	0.6	0.5	0.2	0.7		0.5
		MD	1.6	1.1	1.4	1.5	1.4	1.0	1.1	0.6	0.6	1.3	0.3	
1195	Dehidro-1,8-sineol	HD	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+
		MW	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+		-
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
1203	Limonen	HD	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
		MW	0.1	+	0.1	+	0.1	0.1	0.1	0.1	+	0.1		0.1
		MD	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	+	0.1	0.2	0.1	
1213	1,8-Sineol	HD	0.2	0.1	+	+	+	+	0.1	0.2	0.2	0.3	+	0.2
		MW	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.3		0.2
		MD	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	+	
1218	β -Fellandren	HD	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2
		MW	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.2
		MD	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	+	0.1	0.2	0.1	
1225	(Z)-3-Hekzenal	HD	0.1	+	+	+	+	+	-	+	0.1	+	+	+
		MW	0.1	-	-	+	+	+	+	+	+	+		+
		MD	0.1	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	
1246	(Z)- β -Osimen	HD	0.1	+	+	+	+	+	+	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1	+	+	+	+	+	+	0.1	+	0.1		+
		MD	0.1	+	+	0.1	+	+	+	+	+	0.1	0.1	
1255	γ -Terpinen	HD	5.8	3.1	3.9	4.2	3.5	2.7	3.0	4.5	2.3	5.3	3.7	4.0
		MW	4.2	1.1	2.9	1.2	2.0	1.9	2.1	2.1	1.3	3.3		2.6
		MD	7.9	3.5	5.1	5.6	4.4	3.1	3.5	2.0	2.8	6.2	1.1	
1265	5-Metil-3-heptanon	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	
1266	(E)- β -Osimen	HD	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	0.1	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
1280	<i>p</i> -Simen	HD	2.9	2.8	2.9	2.8	2.7	3.0	3.3	2.8	1.5	2.8	3.1	2.6
		MW	2.2	1.0	2.3	1.3	1.8	2.3	2.8	1.9	1.0	2.5		2.1
		MD	3.7	3.2	3.5	3.7	3.6	3.5	3.5	2.2	1.5	3.3	1.5	
1290	Terpinolen	HD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	0.1	0.1	+
		MW	0.1	+	0.1	+	0.1	0.1	0.1	0.1	+	0.1		0.1
		MD	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	+	0.1	0.1	+	
1304	1-Okten-3-on	HD	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
1327	(Z)-3-Hekzenil asetat	HD	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
		MW	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	

Cizelge 4.1. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı											
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübresiz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübresiz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1348	6-Metil-5-hepten-2-on	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	
1382	<i>cis</i> -Alloosimen	HD	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
1391	(Z)-3-Hekzenol	HD	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	
1393	3-Oktanöl	HD	0.1	+	+	+	+	+	+	+	0.1	+	+	+
		MW	0.1	+	+	+	+	+	+	+	0.1	+		+
		MD	0.1	+	+	+	+	+	+	+	0.1	+	+	
1408	1,3,8- <i>p</i> -Mentatrien	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	
1444	<i>p</i> -Mentatrien izomer	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
1450	<i>trans</i> -Linalol oksit (<i>Furanoit</i>)	HD	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+		+
		MD	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	
1452	α , <i>p</i> -Dimetilstiren	HD	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-		+
		MD	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	
1453	1-Okten-3-ol	HD	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2
		MW	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3		0.2
		MD	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	-	
1466	α -Kubeben	HD	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	
1474	<i>trans</i> -Sabinen hidrat	HD	0.8	0.9	0.7	0.5	0.7	0.6	0.5	0.9	0.5	1.0	0.9	0.8
		MW	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	0.8	0.8	0.9	0.7	0.9		0.6
		MD	0.8	0.5	0.1	0.3	0.4	0.3	0.3	0.1	0.4	0.4	+	
1478	<i>cis</i> -Linalool oksit (<i>Furanoit</i>)	HD	-	-	+	+	-	+	+	-	0.1	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-	+	-	-	0.1	-		+
		MD	-	-	-	+	-	+	+	-	0.1	+	-	
1495	Bisikloelemen	HD	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+
		MW	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
1499	α -Kamfolen aldehit	HD	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+
		MW	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+		+
		MD	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
1535	β -Burbonen	HD	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	

Çizelge 4.1. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı											
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübresiz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübresiz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1541	Benzaldehit	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
1544	α -Gurjunen	HD	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
1547	Dihidroahillen	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
		MW	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+
		MD	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-
1553	Linalool	HD	1.1	1.1	6.4	8.5	0.2	8.3	5.4	10.5	56.7	7.6	0.3	10.8
		MW	1.0	1.3	3.9	11.3	0.3	9.2	5.8	21.0	59.9	8.6	-	11.9
		MD	1.3	1.2	3.6	13.0	0.3	11.4	4.9	28.7	49.5	9.6	+	-
1556	<i>cis</i> -Sabinen hidrat	HD	0.2	0.3	+	+	0.2	0.2	+	0.2	+	0.2	0.2	0.2
		MW	0.3	0.3	0.3	+	0.3	0.2	0.2	0.2	+	0.1	-	0.1
		MD	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	+	-
1571	<i>trans-p</i> -Ment-2-en-1-ol	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
		MW	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
		MD	-	+	0.1	0.1	-	+	+	+	+	+	+	-
1597	Bornil asetat	HD	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
		MW	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+
		MD	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-
1600	β -Elemen	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
1606	β -Kopaen	HD	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		MW	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
1611	Terpinen-4-ol	HD	0.7	0.6	0.4	0.5	0.4	0.7	0.5	0.4	+	0.4	0.4	0.4
		MW	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.6	0.1	0.2	-	0.2
		MD	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	+	0.2	-
1612	β -Karyofillen	HD	0.6	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	1.0	0.8	0.6	1.0
		MW	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.1	0.5	0.6	-	0.9
		MD	0.7	0.8	1.4	1.0	1.0	0.8	0.8	0.3	0.7	0.8	0.2	-
1624	<i>trans</i> -Dihidrokarvon	HD	0.2	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-	0.1	+	0.1	-	0.1
		MW	0.1	0.1	-	-	0.1	0.1	+	+	+	+	-	+
		MD	0.2	0.1	0.1	0.1	-	0.1	-	+	+	+	+	-
1628	Aromadendren	HD	-	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	0.2	0.1	0.2
		MW	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	-	-	0.1
		MD	0.1	-	0.1	0.1	0.1	0.1	-	0.2	0.1	0.1	0.2	-
1633	Selina-5,11-dien	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
1638	<i>cis-p</i> -Ment-2-en-1-ol	HD	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+
		MW	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+
		MD	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-

Çizelge 4.1. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı											
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübresiz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübresiz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1645	<i>cis</i> -İzodihidrokarvon	HD	0.1	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
		MW	-	0.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		MD	+	0.1	0.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1659	γ -Gurjunen	HD	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
1661	Alloaromadendren	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0.1	+	0.2
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1663	Fenilasetaldehit	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
1670	<i>trans</i> -Pinokarveol	HD	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
		MW	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
		MD	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-
1682	δ -Terpineol	HD	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
		MW	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
		MD	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
1683	İpsdienol	HD	0.1	-	+	+	+	0.1	+	+	-	-	+	-
		MW	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+
		MD	0.1	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
1687	α -Humulen	HD	+	0.1	+	+	+	+	+	0.1	+	0.1	0.1	0.1
		MW	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		MD	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	0.1	-
1689	<i>trans</i> -Piperitol (= <i>trans-p</i> -Ment-1-en-3-ol)	HD	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
		MD	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-
1697	Karvotanaseton	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		MD	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-
1706	α -Terpineol	HD	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3	0.6	0.4	0.6	0.3	0.5
		MW	-	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.8	+	0.2
		MD	0.8	0.5	0.6	0.4	0.4	0.6	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	+
1708	Leden	HD	+	-	+	-	+	-	-	-	-	0.3	0.2	+
		MW	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
		MD	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
1719	Borneol	HD	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.3
		MW	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.2	+	+	0.7
		MD	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.5	0.1	0.2	0.2	+
1726	Germakren D	HD	0.1	0.1	+	+	+	+	+	+	0.1	+	+	+
		MW	-	0.1	0.1	+	+	+	+	+	0.1	+	+	+
		MD	+	+	0.1	+	+	+	+	+	+	-	+	+
1737	Karvenon	HD	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
		MD	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-

Çizelge 4.1. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı												
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübreziz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübreziz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c	
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1741	β -Bisabolen	HD	+	0.1	+	+	+	+	+	+	0.1	+	+	-	0.1
		MW	-	+	-	+	-	+	+	-	+	0.1			0.1
		MD	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	
1751	Karvon	HD	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	+	0.1	0.1
		MW	-	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+		0.1
		MD	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	+	+	0.1	+		
1755	Bisiklogermakren	HD	0.1	+	+	+	-	+	+	0.4	0.5	0.3	0.1	0.3	
		MW	-	-	-	+	-	+	+	0.1	0.4	0.1		0.1	
		MD	0.1	-	-	+	-	-	-	0.1	0.2	+	0.1		
1770	<i>trans</i> -Linalool oksit (<i>Piranoit</i>)	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
		MW	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-		-	
		MD	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-		
1773	δ -Kadinen	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		MW	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+		+	
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
1776	γ -Kadinen	HD	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	
		MW	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-		+	
		MD	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+		
1798	Metil salisilat	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+		+	
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-		
1802	Kumin aldehit	HD	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	
		MW	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+		+	
		MD	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+		
1804	Mirtenol	HD	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		-	
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-		
1808	Nerol	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		+	
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-		
1814	<i>p</i> -Menta-1,5-dien-7-ol	HD	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	
		MW	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-		+	
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		
1842	<i>(E)</i> -Anetol	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
		MW	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+		+	
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-		
1845	<i>trans</i> -Karveol	HD	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	
		MW	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+		+	
		MD	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+		
1857	Geraniol	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
		MW	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-		+	
		MD	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
1864	<i>p</i> -Simen-8-ol	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0.1	+	
		MW	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+		+	
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	0.1		

Cizelge 4.1. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı											
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübresiz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübresiz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1867	Timol asetat	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
1868	(E)-Geranil aseton	HD	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
		MW	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	
1889	Askaridol	HD	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	
1890	Karvakril asetat	HD	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
		MW	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+		+
		MD	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
1897	Mirsen-8-ol	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		+
		MD	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	
1940	4-İzopropil salisilaldehit	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
1949	(Z)-3-Hekzenil nonanoat	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
1958	(E)-β-İonon	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
2001	İzokaryofillen oksit	HD	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	
2008	Karyofillen oksit	HD	0.1	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
		MW	-	0.4	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	+	0.2	0.1		0.2
		MD	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	+	0.1	+	0.2	
2050	(E)-Nerolidol	HD	0.1	+	+	+	+	0.1	-	+	+	+	+	+
		MW	-	+	+	0.1	0.2	+	+	+	+	+		+
		MD	+	0.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2069	1,6-Germakradien-5β-ol (=Germakren D-4β-ol)	HD	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	+	-	-	-	+	0.1	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	
2096	Elemol	HD	+-	-	+	+	+	+	+	0.1	0.1	+	+	+
		MW	-	-	-	+	-	+	+	+	0.1	+		+
		MD	-	+	-	+	+	+	+	+	0.1	+	-	
2098	Globulol	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0.1	+	+
		MW	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+		+
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2104	Viridiflorol	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	

Çizelge 4.1. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı											
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^a gübresiz	21.05.03 ^a gübreli	02.06.03 ^b	07.06.03 ^c gübresiz	07.06.03 ^c gübreli	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2109	<i>p</i> -Metoksi metil benzoat	HD	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		MD	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+
2113	Kumin alkol	HD	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-
		MD	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+
2142	Rozifoliol	HD	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
2145	Spatulenol	HD	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
		MW	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
		MD	0.2	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2
2181	İzotimol (=2-İzopropil-4-metil fenol)	HD	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
		MD	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
2186	Öjenol	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
2198	Timol	HD	1.7	1.0	0.7	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.3	0.6	15.9	2.2
		MW	1.9	1.0	0.7	0.8	0.8	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	4.7	4.7
		MD	1.6	1.6	0.7	0.6	0.8	0.5	0.7	0.5	0.4	0.6	10.9	10.9
2221	İzokarvakrol	HD	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-
		MW	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
		MD	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
2239	Karvakrol	HD	77.9	79.0	77.4	75.0	83.9	76.0	78.7	70.9	32.0	72.6	67.3	69.3
		MW	81.9	86.3	83.2	80.6	88.4	79.5	82.6	67.5	31.7	77.7	71.5	71.5
		MD	72.8	76.2	74.8	65.7	78.8	72.1	78.8	62.0	39.2	72.0	82.0	82.0
2250	α -Ödesmol	HD	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	+	-	+	0.1	+
		MW	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	+	-	0.1	0.1	0.1
		MD	0.1	0.1	+	+	0.1	0.1	0.1	+	+	+	+	+
2257	β -Ödesmol	HD	0.1	0.1	+	+	0.1	+	+	0.1	-	0.1	+	0.1
		MW	0.1	0.2	+	+	0.1	+	+	-	-	+	0.1	0.1
		MD	0.1	+	-	-	0.1	-	-	+	+	+	0.1	0.1
Toplam		HD	99.3	96.7	98.8	98.5	99.2	98.9	98.5	99.3	99.2	99.5	99.7	97.9
		MW	97.3	96.7	99.2	99.0	99.3	99.4	99.2	99.4	99.0	99.1	99.2	99.2
		MD	98.6	95.4	98.0	98.7	98.4	99.1	99.3	99.6	99.3	99.2	98.8	98.8

HD : Hidrodistilasyon

MW : Mikroalga destekli Hidrodistilasyon

MD : Mikrodistilasyon

RTİ : Relatif Tutunma İndeksi n-alkan serisine göre hesaplanmıştır

% : Değerler FID integratörden hesaplanmıştır

+ : Eser (< 0.1 %)

a : Çiçeklenme öncesi

b : Çiçeklenme esnasında

c : Çiçeklenme sonrası

taranmış kutular : Çalışma yapılmamıştır

4.3.2. *O. onites*'in Uçucu Yağ Bileşimleri

Çizelge 4.2. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) ve Mikrodistilasyon (MD) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı									
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^b	02.06.03 ^c	07.06.03 ^c	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
966	2-Etil furan	HD	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-
		MW	-		-	-	-	-	-	-		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1014	Trisiklen	HD	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+
		MW	-		+	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
1018	Metil 2-metil-butirat	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+		+	+	+	+	-	+		+
		MD	+	+	+	+	0.1	+	+	+	+	+
1024	Metil 3-metil-butirat (=metil izovalerat)	HD	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
		MW	-		-	-	-	-	-	-		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
1032	α -Pinen	HD	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.4	0.2
		MW	0.1		0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2		0.1
		MD	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6	0.1	0.3	0.3	0.5	0.3
1035	α -Tuyen	HD	0.4	0.4	0.9	0.6	0.6	1.0	0.9	0.6	1.3	0.5
		MW	0.1		0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2		0.1
		MD	0.5	0.6	1.0	0.7	0.8	0.7	0.9	0.6	0.3	0.8
1051	2,5-Dimetiltetra-hidrofuran	HD	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
		MW	-		-	-	+	+	+	+		+
		MD	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
1076	Kamfen	HD	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
		MW	0.1		0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1		0.1
		MD	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
1093	Hekzanal	HD	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
		MW	-		-	-	-	+	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
1118	β -Pinen	HD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1		0.1	+	0.1	+	+	+		+
		MD	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	+	0.1	0.1	0.1	0.1
1132	Sabinen	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+		+	+	+	+	+	+		+
		MD	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
1140	Thuya-2,4(10)-dien	HD	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-		-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
1159	δ -3-Karen	HD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+
		MW	0.1		+	+	0.1	+	+	+		+
		MD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	0.1	0.1	0.1	0.1
1174	Mirsen	HD	1.9	1.6	2.1	1.5	1.7	1.4	1.1	1.2	1.8	1.1
		MW	0.7		1.0	0.6	1.3	0.8	0.7	0.8		0.6
		MD	1.7	1.8	2.2	1.7	2.0	1.2	1.5	1.2	1.2	1.2

Çizelge 4.2. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) ve Mikrodistilasyon (MD) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı									
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^b	02.06.03 ^c	07.06.03 ^c	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1176	α -Fellandren	HD	-	-	-	-	-	+	+	+	0.2	+
		MW	+		+	+	+	+	+	+		+
		MD	+	+	-	-	-	+	+	+	0.1	0.1
1183	<i>p</i> -Menta-1,7(8)-dien (=Psödolimonen)	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
		MW	-		-	-	-	+	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
1188	α -Terpinen	HD	1.7	1.4	1.6	1.2	1.4	1.0	0.8	1.0	1.3	0.9
		MW	0.7		0.8	0.5	1.1	0.7	0.6	0.8		0.6
		MD	1.6	1.6	1.8	1.5	1.5	1.0	1.4	1.3	1.0	1.1
1195	Dehidro-1,8-sineol	HD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-		-	-	-	+	+	+		-
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
1203	Limonen	HD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
		MW	0.1		0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1		0.1
		MD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
1213	1,8-Sineol	HD	+	+	-	+	+		+	+	+	0.1
		MW	-		-	-	-	+	0.2	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
1218	β -Fellandren	HD	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
		MW	0.1		0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3		0.2
		MD	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1225	(Z)-3-Hekzenal	HD	0.1	+	+	+	+	0.1	0.1	0.1	+	0.1
		MW	0.1		+	+	+	0.1	0.1	+		0.1
		MD	0.1	0.1	+	+	+	+	0.1	0.1	+	0.1
1246	(Z)- β -Osimen	HD	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+		+	+	+	+	+	+		+
		MD	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
1255	γ -Terpinen	HD	6.4	5.8	6.8	4.1	5.2	4.6	3.3	4.5	5.1	3.9
		MW	3.3		3.6	2.1	4.8	3.5	2.5	3.3		2.7
		MD	5.8	5.9	7.5	4.6	5.4	4.4	6.3	4.8	4.6	4.7
1266	(E)- β -Osimen	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	0.1	+
		MW	-		-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
1280	<i>p</i> -Simen	HD	6.8	4.0	3.2	4.4	4.9	3.3	3.8	3.9	3.6	4.1
		MW	3.0		2.2	2.9	4.7	2.9	3.3	4.2		3.2
		MD	5.2	5.2	3.2	6.4	5.6	2.5	5.0	5.9	4.1	4.3
1290	Terpinolen	HD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1		0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1		0.1
		MD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
1391	(Z)-3-Hekzenol	HD	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
		MW	-		-	+	+	+	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
1393	3-Oktanol	HD	0.2	0.1	+	+	-	0.1	0.1	0.1	+	0.1
		MW	0.1		+	+	+	0.1	0.1	0.1		0.1
		MD	0.1	0.1	-	+	+	+	+	0.1	+	0.1

Çizelge 4.2. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) ve Mikrodistilasyon (MD) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı										
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^b	02.06.03 ^c	07.06.03 ^c	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c	
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1408	1,3,8- <i>p</i> -Mentatrien	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
		MW	-		-	-	-	-	-	-	-		-
		MD	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	
1444	<i>p</i> -Mentatrien izomer	HD	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	
		MW	-		-	-	-	-	-	-		-	
		MD	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
1452	α , <i>p</i> -Dimetilstiren	HD	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	
		MW	+		+	+	+	+	+	+		+	
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
1454	1-Okten-3-ol	HD	0.5	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.2	0.4	
		MW	0.4		0.1	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3		0.4	
		MD	0.4	0.5	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	
1466	α -Kubeben	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
		MW	-		-	-	-	+	-	-		-	
		MD	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	
1474	<i>trans</i> -Sabinen hidrat	HD	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.4	0.7	0.6	0.5	0.5	
		MW	0.4		0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2		0.3	
		MD	0.1	0.1	0.2	+	0.1	+	+	0.1	+	+	
1495	Bisikloelemen	HD	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	
		MW	-		-	-	-	+	-	+		+	
		MD	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	
1499	α -Kamfolen aldehit	HD	0.1	0.1	+	0.1	0.1	0.1	+	0.1	0.1	0.1	
		MW	-		+	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		+	
		MD	-	0.1	-	0.1	0.1	+	+	-	0.1	+	
1535	β -Burbonen	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		MW	-		+	+	0.1	+	+	+		+	
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	
1544	α -Gurjunen	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
		MW	-		-	-	-	+	-	+		+	
		MD	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	
1547	Dihidroahillen	HD	+	0.1	+	0.1	0.1	+	+	+	0.1	+	
		MW	+		+	0.1	0.1	+	+	+		+	
		MD	+	0.1	+	+	0.1	+	+	+	+	+	
1553	Linalool	HD	0.3	+	0.1	+	0.1	0.1	0.1	+	0.1	1.4	
		MW	0.2		0.1	+	+	0.1	0.1	0.1		1.4	
		MD	0.1	+	0.2	0.1	0.1	0.1	+	0.1	0.1	1.6	
1556	<i>cis</i> -Sabinen hidrat	HD	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.5	0.4	0.2	0.3	
		MW	0.3		0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2		0.1	
		MD	+	0.1	0.1	-	0.1	-	+	+	+	+	
1571	<i>trans-p</i> -Ment-2-en-1-ol	HD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	+	0.1	
		MW	0.1		0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	+		0.1	
		MD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	+	+	+	+	0.1	
1597	Bornil asetat	HD	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	
		MW	-		-	+	0.1	-	+	+		+	
		MD	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	

Çizelge 4.2. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) ve Mikrodistilasyon (MD) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı										
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^b	02.06.03 ^c	07.06.03 ^c	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c	
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1606	β -Kopaen	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		MW	-		-	-	+	-	-	+		-	
		MD	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	
1611	Terpinen-4-ol	HD	1.2	1.3	0.7	0.5	0.6	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	
		MW	0.9		0.6	0.8	0.8	1.1	1.0	0.7		0.6	
		MD	1.4	0.9	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	0.8	1.1	
1612	β -Karyofillen	HD	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	1.2	1.5	1.3	0.9	1.1	
		MW	1.4		0.6	0.5	0.8	1.0	0.8	1.1		0.9	
		MD	1.1	1.2	0.9	1.5	1.2	1.3	1.6	1.1	1.4	1.4	
1614	Karvakrol metileter	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		MW	+		+	+	+	+	+	+		+	
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
1624	<i>trans</i> -Dihidrokarvon	HD	+	0.1	-	-	-	+	+	-	-	+	
		MW	-		-	-	+	+	0.1	+		+	
		MD	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
1628	Aromadendren	HD	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
		MW	0.2		0.1	0.1	0.1	0.1	+	+		+	
		MD	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	+	-	+	0.1	0.2	
1633	Selina-5,11-dien	HD	-	-	-	-	-	+	-	+	0.1	+	
		MW	-		-	-	-	+	-	+		+	
		MD	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	
1638	<i>cis-p</i> -Ment-2-en-1-ol	HD	+	+	+	+	+	0.1	+	+	+	+	
		MW	0.1		-	+	+	+	-	+		+	
		MD	0.1	0.1	+	+	0.1	+	+	+	+	0.1	
1645	<i>cis</i> -İzodihidrokarvon	HD	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
		MW	0.1		+	+	+	+	+	+		+	
		MD	+	+	-	-	+	0.1	+	+	+	+	
1661	Alloaromadendren	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	
		MW	-		-	-	-	+	-	-		-	
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	
1663	Fenilasetaldehit	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	
		MW	-		-	-	-	+	-	-		-	
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	
1670	<i>trans</i> -Pinokarveol	HD	0.1	+	+	0.1	0.1	0.1	+	0.1	0.1	+	
		MW	0.1		+	0.1	0.1	0.1	0.1	+		+	
		MD	-	0.1	-	0.1	0.1	-	+	+	+	0.1	
1687	α -Humulen	HD	0.1	0.1	+	+	0.1	+	0.1	0.1	+	+	
		MW	+		+	+	+	0.1	0.1	0.1		0.2	
		MD	0.1	+	+	+	+	-	+	+	+	0.1	
1689	<i>trans</i> -Piperitol (= <i>trans-p</i> -Ment-1-en-3-ol)	HD	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
		MW	-		-	-	-	+	-	-		-	
		MD	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	
1706	α -Terpineol	HD	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	+	0.1	0.2	0.2	0.1	
		MW	0.3		0.2	0.2	0.2	0.2	+	0.1		0.1	
		MD	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	+	+	+	+	0.1	

Çizelge 4.2. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) ve Mikrodistilasyon (MD) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı									
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^b	02.06.03 ^c	07.06.03 ^c	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1708	Leden	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0.1
		MW	-		-	-	-	-	-	-		+
		MD	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
1719	Borneol	HD	1.0	1.0	0.9	1.2	1.1	1.0	0.7	0.8	1.2	0.8
		MW	1.0		0.9	1.4	1.2	1.2	1.2	1.1		1.0
		MD	1.1	1.1	0.9	1.5	1.3	1.1	0.7	0.9	1.8	1.0
1726	Germakren D	HD	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.5	0.4	0.1	0.1
		MW	0.1		0.1	+	0.1	+	+	+		+
		MD	+	+	+	0.4	0.1	+	+	+	+	+
1737	Karvenon	HD	-	-	-	+	-	-	-	-	+	0.1
		MW	+		+	+	+	0.1	0.3	+		0.1
		MD	0.1	0.1	-	+	+	+	0.3	+	+	+
1741	β -Bisabolen	HD	0.5	0.5	0.4	+	0.4	0.6	1.4	1.0	0.4	0.4
		MW	0.7		0.4	0.3	0.5	0.3	0.5	0.4		0.2
		MD	0.6	0.4	0.3	+	0.4	+	0.6	0.6	0.2	0.2
1751	Karvon	HD	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	+	0.1	0.1
		MW	0.1		0.2	0.2	0.2	0.3	+	0.3		0.1
		MD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	+	0.3	0.3	+
1755	Bisiklogermakren	HD	+	+	-	-	-	0.3	0.2	0.2	0.1	+
		MW	-		-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0.3
1773	δ -Kadinen	HD	0.1	0.1	+	+	+	0.1	+	+	+	+
		MW	0.1		+	0.1	+	+	+	+		+
		MD	0.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1776	γ -Kadinen	HD	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
		MW	-		+	+	+	+	-	-		+
		MD	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
1784	<i>(E)</i> - α -Bisabolen	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-		+	+	+	-	-	-		-
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
1798	Metil salisilat	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
		MW	-		-	-	-	+	-	-		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
1802	Kumin aldehit	HD	0.1	-	+	-	-	-	-	+	-	+
		MW	0.1		-	-	-	0.1	-	-		+
		MD	0.1	-	+	-	-	+	-	-	-	-
1805	α -Kamfolen alkol	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-		-	0.1	0.1	+	0.1	-		+
		MD	-	0.1	-	-	0.1	-	+	+	+	+
1842	<i>(E)</i> -Anetol	HD	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-		0.1	-	-	+	+	-		+
		MD	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
1845	<i>trans</i> -Karveol	HD	+	0.1	+	0.1	+	0.1	+	+	+	+
		MW	+		-	0.1	+	0.1	0.1	+		+
		MD	+	0.1	-	-	+	+	+	+	+	0.1

Çizelge 4.2. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalgalı Destekli Hidrodistilasyon (MW) ve Mikrodistilasyon (MD) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı									
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^b	02.06.03 ^c	07.06.03 ^c	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1857	Geraniol	HD	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
		MW	-		+	-	-	-	-	-		-
		MD	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
1864	<i>p</i> -Simen-8-ol	HD	+	+	-	0.1	0.1	+	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	-		+	0.1	+	0.1	0.1	0.1		0.1
		MD	+	+	+	0.1	0.1	0.1	+	+	0.1	+
1867	Timol asetat	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		MW	-		-	-	-	+	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1868	<i>(E)</i> -Geraniol aseton	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		MW	-		-	-	-	+	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
1890	Karvakril asetat	HD	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1
		MW	0.5		0.3	0.1	0.1	0.3	+	0.3		0.1
		MD	0.7	0.1	0.4	0.1	0.1	0.6	0.2	0.1	0.2	0.2
1940	4-İzopropil salisilaldehit	HD	-	-	-	-	-	+	-	0.1	+	0.1
		MW	-		-	-	-	0.1	0.1	0.1		0.1
		MD	-	-	-	-	-	+	+	0.1	0.1	0.1
2001	İzokaryofillen oksit	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		MW	-		-	-	-	+	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	Karyofillen oksit	HD	0.4	0.4	0.2	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4
		MW	0.6		0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3		0.3
		MD	0.4	0.4	0.2	0.3	0.3	+	0.3	0.4	+	0.4
2069	1,6-Germakradien-5β-ol (=Germakren D-4β-ol)	HD	-	-	-	-	-	+	-	0.1	+	+
		MW	-		-	-	-	+	-	-		-
		MD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2071	Humulen epoksit-II	HD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+		+	+	+	+	+	+		+
		MD	+	+	+	+	+	+	+	0.1	+	+
2096	Elemol	HD	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	-
		MW	-		-	-	-	+	0.1	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
2098	Globulol	HD	0.1	+	-	+	-	+	-	+	+	+
		MW	+		+	+	+	0.1	+	+		+
		MD	0.1	0.1	+	+	+	+	+	+	+	+
2104	Viridiflorol	HD	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
		MW	-		-	-	-	+	-	-		-
		MD	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
2113	Kumin alkol	HD	-	+	-	+	+	-	-	0.1	+	+
		MW	-		+	-	+	+	+	+		+
		MD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2142	Rozifoliol	HD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		MW	-		-	-	-	-	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+

Çizelge 4.2. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon (HD), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (MW) ve Mikrodistilasyon (MD) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Hasat Zamanı									
			05.05.03 ^a	12.05.03 ^a	21.05.03 ^b	02.06.03 ^c	07.06.03 ^c	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^b	29.05.04 ^c
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2145	Spatulenol	HD	0.3	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3
		MW	0.3		0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2		0.2
		MD	0.3	0.3	0.1	0.3	0.2	0.1	+	0.1	0.1	+
2181	İzotimol (=2-İzopropil-4- metil fenol)	HD	0.2	0.1	0.1	0.1	-	+	+	+	-	+
		MW	-		-	+	0.1	-	+	-		+
		MD	+	+	+	+	0.2	+	+	-	+	+
2186	Öjenol	HD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		MW	-		-	-	-	+	+	-		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
2198	Timol	HD	1.2	1.5	0.8	2.6	1.1	1.4	0.7	0.7	0.4	0.5
		MW	1.2		0.9	2.8	1.3	3.6	1.1	2.0		4.1
		MD	1.4	1.5	0.7	2.8	1.0	0.9	0.9	2.3	4.1	1.6
2221	İzokarvakrol (=4-İzopropil-2- metil fenol)	HD	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-
		MW	-		-	+	-	+	-	+		+
		MD	-	-	-	-	-	+	+	+	0.2	-
2239	Karvakrol	HD	71.1	73.9	77.0	74.8	73.1	76.1	76.9	77.5	78.9	78.6
		MW	78.5		84.3	82.9	79.1	78.6	81.6	80.5		80.3
		MD	71.9	73.4	76.4	73.3	75.3	82.3	77.3	76.1	76.3	76.6
2250	α-Ödesmol	HD	-	-	+	0.1	-	-	+	-	-	+
		MW	-		-	-	-	-	0.2	0.1		0.1
		MD	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0.1
2257	β-Ödesmol	HD	-	-	-	+	-	-	-	0.1	-	+
		MW	-		-	-	-	-	+	+		+
		MD	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
2392	Karyofilla-2(12),6- dien-5β-ol (Karyofillenol II)	HD	-	-	-	-	-	-	-	0.1	+	0.1
		MW	-		-	-	-	0.1	0.3	-		-
		MD	-	-	-	-	-	0.1	+	-	0.1	-
Toplam		HD	99.1	97.2	99.0	96.1	95.3	97.3	97.1	98.4	99.8	98.3
		MW	96.4		98.9	98.5	99.8	98.4	97.9	98.5		98.9
		MD	97.9	98.5	99.3	98.5	99.4	97.8	99.4	99.0	98.9	99.3

HD : Hidrodistilasyon
 MW : Mikrodalga destekli Hidrodistilasyon
 MD : Mikrodistilasyon
 + : Eser (< 0.1 %)
 % : Değerler FID integratörden hesaplanmıştır

RTİ :Relatif Tutunma İndeksi n-alkan
 serisine göre hesaplanmıştır
 a : Çiçeklenme öncesi
 b : Çiçeklenme esnasında
 c : Çiçeklenme sonrası
 taranmış kutular : Çalışma yapılmamıştır

4.3.3. *O. vulgare ssp. hirtum*'un Uçucu Yağ Bileşimleri

Çizelge 4.3. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare ssp. hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Lokalite, Hasat zamanı						
			Ödemiş		Seferihisar				
			08.05.03 ^a	28.05.03 ^b	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^a	29.05.04 ^b
			%	%	%	%	%	%	%
966	2-Etil furan	HD	+	+	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	-	-	-		
1014	Trisiklen	HD	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	+	-	+	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1018	Metil 2-metil-butirat	HD	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	-	+	+		
		MD	-	-	+	+	+		
1024	Metil 3-metil-butirat (=metil izovalerat)	HD	+	+	+	-	+	+	+
		MW	+	+	-	-	-		
		MD	+	+	+	+	+		
1032	α -Pinen	HD	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4
		MW	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3		
		MD	0.6	0.6	0.4	0.5	0.1		
1035	α -Tuyen	HD	0.7	0.9	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8
		MW	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4		
		MD	0.2	0.9	0.8	0.9	0.6		
1076	Kamfen	HD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1	0.1	0.1	-	0.1		
		MD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
1079	Etilizovalerat	HD	+	-	-	+	+	+	-
		MW	+	-	-	-	+		
		MD	+	-	+	+	+		
1093	Hekzanal	HD	-	-	-	+	+	+	+
		MW	-	+	-	-	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1118	β -Pinen	HD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		MD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
1132	Sabinen	HD	+	-	+	+	+	+	+
		MW	+	+	-	-	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1140	Tuya-2,4(10)-dien	HD	-	-	-	+	+	+	+
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	+	+	+		
1159	δ -3-Karen	HD	0.1	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	+	+	+	0.1	0.1		
		MD	+	0.1	0.1	+	0.1		
1174	Mirsen	HD	1.5	2.2	1.7	1.8	2.0	1.6	1.4
		MW	1.1	1.5	1.3	1.5	1.5		
		MD	1.0	2.1	1.8	2.0	1.4		

Çizelge 4.3. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalgalı Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Lokalite, Hasat zamanı						
			Ödemiş		Seferihisar				
			08.05.03 ^a	28.05.03 ^b	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^a	29.05.04 ^b
			%	%	%	%	%	%	%
1176	α -Fellandren	HD	-	+	0.2	0.1	+	+	+
		MW	-	-	+	-	+		
		MD	-	-	+	+	+		
1183	<i>p</i> -Mentha-1,7(8)-dien (= <i>Psödolimonen</i>)	HD	-	-	-	+	+	0.2	0.1
		MW	-	-	-	-	+		
		MD	-	-	+	+	+		
1188	α -Terpinen	HD	1.6	1.8	1.4	1.4	1.6	0.4	1.2
		MW	1.2	1.4	1.1	1.2	1.3		
		MD	1.0	1.9	1.5	1.6	1.1		
1195	Dehidro-1,8-sineol	HD	-	-	-	-	-	-	+
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	-	-	+		
1203	Limonen	HD	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2
		MW	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
		MD	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2		
1213	1,8-Sineol	HD	-	+	+	+	+	+	+
		MW	+	+	+	+	+		
		MD	+	+	+	0.1	+		
1218	β -Fellandren	HD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		MW	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3		
		MD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1		
1225	(Z)-3-Hekzenal	HD	+	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1	0.1	0.1	0.1	+		
		MD	0.1	0.1	+	0.1	+		
1246	(Z)- β -Osimen	HD	+	-	+	+	+	+	+
		MW	+	+	-	-	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1255	γ -Terpinen	HD	6.1	6.2	5.8	5.6	6.0	4.4	4.7
		MW	4.6	5.1	4.4	5.1	5.1		
		MD	2.8	6.6	5.7	6.7	4.3		
1265	5-Metil-3-heptanon	HD	+	-	0.1	-	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		MD	0.1	0.1	+	+	+		
1266	(E)- β -Osimen	HD	-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	-	-	0.1	+	+		
		MD	-	0.1	0.1	+	0.1		
1280	<i>p</i> -Simen	HD	3.1	5.0	4.4	4.8	4.9	4.8	4.6
		MW	3.0	4.4	3.6	4.2	4.4		
		MD	2.9	5.3	4.2	5.4	3.4		
1290	Terpinolen	HD	0.1	0.1	+	+	0.1	0.1	0.1
		MW	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
		MD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		

Çizelge 4.3. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Lokalite, Hasat zamanı						
			Ödemiş		Seferihisar				
			08.05.03 ^a	28.05.03 ^b	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^a	29.05.04 ^b
			%	%	%	%	%	%	%
1304	1-Okten-3-on	HD	-	-	-	-	-	-	+
		MW	+	-	-	-	-		
		MD	+	-	+	+	+		
1391	(Z)-3-Hekzenol	HD	+	+	+	+	-	-	+
		MW	+	+	+	-	+		
		MD	-	+	+	+	+		
1393	3-Oktanol	HD	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	+	+	+	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1408	1,3,8- <i>p</i> -Mentatrien	HD	-	-	-	+	-	-	+
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	+	+	+		
1444	<i>p</i> -Mentatrien izomer	HD	-	-	-	-	-	-	+
		MW	-	-	-	-	+		
		MD	-	-	+	+	+		
1452	α , <i>p</i> -Dimetilstiren	HD	+	+	+	+	-	+	+
		MW	+	+	-	-	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1453	1-Okten-3-ol	HD	0.4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6
		MW	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7		
		MD	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6		
1474	<i>trans</i> -Sabinen hidrat	HD	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3
		MW	0.6	0.4	0.2	0.3	0.3		
		MD	0.2	0.2	+	+	+		
1495	Bisikloelemen	HD	+	-	+	+	-	+	+
		MW	-	-	-	-	+		
		MD	-	-	+	+	-		
1507	(E,E)-2,4-Heptadienal	HD	+	+	-	+	-	+	-
		MW	+	+	-	+	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1535	β -Burbonen	HD	+	-	-	-	-	+	-
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	-	+	-		
1541	Benzaldehit	HD	+	-	-	-	-	-	-
		MW	+	-	-	-	-		
		MD	+	-	-	-	-		
1544	α -Gurjunen	HD	+	+	-	+	-	+	-
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	+	+	+		
1553	Linalool	HD	0.1	+	+	0.1	+	+	0.3
		MW	0.1	0.1	+	0.1	0.1		
		MD	0.1	+	+	+	+		

Çizelge 4.3. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Lokalite, Hasat zamanı						
			Ödemiş		Seferihisar				
			08.05.03 ^a	28.05.03 ^b	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^a	29.05.04 ^b
			%	%	%	%	%	%	%
1556	<i>cis</i> -Sabinen hidrat	HD	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
		MW	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1		
		MD	0.2	0.1	+	0.1	+		
1571	<i>trans-p</i> -Ment-2-en-1-ol	HD	+	+	+	+	-	+	+
		MW	+	+	0.1	+	+		
		MD	0.1	+	+	+	+		
1594	<i>trans</i> -β-Bergamoten	HD	-	-	-	+	+	-	-
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	+	+	+		
1597	Bornil asetat	HD	-	-	-	-	-	-	-
		MW	+	-	-	-	-		
		MD	-	-	-	+	-		
1611	Terpinen-4-ol	HD	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
		MW	0.5	0.2	0.4	0.4	0.4		
		MD	1.2	0.5	0.4	0.5	0.7		
1612	β-Karyofillen	HD	1.8	1.4	1.0	0.9	1.0	1.5	1.2
		MW	2.0	0.9	0.6	0.5	0.7		
		MD	3.4	1.1	1.0	0.9	1.0		
1624	<i>trans</i> -Dihidrokarvon	HD	0.1	+	+	+	+	+	+
		MW	0.1	+	+	+	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1628	Aromadendren	HD	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.2	0.2	+	+	+		
		MD	-	-	0.2	+	+		
1633	Selina-5,11-dien	HD	-	+	-	+	+	+	+
		MW	-	-	-	+	-		
		MD	-	-	+	+	+		
1638	<i>cis-p</i> -Ment-2-en-1-ol	HD	+	-	-	+	-	-	+
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	0.1	+	-	+	+		
1645	<i>cis</i> -İzodihidrokarvon	HD	+	+	+	+	+	-	+
		MW	+	+	-	-	+		
		MD	+	+	+	0.1	+		
1661	Alloaromadendren	HD	-	+	-	+	+	-	+
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	+	-	+		
1663	Fenilasetaldehit	HD	+	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	+	+	-	-	-		
1664	1-Nonanol	HD	+	-	+	+	-	+	+
		MW	-	+	-	-	+		
		MD	0.1	+	+	+	+		

Çizelge 4.3. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Lokalite, Hasat zamanı						
			Ödemiş		Seferihisar				
			08.05.03 ^a	28.05.03 ^b	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^a	29.05.04 ^b
			%	%	%	%	%	%	%
1687	α -Humulen	HD	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
		MW	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1		
		MD	0.6	0.2	0.1	0.1	0.1		
1706	α -Terpineol	HD	0.3	0.2	-	0.2	+	0.1	+
		MW	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1		
		MD	0.6	0.2	+	+	+		
1708	Leden	HD	-	+	-	+	0.2	+	0.2
		MW	-	-	-	-	+		
		MD	-	-	0.1	+	+		
1719	Borneol	HD	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
		MW	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3		
		MD	0.7	0.2	+	0.2	+		
1726	Germakren D	HD	+	+	+	-	-	-	+
		MW	+	+	-	-	-		
		MD	+	+	-	-	-		
1737	Karvenon	HD	+	-	-	+	-	0.2	0.3
		MW	-	+	+	-	+		
		MD	+	+	+	0.1	+		
1741	β -Bisabolen	HD	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	+	0.1
		MW	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1		
		MD	0.3	0.1	+	0.2	+		
1751	Karvon	HD	+	+	-	+	0.1	+	+
		MW	+	+	0.1	+	0.1		
		MD	0.1	+	+	+	-		
1755	Bisiklogermakren	HD	+	-	0.2	+	0.1	+	+
		MW	+	-	+	+	+		
		MD	+	-	+	+	-		
1766	1-Dekanol	HD	0.1	+	+	-	+	+	-
		MW	0.1	+	+	-	+		
		MD	+	+	+	+	-		
1773	δ -Kadinen	HD	+	+	-	-	-	+	+
		MW	+	+	-	-	-		
		MD	+	+	+	+	-		
1776	γ -Kadinen	HD	+	+	-	+	-	+	-
		MW	+	+	-	+	-		
		MD	+	+	-	-	-		
1784	(E)- α -Bisabolen	HD	+	+	-	-	-	-	-
		MW	+	-	-	-	-		
		MD	-	+	-	-	-		
1786	β -Sesquifellandren	HD	+	+	+	+	-	+	+
		MW	+	-	-	-	+		
		MD	-	+	-	+	-		

Çizelge 4.3. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Lokalite, Hasat zamanı						
			Ödemiş		Seferihisar				
			08.05.03 ^a	28.05.03 ^b	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^a	29.05.04 ^b
			%	%	%	%	%	%	%
1798	Metil salisilat	HD	-	-	-	+	+	+	+
		MW	-	-	+	+	+		
		MD	-	-	+	+	-		
1802	Kumin aldehit	HD	+	+	+	+	-	-	+
		MW	+	+	+	+	+		
		MD	+	+	+	-	-		
1842	(E)-Anetol	HD	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	+	+	-	-		
		MD	+	+	+	+	+		
1857	Geraniol	HD	+	-	-	-	-	-	-
		MW	+	-	-	-	-		
		MD	+	+	-	-	-		
1864	<i>p</i> -Simen-8-ol	HD	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	+	+	+	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1865	İzopiperitenon	HD	+	-	-	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	-	-	-		
1889	Askaridol	HD	-	-	-	-	-	+	-
		MW	-	+	-	+	+		
		MD	-	-	-	-	-		
1890	Karvakril asetat	HD	-	-	+	+	+	+	+
		MW	-	-	+	-	+		
		MD	-	-	+	+	+		
1897	Mirsen-8-ol	HD	+	+	0.1	+	+	+	+
		MW	+	-	+	+	+		
		MD	+	+	+	+	+		
1948	<i>trans</i> -Jasmon	HD	0.1	-	+	-	-	-	-
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	-	-	-		
1958	(E)-β-Ionon	HD	0.1	-	-	+	+	-	-
		MW	+	-	-	-	-		
		MD	-	-	+	+	+		
1969	<i>cis</i> -Jasmon	HD	0.1	-	+	+	+	-	+
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	+	+	+		
1990	8,9-Dehidrotimol	HD	0.1	-	+	+	+	+	+
		MW	+	-	+	+	+		
		MD	+	+	+	+	+		
2008	Karyofillen oksit	HD	0.4	0.3	+	0.1	0.1	0.1	0.1
		MW	0.2	-	+	+	+		
		MD	0.2	0.1	+	+	+		

Çizelge 4.3. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikroalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Lokalite, Hasat zamanı						
			Ödemiş		Seferihisar				
			08.05.03 ^a	28.05.03 ^b	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^a	29.05.04 ^b
			%	%	%	%	%	%	%
2039	Anisaldehit	HD	+	+	+	-	+	-	-
		MW	-	+	-	-	+		
		MD	+	+	-	-	-		
2053	Sinnamaldehit	HD	0.2	-	-	-	-	-	-
		MW	0.1	-	-	-	-		
		MD	0.1	+	-	-	-		
2069	1,6-Germakradien-5β-ol (=Germakren D-4β-ol)	HD	-	-	+	+	+	-	-
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	-	-	-		
2071	Humulen epoksit II	HD	0.1	-	-	+	-	+	-
		MW	0.1	-	-	-	+		
		MD	+	+	+	+	+		
2098	Globulol	HD	0.1	+	+	+	-	-	+
		MW	0.1	+	-	-	+		
		MD	0.1	-	+	+	+		
2104	Viridiflorol	HD	-	-	-	-	-	+	+
		MW	-	-	-	-	-		
		MD	-	-	-	-	-		
2113	Kumin alkol	HD	+	+	-	+	-	+	+
		MW	+	-	-	-	+		
		MD	+	+	+	+	+		
2142	Rozifoliol	HD	+	-	-	-	-	+	-
		MW	+	-	-	-	+		
		MD	+	+	-	+	+		
2145	Spatulenol	HD	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
		MW	0.2	-	+	0.1	0.1		
		MD	0.3	0.1	+	+	+		
2181	İzotimol (=2-İzopropil-4-metil fenol)	HD	+	-	+	+	+	+	+
		MW	0.1	-	+	+	+		
		MD	-	-	-	+	+		
2186	Öjenol	HD	+	+	+	+	+	-	+
		MW	+	+	+	+	+		
		MD	+	+	+	+	-		
2198	Timol	HD	61.8	68.0	75.1	69.8	73.9	76.0	72.2
		MW	65.3	71.6	78.8	70.2	77.7		
		MD	65.6	68.4	77.0	71.7	81.5		
2239	Karvakrol	HD	14.6	8.8	4.5	9.1	3.8	3.9	8.1
		MW	14.7	8.8	5.8	12.7	4.7		
		MD	13.7	8.2	4.7	6.5	3.8		
2250	α-Ödesmol	HD	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	+	+	+	-		
		MD	+	+	+	+	+		

Çizelge 4.3. (devam) Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Bileşimleri

RTİ	Bileşik	Dist. Yöntemi	Lokalite, Hasat zamanı						
			Ödemiş		Seferihisar				
			08.05.03 ^a	28.05.03 ^b	27.04.04 ^a	05.05.04 ^a	11.05.04 ^a	23.05.04 ^a	29.05.04 ^b
			%	%	%	%	%	%	%
2257	β-Ödesmol	HD	+	+	+	+	+	+	+
		MW	+	+	+	+	+		
		MD	+	+	+	+	+		
Toplam		HD	97.6	98.8	99.6	98.8	98.7	98.1	98.9
		MW	98.1	97.8	99.3	99.4	99.6		
		MD	97.7	98.8	99.6	99.1	99.1		

HD : Hidrodistilasyon
 MW : Mikrodalga destekli Hidrodistilasyon
 MD : Mikrodistilasyon
 a : Çiçeklenme öncesi
 b : Çiçeklenme esnasında

RTİ : Relatif Tutunma İndeksi n-alkan serisine göre hesaplanmıştır
 % : Değerler FID integratörden hesaplanmıştır
 + : Eser (< 0.1 %)
 taramış kutular : Çalışma yapılmamıştır

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, kültüre alınması ile ilgili ıslah çalışmaları sürdürülen tarlalardan toplanan üç *Origanum* türü kullanılmıştır: *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum*. Bitkiler iki yıl boyunca aynı yerden toplanarak bitkisel materyalin tek bir popülasyona ait olması sağlanmıştır. Kekikler iki vejetasyon dönemi boyunca periyodik olarak uçucu yağ verimi ve kompozisyondaki değişimler açısından değerlendirilmiştir. Birinci yıl içerisinde elde edilen sonuçlar ikinci yılın sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Böylece birinci yılın içinde izlenen değişimlerin ikinci yılın verileri ile desteklenip desteklenmediği tespit edilmiştir. Bu amaçla bitkiler periyodik olarak toplanıp, kurutulup, uçucu yağları üç farklı teknik kullanarak elde edilmiştir. Uçucu yağ elde etmek için, Clevenger aparatında hidrodistilasyon, mikrodalga destekli hidrodistilasyon ve mikrodistilasyon yöntemleri kullanılmıştır. Mikrodalga destekli teknik daha kısa sürede elde edilen ve mikrodistilasyon yöntemi ise daha az miktardaki bitkisel materyalden elde edilen uçucu bileşenlerin analitik değerlendirmesinin yapılıp yapılamayacağını ortaya koymak için alternatif teknikler olarak kullanılmıştır. Bu yöntemlerin uçucu yağ verimini ve kompozisyonunu etkileyip etkilemediği, elde edilen uçucu bileşiklerin miktarları ve profilleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Hidrodistilasyon ve mikrodalga destekli hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ verimleri Şekil 4.1–4.3’de gösterilmiştir. Mikrodistilasyon sonuçları ise sadece kalitatif olarak değerlendirilmiştir. Uçucu yağların bileşimleri GK/KS analizleri ile belirlendikten sonra GK analizlerinin integrasyon sonuçlarına göre relatif yüzdeleri Çizelge 4.1–4.3.’de verilmiştir.

O. majorana

Uçucu yağ verimi değerlendirilmesi sırasında kaynak bilgilerine benzerlik gösteren sonuçlar elde edilmiştir (7–9). İncelenen her iki dönem içerisindeki yağ verimlerindeki değişimler Şekil 4.1.’de gösterilmiştir.

Hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ miktarlarında yıl içerisinde hasat zamanına bağlı olarak % 4.1–8.0 arasında değişim gözlenmiştir. İlk hasatta % 4.1’den başlayan yükselme, Haziran’ın başında maksimum % 8.0 değerine ulaşmıştır. Daha sonraki hasat döneminde ise uçucu yağ miktarının % 7.0’ye kadar düştüğü tespit edilmiştir. İkinci yıl içerisindeki yağ verimlerinde de benzer değişimler gözlenmiştir. Nisan ayı sonundaki hasattan itibaren % 5.3’ten başlayan artış çiçeklenme döneminde (Mayıs ayının son haftası) en yüksek değer olan % 6.4’e ulaşmıştır. Çiçeklenme döneminin sonuna doğru yağ veriminde önemli derecede (% 4.6’ya kadar) bir düşüş tespit edilmiştir (Şekil 4.1.).

Çalışma kapsamında gübreleme yapılan tarladaki örnekler de değerlendirilmeye alınmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonunda uçucu yağ veriminin gübrelemeden belirgin bir şekilde etkilenmediği ortaya çıkmıştır. Gübresiz yetiştirilen bitkilere nazaran gübreli bitkilerin uçucu yağ verimlerinde % 0.0–0.4'e varan azalma tespit edilmiştir.

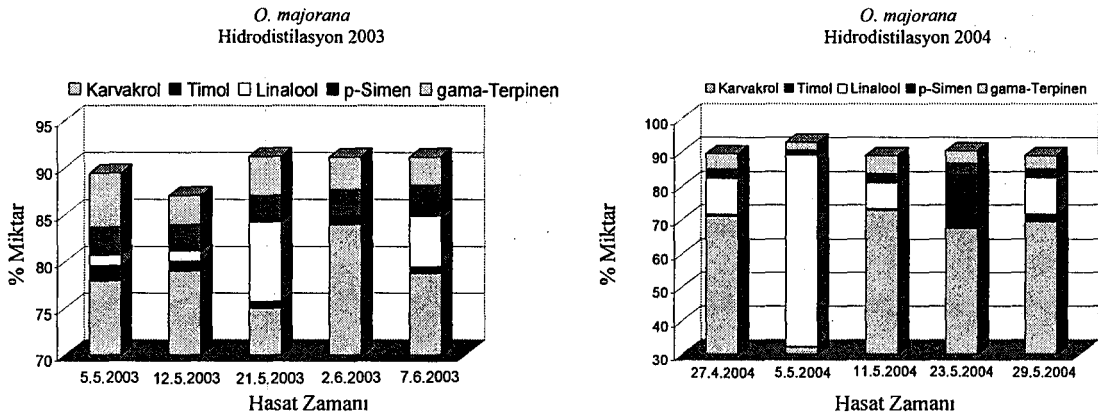
Mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağ miktarlarında da yıl içerisinde hasat zamanına bağlı olarak % 4.1–7.8 arasında değişim gözlenmiştir. Genel olarak, yağ verimlerindeki izlenen yıllık değişim profili (her iki sene için) hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen sonuçları desteklemektedir. Mikrodalga destekli hidrodistilasyon yönteminde distilasyon süresi 3 saatten 45 dakikaya kadar indirilmesine rağmen, uçucu yağ verimi bakımından benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.1.).

Uçucu yağ kompozisyonlarının değerlendirilmesinde toplam 117 bileşik tespit edilip, uçucu yağ bileşimleri % 95.4–99.6 oranında aydınlatılmıştır (Çizelge 4.1.). Genel olarak uçucu yağ kompozisyonları kaynaklardaki bilgiler ile benzerlik göstermiştir. *O. majorana* üzerinde daha önce yapılmış çalışmalarda, Türkiye'de iki kemotipin yetiştiği bildirilmiştir. Mercanköşk (Sweet marjoram) tipinin uçucu yağı terpinen-4-ol, cis-sabinen hidrat ve linalool'ce zengindir. Uçucu yağ verimi ve karvakrol miktarı ise düşüktür. Beyaz kekik türünün ise uçucu yağ verimi yüksek (% 5–8) olup karvakrol'ce zengindir (7-9, 11, 12, 20). Çalışmalarımızda kullanılan *O. majorana*'nın yüksek miktarda (% 4.1–8.0) ve karvakrol'ce zengin (% 32.0–83.9) uçucu yağ taşıması, bitkinin karvakrol/timol kemotipine (Beyaz kekik) ait olduğunu göstermiştir. Karvakrol'ün izomeri olan timol % 0.3–15.9 oranlarda tespit edilmiştir. Diğer ana bileşikler olarak γ -terpinen (% 2.3–5.8), *p*-simen (% 1.5–3.3) ve linalool (% 0.3–56.7) bulunmuştur. Genel olarak *O. majorana*'nın uçucu yağlarında monoterpen hidrokarbon ve oksijenli (özellikle fenolik) monoterpenlerin oranının yüksek olduğu saptanmıştır.

Hidrodistilasyon. İki sene boyunca periyodik olarak toplanan bitkilerin uçucu yağlarının değerlendirilmesi sırasında her hasat dönemindeki kompozisyonlarında kalitatif olarak benzer maddeler tespit edilmiştir. Bu durum, uçucu yağ kompozisyonunun mevcut bileşikler açısından toplama sezonuna bağlı olmadığını ortaya koymuştur. Ancak bitkinin fizyolojik durumundaki değişimlerden dolayı kompozisyonlarda ortaya çıkan kantitatif farklılıklar kaydedilmiştir. Bu farklılıklar, bileşimindeki ana maddelerinin oranlarına büyük ölçüde yansımıştır.

Çalışılan tüm *O. majorana* örneklerinde oksijenli monoterpen yapısındaki, karvakrol ve onun kristallenen izomeri timol'ün (fenolik monoterpenler) yüksek miktarda bulunduğu saptanmıştır. Monoterpen hidrokarbonlar arasında timol ve karvakrolün biyosentetik

prekürsörleri olan γ -terpinen ve *p*-simen, bol miktarda tespit edilmiştir. Literatür bilgilere göre, γ -terpinen, *p*-simen, karvakrol ve timol ortak biyosentetik yolağı paylaşmaktadır (194, 195). γ -Terpinen + *p*-simen miktarının en yüksek (% 8.7) değeri çiçeklenme öncesinde saptanmıştır. Bitki çiçeklenme dönemindeyken bu değer % 6.2'ye kadar inmiştir. Karvakrol + timol oranı da bitkinin durumuna bağlı olarak değişim göstermiş ve çiçeklenme öncesi miktarları % 78.1–80.0 arasında saptanmıştır. Çiçeklenme döneminde ise bu oran en yüksek değeri olan % 84.7'ye ulaşmıştır. Çiçeklenme döneminin sonuna doğru yapılan hasatta karvakrol + timol oranında γ -terpinen + *p*-simen oranına nazaran azalma görülmüştür (Şekil 5.1.).



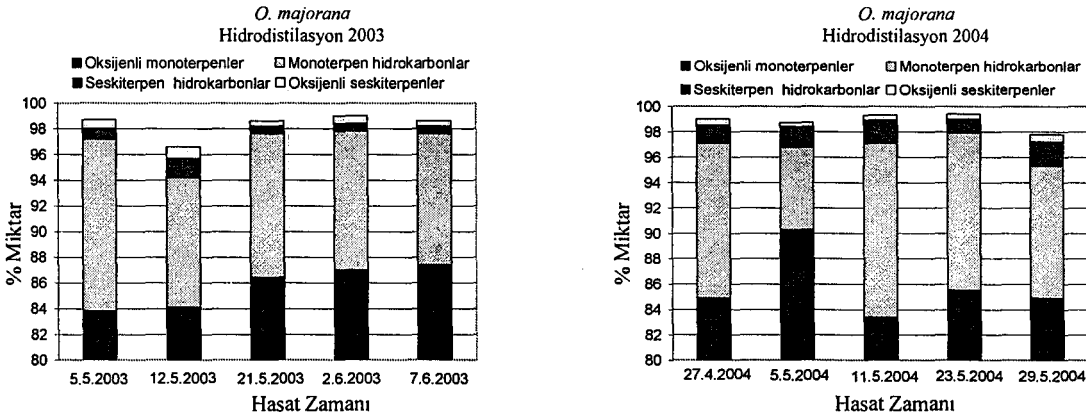
Şekil 5.1. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşikleri

Diğer oksijenli monotерpen olan linalool'ün miktarında da mevsime bağlı değişimler görülmüştür. Çiçeklenme öncesi uçucu yağda linalool oranı % 1.1'den % 6.4'e kadar yükselmiş, çiçeklenme döneminde ise % 0.2'ye kadar azalmıştır. Daha sonraki hasatta tekrar artışın olduğu kaydedilmiştir.

İkinci yılda γ -terpinen + *p*-simen'in en yüksek oranı % 8.1 değeri ile çiçeklenme öncesinde saptanmıştır. Çiçeklenme sırasında ise bu oran % 6.6–6.8'e kadar inmiştir. Buna karşılık karvakrol + timol oranının en düşük değeri (% 32.3) çiçeklenme öncesi, en yüksek değeri de (% 83.2) bitkinin çiçeklenme döneminde tespit edilmiştir. Linalool'ün miktarında ikinci yıl içerisinde belirgin bir artış gözlenmiştir. Çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme sırası linalool'ün oranları sırasıyla % 56.7 ve % 0.3 olarak tespit edilmiştir. Genel olarak, uçucu yağın profilindeki değişimlerin önceki yıla benzer olduğu görülmektedir. Dolayısıyla birinci yıl içerisinde görülen uçucu yağın vejetasyon dönemine bağlı değişimi ikinci yılın verileri ile de desteklenmiştir (Şekil 5.1.).

Ana bileşikler tek tek değerlendirildiğinde, yüzde miktarlarında farklılıklar görülmekle birlikte, bu bileşiklerin toplamı (% 87.0–92.8) açısından dönem boyunca büyük farklılıklar görülmemiştir. Kaynak taramaları sırasında da benzer bilgilere rastlanmıştır (46, 66).

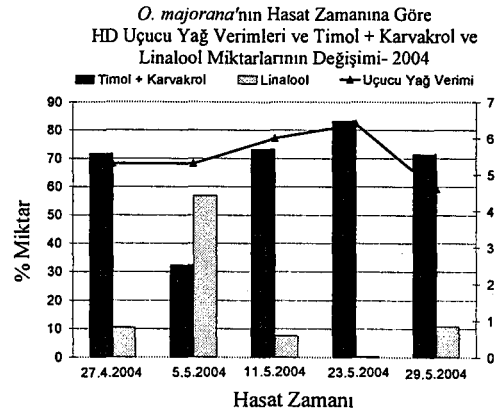
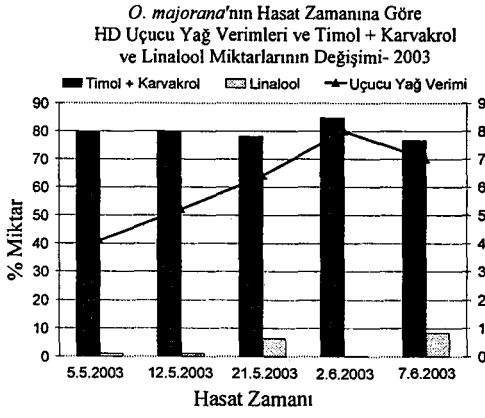
Ana bileşik grupları karşılaştırıldığında oksijenli monoterpenler (fenolik monoterpenler dahil olmak üzere) % 83.4–90.3 ile en yüksek bolluk değerini göstermektedir. Hasat zamanına bağlı olarak yüzdelerindeki değişimler Şekil 5.2.'de gösterilmiştir. Seskiterpen hidrokarbon ve oksijenli seskiterpen gruplarının oranlarının düşük olduğu ve vejetasyon dönemine bağlı önemli derecede değişimlere uğramadığı görülmektedir.



Şekil 5.2. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşik Grupları

Uçucu yağın ve ana bileşiklerin miktarlarındaki vejetasyon dönemine bağlı değişimler karşılaştırıldığında, en yüksek uçucu yağ verimi ve en yüksek timol + karvakrol oranı *O. majorana*'nın çiçeklenme döneminde olduğunda görülmüştür (Şekil 5.3.). Çiçeklenme döneminin sonuna doğru uçucu yağ ve karvakrol + timol miktarlarının azalması, bu dönemde bitki dokusunun artık yaşlanmış olması ve mevcut olan fenolik bileşiklerin (karvakrol ve timol dahil olmak üzere) doğal antioksidanlar olarak etki göstererek bitki dokusundaki stres hasarını engelleyip, kendilerinin dekompozisyona uğramış olduğunu düşündürmektedir. Bu düşüncemiz Russo ve ark. ile Jerkoviç ve ark.'nın çalışmalarındaki hipotez ile desteklenmektedir* (52, 66).

* Çiçeklenmeden sonra bitki dokusunu hızlanan yaşlanma sürecinden korumak için fenolik monoterpenler olan karvakrol ve timol doğal antioksidanlar olarak faaliyet göstermektedir.

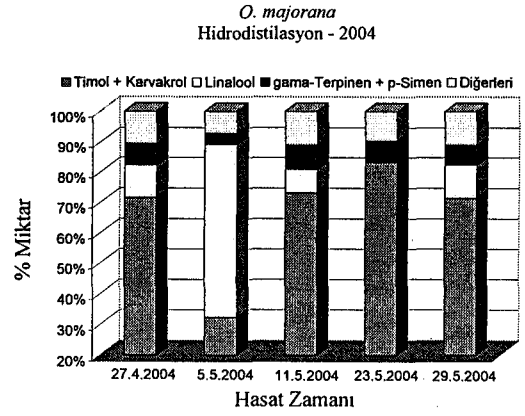
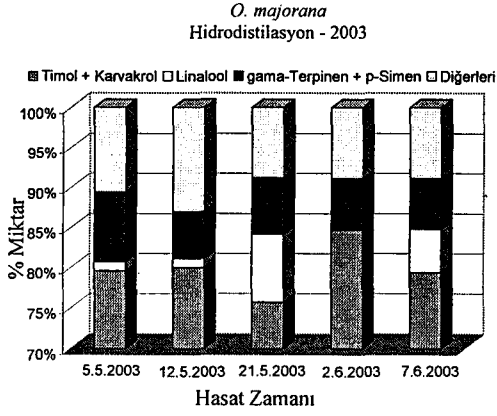


Şekil 5.3. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri ve Ana Bileşikleri

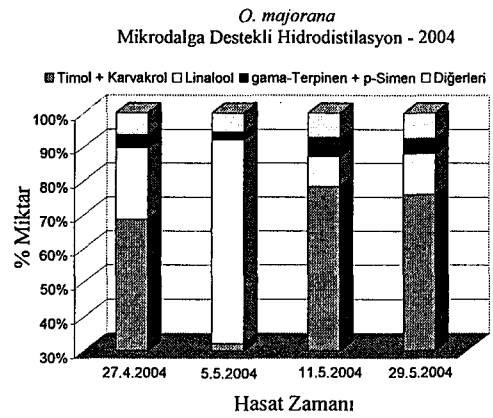
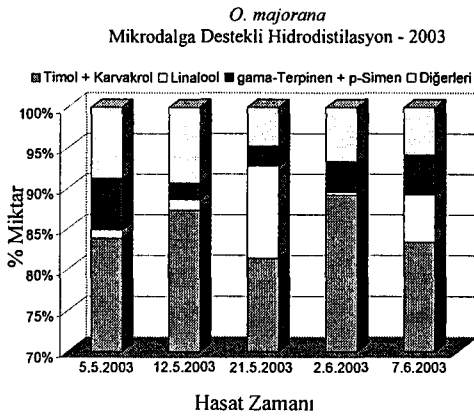
Mikrodalga destekli hidrodistilasyon tekniği kullanılarak izole edilen uçucu yağın kompozisyonunda kalitatif bir değişiklik tespit edilmemiş olmasına rağmen bazı maddelerin oranlarında uçucu yağın profilini değiştirmeyecek küçük farklılıklar da görülmüştür (Şekil 5.4. A ve B). Oksijenli monoterpenlerin toplam yüzdelerinin mikrodalga sisteminde biraz artması, muhtemelen uçucu bileşiklerin izole edilmesinin daha kısa süre içinde gerçekleşmesinden dolayı termal ve hidrolitik etkilerinin azalması ile ilişkilidir. Klasik hidrodistilasyon sisteminde ise bitkisel materyal sıcaklık ve su etkilerine daha uzun süre maruz kaldığından bileşiklerin bozulma oranı yüksek olabilmektedir. Craveiro ve ark. (184) ile Lucchesi ve ark. (189) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmüştür.

Mikrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağların kompozisyonunda önemli derecede farklılık görülmemiştir. Klasik tarzda hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağdaki bileşikler mikrodistilasyon yöntemi ile elde edilen yağ kompozisyonlarında da mevcuttur. Bazı ana bileşiklerin oranlarında genel kompozisyonu değiştirmeyecek kadar az farklar ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, mikrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağların vejetasyon dönemine bağlı değişimleri de diğer yöntemlere benzer tarzda bir değişim profili ortaya koymuştur (Şekil 5.4. A ve C).

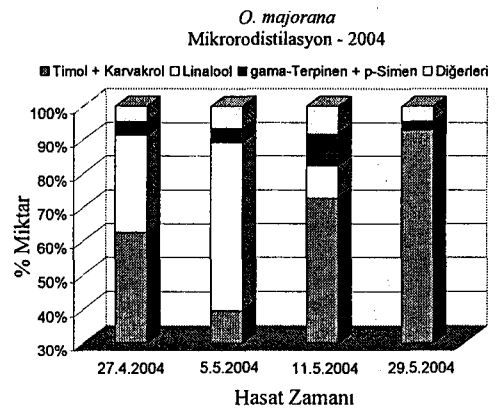
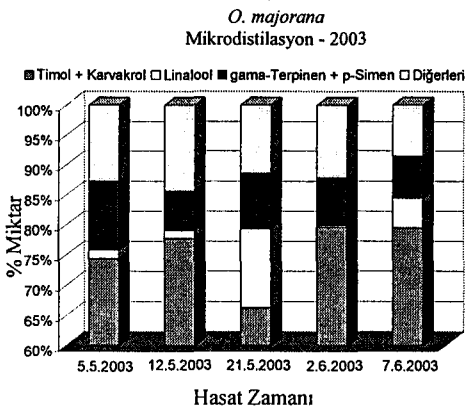
A



B



C



Şekil 5.4. *O. majorana* Bitkisinden Hidrodistilasyon (A), Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon (B) ve Mikrodistilasyon (C) Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağı Profillerinin Karşılaştırılması

O. onites

Uçucu yağ verimi değerlendirilmesi sonucunda literatür verilerine benzerlik gösteren sonuçlar elde edilmiştir (7, 9, 14, 16). İncelenen her iki dönem içerisindeki yağ verimindeki değişimler Şekil 4.2.'de gösterilmiştir. Genel olarak bu türün uçucu yağ verimi *O. majorana*'ya nazaran biraz daha düşüktür.

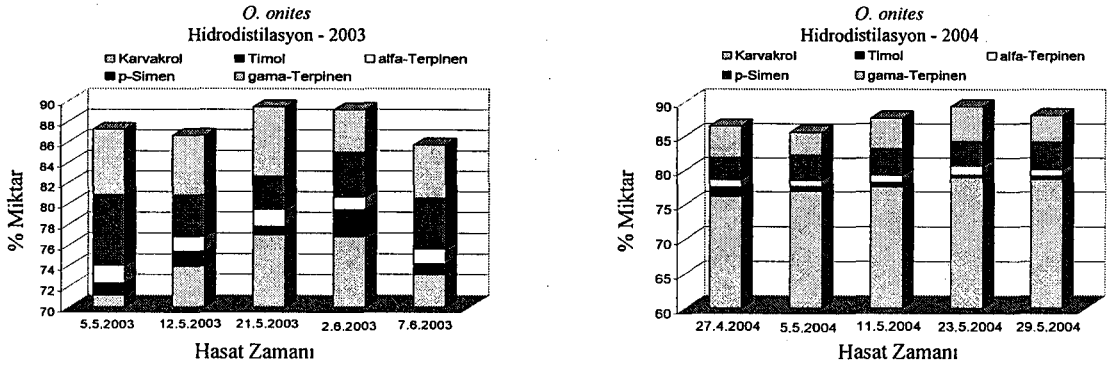
Hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ miktarlarında yıl içerisinde hasat zamanına bağlı olarak % 2.0–5.0 oranlarında bir dağılım gözlenmiştir. Mayıs ayının başındaki ilk hasatta % 2.0'den başlayan yükselme, çiçeklenme döneminde (Mayıs ayı sonunda) en yüksek (% 5.0) değerine ulaşmıştır. Daha sonraki hasatta uçucu yağ verimi % 3.6'ya inmiştir. İkinci yıl içerisindeki yağ veriminde de benzer tarzda değişimler yer almıştır. Nisan ayının sonundaki hasattan itibaren % 3.0'ten başlayan artış, çiçeklenme döneminde (Mayıs ayının son haftası) en yüksek değerine (% 4.6) ulaşmıştır. Çiçeklenme döneminin sonuna doğru uçucu yağ miktarında belirgin (% 3.9'a kadar) bir düşüş görülmüştür (Şekil 4.2.).

Mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağ miktarlarında yıl içerisinde hasat zamanına bağlı olarak % 2.8–4.6 arasında değişim gözlenmiştir. Genel olarak, mikrodalga desteği ile elde edilen yağlardaki verimler, klasik yöntem ile elde edilenlere oldukça yakın sonuçlar ortaya koymuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında, yağ verimlerindeki izlenen yıllık değişim profili (her iki sene için) hidrodistilasyon ile elde edilen sonuçları desteklemektedir (Şekil 4.2.).

Uçucu yağ kompozisyonlarının değerlendirilmesinde uçucu yağın % 95.3–99.8'ne karşılık gelen toplam 99 bileşik aydınlatılmıştır (Çizelge 4.2.). Uçucu yağın bileşimi literatür verilerine benzerlik göstermiştir (7, 9, 14, 16). Çalışmalarımızda kullanılan *O. onites*'in kültür örneği karvakrol bakımından zengindir (% 71.1–78.9) ve yüksek miktarda (% 2.0–5.0) uçucu yağ taşımaktadır. Bu özellikler bitkinin karvakrol kemotipine ait olduğunu göstermektedir. Diğer ana bileşikler arasında monoterpen hidrokarbonlar: α -terpinen, γ -terpinen, *p*-simen ve oksijenli monoterpen: timol tespit edilmiştir. İki dönem boyunca toplanan bitkilerin uçucu yağ kompozisyonlarının karşılaştırılması sonucunda bileşimlerinin kalitatif olarak değişime uğramadığı görülmüştür. Ancak bazı bileşiklerin yüzde oranlarında belirgin fark (kantitatif değişim) görülmüştür.

Hidrodistilasyon. Birinci yıl içindeki karvakrol + timol oranı çiçeklenme öncesinde % 72.3–75.4 arasında saptanmıştır. Çiçeklenme döneminde ve çiçeklenmenin sonuna doğru yapılan hasatta fenolik terpenlerin miktarı en yüksek orana % 77.8–77.4'e ulaşmıştır. Son hasatta ise belirgin bir azalma (% 74.2'ye kadar) kaydedilmiştir. İkinci yıl içinde karvakrol +

timol oranında benzer tarzdaki değişim profili izlenmiştir: çiçeklenme öncesi % 77.5–77.6 arasında, çiçeklenme döneminde % 78.2'ye kadar artış ve çiçeklenme sonuna doğru bu değer daha da artmıştır (% 79.3) (Şekil 5.5.).



Şekil 5.5. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşikleri

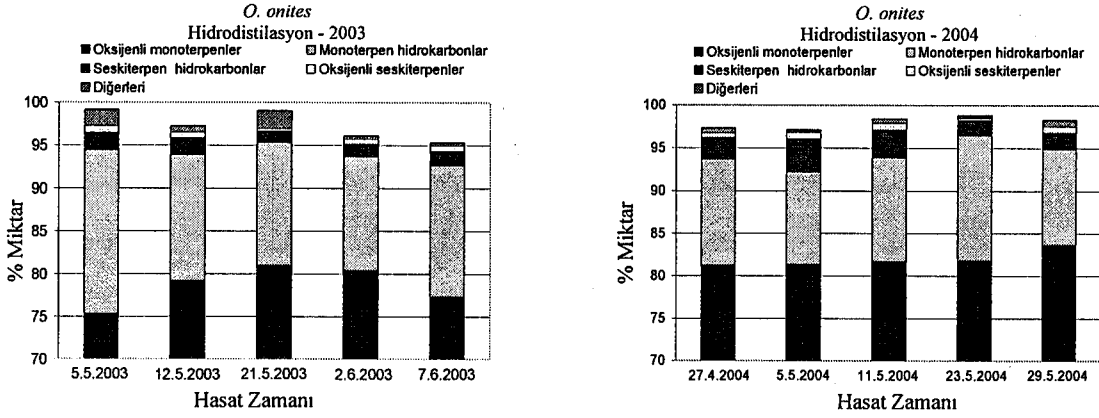
γ -Terpinen + *p*-simen oranlarındaki değişim farklı bir durum göstermektedir. Birinci yıl içerisinde γ -terpinen + *p*-simen miktarı çiçeklenme öncesi % 13.2 olmasına rağmen, çiçeklenme döneminde ve sonuna doğru bu değer sırasıyla % 10.0 ve % 8.5'e düşmüştür. İkinci yılda ise farklı değişim profili gözlenmiştir. Çiçeklenme döneminde γ -terpinen + *p*-simen oranı daha yüksek bulunmuştur. Monoterpen hidrokarbon grubunun diğer ana bileşiği olan α -terpinen'in yüzdelerinde mevsime bağlı önemli derecede değişiklikler tespit edilmemiştir (Şekil 5.5.).

Ana bileşiklerin her birinin miktarlarındaki vejetasyon dönemine bağlı değişimler ile birlikte, uçucu yağın yaklaşık % 86'sını oluşturan bu maddelerin toplamında büyük değişim (% 84.3–87.9) gözlenmemiştir.

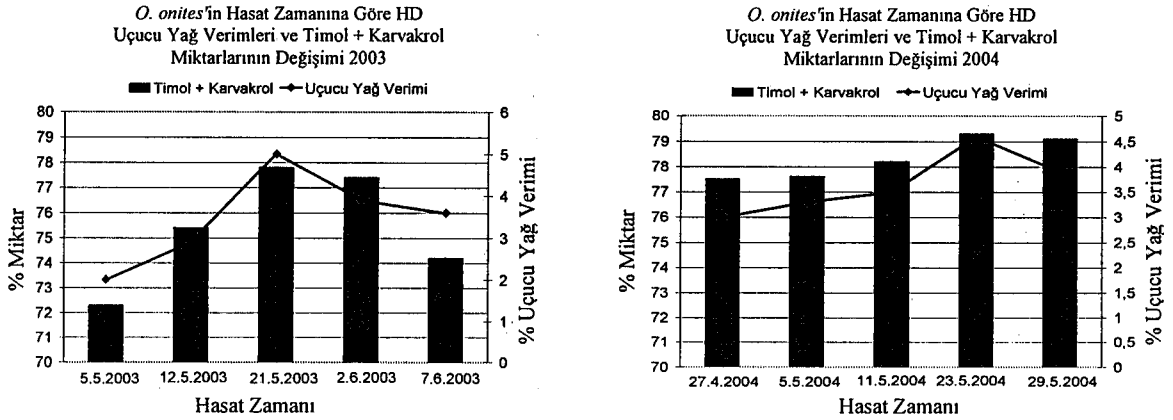
Ana madde gruplarının karşılaştırılması sonucunda oksijenli monoterpenlerin en yüksek oranda bulunduğu saptanmıştır. Toplama sezonuna bağlı olarak ana bileşik gruplarının yüzdelerindeki değişim profili Şekil 5.6.'da gösterilmiştir. İncelenen her iki yılda da oksijenli monoterpenlerin en bol olduğu miktarlar (% 81.0–81.8) çiçeklenme ve sonuna doğru (% 83.6'ya kadar) olan dönemler olarak saptanmıştır.

Uçucu yağ verimlerinin ve ana bileşik miktarlarının vejetasyon dönemine bağlı değişimleri Şekil 5.7.'de gösterilmiştir. *O. onites* çiçeklenme döneminde karvakrol + timol'ce zengin (% 77.4–79.3) ve en yüksek miktarda (% 3.9–5.0) uçucu yağ taşımaktadır. *O. onites* üzerinde yapılmış bir çalışmada tarlada kekiğin % 50'sinin çiçeklendiği dönem yüksek uçucu yağ oranı ve yaprak verimi açısından en uygun hasat zamanı olarak belirtilmiştir (196). Diğer

bir çalışmada ise çiçek sonrası yapılan hasatta uçucu yağ oranının en yüksek olduğu görülmüş, fakat ana bileşiklerin oranı belirtilmemiştir (197).



Şekil 5.6. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinde Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşik Grupları



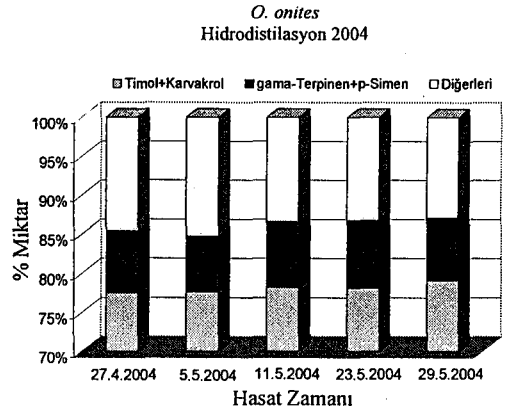
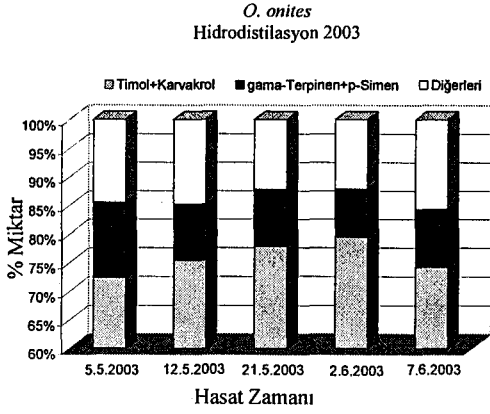
Şekil 5.7. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. onites* Bitkisinde Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri ve Ana Bileşikleri

Mikrodalga destekli hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağların kompozisyonları klasik hidrodistilasyon ile elde edilenlere benzerlik göstermiştir. Hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağın vejetasyon dönemine bağlı değişim profili benzer şekilde bu yöntemde de görülmüştür (Şekil 5.8. A ve B). Oksijenli monoterpenlerin oranlarında klasik yöntemle göre biraz artış gözlenmiştir. Bu olayın, yukarıda bahsettiğimiz gibi, hidrodistilasyon işleminin daha kısa süre içinde gerçekleşip termal ve hidrolitik reaksiyonlarının azalması ile bağlantılı olduğu tahmin edilmektedir.

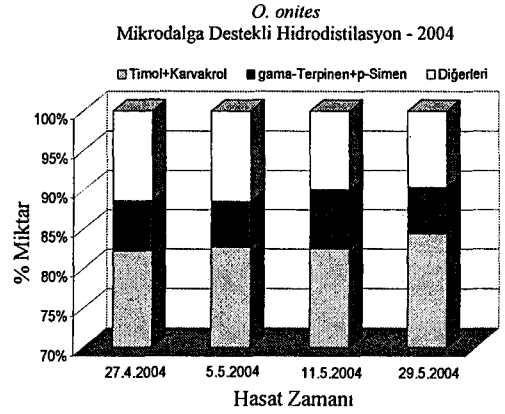
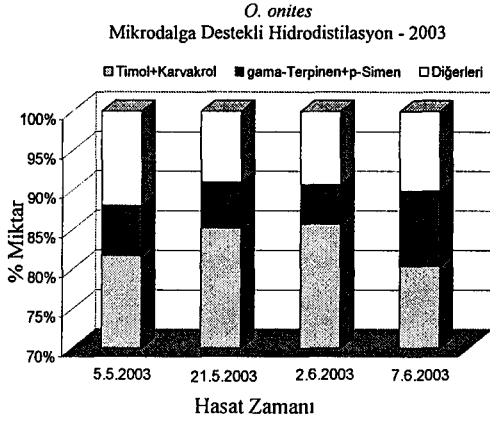
Mikrodistilasyon ile elde edilen uçucu bileşiklerin bileşimlerinde klasik yöntemle elde edilen uçucu yağ bileşimlerine göre önemli derecede fark ortaya çıkmamıştır. Bazı

bileşiklerin yüzdelerindeki farklılıklar uçucu yağın genel profilini değiştirmeyecek ölçüdedir (Şekil 5.8. A ve C).

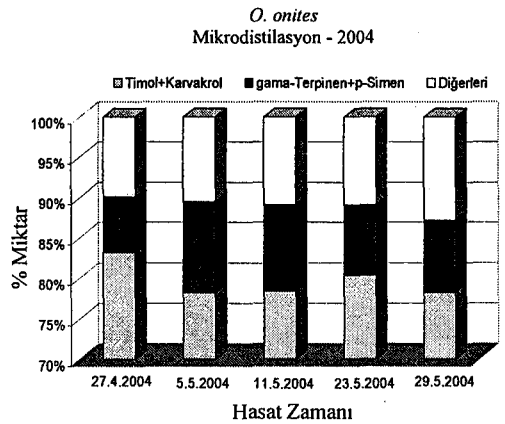
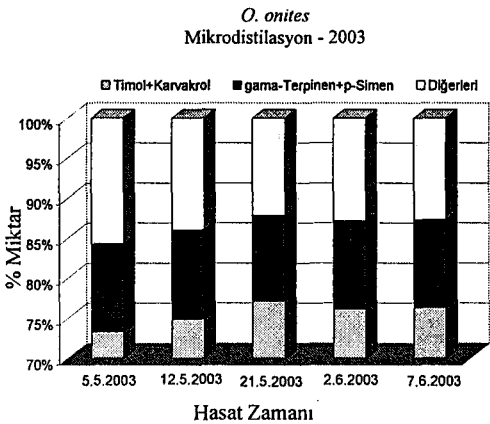
A



B



C



Şekil 5.8. *O. onites* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağ Profillerinin Karşılaştırılması

O. vulgare ssp. hirtum

Uçucu yağ verimlerinin değerlendirilmesi sonucunda literatür verilerine benzerlik gösteren sonuçlar elde edilmiştir (7, 15, 19, 25–28). İncelenen her iki dönem için uçucu yağ verimlerindeki değişimler Şekil 4.3.'te gösterilmiştir. Çalışma kapsamında iki popülasyonun (Seferihisar ve Ödemiş) bitki örnekleri değerlendirilmiştir.

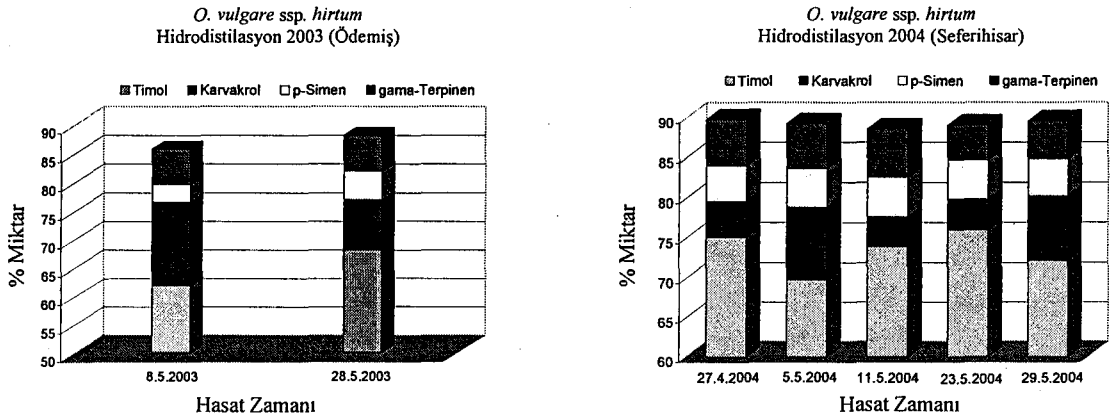
Hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ miktarlarında hasat zamanına bağlı olarak değişim gözlenmiştir. Ödemiş popülasyonundaki ikinci hasatta ilk hasata göre uçucu yağ veriminde artış tespit edilmiştir. Çiçeklenme dönemine doğru uçucu yağ verimi % 2.6'dan % 5.3'e yükselmiştir.

Seferihisar'da yetiştirilen örneklerin uçucu yağ miktarlarındaki genel dağılım oranları % 4.1–5.1 olarak tespit edilmiştir. Bu popülasyonda Nisan ayının hasatından itibaren uçucu yağ verimi % 4.7'den % 4.1'e düşerken, bitkinin tam çiçeklenme dönemine doğru (Mayıs ayı sonu) yağ verimi % 4.8–5.1'e çıkmıştır (Şekil 4.3.). Uçucu yağ oranının çiçeklenme döneminde en yüksek değerine ulaşmış olması farklı popülasyon (Hırvatistan) üzerinde yapılan diğer bir araştırmada da gösterilmiştir (66).

Mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağlardaki verimler klasik yöntem ile elde edilenlere oldukça yakın sonuçlar göstermiştir. Ödemiş örneklerinden elde edilen uçucu yağ miktarlarında hidrodistilasyona benzer şekilde % 2.4'ten % 4.8'e artış kayıt edilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, uçucu yağ verimlerindeki izlenen yıllık değişim profili (her iki sene için) hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen sonuçları desteklemektedir (Şekil 4.3.).

Uçucu yağ kompozisyonunun değerlendirmesi sırasında iki popülasyonun uçucu yağ bileşimleri arasında fark olmadığı görülmüştür. Genel olarak, uçucu yağın % 97.6–99.6'sını oluşturan, toplam 99 bileşik tanımlanmıştır (Çizelge 4.3.). Uçucu yağın kompozisyonu literatür verileri ile benzerlik göstermiştir (7, 15, 27, 28). Çalışmalarımızda kullanılan *O. vulgare ssp. hirtum* örneklerinin timol (% 61.8–76.0) ve karvakrol (% 3.8–14.6) içeren yüksek miktarda (% 5.3) uçucu yağ taşıdığı belirlenmiştir. Bu özellikler bitkinin timol/karvakrol'ce zengin olduğunu göstermektedir. Timol ile birlikte biyosentetik prekürsörleri olan γ -terpinen (% 4.4–6.2) ve *p*-simen (% 3.1–5.0) de bulunmuştur. Genel olarak uçucu yağda monoterpen hidrokarbon ve oksijenli monoterpenlerin oranı diğer gruplara oranla yüksektir. Farklı dönemlerde toplanan bitkilerin uçucu yağ kompozisyonunda aynı bileşikler mevcuttur. Fakat bileşiklerin yüzde oranlarında hasat zamanına bağlı olan değişiklikler kaydedilmiştir.

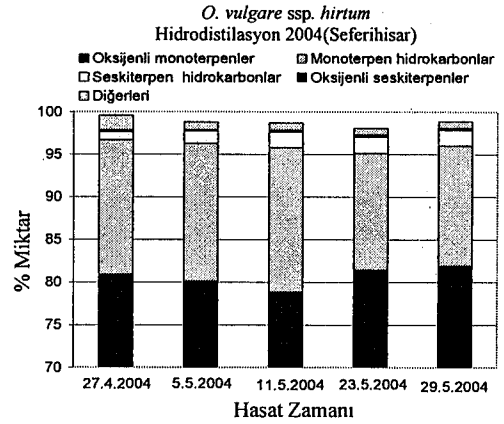
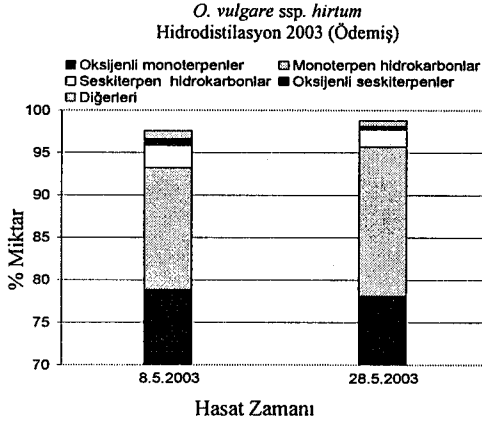
Hidrodistilasyon yöntemi ile Ödemiş örneklerinden elde edilen yağlarda hasat dönemine bağlı olarak değişimler tespit edilmiştir. γ -Terpinen + *p*-simen oranı Mayıs ayının sonuna doğru % 9.2'den % 11.2'ye artmıştır. Aynı dönem içinde timol + karvakrol oranının % 0.4'lük bir artışla % 76.4'ten % 76.8'e çıktığı saptanmıştır. Seferihisar'da yetiştirilen bitkilerde dönem içinde daha fazla hasat yapılmış ve çiçeklenme döneminde uçucu yağın kompozisyonunda dikkat çekici değişimler izlenmiştir. γ -Terpinen + *p*-simen miktarı çiçeklenmeden önce % 10.4–10.9 oranlarda iken çiçeklenme döneminde % 9.3'e inmiştir. Timol + karvakrol oranında vejetasyon dönemine bağlı değişimler ise bunun tam tersi olmuştur: çiçeklenme öncesinde en düşük oranı (% 77.7), çiçeklenme döneminde ise en yüksek oranı (% 80.3) olarak bulunmuştur (Şekil 5.9.). Timol ve karvakrol oranlarının farklı bir popülasyonunda çiçeklenme döneminde en yüksek miktarlarda bulunduğu diğer bir araştırmada rapor edilmiştir (66). *O. vulgare* ssp. *hirtum*'un başka bir kemotipi (karvakrol kemotipi) üzerinde yapılan araştırmada karvakrol miktarının yaz döneminde en yüksek, güz döneminde en düşük oranlarda bulunduğu tespit edilmiştir (46).



Şekil 5.9. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare* ssp. *hirtum* Bitkisinden (iki popülasyon) Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşikleri

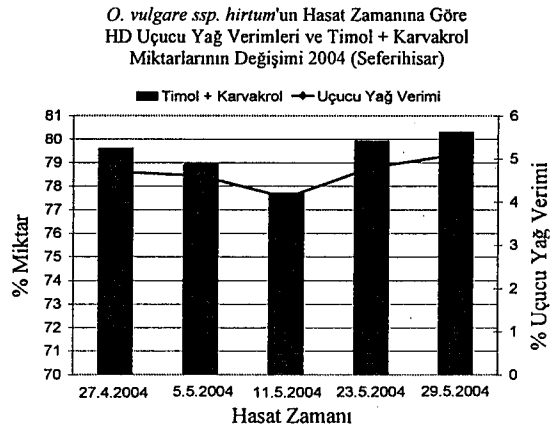
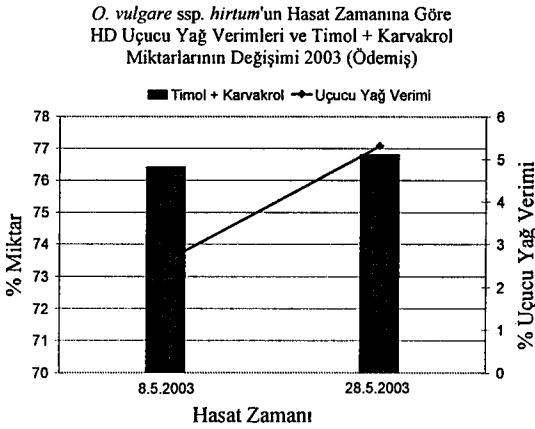
Ana bileşiklerin toplamında hem Ödemiş örneklerinde (% 85.6–87.8), hem Seferihisar örneklerinde (% 88.6–89.8) hasat zamanına bağlı olarak büyük değişimler olmamıştır.

Ana bileşik gruplarının yüzdelerindeki vejetasyon dönemine bağlı değişimler en belirgin şekilde oksijenli monoterpen grubunda görülmüştür. Ödemiş örneklerinde Mayıs ayının sonuna doğru % 78.8'den % 78.1'e azalma, Seferihisar örneklerinde ise % 78.8'den % 81.9'a kadar artış kaydedilmiştir. Monoterpen hidrokarbon yüzdelerinde Mayıs ayının sonuna doğru Ödemiş popülasyonunda artış (% 14.4'ten % 17.6'ya), Seferihisar popülasyonunda ise azalış (% 17'den % 14.1'e) izlenmiştir (Şekil 5.10.). Seskiterpen yapısındaki bileşiklerin yüzdelerinde vejetasyon dönemine bağlı çok belirgin değişimler görülmemiştir.



Şekil 5.10. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare ssp. hirtum* Bitkisinden (iki populasyon) Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Ana Bileşik Grupları

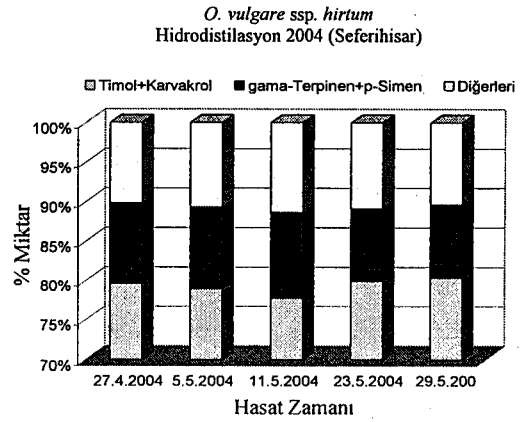
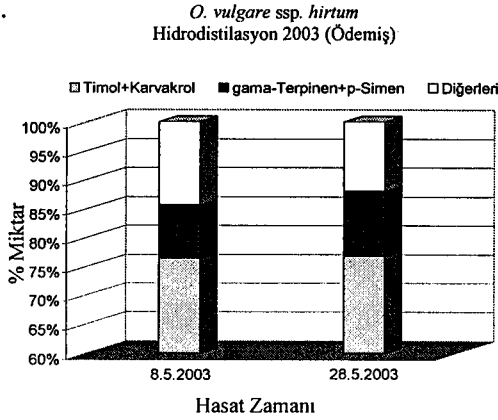
Hasat zamanına bağlı olarak uçucu yağ verimleri ve ana bileşik yüzdelerindeki değişim profili Şekil 5.11.'de gösterilmiştir. *O. vulgare ssp. hirtum*'un çiçeklenme dönemindeki uçucu yağ miktarı ve yağdaki ana bileşik olan timol en yüksek değere ulaşmıştır.



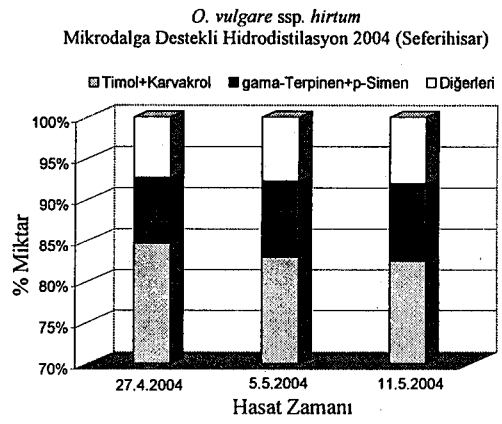
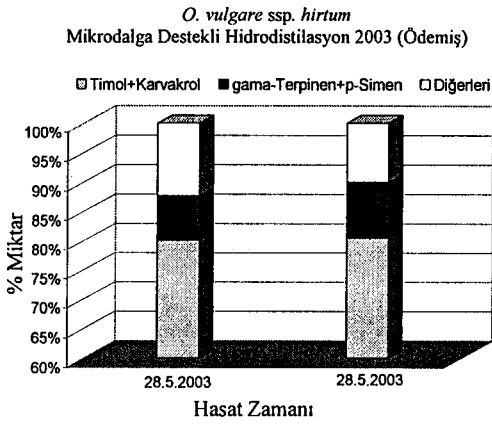
Şekil 5.11. Farklı Zamanlarda Toplanan *O. vulgare ssp. hirtum* Bitkisinden (iki populasyon) Hidrodistilasyon Yöntemiyle Elde Edilen Uçucu Yağlarının Verimleri ve Ana Bileşikleri

Mikrodalga destekli hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağların bileşimlerinde kalitatif olarak önemli derecede farklılık tespit edilmemiştir. Ancak, bazı bileşiklerin yüzdelerindeki kantitatif farklılıkların ise uçucu yağın genel kompozisyonunu değiştirecek ölçüde olmadığı görülmüştür. Benzer tarzda kompozisyonlardaki vejetasyon dönemine bağlı değişimler de hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağlardaki değişimlere benzerlik göstermiştir (Şekil 5.12. A ve B). Kompozisyonda bazı oksijenli monoterpenerin oranının arttığı görülmüştür.

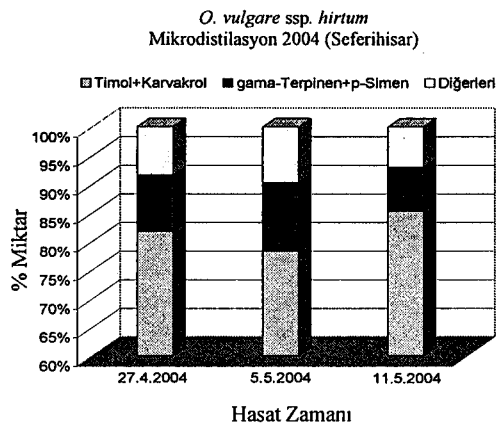
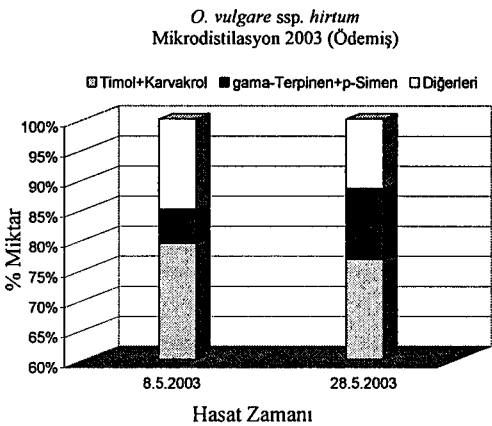
A



B



C



Şekil 5.12. *O. vulgare ssp. hirtum* Bitkisinden Hidrodistilasyon, Mikrodalga Destekli Hidrodistilasyon ve Mikrodistilasyon Yöntemleriyle Elde Edilen Uçucu Yağı Profillerinin Karşılaştırılması

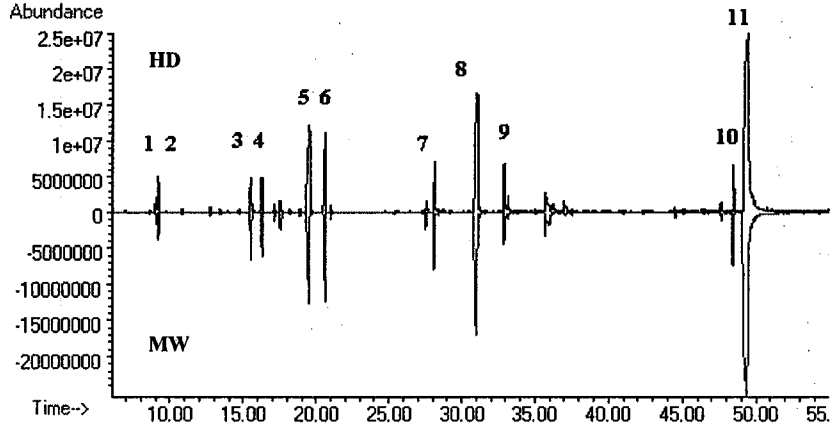
Mikrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu bileşiklerin kompozisyonlarında önemli sayılabilecek kalitatif farklılık görülmemiştir. Klasik hidrodistilasyon yöntemine nazaran daha az miktardaki bitkisel materyalden daha kısa sürede distile edilen uçucu yağda aynı ana

bileşikler, ana madde grupları ve benzer tarzdaki vejetasyon dönemine bağlı değişimler izlenmiştir (Şekil 5.12. A ve C).

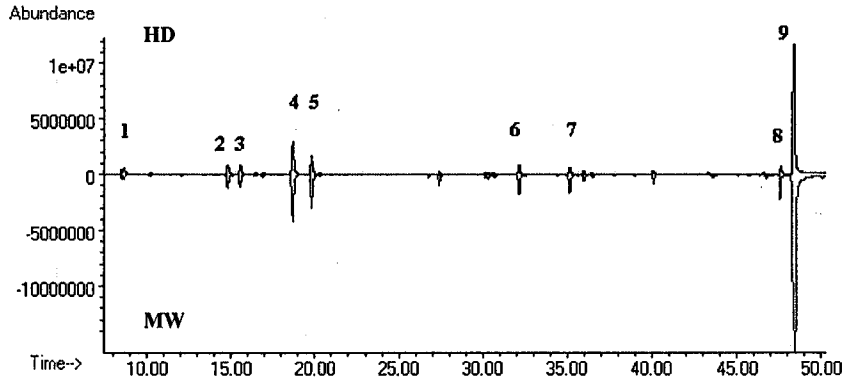
Sonuç olarak, bu çalışmada kültüre alınan *O. majorana*, *O. onites* ve *O. vulgare* ssp. *hirtum* bitki örnekleri uçucu yağ verimi ve kompozisyonlarındaki vejetasyona bağlı değişimleri açısından değerlendirilmiştir. Uçucu yağ veriminin vejetasyona bağlı değişimini belirlemek amacıyla bitkiler iki sene boyunca farklı gelişme dönemlerinde hasat edilip üç farklı yöntemle (hidrodistilasyon, mikrodalga destekli hidrodistilasyon ve mikrodistilasyon) uçucu yağları elde edilmiş ve yağ verimleri değerlendirilmiştir. GK ve GK/KS sistemleri kullanılarak uçucu yağların kompozisyonundaki değişimler incelenmiştir. Çalışmamızda değerlendirilen *Origanum* kültür türlerinin uçucu yağ verimleri sırasıyla *O. majorana* (\approx % 5.9), *O. vulgare* ssp. *hirtum* (\approx % 4.5) ve *O. onites* (\approx % 3.6) olarak tespit edilmiştir. Çalışılan her üç *Origanum* türü için, hem uçucu yağ miktarı, hem ana bileşik miktarı bakımından en verimli olan dönem tespit edilmiştir.

Mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemin önemli avantajlarının birisi proses hızıdır. Hidrodistilasyonun gerçekleştiği sıcaklık, atmosferik basınç altındaki suyun kaynama sıcaklığına (100 °C) eşit olup hem Clevenger hem mikrodalga sistemi için aynıdır. Sıcaklığın bu değere ulaşması ve uçucu yağın ilk damlasının alınması için mikrodalga sisteminde 15 dakika harcanırken, Clevenger apareyi kullanıldığında ise yaklaşık 20–25 dakika beklemek gerekmektedir. Mikrodalga sisteminde bu sürenin daha kısa olma imkanı olmasına rağmen, doğrudan karşılaştırma yapılan Clevenger sistemindeki soğutucu bölümün üzerinde hiçbir değişiklik yapılmaksızın uçucu yağ kaybına sebep olmadan alınabilecek parametre olarak tespit edilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu kısıtlayıcı duruma rağmen süre klasik yöntemle göre çok daha az bir değere inmiştir. Üç *Origanum* türü üzerinde yapılan araştırma sırasında mikrodalgalarla hızlandırılmış hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağ miktarlarının Clevenger ile elde edilenlere oldukça yakın olduğu görülmüştür. Diğer önemli husus ise, Clevenger ve mikrodalga sistemlerinde elde edilen uçucu yağların kompozisyonlarındaki benzerliktir (Şekil 5.13.).

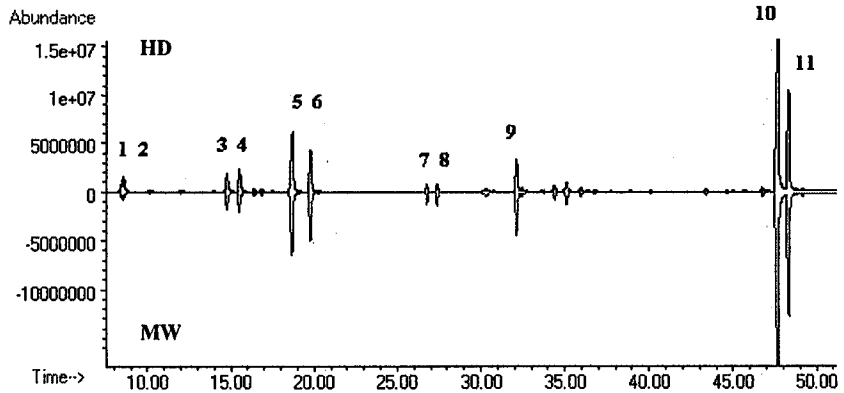
A



B



C



Şekil 5.13. Clevenger Apareyinde ve Mikrodalga Sisteminde Elde Edilen Uçucu Yağların Kromatogramlarının Karşılaştırılması

- A) *O. majorana*: 1 α -pinen; 2 α -tuyen; 3 mirsen; 4 α -terpinen; 5 γ -terpinen; 6 *p*-simen; 7 *trans*-sabinen hidrat; 8 linalool; 9 β -karyofilen+terpinen-4-ol; 10 timol; 11 karvakrol
- B) *O. onites*: 1 α -pinen; 2 mirsen; 3 α -terpinen; 4 γ -terpinen; 5 *p*-simen; 6 β -karyofilen+terpinen-4-ol; 7 borneol; 8 timol; 9 karvakrol
- C) *O. vulgare ssp. hirtum*: 1 α -pinen; 2 α -tuyen; 3 mirsen; 4 α -terpinen; 5 γ -terpinen; 6 *p*-simen; 7 1-okten-3-ol; 8 *trans*-sabinen hidrat; 9 β -karyofilen+terpinen-4-ol; 10 timol; 11 karvakrol

Mikrodalga sistemi ile elde edilen tüm uçucu yağlarda oksijenli monoterpenlerin biraz daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fakat bu durum yağın genel profilini değiştirecek ölçüde değildir. Ayrıca, monoterpen hidrokarbonlar uçucu yağın kokusuna sağladıkları katkı bakımından düşük değer taşımaktadır. Aksine oksijenli monoterpenler hoş kokulu oldukları için daha değerlidir.

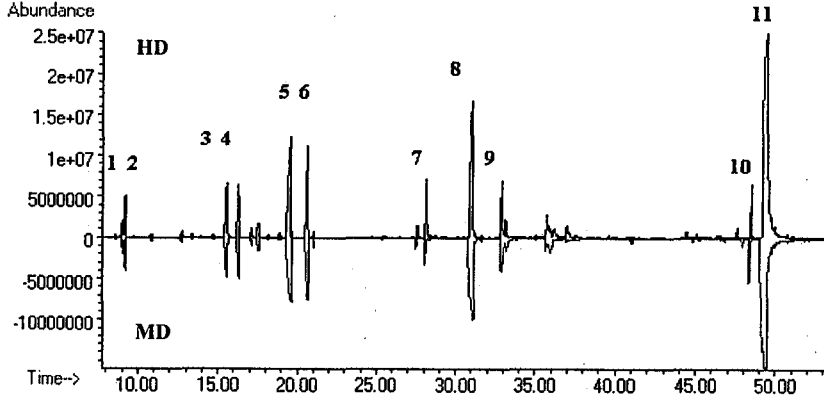
Genel olarak, Mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemi ile aynı miktar bitkiden hidrodistilasyon yöntemindeki sürenin ¼'ü kadar bir zamanda (45 dk) benzer kompozisyon ve yağ verimine sahip uçucu yağın eldesi mümkün olmuştur.

Mikrodistilasyon yönteminin önemli avantajı ise çok az miktardaki (0.5 g) bitki örneğinin kullanılmasıdır. Oldukça kısa (50 dak) sayılabilecek sürede hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağ kompozisyonuna benzer bir kompozisyonu ortaya koyan alternatif bir yöntem olarak kullanılmıştır. Mikrodistilasyonla ve referans olarak kullanılan Clevenger ile elde edilen uçucu yağların kromatogramlarının karşılaştırması Şekil 5.14.'de gösterilmiştir.

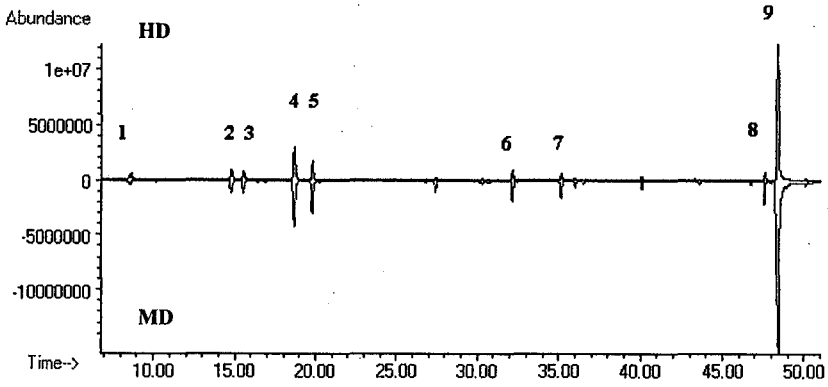
Elde edilen tüm bulgular ışığında klasik yöntemle alternatif olabilecek bu yöntemlerin önemi ortaya konmuştur. Ülke ekonomisi açısından yükte hafif pahada ağır materyaller için alternatif yöntemlerin kullanımı ön plana çıkartılmalıdır. Distilasyon süresinin oldukça kısaldığı bu yöntemler, işlem zamanı kritik olan materyaller için çok büyük önem taşımaktadır. Çalışma materyalin miktarının az olduğu durumlarda mikrodistilasyon yönteminin kompozisyon belirlenmesinde uygulanabilecek yöntem olarak değerlendirilebileceği ortadadır.

Ülke ekonomisine (iç ve dış piyasa için) belirgin derecede katkı sağlayan, önemli biyolojik aktivitelere sahip olan ve gıda alanında büyük önem taşıyan kekiğin doğadan aşırı miktarda toplanması neslinin tükenme tehlikesi olasılığını ortaya koymaktadır (198). *O. onites* dahil olmak üzere, bazı türler için genetik erozyon olayı kaydedilmiş durumdadır (199). Ayrıca, bilinçsiz, henüz çiçeklenme periyoduna gelmeden bitkinin toplanması uygun değildir. Böyle bir durum bitkinin uçucu yağ yönünden istenen düzeye gelmeden hasat edilmesi anlamına gelir. Alıcısı bulunamayan bu ürün ise ziyan olacaktır. Doğanın tahrip edilmesi ve kekiğin ülke ekonomisine sağlayacak yararın azalması söz konusu olacaktır (200). Bu durumda değerli kekik türlerinin kültüre alınması ve ıslah çalışmalarının yürütülmesi büyük önem kazanmaktadır.

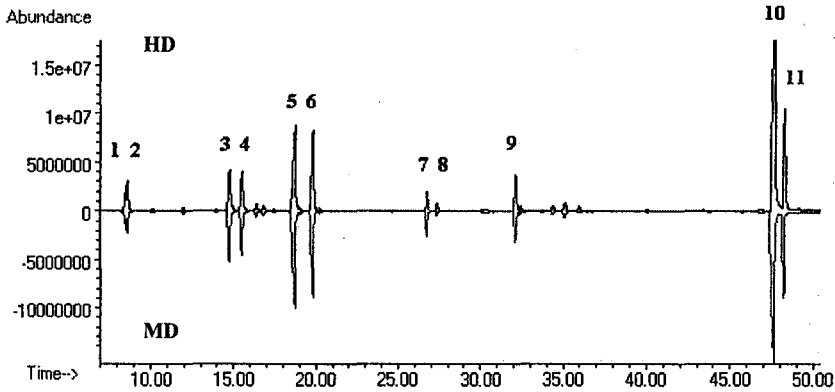
A



B



C



Şekil 5.14. Clevenger Apareyinde ve Mikrodistilasyon Sisteminde Elde Edilen Uçucu Yağların Kromatogramlarının Karşılaştırılması

- A) *O. majorana*: 1 α -pinen; 2 α -tuyen; 3 mirsen; 4 α -terpinen; 5 γ -terpinen; 6 *p*-simen; 7 *trans*-sabinen hidrat; 8 linalool; 9 β -karyofilen + terpinen-4-ol; 10 timol; 11 karvakrol
- B) *O. onites*: 1 α -pinen; 2 mirsen; 3 α -terpinen; 4 γ -terpinen; 5 *p*-simen; 6 β -karyofilen + terpinen-4-ol; 7 borneol; 8 timol; 9 karvakrol
- C) *O. vulgare* ssp. *hirtum*: 1 α -pinen; 2 α -tuyen; 3 mirsen; 4 α -terpinen; 5 γ -terpinen; 6 *p*-simen; 7 1-okten-3-ol; 8 *trans*-sabinen hidrat; 9 β -karyofilen + terpinen-4-ol; 10 timol; 11 karvakrol

Kekik türlerinin kültüre alınması kekik pazarını etkileyen katıştırma probleminin çözümüne de büyük katkı sağlayacaktır. Kekik piyasasında ürün için teklif edilen fiyat ve uçucu yağ miktarının düşük olmasının istenmesi sebebi ile toplayıcı tarafından kekiğin başka bitkilerle katıştırılması “pazarın gereği” olarak savunulmaktadır (201). Ancak kültüre alma çalışmaları belli bir düzen ve titizlikle gerçekleştirildiğinde, istenilen kalite ve özelliklere sahip ürünün katıştırma olmaksızın doğrudan temin edilmesi mümkün olacaktır. Ülkemiz açısından ekonomik değeri olan bir cinsin hem uçucu yağ verimi hem bileşimi hem de temiz ve kaliteli ürünlerle pazara girmesi anlamında kültürün desteklenmesi gerekir. Kültürde de sulama, gübreleme, toplama zamanı vb. özellikler önem taşımaktadır. Dolayısıyla kekik türlerinin kültüre alınması ve ıslah çalışmalarının sürdürülmesi üzerinde yapılan araştırmalar büyük yarar sağlayacaktır.

Çalışmamızda araştırılan kültür kekik türleri için toplama zamanı önerimiz: *O. majorana*, *O. vulgare* ssp. *hirtum* ve *O. onites* için çiçeklenme dönemi uygun hasat zamanı olarak belirlenmiştir. Bu noktada, kültüre alınmış türler üzerinde yukarıda belirtilen parametrelerinin bilimsel olarak değerlendirilmesi akılcı yaklaşımı ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, ülke ekonomisi açısından ekonomik değere sahip diğer türlerde olduğu gibi doğal genetik yapı kullanılarak kekik türlerinin ıslah edilmesi ve ticari yönden kazanç getirecek ırkların kültür amacıyla tercih edilmesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

1. DAVIS, P.H., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol.7, pp. 297-313, Edinburgh University Press (1982).
2. BAYTOP, T., *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün*, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul (1999).
3. IETSWAART, J.C., *A Taxonomic Revision of the Genus Origanum (Labiatae)*, Leiden Botanical Series, Leiden University Press, The Hague (1980).
4. TÜMEN, G., BAŞER, K.H.C., KIRIMER, N., *The Essential Oils of Turkish Origanum Species: a Treatise*. In: K.H.C. Başer (ed.), Proceedings of the 13th International Congress of Flavours, Fragrances and Essential Oils, İstanbul, Turkey, 15-19 October 1995, AREP Publ., İstanbul, Vol 2, pp. 200-210 (1995).
5. KOKKINI, S., *Taxonomy, Diversity and Distribution of Origanum Species*, In: Oregano (Ed. S. Padulosi), IPGRI, Rome, pp. 2-12 (1997).
6. GÖNÜZ, A., ÖZÖRGÜCÜ, B., *An Investigation on the Morphology, Anatomy and Ecology of Origanum onites L.*, Tr. J. Botany, 23, 19-32 (1999).
7. BAŞER, K.H.C., ÖZEK, T., TÜMEN, G., SEZİK, E., *Composition of the Essential Oils of Turkish Origanum Species with Commercial Importance*, J. Essent. Oil Res., 5, 619-623 (1993).
8. BAŞER, K.H.C., KIRIMER, N., TÜMEN, G., *Composition of the Essential Oil of Origanum majorana L. from Turkey*, J. Essent. Oil Res., 5, 577-579 (1993).
9. BAŞER, K.H.C., *The Turkish Origanum Species*. In: Oregano, The Genera Origanum and Lippia. In: Kintzios S.E (ed.), Taylor and Francis: London, pp.108-126 (2002).
10. KIRIMER, N., BAŞER, K.H.C., TÜMEN, G., *Carvacrol Rich Plants in Turkey*, Khim. Prir. Soedin., 1, 49-54, Chem. Nat. Com., 31, 37-41 (1995).
11. ŞARER, E., SCHEFFER, J.J.C., SVENDSEN, B., *Monoterpenes in the Essential Oil of Origanum majorana*, Planta Med., 46, 236-239 (1982).
12. ŞARER, E., SCHEFFER, J.J.C., JANSSEN, A.M., SVENDSEN, B., *Composition of the Essential Oil of Origanum majorana Grown in Different Localities in Turkey*. In: A. B. Svendsen, Scheffer, J.J.C. (eds), Essential Oils and Aromatic Plants, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 209-212 (1985).
13. TABANCA, N., ÖZEK, T., BAŞER, K.H.C., TÜMEN, G., *Comparison of the Essential Oils of Origanum majorana L. and Origanum x majoricum Cambess.*, J. Essent. Oil Res., 16, 248-252 (2004).

14. ÖĞÜTVEREN, M., ERDEMGİL, E.Z., KÜRKÇÜOĞLU, M., ÖZEK, T., BAŞER, K.H.C., *Composition of the Essential Oil of Origanum onites*. In: Proceedings of the 8th Turkish National Symposium on Chemistry and Chemical Engineering, Marmara University Publication No. 518, İstanbul, Vol.2, pp. 119–124 (1992).
15. BAŞER, K.H.C., ÖZEK, T., KÜRKÇÜOĞLU, M., TÜMEN, G., *The Essential Oil of Origanum vulgare subsp. hirtum of Turkish Origin*, J. Essent. Oil Res., 6, 31-36 (1994).
16. BOYDAĞ İ., KÜRKÇÜOĞLU, M., BAŞER, K.H.C., *The Headspace and Immersion Type SPME Trapping of Volatiles in the Aromatic Water of Origanum onites*, 31st International Symposium on Essential Oils, 10-13 September Hamburg, Germany (2000).
17. AYDIN, S., ÖZTÜRK, Y., BAŞER, K.H.C., *Effect of the Essential Oil of Origanum onites L. on Cardiovascular System*. In M. Coşkun (ed.), Proceedings of the 11th Symposium on Plant Drugs, Ankara, pp. 332–338 (1997).
18. GÜRGEN, A., *Türkiyenin Önemli Eterik Yağları Üzerinde Araştırmalar II*. Ankara Yüksek Ziraat Enst. Dergisi 9(2), 332–360 (1948).
19. TANKER, M., *Deux Succedanes du Thym l'Origanum heracleoticum et la Majorana onites (L.) Benth.*, İst. Ecz. Fak. Mec., 1, 32 (1965).
20. MARQUARD, R., MÜLLER, T., CEYLAN, A., BAYRAM, E., OTAN, H., *Origanum-wildsammlungen aus der Türkei: Gehalte und Zusammensetzung des Aetherischen Öls*. Arznei- und Gewürzpflanzen 1, 134–137 (1966).
21. CEYLAN, A., *Origanum smyrnaeum L.'da Verim ve Ontogenetik Varyabilite*, Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 13(2), 139–143 (1976).
22. BUIL, P., GARNERO, J., GUICHARD, G., KONUR, Z., *Sur Quelques Huiles Enproverance de Turquie*, Revista Ital., 59, 379-384 (1977).
23. TAYSI, V., VOMEL, A., CEYLAN, A., *Erfahrungen Mit Arzneipflanzenanbau in der Türkei*, Deutch. Apoth. Zeytung, 118, 399–403 (1978).
24. VOMEL, A., CEYLAN, A., *Ökologische Grundlagen zur Einführung des Arzneipflanzenbaues im Ege Gebiet der Türkei*, Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, Vamik Taysi Özel Sayısı, Aralık, s. 63–105 (1979).
25. SCHEFFER, J.J.C., LOOMAN, A., BAERHEIM SVENDSEN, A., ŞARER, E., *The Essential Oils of Three Origanum Species Grown in Turkey*, In: E.-J. Brunke (ed.), Progress in Essential Oil Research, Water de Gruyter, Berlin, New York, pp. 151–156 (1986).
26. AKGÜL, A., BAYRAK, A., *Constituents of Essential Oils from Origanum Species Growing Wild in Turkey*, Planta Med., 51, 114 (1987).

27. SEZİK, E., TÜMEN, G., KIRIMER, N., ÖZEK, T., BAŞER, K.H.C., *Essential Oil Composition of Four Origanum vulgare Subspecies of Anatolian Origin*, J. Essent. Oil Res., 5, 425-431 (1993).
28. TINMAZ, A.B., KÜRKÇÜOĞLU, M., BAŞER, K.H.C., TÜMEN, G., *İstanbul Kekığı (Origanum vulgare ssp. hirtum) Populasyonlarında Farklı Biçim Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkileri*, XV. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 06-09 Ekim, Belek-Antalya, Türkiye, s. 148 (2004).
29. KOKKINI, S., VOKOU, D., *The Hybrid Origanum x intercedens from the Island of Nisyros (SE Greece) and its Parental Taxa; Comparative Study of Essential Oils and Distribution*, Biochem. Syst. Ecol., 21, 397-403 (1993).
30. SKOULA, M., GOTSIOU, P., NAXAKIS, G., JOHNSON, C.B., *A Chemosystematic Investigation on the Mono- and Sesquiterpenoids in the Genus Origanum (Labiatae)*, Phytochem., 52, 649-657 (1999).
31. BAŞER, K.H.C., *Aromatic Biodiversity Among the Flowering Plant Taxa of Turkey*, Pure Appl. Chem., Vol. 74 (4), 527-545 (2002).
32. BOYDAĞ, İ., *Origanum onites L. (Kekik) Yağ Altı Suyunun Uçucu Bileşikleri*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Şubat 2004.
33. ARNOLD, N., BELLOMARIA, B., VALENTINI, G., ARNOLD, H.J., *Comparative Study of the Essential Oils from Three Species of Origanum Growing Wild in the Eastern Mediterranean Region*, J. Essent. Oil Res., 5, 71-77 (1993).
34. NOSTRO, A., BLANCO, A.R., CANNATELI, M.A., ENEA, V., FLAMINI, G., MORELLI, I., ROCCARO, A.S., ALONZO, V., *Susceptibility of Methicillin-Resistant Staphylococci to Oregano Essential Oil, Carvacrol and Thymol*, FEMS Microbiol. Lett., 230, 191-195 (2004).
35. ZEYTİNOĞLU, H., İNCESU, Z., BAŞER, K.H.C., *Inhibition of DNA Synthesis by Carvacrol in Mouse Myoblast Cells Bearing a Human N-RAS Oncogene*, Phytomedicine, 10, 292-299 (2003).
36. ZEYTİNOĞLU, M., AYDIN, S., ÖZTÜRK, Y., BAŞER, K.H.C., *Inhibitory Effects of Carvacrol on DMBA Induced Pulmonary Tumorigenesis in Rats*, Acta Pharmaceutica Turcica, 40 (2), 93-98 (1998).
37. BAŞER, K.H.C., *The Turkish Oregano*, 3rd MEDUSA Workshop, 27-28 April 1998, Coimbra, Portugal (1998).
38. AKGÜL, A., KIVANÇ, M., SERT, S., *Effect of Carvacrol on Growth and Toxin Production by Aspergillus flavus and Aspergillus parasiticus*, Sciences des Aliments, 11, 361-370 (1991).
39. RAMAN, A., WEIR, U., BLOOMFIELD, S.F., *Antimicrobial Effects of Tea-tree Oil and its Major Components on Staphylococcus aureus, Staph. epidermidis and Propionibacterium Acnes*, Lett. Appl. Microbiol., 21(4), 242-245 (1995).

40. BUCHBAUER, G., *Lavender Oil and Its Therapeutical Properties*, In: M. Lis-Balchin (ed.), *Lavender. The Genus Lavandula*, pp. 124-139, Taylor and Francis, London (2002).
41. CIRCELLA, G., FRANZ, Ch., NOVAK, J., RESCH, H., *Influence of Day Length and Leaf Insertion on the Composition of Marjoram Essential Oil*, *Flavour Fragr. J.*, 10, 371-374 (1995).
42. EDRIS, A.E., SHALABY, A., FADEL, H.M., *Effect of Organic Agriculture Practices on the Volatile Aroma Components of Some Essential Oil Plants Growing in Egypt II: Sweet Marjoram (*Origanum majorana* L.) Essential Oil*, *Flavour Fragr. J.*, 18, 345-351 (2003).
43. RUBERTO, G., BIONDI, D., MELI, R., PIATTELLI, M., *Volatile Flavour Components of Sicilian *Origanum onites* L.*, *Flavour Fragr. J.*, 8, 197-200 (1993).
44. KOKKINI, S., KAROUSOU, R., HANLIDOU, E., LANARAS, T., *Essential Oil Composition of Greek (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) and Turkish (*O. onites*) *Oregano: a Tool for Their Distinction*, *J. Essent. Oil Res.*, 16, 334-338 (2004).*
45. KOKKINI, S., VOKOU, D., *Carvacrol-Rich Plants in Greece*, *Flavour Fragr. J.*, 4, 1-7 (1989).
46. KOKKINI, S., KAROUSOU, R., DARDIOTI, A., KRIGAS, N., LANARAS, T., *Autumn Essential Oils of Greek *Oregano**, *Phytochem.*, 44(5), 883-886 (1997).
47. LARKOV, O., DUNKELBLUM, E., ZADA, A., LEWINSOHN, E., FREIMAN, L., DUDAI, N., RAVID, U., *Enantiomeric Composition of (E)- and (Z)-Sabinene Hydrate and Their Acetates in Five *Origanum* ssp.*, *Flavour Fragr. J.*, 20 (2), 109-114 (2004).
48. MOSKUTE, D., BERNOTIENE, G., JUDZENTIENE, A., *The Essential Oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* Growing Wild in Vilnius District (Lithuania)*, *Phytochem.*, 57, 65-69 (2001).
49. BERTELLI, D., PLESSI, M., MIGLIETTA, F., *Effect of Microwaves on Volatile Compounds in *Origanum**, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 36, 555-560 (2003).
50. D'ANTUONO, L.F., GALLETTI, G.C., BOCCHINI, P., *Variability of Essential Oil Content and Composition of *Origanum vulgare* L. Populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy)*, *Annals of Botany*, 86, 471-478 (2000).
51. BOCCHINI, P., RUSSO, M., GALLETTI, G.C., *Pyrolysis-Gas Chromatography Mass Spectrometry Used as a Microanalytical Technique for the Characterization of *Origanum heracleoticum* from Calabria, Southern Italy*, *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 12, 1555-1563 (1998).

52. RUSSO, M., GALLETTI, G.C., BOCCHINI, P., CARNACINI, A., *Essential Oil Chemical Composition of Wild Populations of Italian Oregano Spice (Origanum vulgare ssp. hirtum (Link) Ietswaart): A Preliminary Evaluation of Their Use in Chemotaxonomy by Cluster Analysis. 1. Inflorescences*, J. Agric. Food Chem., 46, 3741-3746 (1998).
53. MOSKUTE, D., BERNOTIENE, G., JUDZENTIENE, A., *The β -Ocimene Chemotype of Essential Oils of the Inflorescences and the Leaves with Stems from Origanum vulgare ssp. vulgare Growing Wild in Lithuania*, Biochem. Syst. Ecol., 31, 269-278 (2003).
54. CHALCHAT, J.C., PASQUIER, B., *Morphological and Chemical Studies of Origanum Clones: Origanum vulgare L. ssp. vulgare*, J. Essent. Oil Res., 10, 119-125 (1998).
55. KOMAITIS, M.E., IFANTI-PAPATRAGIANI, N., MELISSARI-PANAGIOTOU, E., *Composition of the Essential Oil of Marjoram (Origanum majorana L.)*, Food Chem., 45, 117-118 (1992).
56. DAFERERA, D.J., TARANTILIS, P.A., POLISSIOU, M.G., *Characterization of Essential Oils from Lamiaceae Species by Fourier Transform Raman Spectroscopy*, J. Agric. Food Chem., 50, 5503-5507 (2002).
57. FISCHER, N., NITZ, S., DRAWERT, F., *Original Flavour Compounds and the Essential Oil Composition of Marjoram (Majorana hortensis Moench)*, Flavour Fragr. J., 2, 55-61 (1987).
58. VERA, R.R., CHANE-MING, J., *Chemical Composition of the Essential Oil of Marjoram (Origanum majorana L.) from Reunion Island*, Food Chem., 66, 143-145 (1999).
59. NOVAC, J., LANGBEHN, J., PANK, F., FRANZ, C.M., *Essential Oil Compounds in a Historical Sample of Marjoram (Origanum majorana L., Lamiaceae)*, Flavour Fragr. J., 17, 175-180 (2002).
60. PINO, J.A., ROSADO, A., ESTARRON, M., FUENTES, V., *Essential Oil of Marjoram (Origanum majorana L.) Grown in Cuba*, J. Essent. Oil Res., 9, 479-480 (1997).
61. RODRIGUES, M.R.A., CARAMAO, E.B., ARGE,L., RIOS, A., VALCARCEL, M., *Determination of Monoterpene Hydrocarbons and Alcohols in Majorana hortensis Moench by Micellar Electrokinetic Capillary Chromatography*, J. Agric. Food Chem., 50, 4215-4220 (2002).
62. BARANAUSKIENE, R., VENSKUTONIS, P.R., DEMYTTENAERE, J.C.R., *Sensory and Instrumental Evaluation of Sweet Marjoram (Origanum majorana L.) Aroma*, Flavour Fragr. J., (2005) (baskıda).
63. KAUL, V.K., SINGH, B., SOOD, R.P., *Essential Oil of Origanum vulgare L. from North India*, J. Essent. Oil Res., 8, 101-103 (1996).

64. MASTELIC, J., MILOS, M., JERKOVIC, I., *Essential Oil and Glycosidically Bound Volatiles of Origanum vulgare L. ssp. hirtum (Link) Ietswaart*, *Flavour Fragr. J.*, 15, 190-194 (2000).
65. JERKOVIC, I., MASTELIC, J., MILOS, M., *The Effect of Air-Drying on Glucosidically Bound Volatiles from Seasonally Collected Origanum (Origanum vulgare L. ssp. hirtum) from Croatia*, *Nahrung/Food*, 45(1), 47-49 (2001).
66. JERKOVIC, I., MASTELIC, J., MILOS, M., *The Impact of Both the Season of Collection and Drying on the Volatile Constituents of Origanum vulgare L. ssp. hirtum Grown in Croatia*, *Int. J. Food Sc. Technol.*, 36, 649-654 (2001).
67. CHORIANOPOULOS, N., KALPOUTZAKIS, E., ALIGIANNIS, N., MITAKU, S., NYCHAS, G.J., HAROUTOUNIAN, S.A., *Essential Oils of Satureja, Origanum, and Thymus Species: Chemical Composition and Antibacterial Activities Against Foodborne Pathogens*, *J. Agric. Food Chem.*, 52, 8261-8267 (2004).
68. JOHNSON, C.B., KAZANTIS, A., SKOULA, M., MUTTEREGGER, U., NOVAK, J., *Seasonal, Populational and Ontogenic Variation in the Volatile Oil Content and Composition of Individuals of Origanum vulgare subsp. hirtum, Assessed by GC Headspace Analysis and by SPME Sampling of Individual Oil Glands*, *Phytochem. Anal.*, 15, 286-292 (2004).
69. PANDE, C., MATHELA, S., *Essential Oil Composition of Origanum vulgare L. ssp. vulgare from the Kumaom Himalayas*, *J. Essent. Oil Res.*, 12, 441-442 (2000).
70. GARCIA, M.A., SANZ, J., *Analysis of Origanum vulgare Volatiles by Direct Thermal Desorption Coupled to Gas Chromatography-Mass Spectrometry*, *J. Chromatogr. A*, 918, 189-194 (2001).
71. NYKANEN, I., *High Resolution Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Determination of the Flavour Composition of Wild Marjoram (Origanum vulgare L.) Cultivated in Finland*, *Z. Lebensm. u.-Forsch.*, 183, 267-272 (1986).
72. NYKANEN, I., *High Resolution Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Determination of the Flavour Composition of Marjoram (Origanum majorana L.) Cultivated in Finland*, *Z. Lebensm. U.-Forsch.*, 183, 172-176 (1986).
73. AYDIN, S., ÖZTÜRK, Y., BAŞER, K.H.C., *Ethnopharmacological Investigations on Origanum onites L. Growing in the Aegean Region*, 10th Symposium on Plant Drugs, 20-22 May, Izmir, Turkey (1993).
74. UZUN, E., SARIYAR, G., ADSERSEN, A., KARAKOÇ, B., OTUK, G., OKTAYOĞLU, E., PIRILDAR, S., *Traditional Medicine in Sakarya Province (Turkey) and Antimicrobial Activities of Selected Species*, *J. Ethnopharm.*, 95, 287-296 (2004).
75. TUZLACI, E., EROL, M.K., *Turkish Folk Medicinal Plants. / Part II: Egirdir Isparta*, *Fitoterapia*, 70, 593-610 (1999).

76. TABATA, M., HONDA, G., SEZİK, E., *A Report of Tradicional Medicine and Medicinal Plants in Turkey*, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Kyoto University, Kyoto (1988).
77. SCHAUNBERG, P., PARIS, P., *Guide to Medicinal Plants*, Lutterworth Press, Guildford and London, pp. 241–249 (1977).
78. TABATA, M., HONDA, G., SEZİK, E., YEŞİLADA, E., *A Report of Traditional Medicine and Medicinal Plants in Turkey (1990-1991)*, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Kyoto University, Kyoto (1993).
79. CIGANDA, C., LABORDE, A., *Herbal Infusions Used for Induced Abortion*, J. Toxicol., Clinical Toxicology, 41(3), 235-239 (2003).
80. LEMHADRI, A., ZEGGWAGH, N.A., MAGHRANI, M., JOUAD, H., EDDOUKS, M., *Anti-Hyperglycaemic Activity of the Aqueous Extract of Origanum vulgare Growing Wild in Tafilalet Region*, J. Ethnopharm., 92, 251-256 (2004).
81. EDDOUKS, M., MAGHRANI, M., LEMHADRI, A., OUAHIDI, M.L., JOUAD, H., *Ethnopharmacological Survey of Medicinal Plants Used for the Treatment of Diabetes Mellitus, Hypertension and Cardiac Diseases in the South-East Region of Morocco (Tafilalet)*, J. Ethnopharm., 82, 97-103 (2002).
82. IVANOVA, D., GEROVA, D., CHERVENKOV, T., YANKOVA, T., *Polyphenols and Antioxidant Capacity of Bulgarian Medicinal Plants*, J. Ethnopharm. 96, 145-150 (2005).
83. DÜLGER, B., GÖNÜZ, A., *Antimicrobial Activity of Certain Plants Used in Turkish Traditional Medicine*, Asian J. Plant Sci., 3 (1), 104-107(2004).
84. SKOULA, M., KAMENOPOULOS, S., *Origanum dictamnus L. and Origanum vulgare subsp. hirtum (Link) Ietswaart: Traditional Uses and Production in Greece*. In: Oregano (Ed. S. Padulosi), IPGRI, Rome, pp. 26–32 (1997).
85. AZCAN, N., *Origanum onites L. ve Kekik Siklon Tozunun Lipitleri ve Kekik Siklon Tozunun Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye (1998).
86. EUROPEAN PHARMACOPOEIA, Fifth Edition, Vol. 2, Strasbourg, Print. in France by Aubin, Liguge, p. 2155–2156 (2005).
87. AYDIN, S., BAŞER, K.H.C., ÖZTÜRK, Y., *The Chemistry and Pharmacology of Origanum (Kekik) Water*, In: Ch. Franz, A. Mathe, G. Buchbauer (eds.) Proceedings of the 27th International Symposium on Essential oil, Essential Oils: Basic and Applied Research, 8-11 September 1996, Vienna, Austria, pp. 52-60 (1997).
88. AYDIN, S., ÖZTÜRK, Y., BAŞER, K.H.C., *Choleretic Effect of Origanum Water ex Origanum onites L.* In: M. Coşkun (ed.) Proceedings of the 11th Symposium on Plant Drugs, Ankara, pp.345-351 (1997).

89. ISMAN, M.B., WAN, A.J., PASSREITER, C.M. *Insecticidal Activity of Essential Oils to the Tobacco Cutworm, Spodoptera litura*, *Fitoterapia*, 72, 65-68 (2001).
90. PALEVITCH, D., *Non-Conventional Uses of Volatile Oils and Their Constituents in Agriculture*, In: Verlet, N. (ed.), *Proceedings of the 4th Meeting on the Technique and Economy of Aromatic and Medicinal Plants*, 5-7 December, Nyons, France, pp. 26-40 (1994).
91. SHAAYA, E., RAVID, U., PASTER, N., KOSTJUKOVSKY, M., MENASHEROV, M., PLOTKIN, S., *Essential Oils and Their Components as Active Fumigants Against Several Species of Stored Product Insects and Fungi*, *Acta Hort.*, 344, 131-137 (1993).
92. VOKOU, D. *Ecological Roles of Lower Isoprenoids in Aromatic Plants and Potential Applications of Their Biological Activity*, 2nd Conference on Medicinal and Aromatic Plants of South East European Countries, 29 September-3 October 2002, Chalkidiki, Greece (2002).
93. LAHLOU, M., *Potential of *Origanum compactum* as a Cercaricide in Morocco*, *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 96(6), 587-593 (2002).
94. WALDENSTEDT, L., *Effect of Vaccination Against Coccidiosis in Combination with an Antibacterial *Oregano* (*Origanum vulgare*) Compound in Organic Broiler Production*, *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 53, 101-109 (2003).
95. AMRIK, B., BILKEI, G., *Influence of Farm Application of *Oregano* on Performances of Sows*, *Can. Vet. J.*, 45, 674-677 (2004).
96. BOZKURT, M., BAŞER, K.H.C., *The Effect of Antibiotic, Mannan Oligosaccharide and Essential Oil Mixture on the Laying Hen Performance*, 1st European Symposium on Bioactive Secondary Plant Products in Veterinary Medicine, 4-5 October 2002, Vienna, Austria (2002).
97. BOZKURT, M. BAŞER, K.H.C., *The Effect of Commercial Organic Acid, Probiotic and Essential Oil Mixture at Two Levels on the Performance of Broilers*, 1st European Symposium on Bioactive Secondary Plant Products in Veterinary Medicine, 4-5 October 2002, Vienna, Austria (2002).
98. FINK-GREMMELS, J., *Phytomedicines in Animal Production: Requirements and Prerequisites*, 1st European Symposium on Bioactive Secondary Plant Products in Veterinary Medicine, 4-5 October, Vienna, Austria (2002).
99. BAŞER, K.H.C., *Uçucu Yağlar ve Aroma Kimyasallarının Biyolojik Etkileri*, *Avrasya Çevre Konferansı 2003, "Batı Karadeniz Ülkelerinde Tıbbi Bitkiler"*, İstanbul, 21-23 Ekim (2003).
100. BAŞER, K.H.C., *New Trends in the Utilization of Medicinal and Aromatic Plants*, *Acta Hort.* 676, 11-23 (2005).

101. DEANS, S.G., SVOBODA, K.P., *The Antimicrobial Properties of Marjoram (Origanum majorana L.) Volatile Oil*, Flavour Fragr. J., 5, 187-190 (1990).
102. BARATTA, M.T., DORMAN, H.J.D., DEANS, S.G., FIGUEIREDO, A.C., BARROSO, J.G., RUBERTO, G., *Antimicrobial and Antioxidant Properties of Some Commercial Essential Oils*, Flavour Fragr. J., 13, 235-244 (1998).
103. DAFERERA, D.J., ZIOGAS, B.N., POLISSIOU, M.G., *GC-MS Analysis of Essential Oils from Greek Aromatic Plants and Their Fungitoxicity on Penicillium digitatum*, J. Agric. Food Chem., 48 (6), 2576-2581 (2000).
104. EL-GHORA, A. H., MANSOUR, A.F., EL-MASSRY, K., *Effect of Extraction Methods on the Chemical Composition and Antioxidant Activity of Egyptian Marjoram (Majorana hortensis Moench)*, Flavour Fragr. J., 19, 54-61 (2004).
105. DAPKEVICIUS, A., VENSKUTONIS, R., BEEK, T.A., LINSSEN, J.P.H., *Antioxidant Activity of Extracts Obtained by Different Isolation Procedures from Some Aromatic Herbs Grown in Lithuania*, J. Sci. Food Agric., 77, 140-146 (1998).
106. LAMIRI, A., LHALOUI, S., BENJILALI, B., BERRADA, M., *Insecticidal Effects of Essential Oils Against Hessian Fly, Mayetiola destructor (Say)*, Field Crops Res., 71, 9-15 (2001).
107. KOSCHIER, E.H., SEDY, K.A., NOVAK, J., *Influence of Plant Volatiles on Feeding Damage Caused by the Onion Thrips Tabaci*, Crop Prot., 21, 419-425 (2002).
108. KOSCHIER, E.H., SEDY, K.A., *Labiatae Essential Oils Affecting Host Selection and Acceptance of Thrips tabaci lindeman*, Crop Prot., 22, 929-934 (2003).
109. SAĞDIÇ, O., *Sensitivity of Four Pathogenic Bacteria to Turkish Thyme and Oregano Hydrosols*, Lebensm. -Wiss. U.-Technol., 36, 467-473 (2003).
110. VAGI, E., SIMANDI, B., SUHAJDA, A., HETHELYI, E., *Essential Oil Composition and Antimicrobial Activity of Origanum majorana L. Extracts Obtained with Ethyl Alcohol and Supercritical Carbon Dioxide*, Food Res. Int., 38, 51-57 (2005).
111. KOŞAR, M., DORMAN, H.J.D., BACHMAYER, O., BAŞER, K.H.C., HILTUNEN, R., *An Improved On-Line HPLC-DPPH Method for the Screening of Free Radical Scavenging Compounds in Water Extracts of Lamiaceae Plants*, Chem. Nat. Comp., 39(2), 161-166 (2003).
112. SATISH, S., RAVEESHA, K.A., JANARDIHANA, G.R., *Antibacterial Activity of Plant Extract on Phytopathogenic Xanthomonas campestris Pathovars*, Lett. App. Microbiol., 28, 145-147 (1999).
113. VAGI, E., RAPAVI, E., HADOLIN, M., PEREDI, K.V., BALAZS, A., BLAZOVICS, A., SIMANDI, B., *Phenolic and Triterpenoid Antioxidants from Origanum majorana Herb and Extracts Obtained with Different Solvents*, J. Agric. Food Chem., 53, 17-21 (2005).

114. LIN, L-T., LIU, L-T., CEHIANG, L-C., LIN, C-C., *In vitro Anti-hepatoma Activity of Fifteen Natural Medicines from Canada*, *Phytother. Res.*, 16, 440-444 (2002).
115. GOUN, E., CUNNINGHAM, G., SOLODNIKOV, S., KRASNYKH, O., MILES, H., *Antithrombin Activity of Some Constituents from Origanum vulgare*, *Fitoterapia*, 73, 692-694 (2002).
116. STAMATIS, G., KYRIAZOPOULOS, P., GOLEGOU, S., BASAYIANNIS, A., SKALTSAS, S., SKAL TSA, H., *In vitro Anti-Helicobacter pylori Activity of Greek Herbal Medicines*, *J. Ethnopharm.*, 88, 175-179 (2003).
117. JUN, W.C., HAN, B.K., YU, K.W., KIM, M.S., CHANG, I.S., KIM, H.Y., CHO, H.Y., *Antioxidant Effects of Origanum majorana L. on Superoxide Anion Radicals*, *Food Chem.*, 75, 439-444 (2001).
118. HITIKOTO, H., MOROZUNI, S., WAUKE, T., SAKAI, S., KURATA, H., *Inhibitory Effects of Spices on Grows and Toxin Production of Toxicogenic Fungi*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 39(4), 818-822 (1980).
119. ŞAHİN, F., GÜLLÜCE, M., DAFERERA, D., SÖKMEN, A., POLISSIOU, M., AĞAR, G., ÖZER, H., *Biological Activities of the Essential Oils and Methanol Extract of Origanum vulgare ssp. vulgare in the Eastern Anatolia Region of Turkey*, *Food Contr.*, 15, 549-557 (2004).
120. KIVANÇ, M., AKGÜL, A., *Antibacterial Activities of Essential Oils from Turkish Spices and Citrus*, *Flavour Fragr. J.*, 1, 175-179 (1986).
121. BERGONZELLI, G.E., DONNICOLA, D., PORTA, N., CORTHESEY-THEULAZ, I.E., *Essential Oils as Components of a Diet-Based Approach to Management of Helicobacter Infection*, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 47 (10), 3240-3246 (2003).
122. PEHALVER, P., HUERTA, B., BORGE, C., ASTORGA, R., ROMERO, R., PEREA, A., *Antimicrobial Activity of Five Essential Oils Against Origin Strains of the Enterobacteriaceae Family*, *APMIS*, 113(1), 1-6 (2005).
123. LOPEZ, A.G., THEUMER, M.G., ZYGALDO, J.A., RUBINSTEIN, H.R., *Aromatic Plants Essential Oils Activity on Fusarium verticillioides Fumonisin B1 Production in Corn Grain*, *Mycopath.*, 158, 343-349 (2004).
124. BARATTA, M.T., DORMAN, H.J.D., DEANS, S.G., BIONDI, D.M., RUBERTO, G., *Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidative Activity of Laurel, Sage, Rosemary, Oregano and Coriander Essential Oils*, *J. Essent. Oil Res.*, 10, 618-627 (1998).
125. MANTLE, D., ANDERTON, J.G., FALKOUS, G., BARNES, M., JONES, P., PERRY, E.K., *Comparison of Methods for Determination of Total Antioxidant Status: Application to Analysis of Medicinal Plant Essential Oils*, *Comparative Biochem. Physiol. Part B*, 121, 385-391 (1998).

126. DORMAN, H.J.D., SURAI, P., DEANS, S.G., *In vitro Antioxidant Activity of a Number of Plant Essential Oils and Phytoconstituents*, J. Essent. Oil Res., 12, 241-248 (2000).
127. PUERTAS-MEJIA, M., HILLEBRAND, S., STASHENKO, E., WINTERHALTER, P., *In vitro Radical Scavenging Activity of Essential Oils from Columbian Plants and Fractions from Oregano (Origanum vulgare L.) Essential Oil*, Flavour Fragr. J., 17, 380-384 (2002).
128. DORMAN, H.J.D., PELTOKETO, A., HILTUNEN, R., TIKKANEN, M.J., *Characterisation of the Antioxidant Properties of De-Odourised Aqueous Extracts from Selected Lamiaceae Herbs*, Food Chem., 83, 255-262 (2003).
129. LAMAISON, J.L., PETITJEAN-FREYTET, C., CARNAT, A., *Medicinal Lamiaceae with Antioxidant Properties, a Potential Source of Rosmarinic Acid*, Pharmaceutical Acta Helvetica, 66, 185-188 (1991).
130. SAĞDIÇ, O., KUŞÇU, A., ÖZCAN, M., ÖZÇELİK, S., *Effects of Turkish Spice Extracts at Various Concentrations on the Growth of Escherichia coli O157:H7*, Food Microbiol., 19, 473-480 (2002).
131. CAPECKA, E., MARECZEK, A., LEJA, M., *Antioxidant Activity of Fresh and Dry Herbs of Some Lamiaceae Species*, Food Chem., (baskıda)
132. KOŞAR, M., DORMAN, H.J.D., HILTUNEN, R., *Effect of an Acid Treatment on the Phytochemical and Antioxidant Characteristics of Extracts from Selected Lamiaceae Species*, Food Chem., 91, 525-533 (2005).
133. DORMAN, H.J.D., DEANS, S.G., *Antimicrobial Agents from Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils*, J. Appl. Microbiol., 88, 308-316 (2000).
134. DORTUNÇ, T., ÇEVİKBAŞ, A., *Investigations on the Antibacterial and Antifungal Effects of Some Volatile Oils*, J. Pharm. Univ. Marmara, 8, 117-128 (1992).
135. SIVROPOULOU, A., PAPANIKOLAOU, E., NIKOLAOU, C., KOKKINI, S., LANARAS, T., ARSENAKIS, M., *Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Origanum Essential Oils*, J. Agric. Food Chem., 44, 1202-1205 (1996).
136. MOHACSI-FARKAS, C., TULOK, M., BALOGH, B., *Antimicrobial Activity of Greek Oregano and Winter Savory Extracts (Essential Oil and SCFE) Investigated by Impedimetry*, Proceedings of International Conference on Medicinal and Aromatic Plants (Part II), Acta Hort., 597, 199-204 (2003).
137. ADAM, K., SIVROPOULOU, A., KOKKINI, S., LANARAS, T., ARSENAKIS, M., *Antifungal Activities of Origanum vulgare subsp. hirtum, Mentha spicata, Lavandula angustifolia, and Salvia fruticosa Essential Oils Against Human Pathogenic Fungi*, J. Agric. Food Chem., 46, 1739-1745 (1998).
138. KARPOUHTSIS, I., PARDALI, E., FEGGOU, E., KOKKINI, S., SCOURAS, Z., MAVRAGANI-TSIPIDOU, P., *Insecticidal and Genotoxic Activities of Oregano Essential Oils*, J. Agric. Food Chem., 46, 1111-1115 (1998).

139. DORMAN, H.J.D., DEANS, S.G., NOBLE, R.C., SURAI, P., *Evaluation in vitro of Plant Essential Oils as Natural Antioxidants*, J. Essent. Oil Res., 7, 645-651 (1995).
140. KULISIC, T., RADONIC, A., KATALINIC, V., MILOS, M., *Use of Different Methods for Testing Antioxidative Activity of Oregano Essential Oil*, Food Chem., 85, 633-640 (2004).
141. MILOS, M., MASTELIC, J., JERKOVIC, I., *Chemical Composition and Antioxidant Effect of Glycosidically Bound Volatile Compounds From Oregano (Origanum vulgare L. ssp. hirtum)*, Food Chem., 71, 79-83 (2000).
142. DOĞAN, S., ARSLAN, O., ÖZEN, F., *Polyphenol Oxidase Activity of Oregano at Different Stages*, Food Chem., 91, 341-345 (2005).
143. ZHENG, W., WANG, S.Y., *Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs*, J. Agric. Food Chem., 49, 5165-5170 (2001).
144. AKGÜL, A., KIVANÇ, M., *Inhibitory Effects of Six Turkish Thyme-Like Spices on Some Common Food-Borne Bacteria*, Die Nahrung, 32, 201-203 (1988).
145. ŞAHİN, F., GÜLLÜCE, M., DAFERERA, D., SÖKMEN, A., SÖKMEN, M., POLISSIOU, M., AĞAR, G., ÖZER, H., *Biological Activities of the Essential Oils and Methanol Extract of Origanum vulgare ssp. vulgare in the Eastern Anatolia Region of Turkey*, Food. Contr., 15, 549-557 (2004).
146. BAYDAR, H., SAĞDIÇ, O., ÖZKAN, G., KARADOĞAN, T., *Antibacterial Activity and Composition of Essential oils from Origanum, Thymbra and Satureja Species with Commercial Importance in Turkey*, Food Contr., 15, 169-172 (2004).
147. ARIDOĞAN, B.C., BAYDAR, H., KAYA, S., DEMİRCİ, M., ÖZBAŞAR, D., MUMCU, E., *Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Some Essential Oils*, Arch. Pharm. Res., 25(6), 860-864 (2002).
148. LIAO, F., HUANG, Q., YANG, Z., XU, H., GAO, Q., *Experimental Study on the Antibacterial Effect of Origanum Volatile Oil on Dysentery bacilli in vivo and in vitro*, Huazhong Univ. Sci. Technol. Med. Sci., 24, 400-403 (2004).
149. SOKOVIC, M., TZAKOU, O., PITAROKILI, D., COULADIS, M., *Antifungal Activities of Selected Aromatic Plants Growing Wild in Greece*, Nahrung-Food, 46(5), 317-320 (2002).
150. MANOHAR, V., INGRAM, C., GRAY, J., TALPUR, N.A., ECHARD, B.W., BAGCHI, D., PREUSS, H.G., *Antifungal Activities of Origanum Oil Against Candida albicans*, Mol. Cell. Biochem., 228(1-2), 111-117 (2001).
151. DEMİRCİ, F., PAPER, D.H., FRANZ, G., BAŞER, K.H.C., *Investigation of the Origanum onites L. Essential Oil Using the Chorioallantoic Membrane (CAM) Assay*, J. Agric. Food Chem., 52, 251-254 (2004).

152. AYDIN, S., ÖZTÜRK, Y., BEİS, R., BAŞER, K.H.C., *Investigation of Origanum onites, Sideritis congesta and Satureja cuneifolia Essential Oils for Analgesic Activity*, Phytother. Res., 10, 342-344 (1996).
153. KIVANÇ, M., AKGÜL, A., *Inhibitory Effects of Spice Essential Oils on Yeasts*, Doga. Tur. J. Agri. Forest 13, 68-71 (1989).
154. AYDIN, S., SEKER, E., *Effect of an Aqueous Distillate of Origanum onites L. on Isolated Rat Fundus, Duodenum and Ileum: Evidence for the Role of Oxygenated Monoterpenes*, Die Pharmazie, 60, 147-150 (2005).
155. İPEK, E., ZEYTİNOĞLU, H., OKAY, S., TÜYLÜ, B.A., KÜRKÇÜOĞLU, M., BAŞER, K.H.C., *Genotoxicity and Antigenotoxicity of Origanum Oil and Carvacrol Evaluated by Ames salmonella/Microsomal Test*, Food Chem., (baskıda).
156. CİNGİ, M.İ., KIRIMER, N., SARIKARDAŞOĞLU, I., CİNGİ, C., BAŞER, K.H.C. *Pharmacological Activities of the Essential Oils of Origanum onites and Origanum minutiflorum*, K.H.C. Başer (ed.), Proceedings of the 9th Symposium on Plant Drugs, Eskişehir, pp.10-15 (1992).
157. AKGÜL, A., KIVANÇ, M., *Inhibitory Effects of Selected Turkish Spices and Oregano Components on Some Food-Borne Fungi*, Int. J. Food Microbiol., 6, 263-268 (1988).
158. AYDIN, S., ÖZTÜRK, Y., BAŞER, K.H.C., *Cardiovascular Actions of Kekik (Origanum onites L.) Aqueous Distillate*, In: M. Coşkun (ed.) Proceedings of the 11th Symposium on Plant Drugs, Ankara, pp.339-344 (1997).
159. PIZZALE, L., BORTOLOMEAZZI, R., VICHI, S., UBEREGGER, E., CONTE, L.S., *Antioxidant Activity of Sage (Salvia officinalis and S. Fruticosa) and Oregano (Origanum onites and Origanum intercedens) Extracts Related to Their Phenolic Compound Content*, J.Sci. Food Agric., 82, 1645-1651 (2002).
160. KHUSAL, P., *Antimicrobial Activity and Phytochemistry of Essential Oils of Selected Rutaceae species*, M.Sc. Thesis, Witwatersrand University, Johannesburg, South Africa (2002).
161. LAMBERT, R.J.W., SKANDAMIS, P.N., COOTE, P.J., NYCHAS, G.J.E., *A Study of the Minimum Inhibitory Concentration and Mode of Action of Oregano Essential Oil, Thymol and Carvacrol*, J. Appl. Microbiol. 91 (3), 453-462 (2001).
162. DELESPAUL, Q., BILLERECK, B.G., ROQUES, C.G., MICHEL, G., VINUALES, C.M. BESSIERE, J.M., *The Antifungal Activity of Essential Oils as Determined by Screening Methods*. J. Essent. Oil Res. 12, 256-266 (2000).
163. COX, S.D., MANN, C.M., MARKHAM, J.L., BELL, H.C., GUSTAFSON, J.E., *The Mode of Antimicrobial Action of the Essential Oil of Melaleuca alternifolia (Tea Tree Oil)*. J.Appl. Microb., 88, 170-175 (2000).

164. FRIEDMAN, M., HENIKA, P.R., MANDRELL, R.E., *Bactericidal Activities of Plant Essential Oils and Some of Their Isolated Constituents Against Campylobacter jejuni, Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Salmonella enterica*, J. Food Protect., 65(10), 1545–1560 (2002).
165. FOTI, M. C., INGOLD, K.U., *Mechanism of Inhibition of Lipid Peroxidation by γ -Terpinene, an Unusual and Potentially Useful Hydrocarbon Antioxidant*, J. Agric. Food Chem., 51, 2758-2765 (2003).
166. KIVANÇ, M., AKGÜL, A., *Effects of Some Essential Oil Components on the Growth of Food-Borne Bacteria and Synergism with Some Food Ingredients*, Flavour Fragr. J., 3, 95-98 (1988).
167. STAMMATI, A., BONSI, P., ZUCCO, F., MOEZELAAR, R., ALAKOMI, H.-L., WRIGHT, A., *Toxicity of Selected Plant Volatiles in Microbial and Mammalian Short-Term Assays*, Food Chem. Toxicol. 37, 813-823 (1999).
168. SEDY, K.A., KOSCHIER, E.H., *Bioactivity of Carvacrol and Thymol Against Frankliniella occidentalis and Thrips tabaci*, J. Appl. Ent., 127, 313-316 (2003).
169. ANONYMOUS, *Is Oregano an Anti-Candida Fighter?*, Better Nutrition 64, 19 (2002).
170. NAIR, M.G., RAMSEWAK, R.S., KING, S., STOMMEL, M., SELANDERS, L. *Method and Compositions for Treatment of Fungal Nail Disease*. US Patent 6,361,785, March 26 (2002).
171. WORTHEN, D.R., GHOSHEN, O.A., CROOKS, P.A., *The in vitro Anti-Tumor Activity of Some Crude and Purified Components of Black Seed, Nigella sativa*, Anticancer Res. 18, 1527–1532 (1998).
172. DABA, M.H., ABDEL, R.M.S., *Hepatoprotective Activity of Thymoquinone in Isolated Rat Hepatocytes*, Toxicol. Lett., 95(1), 23–29 (1998).
173. HOUGHTON, P.J., ZARKA, R., DELASHERAS, B., HOULT, J.R.S., *Fixed Oil of Nigella sativa and Derived Thymoquinone Inhibit Eicosanoid Generation in Leukocytes and Membrane Peroxidation*, Planta Medica, 61, 33-36 (1995).
174. MILOS, M., *A Comparative Study of Biomimetic Oxidation of Oregano Essential Oil by H₂O₂ or KHSO₅ Catalyzed by Fe (III) Meso-tetraphenylporphyrin or Fe (III) Phthalocyanine*, Applied catalysis A, 216, 157-161 (2001).
175. ÖZGÜVEN, M., SEKİN, S., GÜRBÜZ, B., ŞEKEROĞLU, N., AYANOĞLU, F., EKREN, S., *Tütün, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretimi ve Ticareti*, VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, Ankara, Türkiye (2005).
176. OFLAZ, S., *Ticari Origanum Türlerinin Farmakognozik Araştırması*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Temmuz (2001).

177. BAŞER, K.H.C., *Aromatic Plant and Essential Oil Production in Turkey*, 4th International Conference of Aromatic and Medicinal Plants, Nyons, Fransa, 5-7 Aralık (1994).
178. BAŞER, K.H.C., *Essential Oils from Aromatic Plants Which are Used as Herbal Tea in Turkey*, K.H.C. Başer (ed), Flavours, Fragrances and Essential Oils, Proceedings of the 13th International Congress of Flavours, Fragrances and Essential Oils, pp. 67-79, AREP Publ., İstanbul, 15-19 Ekim (1995).
179. BAŞER, K.H.C., KÜRKÇÜOĞLU, M., *Türk Gül Yağı. Tarihi, Üretimi ve Özellikleri, Kutsal Dumandan Sihirli Damlaya: Parfüm*, YKY, İstanbul, s. 127-133 (2005).
180. JASSIE, L., REVESZ, R., KIERSTEAD, T., HASTY, E., METZ, S., In: Kingston, H.M., Haswell, S. J. (eds.), *Microwave-Enhanced Chemistry*, American Chemical Society, Washington, DC, p. 569 (1997).
181. KINGSTON, H.M., JASSIE, L.B. (eds.), *Introduction to Microwave Sample Preparation*, American Chemical Society, Washington, DC, (1988).
182. ESKILSSON, C.S., BJÖRKLUND, E., *Analytical-Scale Microwave-Assisted Extraction*, J. Chromatogr. A, 902, 227-250 (2000).
183. PARE, J.R., *Microwave Extraction of Volatile Oil*, U.S.A. Patent 5,338,557 (1994).
184. CRAVEIRO, A.A., MATOS, F.J.A., ALENCAR, J.W., PLUMEL, M.M., *Microwave Oven Extraction of an Essential Oil*, Flavour Fragr. J., 4, 43-44 (1989).
185. STASHENKO, E.E., JARAMILLO, B.E., MARTINEZ, J.R., *Comparison of Different Extraction Methods for the Analysis of Volatile Secondary Metabolites of Lippia alba (Mill) N.E.Brown, Grown in Colombia, and Valuation of its in vitro Antioxidant Activity*, J. Chromatogr. A, 1025, 93-103 (2004).
186. STASHENKO, E.E., JARAMILLO, B.E., MARTINEZ, J.R., *Analysis of Volatile Secondary Metabolites from Colombian Xylopia aromatica (Lamarck) by Different Extraction and Headspace Methods and Gas Chromatography*, J. Chromatogr. A, 1025, 105-113 (2004).
187. SILVA, M.G.V., CRAVEIRO, A.A., MATOS, F.J.A., MACHADO, M.I.L., ALENCAR, J.W., *Chemical Variation During Daytime of Constituents of the Essential Oil of Ocimum gratissimum Leaves*, Fitoterapia, 70, 32-34 (1999).
188. XIONG, G., GOODRIDGE, C., WANG, L., CHEN, Y., PAWLISZYN, J., *Microwave-Assisted Head Space Solid-Phase Microextraction for the Analysis of Bioemissions from Eucalyptus citriodora Leaves*, J. Agric. Food Chem., 51(27), 7841-7847 (2003).
189. LUCCHESI, M. E., CHEMAT, F., SMADJA, J., *Solvent-Free Microwave Extraction of Essential Oil from Aromatic Herbs: Comparison with Conventional Hydro-Distillation*, J. Chromatogr. A, 1043, 323-327 (2004).

190. LUCCHESI, M.E., CHEMAT, F., SMADJA, J., *An Original Solvent Free Microwave Extraction of Essential Oils from Spices*, Flavour Fragr.J., 19, 134-138 (2004).
191. SILVA, M.G.V., MATOS, F.J.A., LOPES, P.R., SILVA, F.O., HOLANDA, M.T., *Composition of Essential Oils from Three Ocimum Species Obtained by Steam and Microwave Distillation and Supercritical CO₂ Extraction*, ARCIVOC, vi, 66-71 (2004).
192. STADLER, M.J., *Qualitative and Quantitative Determination of VOCs in Polymer Matrices by Microdistillation*, American Laboratory, 7-8 (2000).
193. DEMİRÇİ, B., PAPER, D.H., DEMİRÇİ, F., BAŞER, K.H.C., FRANZ, G., *Essential Oil of Betula pendula Roth. Buds*, eCAM, 1(3), 301-303 (2004).
194. POULOSE, A.J., CROTEAU, R., *Biosynthesis of Aromatic Monoterpenes – Conversion of γ -Terpinene to p-Cymene and Thymol in Thymus vulgaris L.*, Arch. Biochem. Biophys., 187(2), 307-314 (1978).
195. POULOSE, A.J., CROTEAU, R., *γ -Terpinene Synthetase: a Key Enzyme in the Biosynthesis of Aromatic Monoterpenes*, Arch. Biochem. Biophys., 191(2), 400-411 (1978).
196. SARI, A.O., OĞUZ, B., *Kekik*, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayın No: 108, İzmir, 2002.
197. SARIHAN, E.O., İPEK, A., ARSLAN, N., *İzmir Kekığı (Origanum onites L.)'inde Uçucu Yağın Diurnal ve Ontogenetik Varyabilitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*, XV. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 06-09 Ekim, Belek-Antalya, Türkiye (2004)
198. SADIKOĞLU, N., ÖZHATAY, N., *Dış Satımdaki Kekik Türleri: Tehlike Durumları ve Akılcı Ticaret Önerileri*, XV. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 06-09 Ekim, Belek-Antalya, Türkiye (2004).
199. KITIKİ, A., *Status of Cultivation and Use of Oregano in Turkey*, In: Oregano (Ed. S. Padulosi), IPGRI, Rome, pp. 121-131 (1997).
200. BAŞER, K.H.C., *Her Derde Deva Bir Bitki Kekik*, Bilim ve Teknik, Mayıs, 74-75 (2001).
201. KIRIMER, N., BOYDAĞ, İ., SARGIN, N., ARSLANDERE, Ö., *Ticareti Yapılan Origanum Türlerinin Doğadaki Durumu*, Proje No: TBAG-DPT.Ç.Sek/10 (101T012), Eskişehir, Ağustos (2003).