



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UÇUCU YAĞ MİKROEMÜLSİYONLARININ BEYAZ KÜF HASTALIĞI
ETMENİ *Sclerotinia sclerotiorum*'a KARŞI *in vitro* ve *in vivo*
ANTİFUNGAL ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Musa TÜRKMEN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**HATAY
KASIM-2019**



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UÇUCU YAĞ MİKROEMÜLSİYONLARININ BEYAZ KÜF HASTALIĞI
ETMENİ *Sclerotinia sclerotiorum*'a KARŞI *in vitro* ve *in vivo* ANTİFUNGAL
ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

MUSA TÜRKMEN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

HATAY

KASIM-2019

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UÇUCU YAĞ MİKROEMÜLSİYONLARININ BEYAZ KÜF HASTALIĞI
ETMENİ *Sclerotinia sclerotiorum*'a KARŞI *in vitro* ve *in vivo* ANTİFUNGAL
ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Musa TÜRKMEN
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

Prof Dr. Durmuş Alpaslan KAYA ve Prof Dr. Soner SOYLU danışmanlığında hazırlanan bu tez 15/11/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Durmuş Alpaslan KAYA	
Başkan	
Prof. Dr. Filiz AYANOĞLU	Prof. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU
Üye	Üye
Prof. Dr. Şener KURT	Doç. Dr. Memet İNAN
Üye	Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HMKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 17.D.004

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynakgösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

15.11.2019

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmza

Musa TÜRKMEN

ÖZET

UÇUCU YAĞ MİKROEMÜLSİYONLARININ BEYAZ KÜF HASTALIĞI ETMENİ *Sclerotinia sclerotiorum*'a KARŞI *in vitro* ve *in vivo* ANTİFUNGAL ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), defne (*Laurus nobilis* L.) ve mersin (*Myrtus communis* L.) gibi farklı tıbbi bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların, karışımlarının ve bunların mikroemülsiyon (μE) formlarının fungal beyaz küf ve kök çürüklüğü hastalığı etmeni *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı antifungal değme etkinlikleri *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. Uçucu yağlar ve bu uçucu yağlardan elde edilen karışımların değme etkilerinin misel gelişimi üzerine antifungal etkinlikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, uçucu yağlar konsantrasyonlarındaki artışa paralel olarak misel gelişimini artan oranlarda engellediği belirlenmiştir. *In vitro* antifungal aktivite sonuçlarına göre, rezene uçucu yağları, defne ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağlara kıyasla daha yüksek antifungal etki göstermiştir. *S. sclerotiorum*'un misel gelişimi, rezene uçucu yağının 0.3 $\mu g/ml$, defne uçucu yağının 1 $\mu g/ml$, mersin uçucu yağının ise 2 $\mu g/ml$ konsantrasyonlarında tamamen engellenmiştir. Rezene (R), mersin (M) ve defne (D) bitkilerinden elde edilen uçucu yağ karışımlarının misel gelişimi üzerine etkileri incelendiğinde, $R_{3/4}D_{1/4}$ ve $R_{3/4}M_{1/4}$ karışımlarının 0.4 $\mu g/ml$ 'de misel gelişimini % 100 engellemek suretiyle fungisidal bir etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. Uçucu yağ karışımlarında rezene oranının artması, elde edilen karışımların antifungal etkinliğinin artmasına neden olmuştur. Uçucu yağlardan hazırlanan mikroemülsiyonların antifungal etkinlikleri incelendiğinde, rezene uçucu yağından elde edilen mikroemülsiyon defne ve mersin mikroemülsiyonlarına kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Rezene uçucu yağ mikroemülsiyonları arasından ise en etkili konsantrasyonun 8.6 $\mu g/ml$ ile $\mu E-10$ olduğu gözlenmiştir. Karışımlara ait mikroemülsiyonlar, *in vivo* antifungal etkinlikleri bakımından incelendiğinde, $R_{3/4}D_{1/4}$ karışımından hazırlanmış $\mu E-10$ ile $R_{3/4}M_{1/4}$ karışımından hazırlanmış $\mu E-8$ diğer mikroemülsiyonlara kıyasla antifungal etkinliklerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre; belirlenen mikroemülsiyon formülasyonlarının fungal beyaz küf ve kök çürüklüğü hastalığı etmeni *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı kullanılabileceği tespit edilmiştir.

2019, 92 sayfa

Anahtar Kelimler: Uçucu yağ karışımları, *Sclerotinia sclerotiorum*, mikroemülsiyon, GC-MS, antifungal

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE ANTIFUNGAL EFFICIENCIES OF ESSENTIAL OIL MICROEMULSION AGAINST WHITE MOLD DISEASE AGENT *Sclerotinia sclerotiorum*

In this study, antifungal contact efficiency of essential oils from different medicinal plant species such as fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), laurel (*Laurus nobilis* L.) and myrtle (*Myrtus communis* L.), their mixtures and microemulsion forms were investigated *in vitro* and *in vivo* conditions against fungal white mold and root rot disease agent *Sclerotinia sclerotiorum*. The antifungal contact effects of essential oils and their mixtures on mycelial development were determined. The results obtained showed that the essential oils inhibited the mycelial growth in parallel with the increase in their concentrations. According to the results of *in vitro* antifungal activity, fennel essential oils showed higher antifungal effect than the essential oils obtained from bay laurel and myrtle plants. Mycelial growth of *S. sclerotiorum* was completely inhibited by fennel essential oil at 0.3 µg/ml, by bay laurel essential oil at 1 µg/ml and by myrtle essential oil at 2 µg/ml concentrations. When investigated the effects of essential oil mixtures obtained from fennel, myrtle and laurel plants on mycelial growth are examined, mixtures of R_{3/4}D_{1/4} and R_{3/4}M_{1/4} showed a fungicidal activity in micelle development at 0.4 µg/ml. The increase of fennel essential oil ratio in the essential oil mixtures also caused an increase in its antifungal activity. According to results of the antifungal activities of microemulsions prepared from essential oils, microemulsion obtained from fennel essential oil was more effective than microemulsions prepared from laurel and myrtle essential oils. Among the microemulsions obtained from fennel essential oils, $\mu E-10$ at 8.6 µg/ml was determined as the most effective microemulsion concentration. When investigated the microemulsions of the mixtures and their antifungal activity in *in vivo*, it was found that $\mu E-10$ prepared from R_{3/4}D_{1/4} mixture and $\mu E-8$ prepared from R_{3/4}M_{1/4} mixture had higher antifungal activities compared to other microemulsions used in the study. According to the data obtained in this study; determined microemulsion formulations can be used against fungal white mold and root rot disease factor *Sclerotinia sclerotiorum*.

2019, 92 pages

Key Words: Essential oil mixtures, *Sclerotinia sclerotiorum*, microemulsion, GC-MS, antifungal

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde, araştırmalarım ve tezimin yazımı süresince yol gösteren ve desteğini esirgemeyen danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Durmuş Alpaslan KAYA ve Prof. Dr. Soner SOYLU'ya, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım ve tez konumun belirlenmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen Madalina Georgiana ALBU KAYA'ya Romanya Politehnica Üniversitesi'nde bulunan hocalarım Prof. Dr. İleana RAU'ya, Prof. Dr. Maria MIHALY, Araştırma Görevlisi Adina PETCU MILAŞAN'a ve Araştırma Görevlisi Cosmina ANDREEA'ya teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarım ve tezimin yazım sürecinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Filiz AYANOĞLU'na, bana laboratuvarımı açan ve laboratuvar imkanlarını kullanmamı sağlayan bölüm başkanımız Prof. Dr. Ersin CAN'a, laboratuvar çalışmalarım da yardımlarını esirgemeyen Araştırma görevlisi İbrahim ERTEKİN'e, Araştırma görevlisi Doktor Nadire Pelin BAHADIRLI'ya, Araştırma Görevlisi Cenk Burak ŞAHİN'e ve Araştırma görevlisi Yusuf Ziya AYGÜN'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, hayatımın her aşamasında yanımda olan değerli aileme ve özellikle tüm eğitim hayatım boyunca fikirlerime saygı duyan, beni sonuna kadar destekleyen sevgili babam Mehmet TÜRKMEN'e ve annem Leyla TÜRKMEN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım süresince yardımlarını ve manevi desteğini esirgemeyen ve bu süreçte yanımda olan sevgili eşim Dilek TÜRKMEN'e çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
2.1. Uçucu Yağ Çalışmaları.....	11
2.2. Mikroemülsiyon Çalışmaları	16
2.3. Antimikromiyal Aktivite Çalışmaları	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
3.1. MATERYAL	37
3.1.1. Bitki Materyali	37
3.1.2. Fungal Hastalık Etmeni.....	37
3.1.3. Çalışmalarda Kullanılan Besi Ortamları ve Kimyasallar	37
3.2. YÖNTEM	37
3.2.1. Bitki Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi ve Uçucu Yağ Oranlarının Belirlenmesi	38
3.2.2. Bitki Uçucu Yağlarının Karışım ve Mikroemülsiyonlarının Elde edilmesi.....	38
3.2.3. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi	43
3.2.4. Uçucu Yağların, Karışımlarının ve Mikroemülsiyonlarının <i>in vitro</i> ve <i>in vivo</i> Koşullarda Fungal Etmenin Misel Gelişimi Üzerine Etkinliği.	45
3.2.4.1.Uçucu Yağların, Karışımlarının ve Mikroemülsiyonlarının <i>in vitro</i> Koşullarda Fungal Etmenin Misel Gelişimi Üzerine Etkinliği Antifungal Etkinliğinin Belirlenmesi	45
3.2.4.2. Mikroemülsiyonların Antifungal Etkinliklerinin <i>in vivo</i> Koşullarda Araştırılması.....	45
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	48
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	49
4.1.UçucuYağ Oranları (%).....	49
4.2.Uçucu Yağ Bileşenleri.....	49
4.2.1. Rezene UçucuYağ Bileşenleri.....	49
4.2.2. Defne Uçucu Yağ Bileşenleri.....	51
4.2.3. Mersin Uçucu Yağ Bileşenleri	53
4.3. Uçucu Yağların Birbirleri ile Belirli Oranlarda Karışımlarının Bileşenleri	53

4.4. Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarının <i>in vitro</i> Koşullarda Fungal Etmenin Misel Gelişimi Üzerine Etkileri	61
4.5. Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağların Farklı Oranlarda Karışımlarının <i>in vitro</i> Koşullarda Fungal Etmenin Misel Gelişimi Üzerine Etkileri	64
4.6. Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarından Elde Edilen Mikroemülsiyonların <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Misel Gelişimi Üzerine Etkileri	67
4.7. Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağların Farklı Oranlarda Karışımlarından Elde Edilen Mikroemülsiyonların <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Misel Gelişimi Üzerine Etkileri.....	71
4.8. $R_{3/4}D_{1/4}$ $\mu E-10$ ($R_{3/4}D_{1/4}$) ve $\mu E-8$ ($R_{3/4}M_{1/4}$) Mikroemülsiyonlarının <i>in vivo</i> Koşullarında Hastalık Çıkışı Üzerine Etkileri.....	75
SONUÇ ve ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	92

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Sebzelerde görülen beyaz çürüklüğü hastalığının döngüsü	3
Şekil 1.2.	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> 'un çimlenen sklerotları ve çimlenen yeni apotesyumları	4
Şekil 1.3.	(A-C) <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ile infekteli biber bitkisi üzerinde solgunluk ve kuruma şeklinde ortaya çıkan tipik hastalık belirtileri. ...	5
Şekil 1.3 (Devam).	(D) Hastalıklı bitkilerden izole edilmiş fungal etmenin PDA besi yerinde misel gelişimi ve sklerot (ok) oluşturmaları	6
Şekil 3.1.	Winsor sistemlerinin sınıflandırılması	39
Şekil 3.2.	Mikroemülsiyonlar elde edilirken görülen faz geçişleri	40
Şekil 3.3.	Mikroemülsiyonlar elde edilmeden önce oluşan bulanık görüntü.	41
Şekil 3.4.	Mikroemülsiyonlar elde edildikten sonra oluşan görüntü	41
Şekil 3.5.	Sülfaktant yardımıyla uçucu yağlardan mikroemülsiyon elde edilmesi	42
Şekil 3.6.	Çalışmamızda izlenen adımların şematik gösterimi	43
Şekil 3.7.	Uçucu yağların etken maddelerinin belirlenmesi (GC/MS)	44
Şekil 3.8.	(A) haşlanan buğday tohumları fungusun kolonize ettirilmesi (B) Torf üzrinde patojenin yayılımı (C) hastalıkla bulaşmış torfların 10 ⁴ propagül/gr konsantrasyonunda her viyol gözüne 60 gr gelecek şekilde viyollara yerleştirilmesi	47
Şekil 4.1.	Rezene uçucu yağına ait GC-MS kromotogramı	50
Şekil 4.2.	Defne uçucu yağına ait GC-MS kromotogramı	52
Şekil 4.3.	Mersin uçucu yağına ait GC-MS kromotogramı	52
Şekil 4.4.	Rezene-Defne uçucu yağlarının karışımlarına ait Gc-Ms kromotogramları	55
Şekil 4.5.	Rezene-Mersin uçucu yağlarının karışımlarına ait Gc-Ms kromotogramları	57
Şekil 4.6.	Defne-Mersin uçucu yağlarının karışımlarına ait Gc-Ms kromotogramları	59
Şekil 4.7.	Rezene, defne ve mersin uçucu yağların <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> etmeninin misel gelişiminin engellenmesi üzerine etkileri.....	62
Şekil 4.8.	Rezene, defne ve mersin uçucu yağların farklı oranlarda karışımlarının misel gelişiminin % engelleme oranları.....	63
Şekil 4.9.	A: rezene-defne ve B: rezene-mersin uçucu yağların farklı oranlarda karışımlarının <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> etmeninin misel gelişimi engellenmesi üzerine olan etkileri	65
Şekil 4.10.	Rezene, defne ve mersin uçucu yağların farklı oranlarda karışımlarının misel gelişiminin % engelleme oranları.....	66
Şekil 4.11.	Farklı uygulamaların yapıldığı viyollerde biber tohumlarından sağlıklı bitki çıkışlarının genel görünümü	76
Şekil 4.12.	$\mu E-10$ in vivo etkinliği	77
Şekil 4.13.	$R_{3/4}D_{1/4}$ ve $R_{3/4}M_{1/4}$ mikroemülsiyonları ile uygulama yapılan viyollerin 1. dozları ile pozitif kontrol uygulaması.	78
Şekil 4.14.	$R_{3/4}D_{1/4}$ ve $R_{3/4}M_{1/4}$ mikroemülsiyonları ile uygulama yapılan viyollerin	

2. dozları ile pozitif kontrol uygulaması	78
Şekil 4.15. $R_{3/4}D_{1/4}$ ve $R_{3/4}M_{1/4}$ mikroemülsiyonları ile uygulama yapılan viyollerin 3. dozları ile pozitif kontrol uygulaması	79
Şekil 4.16. Hastalık etmeni ile bulaşık ve $R_{3/4}M_{1/4}$ mikroemülsiyonu ile uygulama yapılan viyoller ile pozitif ve negatif kontroller	80



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Mikroemülsiyon oluşturmak için uygulanan su ve uçucu yağ dozları oranı (Su/Yağ).....	40
Çizelge 3.2.	NIST kütüphane kuralları.....	44
Çizelge 4.1.	Çalışmalarda Kullanılan Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Oranları %	49
Çizelge 4.2.	Rezene uçucu yağ bileşenleri	50
Çizelge 4.3.	Defne uçucu yağ bileşenleri	51
Çizelge 4.4.	Mersin uçucu yağ bileşenleri	53
Çizelge 4.5.	Rezene-Defne uçucu yağlarının karışımlarına ait bileşenleri	56
Çizelge 4.6.	Rezene-Mersin uçucu yağlarının karışımlarına ait bileşenleri.....	58
Çizelge 4.7.	Defne-Mersin uçucu yağlarının karışımlarına ait bileşenler	60
Çizelge 4.8.	Rezene, defne ve mersin uçucu yağların <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> patojeninin misel gelişimi üzerine etkileri (mm)	63
Çizelge 4.9.	Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarının <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> patojeninin misel gelişimi üzerine etkileri (mm).....	66
Çizelge 4.10.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarından Elde Edilen $\mu E-6$ Mikroemülsiyonlarının Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	68
Çizelge 4.11.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarından Elde Edilen $\mu E-7$ Mikroemülsiyonlarının Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	68
Çizelge 4.12.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarından Elde Edilen $\mu E-8$ Mikroemülsiyonlarının Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	69
Çizelge 4.13.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarından Elde Edilen $\mu E-9$ Mikroemülsiyonlarının Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	69
Çizelge 4.14.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarından Elde Edilen $\mu E-10$ Mikroemülsiyonlarının Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	70
Çizelge 4.15.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarının Farklı Oranlarda Karışımlarından Elde Edilen $\mu E-6$ Mikroemülsiyonlarının Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	71
Çizelge 4.16.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarının Farklı Oranlarda Karışımlarından Elde Edilen $\mu E-7$ Mikroemülsiyonların Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	72
Çizelge 4.17.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarının Farklı Oranlarda Karışımlarından Elde Edilen $\mu E-8$ Mikroemülsiyonların Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	73
Çizelge 4.18.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağların Farklı Oranlarda Karışımlarından Elde Edilen $\mu E-9$ Mikroemülsiyonların Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	73
Çizelge 4.19.	Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarının Farklı Oranlarda Karışımlarından Elde Edilen $\mu E-10$ Mikroemülsiyonların Misel Gelişimi Üzerine Etkileri (mm)	74

Çizelge 4.20. $\mu E-10$ ($R_{3/4}D_{1/4}$) Mikroemülsiyonunun Farklı Konsantrasyon ve Uygulama Sayısında <i>in vivo</i> Koşullarında Hastalık Çıkışının Engellenmesi Üzerine Etkileri (%)	77
Çizelge 4.21. $\mu E-8$ ($R_{3/4}M_{1/4}$) Mikroemülsiyonunun Farklı Konsantrasyon ve Uygulama Sayısında <i>in vivo</i> Koşullarında Hastalık Çıkışının Engellenmesi Üzerine Etkileri (%)	80



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

μl	Mikrolitre
mm	Milimetre
μE	Mikroemülsiyon
$\mu\text{g/ml}$	Mikrogram/mililitre

KISALTMALAR

PDA	Patates Dekstroz Ağar katı besi ortamı
GC-MS	Gaz kromatografi ve kütle spektroskopisi
$\text{R}_{1/2}\text{D}_{1/2}$	Rezene ve defne uçucu yağlarının eşit oranda karıştırılması
$\text{R}_{3/4}\text{D}_{1/4}$	Rezene ve defne uçucu yağlarının % 75 - % 25 oranında karıştırılması
$\text{R}_{1/4}\text{D}_{3/4}$	Rezene ve defne uçucu yağlarının % 25 - % 75 oranında karıştırılması
$\text{R}_{1/2}\text{M}_{1/2}$	Rezene ve mersin uçucu yağlarının eşit oranda karıştırılması
$\text{R}_{3/4}\text{M}_{1/4}$	Rezene ve mersin uçucu yağlarının % 75 - % 25 oranda karıştırılması
$\text{R}_{1/4}\text{M}_{3/4}$	Rezene ve mersin uçucu yağlarının % 25 - % 75 oranda karıştırılması
$\text{R}_1\text{D}_1\text{M}_1$	Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının eşit oranda karıştırılması
RT	Bileşenlerin alıkonma zamanı
CAS	Kimyasal maddenin kimyasal kuramlar servisi tarafından verilen numarasıdır.
SI	Kütüphane spektrumu için eşleştirme faktörü
RSI	Kütüphane spektrumu için ters eşleştirme faktörü

1. GİRİŞ

Uçucu yağlar bitkilerin kök, kabuk, tohum, meyve, çiçek ve yaprak gibi kısımlarından elde edilen aromatik ve uçucu sıvılardır (Burt, 2004, Sanchez - Gonzalez ve ark., 2011). Günümüzde uçucu yağların hastalıklara karşı koruyucu etkilerinden dolayı giderek artan bir şekilde bilim insanlarının ilgisini çekmektedir. Son yıllarda, uçucu yağlar içerdikleri antimikrobiyal bileşenlerden dolayı fungal, bakteriyel ve viral kökenli bitki hastalıklarının yanısıra, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede kimyasal pestisitlere alternatif önleyici ve koruyucu olarak kullanım alanları sürekli artmaktadır (Burt, 2004, Schnitzler ve ark., 2008, Viuda-Martos ve ark., 2010).

Uçucu yağlar uzun yıllardan beri değişik amaçlara yönelik, özellikle bilimsel ve ticari olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarının başında kozmetik, ilaç, gıda sanayi, aromaterapi ve fitoterapi gelmektedir (Çelik ve Çelik, 2007). Maruzzella (1962) tarafından yapılan çalışmada, uçucu yağ içeren bazı bitkilerin antimikrobiyal etkileri ortaya konmuştur. Bitkilerin uçucu yağlarının antimikrobiyal etkinlikleri genelde yapılarında bulunan fenolik (thymol, carvakrol, eugenol, vb.) ve terpenoid bileşenlerden ileri gelmekte olup, bu bileşenlerce zengin bitkiler birçok hastalıkların tedavisinde kimyasallara alternatif mücadele amacıyla da kullanılmaktadır (Cerit, 2008).

Defne (*Laurus nobilis* L.), Lauraceae familyasının *Laurus* cinsine ait olan ağaç ya da büyük çalı formunda bir bitkidir. Ülkemizde Hatay'dan başlayarak Akdeniz, Karadeniz ve Ege kıyıları boyunca yaygın bir şekilde doğal olarak bulunmaktadır. Defnenin meyvesinden ve yapraklarından faydalanılmaktadır. Ayrıca son zamanlarda süs ve çit bitkisi olarak kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Defnenin yaş ve kurutulmuş yapraklarından elde edilen uçucu yağı gıda, parfümeri, tıp ve içki sanayinde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Ayanoğlu ve ark., 2010). Ayrıca birçok çalışmada defne uçucu yağının antimikrobiyal etkinliğinin olduğu bildirilmektedir (Türkmen ve Kaya, 2016).

Halk arasında murt, hambeles gibi isimlerle de bilinen Mersin (*Myrtus communis* L.), Mersingiller familyasından, maki grubundan çalı formunda bir bitkidir. Ülkemizde bütün Akdeniz bölgesinde yayılmış olan Mersin bitkisi ilimizde de doğal olarak yayılış göstermektedir. Çiçekleri, meyveleri ve yapraklarından faydalınılmaktadır. *Myrtus* türlerinin uçucu yağlarının fenolik asitler, flavonoidler, tanenler, antosiyanin pigmentleri

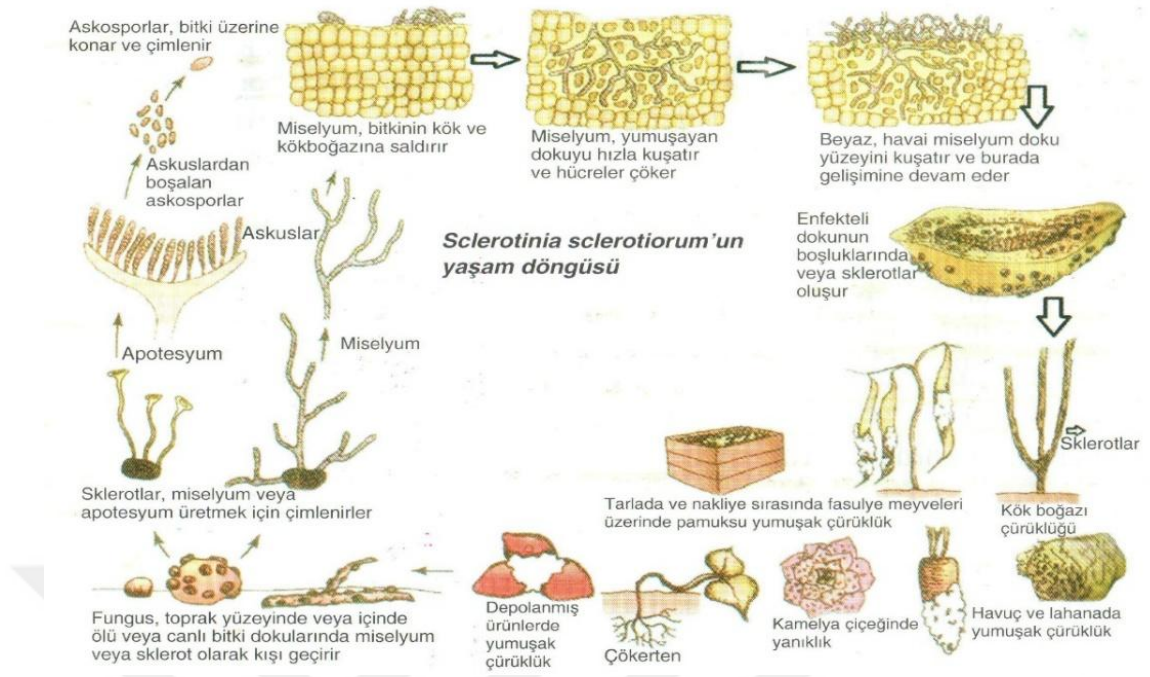
ve yağ asitleri bakımından çok zengin olduğu bildirilmiştir (Kanoun ve ark., 2014). *Myrtus communis* uçucu yağının, çeşitli patojenlere karşı antimikrobiyal, antifungal ve antibakteriyal etkiye sahip olduğunu birçok bilim adamı değişik zamanlarda yaptıkları çalışmalarla tespit edilmiştir (Ali ve ark. 2009; Berka-Zougali ve ark. 2012; Taheri ve ark. 2013; Fani ve ark., 2014; Hateet ve ark., 2016).

Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), Umbelliferae familyasına bağlı çoğunlukla baharat olarak kullanılan bir bitkidir. Rezene ülkemizde doğal olarak yetişmekte olup, Türkiye’de kültürü yapılan tür, rezenenin tatlı ve tek yıllık varyetesidir (Akgül 1993). Rezenenin Bursa, Denizli, Gaziantep, Manisa ve Antalya gibi illerde sınırlı alanlarda tarımı yapılmaktadır. Bir kültür bitkisi olan rezenenin uçucu yağ elde etmek için kullanılan kısımları tohumlarıdır. Ülkemizde ilaç ve baharat bitkisi olarak kullanılan rezene, halk hekimliğinde mide rahatsızlıklarında, gaz söktürücü ve süt artırıcı etkilerinden dolayı kullanılmaktadır. Rezene uçucu yağları *in vitro* koşullarda antifungal etki göstermektedir (Türkmen ve Kaya, 2016).

Kültür bitkileri fungal, bakteriyel ve viral kökenli birçok hastalık etmeni tarafından hastalandırılır (Agrios, 2005). Söz konusu hastalık etmenleri tohum, hava veya toprak kökenli olarak, ekonomik öneme sahip birçok bitkisel ürünlerde hastalık oluşturur. Beyaz küf veya kök çürüklüğü hastalığına neden olan fungal etmen *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, dünya çapında ekonomik açıdan önemli 400’den fazla konukçuya sahip olup, uygun çevre koşullarında, çiçek, yaprak, meyve veya köklerde oluşturduğu hastalık belirtileri nedeni ile dünyanın en tehlikeli bitki patojeni arasındadır (Soylu ve ark., 2007).

Hastalık etmeni hastalığın son döneminde bitkiler üzerinde ve toprakta sklerot olarak bilinen olumsuz çevre koşullarına uzun süre dayanabilen sert yapıda dinlenme formları oluşturmaktadır (Şekil 1.1). Sklerot, miselyum kitlesinden oluşan vejetatif yapılar olup, iyi gelişmiş farklılaşmış bir kabuk ile korunmaktadır. *S. sclerotiorum*’un uzun yıllar uygun olmayan çevre koşullarında toprakta bulunan sklerotları, etmenin gelişimi için uygun çevresel koşulları oluştuğunda, çimlenerek bitkiyi enfekte eder ve yeniden hastalığa neden olur (Soylu ve ark., 2007).

Beyaz çürüklük, serin ve nemli havaların hastalığı olup sıcaklık 15-21 °C arasında olduğunda enfeksiyon şiddetinde artış görülür. Beyaz çürüklük hastalığını başlatan inokulum, birincil olarak sklerotların çimlenmesi ile oluşan apotesyumlardan fırlatılan askosporlarla gerçekleşir (Şekil 1.2).



Şekil 1.1. Sebzelerde görülen beyaz çürüklüğü hastalığının döngüsü (Kurt, 2016)

Yüzeyde bulunan veya toprağın 2-3 cm'lik üst kısmında yer alan sklerotlar, birincil olarak hava kökenli inokulumu oluşturur. Sklerotlar, karpogenik çimlenme için serin, nemli koşullara gereksinim duyar. Doğal hava koşullarında askuslardan fırlatılan askosporlar, hava akımı yolu ile konukçu bitkiye taşınırlar. Askosporlar, enfeksiyonu başlatmak için düşmüş çiçek petalleri gibi dış bir enerji kaynağına gereksinim duyarlar. Ölü veya yaşlı doku üzerinde yeterli fungal gelişme meydana geldiğinde sağlıklı dokular hastalanır. Hem yaşlı dokuların askospor enfeksiyonu hem de canlı bitki kısımlarının daha sonraki enfeksiyonu için uzun süreli sürekli enfeksiyonun olması gereklidir (Şekil 1.1) (Kurt, 2016).

Sclerotinia sclerotiorum hastalık etmenine karşı kullanılan sentetik ilaçların etkinliğinin istenilen düzeylerde olmamasının yanısıra, kullanılan pestisitlerin çevre, insan ve hedef dışı organizmalar üzerinde istenmeyen etkilerden dolayı araştırmacılar son yıllarda pestisitlere alternatif yeni mücadele yöntemlerinin araştırılması üzerine odaklanmışlardır. Hastalık etmeni tarafından oluşturulan sklerotların toprakta uzun süre canlı kalması nedeniyle, toprakta hastalık etmeninin öldürülmesinde etkili yöntem olarak önceki yıllarda buharla sterilizasyon veya metil bromür ile fümigasyon yöntemleri kullanılmıştır.



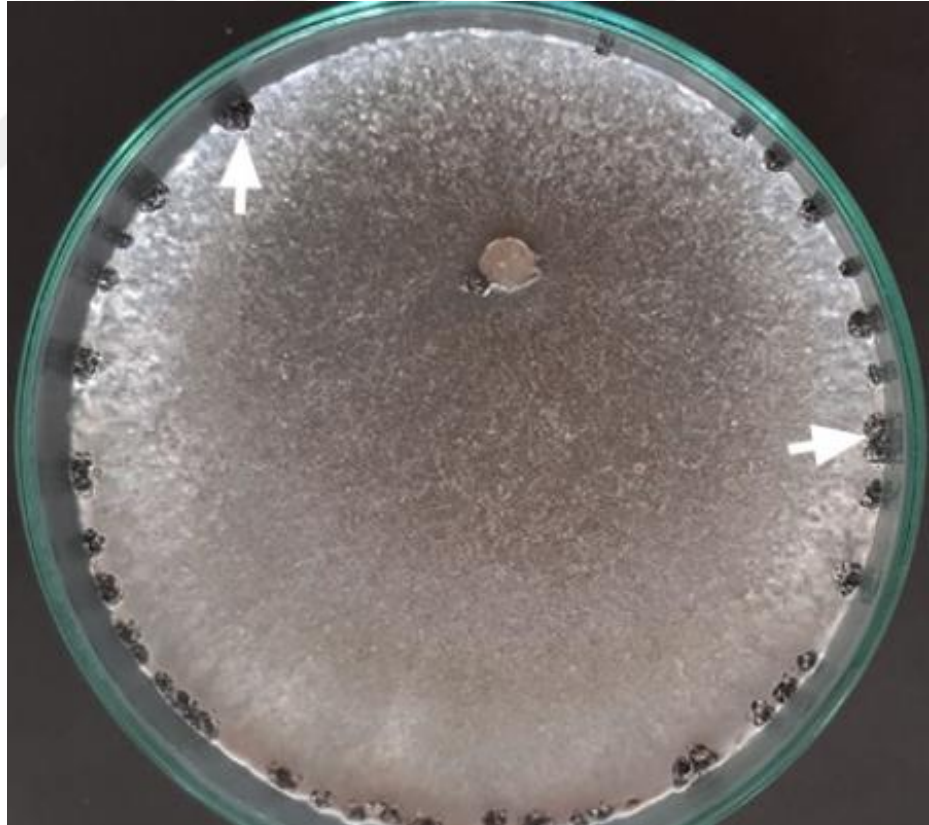
Şekil 1.2. *Sclerotinia sclerotiorum* 'un çimlenen sklerotları ve çimlenen yeni apotesyumları (Yiğitbaş, 2004)

Hastalık etmeni köklerden enfekte ettiği bitkilerde köklerde neden olduğu enfeksiyon ve neticesinde kök çürüklüğü nedeni ile kısmi solgunluk ile başlayan ilk belirtileri daha sonrasında tüm bitkinin tamamen solup, kuruması ile sonuçlanır (Şekil 1.3A). Enfekteli bitkiler aynı tarla içinde lokal veya bölgesel olarak kuruyarak (Şekil 1.3B) hastalık etmeninin zararı açık şekilde kendini gösterir. Enfekteli bitkilerin kök ve kökboğazı ile gövdeler üzerinde fungus tipik beyaz misellerini oluşturur. Daha sonra bu miseller üzerinde fungal etmenin sert, dayanıklı yapıları olan sklerotlar oluşur (Şekil 1.3C ve Şekil 1.3D).

Hastalık yönetimi için, sklerot oluşturan toprak kökenli fungal etmenlerin hayatta kalmasını azaltmak için toprak kaynaklı patojenlere karşı çeşitli stratejiler uygulanmıştır (Staub 1991; Kohl ve Fokkema 1998). Buhar ile sterilizasyonunun geniş alanlarda uygulama şansının bulunmaması, kısıtlı sayıda mevcut olan pestisitlerin yüksek maliyetlerine rağmen düşük etkinlikleri, kullanılan fungusitlere karşı dirençli fungus izolatlarının ortaya çıkışı, yoğun fungusit kullanımı üzerine çevresel kaygılar, metil bromid gibi fumigantların kullanımının dünya genelinde yasaklanması, patojen inokulumunu azaltmak için uygun ürün rotasyonunda karşılaşılan zorluklar gibi birçok nedenlerden dolayı bilim insanları arasında hastalıklarla mücadelede kimyasal fungusitlere alternatif olabilecek yeni, çevre dostu, sürdürülebilir mücadele yollarının araştırılma ihtiyacı olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 1.3. *Sclerotinia sclerotiorum* ile infekteli biber bitkisi üzerinde solgunluk (A) ve kuruma (B) şeklinde ortaya çıkan tipik hastalık belirtileri



Şekil 1.3 (Devam). (C) *Sclerotinia sclerotiorum* ile infekteli biber bitkisi üzerinde solgunluk ve kuruma şeklinde ortaya çıkan tipik hastalık belirtileri. (D) Hastalıklı bitkilerden izole edilmiş fungal etmenin PDA besi yerinde misel gelişimi ve sklerot oluşurması

Bu nedenle, bitkilerden elde edilen sekonder metabolitlere olan ilgi, bu ürünlerin gıdalarda, bitki koruma ve farmakolojik alanlarda potansiyel antimikrobiyal etkinliğe sahip uçucu yağların kullanımı son yıllarda artmıştır. Ayrıca, organik olarak üretilen meyve ve sebzelere olan talebin hızla artması, uçucu yağlara olan talebi artırmıştır (Bozhüyük ve Kordali. 2019).

Tarım alanlarında ve hasattan sonra depolanan ürünlerde hastalık ve zararlılardan korunma için farklı mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Kültüre alınan bitkilerin sağlıklı ve verimli bir şekilde yetiştirilmesinde hastalık, zararlı ve yabancı ot ile mücadelede genelde fungusit, insektisit ve herbisit gibi sentetik pestisitler kullanılmaktadır. Kısa vadede geçici bir çözüm olan bu durum uzun vadede çevre ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmektedir. Yoğun pestisit uygulamaları sonucu bitki üzerinde kalan kimyasallar özellikle insan sağlığı açısından önemli tehditler oluşturmaktadır. Yüksek dozlarda pestisit uygulamasının bu önemli sonuçlarının yanında diğer bir zararı da, hastalık etmeninin bu pestisitlere karşı direnç oluşturmaları ve pestisitlere dayanıklı yeni ırkların ortaya çıkmasına neden olmasıdır (Pappas ve ark., 1982). Dayanıklı ırkların ortaya çıkması ile sentetik ilaçlarla yapılan mücadeleden beklenen olumlu ve etkili sonuç alınamamaktadır. Son yıllarda tarım alanlarında uygulanan yoğun pestisit uygulamalarının çevreyi ve doğal dengeyi tehdit etmesi ile kimyasal ilaçların uygulanmasına sınır getirilirken, bu durum insanları hastalık ve zararlılarla mücadelede alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılmasına yönlendirmiştir. Bu alternatif mücadele yöntemlerinden bazıları ürün rotasyonu ve hastalığa dayanıklı çeşitlerin ıslahı olmak ile birlikte, ürün rotasyonunun ekonomik olmaması, hastalığa dayanıklı çeşitlerin ıslahının yıllar alması gibi çeşitli sebepler araştırmacıları hastalıkla mücadelede uygulanması daha hızlı olan farklı yöntemleri aramaya itmiştir.

Bu mücadele yöntemlerinden biri de özellikle bitkilerden elde edilen doğal preparatlardır. Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilmiş bitki ekstrakt ve uçucu yağlar bu bağlamda doğal preparatlar pek çok araştırmacı gruplarının ilgisini çekmiş olup, hastalığın ortaya çıktığı birçok konukçu-patojen ilişkilerindeki rolleri pek çok yönden araştırılmaya başlanmıştır. Bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktların doğal olmaları, kısa zamanda doğada dekompoze olarak parçalanması, çevre kirliliğine neden olmamaları, kalıntı süresinin bulunmaması, hedeflenen organizmalar dışındaki

canlılara yan etkisinin bulunmaması gibi olumlu özelliklerinden dolayı sentetik pestisitlere alternatif olarak tercih edilmektedir. Tıbbi bitkilerden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu yapılan çeşitli tıbbi, gıda ve tarımsal alanlarda yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (Thompson, 1986; Isman, 2000; Burt, 2004).

Birçok doğal avantajı olan uçucu yağların sudaki zayıf çözünürlüğü ve su ile arasında faz oluşturması bu ürünlerin pratikte kullanımını zorlaştırmaktadır. Uçucu yağların dahil olduğu ürünlerin çözünürlüğünü ve kararlılığını arttırmak için yeni nesil geliştirilmiş yöntemlerden olan “mikroemülsiyonlar”, uçucu yağların koruyucu bir kaplama maddesi tabakası içinde tutulması için günümüzde en fazla üzerinde çalışılan bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mikroemülsiyon, normalde nano boyutlu damlacıklar halinde sulu faz içersinde uçucu yağ ve sürfaktantın homojen bir çözeltisidir. Sürfaktant su tutucu (hidrofilik) ve yağ seven (lipofilik) kısımlar içerir. Bu özellikten dolayı, su-yağ ara yüzünde adsorbe olma eğilimindedirler. Yeterli sürfaktant molekülleri mevcutsa, bunlar ara yüzey gerilimini azaltarak su ve yağ arasında bir ara yüz oluştururlar. Optik izotropik durumu ve termodinamik stabilitesi nedeniyle, mikroemülsiyonlar geliştirilmiş hidrofobik çözünürlük, daha iyi termodinamik kararlılık, imalat kolaylığı, oksidasyona karşı stabilite ve kontrollü salınım gibi özellikleriyle emülsiyonlara kıyasla birçok avantaja sahiptir (Lira ve ark. 2009).

Mikroemülsiyonlar, yiyecek lezzetlerinin sentezi için mikro-reaktörler, su veya yağda çözülmeyen nutrasötiklerin çözdürülmesi için bir araç ve gıdalardaki suda çözünen besinler, tatlar ve renk vericiler için dağıtım sistemi olarak kullanım için uygundur. Mikroemülsiyon yöntemi, inorganik nano parçacıkların hazırlanması için en yeni ve ideal tekniklerden biridir. Yağ ve su birbirleri içersinde homojen olarak karışmaz ve iki faza ayrılırlar. Su-su/yağ-yağ temaslarının yerine su-yağ birliği kuracak iki fazı birleştirmeye yönelik bir girişim, enerji girişi gerektirir (Paraskeyopoulous ve ark., 2009).

Mikroemülsiyonlar, sürfaktant ve kosürfaktan moleküllerinin ara yüzeyli bir filmi ile stabilize edilmiş tek bir faz oluşturmak üzere karıştırılmış iki karışmaz sıvı (su ve yağ) tarafından oluşturulur (Lawrence ve ark., 2012, Singh ve ark., 2011).

Yağ ve sürfaktantın özelliklerine bağlı olarak yağ içinde su (O/W), su içinde yağ damlacıkları (W/O) ve iki iletken yapı gibi birkaç farklı yapı oluşturulabilir (Danielsson ve Lindman 1981). Düşük sürfaktant konsantrasyonlarında, fazlar arasında, Winsor

fazları olarak adlandırılan bir denge dizisi vardır (Winsor, 1948). Winsor I (W_I) iki faza sahiptir; Alt (O/W) mikroemülsiyon fazı, üst yağ ile dengelidir. Winsor II (W_{II}), (W/O) mikroemülsiyon fazının üstte su ile dengede olduğu iki faza da sahiptir. Winsor III (W_{III}) üç faza sahiptir; burada ortada mikroemülsiyon fazı, üstte yağ ve altta su fazı ile dengelidir. Winsor IV (W_{IV}), makroskopik olarak, yağ, su ve sürfaktan homojen karıştırılmış tek fazlı bir üründür (Moldoveanu ve ark., 2011).

Uçucu yağların patojenlere karşı gösterdiği antimikrobiyal etkinlikler tek başlarına kullanılmalarında gösterdikleri etkinlikleri ile uçucu yağ karışımlarının gösterdiği etkiler kıyaslandığında, karışımların sinerjik etki göstererek antimikrobiyal etkinliklerinin daha yüksek olduğu yapılan birçok çalışmada bildirilmiştir. Nitekim, Türkmen ve Kaya (2016) tarafından yapılan çalışmada bitkilerden elde edilen uçucu yağların buhar fazları fungal etmenlerin misel gelişimlerini konsantrasyonlara bağlı olarak değişik oranlarda engellediğini tespit etmişlerdir. Defne uçucu yağı 7.5 μ l'de fungustatik etki gösterirken, 15 μ l'de fungusidal etki gösterdiği, rezene uçucu yağı ise 5.0 μ l konsantrasyonunda fungustatik etki gösterdiği görülürken, 7.5 μ l'de fungusidal etki gösterdiği tespit etmişlerdir. Bu bitkilerden elde edilen uygun karışımların *Sclerotinia sclerotiorum* patojenine karşı etkilerine bakılmış; defne ve rezene uçucu yağlarının uygun karışımlarından en etkili kombinasyonun 5.0 μ l'de fungusidal etki gösteren ($\frac{3}{4}$ Rezene uçucu yağı + $\frac{1}{4}$ Defne uçucu yağından) oluşan karışımdan elde edildiğini bildirmişlerdir.

In vitro koşullarda fungal hastalık etmeni *S. Sclerotiorum*'a karşı etkinliği ispatlanmış birçok uçucu yağ bulunmaktadır (Türkmen, 2015). Ancak temel sorun bu uçucu yağların *in vivo* koşullarda etkinliğinin gösterilip yaygınlaşmasını sağlamaktır. Uçucu yağların doğrudan hastalık yönetiminde kullanılması aşamasında bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Karanfil ve tarçın gibi bazı uçucu yağlar hariç birçok bitkiden elde edilen uçucu yağlar genelde sudan hafiftirler ve su ile homojen bir karışım meydana getirmezler. Bu durum uçucu yağların geniş alanlarda kullanımının önünde engeldir. Ayrıca uçucu yağların açık ve geniş alanlarda kullanılabilirdiği bir yöntem ve ticari bir ürün bulunmamaktadır. Uçucu yağların çözünürlüğünde karşılaşılan sorunun mikremülsiyon yöntemlerle giderilebilecek olmasının yanısıra, karışım olarak kullanılmasının patojen üzerine daha düşük konsantrasyonlarda daha yüksek antimikrobiyal etki göstermesi, ekonomik olarak daha az materyal kullanıldığından dolayı üreticiler açısından daha avantajlı olacağı düşüncesi çalışmanın anafikrini oluşturmuştur.

Bu alışmada Hatay florasında yaygın olarak yetişen defne, mersin ve rezene bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar, bunların karışımları ve bu karışımlardan elde edilen mikroemülsiyonların *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı antifungal aktivitesi *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. Çalışmada özellikle uçucu yağların su içerisinde homojen bir şekilde kalıcı olarak dağılmasını sağlamak üzere yöntem geliştirmek suretiyle uçucu yağların antimikrobiyal özelliğini kaybetmeden geniş alanlarda damlama sulama düzeneği gibi pratik uygulanabilirliği ve antimikrobiyal etkinliği *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırılmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Uçucu Yağ Çalışmaları

Charles ve Simon (1990), fesleğen bitkisinin uçucu yağ içeriği ve kompozisyonlarının belirlenmesi için ekstraksiyon metodlarını araştırdıkları çalışmada; farklı fesleğen türlerinin yaprak, çiçek ve gövdelerinden solvent ekstraksiyon, hidrodestilasyon ve buhar destilasyonu yöntemleriyle ekstrakte edilen uçucu yağlar; GC ve GC-MS'te analiz edilmiştir. Uçucu yağ oranı buhar destilasyonunda, hidrodestilasyon yöntemine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, uçucu yağ içeriği ve bileşiminin bitki türlerine ve bitki kısımlarına göre değiştiğini ve uçucu yağın içeriği en yüksek; *O. basilicum* için çiçeklerde ve *O. micranthum* için yapraklarda tespit etmişlerdir. Taze veya kuru örnekler kullanılarak ve 75-10 g arasında kuru bitki doku örnekleri kullanılarak elde edilen uçucu yağ veriminde ve ana bileşenlerde önemli bir fark gözlemlenmediğini de bildirmişlerdir. Solvent ekstraksiyon yönteminde, su veya buhar destilasyonundan daha az sayıda bileşen tespit edildiğini belirtmişlerdir.

Baratta ve ark. (1998), defne, adaçayı, biberiye, kekik ve kişniş uçucu yağlarının kimyasal bileşimi, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada, uçucu yağların temel bileşenleri GC-MS ile analiz edilmiş olup; 25 farklı bakteri ve fungus türü üzerine uçucu yağların etkinliğini test etmişlerdir. Uçucu yağların, test edilen tüm mikroorganizmalara karşı yüksek derecede inhibisyon aktivitesi gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Lucchesi ve ark. (2004), aromatik bitkilerden mikrodalga (SFME) ile uçucu yağların ekstraksiyonu ve geleneksel hidrodestilasyon yöntemi ile karşılaştırılması üzerine yaptıkları çalışmada, fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), bahçe nanesi (*Mentha crispa* L.) ve kekik (*Thymus vulgaris* L.) bitkilerinden SFME yöntemiyle 30 dakika boyunca ekstrakte edilen uçucu yağların, 4.5 saat boyunca geleneksel hidrodestilasyon ile elde edilenlere benzer şekilde kantitatif (verim) ve kalitatif (aromatik profil) olduğunu bildirilmişlerdir. Araştırmacılar, SFME yönteminin, daha fazla miktarda ve daha değerli oksijenli bileşik içeren uçucu yağ eldesi sağladığını; zaman, enerji ve bitki materyali bakımından da önemli miktarda maliyet tasarrufu sağladığını bildirmişlerdir.

Özcan ve Chalcat (2005), Türkiye’de yabani yetişen defne (*Laurus nobilis* L.) uçucu yağlarının bileşenleri üzerine farklı lokasyonların etkisini araştırdıkları çalışmada, Türkiye’nin yedi farklı bölgesinden (Hatay, Mersin (Büyükeceli-Gülner), Bursa, Sinop, Antalya (Alanya), Muğla, Mersin (Anamur)) toplanan defne örneklerinin uçucu yağ bileşenlerini tespit etmişlerdir. Kuru ağırlık bazında uçucu yağ oranı % 1.4-% 2.6 arasında değiştiğini ve ana bileşeni 1.8 sineol (% 51.73–68.48), diğer baskın bileşenleri ise α -terpinil asetat (% 4.04-9.87), sabinen (% 4.44-7.75), α -pinen (% 2.93-4.89), β -pinen (% 2.58-3.91), terpinen-4-ol (% 1.33-3.24) ve α -terpineol (% 0.95-3.05) olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, defne uçucu yağlarının 1.8 sineol içeriğinin, diğer bileşenlerinden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Sefidkon ve ark. (2006), kurutma ve ekstraksiyon yöntemlerinin *Satureja hortensis*’in uçucu yağının verimine ve bileşenlerine etkisini araştırdıkları çalışmada, İran’da yetiştirilen *Satureja hortensis*’in anten kısımlarını, tam çiçeklenme döneminde toplamış ve üç farklı kurutma yöntemiyle (güneşte kurutma, gölgede kurutma ve 45 °C’de fırında kurutma) kurutmuşlardır. Her bir kurutma sonucu uçucu yağlar bitkiden hidrodestilasyonla elde etmişlerdir. İstatistiksel analiz sonucunda, fırında kurutulmuş örneğin yağ oranıyla (w/w) (% 1.06), gölgede kurutulmuş (% 0.94) ve güneşte kurutulmuş (% 0.87) örnekler arasında anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir. Gölgede kurutulmuş numunenin hidrodestilasyon ile elde edilen uçucu yağ oranının (% 0.94), buharla damıtılandan (% 0.27) daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Karvakrol (% 46.0-48.1) ve γ -terpinen (% 37.7-39.4) ana bileşen olmak üzere farklı kurutma yöntemlerinde *S. hortensis*’in yağında 23 bileşen tanımlandığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Kan ve ark. (2006), farklı koşullarda yetiştirilen rezene tohumlarının uçucu yağ bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada, farklı gübre ve dozlarının rezenenin uçucu yağ verim ve bileşenleri üzerine etkisi incelemişlerdir. GC ve GC/MS analizleri sonuçlarına bakıldığında; ana bileşenlerinden trans-Anetolün % 60.6-87.0, Anisaldehitin % 6.1-21.3, Estragolün % 3.2-11.7, α -Fenchonun % 0.7-3.2, Limonenin % 0.3-2.5, Karvonun % 0.3-1.0 ve cis-Anetolün % 0.2-0.9 aralığında bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Wannes ve ark. (2007), kuzey Tunus’ta yetişen iki *Myrtus communis* L. (var. *italica* ve *baetica*) çeşidinin uçucu yağ kompozisyonunu inceledikleri çalışmada, yaprak, meyve ve gövdedeki uçucu yağ oranının değiştiğini bildirmişler; yapraklarda *italica* için % 0.5,

baetica için ise % 0.3 değerlerinde meyve (sırasıyla % 0.1 ve % 0.04) ve gövdeye (sırasıyla % 0.07 ve % 0.03) göre daha yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Uçucu yağ analizi GC ve GC-MS'te gerçekleştirilmiş; yapraklarda monoterpenlerin çoğunlukla bulunduğunu, italica için α -pinen % 51.3, baetica için ise % 27.7 olduğunu bildirmişlerdir. 1.8-sineol'un ise meyve ve gövdelerde italica ve baetica için sırasıyla % 31.6 ve % 31.7; % 19.8 ve % 25.8 ana bileşen olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Wenqiang ve ark. (2007), süperkritik karbondioksit (SFE) ve diğer üç geleneksel ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen karanfil uçucu yağlarının karşılaştırılması üzerine yaptıkları araştırmada sıcaklık (30 °C, 40 °C, 50 °C), basınç (10 MPa, 20 MPa, 30 MPa) ve partikül büyüklüğü (üç derece indeksi) gibi farklı parametrelerin ekstraksiyon verimi ve eugenol içeriği üzerine etkisi üç seviyeli ortogonal dizi tasarımı kullanılarak incelemişlerdir. Deneysel sonuçların, sıcaklığın ekstraktların eugenol içeriği üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu ve partikül boyutunun yağ verimi üzerinde maksimum etkiyi gösterdiğini bildirilmiştir. Ekstraktlardaki % 19.56 verimde, 10 MPa basınçta ve 50 °C'lik bir sıcaklıkta karanfil tomurcuklarından elde edilen uçucu yağın maksimum eugenol içeriğinin % 58.77 olduğunu bildirmişlerdir. Karanfil uçucu yağında 23 bileşen tespit edilerken; farklı yöntemlerle elde edilen karanfil uçucu yağı bileşiminin çoğunlukla benzer olduğunu, ancak tanımlanan bileşiklerin relatif konsantrasyonunun görünüşte farklı olduğunu belirtmişlerdir. Farklı yöntemlerle elde edilen karanfil uçucu yağlarının genel özellikleri karşılaştırıldığında; SFE'nin, yüksek kalitede karanfil uçucu yağı elde etmek için uygulanan dört yöntem arasında optimum yöntem olarak kabul edilebileceği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Kılıç (2008), yaptığı çalışmada uçucu yağ elde etme yöntemlerini incelemiştir. Destilasyon yöntemi (su, buhar, vakum destilasyonu), ekstraksiyon yöntemi (çözücü ekstraksiyonu, süperkritik sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga ekstraksiyonu, sıkıştırılmış çözücü ekstraksiyonu, katı faz mikroekstraksiyon) ve çok yönlü ekstraksiyon yöntemleri, mekanik yöntem (presleme) olmak üzere farklı şekillerde uçucu yağ elde edildiğini belirten araştırmacı; su destilasyonu, ekstraksiyon ve preslemenin yaygın olarak kullanıldığını ifade etmiştir. Süperkritik sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga ekstraksiyonu ve katı-faz mikroekstraksiyonu gibi yöntemlerin de son yıllarda uygulanan modern yöntemler olduğu belirtilmiştir. Klasik destilasyon ve ekstraksiyon yöntemlerinin ile nicel

olarak daha fazla uçucu yağ elde edilmesine imkan tanınmasına rağmen nitelik olarak çok iyi olmayan sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. Mikrodalga ekstraksiyonu ve katı-faz mikroekstraksiyonu gibi modern yöntemlerin ise nitelik olarak iyi sonuçlar verdiğini fakat ekonomik maliyetli olduğunu ifade eden araştırmacı; modern yöntemlerin, daha kısa sürede sonuç vermesi, daha az çözücü madde kullanılması, çevreye yaptığı olumlu katkı, nitelikli sonuçlar vermesi ve istenildiğinde tek bir uçucu madde üzerinde yoğunlaşabilme imkânı vermesi açısından avantajlı olduğunu bildirmiştir.

Mulas ve Melis (2011), mersin (*Myrtus communis*) yapraklarından çıkarmış oldukları uçucu yağın kompozisyonunu incelemişlerdir. Dokuz çeşit mersin uçucu yağ verimi ve kompozisyonu 2 mevsim (ilkbahar ve kış) boyunca takip ettikleri çalışmada, uçucu yağlar. Araştırmacılar, kuru yaprak uçucu yağ veriminin toplanma yılına ve mevsime göre 0.6 ila 10.7 g/kg değerlerinde değiştiğini bildirmişlerdir. Uçucu yağların ana bileşenlerinin a-pinen; limonen, 1.8-sineol, Linalool, Geranil-asetat olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak; araştırmacılar az yağ verimine rağmen, kışın hasat edilen yaprakların uçucu yağının, ilkbahardaki yağlara oldukça benzer bir uçucu yağ bileşimi gösterdiğini bildirmişlerdir.

Coelho ve ark. (2012), süperkritik karbondioksit ile aromatik bitkilerden uçucu yağ ekstraksiyonu ve modellemesi üzerine yaptıkları çalışmada. Pennyroyal (*Mentha pulegium* L.), rezene tohumu (*Foeniculum vulgare* Mill.), kişniş (*Coriandrum sativum* L.), savory (*Satureja fruticosa* Béguinot), winter savory (*Satureja montana* L.), pamuk lavanta (*Santolina chamaecyparissus*) ve kekik (*Thymus vulgaris*) bitkilerinin uçucu yağları süper kritik akışkan ekstraksiyon (SFE) yöntemiyle elde etmişlerdir. Hidrodistilasyon (HD) ile SFE yağları arasındaki en büyük farkın, kekik ve winter savoryden elde edilen uçucu yağlarda, önemli biyolojik özelliklere sahip olan oksijenli bir monoterpen olan timokinonun bulunması olduğunu tespit etmişlerdir.

Kaya ve Ergönül (2015), yapmış oldukları çalışmada uçucu yağ elde etme yöntemlerini araştırmışlardır. Bu yöntemlerin; destilasyon (su, buhar, hidrodifüzyon, mikrodalga destekli destilasyon, fraksiyonlu destilasyon, vakum destilasyonu ve moleküler destilasyon), presleme, ekstraksiyon yöntemleri (çözücülerle ekstraksiyon, süperkritik sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga ekstraksiyonu, mikrodalga buhar difüzyonu, katı faz mikroekstraksiyon) ve çok yönlü ekstraksiyon yöntemleri olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Farklı uçucu yağ elde etme yöntemlerinin elde edilen uçucu yağ

miktarı ve uçucu yağların kimyasal bileşimi üzerine etkilerinin farklı olduğu ifade etmişler; süperkritik sıvı ekstraksiyon yönteminin diğer yöntemlere kıyasla ekstraksiyon veriminin yüksek olması, çevreye dost olması, toksik çözücü içermemesi nedeniyle daha çok tercih edildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, çözücü ekstraksiyonunun toksik etkiye sahip olması sebebiyle pek tercih edilmediğini ifade etmişler, klasik destilasyon yöntemlerinden biri olan su destilasyonun ise süperkritik sıvı ekstraksiyon yöntemi kadar kullanıldığı da bildirmişlerdir.

Tadtong ve ark (2015), aromaterapi reçetesi için dört uçucu yağın karışımının kimyasal bileşenlerini araştırmışlardır. Araştırmacılar formülasyonu; biberiye, okaliptüs, , çamı ve ıhlamur uçucu yağları (hacim oranı 6:2:1:1) ile oluşturmuşlar; uçucu yağların kimyasal bileşimi tek tek ve karışım olarak tespit etmişlerdir. Karışım uçucu yağların en önemli beş bileşenini 1.8-Sineol (% 35.6), α -Pinen (% 11.1), Limonen (% 9.6), Kafur (% 8.4) ve Kampen (% 6.6) olarak tespit etmişlerdir. Biberiye uçucu yağının ana bileşenleri 1.8-Sineol (%37.3), α -Pinen (%19.3), Kafur (%14.7), Kampen (%8.8), okaliptüs uçucu yağında 1.8-Sineol (% 82.6), Limonen (% 7.4), o-Cymene (% 4.3), γ -Terpinen (%2.7) ve α -Pinen (% 1.5); çam uçucu yağında Terpinolen (% 26.7), α -Terpineol (%20.50), 1-terpineol (% 10.8), α -Pinen (% 6.0) ve γ -terpineol (% 5.3); ve ıhlamur uçucu yağında Limonen (% 62.9), γ -Terpinen (% 11.5), α -Terpineol (% 7.6), Terpinolen (% 6.0) ve α -Terpinen (% 2.8) olarak tespit etmişlerdir.

Yaman ve Kuleaşan (2016), uçucu yağ elde edilmesinde gelişmiş ekstraksiyon yöntemlerini araştırmışlardır. Klasik ekstraksiyon yöntemlerinin uygulama süresinin uzun olması, çok miktarda organik solvent kullanılması ve çevreye verdiği zararlar olduğunu bildiren araştırmacılar; yeni ekstraksiyon yöntemlerine gerek olduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısıyla basınçlı solvent ekstraksiyonu (BSE), mikrodalga destekli solvent ekstraksiyonu (MSE), süperkritik akışkan ekstraksiyonu (SAE), ultrason destekli ekstraksiyon (UE) yöntemleri üzerinde durmuşlardır. Araştırmacılar, dünya pazarında daha iyi bir yere sahip olabilmek için; uçucu yağ eldesinde, kısa süreli, kullanılan solvent ihtiyacı az olan, çevreye zarar vermeyen ve verim artışı sağlayan gelişmiş ekstraksiyon yöntemlerinin uygulanması ve yaygınlaştırılmasının önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Dejam ve Farahmand (2017), İran'ın güneyinden alınan mersin (*Myrtus communis* L.) yapraklarının uçucu yağ içeriğini incelemişlerdir. Araştırmacılar, yapraklardan uçucu yağı, hidrodestilasyon yöntemiyle 2 saatte elde etmişler ve uçucu yağ oranını % 0.35

olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada toplamda 44 bileşen belirlemişlerdir. Ana bileşenleri ise 1.8-Sineol (% 26.91), α -Pinen (%2 2.02), Linalool (%12.74), Linalil asetat (% 8.64), α -Terpineol (% 8.29) ve α -Terpinil asetat (% 4.58) uçucu yağın ana bileşenleri olarak belirlenmiştir. Limonen içeriği % 0.73 olarak tespit etmişlerdir.

Danila ve ark. (2018), mikrodalga ve klasik hidrodestilasyon ile elde edilen *Lavandula angustifolia* uçucu yağlarının karşılaştırması üzerine yaptıkları çalışmada, ekstraksiyon verimini, klasik hidrodestilasyonla elde edilen uçucu yağ için % 0.13 ve mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde edilen uçucu yağ için % 0.60 olmak üzere iki yöntemde farklı bulmuşlardır. Lavanta uçucu yağının bileşenlerini karakterize etmek ve karşılaştırmak için GC-MS kullanmış olup; klasik hidrodestilasyon yöntemiyle % 99.20 verimle elde edilen 44 bileşen tespit ederlerken, mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemiyle ise % 99.33 verimle 46 bileşen belirlemişlerdir. Elde edilen uçucu yağların temel bileşeni linalool olarak tespit ederlerken ikincil bileşenlerin yöntemler arasında tamamiyle farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Todorovska ve ark. (2018), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) tohumunun uçucu yağının bileşimini araştırdıkları çalışmada hidrodestilasyon ile elde ettikleri uçucu yağları, gaz kromatografisi (GC) ve gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC-MS) ile analiz etmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada uçucu yağ oranını, % 1.61 olarak belirlerken, tespit edilen toplam pik alanlarının % 98'ini oluşturan 14 adet bileşen olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bir fenilpropanoid olan trans-Anethole' un (% 91.4), ana bileşen olduğunu belirtirken, Limonen'in (% 5.1) ile en fazla bulunan ikinci bileşen olduğunu tespit etmişlerdir.

2.2. Mikroemülsiyon Çalışmaları

Benthin ve ark. (1999), tıbbi bitkilerin basınçlı sıvı ekstraksiyonu (PLE) konusunu incelemişlerdir. Seçili bitkilerden elde edilen PLE özleri, ilgili bitki bileşenlerinin verimi, ekstraksiyon süresi ve çözücü tüketimi bakımından, Pharmacopoeia monograflarına göre elde edilen özütlerle karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar sonuçları değerlendirdiğinde; tüm durumlarda zaman ve çözücüler açısından önemli ekonomik verim elde edildiğini,

analitlerin ekstraksiyon verimlerinin ise eşdeğer ya da daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Mihaly ve ark. (2007), iyonik olmayan yüzey aktif içeren (Brij 30 ve Triton X 114) misel sistemlerinde, anyonik sülfoneftalein tipi (bromtimol mavisi, BTB) anyonik boyanın moleküler prob (marker) olarak test edilmesini araştırdıkları çalışmada, misel sistemlerinde ve mikroemülsiyonlar hakkında yararlı bilgiler sunan UV-VIS absorpsiyon spektrometresini kullanmışlardır. Araştırmacılar, seçili bu gibi sistemlerin incelenmesinin, faz geçişlerini anlamak açısından yararlı olabileceğini belirtmiş; yüzey aktif maddenin yağ fazı içerisindeki suyun ya da su fazı içerisindeki yağın çözünmesini, yüzey aktif maddenin mikroemülsiyonlardaki rolünü ve tipini anlamak açısından yararlı bilgiler de sunacağını bildirmişlerdir.

Ogasawara ve Yamaguchi. (2009), yüzey aktif madde kullanılmaksızın suda çözünebilen uçucu yağ emülsiyonu üretme konusunda yaptıkları çalışmada, belirtilen uçucu yağın üretim metodu, uçucu yağın alkali bir çözelti içerisinde 3000-20000 rpm'de santrifüjü sonrası emülsifikasyon pH'ının 9-13 arasında olması şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmada, limon uçucu yağını; alkali çözelti olarak da alkali iyonize su kullanmışlardır. Belirtilen uçucu yağ ve çözelti santrifüj etmişler, ve daha sonra elde ettikleri uçucu yağ emülsiyonu, 90 gün boyunca 25 °C'de kapalı bir kapta muhafaza etmişlerdir. Sonuçlara bakıldığında emülsiyonda herhangi bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir.

Margulis-Goshen ve ark. (2010), uçucu mikroemülsiyonlardan organik nanoparçacıkların oluşumu üzerine yaptıkları çalışmada, uçucu bir çözücü (propilparaben) içeren su içinde yağ mikroemülsiyonundan çözücünün buharlaşmasını sağlayarak ve sprey kurutma işlemi uygulayarak nanopartiküllere dönüşüm işlemini gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen tozun berrak bir şekilde suda kolayca dağılabildiği ve yüksek oranda propilparaben içeren nanopartiküllerle istikrarlı bir dispersiyon sağladığı bildirmişlerdir. Tozun su içinde dağılmasından sonra hızlı bir şekilde büyük kristallerin oluşumunun, polivinilpirolidon (PVP) ilavesi ile önlendiğini tespit etmişlerdir. X-ışını kırınımı, propilparabenin, 40-70 nm'lik nanokristaller olarak bulunduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Date ve ark. (2010), kendiliğinden nanoemülsifiye edici ilaç gelişimindeki uygulamaları, ilerlemeleri ve öngörülerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar,

kendiliğinden nanoemülsifiye edici ilaç sistemlerini (SNEDDS) yaklaşık 200 nm veya daha az boyuta sahip; hafifçe karıştırılıp su ile seyreltildiğinde kendiliğinden su içinde yağ nanoemülsiyonu oluşturan; yağ, yüzey aktif maddesi ve yardımcı emülgatörden oluşan susuz homojen sıvı karışımlar olarak tanımlamışlardır. Fizikokimyasal özelliklerin, ilaç çözünme kapasitesi ve fizyolojik karakterin SNEDDS bileşenlerinin seçimini önemli ölçüde belirleyeceğini bildirmişlerdir. SNEDDS, hidrofobik ilaçların oral biyo yararlanımını birkaç mekanizma ile geliştirebileceğini belirterek; sıvı SNEDDS'nin katı oral dozaj formlarına veya katı SNEDDS'ye dönüşümünün sağlandığı bildirmişlerdir. Araştırmacılar, katı SNEDDS' nin hastaya daha iyi uyum sağlayabildiği ve sıvı SNEDDS ile doldurulmuş kapsüller ile ilgili sorunları en aza indirebileceğini belirtmişlerdir.

Dantas ve ark. (2010), güncel uygulamalar için yeni bir propolis mikroemülsiyon sistemlerinin gelişimi üzerine yaptıkları çalışmada; basınçlı bir aerosol formülasyonu olarak uygulanacak arı propolis etanolik ekstraktı (PEE) içeren yeni bir MES (Mikroemülsiyon sistemleri) elde etmişlerdir. Bunun için mikroemülsiyon sınırlarını karakterize etmek ve ayrıca sürfaktant olarak Tween 80 ve co-sürfaktant olarak az miktarda etil alkol içeren PEE-MES sisteminin Winsor IV mikroemülsiyon bölgesini tanımlamak için faz diyagramlarını kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda, en iyi MES'in, O/W mikroemülsiyon bölgesinde geniş bir yayılma sağladığı için Tween 80'den ve etil alkolden C/S (ko-yüzey aktif madde/yüzey aktif madde) oranının 1.0' a eşit olduğu Me'den elde edildiğini bildirmişlerdir. Arı propolisinin yağ fazı olarak oluşturdukları PEE-MES formülasyonunu burada ağız ve boğaz enflamatuvar enfeksiyonlarını tedavi etmede yüzeye uygulanan kullanımlar (PEE-MES spreyleme) için tasarlamışlardır. Propolisin ağız boşluğundan izole edilen bakteriler üzerindeki etkilerini incelediklerinde *Staphylococcus mutans* ve *Lactobacillus* sp. en tutarlı sonuçları verdiğini, ardından bunları *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus epidermidis* takip ettiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada PEE-MES formülasyonunun *Staphylococcus aureus* Gram pozitif bakterilerine karşı etkili olduğunu tespit etmişlerdir. PEE-MES'in bakterisit aktivitesi, burada hem PEE'de hem de PEE-MES'de tanımlanan çeşitli bileşenlerin, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile kombine etkisi ile korele olduğunu ayrıca PEE ve mikroemülsiyon formülasyonu PEE-MES'den elde edilen HPLC analizlerinde, tespit edilen bileşenlerin oldukça benzer olduğunu belirtmişlerdir.

Moldoveanu ve ark. (2011), yağ içinde su mikroemülsiyonlarının spektral ölçümüne dayanan nanometrik ölçekte etkisini incelemişlerdir. Çalışmada misellerin ve spektral metodlar kullanılan mikroemülsiyon sistemlerinin dinamik ve yapısal etkilerini ortaya koymak için moleküler VIS prob olarak brom timol mavisi kullanmışlardır. Araştırmacılar, moleküler prob tekniğinin, misellerde, ters misellerde ve mikroemülsiyonlarda dinamik, yapısal ve boyut etkisini incelemek için UV-VIS moleküler absorpsiyon problemlerini kullandığını bildirmişlerdir. Bunun yanında spektroskopi tekniğinin spektral kaymalara neden olan boyut etkisini ortaya koymak için de iyi bir teknik olduğu belirtmişlerdir.

Rao ve McClements (2011) yapmış oldukları çalışmada, kararlı bir uçucu yağ mikroemülsiyonları, nanoemülsiyonları ya da emülsiyonları oluşturmak için kompozisyon ve hazırlama yönteminin etkisini araştırmışlardır. Uçucu yağ olarak limon, yüzey aktif bileşen olarak da Tween 80 kullanmışlardır. Yüzey aktif madde/yağ oranına (SOR) bağlı olarak ve basit ısıtma işlemi uygulanarak (90 °C, 30 dk) farklı kolloidal dispersiyonlar oluşturmuşlardır. Örneklerin bulanıklıkları karşılaştırıldığında; ısıtma işlemi olmadan, tüm örneklerin opak olduğunu ve karıştırmadan sonra örneklerin yüksek bulanıklık değerlerine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Bunun yanı sıra gece boyunca depolandıktan sonra örneklerin faz bulanıklığı sergilediğini, bulanık bir serum tabakasının üzerinde opak bir krem tabakası oluştuğunu belirtmişlerdir. Ancak ısıtma işleminden sonra, Tween 80 konsantrasyonuna bağlı olarak sistemlerin görünüm ve stabilitesinde belirgin bir değişiklik olduğunu bildirmişlerdir. Ağırlıkça % 0.5-10 arası Tween 80 kullanılan ve ısıtma işlemine maruz kalan sistemlerin optik olarak opak kaldığını yüksek bir bulanıklığa sahip olduğunu belirtmişlerdir. % 10-13 arası Tween 80 kullanılması bulanıklığı belirgin bir biçimde azalttığını; % 13-19 arası Tween 80 kullanılmasıyla da bulanıklığın düştüğünü ve sabit kaldığını tespit etmişlerdir. Buna karşılık % 20-23 arası Tween 80 kullanılmasıyla da bulanıklığın arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, % 20-23 arası Tween 80 içeren sistemlerin gece boyunca depolandıktan sonra saydam hale geldiğini, tespit etmişlerdir.

Karadağ ve ark. (2013), Quercetin, nanoemülsiyon şartlarını optimize etmek için tepki yüzeyi metodolojisini kullandıkları çalışmada; Limonen uçucu yağı içeren kararlı emülsiyon formülasyonları üretmek için Tween 80-Span 20 karışımından oluşan emülgatörler (1.1 ağırlık oranı) ve su fazı yüksek hızlı homojenizasyon kullanarak

psödodoternör faz ile belirlemişlerdir. Daha sonra Qt oranını sabit tutarak (0.25 %, w/w), yağ (10–20 %, w/w), emülgatör (5–15 %, w/w) ve konsantrasyonlarının yanı sıra homojenizasyon basıncının (52–187 MPa) partikül boyutları ve emülsiyon stabilitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Deneysel veriler ile partikül büyüklüğü için 0.9171'lik çoklu regresyon katsayısına (R^2) sahip ikinci dereceden bir polinom modeline uygun şekilde sığabileceğini tespit etmişlerdir. Regresyon katsayısı değerlerini depolama sırasında damlacık büyüme oranı için 0.8545 ve Qt stabilitesi için 0.7795 olarak bildirmişlerdir. Modele göre partikül büyüklüğünü etkileyen ana faktörler arasında basınç, emülgatör ve yağ konsantrasyonları arasında etkileşimler olduğunu tespit etmişlerdir. Basınç, yağ konsantrasyonu ve emülgatörler ile yağ konsantrasyonları arasındaki ve basınç ile emülgatör konsantrasyonu arasındaki etkileşim terimleri damlacık büyüme oranının üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Nanoemülsiyonlardaki Qt stabilitesine bakıldığında ise sadece yağ konsantrasyonu ve yağ emülgatör konsantrasyonları arasındaki etkileşim terimlerinin önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada aynı zamanda nanoemülsiyonlara Qt yüklemesinin sistemdeki yağ: emülgatör oranına bağlı olarak parçacık boyutlarını ve emülsiyonların stabilitesini önemli ölçüde etkileyebileceğini tespit etmişlerdir.

Polychniatou ve Tzia (2013), *Laurus nobilis* (defne yaprağı) uçucu yağının, zeytinyağı mikroemülsiyonlarının formülasyon, oksidatif stabilite ve duyu özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada, yüzey aktif madde olarak Tween 20 kullanılmışlardır. Yağ/Su/Yağ emülsiyonları iki aşamalı olarak hazırlamış; ilk aşamada defne yaprağı uçucu yağı, Tween 20 ve su (30: 5: 65), 20 dakika boyunca 35 °C'de 12000 rpm'de CAT Unidrive 1000 yüksek hızlı homojenizatör kullanılarak karıştırmış, ikinci aşamada bu hazırlanan emülsiyonlar zeytin yağı ile homojenize etmişlerdir. Değişik oranlarda zeytinyağı, Tween 20 ve anlatılan emülsiyon ile çeşitli mikroemülsiyonlar hazırladıkları çalışmada, nihai mikroemülsiyonları, 50 °C'de 15 gün boyunca saklamışlardır. Sonuçlara bakıldığında araştırmacılar emülsiyon oranının artışıyla (PE) damlacık boyutunun ve Z-potansiyelinin arttığını bildirmişlerdir. Depolama sırasında bütün uçucu bileşenlerinde azalma olduğu görülmüştür. Sabinen ve limonen, depolama koşullarına karşı oldukça duyarlıyken, β -pinen ve β -myrcene'in dirençli olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Hem emülsiyonları oluşturan bileşenlerin kompozisyonunun hem de depolama süresinin emülsiyonların uçucu bileşenlerinin

konsantrasyonunu önemli ölçüde etkilediğini bildirirlerken, bunun yanında, peroksit değeri ölçülerek defne yaprağı uçucu yağı ile hazırlanan emülsiyonunun (PE) eklenmesinin mikroemülsiyonların oksidasyon kararlılığını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Eid ve ark. (2014), yapmış oldukları çalışmada Swietenia yağı içeren self-nanoemülsifiye sistemlerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, bu sistemlerin iltihaplanmayı önleyici etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada Swietenia yağı için geliştirilen self-nanoemülsifiye sistemlerini, üçlü faz diyagramlarını; noniyonik yüzey aktif maddeleri olarak da Labrasol®, Tween 20, Capmul® ve Labrafil® kullanılmışlardır. Swietenia yağı içeren self-nano emülsifiye edici formülasyonları, yağın farklı yüzey aktif maddeleri ile karıştırarak hazırlamışlardır. Self-nanoemülsifiye sistemlerinin yağ/yüzey aktif madde oranlarına ve yüzey aktif madde fazının özelliklerine karşı hassas olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Self-nanoemülsifiye edici formülasyonlar, Tween 20 sürfaktanlar karışımına ilave edildiğinde önemli ölçüde iyileştirildiğini ve daha iyi, self-nanoemülsifiye edici özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Tween 20'nin hidrofilik yüzey aktif madde (% 20 ila % 50) olarak formülasyonlara eklenmesinin, yağ damlacıklarının boyutunu düşürdüğünü; bu yüzey aktif maddenin yüksek viskozitesinin olması nedeniyle emülsifikasyon süresinin de arttığını tespit etmişlerdir.

Mihaly ve ark. (2014), yapmış oldukları çalışmada silika mikroemülsiyon formülasyonu ve nanodroplet tipi ve büyüklüğünü tahmin etmek için sistematik metodoloji üzerine yaptıkları çalışmada, iyonik olmayan bir yüzey aktif madde (Brij 30) ve farklı silika öncüleri (MTEOS, TEOS, PTEOS) kullanılarak mikro heterojen sistemlerdeki üçlü faz diyagramlarını çizmişlerdir. Faz diyagramlarından elde edilen bilgiler ışığında yağ içinde su mikroemülsiyonundan su içinde yağ mikroemülsiyonuna geçiş noktası araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur. Araştırmacılar, Winsor sınıflandırmasına göre dört çok fazlı alanın olduğunu belirtmişlerdir. Aşırı miktarda yağ varlığında, su içinde yağ (O/W) mikroemülsiyonunun, bir üst yağ sürekli fazı ile birlikte bulunduğunu ve Winsor-I tipinin oluştuğunu (WI, iki faz (O/W, O)) Winsor-II fazında ise fazla su ile birlikte, yağ içinde su fazının sulu sürekli fazla birlikte bulunduğunu (WII, iki faz (W/O, W)) bildirmişlerdir. Winsor III tipinde (WIII), mikroemülsiyonun (me) hem fazla sulu fazla hem de organik fazlarla (W, me, O) ve Winsor IV tipinde (W/O, O/W) dengede olduğu üç fazın olduğunu veya her ikisi de), sadece bir mikroemülsiyon fazının

oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra araştırmacılar, düşük yüzey aktif madde konsantrasyonları için su-yağ arayüzündeki moleküllerin sayısının az olmasının; damlacıkları oluşturma ve stabilize etme kapasitesini azaltacağını bildirmişlerdir.

Zhao ve ark. (2015), lipofilik ilaçlar için taşıyıcı olarak yüksek oranda esansiyel yağ içeren yeni, kendiliğinden nano-emülsifiye edici ilaç dağıtım sistemleri geliştirmek ve optimize etmek üzerine yaptıkları çalışmada bileşimin bir fonksiyonu olarak çözünürlük ve damlacık boyutunu incelemişler ve kendi kendine emülsiyonlaşma bölgelerini tanımlamak için üçlü bir faz diyagramı oluşturmuşlardır. Optimize edilmiş SNEDDS formülasyonu 50:30:20 (v/v) oranında limon esansiyel yağı, Cremophor RH40 (sülfaktant) ve transcutol HP'den (co-sülfaktant) oluşturduğunu bildirmişlerdir. Model ilaç olarak ibuprofeni seçmişlerdir. Damlacık büyüklüğü zeta potansiyeli ve ilaç yüklü stabilite optimize formülasyonları belirlemişlerdir. SNEDDS'nin stabilitesinin üçlü durdurma/çözme döngüsü ve 4 °C ile 25 °C'de 3 ay depolandıktan sonra kanıtlandığını bildirmişlerdir. Optimize edilmiş SNEDDS'nin *in vitro* ilaç salım çalışmaları İbuprofen süspansiyonuna kıyasla ilaç salınımında ve salım hızında önemli bir artış olduğunu (% 80'e karşılık 2 saat içinde yaklaşık % 40) ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak bu SNEDDS formülasyonlarının lipofilik ilaçların biyoyararlanımını arttırmak için kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

Xavier-Junior ve ark. (2016), biyoaktif doğal yağları içeren mikroemülsiyonları (ME) incelemişlerdir. Araştırmacılar, doğal yağların sağlık üzerine olumlu etkilerinin olması yanında ilaç, tarım, gıda, sıhhi ve kozmetik endüstrilerinde de kullanılabileceğini belirtmişler; biyoaktif doğal yağlara olan ilginin, pek çok hastalığı önleme ve tedavi etme yönündeki büyük potansiyeli nedeniyle arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca kararsız bileşikler erken bozunmadan koruduğu, çözünürlüğü arttırdığı ve bu nedenle zayıf biyolojik olarak kullanılabilir bileşiklerin biyoyararlanımını arttırdığını belirtmişlerdir. Doğal yağların, ekstraksiyon varyasyonlarına, bitkinin bulunduğu yere, toprağın değişimine ve mevsimsel değişikliklere göre sıklıkla farklı kompozisyonlar gösterdiğini ve bu durumun da, yağın veya taşıyıcılarının biyo-absorpsiyonunda büyük bir değişiklik yarattığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yapmış oldukları çalışmada, son birkaç yılda, doğal yağ ürünlerinden biyoaktif bileşikler içeren yeni ME sistemlerinin formülasyonu ile ilgili birçok çalışma yapıldığını bildirmişler; bu tür çalışmaların, ümit verici olduğunu

ve aynı zamanda potansiyel uygulamalarla tıbbi ve sağlık araştırmalarında yenilikçi bir yaklaşım olduğunu ortaya koymuşlardır.

Nasr ve ark. (2016), Irbesartan (IRB) and Olmesartan (OLM) için; kendiliğinden nanoemülsifiye edici ilaç sistemlerinin (SNEDDS) fizikokimyasal özellikleri ve faz davranışı üzerine yağ, sürfektan ve ko-sürfektanın etkilerini araştırdıkları çalışmada, hem IRB hem de OLM için iyi çözünme kapasitesine sahip uygun SNEDDS bileşenlerini bulmak amacıyla her iki ilacın doyma çözünürlüğü farklı yağlarda (Gelucire 44/14, Lauroglycol FCC, *Labrafac lipofil* WL 1349, Capryol 90, Labrafil M 1944 CS, Miglyol 812, Miglyol 818, Miglyol 829, Maisine 35-1, Acı badem yağı, Hint yağı, Zeytinyağı, Pamuk tohumu yağı, Arachis yağı ve Oleik asit), sürfaktanlar (Cremophor RH 40, Cremophor S 9, Labrasol, Tween 20, Tween 40, Tween 60, Tween 80, Span 20 ve Span 80) ve ko-sürfaktanlar (Transcutol HP, PEG 200, PEG 400, PEG 600, Propilen glikol ve Gliserin) kullanılarak çalkalama şişe yöntemi kullanılarak gerçekleştirmişlerdir.

Yan ve ark. (2017), süper hidrofilik cam kaplama materyali üzerine yapmış oldukları çalışmada, değme açısının bu kaplama ile oldukça yakın ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Substrat yüzeyine ve süper hidrofilik tabakaya bağlantılı olan TEOS (Tetraetilortosilikat) ve etkili bileşeni 2-[asetoksi (polietilenoksi) propil] trietoksisilan (SIA) kaplamada hidrofobik ara yüzey olarak kullanmışlardır. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda TEOS ile kaplanan cam yüzeylerde değme açısını araştırmışlardır. Araştırmacılar, artan TEOS konsantrasyonu, SIA kaplamasının daha sert bir hal aldığını ve SIA konsantrasyonunun su değme açısını etkilediğini belirtmişlerdir. Konsantrasyonun % 2.5'tan büyük olduğu durumda değme açısının 10°C'den düşük olduğu ve yüzeyin süper hidrofilik hale geldiğini bildirmişlerdir.

Dong ve ark. (2017) nem uzaklaştırma cihazının modellenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, değme açısını nemin uzaklaşma performansı ile ilişkilendirerek; değme açılarının etkisinin bu modelleme sayesinde doğru bir şekilde tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, değme açısının 85 °C'den 5 °C'ye düşmesiyle nemin uzaklaşma oranının 2.0 g/kg'dan 2.6 g/kg'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Bunun yanında, değme açıları 85 °C'den 5 °C'ye düşerken ortalama film kalınlığı da 0.952 mm'den 0.889 mm'ye düştüğünü, değme açısındaki azalmanın, katı-sıvı ara yüzey gerilimindeki düşüş anlamına geldiğini ve düşen filmin büzülmesini azalttığını tespit etmişlerdir.

2.3. Antimikrobiyal Aktivite Çalışmaları

Mitsch ve ark. (2004), broiler tavuklarının bağırsaklarında bulunan *Clostridium perfringens*'in çoğalması üzerine uçucu yağların iki farklı karışımının etkisini araştırdıkları çalışmada, yemle karıştırılmış uçucu yağlar ve negatif kontrol grubuyla beslenen tavukların bağırsağındaki ve dışkıdaki patojeni kontrol etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, uçucu yağ bileşenlerinin belirli karışımlarının, piliçlerin bağırsaklarındaki *Clostridium perfringens* kolonizasyonunu ve çoğalmasını kontrol edebileceğini ve bu nedenle *Clostridium perfringens* ile ilgili sorunların önlenmesinde uçucu yağların yardımcı olabileceğini tespit etmişlerdir.

Soylu ve ark. (2005), hasat sonrası hastalık etmeni olan *Penicillium digitatum* üzerinde uçucu yağların antifungal etkilerini inceledikleri çalışmada, kekik (*Origanum syriacum* var. *bevanii*), rezene (*Foeniculum vulgare*), Artemisia (*Artemisia annua*), defne (*Laurus nobilis*) ve lavantadan (*Lavandula stoechas* subsp. *stoechas*) elde edilen uçucu yağların antifungal aktivitelerini; Türkiye'de yeşil küf patojeni *Penicillium digitatum*'a karşı test etmişler. Araştırmacılar, uçucu yağların farklı konsantrasyonlarını konidial çimlenme ve çim tüp gelişimi üzerinde *in vitro* olarak tespit etmişlerdir. Sonuçlara bakıldığında, *O. syriacum* ve *F. vulgare* uçucu yağlarının, kullanılan diğer uçucu yağlarla karşılaştırıldığında *P. digitatum*'un konidial çimlenmesini kuvvetle inhibe ettiği bildirmişlerdir. Kekik ve rezene uçucu yağlarının konidial gelişimi engellemesini, sırasıyla 64 ve 352 µg/ml konsantrasyonlarında olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer yandan araştırmacılar, lavanta, pelin otu ve defne uçucu yağlarının, kullanılan tüm konsantrasyonlarda (32-352 µg/ml) konidial çimlenmeyi tamamen engelleyemediğini belirtmişlerdir. Tüm uçucu yağların çim tüp gelişimini doza bağlı bir şekilde inhibe ettiğini, benzer şekilde, kekik ve rezene yağlarının, 64 ve 352 µg/ml konsantrasyonlarda çim tüpü gelişimini tamamen engellediklerini; lavanta, pelin otu ve defne'nin uçucu yağlarının ise, kullanılan en yüksek konsantrasyonda (352 µg/ml), tüp gelişimini sırasıyla % 69.0, % 58.0 ve % 28.0 oranında azalttığını tespit etmişlerdir.

Soylu ve ark. (2006), çeşitli bitkilerin uçucu yağlarının domateslerin geç yanık hastalık ajanı *Phytophthora infestans*'a karşı antimikrobiyal aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada, *Origanum syriacum* var. *Bevanii*, *Thymbra spicata* subsp. *spicata*, *Lavandula stoechas* subsp. *Stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Foeniculum vulgare* ve *Laurus nobilis*

uçucu yağlarını; *P. infestans*'a karşı test etmişlerdir. Kullanılan uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının hem değme hem de buhar etkilerini, *in vitro* koşullarda belirlemiş; uçucu yağların kimyasal bileşimleri de GC-MS ile tespit etmişlerdir. Ana bileşenleri kekik (thyme), kekik (oregano), biberiye, lavanta, rezene ve defne sırasıyla, karvakrol (% 37.9), karvakrol (% 79.8), borneol (% 20.4), kafur (% 20.2), anethole (% 82.8) ve 1.8 Sineol (% 35.5) olarak tespit etmişlerdir. Tüm uçucu yağların *P. infestans*'ın gelişimini doza bağlı bir şekilde inhibe ettiğini, oregano ve thyme uçucu yağlarının, 0.3 µg/ml konsantrasyonunda, havadaki uçucu faz etkisinin *P. infestans* gelişimini tamamen engellediğini tespit etmişlerdir. Test edilen uçucu yağların değme fazı etkilerinin, kekik (oregano), kekik (thyme) ve rezene yağlarında 6.4 µg/ml'de *P. infestans*'ın gelişimini tamamen engellediğini belirlemişler. Biberiye, lavanta ve defne uçucu yağlarının ise nispeten daha yüksek konsantrasyonlarda inhibisyon (sırasıyla 12.8, 25.6, 51.2 µg/ml) sağladığını bildirmişlerdir.

Soylu ve ark. (2007), kekik ve rezeneden elde edilen uçucu yağların *Sclerotinia sclerotiorum* üzerindeki antifungal etkileri üzerine yaptıkları çalışmada; uçucu yağların buhar ve değme etkilerini, hifler ve sklerotlar üzerinde test etmişler, ışık ve taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelemede bulmuşlardır. Araştırmacıların her iki uçucu yağın da *S. sclerotiorum*'a karşı belirgin bir antifungal etkiye sahip olduğunu bildirdikleri çalışmada; topraktaki fungus gelişimi önemli ölçüde inhibe ettiğini, böylece canlı kalan domates fidesi sayısını sırasıyla % 69.8 ve % 53.3 arttırdığını belirtmişlerdir. Patojen hifler ve sklerotları üzerinde yaptıkları ışık ve SEM incelemelerinde, hifler ve sklerotlarda önemli morfolojik değişiklikler olduğunu da bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kekik ve rezene uçucu yağlarının, fitopatojenik funguslara karşı sentetik fungusitlere alternatif olarak olası biyo-fungisitler olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Fu ve ark. (2007), karanfil (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. Et Perry) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) uçucu yağının tek başlarına ve karışımlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada, uçucu yağlar ve bunların karışımları için Gram pozitif 3 bakteri, Gram negatif 3 bakteri ve iki fungusa karşı minimum inhibitör konsantrasyonlarını (MİK) incelemişlerdir. Araştırmacılar her iki uçucu yağın da test edilen tüm mikroorganizmalara karşı önemli antimikrobiyal etkilere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Karanfil uçucu yağı MİK' lerinin % 0.062 ile % 0.500 (v/v) arasında değiştiğini, biberiye uçucu yağı MİK' lerinin % 0.125 ile % 1.000 (v/v) arasında

değiştiğini bildirmişleridir. Araştırmacılar, iki uçucu yağın kombinasyonunun antimikrobiyal aktivitesinin, bireysel mikroorganizma testlerine karşı katkı sağlayıcı, sinerjik veya antagonistik etkileri gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sitara ve ark. (2008), nim (*Azadirachta indica*), hardal (*Brassica campestris*), çörekotu (*Nigella sativa*), asafoetida (*Ferula assafoetida*) çekirdeklerinden elde ettikleri uçucu yağları; 8 tohum kaynaklı fungusla karşı (*Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Fusarium oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. nivale*, *F. semitectum*, *Drechslera hawaiiensis* ve *Alternaria alternata*) % 0.5, 0.1 ve 0.2 oranlarında denemişlerdir. Uçucu yağlar n-hekzan ile 30 °C’de soxhlet ekstraksiyon cihazı ile elde ederek agar difüzyon plaka yöntemi ile etkinliklerini incelemişlerdir.. Sonuçlar incelendiğinde; hardal dışında çıkarılan bütün uçucu yağların, bahsedilen fungus türlerine karşı değişen derecelerde öldürücü aktivite gösterdiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Hardal uçucu yağının ise sadece % 0.15 konsantrasyonda; *F.oxysporum* ve *F. nivale*’ye karşı antifungal özelliğini olduğunu tespit etmişlerdir.

Goñi ve ark. (2009), karanfil ve tarçın uçucu yağ karışımının buhar fazındaki antimikrobiyal etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, dört Gram-negatif (*Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Salmonella choleraesuis*) ve dört Gram-pozitif bakteri (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* ve *Enterococcus faecalis*) üzerinde test edilen karışımı; araştırmacılar tarafından fraksiyonel inhibitör konsantrasyon endeksi (FIC) ile değerlendirilmiştir. Minimal inhibitör konsantrasyonlar uygulandığında, uçucu yağ karışımlarının buhar etkileri *E. coli*’nin büyümesi üzerinde antagonistik bir etki oluşturduğunu; maksimum inhibisyon uygulandığında, *L. monocytogenes*, *B. cereus* ve *Y. enterocolitica*’nın inhibisyonu için sinerjik bir etki oluşturduğunu bildirmişlerdir. Tarçın-karanfil yağ karışımlarının bileşimlerini de Katı Faz Mikroekstraksiyon tekniği ile GC-ITMS (Gaz Kromatografisi-İyon Yakalama Kütle Spektrometresi)’te analiz etmişlerdir. Eugenol’un, üç antibakteriyel atmosfer için en bol bulunan bileşen olduğunu bildirilmişlerdir.

Pinto ve ark. (2009), *Candida*, *Aspergillus* ve dermatofit türlerinde, *Syzygium aromaticum*’dan elde edilen karanfil uçucu yağının antifungal aktivitesi ve kimyasal bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada, uçucu yağın ve major bileşeni eugenolün test edilen tüm türlere karşı inhibitör aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Eugenolün

minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIC) 0.08-0.64 µg/ml arasında olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

Bassol  ve ark. (2010), *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha x piperita* L. ve *Ocimum basilicum* L. uçucu yağlarının ile bu yağlardaki monoterpen alkollerin tek başına ve birlikte kompozisyonlarının, antimikrobiyal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada, uçucu yağları ve bunların monoterpen alkollerini disk difüzyon ve broth mikrodilüsyon metodu kullanılarak 9 adet bakteri suşuna karşı test etmişlerdir. Fenolik içeriği yüksek olan uçucu yağların antimikrobiyal aktivitesinin daha etkili olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Uçucu yağlar ve major bileşenler arasındaki en iyi sinerjik etkilerin sırasıyla *O. basilicum* uçucu yağı ve eugenol içeren kombinasyonlarla elde edildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca fenolik bileşiklerin güçlü baharatlı bir aromayla karakterize edildiğini; uçucu yağların kombinasyonlu kullanımının duysal olarak ters bir etkiyi engelleyebileceğini bildirmişlerdir.

Soylu ve ark. (2010), domates gri k f hastalık ajanı *Botrytis cinerea*'ya karşı çeşitli bitkilerin uçucu yağlarının *in vitro* ve *in vivo* antifungal aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada, origanum (*Origanum syriacum* L. var. *bevanii*), lavanta (*Lavandula stoechas* L. var. *stoechas*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) gibi Lamiacea familyasına ait aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların antifungal aktivitelerini, *B. cinerea*'ya karşı incelemişlerdir. Uçucu yağların farklı konsantrasyonlarındaki değme ve uçucu faz etkilerinin, *B. cinerea*'nın gelişimini doza bağlı bir şekilde inhibe ettiğini; faz etkilerinin fungal gelişim üzerinde değme fazı etkisinden daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, 0.2 µg/ml'lik uçucu yağın buhar etkisinin *B. cinerea*'nın gelişimini tamamen engellediğini; lavanta ve biberiye uçucu yağı ile patojenin tam büyüme inhibisyonunun 1,6 µg/ml hava konsantrasyonlarında gözlendiğini bildirmişlerdir. Test edilen uçucu yağların değme etkilerinin belirlenmesi için yaptıkları çalışmada, 12.8 µg/ml' de origanum uçucu yağının *B. cinerea*'nın büyümesini tamamen engellediğini; biberiye ve lavanta uçucu yağlarının oldukça yüksek konsantrasyonlarda (25.6 µg/ml) inhibisyon sağladığını belirtmişlerdir.

Mohan ve ark. (2011), sürdürülebilir tarım alanlarında uçucu yağların kullanılabilirliği üzerine yaptıkları çalışmada, birçok bitkinin uçucu yağının; zararlı böcek önleyici, kovucu, yumurtlama engelleyici, büyüme düzenleyici ve önleyici faaliyetlerinden çeşitli bitki patojenik mantarlarına karşı geniş bir aktivite yelpazesi

sergilediğini belirtmişlerdir. Bunun yanında bu doğal preperatların insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri azaltmak için sentetik pestisitlere iyi bir alternatif olduğunu; çevre dostu, ekonomik, hedefe özgü ve biyolojik olarak parçalanabilen bir yapıya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bazı uçucu yağ bileşenlerinin, örneğin, limonen, pulegon, sitronellal ve 1.8-Sineolün, ticari olarak temin edilebilen bit şampuanlarının, sivrisinek kovucuların ve farklı tarımsal kimyasalların aktif bileşenleri olduğu belirtilmiştir.

Bassolé ve Juliani (2012), uçucu yağ (EO) karışımlarını ve onların antimikrobiyal özelliklerini araştırdıkları çalışmada, EO'ların kombinasyonlarının ve izole edilmiş bileşenlerinin kullanımının, EO'ların gıdalardaki etkinliğini artıran, sinerjik ve ilave etkilerinden faydalanan yeni yaklaşımlar olduğunu belirtmişlerdir. Kekik uçucu yağının (*Origanum vulgare*) en çok kullanılan EO olduğunu (timol ve carvacrol bakımından zengindir) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*), kekik (*Thymus vulgaris*), fesleğen (*Ocimum basilicum*), mercanköşk (*O. majorana*) ve melisa (*Melissa officinalis*) ile karışımlarının kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Ramos ve ark. (2012), defne (*Laurus nobilis* L. (Lauraceae)) uçucu yağının (EO) ve ekstraktlarının (etanol (EE) ve sıcak/soğuk su (AE) ile elde edilen) antioksidan ve antibakteriyel aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada uçucu yağın, test edilen tüm gıda kaynaklı bozulmalara yol açan ve patojenik bakterilere karşı güçlü antibakteriyel aktivite gösterdiğini, bu aktivitenin EE ve AE'de daha az belirgin olduğunu belirtmişlerdir.

Nazzaro ve ark. (2013), uçucu yağların patojenik bakterilere karşı etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, uçucu yağların, bakteri, maya ve küf oluşumunu inhibe edebilen veya yavaşlatabilen çok çeşitli sekonder metabolitler içerdiğini, uçucu yağların ve bileşenlerinin, çeşitli hedeflere, özellikle membran ve sitoplazmaya karşı etkinliğe sahip olduğunu ve bazı durumlarda hücrelerin morfolojisini tamamen değiştirdiği bildirmişlerdir.

Oraby ve El-Borollosy (2013), bazı tıbbi bitkilerden (*Mentha piperita*, *Ocimum basilicum* ve *Thymus vulgaris*) elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal etkinliğini ve patates virüsünün önlenmesinde kullanılabilişliğini incelemişlerdir. Uçucu yağların, bazı zararlı bakteri ve maya (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* ve *Candida albicans*) üzerinde inhibe edici etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Rapper ve ark. (2013), *Lavandula angustifolia* uçucu yağının diğer aromaterapötik yağlarla kombinasyonunun *in vitro* antimikrobiyal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada, *Lavandula angustifolia* uçucu yağının antimikrobiyal aktivitesi, olası etkileşimli özellikleri sağlamak için diğer 45 yağ ile kombinasyon halinde değerlendirmişlerdir. İki uçucu yağın farklı oranlarının kombinasyon halinde araştırılmasıyla en uygun etkileşimlerin, sırasıyla *C. albustans* ve *S. aureus*'a karşı *L. angustifolia*'nın *Cinnamomum zeylanicum* veya *Citrus sinensis* ile karıştırılmasıyla elde edildiğini belirtmişlerdir.

Yap ve ark. (2013), ilaçlara dirençli bakterilerin direncinin azaltılması amacıyla uçucu yağların ve antibiyotiklerin kombinasyonu üzerine yaptıkları çalışmada uçucu yağların ve antibiyotiklerin antibakteriyel aktivitesini, broth mikrodilüsyon tekniği kullanarak değerlendirmişlerdir. Tarçın kabuğu, lavanta, mercanköşk, çay ağacı, nane uçucu yağları ve ampisilin, piperasilin, sefazolin, sefuroksim, karbenisilin, seftazidin, meropenem antibiyotikleri arasındaki kombine etkiler, beta-laktamaz üreten *Escherichia coli*' ye karşı test edilmiştir. Araştırmacılar, kombinasyonlar arasındaki etkileşimi karakterize etmek için fraksiyonel inhibitör konsantrasyon (FIC) değerlerini hesaplamışlardır. Bazı antibiyotiklerin ve uçucu yağların bazı kombinasyonlarında bakterilerin doğal antibiyotiklere karşı önemli ölçüde duyarlılığı ve antibiyotiklerin minimum inhibe edici konsantrasyonlarında (MIC) belirgin bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Test edilen 35 antibiyotik-uçucu yağ çiftinden 4'ü sinerjistik etki gösterdiğini ($FIC \leq 0.5$) ve 31 çiftin etkileşim göstermediğini tespit etmişlerdir ($FIC > 0.5-4.0$).

Dima ve ark. (2014), beta-cyclodekstrinde kişniş esansiyel yağı kapsüllemesi üzerine yaptıkları çalışmada; antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışma ile gıda katkı maddesi olarak kullanılabilecek bir kompleks elde etmeyi hedeflemişlerdir. Kapsüle edilmiş üründe, 30 µg/mL kişniş yağının konsantrasyonu için, 7.4 ± 0.81 mg GAE/100g toplam fenol içeriği (TPC) ve % 87.89 ± 2.54 ila % 79.77 ± 1.74 arasında değişen DPPH radikallerinin inhibisyonunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar kişniş esansiyel yağının antimikrobiyal aktivite gösterdiğini, ayrıca kapsülle edilmiş kişniş EO/ β -CD kompleksinin fungal gelişimi inhibisyonu % 87.89 iken ham kişniş EO'nunki ile % 79.77 olarak tespit etmişlerdir.

Hsouna ve ark. (2014), *Myrtus communis* uçucu yağının (McEO) kimyasal bileşimini ve gıdalarda bozulma yapan mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivitesini inceledikleri çalışmada, bakteriyel suşların inhibisyon bölgeleri ve minimal inhibisyon konsantrasyon (MİK) değerlerini sırasıyla 16-28 mm ve 0.078-2.5 mg/ml aralığında olduğunu bildirmişlerdir. McEO'nun Gram pozitif bakterilere karşı inhibe edici aktivitesinin, Gram negatif bakterilere kıyasla önemli derecede yüksek olduğu ayrıca birçok fungi suşuna karşı da iyi bir aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Mehani ve ark. (2014), *Eucalyptus camaldulensis* uçucu yağının *Fusarium graminearum* ve *Fusarium sporotrichioides* üzerine antifungal etkisini araştırdıkları çalışmada okaliptüs uçucu yağının 1.25, 2.5, 5 ve 10 µl konsantrasyonlarında hastalık etmenlerine karşı denemişlerdir. Araştırmacılar uçucu yağ konsantrasyonundaki artışla beraber antifungal indeksin de arttığını belirtmişler; *Fusarium sporotrichioides*'te % 0 ve % 34.09 arasında, *Fusarium graminearum*'da ise % 29.09 ve % 41.81 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak *Eucalyptus camaldulensis* uçucu yağının belirgin antifungal aktiviteye sahip olduğu ve dirençli mikroorganizmalara karşı kullanılan antibiyotiğin yerini başarıyla alabileceği araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir.

Silveira ve ark. (2014), *L. nobilis* uçucu yağlarının kimyasal bileşimini ve gıda kaynaklı patojenlere karşı antibakteriyel etkinliğini 14 gün boyunca +7 °C'de depolanan taze Tuscan sosisinde incelemişlerdir. Gıda kaynaklı patojenlere karşı minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) ve minimum bakteri öldürücü konsantrasyon (MBC) *in vitro* olarak belirlemişlerdir.

Sivakumar ve Bautista-Baños (2014), hasat sonrası bozulma kontrolü ve meyve kalitesinin depolama sırasında korunması için uçucu yağların kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada, *in vitro* testler sonucunda, kekik yağının *B. cinerea*, *Rhizopus stolonifer*, *Alternaria alternata* ve *C. gloeosporioides*'in kontrolünü % 100 oranında sağladığını bildirmişlerdir. *Geotrichum citri-aurantii* ile aşılaman ve kekik yağı ile muamele edilen "Satsuma" mandarinlerinin ekşi çürüklük oranı % 14.1'e düştüğü; muamele edilmemiş kontrol meyvesinin % 78.1'lik bir insidans gösterdiği araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Doğal olarak enfekte olmuş meyvelerde kekik yağının, 20 °C'de 30 gün sonra çürümeyi % 76.0 oranında azalttığını, bunun yanında *in vitro* testler, tarçın yağının, muzdaki *C. gloeosporioides*'i etkili bir şekilde kontrol ettiğini hasat sonrası bozulmayı kontrol etmek için kullanılan püskürtme veya daldırma gibi farklı uygulama

yöntemlerinin kiraz, narenciye, elma, şeftali ve lahanalarda test edildiği araştırmacılar tarafından ayrıca bildirilmiştir.

Chmit ve ark. (2014), defne'den elde edilen uçucu yağların antibakteriyel ve antibiyofilm aktivitelerini inceledikleri çalışmada; defne uçucu yağının etkinliğini üç Gram-pozitif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ve *Staphylococcus epidermidis* CIP 444) ve iki Gram-negatif bakteri (*Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) üzerinde test etmişlerdir. Antibiyofilm aktivitesini ise *Staphylococcus epidermidis* CIP 444 tarafından üretilen biyofilme karşı uygulamışlardır. Bitkiden elde edilen uçucu yağları broth mikrodilüsyon metodu kullanılarak minimum inhibisyon konsantrasyonu ve minimum bakterisidal konsantrasyonu tespit edilmeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, uçucu yağın 5 farklı bakteri cinsine karşı antibakteriyel aktivitesinin iyi olduğunu bildirmiş; fakat biyofilm aktivitesi yönünden uçucu yağın önemsiz kaldığını tespit etmişlerdir.

Matusinsky ve ark. (2015), beş farklı türdeki bitkiden elde ettikleri uçucu yağların; kök, yaprak ve başak hastalıklarına neden olan beş önemli patojenik fungal türe karşı misel büyüme inhibitörleri olarak kullanılabilirliklerini test ettikleri çalışmada, *Pimpinella anisum*, *Thymus vulgaris*, *Pelargonium odoratissimum*, *Rosmarinus officinalis* ve *Foeniculum vulgare* bitkilerinden ekstrakte edilen uçucu yağların inhibisyon etkisi ve efektif dozlarını bulmak için agar dilüsyon metodunu kullanan araştırmacılar; bunları *Oculimacula yallundae*, *Microdochium nivale*, *Zymoseptoria tritici*, *Pyrenophora teres* ve *Fusarium culmorum* türlerinde denemişlerdir. Araştırmacılar test edilen bütün uçucu yağların fungal gelişimleri etkilediğini belirtmişlerdir. *T. vulgaris* ve *P. odoratissimum*'dan elde edilen uçucu yağların, daha yüksek inhibisyon etkileri gösterdiği bildirirlerken; *R. officinalis* kaynaklı uçucu yağın inhibisyon etkisinin ve ED₅₀ değerlerinin daha az olduğunu belirtmişlerdir. *T. vulgaris*'ten elde ettikleri uçucu yağın, test edilen izolatlarının hemen hemen hepsini 1µl/mL konsantrasyonunda % 100 oranında büyümesini engellediğini ve *T. vulgaris* uçucu yağının, fungal bitki hastalıklarının tedavisinde güvenli ve çevre dostu olarak kullanılma potansiyeli olabileceğini belirtmişlerdir.

Bomfim ve ark. (2015), *Rosmarinus officinalis* L. uçucu yağının (REO), *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg'in *in vitro* büyümesi ve sonuç olarak fumonisin üretimini kontrol etmedeki etkinliği üzerine yaptıkları çalışmada, Biberiye uçucu yağı, *Fusarium*

verticillioides (Sacc.) Nirenberg'in misel büyümesini, 150 lg/mL REO değeri ile önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Jo ve ark. (2015), karpuz suyundaki trans-Sinamaldehit nanoemülsiyonlarının fiziksel ve antimikrobiyal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada; nano boyutlu (<200 nm) trans-sinamaldehit emülsiyonlarını, optimum trans-sinamaldehit ve Tween®20 (1:3) kütle oranı ve sonrasında da yüksek enerjili emülsifikasyon (10.000 rpm yüksek hızlı homojenizasyon ve 20.000 psi yüksek basınçlı homojenizasyon) kullanılarak üretmişlerdir. Mikroorganizma aşılması yapılmış karpuz suyunun raf ömrünü uzatmak için uyguladıkları bu emülsiyonlar arasında, sinamaldehit ilavesinin en düşük olduğu ağırlıkça % 0.8 sinamaldehit emülsiyonlarının kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, özellikle *S. typhimurium* ve *S. aureus*'ta antibakteriyel aktivite göstermede etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar düşük konsantrasyonlu sinamaldehit emülsiyonunun mikroorganizma gelişimini inhibe etmede etkili olduğunu ve sinamaldehit salınım oranı ile mikroorganizmanın büyüme hızı arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, sinamaldehit emülsiyonunun bol miktarda besin içeren karpuz suyunda antibakteriyel etki gösterdiğini; kullanılabilirliği ve kabul edilebilirliği doğrulamak için sinamaldehit emülsiyonunun duyuşal değerlendirmesinden sonra gıda kalitesini kontrol etmede de faydalı olabileceğini belirtmişlerdir.

Swamy ve ark. (2016), bitki uçucu yağlarının patojenlere karşı antimikrobiyal özelliklerini ve etki şekillerini araştırdıkları çalışmada, uçucu yağların birçok bakteri, fungal ve viral patojeni etkin bir şekilde tahrip ettiği için biyomedikal alanında büyük potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir. Uçucu yağların farklı aldehitler, fenolikler, terpenler ve diğer antimikrobiyal bileşikler içermesinin çeşitli patojenlere karşı etkili olması anlamına geldiğini bildiren araştırmacılar; etkinliğinin de fonksiyonel gruplarının doğasına, bileşimine ve oryantasyonuna bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Uçucu yağların zar geçirgenliğini arttırarak hedef patojenlerin hücre zarını tahrip ettiği, hücre içi sıvıların sızmasına neden olduğunu, patojenlerin hücreşel metabolizmasını ve enzim kinetiğini keserek hücre zarını bozabileceğini bildirmişlerdir.

Kordali ve ark. (2016), Türkiye'den seçilen dört *Myrtus communis* L. genotipinin meyvelerinden hidrodistilizasyonla izole edilen uçucu yağların antifungal ve herbisidal etkilerini araştırmışlardır. Farklı genotipe sahip meyvelerin yağlarının, test edilen

patojenik fungilere karşı istatistiksel olarak anlamlı seviyelerde ($p<0.05$) inhibisyon yüzdelere sahip olduğunu tespit etmişlerdir. *M. communis* Genotype G3'ün uçucu yağının, test edilen 19 fungiden 18'inde etkili olduğunu bildirmişlerdir (inhibisyon yüzdeleri $>60\%$). Diğer genotiplerin ise (G1, G2 ve G4), *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium tabacinum*, *Nigrospora oryzae*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia minor* olmak üzere 5 ile 7 patojenik fungiye karşı $>50\%$ inhibisyon yüzdesi gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Xu ve ark. (2016), cherry domatesinde *Alternaria* çürüklüğünü kontrol etmek için *Laurus nobilis* uçucu yağının mikroemülsiyonunun kullanımını araştırdıkları çalışmada, *L. nobilis* uçucu yağının mikroemülsiyon formülünü yağ/Tween 20/etanol: 3/8/9 oranları kullanılarak su ile seyreltilip yüksek hızlı santrifüj kullanılarak hazırlanmışlardır. *In vitro* test sonuçlarına bakıldığında araştırmacılar; mikroemülsiyonun 500 $\mu\text{g/ml}$ minimal inhibitör konsantrasyon ve 1000 $\mu\text{g/ml}$ minimal fungusit konsantrasyon değerleriyle çok iyi bir antifungal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Bunun yanında, *in vivo* test sonuçların da, 500 $\mu\text{g/ml}$ mikroemülsiyonun, cherry domateslerini (*Lycopersicon esculentum*) çürümekten etkili bir şekilde koruduğunu tespit etmişler. Araştırmacılar, mikroemülsiyonun, hasat sonrası hastalığı, patojenin hücre zarına zarar vererek ve dirençli enzimlerin aktivitesini artırarak kontrol altına aldığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, yağ/Tween 20/etanol mikroemülsiyonunun, *in vitro* ve *in vivo* olarak etkin antifungal aktiviteye sahip olan *L. nobilis* uçucu yağı ile kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Chudasama ve ark. (2016), itrakonazolün (mantar enfeksiyonlarını tedavi etmek için kullanılan antifungal ilaç) transdermal dağıtımı için mikroemülsiyon sisteminin araştırılması üzerine yaptıkları çalışmada; tropikal uygulama için % 1 itrakonazol (ITZ) içeren yeni bir su içinde-yag emülsiyon bazlı (me) jel geliştirmişlerdir. ITZ' nin yağlarda ve sürfaktantlarda çözünürlüğünü, potansiyel ekspiyonları (ilaçların verilmesinde ya da uygulanmasında kullanılan ve ilaçlara daha fazla biçim ve dayanıklılık vermeye yarayan madde) tanımlamak için değerlendirmişlerdir. Mikroemülsiyon varlığı aralıklarını pseuoternary (yalancı) faz diyagramlarının oluşturulması ile tanımlamışlardır. Optimize edilmiş mikroemülsiyon morfolojisi ve parçacık büyüklüğü dağılımı için karakterize etmişlerdir.

Raffaella ve ark. (2017), Farklı kültür ortamlarında ve büyüme koşullarında paslanmaz çelik yüzeyde geliştirilen *Staphylococcus aureus* biyofilmlerine karşı esansiyel yağ bazlı mikroemülsiyonların aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada; uçucu yağların *S. aureus*'a karşı Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MIC), Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBC), Minimum Biyofilm İnhibitör Konsantrasyon (MBIC) ve Minimum Biyofilm Eradikasyon Konsantrasyonunu (MBEC) belirlemişlerdir. *Cinnamomum cassia* ve *Salvia officinalis* uçucu yağları sırasıyla % 1.25 MİK ve MBC, % 1.25 MBIC ve % 2.5 MBEC ile en iyi bakteriyel etkiyi gösterdiğini bildirmişlerdir. *C. cassia*, *S. officinalis* veya her ikisi ile formüle edilmiş üç farklı mikroemülsiyon, farklı kültür ortamlarında ve büyüme koşullarında *S. aureus* biyofilmlerine karşı test edilen çalışmada, *S. aureus* 24 saatlik eski biyofilmler ve kurutulmuş biyofilmlerde bir $a > 3$ logaritmik azalmaya ve 90 dakikalık maruziyetten sonra % 68.0'a kadar biyofilm giderimine neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Elde edilen veriler, uçucu yağların, tek başına veya kombinasyon halinde, dezenfektanların formülasyonu için alternatif olarak veya kontamine yüzeylerin dezenfeksiyonunda desteklenmesi için potansiyel kullanımını önermektedirler.

Boukaew ve ark. (2017), bazı uçucu yağların aflatoksijenik *Aspergillus flavus*'a karşı antifungal aktivitesini ve depolama sırasında mısır tohumlarını korumak için alelopatik aktivitesini değerlendirmişlerdir. Bu kapsamda dört adet uçucu yağ (tarçın, karanfil, kırmızı biber ve vatika), 10 adet *Aspergillus flavus* izolatına (PSRDC-1, PSRDC-2, PSRDC-3, PSRDC-4, PSRDC-5, PSRDC-6, PSRDC-7, PSRDC-8, PSRDC-9 ve PSRDC-10) karşı antifungal aktiviteleri açısından incelemişlerdir. Araştırmacılar, dört uçucu yağın on *Aspergillus flavus* izolatı üzerindeki etkisini değerlendirmişler; en etkili iki uçucu yağın konsantrasyonunun hem PDA (potato dextrose agar) ile *in vitro* hem de mısır tohumu ile *in vivo* olarak incelemişler ve seçilen iki uçucu yağın mısır tohumunun çimlenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. *A. flavus* PSRDC-2 hariç bütün suşların, karanfil (*Syzygium aromaticum* L.) ve vatika (*Vatica diospyroides* Symington) yağı tarafından önemli oranda inhibe olduğunu bildirmişlerdir. Karanfil uçucu yağının *A. flavus* PSRDC-2 100 µL/l'de konidyal çimlenmesinde % 84.7 inhibisyon sağladığını belirten araştırmacılar; mısır tohumlarında hastalık enfeksiyonunun tamamen inhibisyonunun 10 µl/l'de gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Bunun yanında 50 µl/l'deki Vatica uçucu yağının, hem *in vitro* hem de mısır tohumlarında *A. flavus* PSRDC-2' nin

gelişimini, sporulasyonunu, konidial çimlenmesini ve hastalık enfeksiyonunu tamamen inhibe ettiği için güçlü antifungal aktivite sergilediğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar; hem karanfil hem de vatika uçucu yağlarının, mısır çimlenmesine, gövde uzunluğuna ve kök uzunluğuna bağlı doza bağımlı alelopatik aktivite sergilediğini ve vatican yağı karanfil yağından daha fitotoksik olduğunu belirtmişlerdir.

Barac ve ark. (2017), *Tinea versikolor* hastalarının derilerinden izole edilen *Malassezia spp.* karşı *Myrtus communis* uçucu yağının antifungal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada, ayrıca *M. communis* ve greyfurt yağının *Malassezia* gelişimi üzerine sinerjik etkisini de araştırmışlardır. Hastalardan izole edilen *Malassezia furfur* (% 42.5), *M. sympodialis* (% 23.5), *M. globosa* (% 7.5), *M. obtusa* (% 6.0), *M. japonica* (% 4.0) ve *M. restricta* (% 2.5) olmak üzere 7 farklı maya türünden en yüksek inhibe edici aktivitenin, *M. furfur* (% 96.0) ve *M. sympodialis* (% 83.0) büyümesine karşı elde edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca test edilen iki uçucu yağ arasından *M. communis*'in greyfurttan daha yüksek inhibitör etki gösterdiğini ($p<0.05$) ve iki yağ karışımının uygulamasının en yüksek inhibitör etkileri sergilediğini ($p<0.01$) belirtmişlerdir.

Ferdes ve ark. (2017), bazı bitkisel uçucu yağların *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor pusillus* ve *Fusarium oxysporum*'un büyümesi üzerindeki inhibitör etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda araştırmacılar adaçayı, biberiye, anason, kinoa ve geyikotu (savory) uçucu yağların antifungal etkileri *in vitro* koşullarda belirlemişlerdir. Uçucu yağlar arasından 10 µg/ml geyikotunun (savory), test edilen fungilere karşı inhibe edici etki gösterdiği tespit edilirken, anason uçucu yağının aynı konsantrasyonda etkisiz kaldığı, geyikotu (savory) ve adaçayı uçucu yağlarının, diğer yağlarla karşılaştırıldığında *M. pusillus*'a karşı oldukça iyi bir inhibitör etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, 20 µg/ml geyikotu (savory) uçucu yağının, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryza*, *Mucor pusillus* ve *Fusarium oxysporum*' a karşı etkili olduğunu; adaçayı ve biberiye yağlarının ise sırasıyla 10 ve 20 µg/ml konsantrasyonlarında *A. oryza*, *A. niger* ve *Fusarium oxysporum*'a karşı etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Kinoa uçucu yağının ise, test edilen tüm fungilerde her iki konsantrasyonda da (10 ve 20 µg/ml) antifungal etki gösterdiğini ve test edilen bütün uçucu yağların, seçilen bütün funguslara karşı inhibe edici etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Sharma ve ark. (2017), yapmış oldukları çalışmada; *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* 1322' ye karşı seçtikleri uçucu yağların antifungal etkilerini inceledikleri çalışmada, karanfil (*Syzygium aromaticum*), limon otu (*Cymbopogon citratus*), nane (*Mentha x piperita*) ve okaliptüs (*Eucalyptus globulus*) uçucu yağların solgunluğa neden olan fungus türü üzerinde antifungal etkilerini inceleyen araştırmacılar, yağların inhibisyon etkilerinin doza bağlı aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. En iyi aktivite gösteren uçucu yağın karanfil yağı olduğu; misel gelişimi ve spor oluşumunu, IC₅₀ değeriyle 125 ppm'de, sırasıyla 18.2 ve 0.3 ppm olarak engellediği belirtmişlerdir. Limon otu, nane ve okaliptüs esansiyel yağlarının nispeten daha yüksek konsantrasyonlarda inhibe edici olduğunu rapor eden araştırmacılar; karanfil uçucu yağının en az inhibe edici konsantrasyonunun (MIC), broth mikrodilüsyon yöntemi ile 31.25 ppm olduğunu belirtmişlerdir.

Garzoli ve ark. (2018), rezene uçucu yağının *Candida*'ya karşı aktivitesini araştırdıkları çalışmada, farklı zamanlarda hasat edilmiş numunelere farklı ekstraksiyon süreleri uygulayarak, 24 saatlik bir sistematik buhar destilasyonu yapmışlardır. GC-MS analizi sonucunda o-Cymene, α -Phellandrene, α -Pinen ve Östragol'ü temel bileşenler olarak tespit etmişlerdir. Antifungal aktivite ile fenolojik evre arasında belirgin bir korelasyon olduğunu belirten araştırmacılar, en aktif fraksiyonların, genel olarak antifungal aktivitede bazı ilave etkilere neden olan önemli miktarda fenchone içermesinin yanında; özellikle Östragol açısından da zengin olduğunu tespit etmişlerdir.

Fidan ve ark. (2019), Bulgaristan'dan *Laurus nobilis* L. uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada uçucu yağların antibakteriyel ve antifungal etkilerini inceleyen araştırmacılar; yaprak uçucu yağlarının tüm test edilen mikroorganizmalara karşı antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiğini, buna karşın, dallardan elde edilen uçucu yağın sadece *Staphylococcus aureus*'u inhibe edebildiğini belirtmişlerdir. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 ve *Escherichia coli* ATCC 8739'un, defne uçucu yağına en yüksek direnç gösteren bakteri suşları olduğunu bildirlermişlerdir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Materyali

Çalışmamızda Hatay ilinde doğal olarak yetişen antimikrobiyal etkiye sahip Defne (*Laurus nobilis* L.) ve Mersin (*Myrtus communis* L.) yapraklarından elde edilen uçucu yağlar ve Rezene (*Foeniculum vulgare* L.) tohumlarından elde edilen uçucu yağlar kullanılmıştır. Biber tohumu olarak Yalova Çarliston 341 çeşidi kullanılmıştır.

3.1.2. Fungal Hastalık Etmeni

Denemede kullanılan *S. sclerotiorum*'un Ss-31 nolu izolatu, Bitki Koruma Bölümü'nde 2008- 2009 yılları arasında yürütölen Tübitak 108O304 nolu proje kapsamında elde edilmiştir. Bu izolat -20 °C'de saklanan Ss kültür izolatu koleksiyonundan sağlanmıştır.

3.1.3. Çalışmalarda Kullanılan Besi Ortamları ve Kimyasallar

Çalışmada kullanılan besi yerleri 121 °C'de 15 dk. otoklavda sterilize edilmiştir. Denemelerde hazır ticari olarak Merc'ten satılan Patates Dekstroz Agar (PDA) kullanılmıştır (Patates 200 g/l Dekstroz 20 g/l Agar 15 g/l). Sürfaktant olarak ise Sigma-Aldrich'ten satın alınan Tween 80 kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Çalışmada rezene, defne ve mersin uçucu yağları ve bu uçucu yağların birbirleri ile karışımlarının kök çürüklüğüne neden olan *Sclerotinia sclerotiorum* patojenine karşı etkinlikleri araştırılmıştır. Ayrıca elde edilen uçucu yağların su ile homojen bir şekilde karışmasını sağlamak için sürfaktant (Tween 80) yardımıyla farklı dozlarda uçucu yağ ve su oranlarıyla mikroemülsiyonlar oluşturularak *Sclerotinia sclerotiorum* patojenine karşı

etkinlikleri test edilmiştir. Mikroemülsiyonlar uçucu yağların bulunduğu ürünlerin stabilitesini arttırmak için ve bu uçucu yağların koruyucu bir kaplama tabakası içine sıkıştırılması için bir yöntem olarak kullanılmıştır. Bir mikroemülsiyon, normalde nano boyutlu damlacıklar halinde bir sulu faz içinde yağ ve yüzey aktif maddelerin homojen bir dispersiyonudur (Paraskevopoulou ve ark. 2009, Xenakis ve ark. 2010).

3.2.1. Bitki Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi ve Uçucu Yağ Oranlarının Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan uçucu yağlar Hatay florasında doğal olarak bulunan defne ve mersin Mart-Haziran aylarında toplanan yapraklarından ve rezene tohumlarından su distilasyonu yöntemiyle elde edilmiştir. Bitkilerin uçucu yağları clevenger ile 3 saatlik destilasyon ile elde edilmiştir. Destilasyon sonucu elde edilen uçucu yağlar denemelerde kullanılıncaya kadar +4 °C’de koyu renkli cam şişelerde saklanmıştır.

3.2.2. Bitki Uçucu Yağlarının Karışım ve Mikroemülsiyonlarının Elde edilmesi

Çalışmada kullanılan rezene, defne ve mersin uçucu yağlarından aşağıda belirtildiği şekilde 6 farklı kombinasyonda uçucu yağ karışımları elde edilmiştir.

Saf uçucu yağlar

R₁= Rezene Uçucu yağı (% 100)

D₁= Defne Uçucu yağı (% 100)

M₁= Mersin Uçucu yağı (% 100)

Karışım kombinasyonları

R_{3/4}D_{1/4}= Rezene (% 75) + Defne (% 25) karışımı

R_{1/2}D_{1/2}= Rezene (% 50) + Defne (% 50) karışımı

R_{1/4}D_{3/4}= Rezene (% 25) + Defne (% 75) karışımı

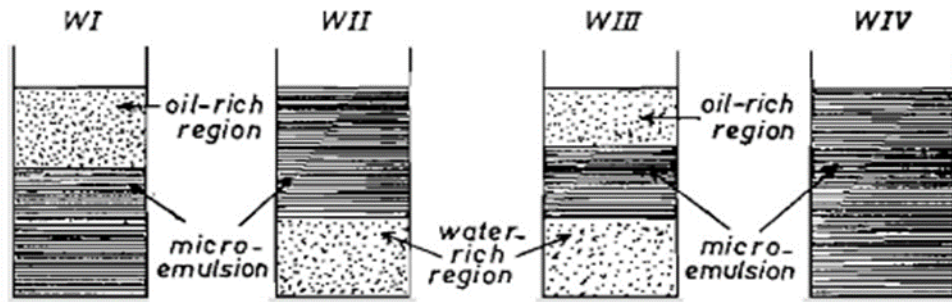
R_{3/4}M_{1/4}= Rezene (% 75) + Mersin (% 25) karışımı

R_{1/2}M_{1/2}= Rezene (% 50) + Mersin (% 50) karışımı

R_{1/4}M_{3/4}= Rezene (% 25) + Mersin (% 75) karışımı

Elde edilen uçucu yağların su ile homojen bir şekilde karışımının sağlanması için sürfaktant (Tween 80) yardımı ile farklı doz uçucu yağ ve su oranlarıyla yapılan çalışmalarda mikroemülsiyonlar oluşturulmuştur.

Mikroemülsiyonların oluştuğu bölgeyi bulmak için faz diyagramları çizilerek ve bu nedenle sürfaktant madde titrasyon yöntemi kütle fraksiyonlarının WH_2O 0.1-0.9 aralığında olduğu su karışımlarına pastör pipet yardımıyla sürfaktant eklenerek ulaşılmıştır (Mihaly ve ark. 2010a, Mihaly ve ark. 2010b). Birbirine karışmayan iki fazın belirli hacimsel oranı R (ratio): VW/VO için sürfaktant eklenmesi ile birbirini izleyen çeşitli geçişler görülebilir. $WIII \rightarrow WI \rightarrow WIV$, $WIII \rightarrow WII \rightarrow WIV$ yada $WIII \rightarrow WIV$. Düşük sürfaktant konsantrasyonlarında, fazlar arasında, Winsor fazları olarak adlandırılan bir denge dizisi vardır (Şekil 3.1) (Winsor, 1948). Winsor I (WI) iki faza sahiptir; Alt (O / W) mikroemülsiyon fazı, üst yağ ile dengelidir. Winsor II (WII), (W / O) mikroemülsiyon fazının üstte, altta su ile dengede olduğu iki faza da sahiptir. Winsor III (WIII) üç faza sahiptir; burada ortada mikroemülsiyon fazı, üstte yağ ve altta su fazları ile dengelidir. Bizim elde etmeye çalıştığımız (Şekil 3.2); Winsor IV (WIV) ise, makroskopik olarak, yağ, su ve sürfaktan homojen karıştırılmış tek fazlı bir üründür (Moldoveanu ve ark. 2011)



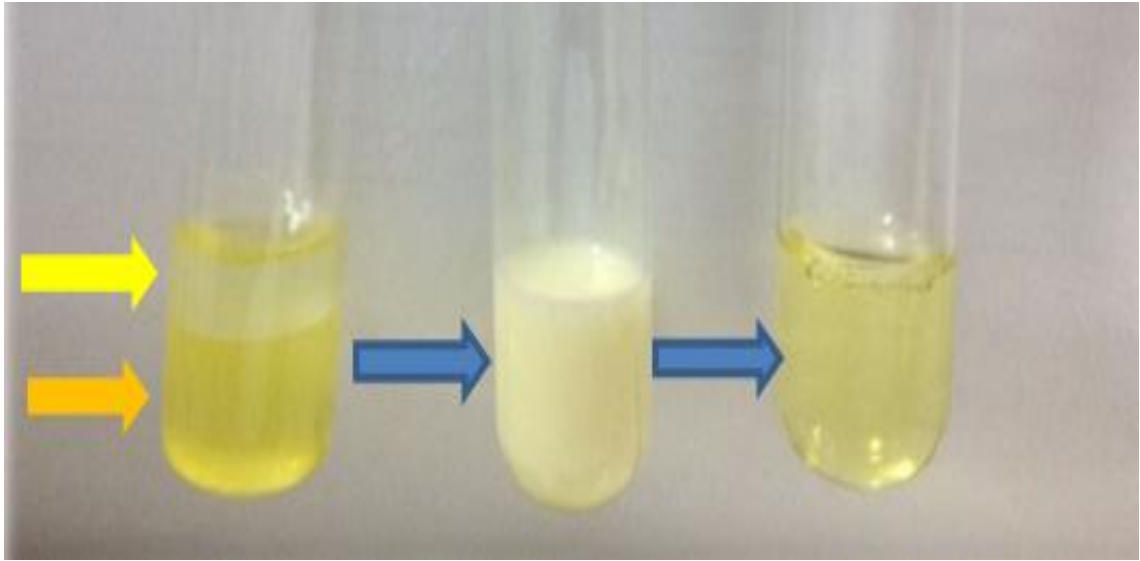
Şekil 3.1. Winsor sistemlerinin sınıflandırılması (Moldoveanu ve ark. 2011)

Faz geçiş tipi sürfaktant moleküllerinin sulu veya organik olan iki ortamın spesifik etkileşimleri ile belirlenir. Bu çalışmada elde edilen uçucu yağlardan (rezene, defne, mersin) ve bu yağların karışımlarından (rezene-defne karışım ve rezene-mersin karışım) sürfaktant, (Tween 80) ve etanol yardımıyla uçucu yağ ve suyun homojen karışmasını sağlayan mikroemülsiyonları oluşturmak için 5 ml'lik tüpler içerisine uygun homojen karışım dozlarını belirlemek için toplamda 2 ml olacak şekilde uçucu yağ ve saf suyun farklı dozları eklenmiştir (Şekil 3.2). Mikroemülsiyonları oluşturmak için uygulanan

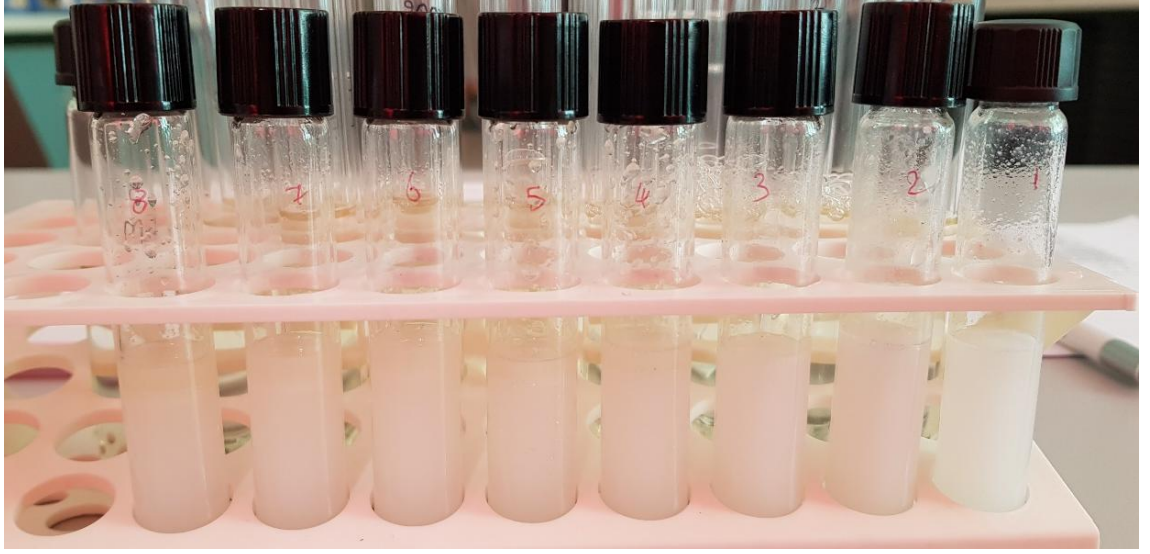
uçucu yağ, su ve etanol oranları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Bu tüplere daha sonra eşit oranda etanol ilave edilmiştir. İlk olarak 450 µl etanol eklenen tüplerin ağırlığı alındıktan sonra pastör pipet yardımıyla damla damla sürfaktant eklenmiştir. Eklenen her damla sürfaktanttan sonra tüpler çalkalanmıştır (Şekil 3.2). Homojen ve akışkan bir karışım elde edilinceye kadar bu işlem tekrarlanmıştır (Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5). Daha sonra bu tüplerin tekrardan tartımı yapılarak homojen ve akışkan olan tüplerimizin uçucu yağ, saf su, etanol ve sürfaktant oranı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1. Mikroemülsiyon oluşturmak için uygulanacak su ve uçucu yağ dozları oranı (Su/Yağ)

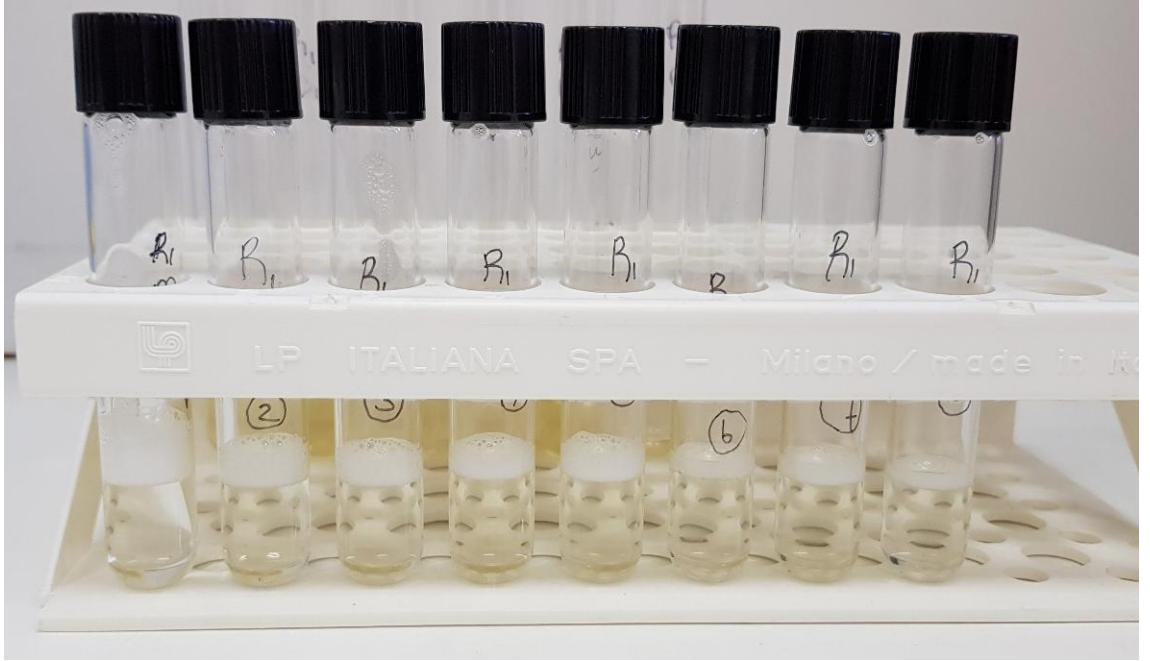
Su/Yağ	Uçucu Yağ	Su	Ethanol
<i>µE-40</i>	49	1951	450
<i>µE-30</i>	65	1935	450
<i>µE-20</i>	95	1905	450
<i>µE-10</i>	182	1818	450
<i>µE-9</i>	200	1800	450
<i>µE-8</i>	222	1778	450
<i>µE-7</i>	250	1750	450
<i>µE-6</i>	286	1714	450
<i>µE-5</i>	333	1667	450
<i>µE-4</i>	400	1600	450
<i>µE-3</i>	500	1500	450
<i>µE-2</i>	667	1333	450
<i>µE-1</i>	1000	1000	450



Şekil 3.2. Mikroemülsiyonlar elde edilirken görülen faz geçişleri



Şekil 3.3. Mikroemülsiyonlar elde edilmeden önce oluşan bulanık görüntü



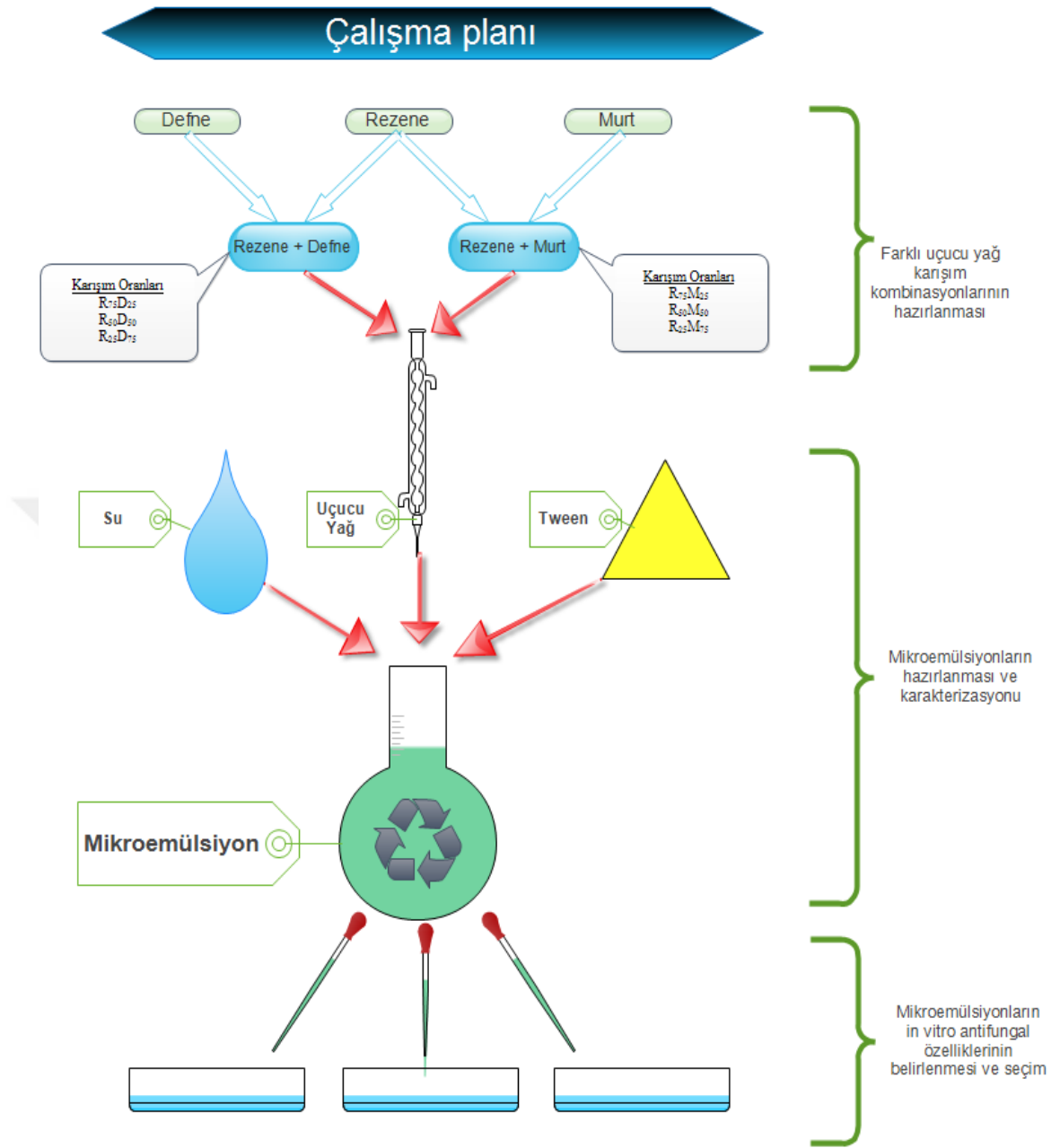
Şekil 3.4. Mikroemülsiyonlar elde edildikten sonra oluşan görüntü



Şekil 3.5. Sürfaktant yardımıyla uçucu yağlardan mikroemülsiyon elde edilmesi

Mikroemülsiyonlar uçucu yağların bulunduğu ürünlerin stabilitesini arttırmak için ve bu uçucu yağların koruyucu bir kaplama tabakası içine sıkıştırılması için bir yöntem olarak kullanılmıştır (Şekil 3.3). Bir mikroemülsiyon, normalde nano boyutlu damlacıklar halinde bir sulu faz içinde yağ ve yüzey aktif maddelerin homojen bir dispersiyonudur (Paraskevopoulou ve ark. 2009, Xenakis ve ark. 2010).

Çalışmada izlenen adımların şematik gösterimi Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Çalışmamızda izlenen adımların şematik gösterimi

3.2.3. Uçucu Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi

Bitkilerinin uçucu yağlarının bileşenleri gaz-kromatografik yöntem ile saptanmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi Thermo Scientific ISQ Single Quadrupole model gaz kromatografi cihazı (Şekil 3.7) ile aşağıdaki şartlar altında gerçekleştirilmiştir. TR-FAME MS model, 5 % Phenyl Polysilphenylene-siloxane, 0.25 mm iç çap x 60 m

uzunlukla, 0.25 μm film kalınlığına sahip kolon kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak 1 mL/dak akış hızında helyum (% 99.9) kullanılmıştır. İyonizasyon 22 enerjisi 70 eV, kütle aralığı m/z 1,2-1200 amu olarak ayarlanmıştır. Veri toplamada tarama modu (Scan Mode) kullanılmıştır. MS transfer line sıcaklığı 250 °C, MS iyonizasyon sıcaklığı 220 °C, Enjeksiyon port sıcaklığı 220 °C, kolon sıcaklığı başlangıçta 50 °C olup 3 °C/dak ısı artış oranı ile 220 °C'ye kadar yükseltilmiştir. Her bileşiğin yapısı Xcalibur proqramı ile kütle spektrumları kullanılarak (Wiley 9) tanımlanmıştır. Kullandığımız veritabanı yazılımının spektrumları eşleştirme faktörleri için belirlediği başarı oranları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. NIST kütüphane kuralları

Eşleştirme Faktörleri (SI ve RSI)	Kütle Spektral Eşleştirme
900 ve üzeri	Mükemmel
800-900	İyi
700-800	Uygun
<600	Kötü



Şekil 3.7. Uçucu yağların etken maddelerinin belirlenmesi (GC/MS)

3.2.4. Uçucu Yağların, Karışımlarının ve Mikroemülsiyonlarının *in vitro* ve *in vivo* Koşullarda Fungal Etmenin Misel Gelişimi Üzerine Etkinliği

3.2.4.1. Uçucu Yağların, Karışımlarının ve Mikroemülsiyonlarının *in vitro* Koşullarda Fungal Etmenin Misel Gelişimi Üzerine Etkinliğinin Belirlenmesi

Rezene, defne ve mersin uçucu yağları, bu uçucu yağların farklı kombinasyonlarından oluşan uygun karışımları ve mikroemülsiyonlarının antifungal etkilerini araştırmak için 121 °C'de 15 dk otoklav edilmiş PDA ortamı içerisine bu uçucu yağların farklı konsantrasyonları (0.1, 0.2, 0.3, 0.35, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.85, 0.9 µg/ml) ilave edilmiştir. Daha sonra bu PDA ortamı 9 cm çapındaki steril petrilere dökülmüştür. 5 mm çapındaki mantar delici ile alınan 7 günlük Ss31 izolatına ait kültür, PDA ortamı içeren 9 cm çapındaki steril petri kabının merkezine, diskin misel gelişimi görülen yüzeyi PDA ile temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Petri kabının etrafı parafilm ile kapatılıp 24-25 °C'de inkübe edilmiştir. Kontrol petrilere dökülen PDA ortamlarına ise uçucu yağ uygulamalarında saf su ilave edilmiştir. Değerlendirmeler, fungusun kontrol petrilinde gelişimi tamamlandığında koloni radyal gelişim çaplarının ölçülmesiyle (mm olarak) yapılmıştır. Her bir uçucu yağın farklı konsantrasyonlarında engelleme oranı, (%) Abbott formülüne göre hesaplanmıştır.

$$Engelleme (\%) = \frac{F_{GK} - F_{GU}}{F_{GK}} \times 100$$

F_{GK} = Kontrol petrilindeki fungal gelişim (mm)

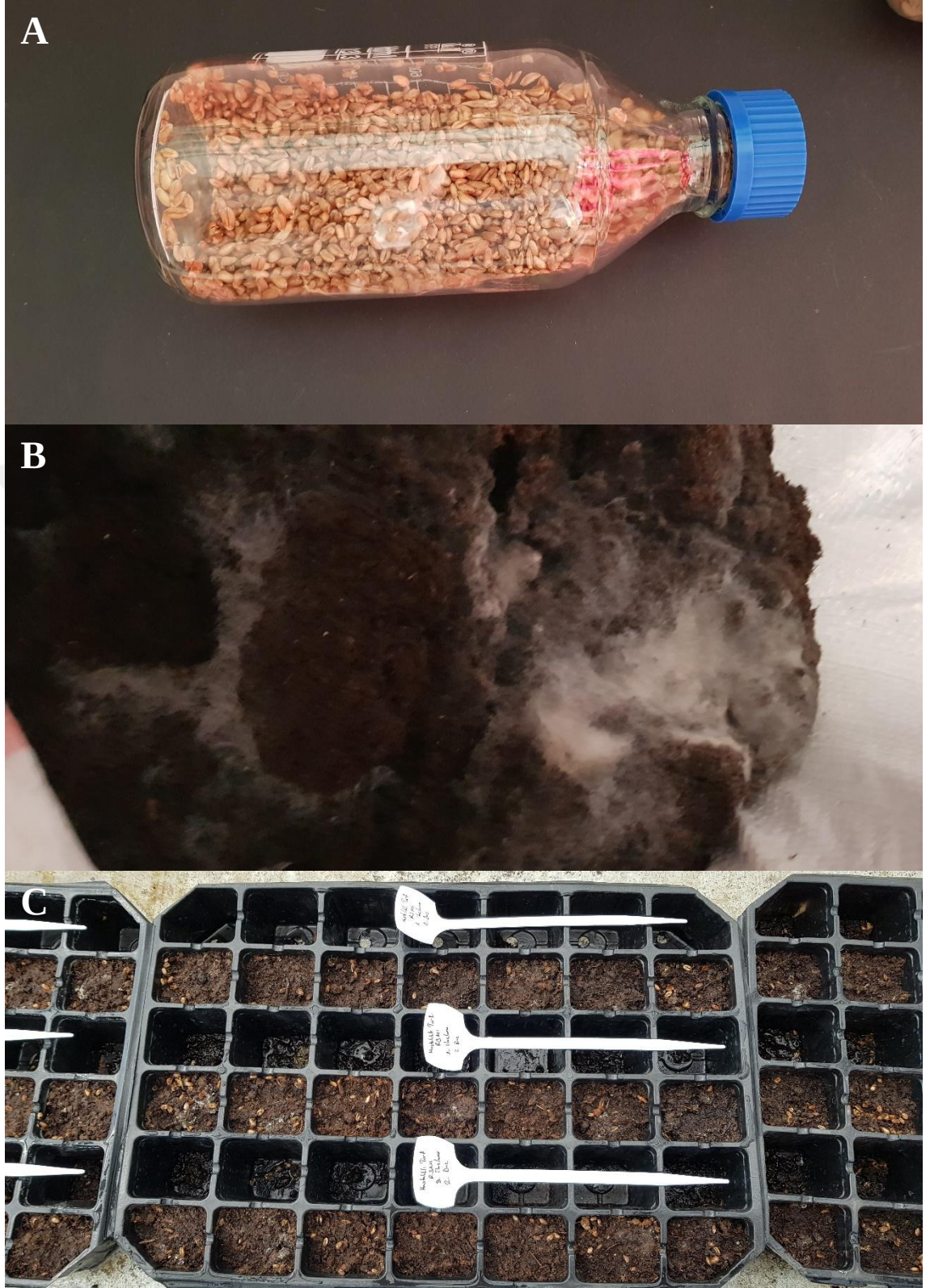
F_{GU} = Uygulama yapılmış petrildeki fungal gelişim çapı (mm)

3.2.4.2. Uçucu Yağların ve Karışımlarının Mikroemülsiyonlarının Antifungal Etkinliklerinin *in vivo* Koşullarda Araştırılması

S. sclerotiorum patojeninin inokulumunu elde etmek için haşlanan buğday tohumları fungusun kolonize olması amacıyla kullanılmıştır. Bu amaçla, 1 litrelik cam kavanozların içine 120 g buğday danesi konulmuş ve üzerine yüzeyini kaplayacak şekilde

patates dekstroz broth (PDB) ilave edilmiştir. Daha sonra bu kavanozlar, otoklavda 121 °C ve 1 atm basınçta 30 dk süreyle steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra, daneler iyice soğuyunca 24±2 °C PDA ortamında 7-10 gün boyunca geliştirilmiş olan kültürlerden alınan 10 mm' lik agar disklerinden her bir kavanoza 15-20 adet gelecek şekilde konulmuş ve steril kaşık ile karıştırılarak disklerin danelerle karışması sağlanmıştır (Şekil 3.6A). Cam kavanozlar içerisinde hazırlanmış olan fungus inokulumu, 24±2 °C'de 25 gün boyunca gün ışığında inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon süresinin 5. gününden itibaren 2 günde bir kavanozlar çalkalanarak tüm danelerin fungus miseli ile kolonize olması sağlanmıştır. Inkübasyondan sonra her bir kavanozun içeriği temiz plastik küvetlere boşaltılarak 15-20 saat süreyle çeker ocak içerisinde havalandırılmıştır. İnokulum, steril kese kâğıdında 60 gr olacak şekilde paylaştırılmış ve kullanılıncaya kadar 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Dolaplarda bekletilen fungus inokulumu daha önceden steril hale getirilmiş torf ile karıştırılıp steril su ile sulanarak 10 gün beklemek suretiyle patojenin torf karışımı içerisinde kolonize olması sağlanmıştır (Şekil 3.6B). Denemelerde kullanılmış olan kolonize olmuş torflardaki fungus inokulumu, yapılan seri sulandırma analizleri sonucunda 10⁴ propagül/gr konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir.

Daha sonra hastalıkla bulaşmış torflar 10⁴ propagül/gr konsantrasyonunda her viyol gözüne 60 gr gelecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.8). *In vitro* antifungal etkinliği belirlenen rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı kombinasyonlarından oluşan ve tween yardımıyla elde ettiğimiz mikroemülsiyonlarının *in vivo* koşullarda antifungal etkinliğini belirlemek için *Sclerotinia sclerotiorum* etmeni ile bulaştırılan torfların bulunduğu viyollere biber tohumları her viyole 5'er tohum gelecek şekilde ekilmiştir. Deneme her 5 viyol bir tekerrür ve her viyole 5 tohum gelecek (her uygulama için toplamda 25 bitki tohumu) şekilde 3 tekerrürlü olarak (her uygulama için toplam 75 bitki tohumu) tekrarlanmıştır. Mikroemülsiyonların tohum çimlenmesi ve bitki çıkışı üzerine olan olumsuz etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla (1. kontrol), temiz torf içerisinde biber tohumları ekilerek mikroemülsiyon ile hastalıklı toprağa yapılan uygulamaların aynısı yapılmıştır. Aynı zamanda temiz torf (2. kontrol) ve hastalıklı torfa ekilen biber tohumları (patojenli kontrol) çeşme suyu ile sulanarak farklı kontrol grupları oluşturulmuştur. Hastalıklı torflara ekim yapılmış viyollerden çıkış yapamamış veya çıkış yaptıktan hemen sonra çürümüş tohumlardan, PDA besi yerinde yapılan izolasyonlarda hastalık etmeni *S. sclerotiorum* saf olarak elde edilmiştir.



Şekil 3.8. (A) Haşlanan buğday tohumlarına fungusun kolonize ettirilmesi (B) Torf üzerinde patojenin gelişimi (C) Hastalıkla bulaşmış torfların 10^4 propagül/gr konsantrasyonunda her viyol gözüne 60 gr gelecek şekilde viyollere yerleştirilmesi

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Tüm *in vitro* denemeleri her petri 1 tekerrür ve her konsantrasyon da 3 tekerrür olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kuruldu ve deneme 2 farklı zamanda tekrar edilmiştir. Elde edilen ölçüm değerlerinin % oranlarına çevrilmeden SPSS istatistik programı (SPSS Inc., versiyon 11.5.0) kullanılarak tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılmış ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p \leq 0.05$) ile konsantrasyonlar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir. *İn vivo* denemeleri ise tesadüf parselleri deneme desenine göre, viyollerde 3 tekerrürlü olarak ve her tekerrür 5 viyol gözünden ve her gözde 5 biber bitkisi tohumu gelecek şekilde oluşturulmuştur.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Uçucu Yağ Oranları (%)

Araştırmada kullanılan rezene, defne ve mersin uçucu yağlara ait sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre rezene tohumlarının uçucu yağ oranı % 1.6-2.5 aralığında, defne yapraklarından elde edilen uçucu yağ oranı % 2.0-3.5 aralığında, mersin yapraklarından elde edilen uçucu yağ oranı ise % 1.5-2.1 aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmalarda Kullanılan Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Oranları %

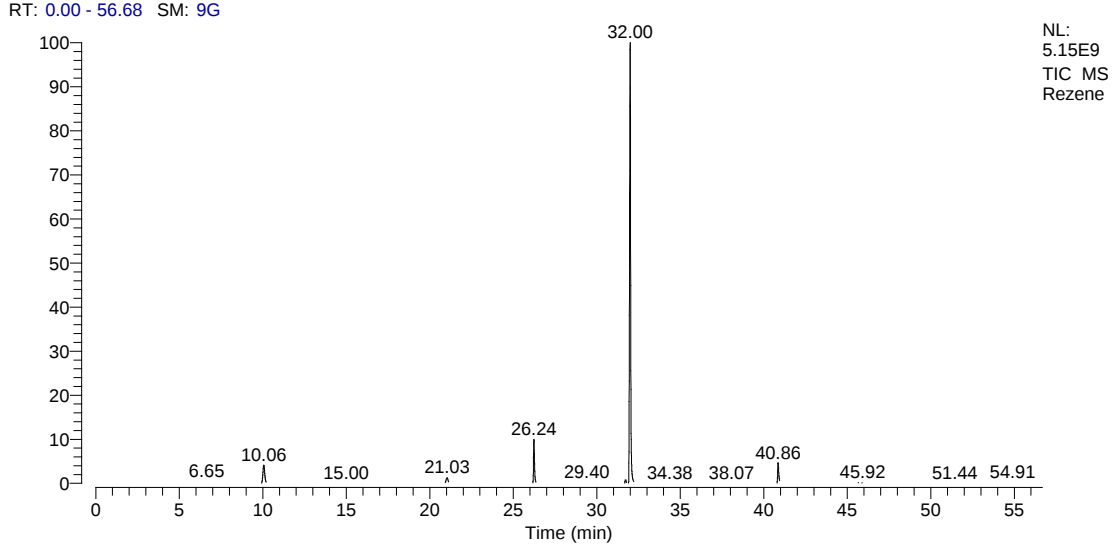
Bitki	Kullanılan Kısım	Uçucu Yağ Oranları (%)
Rezene	Tohum	1.6 - 2.5
Defne	Yaprak	2.0 - 3.5
Mersin	Yaprak	1.5 - 2.1

Kan ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada farklı koşullarda yetiştirilen rezene tohumlarından elde edilen uçucu yağ oranını % 2.90-3.20 arasında olduğunu bildirirken; çalışmamızda rezene tohumlarından elde edilen uçucu yağ oranını % 1.60-2.50 arasında tespit etmişlerdir. Uyar (2014) defne yaprak uçucu yağ oranları üzerine yaptığı çalışmada farklı hasat zamanlarında defnenin yapraklarından elde edilen uçucu yağ oranlarının % 0.60 ile % 5.87 arasında değiştiğini bildirirken çalışmamızda bu oran % 2.00-3.50 arasında belirlenmiştir. Öztürk (2018), yaptığı çalışmada mersin yapraklarından elde ettiği uçucu yağ oranlarını % 0.90-1.19 arasında tespit ettiğini bildirirken; çalışmamızda mersin uçucu yağ oranlarının % 1.50-2.10 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

4.2. Uçucu Yağ Bileşenleri

4.2.1. Rezene Uçucu Yağ Bileşenleri

Rezene tohumlarından elde edilen uçucu yağların ana bileşenleri Çizelge 4.2’de elde edilen kromotogram ise Şekil 4.1’de verilmiştir. Buna göre ana bileşenlerin trans-Anethole (% 78.99), Estragole (% 7.14) Limonene (% 4.44) ve p-Anisaldehyde (% 3.49) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Rezene uçucu yağına ait GC-MS kromotogramı

Çizelge 4.2. Rezene uçucu yağ bileşenleri

RT Bileşenler	SI	RSI	Cas #	Alan %
6.64 4-Carene	918	921	-	0.38
10.06 Limonene	989	994	138-86-3	4.44
10.66 cis-Ocimene	949	980	6874-10-8	0.32
12.12 Eucalyptol	941	961	470-82-6	0.17
12.74 p-Cymene	922	926	99-87-6	0.21
21.03 L-Fenchone	990	993	126-21-6	1.43
26.24 Estragole	989	991	140-67-0	7.14
31.72 Carvone	977	988	6485-40-1	0.72
32.00 Trans-anethole	990	991	4180-23-8	78.99
40.86 p-Anisaldehyde	989	991	123-11-5	3.49
41.44 Methyl isohexadecanoate	934	934	5129-60-2	0.46
45.68 2-Propanone, 1-(4-methoxyphenyl)	917	949	122-84-9	0.18
45.92 1-Propanone, 1-(3-methoxyphenyl)	955	965	37951-49-8	0.20

Kan ve ark. (2006), farklı koşullarda yetiştirilen rezene tohumlarının uçucu yağ bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada, ana bileşenlerin trans-Anethole % 60.6-87.0, Anisaldehyt % 6.1-21.3, Estragol % 3.2-11.7, α -Fenchon % 0.7-3.2, Limonen % 0.3-2.5, Karvon % 0.3-1.0 ve cis-Anethol % 0.2-0.9 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise rezene tohumlarından elde edilen uçucu yağların ana bileşenlerinin trans-Anethole (% 78.99), Estragole (% 7.14) Limonene (% 4.44), p-Anisaldehyde (% 3.49) olduğu tespit edilmiştir.

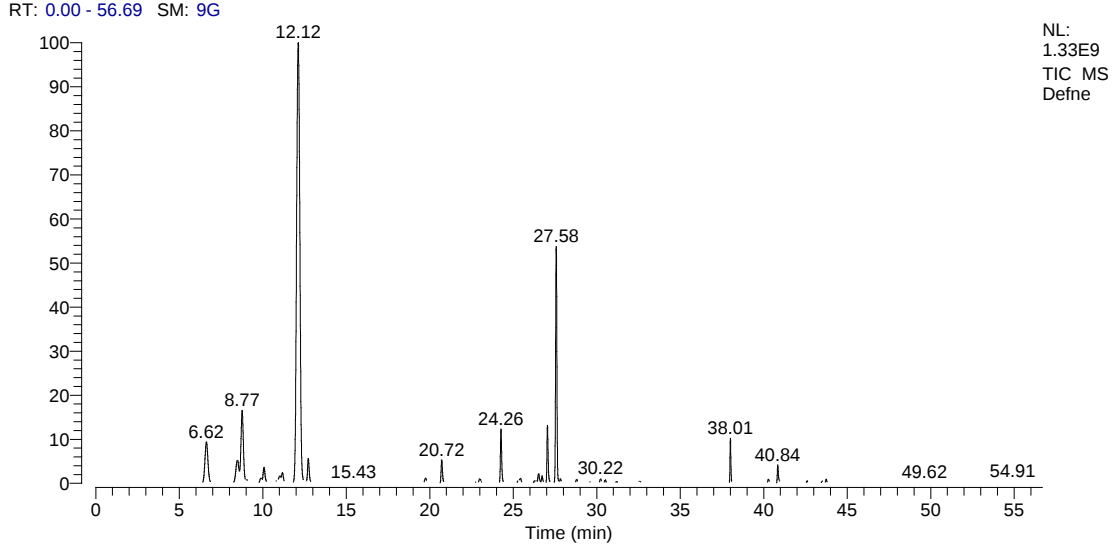
4.2.2. Defne Uçucu Yağ Bileşenleri

Defne yapraklarından elde edilen uçucu yağların ana bileşenleri Çizelge 4.3’de elde edilen kromotogram ise Şekil 4.2’de verilmiştir. Buna göre defne yaprağı uçucu yağının ana bileşenlerinin Eucalyptol (% 51.77), α -Terpinyl acetate (% 15.56), Sabinene (% 5.81) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Defne uçucu yağ bileşenleri

RT	Bileşenler	SI	RSI	Cas #	Alan %
6.62	α -Pinene	991	995	80-56-8	3.90
8.48	β -Pinene	987	995	127-91-3	1.68
8.77	Sabinene	992	995	3387-41-5	5.81
10.08	Limonene	976	988	138-86-3	1.07
11.03	β -Phellandrene	937	959	555-10-2	0.36
11.18	γ -Terpinene	966	981	99-85-4	0.73
12.12	Eucalyptol	995	995	470-82-6	51.77
12.72	p-Cymene	954	955	99-87-6	1.68
19.74	trans Sabinene hydrate	969	986	17699-16-0	0.38
20.72	Linalool	984	985	78-70-6	1.54
23.00	Sabinene hydrate	958	967	546-79-2	0.34
24.26	Terpinen-4-ol	989	989	562-74-3	3.40
25.42	Bornyl acetate	857	873	76-49-3	0.54
26.52	Ocimenyl acetate	866	921	-	0.60
27.05	α -Terpineol	992	993	98-55-5	3.41
27.58	α -Terpinyl acetate	993	995	80-26-2	15.56
29.65	Myrtenol	897	920	515-00-4	0.46
38.01	Methyleugenol	971	976	93-15-2	2.12
40.84	3-Allylguaiacol	985	986	1941-12-4	0.95

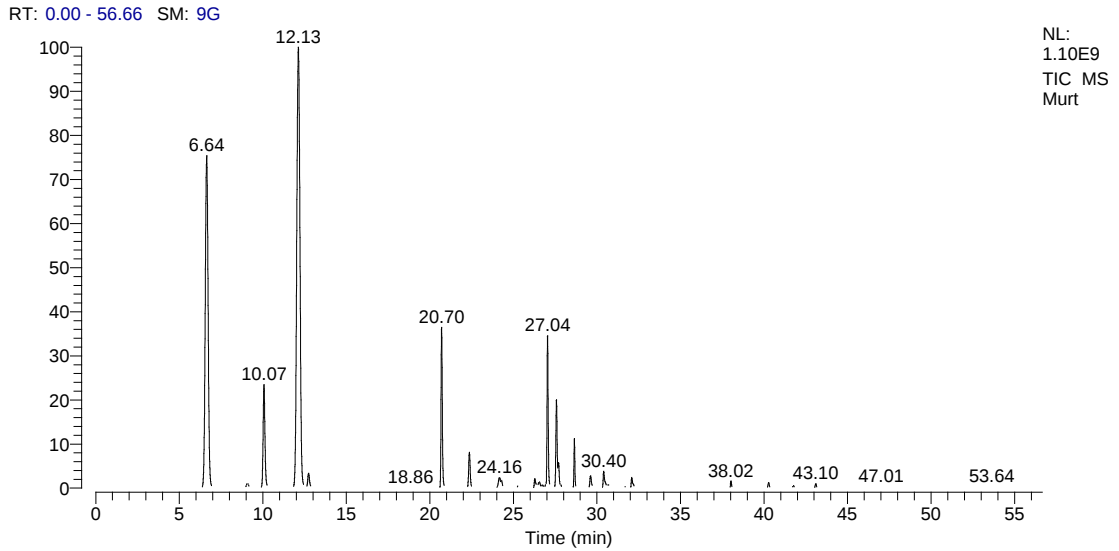
Ayanoğlu ve ark. (2010), Hatay yöresinde doğal olarak yetişen defne (*Laurus nobilis* L.) bitkisinin kalite özelliklerinin belirlenmesi ve seleksiyonu üzerine yaptıkları çalışmada, defnenin ana bileşenini Eucalyptol olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada, Eucalyptol oranının % 76.13-30.53 arasında değiştiğini bildirirken bu çalışmada eucalyptol oranı % 51.77 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Defne uçucu yağına ait GC-MS kromotogramı

4.2.3. Mersin Uçucu Yağının Bileşenleri

Mersin yapraklarından elde edilen uçucu yağların ana bileşenleri Çizelge 4.4’de elde edilen kromotogram ise Şekil 4.3’de verilmiştir. Buna göre ana bileşenlerin Eucalyptol (% 38.44), α -Pinene (% 24.39), Linalool % 7.99), α -Terpineol (% 6.86), Limonene (% 6.01) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Mersin uçucu yağına ait GC-MS kromotogramı

Çizelge 4.4. Mersin uçucu yağ bileşenleri

RT	Bileşenler	SI	RSI	Cas #	Alan %
6.64	α -Pinene	993	994	80-56-8	24.39
8.47	β -Pinene	912	923	127-91-3	0.27
10.07	Limonene	990	994	138-86-3	6.01
12.12	Eucalyptol	990	990	470-82-6	38.44
12.73	p-Cymene	952	957	99-87-6	0.79
20.70	Linalool	995	995	78-70-6	7.99
22.36	Linalyl acetate	988	991	115-95-7	1.91
24.16	Caryophyllene	982	986	87-44-5	0.68
24.28	Terpinen-4-ol	940	965	562-74-3	0.33
25.30	trans-Pinocarveol	937	956	547-61-5	0.14
26.28	Estragole	918	925	140-67-0	0.39
26.54	Humulene	933	951	6753-98-6	0.28
27.04	α -Terpineol	992	994	98-55-5	6.86
27.58	α -Terpinyl acetate	989	992	80-26-2	4.57
27.70	Myrtenyl acetate	974	982	1079-01-2	0.97
28.65	Geranyl acetate	993	994	105-87-3	1.85
29.61	Myrtenol	979	983	515-00-4	0.59
30.40	Geraniol	985	989	106-24-1	0.83
32.08	Anethole	968	978	104-46-1	0.53
38.02	Methyleugenol	944	963	93-15-2	0.25
40.28	Caryophyllene oxide	967	980	1139-30-6	0.26

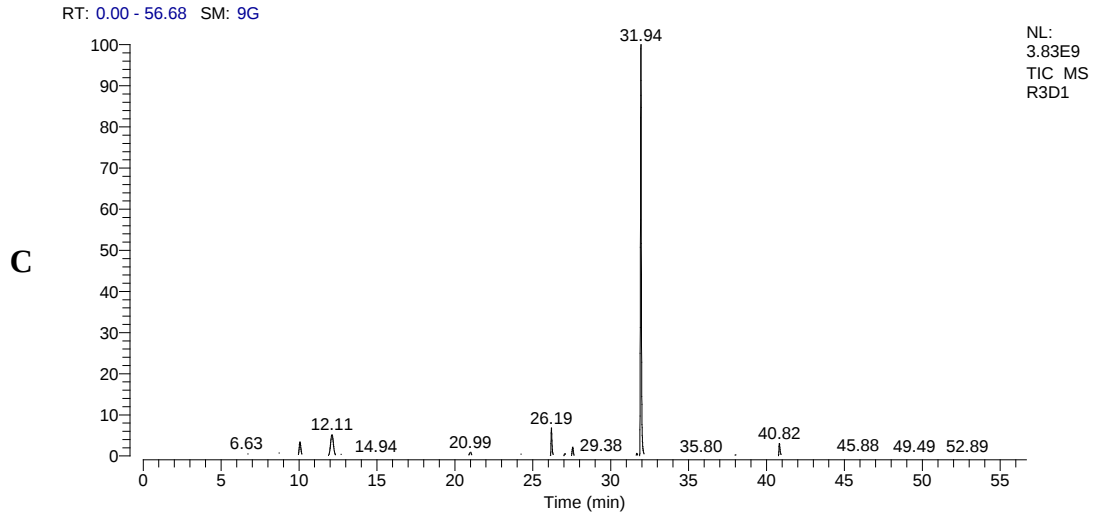
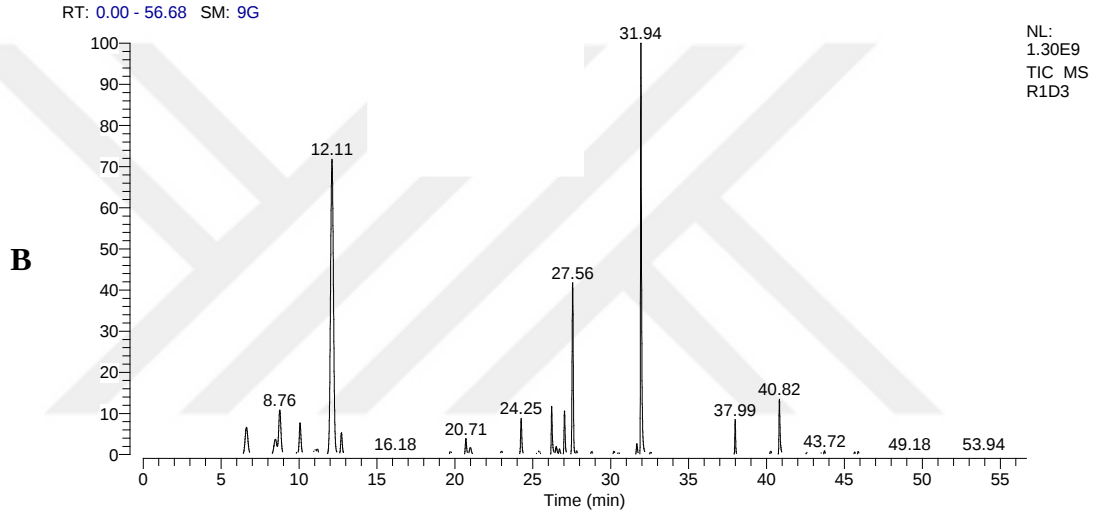
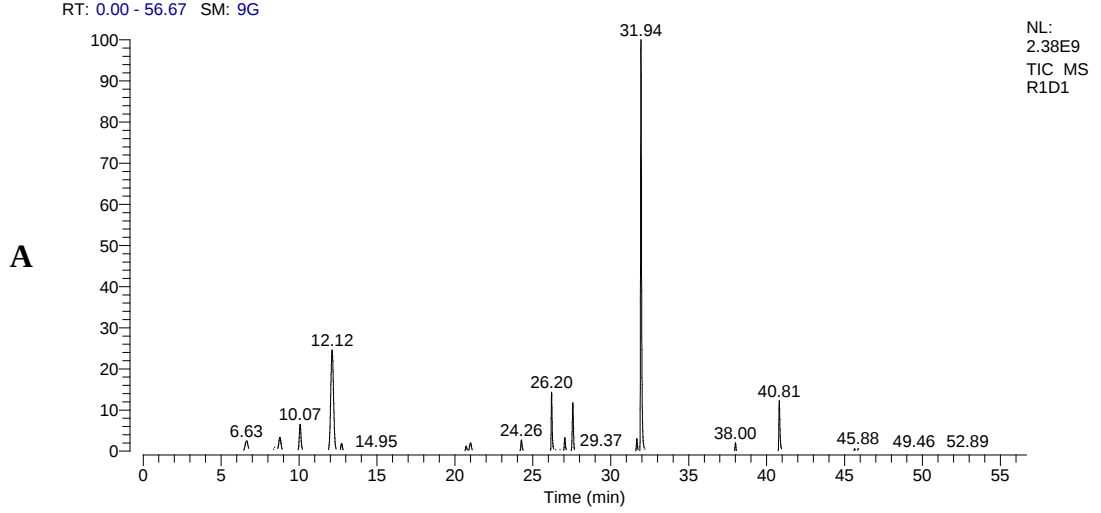
Öztürk (2018); Hatay ili mersin (*Myrtus communis* L.) ekotiplerinin yaprak verimi ve kalitesi üzerine dikim sıklığı ve hasat zamanlarının etkisi üzerine yaptığı çalışmada, mersin uçucu yağların temel α -pinene (% 3.67-54.53), eucalyptol (% 4.10-43.16), linalool (% 1.74-34.71), α -terpineol (% 2.18-11.06), limonene (% 2.25-14.89), myrtenyl acetate (% <1-48.02), linalyl acetate (% <1-6.24), eugenol (% <1-38.69), geranyl acetate (% <1-8.78) olarak tespit etmiştir.

4.3. Uçucu Yağların Birbirleri ile Belirli Oranlarda Karışımlarının Bileşenleri

Uçucu yağlar elde edildikten sonra belirli oranlarda (% 25-75, % 50-50, % 75-25) karıştırılmış ve bu karışımların GC-MS sonuçları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan rezene ve defne karışımlarının ana bileşenleri incelendiğinde; $R_{1/2}D_{1/2}$ uçucu yağının temel

bileşenleri trans-Anethole % 43.61, Eucalyptol % 18.72, α -Terpinyl acetate % 6.00, Estragole % 5.97, Limonene % 3.94, Sabinene % 2.11 olarak tespit edilirken, $R_{1/4}D_{3/4}$ karışımının ana bileşenleri sırasıyla; Eucalyptol % 32.31, trans-anethole % 23.78, α -Terpinyl acetate % 11.87, Sabinene % 3.73, Estragole % 2.72, Limonene % 2.47, olarak belirlenmiştir. rezene oranının % 75 ve defne uçucu yağ oranının % 25 olduğu $R_{3/4}D_{1/4}$ olduğu uçucu yağ karışımında ise ana bileşenler sırasıyla; trans-Anethole% 73.21, Eucalyptol % 6.72, estragole % 4.92, Limonene % 3.60, α -Terpinyl acetate % 1.95 ve Sabinene % 0.92 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Türkmen (2015), farklı yöntemlerle elde edilen uçucu yağ karışımlarının antimikrobiyal etkinliğinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, rezene ve defne uçucu yağlarının kombinasyonlarının içeriklerini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yaptığı çalışmada, $R_{1/4}D_{3/4}$, kombinasyonunun temel bileşenlerini; Eucalyptol % 37.67, trans-Anethole % 24.93, $R_{1/2}D_{1/2}$, kombinasyonunda Eucalyptol % 23.97, trans-Anethole % 46.23 ve $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonunda Eucalyptol % 11.47, trans-Anethole % 64.83 olarak bildirirken, çalışmamızda bu oranlar, $R_{1/4}D_{3/4}$, Eucalyptol % 32.31, trans-Anethole % 23.78, $R_{1/2}D_{1/2}$, kombinasyonunda trans-Anethole % 43.61, Eucalyptol % 18.72, ve $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonunda ise trans-Anethole %73.21, Eucalyptol % 6.72 olarak tespit edilmiştir.

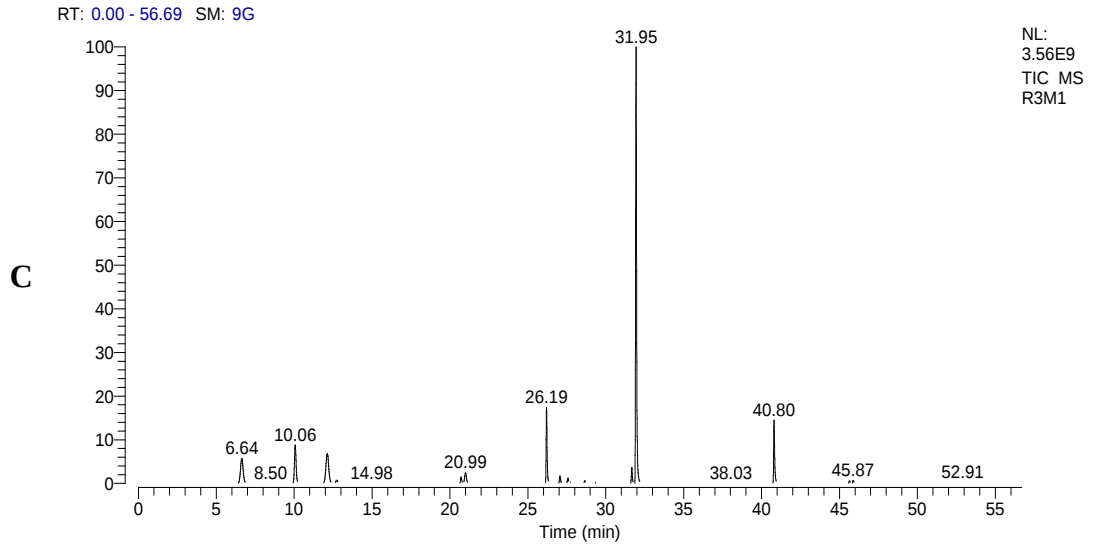
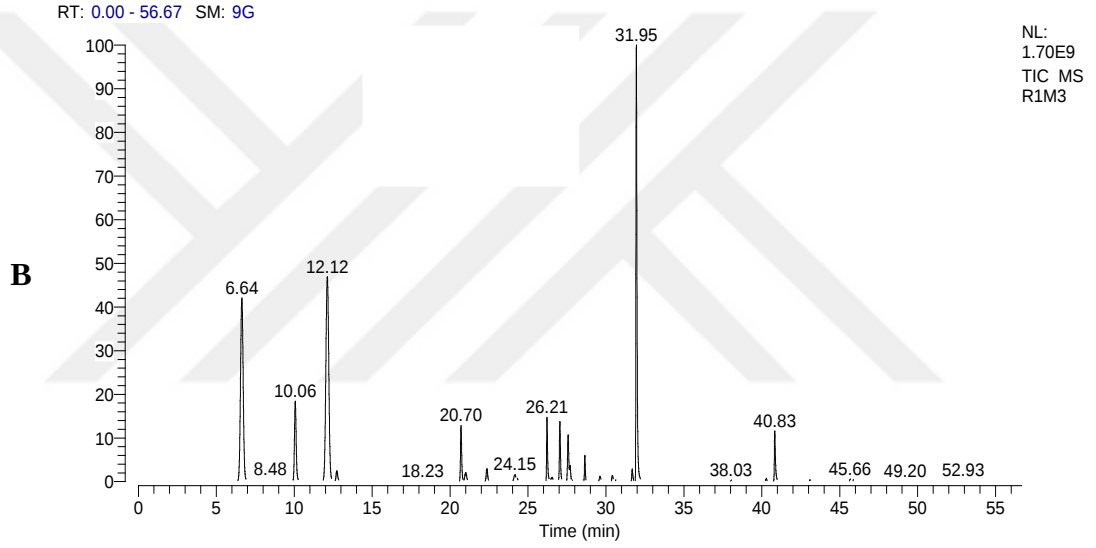
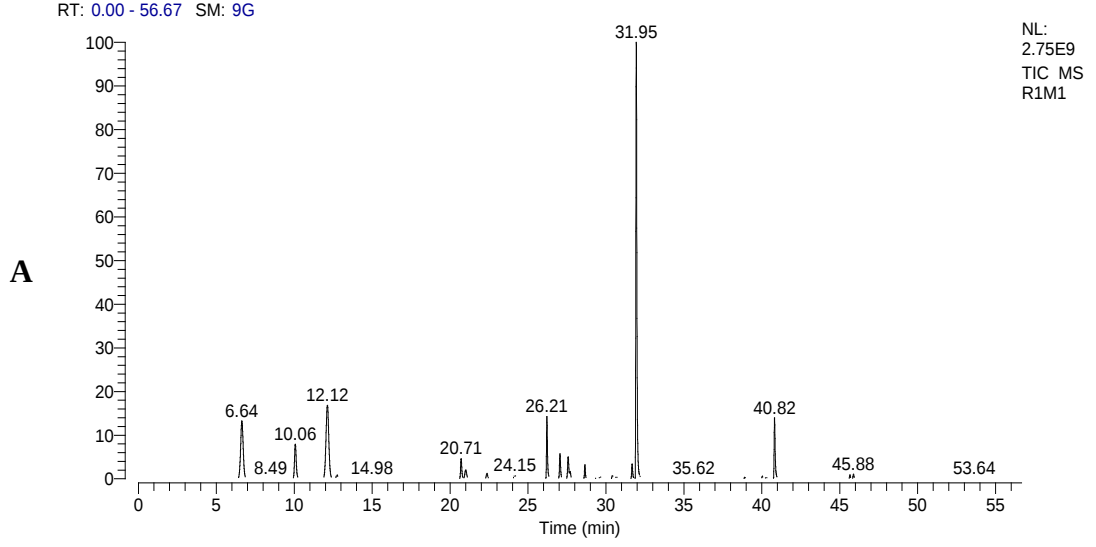


Şekil 4.4. Rezene-Defne uçucu yağlarının karışımlarına ait Gc-Ms kromatogramları (**A:** $R_{1/2}D_{1/2}$ **B:** $R_{1/4}D_{3/4}$ **C:** $R_{3/4}D_{1/4}$)

Çizelge 4.5. Rezene-Defne uçucu yağlarının karışımlarına ait bileşenler

RT	Bileşenler	R_{1/2}D_{1/2} Alan %	R_{1/4}D_{1/4} Alan %	R_{3/4}D_{1/4} Alan %
6.63	α -Pinene	1.89	2.75	-
7.65	β -Pinene	0.68	1.20	0.26
8.77	Sabinene	2.11	3.73	0.92
9.47	α -Phellandrene	0.05	0.07	0.03
10.07	Limonene	3.94	2.47	3.60
10.66	trans- β -Ocimene	-	-	0.21
11.02	β -Phellandrene	0.13	0.23	-
11.17	4-Carene	-	-	0.14
11.18	γ -Terpinene	0.26	0.39	-
12.12	Eucalyptol	18.72	32.31	6.72
12.73	p-Cymene	1.04	1.58	0.43
19.74	Sabinene hydrate	0.15	0.26	-
20.72	Linalool	0.64	1.08	0.19
21.00	D-Fenchone	1.26	0.57	1.09
22.99	trans-Sabinenehydrate	0.13	0.24	-
24.26	Terpinen-4-ol	1.33	2.41	0.46
25.41	Bornyl acetate	0.23	0.42	0.10
26.20	Estragole	5.97	2.72	4.92
26.51	Ocimenyl acetate	0.24	0.51	-
26.72	α -Terpineol	0.17	3.03	0.50
27.56	α -Terpinyl acetate	6.00	11.87	1.95
29.64	Myrtenol	0.07	0.23	-
30.21	Limonene oxide	0.12	0.26	0.10
31.67	Carvone	1.36	0.66	0.52
31.94	trans-Anethole	43.61	23.78	73.21
32.57	Chavicol	0.10	0.16	-
38.00	Methyleugenol	0.77	1.76	0.23
40.27	Caryophyllene oxide	0.10	0.21	-
40.81	p-Anisaldehyde	5.56	3.20	2.39
45.88	1-Propanone, 1-(3-methoxyphenyl)	0.27	-	0.12

Çalışmada kullanılan bir diğer kombinasyon olan rezene ve mersin uçucu yağlarından elde edilen karışımların ana bileşenleri incelendiğinde ise, R_{1/2}M_{1/2} karışımında ana bileşenler; trans-anethole % 44.7, Eucalyptol % 12.4, α -Pinene % 9.0, p-Anisaldehyde % 6.0, Estragole % 5.8, Limonene % 4.7, α -Terpinyl acetate % 2.7 ve Linalool % 2.3 olarak belirlenmiştir. R_{1/4}M_{1/4} karışımlarının uçucu yağ bileşenleri incelendiğinde ise ana bileşenler sırası ile; Eucalyptol % 22.1, trans-Anethole % 26.0, α -Pinene % 18.40, Limonene % 6.51, Linalool % 3.7, Estragole % 3.60, α -Terpinyl acetate % 3.40 ve p-Anisaldehyde % 2.9 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.5. Rezene-Mersin uçucu yağlarının karışımlarına ait Gc-Ms kromotogramları
(A: $R_{1/2}M_{1/2}$ B: $R_{1/4}M_{3/4}$ C: $R_{3/4}M_{1/4}$)

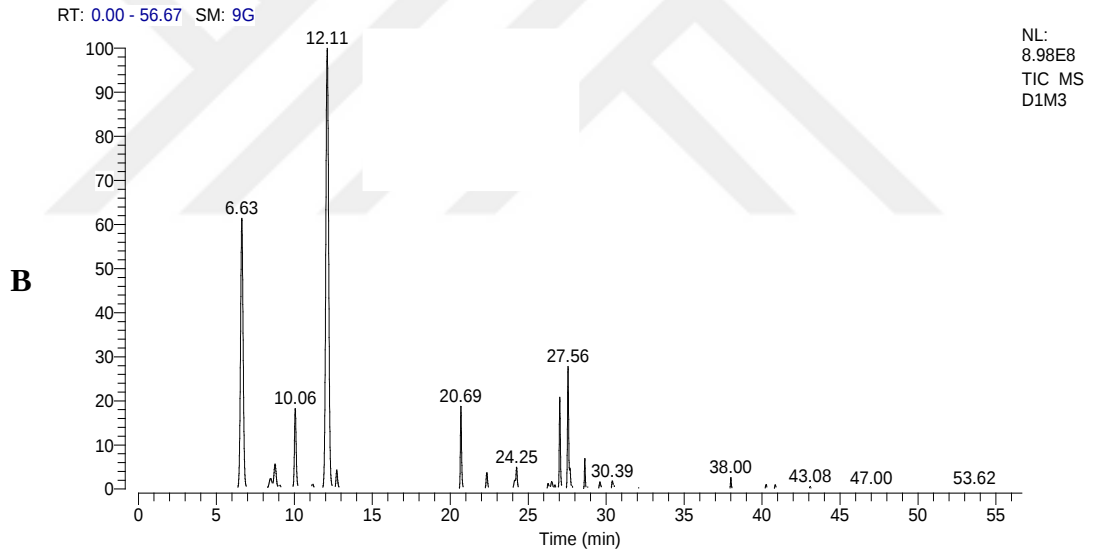
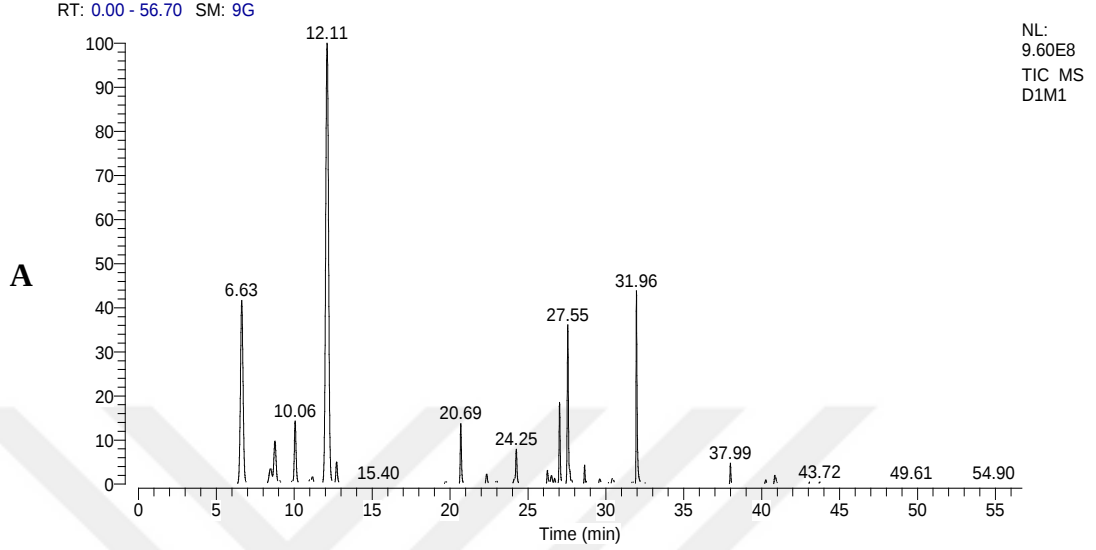
Rezene uçucu yağ oranının %75.0 Mersin uçucu yağ oranının ise % 25.0 olduğu R_{3/4}M_{1/4} kombinasyonu temel bileşenler bakımından incelendiğinde ise; trans-Anethole % 54.3, Estragole % 9.11, p-Anisaldehyde % 7.9 Limonene % 6.6, Eucalyptol % 6.2, α -Pinene % 5.12, Linalool % 0.96 ve α -Terpinyl acetate % 0.81 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

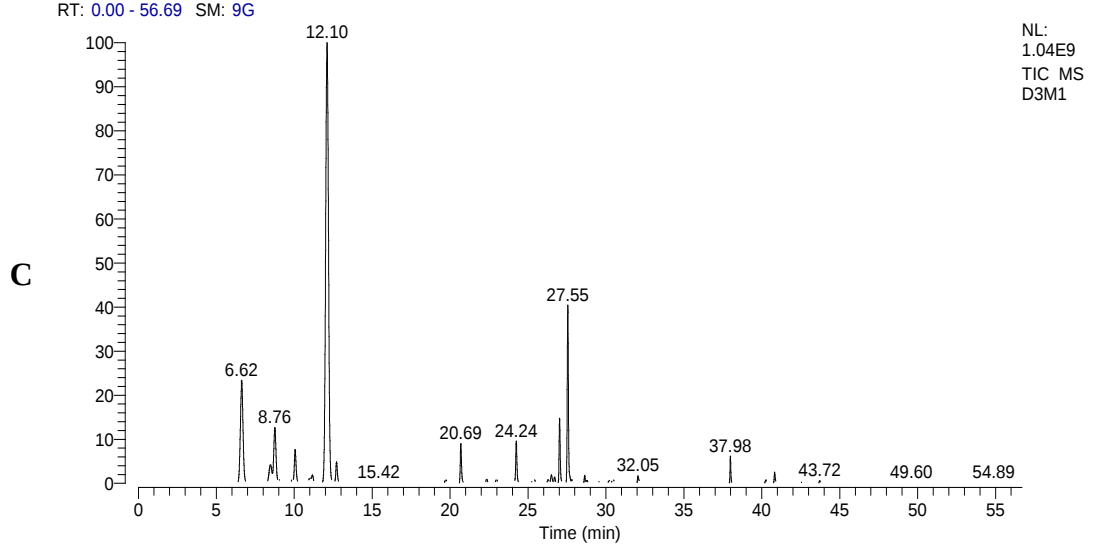
Çizelge 4.6. Rezene-Mersin uçucu yağlarının karışımlarına ait bileşenler

RT	Bileşenler	R _{1/2} M _{1/2} Alan %	R _{1/4} M _{3/4} Alan %	R _{3/4} M _{1/4} Alan %
6.64	α -Pinene	9.01	18.40	5.12
8.49	β -Pinene	0.09	0.17	0.06
8.78	α -Phellandrene	0.09	0.15	0.10
10.07	Limonene	4.69	6.51	6.59
12.13	Eucalyptol	12.41	22.13	6.19
12.73	p-Cymene	0.49	0.80	0.60
20.71	Linalool	2.29	3.79	0.96
21.00	L-Fenchone	1.22	0.71	1.86
22.36	Linalyl acetate	0.66	0.96	0.22
24.16	Caryophyllene	0.52	0.62	-
26.21	Estragole	5.81	3.60	9.11
26.54	Humulene	0.22	0.26	-
27.05	α -Terpineol	2.61	3.70	0.97
27.58	α -Terpinyl acetate	2.68	3.40	0.81
27.69	Myrtenyl acetate	0.66	0.90	-
28.65	Geranyl acetate	1.22	1.33	0.38
29.62	Myrtenol	0.26	0.35	-
30.41	Geraniol	0.34	0.37	-
31.68	Carvone	1.48	0.75	2.00
31.95	Trans-anethole	44.16	25.98	54.26
40.28	Caryophyllene oxide	0.21	0.20	-
40.82	p-Anisaldehyde	6.00	2.97	7.89
45.65	Anisyl acetone	0.35	0.12	0.34

Defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen karışımların GC-MS ile belirlenen ana bileşenleri incelendiğinde ise; D_{1/2}M_{1/2} karışımında ana bileşenler Eucalyptol % 40.34, α -Pinene % 14.65 α -Terpinyl acetate % 8.74 α -Terpineol % 4.53 Limonene % 4.27, Linalool % 3.47, Sabinene % 3.03 olarak tespit edilmiştir. D_{1/4}M_{3/4} karışımında ise Eucalyptol % 41.14, α -Pinene % 22.78, α -Terpinyl acetate % 6.76, Limonene % 5.76, α -Terpineol % 5.12, Linalool % 5.01, Sabinene % 1.82 olarak belirlenmiştir. D_{3/4}M_{1/4} karışımın uçucu yağ bileşenlerini incelediğimizde ise, Eucalyptol % 48.49, α -Terpinyl

acetate % 12.22, α -Pinene % 9.79, Sabinene % 4.82, α -Terpineol % 4.56, Linalool % 2.79 ve Limonene % 2.66 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).





Şekil 4.6. Defne-Mersin uçucu yağlarının karışımlarına ait Gc-MS kromatogramları
(A: $D_{1/2}M_{1/2}$ B: $D_{1/4}M_{3/4}$ C: $D_{3/4}M_{1/4}$)

Çizelge 4.7. Defne-Mersin uçucu yağlarının karışımlarına ait bileşenler

RT	Bileşenler	$D_{1/2}M_{1/2}$ Alan %	$D_{1/4}M_{3/4}$ Alan %	$D_{3/4}M_{1/4}$ Alan %
6.63	α -Pinene	14.65	22.78	9.79
8.46	β -Pinene	0.98	0.73	1.49
8.76	Sabinene	3.03	1.82	4.82
10.06	Limonene	4.27	5.76	2.66
11.01	β -Phellandrene	0.08	-	0.29
11.17	γ -Terpinene	0.32	0.23	0.62
12.11	Eucalyptol	40.34	41.14	48.49
12.72	p-Cymene	1.34	1.24	1.58
19.73	trans-Sabinenehydrate	0.18	0.10	0.30
20.69	Linalool	3.47	5.01	2.79
22.35	Linalyl acetate	0.59	1.08	0.29
24.25	Terpinen-4-ol	1.78	1.38	2.82
25.40	Bornyl acetate	0.22	0.12	0.46
26.25	Estragole	0.69	0.30	-
26.50	3-Carene	0.48	0.46	0.57
27.03	α -Terpineol	4.53	5.12	4.56
27.55	α -Terpinyl acetate	8.74	6.76	12.22
28.64	Geranyl acetate	0.86	1.41	0.43
29.60	Myrtenol	0.29	0.43	0.24
31.96	Trans-anetholee	0.10	0.14	0.52
37.99	Methyleugenol	0.90	0.52	1.42
40.26	Caryophyllene oxide	0.22	0.25	0.23
40.83	Eugenol	0.55	-	0.62

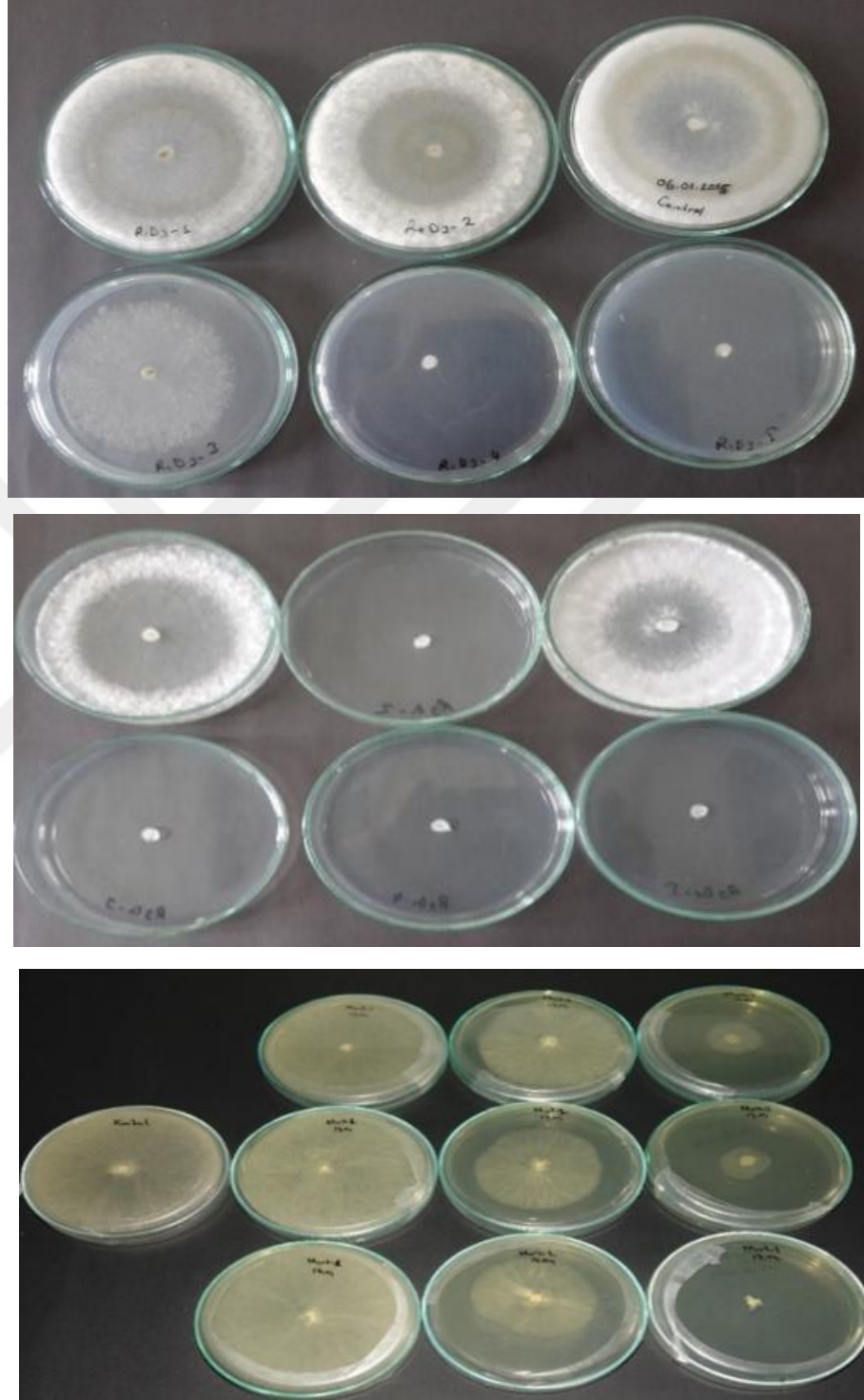
4.4. Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarının *in vitro* Koşullarda Fungal Etmenin Misel Gelişimi Üzerine Etkileri

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi uçucu yağların artan konsantrasyonlarında fungusların misel gelişimlerini azaltmak suretiyle tamamen engellediği görülmüştür. Patojenin misel gelişimi üzerine en fazla antifungal etkinliği rezene tohumlarından elde edilen uçucu yağlar göstermiş olup; bunu sırasıyla defne ve mersin elde edilen uçucu yağlar izlemiştir. Uçucu yağların misel gelişimini tamamen engelleyen konsantrasyonlarına incelendiğinde, *S. sclerotiorum* misel gelişiminin rezene uçucu yağı tarafından 0.33 µg/ml, defne uçucu yağı tarafından 1 µg/ml'de, mersin uçucu yağı tarafından ise 2 µg/ml konsantrasyonlarda tamamen (%100) engellendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.4).

Soylu ve ark. (2006), kekik ve rezene uçucu yağlarının *Sclerotinia sclerotiorum* patojeni üzerine antifungal etkinliğini inceledikleri çalışmada iki uçucu yağın da farklı dozlarda patojeni inhibe ettiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca rezene uçucu yağının kekik uçucu yağına göre buhar ve kontakt etkilerde *S. Sclerotiorum* patojenini daha fazla inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Soylu ve ark. (2007), kekik uçucu yağının *S. sclerotiorum* patojeninin misel gelişimini 1.6 µg ml⁻¹ konsantrasyonunda önemli oranda azalttığını bildirirken; 3.2 µg ml⁻¹ konsantrasyonunda tamamen inhibe ettiğini belirlemişlerdir. Ayrıca kekik uçucu yağı gibi rezene uçucu yağının da *S. sclerotiorum* patojenini inhibe ettiğini ve rezene uçucu yağının 1.6 µg ml⁻¹ konsantrasyonunda misel gelişiminin tamamını inhibe ettiğini tespit etmişlerdir.

Bayar ve ark. (2018), Yaban mersini (*Vaccinium myrtillus* L.) ve defne (*Laurus nobilis* L.) 'nin uçucu yağ bileşiminin ve antifungal aktivitelerinin belirlenmesi üzerine yapmış oldukları çalışmada, 10 µl düzeyinde uygulanan uçucu yağın % 100 inhibitör etki gösterdiğini bildirirken; çalışmamızda kullanılan defne uçucu yağının 1 µg/ml'de % 100 inhibisyon etkisinin olduğu görülmektedir. Mersin uçucu yağının *Sclerotinia sclerotiorum* üzerindeki etkisini inceleyen Yılar ve ark. (2016), *M. communis* uçucu yağının 10 µl'lik dozunun misel gelişimini % 100 oranında inhibe ettiğini rapor etmişlerdir. Bunun yanında *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*' üzerinde de *M. communis* uçucu yağının misel gelişimini % 93.0 engelleyici etkiye sahip olduğu da

belirtilmiştir. Çalışmamızda ise mersin uçucu yağının 120 µl dozunda inhibe edici etkisinin olduğu görülmektedir.



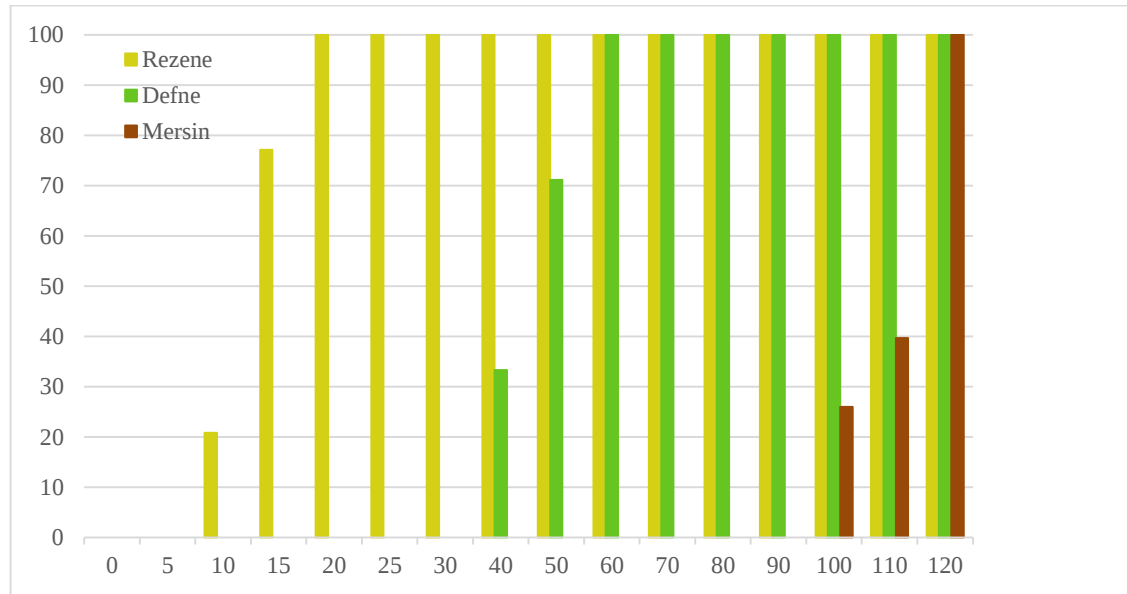
Şekil 4.7. Rezene, defne ve mersin uçucu yağların *Sclerotinia sclerotiorum* etmeninin misel gelişiminin engellenmesi üzerine etkileri

Çizelge 4.8. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının *Sclerotinia sclerotiorum* patojeninin misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Konsantrasyon (µg/ml)	Rezene	Defne	Mersin
Kontrol	90.0 D	90.0 D	90.0 D
0.08	90.0 D	90.0 D	90.0 D
0.17	71.3 aC	90.0 bD	90.0 bD
0.25	20.6 aB	90.0 bD	90.0 bD
0.33	0.0 A	90.0 D	90.0 D
0.42	0.0 A	90.0 D	90.0 D
0.50	0.0 A	90.0 D	90.0 D
0.67	0.0 aA	60.0 bC	90.0 cD
0.83	0.0 aA	26.0 bB	90.0 cD
1.00	0.0 aA	0.0 A	90.0 D
1.17	0.0 aA	0.0 A	90.0 D
1.33	0.0 aA	0.0 aA	90.0 D
1.50	0.0 aA	0.0 a	90.0 D
1.67	0.0 aA	0.0 a	66.6 bC
1.83	0.0 aA	0.0 a	54.3 bB
2.00	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aB

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

Rezene, defne ve mersin uçucu yağların *Sclerotinia sclerotiorum* patojeninin misel gelişimini % 'de engelleme oranları Şekil 4.5'te görüldüğü gibidir.



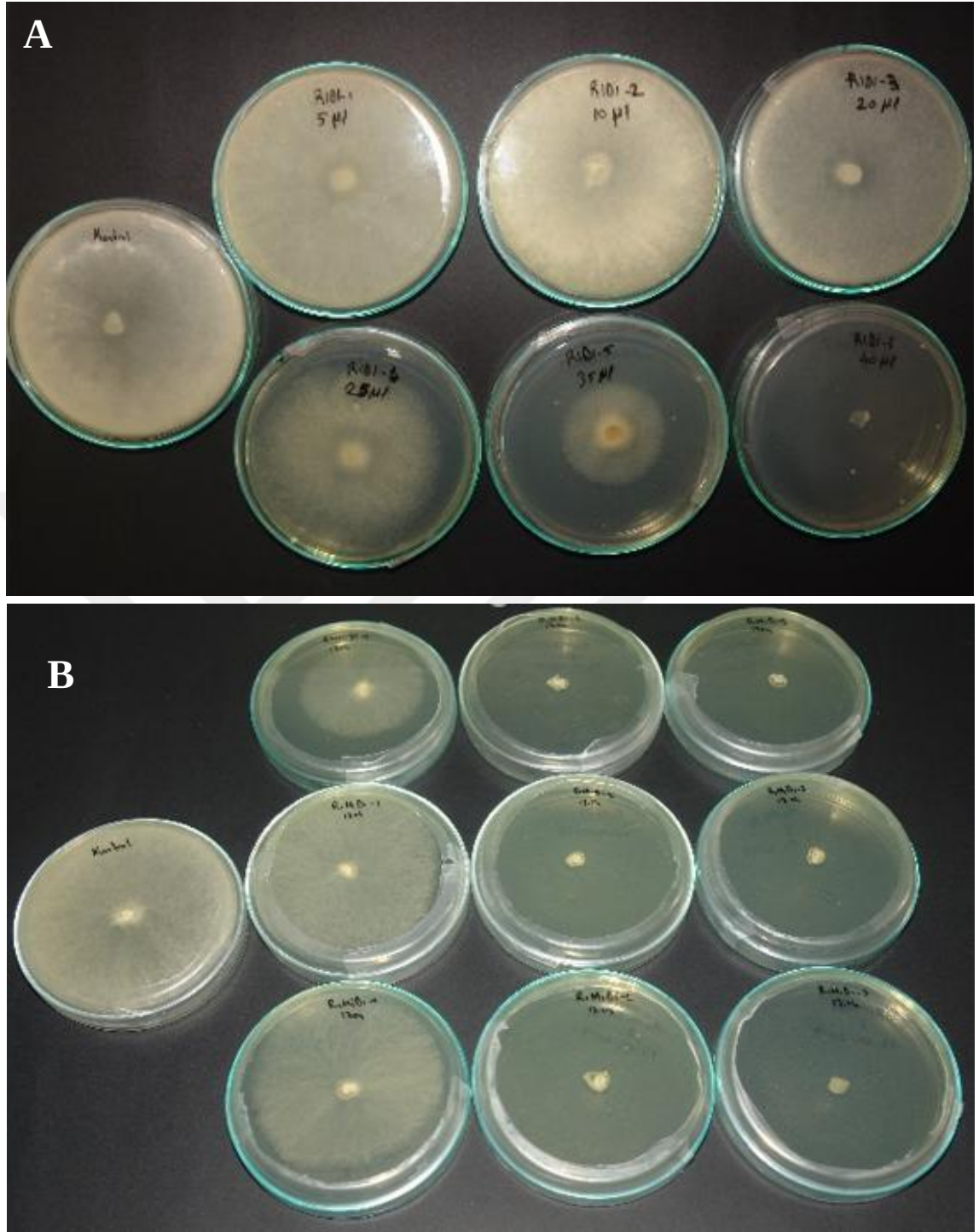
Şekil 4.8. Rezene, defne ve mersin uçucu yağların *Sclerotinia sclerotiorum* hastalık etmeninin misel gelişimini engelleme oranları etkileri (%)

4.5. Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağların Farklı Oranlarda Karışımlarının *in vitro* Koşullarda Fungal Etmenin Misel Gelişimi Üzerine Etkileri

Rezene, defne ve mersin uçucu yağları farklı oranlarda (%25 -75, % 50-50, % 75-25) karıştırılmıştır (Çizelge 4.9). Elde edilen bu yağların farklı dozlarının *S. sclerotiorum* misel gelişiminin engellenmesi üzerine değme etkisinin belirlemesi amacıyla yapılan çalışmada, en fazla fungisidal etkinlik $R_{3/4}D_{1/4}$ ve $R_{3/4}M_{1/4}$ uçucu yağ karışımlarında gözlemlenmiştir. Bunu sırasıyla; $R_{1/2}D_{1/2}$, $R_{1/2}M_{1/2}$, $R_{1/4}D_{3/4}$, karışımları izler iken en düşük etki ise $R_{1/4}M_{3/4}$ ve $R_1D_1M_1$ uçucu yağ karışımlarında tespit edilmiştir. Uçucu yağ karışımlarının patojen gelişimini % 100 engelleme gösterdiği (tamamen durdurduğu) karışımlar incelendiğinde; $R_{3/4}D_{1/4}$ ve $R_{3/4}M_{1/4}$ uçucu yağlarının 0.4 µg/ml’de, $R_{1/2}D_{1/2}$ karışımı 0.5 µg/ml’de, $R_{1/2}M_{1/2}$ 0.6 µg/ml’de, $R_{1/4}D_{3/4}$ karışımının ise 0.8 µg/ml’de, misel gelişimini tamamen engelleme göstermek suretiyle antifungal etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük antifungal etkinlik $R_{1/4}M_{3/4}$ ve $R_1D_1M_1$ karışımlarında 0.9 µg/ml konsantrasyonda görülmüştür (Çizelge 4.9, Şekil 4.6).

Türkmen ve Kaya (2016), farklı yöntemlerle elde edilen uçucu yağ karışımlarının antimikrobiyal etkinliğinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, rezene ve defne bitkilerinden elde edilen uçucu yağların buhar etkisini denemiştir. $R_{1/2}D_{1/2}$ ve $R_{3/4}D_{1/4}$ uçucu yağ karışımlarının *S. sclerotiorum* patojeninin misel gelişimi üzerine etkinliklerini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada $R_{1/2}D_{1/2}$ ve $R_{3/4}D_{1/4}$ uçucu yağ karışımlarının 3.8 µl’de fungistatik ve 5.0 µl’de fungisidal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Barac ve ark. (2017), *Malassezia* spp. karşı *Myrtus communis* uçucu yağının antifungal aktivitesi üzerine çalışmışlardır. Araştırmacılar ayrıca *M. communis* ve greyfurt yağının *Malassezia* gelişimi üzerine sinerjik etkisini de araştırmışlardır. Hastalardan izole edilen *Malassezia furfur* (% 42.5), *M. sympodialis* (% 23.5), *M. globosa* (% 7.5), *M. obtusa* (% 6.0), *M. japonica* (% 4) ve *M. restricta* (% 2.5) olmak üzere 7 farklı maya türünden en yüksek inhibe edici aktivitenin, *M. furfur* (% 96.0) ve *M. sympodialis* (% 83.0) büyümesine karşı elde edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca test edilen iki uçucu yağ arasından *M. communis*’in greyfurttan daha yüksek inhibitör etki gösterdiğini ve iki yağ kombinasyonunun ise en yüksek inhibitör etkiyi gösterdiğini tespit etmişlerdir.



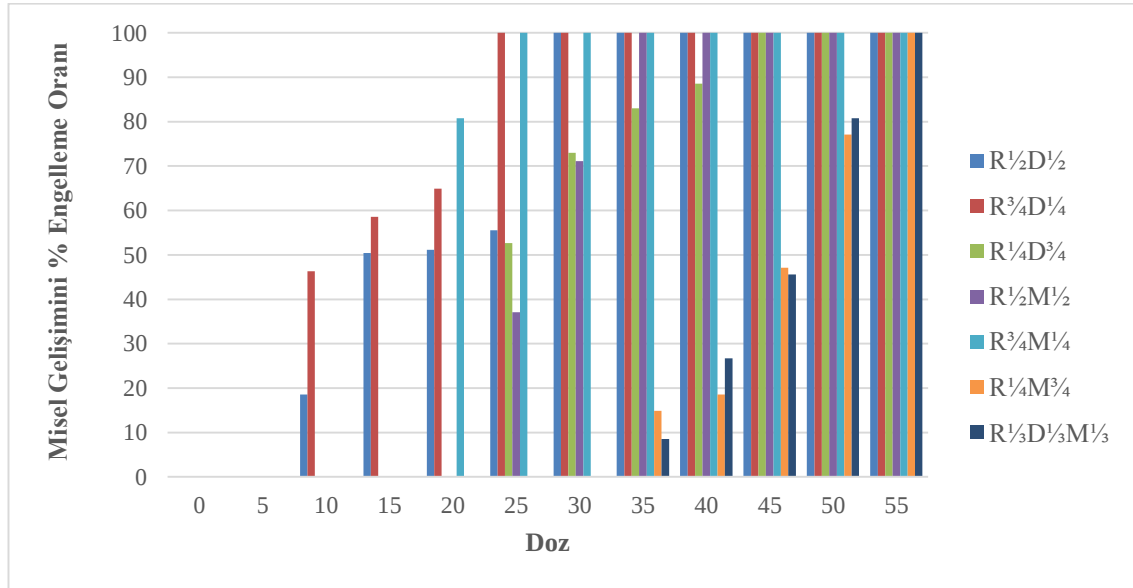
Şekil 4.9. A: rezene-defne ve B: rezene-mersin uçucu yağların farklı oranlarda karışımlarının *Sclerotinia sclerotiorum* etmeninin misel gelişimi engellenmesi üzerine olan etkileri

Çizelge 4.9. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarının *Sclerotinia sclerotiorum* patojeninin misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar (µg/ml)	R _{1/2} D _{1/2}	R _{3/4} D _{1/4}	R _{1/4} D _{3/4}	R _{1/2} M _{1/2}	R _{3/4} M _{1/4}	R _{1/4} M _{3/4}	R ₁ D ₁ M ₁
K	90.0 C	90.0 C	90.0 E	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 E
0.1	90.0 C	90.0 C	90.0 E	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 E
0.2	73.3 bC	48.3 aB	90.0 cE	90.0 cD	90.0 cD	90.0 cD	90.0 cE
0.3	44.6 abB	37.3 aB	90.0 cE	90.0 cD	61.0 bC	90.0 cD	90.0 cE
0.35	44.0 aB	31.6 aB	90.0 bE	90.0 bD	17.3 aB	90.0 bD	90.0 bE
0.4	40.0 bB	0.0 aA	42.6 bD	56.6 bC	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cE
0.5	0.0 aA	0.0 aA	24.3 bC	26.0 bB	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cE
0.6	0.0 aA	0.0 aA	15.3 bB	0.0 aA	0.0 aA	76.6 cD	82.3 dE
0.7	0.0 aA	0.0 aA	10.3 bB	0.0 aA	0.0 aA	73.3 dC	66.0 cD
0.8	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	47.6 bB	49.0 bC
0.85	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	20.6 bB	17.3 bB
0.9	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, p≤0,05).

Rezene, defne ve mersin uçucu yağların farklı oranlarda karışımlarının *Sclerotinia sclerotiorum* patojeninin misel gelişimini % engelleme oranları ise Şekil 4.7.'de gösterildiği gibidir. Şekil 4.7'de görüldüğü gibi R_{3/4}D_{1/4} ve R_{3/4}M_{1/4} uçucu yağlarının 0.4 µg/ml'de fungusun misel gelişimini % 100 oranında engellediği belirlenirken; en az etkinin görüldüğü R_{1/4}M_{3/4} ve R₁D₁M₁ kombinasyonlarının ise 0.9 µg/ml'de patojenin gelişimini % 100 oranında engellediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Rezene, defne ve mersin uçucu yağların farklı oranlarda karışımlarının misel gelişimini % engelleme oranları

4.6. Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağlarından Elde Edilen Mikroemülsiyonların *Sclerotinia sclerotiorum* Misel Gelişimi Üzerine Etkileri

Bu çalışmada uçucu yağlardan elde edilen mikroemülsiyonların (Me) *S. sclerotiorum* etmeninin misel gelişiminin engellenmesi üzerine olan etkinlikleri araştırılmıştır. Mikroemülsiyonların hazırlanmasında ilk olarak rezene, defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen mikroemülsiyonlardan açık ve berrak olarak elde edilen su/yağ oranlarına (40, 30, 20, 10, 9, 8, 7, 6) sahip mikroemülsiyonlar belirlenerek seçilmiştir. Bu su/yağ oranları sırasıyla $\mu E-40$, $\mu E-30$, $\mu E-20$, $\mu E-10$, $\mu E-9$, $\mu E-8$, $\mu E-7$ ve $\mu E-6$ olarak adlandırılmıştır. Bu mikroemülsiyon çözeltilerinin *S. sclerotiorum* patojeni üzerine etkinliği incelendiğinde, mikroemülsiyonların patojenin misel gelişimi üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. $\mu E-40$, $\mu E-30$ ve $\mu E-20$ mikroemülsiyonunun bütün uçucu yağlarda ve karışımlarda yüksek dozlarda fungisidal etki gösterdiği çalışmada, rezene uçucu yağından elde edilen mikroemülsiyon çözeltisi bütün uygulamalar için ($\mu E-10$, $\mu E-9$, $\mu E-8$, $\mu E-7$ ve $\mu E-6$) en etkili uygulama olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10-Çizelge 4.14). Bunu defne uçucu yağından elde edilen mikroemülsiyonlar izler iken, en etkisiz mikroemülsiyonların ise mersin uçucu yağlarının olduğu belirlenmiştir.

Rezene uçucu yağlarından elde edilen mikroemülsiyonlar arasından ise en etkili mikroemülsiyon $\mu E-10$ olarak tespit edilmiştir. Nitekim *in vitro* etkinlik çalışmalarında misel gelişimini % 100 engelleyen konsantrasyonlara incelendiğinde, rezene uçucu yağının mikroemülsiyonları arasında $\mu E-6$, $\mu E-7$, $\mu E-8$ ve $\mu E-9$ çözeltilerinde 12.5 $\mu\text{g/ml}$ 'de % 100 engelleme (fungisidal etki) görülürken, $\mu E-10$ çözeltisi 8.6 $\mu\text{g/ml}$ 'de fungisidal etki göstermiştir (Çizelge 4.10-Çizelge 4.14).

Defne yapraklarından elde edilen uçucu yağların mikroemülsiyonları incelendiğinde ise; en etkili mikroemülsiyonun $\mu E-6$ mikroemülsiyonu olduğu belirlenmiştir. En az etkiyi ise $\mu E-8$ ve $\mu E-9$ mikroemülsiyonlarının gösterdiği tespit edilmiştir. $\mu E-6$ mikro emülsiyonu 20.8 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonunda %100 fungisidal etki gösterirken, $\mu E-8$ çözeltisi 46.9 $\mu\text{g/ml}$ 'de, $\mu E-9$ çözeltisi ise 37.5 $\mu\text{g/ml}$ 'de fungisidal etki göstermiştir (Çizelge 4.10-Çizelge 4.14).

Mersin yaprak uçucu yağlarının mikroemülsiyonlarının *S. sclerotiorum* patojeni üzerine etkinlikleri incelendiğinde ise en etkili mikroemülsiyon konsantrasyonunun $\mu E-$

10 mikroemülsiyon konsantrasyonundan elde edildiği tespit edilirken, en az etkiyi ise $\mu E-6$, $\mu E-7$, $\mu E-8$, $\mu E-9$ mikroemülsiyon konsantrasyonlarının gösterdiği belirlenmiştir. $\mu E-10$ çözeltisi 37.5 $\mu g/ml$ 'de fungisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.10-Çizelge 4.14).

Çizelge 4.10. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen $\mu E-6$ mikroemülsiyonlarının misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu g/ml$)	Rezene	Defne	Mersin
K	90.0 D	90.0 D	90.0 D
9.4	90.0 D	90.0 D	90.0 D
10.4	81.0 aC	90.0 bD	90.0 bD
11.5	55.0 aB	90.0 bD	90.0 bD
12.5	0.0 aA	76.6 bC	90.0 cD
15.6	0.0 aA	58.3 bB	90.0 cD
20.8	0.0 aA	0.0 aA	90.0 bD
26.0	0.0 A	0.0 A	90.0 D
36.5	0.0 A	0.0 A	90.0 D
41.7	0.0 A	0.0 A	90.0 D
46.9	0.0 A	0.0 A	20.0 bcC
52.1	0.0 A	0.0 A	10.3 aB
62.5	0.0 A	0.0 A	0.0 A

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

Çizelge 4.11. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen $\mu E-7$ mikroemülsiyonlarının misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu g/ml$)	Rezene	Defne	Mersin
K	90.0 E	90.0 D	90.0 E
8.4	90.0 E	90.0 D	90.0 E
9.4	77.6 aD	90.0 bD	90.0 bE
10.4	68.0 aC	90.0 bD	90.0 bE
11.5	24.6 aB	90.0 bD	90.0 bE
12.5	0.0 A	90.0 D	90.0 E
15.6	0.0 A	90.0 D	90.0 E
20.8	0.0 aA	81.0 bC	90.0 cE
26.0	0.0 aA	52.6 bB	90.0 cE
31.3	0.0 A	0.0 A	90.0 E
36.5	0.0 A	0.0 A	90.0 E
41.7	0.0 aA	0.0 aA	80.6 bD
46.9	0.0 aA	0.0 aA	53.3 bC
52.1	0.0 aA	0.0 aA	35.0 bB
62.5	0.0 A	0.0 A	0.0 A

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

Çizelge 4.12. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen $\mu E-8$ mikroemülsiyonlarının misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu\text{g/ml}$)	Rezene	Defne	Mersin
K	90.0 E	90.0 E	90.0 E
8.3	90.0 E	90.0 E	90.0 E
9.4	81.0 aD	90.0 bE	90.0 bE
10.4	63.3 aC	90.0 bE	90.0 bE
11.5	23.3 aB	90.0 bE	90.0 bE
12.5	0.0 A	90.0 E	90.0 E
26.0	0.0 A	90.0 E	90.0 E
31.3	0.0 A	54.7 bD	90.0 E
36.5	0.0 A	14.3 bB	90.0 cE
41.7	0.0 A	29.0 bC	76.7 cD
46.9	0.0 A	0.0 A	43.3 bC
52.1	0.0 A	0.0 A	24.0 bB
62.5	0.0 A	0.0 A	0.0 A

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

Çizelge 4.13. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen $\mu E-9$ mikroemülsiyonlarının misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu\text{g/ml}$)	Rezene	Defne	Mersin
K	90.0 C	90.0 F	90.0 D
7.5	90.0 C	90.0 F	90.0 D
8.3	22.6 aB	90.0 bF	90.0 bD
9.2	12.6 aB	90.0 bF	90.0 bD
10.0	0.0 aA	90.0 bF	90.0 bD
12.5	0.0 aA	90.0 bF	90.0 bD
16.7	0.0 aA	69.6 bE	90.0 cD
20.8	0.0 aA	58.3 bD	90.0 cD
25.0	0.0 aA	56.6 bD	90.0 cD
29.2	0.0 aA	15.6 bC	90.0 cD
33.3	0.0 aA	10.0 bB	90.0 cD
37.5	0.0 aA	0.0 aA	58.0 bC
41.7	0.0 aA	0.0 aA	48.3 bB
50.0	0.0 A	0.0 A	0.0 A

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

Çizelge 4.14. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen $\mu E-10$ mikroemülsiyonlarının misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu\text{g/ml}$)	Rezene	Defne	Mersin
K	90.0 E	90.0 E	90.0 E
7.5	90.0 E	90.0 E	90.0 E
8.3	68.0 aD	90.0 bE	90.0 bE
8.4	35.3 aC	90.0 bE	90.0 bE
8.5	24.0 aB	90.0 bE	90.0 bE
8.6	0.0 aA	69.6 bD	90.0 cE
10.0	0.0 aA	68.0 bD	90.0 cE
12.5	0.0 aA	50.0 bC	90.0 cE
16.7	0.0 aA	30.0 bC	90.0 cE
20.8	0.0 aA	20.0 bBC	74.6 cD
25.0	0.0 aA	15.0 abAB	38.6 bB
29.2	0.0 aA	0.0 aA	24.6 bC
33.3	0.0 aA	0.0 aA	7.66 bA
37.5	0.0 A	0.0 A	0.0 A

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen mikroemülsiyonların *Sclerotinia sclerotiorum* patojeninin misel gelişimi üzerine etkileri incelendiğinde, her bir mikroemülsiyon çözeltisi için en etkili yağ μE 'nu rezene uçucu yağından elde edilen mikroemülsiyon olarak tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla defne ve mersin uçucu yağlarından elde edilen uçucu yağlara ait mikroemülsiyonların izlediği belirlenmiştir. Mikroemülsiyonlar açısından incelendiğinde ise en etkili mikroemülsiyon konsantrasyonunun $\mu E-10$ olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10-Çizelge 4-14).

Xu ve ark. (2016), cherry domatesinde *Alternaria* çürüklüğünü kontrol etmek için *Laurus nobilis* uçucu yağının mikroemülsiyonunun kullanımını araştırmışlardır. *L. nobilis* uçucu yağı mikroemülsiyon formülü yağ/Tween 20/etanol: 3/8/9 oranları kullanılarak su ile seyreltilip yüksek hızlı santrifüj kullanarak hazırlamışlardır. *In vitro* test sonuçlarına bakıldığında araştırmacılar; mikroemülsiyonun 500 $\mu\text{g/ml}$ minimal inhibitör konsantrasyon ve 1000 $\mu\text{g/ml}$ minimal fungusit konsantrasyon değerleriyle çok iyi bir antifungal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. *In vivo* test çalışmalarında ise, 500 $\mu\text{g/ml}$ mikroemülsiyonun, cherry domateslerini (*Lycopersicon esculentum*) çürümekten etkili bir şekilde koruduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, mikroemülsiyonun, hasat sonrası hastalığı, patojenin hücre zarına zarar vererek ve dirençli enzimlerin aktivitesini artırarak kontrol altına aldığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, yağ/Tween 20/etanol

mikroemülsiyonunun, *in vitro* ve *in vivo* olarak etkin antifungal aktiviteye sahip olan *L. nobilis* uçucu yağı ile kullanılabileceğini tespit etmişlerdir..

4.7. Rezene, Defne ve Mersin Uçucu Yağların Farklı Oranlarda Karışımlarından Elde Edilen Mikroemülsiyonların *Sclerotinia sclerotiorum* Misel Gelişimi Üzerine Etkileri

Uçucu yağlardan elde edilen karışımlarındaki mikroemülsiyonlarının *S. sclerotiorum* misel gelişimi üzerine etkinliği incelendiğinde, bütün mikroemülsiyonların patojen üzerinde etkin olduğu belirlenmiştir. $\mu E-6$ mikroemülsiyonu incelendiğinde (Çizelge 4.15); $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonunun en etkili Me olduğu, bunu sırasıyla $R_{3/4}M_{1/4}$, $R_{1/2}D_{1/2}$ ve $R_{1/2}M_{1/2}$ mikroemülsiyonlarının izlediği tespit edilmiştir. En etkisiz mikroemülsiyonların ise $R_{1/4}D_{3/4}$, $R_{1/4}M_{3/4}$ ve $R_1D_1M_1$ olduğu belirlenmiştir. $\mu E-6$ uygulamasında en etkili kombinasyon olan $R_{3/4}D_{1/4}$ mikroemülsiyonunun 10.4 $\mu g/ml$ 'de fungisidal etki gösterdiği tespit edilirken, $R_{3/4}M_{1/4}$ 11.5 $\mu g/ml$ 'de, $R_{1/2}D_{1/2}$ ve $R_{1/2}M_{1/2}$ mikroemülsiyonlarının 20.8 $\mu g/ml$ 'de fungisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarından elde edilen $\mu E-6$ mikroemülsiyonların misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu g/ml$)	$R_{1/2}D_{1/2}$	$R_{3/4}D_{1/4}$	$R_{1/4}D_{3/4}$	$R_{1/2}M_{1/2}$	$R_{3/4}M_{1/4}$	$R_{1/4}M_{3/4}$	$R_1D_1M_1$
K	90.0 C	90.0 E	90.0 D	90.0 C	90.0 D	90.0 E	90.0 E
6.3	90.0 C	90.0 E	90.0 D	90.0 C	90.0 D	90.0 E	90.0 E
7.3	90.0 bC	80.0 aD	90.0 bD	90.0 bC	90.0 bD	90.0 bE	90.0 bE
8.3	90.0 bC	61.3 aC	90.0 bD	90.0 bC	90.0 bD	90.0 bE	90.0 bE
9.4	90.0 bC	26.3 aB	90.0 bD	90.0 bC	90.0 bD	90.0 bE	90.0 bE
10.4	90.0 C	0.0 A	90.0 D	90.0 C	90.0 D	90.0 E	90.0 E
10.8	90.0 cC	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cC	66.6 bC	90.0 cE	90.0 cE
11.3	90.0 cC	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cC	41.3 bB	90.0 cE	90.0 cE
11.5	90.0 C	0.0 A	90.0 D	90.0 C	0.0 A	90.0 E	90.0 E
15.6	90.0 dC	0.0 aA	90.0 dD	69.0 bB	0.0 aA	75.6 bcD	75.6 bcD
16.7	75.0 cB	0.0 aA	66.0 cC	62.3 cB	0.0 aA	45.6 bC	44.3 bC
20.8	0.0 aA	0.0 aA	16.6 cB	0.0 aA	0.0 aA	10.3 bB	22.3 cB
26.0	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0.05$).

$\mu E-7$ mikroemülsiyonunun misel gelişimi üzerine etkinliği incelendiğinde; (Çizelge 4.16); en etkili kombinasyonun $R_{3/4}D_{1/4}$ olduğu tespit edilir iken, en az etkili kombinasyonun $R_{1/4}M_{3/4}$ karışımından elde edilen mikroemülsiyonun olduğu tespit edilmiştir. $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonu 10.4 $\mu g/ml$ konsantrasyonda fungisidal etki gösterirken, $R_{3/4}M_{1/4}$, 13.5 $\mu g/ml$, $R_{1/2}D_{1/2}$ ve $R_{1/2}M_{1/2}$ 15.1 $\mu g/ml$ konsantrasyonda, $R_{1/4}D_{3/4}$ ve $R_1D_1M_1$ 15.6 $\mu g/ml$ konsantrasyonda fungisidal etki göstermiştir. En az etkiyi ise 16.7 $\mu g/ml$ konsantrasyon ile $R_{1/4}M_{3/4}$ kombinasyonunun gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarından elde edilen $\mu E-7$ mikroemülsiyonların misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu g/ml$)	$R_{1/2}D_{1/2}$	$R_{3/4}D_{1/4}$	$R_{1/4}D_{3/4}$	$R_{1/2}M_{1/2}$	$R_{3/4}M_{1/4}$	$R_{1/4}M_{3/4}$	$R_1D_1M_1$
K	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 C
7.3	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 C
8.3	90.0 bD	58.6 aC	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bC
9.4	90.0 bD	26.3 aB	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bD	90.0 b	90.0 bC
10.4	90.0 D	0.0 A	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 C
11.5	90.0 cD	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cD	70.3 bC	90.0 cD	90.0 cC
12.5	90.0 cD	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cD	48.3 bB	90.0 cD	90.0 cC
13.5	82.0 bC	0.0 aA	90.0 cD	81.6 bC	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cC
14.6	58.6 cB	0.0 aA	48.0 cC	23.0 bB	0.0 aA	90.0 dD	90.0 dC
15.1	0.0 aA	0.0 aA	16.6 aB	0.0 aA	0.0 aA	59.6 bC	71.0 bB
15.6	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	13.3 bB	0.0 aA
16.7	0.0 aA	0.0 A	0.0 A	0.0 A	0.0 aA	0.0 A	0.0 A

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

$\mu E-8$ mikroemülsiyon çözeltisinin (Çizelge 4.17) *S. sclerotiorum* patojeninin misel gelişimi üzerine etkinliği incelendiğinde; en etkili kombinasyonun diğer Me çözeltilerinde olduğu gibi $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonunda olduğu gözlemlenmiştir, bunu sırasıyla; $R_{3/4}M_{1/4}$, $R_{1/2}D_{1/2}$, $R_{1/2}M_{1/2}$ ve $R_1D_1M_1$ kombinasyonlarının izlediği tespit edilmiştir. $R_{1/4}D_{3/4}$ ve $R_{1/4}M_{3/4}$ kombinasyonlarının ise daha az etkili olduğu belirlenmiştir. $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonunun 10.4 $\mu g/ml$ konsantrasyonda fungisidal etki gösterirken, en az etkiye sahip $R_{1/4}M_{3/4}$ kombinasyonunun 15.1 $\mu g/ml$ konsantrasyonunda misel gelişimini engellediği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarından elde edilen $\mu E-8$ mikroemülsiyonların misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu\text{g/ml}$)	$R_{1/2}D_{1/2}$	$R_{3/4}D_{1/4}$	$R_{1/4}D_{3/4}$	$R_{1/2}M_{1/2}$	$R_{3/4}M_{1/4}$	$R_{1/4}M_{3/4}$	$R_1D_1M_1$
K	90.0 C	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D
7.3	90.0 C	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D
8.3	90.0 bC	80.6 aC	90.0 D	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bD
9.4	90.0 bC	51.6 aB	90.0 D	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bD
10.4	90.0 cC	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cD	75.0 bC	90.0 cD	90.0 cD
11.5	90.0 dC	0.0 aA	90.0 dD	80.0 cC	46.3 bB	90.0 dD	90.0 cD
12.5	74.6 cB	0.0 aA	79.6 cC	46.0 bB	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cD
13.5	0.0 aA	0.0 aA	33.0 bB	0.0 aA	0.0 aA	30.0 bC	71.0 cC
14.6	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	14.3 bB	41.6 cB
15.1	0.0 A	0.0 A	0.0 A	0.0 A	0.0 A	0.0 A	0.0 A

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

S. sclerotiorum patojeninin misel gelişimi üzerine $\mu E-9$ mikroemülsiyonunun etkinliği incelendiğinde; en etkili kombinasyonun $R_{3/4}D_{1/4}$ olduğu belirlenirken, bunu sırasıyla $R_{3/4}M_{1/4}$, $R_{1/2}M_{1/2}$, $R_{1/2}D_{1/2}$, $R_{1/4}D_{3/4}$, kombinasyonlarının izlediği belirlenmiştir. $\mu E-9$ kombinasyonunda en az etkili kombinasyonlar ise $R_{1/4}M_{3/4}$ ve $R_1D_1M_1$ olarak gözlemlenmiştir. Çizelge 4.18'de görüldüğü gibi, $R_{3/4}D_{1/4}$ 9.2 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonunda fungisidal etki gösterirken, misel gelişimi üzerinde en az etkiye sahip $R_{1/4}M_{3/4}$ ve $R_1D_1M_1$ ise 25 $\mu\text{g/ml}$ dozunda fungisidal etkiyi gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarından elde edilen $\mu E-9$ mikroemülsiyonlarının misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu\text{g/ml}$)	$R_{1/2}D_{1/2}$	$R_{3/4}D_{1/4}$	$R_{1/4}D_{3/4}$	$R_{1/2}M_{1/2}$	$R_{3/4}M_{1/4}$	$R_{1/4}M_{3/4}$	$R_1D_1M_1$
K	90.0 E	90.0 D	90.0 D	90.0 E	90.0 E	90.0 D	90.0 F
7.5	90.0 E	90.0 D	90.0 D	90.0 E	90.0 E	90.0 D	90.0 F
8.5	90.0 bE	81.3 aC	90.0 bD	90.0 bE	90.0 bE	90.0 bD	90.0 bF
8.3	90.0 bE	34.0 aB	90.0 bD	90.0 bE	90.0 bE	90.0 bD	90.0 bF
9.2	90.0 cE	0.0 aA	90.0 cD	90.0 bE	90.0 cE	90.0 cD	90.0 cF
10.0	90.0 cE	0.0 aA	90.0 cD	72.6 cE	64.6 bD	90.0 cD	90.0 cF
10.8	90.0 dE	0.0 aA	90.0 dD	63.3 bD	51.3 cC	90.0 dD	90.0 dF
11.7	90.0 dE	0.0 aA	90.0 dD	52.6 cD	27.0 bB	90.0 dD	90.0 dF
12.5	81.6 cD	0.0 aA	90.0 cC	25.6 bC	0.0 aA	90.0 dD	90.0 dF
13.3	33.3 bB	0.0 aA	71.0 cC	0.0 aA	0.0 aA	90.0 dD	58.0 cD
16.7	0.0 aA	0.0 aA	39.0 bB	0.0 aA	0.0 aA	60.0 cC	35.0 bC
20.8	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	41.0 bB	17.3 aB
25.0	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA

Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir

(Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

$\mu E-10$ çözeltisinin (Çizelge 4.19) patojenin misel gelişimi üzerine etkinliği incelendiğinde en etkili konsantrasyonun 8.3 $\mu\text{g/ml}$ ile $R_{3/4}D_{1/4}$ olduğu, en az etkili kombinasyonların ise 25 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonunda fungisidal etki gösteren $R_{1/4}M_{3/4}$ ve $R_1D_1M_1$ kombinasyonlarının olduğu tespit edilmiştir. $R_{1/2}D_{1/2}$, $R_{1/2}M_{1/2}$ ve $R_{3/4}M_{1/4}$ kombinasyonlarının 16.7 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonunda fungisidal etki gösterdiği belirlenmiştir. $R_{1/4}D_{3/4}$ kombinasyonunun ise 20.8 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonunda fungisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarından elde edilen $\mu E-10$ mikroemülsiyonların misel gelişimi üzerine etkileri (mm)

Dozlar ($\mu\text{g/ml}$)	$R_{1/2}D_{1/2}$	$R_{3/4}D_{1/4}$	$R_{1/4}D_{3/4}$	$R_{1/2}M_{1/2}$	$R_{3/4}M_{1/4}$	$R_{1/4}M_{3/4}$	$R_1D_1M_1$
K	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 F	90.0 F	90.0 D
5.0	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 D	90.0 F	90.0 F	90.0 D
6.7	90.0 bD	45.0 aC	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bF	90.0 bF	90.0 bD
7.5	90.0 bD	23.3 aB	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bF	90.0 bF	90.0 bD
8.3	90.0 bD	0.0 aA	90.0 bD	90.0 bD	90.0 bF	90.0 bF	90.0 bD
10.0	90.0 cD	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cD	45.3 bE	90.0 cF	90.0 cD
10.8	90.0 cD	0.0 aA	90.0 cD	90.0 cD	32.0 bD	90.0 cF	90.0 cD
11.7	90.0 dD	0.0 aA	90.0 dD	90.0 dD	21.6 bC	79.6 cE	90.0 dD
12.1	74.6 cC	0.0 aA	90.0 dD	72.3 cC	10.6 bB	76.3 cE	90.0 dD
12.5	26.6 bB	0.0 aA	81.6 dC	55.6 cB	10.6 aB	66.6 cD	90.0 dD
16.7	0.0 aA	0.0 aA	31.3 bB	0.0 aA	0.0 aA	45.3 cC	69.3 dC
20.8	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	45.0 cC	30.6 bB
25.0	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	24.6 cB	11.0 bA
29.2	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA	0.0 aA

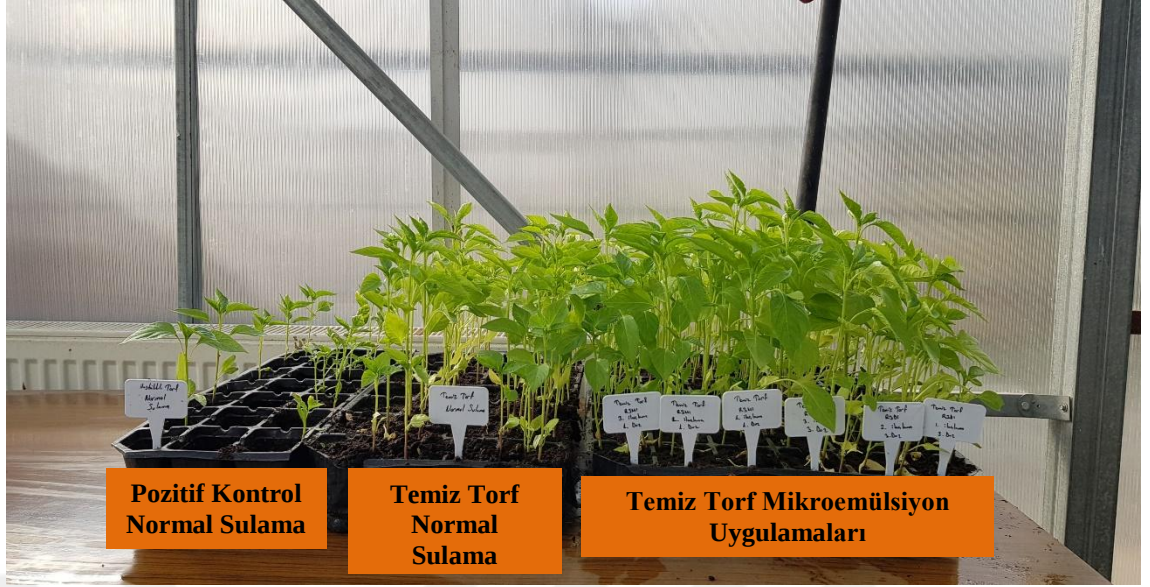
Aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

Bütün bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarından elde edilen mikroemülsiyonların *S. sclerotiorum* patojeninin misel gelişimi üzerine fungisidal etkileri bakımından $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonunun bütün mikroemülsiyon çözeltileri içerisinde en etkili kombinasyon olduğu ve 8.3 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonunda fungisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu yağların birbirleri ile kombinasyonu ile sinerjistik etkili bir çözelti elde etme amacı ile yapılan çalışmada, $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonunun rezene ve defne tek başlarına kullanımına oran ile daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak bütün mikroemülsiyonlarda $R_{3/4}D_{1/4}$ oranı en etkili kombinasyon olarak belirlenmesine rağmen *in vivo* çalışmalarda daha az uçucu yağ ile aynı etkinin elde edildiği $\mu E-10$ mikroemülsiyonu ekonomik olarak daha uygun olduğundan tercih edilmiştir. $R_{3/4}D_{1/4}$ kombinasyonundan sonra en etkili

kombinasyon olarak belirlenen $R_{3/4}M_{1/4}$ karışımının etkinliğinin ise mikroemülsiyonlara göre değiştiği tespit edilir iken $\mu E-6,7,8$ mikroemülsiyonlarının fungisidal etkinliği birbirine yakın olarak belirlenmiştir. Bu neden ile *in vivo* çalışmalarda kullanılmak üzere $\mu E-8$ kombinasyonu belirlenmiştir.

4.8. $\mu E-10$ ($R_{3/4}D_{1/4}$) ve $\mu E-8$ ($R_{3/4}M_{1/4}$) Mikroemülsiyonlarının *in vivo* Koşullarında Hastalık Çıkışı Üzerine Etkileri

Mikroemülsiyonların *in vitro* antifungal etkinliklerinin yanı sıra biber bitkisinde *S. sclerotiorum* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine antifungal etkinlikleri *in vivo* koşullarda da araştırılmıştır. Mikroemülsiyonların, biber tohumlarının çimlenmesi ve bitki çıkışı üzerine olan etkinliği gerek hastaliksız temiz torflarda, gerekse hastalık etmeni ile bulaşık torflarda araştırılmıştır (Şekil 4.8). Pozitif Kontrol (hastalık etmeninin bulunduğu torflara ekilmiş biber tohumlarının bulunduğu viyoller) olarak değerlendirilen viyollerde hastalık etmeni, hastalık oluşturmak suretiyle biber fidelerinin çıkışını önemli ölçüde azaltmıştır. Hastalık etmeni ile bulaştırılmış torfların $\mu E-10$ ($R_{3/4}D_{1/4}$) ve $\mu E-8$ ($R_{3/4}M_{1/4}$) olarak isimlendirilmiş mikroemülsiyonlar ile muamele edilmesi sonucunda, bu uygulamaların yapıldığı viyollerde bitkilerin sağlıklı çıkışı ve gelişiminin pozitif kontrol uygulamalarına kıyasla önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10). Mikroemülsiyonların 10'ar gün aralıklarla 3 kez tekrar edildiği viyollerde sağlıklı bitki çıkışları değerlendirildiğinde, bazı uygulamalarda uygulama sayısının artışına bağlı sağlıklı çıkış yapan bitki sayısında kısmi artış göstermiş olsa da, genelde uygulama sayısının hastalık çıkışının engellenmesi üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21).



Şekil 4.11. Farklı uygulamaların yapıldığı viyollerde biber tohumlarından sağlıklı bitki çıkışlarının genel görünümü

$\mu E-10$ ($R_{3/4}D_{1/4}$) mikroemülsiyonunun hastalık çıkışı üzerine etkinlikleri incelendiğinde (Çizelge 4.20), pozitif kontrollerde (patojen bulaştırılmış ve hiçbir mikroemülsiyon uygulaması yapılmamış) hastalık çıkış oranı % 78.68 olarak tespit edilmiştir. Patojen bulaştırılmış viyollerdeki toprakta $\mu E-10$ ($R_{3/4}D_{1/4}$) mikroemülsiyonunun farklı konsantrasyonlarının hastalık çıkışı üzerine etkinlikleri incelendiğinde (Şekil 4.9), uygulamanın 8.3 $\mu g/ml$ konsantrasyonunda sağlıklı çıkış yapmış bitki oranları uygulama sayılarına (10 gün aralıklarla aynı dozda 1, 2, 3 kez tekrar edilmiş) göre sırası ile % 34.7, % 40.0 ve % 44.0 olarak belirlenmiştir. Farklı uygulamaların yapıldığı viyollerde kontrole kıyasla, en yüksek etkinliğin görüldüğü 25 $\mu g/ml$ dozunda uygulama sayısına göre sağlıklı bitki çıkış %'si sırasıyla % 61.33, % 70.67 ve % 73.33 oranında tespit edilmiştir (Çizelge 4.20). Temiz torfa ekilmiş biber tohumlarına mikroemülsiyonun 25 $\mu g/ml$ dozununaki etkinlik düzeyleri, negatif kontrol ile kıyaslandığında, iki uygulama arasında çok büyük farklılık gözlenmezken, mikroemülsiyonun 25 $\mu g/ml$ dozundaki fide çıkışının negatif kontrole göre daha fazla ve sağlıklı olduğu gözlemlenmiştir.

Pozitif kontroldeki hastalıklı torflara ekilmiş tohumlardan çıkış yapamamış/kısmen çıkış yaptıktan sonra çürümüş bitkilerden yapılan izolasyonlarda hastalık etmeni yeniden saf olarak elde edilmiştir. Çizelge 4.20'de görüldüğü gibi mikroemülsiyon dozlarının

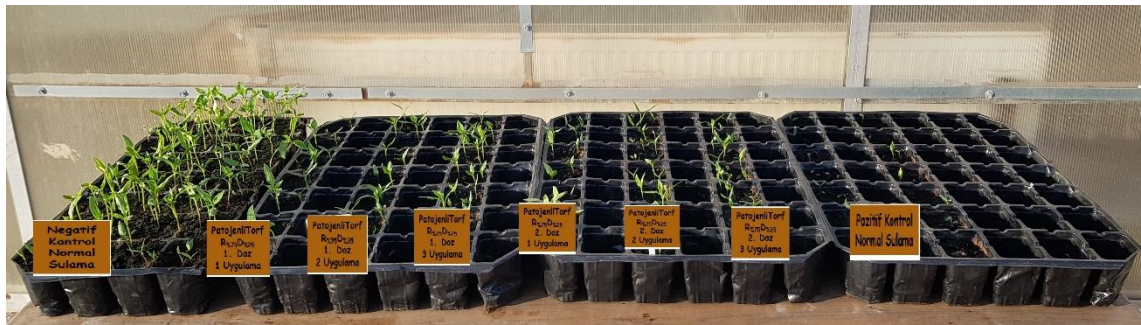
patojen bulaştırılmış torfta hastalık çıkış oranını azalttığı tespit edilirken uygulama sayısının hastalık çıkışı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Patojenli torfa yapılan uygulamaların hastalık çıkışını doz artışına bağlı olarak önemli oranda engellediğinin tespit edildiği çalışmada, mikroemülsiyonların etkinliğinin uygulama sayısı ile değişimi incelendiğinde ise uygulama sayısının hastalık çıkışı üzerine çok etkili olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20. $\mu E-10$ ($R_{3/4}D_{1/4}$) Mikroemülsiyonunun Farklı Konsantrasyon ve Uygulama Sayısında *in vivo* Koşullarında Hastalık Çıkışının Engellenmesi Üzerine Etkileri (%)

Uygulama	Uygulama Sayısı ve Sağlıklı Çıkış Yapan Bitki (%)		
	1 Uygulama	2 Uygulama	3 Uygulama
Negatif Kontrol	77.33 a	77.33 ab	77.33 ab
Negatif Kontrol +8.3 $\mu g/ml$	61.33 bB	68.00 cAB	72.00 bcA
Negatif Kontrol +16.7 $\mu g/ml$	66.67 abB	74.67 abcA	76.00 abA
Negatif Kontrol +25 $\mu g/ml$	70.67 abB	80.00 aA	82.67 aA
Pozitif Kontrol	21.33 e	21.33 f	21.33 e
Patojenli + 8.3 $\mu g/ml$	34.67 dA	40.00 eA	44.00 bA
Patojenli + 16.7 $\mu g/ml$	49.33 cB	57.33 dAB	66.67 cA
Patojenli + 25 $\mu g/ml$	61.33 bA	70.67 aA	73.33 bcA

Çizelgede verilen % değerler her uygulamada ekilen toplam tohumdan sağlıklı olarak çıkış yapmış bitki %'ni göstermektedir. Sütun içindeki %değerler, 3 kez tekrar edilmiş, her tekrerde 25'er tohumdan (toplam 75 tohum) sağlıklı çıkış yapmış bitkilerin ortalaması olup, aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer küçük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer büyük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).



Şekil 4.12. $\mu E-10$ *in vivo* etkinliği [Negatif kontrol normal sulama, $R_{3/4}D_{1/4}$ Patojenli + 8.3 $\mu g/ml$ bir uygulama, $R_{3/4}D_{1/4}$ Patojenli + 8.3 $\mu g/ml$ iki uygulama, $R_{3/4}D_{1/4}$ Patojenli + 8.3 $\mu g/ml$ üç uygulama, $R_{3/4}D_{1/4}$ Patojenli + 16.7 $\mu g/ml$ bir. uygulama, $R_{3/4}D_{1/4}$ Patojenli + 16.7 $\mu g/ml$ iki uygulama, $R_{3/4}D_{1/4}$ Patojenli + 16.7 $\mu g/ml$ üç uygulama, Pozitif Kontrol]



Şekil 4.13. $R_{\%75} D_{\%25}$ ve $R_{\%75} M_{\%25}$ mikroemülsiyonları ile uygulama yapılan viyollerin 1. dozları ile pozitif kontrol uygulaması



Şekil 4.14. $R_{\%75} D_{\%25}$ ve $R_{\%75} M_{\%25}$ mikroemülsiyonları ile uygulama yapılan viyollerin 2. dozları ile pozitif kontrol uygulaması



Şekil 4.15. $R_{3/4}D_{1/4}$ ve $R_{3/4}M_{1/4}$ mikroemülsiyonları ile uygulama yapılan viyollerin 3. dozları ile pozitif kontrol uygulaması

Benzer durum $\mu E-8$ ($R_{3/4}M_{1/4}$) mikroemülsiyon uygulamasında da gözlenmiştir.

Temiz torfa ekilen biber tohumlarına uygulanan $R_{3/4}M_{1/4}$ mikroemülsiyonun tohumun çimlenmesi üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.10). Uygulamanın hastalık çıkışı üzerine etkinlikleri incelendiğinde bulaşık topraklardaki tohumlardan çıkan bitkilerde hastalık çıkış oranının mikroemülsiyonun artan doz oranı ile azalma gösterdiği fakat uygulama sayısı bakımından incelendiğinde ise önemli değişiklik göstermediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.21). Pozitif kontrolde (Patojen bulaştırılmış ve hiçbir uygulama yapılmamış torfta) (Şekil 4.10), hastalık çıkış oranı % 78.68 olarak tespit edilirken, en düşük hastalık çıkışı $R_{3/4}M_{1/4}$ mikroemülsiyon uygulamasının 3 kez uygulandığı 41.7 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonunda (Şekil 4.10, K), % 42.67 olarak tespit edilirken Soylu ve ark. (2010), domates gri küf hastalık ajanı *Botrytis cinerea*'ya karşı çeşitli bitkilerin uçucu yağlarının *in vitro* ve *in vivo* antifungal aktiviteleri üzerine çalışmışlardır. Hastalık riskine açık domates bitkileri kullanılarak sera koşullarında en verimli uçucu yağ olan origanum uçucu yağı ile yapılan *in vivo* deneylerde; gri küf hastalığına karşı, özellikle iyileştirici bir muamele olarak, iyi bir koruma sağladığı belirtilmiştir. Soylu ve ark. (2007), benzer bir çalışmada, *S. sclerotiorum*'a karşı rezene ve kekik uçucu yağlarının antifungal etkilerini araştırdıkları çalışmada, uçucu yağların *S. sclerotiorum*'a karşı domates fidelerini koruyucu etkilerini *in vivo* koşullarda incelemişlerdir. Bunun için *S. sclerotiorum* ile bulaştırılmış toprağa, rezene ve kekik uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlarını uyguladıktan sonra domates tohumlarını ekmişlerdir. Patojen ile inokule edilmiş toprakta tohumların çimlenmesinin

azaldığını gözlemler iken uçucu yağ uyguladıkları bulaşık toprakta tohum çimlenmesi ve fide çıkış yüzdesinin arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.16. Hastalık etmeni ile bulaşık ve $R_{475}M_{1/4}$ mikroemülsiyonu ile uygulama yapılan viyoller ile pozitif ve negatif kontroller

Çizelge 4.21. $\mu E-8$ ($R_{3/4}M_{1/4}$) Mikroemülsiyonunun Farklı Konsantrasyon ve Uygulama Sayısında *in vivo* Koşullarında Hastalık Çıkışının Engellenmesi Üzerine Etkileri (%)

Uygulama	Uygulama Sayısı ve Sağlıklı Çıkış Yapan Bitki (%)		
	1 Uygulama	2 Uygulama	3 Uygulama
Patojensiz Kontrol	77.33 a	77.33 a	77.33 a
Patojensiz Kontrol +20.8 $\mu\text{g/ml}$	57.33 bcA	62.67 aA	65.33 abA
Patojensiz Kontrol +31.3 $\mu\text{g/ml}$	52.00 cdB	66.67 aAB	73.33 aA
Patojensiz Kontrol +41.7 $\mu\text{g/ml}$	68.00 abA	72.00 aA	76.00 bcA
Patojenli Kontrol	21.33 f	21.33 c	21.33 e
Patojenli + 20.8 $\mu\text{g/ml}$	25.33 fA	32.00 bcA	38.67 dA
Patojenli + 31.3 $\mu\text{g/ml}$	30.67 efA	41.33 bA	45.33 cdA
Patojenli + 41.7 $\mu\text{g/ml}$	41.33 deA	44.00 bAB	57.33 aA

Sütun içindeki değerler 3 kez tekrarlı, 5 farklı viyol gözüne (her violde 5 tohum) ekilmiş toplam 75 tohumun %'de çıkış oranlarının ortalaması olup, aynı sütun içindeki ortalama değerlerin yanındaki benzer küçük veya aynı satır içindeki değerlerin yanındaki benzer büyük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi, $p \leq 0,05$).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bitkilerde beyaz çürüklük etmeni *S. sclerotium*'a karşı rezene, defne ve mersin uçucu yağları ile bu yağların karışımları ve bu karışımlardan sürfaktant (Tween 80) yardımıyla elde edilen mikroemülsiyonların antifungal etkinliği araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının patojene karşı etkinlikleri incelendiğinde; en etkili uçucu yağın rezeneye ait uçucu yağın olduğu ve 0.3 µg/ml'de fungisidal etki gösterdiği, bunu 1 µg/ml ile defneden elde edilen uçucu yağın izlediği, en az etkili uçucu yağın ise mersin yapraklarından elde edilen uçucu yağın olduğu ve 2 µg/ml'de fungisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu yağlardan elde edilen karışımların *S. sclerotium* patojenine karşı etkinliği incelendiğinde ise en etkili karışımın R_{3/4}D_{1/4} ve R_{3/4}M_{1/4} karışımına ait uçucu yağlardan elde edilen uçucu yağ kombinasyonlarının olduğu ve 2 µg/ml'de fungisidal etki gösterdiği belirlenmiştir. En az etki ise 0.9 µg/ml ile R_{1/4}M_{3/4} ve R₁D₁M₁ kombinasyonlarında gözlemlenmiştir.

Uçucu yağların ve bu yağların kombinasyonlarının fungusun misel gelişimi üzerine etkinlikleri incelendiğinde; uçucu yağ kombinasyonlarının yağların tek başlarına kullanımına oranla daha etkili olduğu yani sinerjik bir etki oluşturduğu tespit edilmiştir.

Uçucu yağlardan elde edilen mikroemülsiyonların *S. sclerotium* patojeni üzerine etkinlikleri incelendiğinde rezene uçucu yağlarından elde edilen mikroemülsiyonlar arasında en etkili mikroemülsiyon 8.6 µg/ml'de fungisidal etki gösteren $\mu E-10$ olarak tespit edilmiştir. Defne yapraklarından elde edilen uçucu yağların mikroemülsiyonları incelendiğinde ise; en etkili mikroemülsiyonun $\mu E-6$ (20.8 µg/ml) olduğu belirlenmiştir. Mersin yapraklarından elde edilen uçucu yağların mikroemülsiyonlarının *S. sclerotium* patojeni üzerine etkinlikleri incelendiğinde ise en etkili mikroemülsiyon konsantrasyonunun 37.5 µg/ml ile $\mu E-10$ çözeltisinden elde edildiği belirlenmiştir. Mikroemülsiyonların patojenin hif gelişimi üzerine etkinliğine bakıldığında, en etkili mikroemülsiyonun rezene uçucu yağından elde edilen mikroemülsiyon olduğu ve en az etkiyi ise mersin bıkisinin uçucu yağlarından elde edilen mikroemülsiyonun oluşturduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağ karışımlarına ait mikroemülsiyonların patojene karşı etkinlikleri incelendiğinde; rezene, defne ve mersin uçucu yağlarının farklı oranlarda karışımlarından elde edilen mikroemülsiyonların *S. sclerotium* patojeninin misel gelişimi üzerine fungisidal etkileri bakımından R_{3/4}D_{1/4} kombinasyonunun bütün

mikroemülsiyon çözeltileri içerisinde en etkili kombinasyon olduğu ve 8.3 µg/ml dozunda fungisidal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu yağların birbirleri ile kombinasyonu ile sinerjistik etkili bir çözelti elde etme amacı ile yapılan çalışmada, R_{3/4}D_{1/4} kombinasyonunun rezene ve defnenin tek başlarına kullanımına oran ile daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak bütün mikroemülsiyonlarda R_{3/4}D_{1/4} oranı en etkili karışım olarak belirlenmesine rağmen *in vivo* çalışmalarda daha az uçucu yağ ile aynı etkinin elde edildiği µE-10 mikroemülsiyonu ekonomik olarak daha uygun olduğundan tercih edilmiştir. R_{3/4}D_{1/4} kombinasyonundan sonra en etkili kombinasyon olarak belirlenen R_{3/4}M_{1/4} karışımının etkinliğinin ise mikroemülsiyonlara göre değiştiği tespit edilirken; µE-6,7,8 mikroemülsiyonlarının fungisidal etkinliğinin birbirine yakın olarak belirlenmiştir. Bu neden ile *in vivo* çalışmalarda kullanılmak üzere µE-8 çözeltisi belirlenmiştir.

Biber fidelerinin *S. sclerotiorum*'a karşı uçucu yağlar ile korunması da *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. Yağların hiçbiri, çimlenme ve biber tohumlarının ortaya çıkması üzerinde engelleyici bir etki göstermediği tespit edilmiştir. Kontrolde, patojen inokulumu, biber fidelerinin ortaya çıkışını önemli ölçüde azaltmıştır. Mikroemülsiyon ile uygulama yapılmış enfekte toprakta tohum çimlenme sayısı ve fide ortaya çıkış yüzdesi önemli ölçüde artmıştır. Enfekte toprağın µE-10 (R_{3/4}D_{1/4}) ve µE-8 (R_{3/4}M_{1/4}) mikroemülsiyon formülasyonları ile muamele edilmesi kontrole kıyasla bitki canlılığını önemli ölçüde arttırmıştır.

In vivo çalışmalarda kullanılan µE-10 ve µE-8 uçucu yağlarına ait formülasyonların hastalık çıkışı oranı üzerine etkinlikleri incelendiğinde µE-10 mikroemülsiyon formülasyonunun µE-8 mikroemülsiyon formülasyonuna göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca uçucu yağlardan elde edilen mikroemülsiyonların tohumların çimlenmesi üzerine antogonistik etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Çalışmalarda kullanılmış olan tıbbi bitkilerin *S. sclerotiorum* üzerinde etkili olduğu açıkça görülmektedir. Özellikle rezene ve rezene oranının fazla olduğu karışımların patojenin gelişimi üzerine etkileri oldukça ümit vericidir.

Çalışmada kullanılan tıbbi bitkilerin uçucu yağlarının *S. sclerotiorum* üzerine ispat edilen antifungal etkinliklerinin aynı hastalık etmeninden muzdarip diğer bitki türleri için de antifungal potansiyellerinin araştırılması gerekmektedir. Ayrıca sadece *S. sclerotiorum* hastalık etmeni değil aynı zamanda diğer bitki patojenleri üzerinde antimikrobiyal etkinliğinin olabileceği ihtimali üzerinde durulup, bu tip bitkilerin farklı bakteriyel ve

fungall etmenlere karşı antimikrobiyal potansiyellerinin belirlenmesi gereklidir.

Pestistler doğaya zarar vermesi ve ekolojik dengeyi tehlike altına alması nedeniyle insanları alternatif çözümler yolları aramaya yöneltmektedir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların doğal dengeye zarar vermemesi nedeniyle pestisitlerin yerine kullanılabilme potansiyeli oldukça yüksektir. *İn vitro* etkinliğini araştırdığımız uçucu yağların doğrudan *in vivo* koşullarında kullanılmasının tarımsal üretime katkı sağladığı yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Fakat bitkilerin içerisinde eser miktarda bulunan uçucu yağların doğrudan bitkilere veya toprağa verilmesi doğal denge açısından olumlu olsa da; ekonomik olarak üreticiyi zorlayacağı ve uçucu özellikleri göz önünde bulundurulduğunda uçucu yağların farklı formlarının *in vivo* koşullarda bitkilerin tedavisinde kullanılması amaçlanmıştır. Bu amaç ile uçucu yağlardan sürfaktant (Tween 80) yardımı ile mikroemülsiyonlar elde edilmiştir. Uçucu yağlardan elde edilen mikroemülsiyonların *in vivo* denemeleri yapılmış ve elde edilen sonuçlara göre uçucu yağlardan elde edilen mikroemülsiyonların tarımsal üretime katkıda bulunabileceği tespit edilmiştir.

Bu nedenle doğdan bilinçsizce toplanan bitkilerin korunmaya alınması, kültür bitkisi olarak yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi, gelecekte bu konuda yapılacak yeni çalışmalara temel teşkil etmesi açısından önemlidir. Bu çalışmaların örtü altı biber yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda da devam ettirilip pratikte kullanılabilirliğinin de ortaya konması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Agrios, N.G., 2005. Plant Pathology, 5th Edition. Elsevier, Academic Press, 903 pp.
- Akgül, A. 1993. Baharat Bilim ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:15, Ankara.
- Ali, M.R., Hussin, M.S., Kadum, M.M., Kadum, Y.A. and Hamza, E.H., 2009. *In vitro* antimicrobial activities of *Myrtus communis* L. and *Cyperus rotundus* L. extracts. *Al- Mustansiriya Journal of Science*, Vol. 20, No 1.
- Ayanoğlu, F., Mert, A., ve Kaya, D.A. 2010. Hatay Yöresinde Doğal Olarak Yetisen Defne (*Laurus nobilis* L.) Bitkisinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi ve Seleksiyonu. **TUBİTAK** Proje No: 108O878.
- Balkan, C., 2015. Rezene (*Foeniculum Dulce Miller*) Uçucu Yağının Verimine Ve Bileşimine Partikül Boyutunun Etkisi. **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 44 sayfa.
- Barac, A., Rubino, S., Pekmezovic, M., Milosevic, I., Spurnic, A.R. and Stevanovic, G., 2017. Antifungal activity of essential oil of *Myrtus communis* against *Malassezia* spp. isolated from the skin of patients with pityriasis versicolor. **27th European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases**, Category: 6c. Antifungal drugs & treatment, Session: P084 Antifungal drugs and treatment II.
- Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Biondi, D.M. and Ruberto, G., 1998. **J. Essent. Oil Res.**, 10: 618-627.
- Bassolé, I.H.N., Lamien-Meda, A., Bayala, B., Tirogo, S., Franz, C., Novak, J., Nebié, R.C. and Dicko, M.H., 2010. Composition and Antimicrobial Activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha x piperita* L. and *Ocimum basilicum* L. Essential Oils and Their Major Monoterpene Alcohols Alone and in Combination. **Molecules**, 15, 7825-7839.
- Bassolé, I.H.N. and Juliani, H.R., 2012. Essential Oils in Combination and Their Antimicrobial Properties. **Molecules**, 17: 3989-4006.
- Bayar, Y., Onaran, A., Yılar, M. and Gul, F., 2018. Determination of the Essential Oil Composition and the Antifungal Activities of Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.). **TEOP**, 21(2): 548-555.
- Baytop, T., 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). **İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları** (İlaveli İkinci Baskı). İstanbul, No.3255, Nobel Tıp Kitapevleri, s. 3-4, 226.
- Benthin, B., Danz, H. and Hamburger, M., 1999. Pressurized Liquid Extraction of Medicinal Plants. **Journal of Chromatography A**, 837: 211-219.
- Berka-zougali B, Ferhat M, Hassani A, Chemat F, Allaf K (2012) Comparative study of essential oils extracted from Algerian *Myrtus communis* L. leaves using microwaves and hydrodestillation. **International Journal of Molecular Science**, 13: 4673-4695.
- Bomfim, N.S., Nakassugi, L.P., Oliveira, J.F.P., Kohiyama, C.Y., Mossini, S.A.G., Grespan, R., Nerilo, S.B., Mallmann, C.A., Filho, B.A.A. and Jr., M.M., 2015. Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. **Food Chemistry**, 166: 330–336.
- Boukaew, S., Prasertsan, P. and Sattayasamitsathit, S., 2017. Evaluation of antifungal activity of essential oils against aflatoxigenic *Aspergillus flavus* and their

- allelopathic activity from fumigation to protect maize seeds during storage. **Industrial Crops and Products**, 97: 558–566.
- Bozhüyük-Usanmaz A. ve Kordali A., 2019. *Ocimum basilicum* L. uçucu yağının fitopatojenik funguslar üzerine antifungal etkileri. **Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi**, C.2, S.1, s.45-57
- Burt, S., 2004. Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods—A Review. **International Journal of Food Microbiology**, 94: 223-253.
- Cerit, L.S., 2008. Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri. **Pamukkale Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi
- Ceylan, A. ve Özay, N., 1997. Defne Yaprakların (Folia lauri)'da Ontogenetiksel Kalite Araştırması. **E.Ü.Z.F. Dergisi**, 27: 71-77.
- Charles, D.J. and Simon, J.E., 1990. Comparison of Extraction Methods for the Rapid Determination of Essential Oil Content and Composition of Basil. **J. AMER. SOC HORT. SCI.**, 115(3): 458-462.
- Cheng, Z., Yang, Y., Liu, Y., Liu, Z., Zhou, H. and Hu, H., 2014. Two-steps Extraction of Essential Oil, Polysaccharides and Biphenylcyclooctene Lignans from *Schisandra chinensis* Baill Fruits. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, 96: 162-169.
- Chmit, M., Kanaan, H., Habib, J., Abbass, M., Mcheik, A. and Chokr, A., 2014. Antibacterial and Antibiofilm Activities of Polysaccharides, Essential Oil, and Fatty Oil Extracted from *Laurus nobilis* Growing in Lebanon. **Asian Pac J Trop Med**, 7(1): 546-552.
- Chrysavgi, G., Vassiliki, P., Athanasios, M., Kibouris, T. and Michael, K., 2008. Essential Oil Composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L. Evaluation of Antioxidant Capacity of Methanolic Extracts. **Food Chem.**, 107: 1120-1130.
- Chudasama, A., Patel, V., Nivsarkar, M., Vasu, K. and Shishoo, C., 2016. Investigation of microemulsion system for transdermal delivery of itraconazole. **Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research**, 2(1).
- Coelho, J.P., Cristino, A.F., Matos, P.G., Rauter, A.P., Nobre, B.P., Mendes, R.L., Barroso, J.G., Mainar, A., Urieta, J.S., Fareleira, J.M.N.A., Sovová, H. and Palavra, A.F., 2012. Extraction of Volatile Oil from Aromatic Plants with Supercritical Carbon Dioxide: Experiments and Modeling. **Molecules**, 17(9): 10550-10573.
- Çelik, E. ve Çelik, G.Y., 2007. Bitki Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri. **Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi**, 5(2): 1-6.
- Danila, E., Kaya, D.A., Patrascu, M., Kaya, M.A. and Kumbakisaka, S., 2018. Comparative Study of *Lavandula angustifolia* Essential Oils Obtained by Microwave and Classical Hydrodistillation. **REV.CHIM.**(Bucharest), 69(8): 2240-2244.
- Danielsson I, B. Lindman, B., 1981. The definition of microemulsion. **Colloids Surf. A** 3 (1981) 391–392.
- Dantas, T.N.C., Silva, H.S.R.C., Neto, A.A.D., Marcucci, M.C. and Maciel, M.A.M., 2010. Development of a new propolis microemulsion system for topical applications. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, 20(3): 368-375.

- Date, A.A., Desai, N., Dixit, R. and Nagarsenker, M., 2010. Self-nanoemulsifying drug delivery systems: formulation insights, applications and advances. **Nanomedicine**, 5(10): 1595–1616.
- Dejam, M. and Farahmand, Y., 2017. Essential Oil Content and Composition of Myrtle (*Myrtus communis* L.) Leaves from South of Iran. **TEOP**, 20(3): 869-872.
- Dima, C., Cotarlet, M., Tiberius, B., Bahrim, G., Alexe, P. and Dima, S., 2014. Encapsulation of coriander essential oil in beta-cyclodextrin: antioxidant and antimicrobial properties evaluation. **Romanian Biotechnological Letters**, 19:2.
- Dong, C., Lu, L. and Qi, R., 2017. Model development of heat/mass transfer for internally cooled dehumidifier concerning liquid film shrinkage shape and contact angles. **Building and Environment**, 114: 11-22.
- Eid, A.M., El-Enshasy, H.A., Aziz, R. and Elmarzugi, N.A., 2014. The preparation and evaluation of self-nanoemulsifying systems containing Swietenia oil and an examination of its anti-inflammatory effects. **International Journal of Nanomedicine**, 9: 4685–4695.
- Ercan, A.S., 1983. Defne Yaprağı ve Yağının İhracatı Geliştirmesi. **İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Yayınları** No: 74, s.2-9.
- Fani, M.M., Kohanteb, J. and Araghighzadeh, A., 2014. Inhibitory Activity of *Myrtus communis* oil on some clinically isolated oral pathogens. **Medical principles practice**, 23: 363–368.
- Ferdes, M., Al Juhaimi, F., Özcan, M.M. and Ghafoor, K., 2017. Inhibitory effect of some plant essential oils on growth of *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor pusillus* and *Fusarium oxysporum*. **South African Journal of Botany**, 113: 457–460.
- Fidan, H., Stefanova, G., Kostova, I., Stankov, S., Stoyanova, A. and Zheljazkov, D., 2019. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Laurus nobilis* L. Essential Oils from Bulgaria. **Molecules**, 24(4): 804.
- Floridata, *Laurus nobilis*. www.floridata.com/ref/L/laur-nob.cfm (1996). Erişim tarihi: 08.07.2003.
- Fu, Y., Zu, Y.G., Chen, L.Y., Shi, X.G., Wang, Z., Sun, S. and Efferth, T., 2007. Antimicrobial activity of clove and rosemary essential oils alone and in combination. **Phytother. Res.**, 21: 989-994.
- Garzoli, S., Božović, M., Baldisserotto, A., Sabatino, M., Cesa, S., Pepi, F., Vicentini, C.B., Manfredini, S. and Ragno, R., 2018. Essential Oil Extraction, Chemical Analysis and Anti-Candida Activity of *Foeniculum vulgare* Miller – **New Approaches. Natural Product Research**, 32(11): 1254-1259.
- Goñi, P., López, P., Sánchez, C., Gómez-Lus, R., Becerril, R. and Nerín, C., 2009. Antimicrobial Activity in The Vapour Phase of a Combination of Cinnamon and Clove Essential Oils. **Food Chemistry**, 116: 982-989.
- Gültekin, İ., 1997. Defne Yapraklarının (*Folia Lauri*)’da Ontogenetik ve Morfogenetik Varyabilite. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**.
- Hashem, M., Moharam, A.M., Zaied, A.A., Saleh, F.E.M., 2010. Efficacy of Essential Oils in the Control of Cumin Root Rot Disease Caused by *Fusarium spp.* **Crop Protection**, 29: 1111-1117.
- Hateet, R.R., Hachim, A.K., Shawi, H., 2016. Biological activity of eugenol acetate as antibacterial and antioxidant agent, isolation from *Myrtus communis* L. essential oil. **International Journal of Bioengineering and Biotechnology**, 1(2): 6-11.

- Hongratanaworakit, T., Srimuang, P., Wichanpreechar, A., Akarapattaranithi, T., Taorang, B. and Rawdlaurh, P., 2017. Chemical Composition and Effects of Blended Essential Oil on Humans. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, 7(01): 165-170.
- Hsouna, A.B., Hamdi, N., Miladi, R. and Abdelkafi, S., 2014. *Myrtus communis* Essential Oil: Chemical Composition and Antimicrobial Activities against Food Spoilage Pathogens. **Chemistry&biodiversity**, 11(4):571-80.
- Huş, S., 1966. Orman Mahsulleri Kimyası. **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları**. İstanbul.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, 19: 603-608
- Jo, Y.J., Chun, Y.J., Kwon, Y.J., Min, S.G., Hong, G.P., Choi, M.J., 2015. Physical and antimicrobial properties of trans-cinnamaldehyde nanoemulsions in water melon juice. **LWT-Food Science and Technology**, 60(1): 444-451.
- Kan, Y., Kartal, M., Aslan, S. ve Yıldırım, N., 2006. Farklı Koşullarda Yetiştirilen Rezene Meyvelerinin Uçucu Yağ Bileşenleri. **Ankara Ecz. Fak. Derg.**, 35(2): 95-101.
- Kanoun, K., Belyagoubi-Benhammou, N., Ghembaza, N. and Atik, B.F., 2014. Comparative Studies on Antioxidant Activities of Extracts from the Leaf, Stem and Berry of *Myrtus communis* L. **Int. Food Res. J.**, 21: 1957-1962.
- Karadag, A., Yang, X., Ozcelik, B., Huang, Q., 2013. Optimization of preparation conditions for quercetin nanoemulsions using response surface methodology. **J. Agric. Food Chem.**, 61: 2130–2139.
- Kaya, D. ve Ergönül, P.G., 2015. Uçucu Yağları Elde Etme Yöntemleri. **GIDA**, 40(5): 303-310.
- Kekelidze, N.A., Dzhanikashvili, M.I., Kutateladze, V.V., 1987, Defne Yapraklarının Ontogenez Sırasında Eterik Yağ Bileşenlerinin Yığıntı ve Düzenleme Dinamiği, **Fiziologiya-İ Biokhimiya-Kul'turnykhRestenii**, 19:6, S. 607- 614.
- Kılıç, A., 2008. Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri. **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, 10(13): 37-45.
- Kohl, J. and Fokkema, N.J., 1998. Strategies for Biological Control of Necrotrophic Fungal Foliar Pathogens. In *Plant–Microbe Interactions and Biological Control* ed. Boland, G.J. and Kuykendall, L.D. pp. 49–88. New York: Marcel Dekker.
- Kordali, S., Usanmaz, A., Cakir, A., Komaki, A. and Ercisli, S., 2016. Antifungal and Herbicidal Effects of Fruit Essential Oils of Four *Myrtus communis* Genotypes. **Chem. Biodiversity**, 13: 77- 84.
- Kurt, Ş., 2016. Bitki Fungal Hastalıkları. **Akademisyen Kitabevi**. 2. Baskı.Sayfa 289.
- Lawrence, M.J. and Rees, G.D., 2012. Microemulsion-based Media as Novel Drug Delivery Systems. **Adv Drug Deliv Rev.**, 64: 175-193.
- Lira, P.D.L., Retta, D., Tkacik, E., Ringuet, J., Coussio, E.J.,Baren., Bandoni, A.L. 2009. Essential oil and by-products of distillation of bay leaves (*Laurus nobilis* L.) from Argentina. **Industrial Crops and Products**, 30, 259-264.
- Lucchesi, M.E., Chemat, F. and Smadja, J., 2004. Solvent-Free Microwave Extraction of Essential Oil From Aromatic Herbs: Comparison With Conventional Hydro-Distillation. **Journal of Chromatography A**, 1043: 323-327.
- Margulis-Goshen, K., Netivi, H.D., Major, D.T., Gradzielski, M., Raviv, U. and Magdassi, S., 2010. Formation of organic nanoparticles from volatile microemulsions. **Journal of Colloid and Interface Science**, 342: 283–292.

- Matusinsky, P., Zouhar, M., Pavela, R. and Novy, P., 2015. Antifungal effect of five essential oils against important pathogenic fungi of cereals. **Industrial Crops and Products**, 67: 208–215.
- Marotti, M., Dellacecca, V., Piccaglia, R. and Giovanelli, E., 1993. Effect of Harvesting Stage On The Yield And Essential Oil Composition of Peppermint (*Mentha X Piperita* L.) : **International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants**. p;370-379.
- Maruzzella, J.C., 1962. The Germicidal Properties of Perfume Oils and Perfumery Chemicals. **Am.Perfum.**, 77: 67.
- Mehani, M., Salhi, N., Valeria, T. and Ladjel, S., 2014. Antifungal effect of essential oil of eucalyptus camaldulensis plant on *Fusarium graminearum* and *Fusarium sporotrichioide*. **International Journal of Current Research**, 6(12): 10795-10797.
- Mihaly, M., Lacatusu, I. and Meghea, A., 2007. Sulphonephtalein chromophore as molecular probe in micelle systems. **Revista de Chimie –Bucharest**, 58(9).
- Mihaly, M., Lacatusu, I., Olteanu, N.L. and Meghea, A., 2014. A systematic methodology to design silica templates: Silica microemulsion formulation and nanodroplet type and size estimation. **C. R. Chimie**, 17: 342–351.
- Mitsch, P., Zitterl-Eglseer, K., Köhler, B., Gabler, C., Losa, R. and Zimpernik, I., 2004. The Effect of Two Different Blends of Essential Oil Components on the Proliferation of *Clostridium perfringens* in the Intestines of Broiler Chickens. **Poultry Science**, 83: 669-675.
- Mohammadreza, V., 2008. Phenological Variation of *Laurus nobilis* L. Essential Oil From Iran. **Verdian-rizi et al. EJEAFCh**, 7(11): 3321-3325.
- Mohan, M., Haider, S.Z., Andola, H.C. and Purohit, V.K., 2011. Essential oils as green pesticides: for sustainable agriculture. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, 2(4): 100.
- Moldoveanu, M., Rău, I., Fleancu, M. and Mihaly, M., 2011. Size effect at nanometric scale based on spectral measurements on water in oil microemulsions. **U.P.B. Sci. Bull., Series B**, 73(2).
- Mulas, M. and Melis, R.A.M., 2011. Essential oil composition of myrtle (*Myrtus communis*) leaves. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, 17: 21–34.
- Nasr, A., Gardouh, A., Ghonaim, H., Abdelghany, E. and Ghorab, M., 2016. Effect of oils, sürfaktants and cosürfaktants on phase behavior and physicochemical properties of self-nanoemulsifying drug delivery system (snedds) for irbesartan and olmesartan. **Int J App Pharm.**, 8(1):13-24.
- Nazzaro, F., Fratianni, F., Martino, L.D., Coppola, R. and Feo, V.D., 2013. Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. **Pharmaceuticals**, 6: 1451-1474.
- Ogasawara, T. and Yamaguchi, T., 2009. Method for producing essential oil emulsion. **United States Patent Application Publication**, Pub No: US 2009/0192068 A1.
- Onaran., A and Bayan. Y., 2016. Antifungal Activity of *Liquidambar orientalis* L., and *Myrtus communis* L. Against Some Plant Pathogenic Fungi. **Scientific Papers. Series A. Agronomy**, Vol. LVIII: 360-364.
- Oraby, M.M. and El-Borollosy, A.M., 2013. Essential Oils From Some Egyptian Aromatic Plants as an Antimicrobial Agent and for Prevention of Potato Virüs Y Transmission by Aphids. **Annals of Agricultural Science**, 58(1): 97-103.

- Özcan, M. and Chalchat, J.C., 2005. Effect of Different Locations on the Chemical Composition of Essential Oils of Laurel (*Laurus nobilis* L.) Leaves Growing Wild in Turkey. **J Med Food**, 8(3): 408-411.
- Öztürk, Ş. 2018. Hatay ili Mersin (*Myrtus communis* L.) Ekotiplerinin Yaprak Verimi Ve Kalitesi Üzerine Dikim Sıklığı Ve Hasat Zamanlarının Etkisi. Doktora Tezi, **Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Tarla Bitkileri ABD, 224 sayfa.
- Pappas, T.N., Lessler, M.A. and Ellison, E.C., 1982. Pancreatitis-Associated Ascitic Fluid: Effect on the Oxygen Consumption of Liver Cells. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, 169:438-444.
- Paraskevopoulos, A., Tsoukala, A. and Kiosseoglou, V., 2009. Monitoring air/liquid partition of mastic gum oil volatiles in model alcoholic beverage emulsions: Effect of emulsion composition and oil droplet size. **Food Hydrocolloids**, 23, 1139-1148.
- Pinto, E., Vale-Silva, L., Cavaleiro, C. and Salgueiro, L., 2009. Antifungal Activity of the Clove Essential Oil from *Syzygium aromaticum* on Candida, Aspergillus and Dermatophyte Species. **Journal of Medical Microbiology**, 58: 1454-1462.
- Polychniatou, V. and Tzia, C., 2013. Effect of laurus nobilis (bay leaf) essential oil on the formulation, oxidative stability and sensory characteristics of o/w/o olive oil microemulsions. **Nutrition, Functional and Sensory Properties of Foods**, 117-123.
- Raffaella, C., Casettari, L., Fagioli, L., Cespi, M., Bonacucina, G. and Baffone, W., 2017. Activity of essential oil-based microemulsions against *Staphylococcus aureus* biofilms developed on stainless steel surface in different culture media and growth conditions. **International Journal of Food Microbiology**, 241: 132-140.
- Ramos, C., Teixeira, B., Batista, I., Matos, O., Serrano, C., Neng, N.R., Nogueira, J.M.F., Nunes, M.L. and Marques, A., 2012. Antioxidant and Antibacterial Activity of Essential Oil and Extracts of Bay Laurel *Laurus nobilis* Linnaeus (Lauraceae) from Portugal. **Natural Product Research**, 26(6): 518-529.
- Rao, M. and McClements, D.J., 2011. Formation of flavor oil microemulsions, nanoemulsions and emulsions: influence of composition and preparation method. **J. Agric. Food Chem.**, 59: 5026-5035.
- Rapper, A., Kamatou, G., Viljoen, A. and Vuuren, S., 2013. The *In vitro* Antimicrobial Activity of *Lavandula angustifolia* Essential Oil in Combination with Other Aroma-Therapeutic Oils. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 1-10.
- Sánchez-González, L., Gonzalez-Martinez, C., Chiralt, A and Cháfer, M., 2011. Effect of Essential Oils on Properties of Film Forming Emulsions and Films Based on Hydroxypropylmethyl cellulose and Chitosan. **Journal of Food Engineering**, 105(2): 246-253.
- Schnitzler, P., Schneider, S., Stintzing, F.C., Carle, R. and Reichling, J., 2008. Efficacy of an Aqueous Pelargonium Sidoides Extract Against Herpesvirus. **Phytomedicine**, 15(12): 1108-1116.
- Sefidkon, F., Abbasi, K. and Khaniki, G.B., 2006. Influence of drying and extraction methods on yield and chemical composition of the essential oil of *Satureja hortensis*. **Food Chemistry**, 99: 19-23.

- Sharma, A., Rajendran, S., Srivastava, A., Sharma, S. and Kundu, B., 2017. Antifungal activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* 1322, with emphasis on *Syzygium aromaticum* essential oil. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, 123(3): 308-313.
- Silveira, S.M., Luciano, F.B., Fronza, N., Jr, A.C., Scheuermann, G.N. and Vieira, C.R.W., 2014. Chemical composition and antibacterial activity of *Laurus nobilis* essential oil towards foodborne pathogens and its application in fresh Tuscan sausage stored at 7 °C. **LWT - Food Science and Technology**, xxx: 1-8.
- Singh, V., Bushettii, S.S., Appala, R.S., Rizwan, A., Mamta, S. and Bisht, A., 2011. Microemulsions as Promising Delivery Systems: A review. **Ind J Pharm Edu Res.**, 45(4): 392-401.
- Sitara, U., Niaz, I., Naseem, J. and Sultana, N., 2008. Antifungal effect of essential oils on *in vitro* growth of pathogenic fungi. **Pak. J. Bot.**, 40(1): 409-414.
- Sivakumar, D. and Bautista-Baños, S., 2014. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. **Crop Protection**, 64: 27-37.
- Soylu, E.M., Tok, F.M., Soylu, S., Kaya, A.D. and Evrendilek, G.A., 2005. Antifungal Activities of the Essential Oils on Post-harvest Disease Agent *Penicillium digitatum*. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 8(1): 25-29.
- Soylu, E.M., Soylu, S. and Kurt, Ş., 2006. Antimicrobial Activities of The Essential Oils of Various Plants Against Tomato Late Blight Disease Agent *Phytophthora infestans*. **Mycopathologia**, 161: 119-128.
- Soylu, S., Yigitbas, H., Soylu, E.M. and Kurt, Ş., 2007. Antifungal Effects of Essential Oils From Oregano and Fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. **Journal of Applied Microbiology**, 103(4): 1021-1030.
- Soylu, E.M., Kurt, Ş. and Soylu, S., 2010. *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. **International Journal of Food Microbiology**, 143: 183–189.
- Staub, T., 1991. Fungicide Resistance; Practical Experience with Antiresistance Strategies and the Role of Integrated Use. **AnnRev Phytopathol**, 29: 421-442.
- Swamy, M.K., Akhtar, M.S. and Sinniah, U.R., 2016. Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils against Human Pathogens and Their Mode of Action: An Updated Review. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 1-21.
- Tadtong, S., Kamkaen, N., Watthanachaiyingcharoen, R. and Ruangrunsi, N., 2015. Chemical Components of Four Essential Oils in Aromatherapy Recipe. **Natural Product Communications**, 10(6): 1091-1092.
- Taheri, A., Seyfan, A., Jalalinezhad, S., Nasery, F., 2013. Antibacterial effect of *Myrtus communis* hydro-alcoholic extract on pathogenic bacteria. **Zahedan Journal of Research in Medical Sciences**, 15(6): 19-24.
- Tanker, M. ve Tanker, N., 1976. **Farmakognozi**. Cilt 2, Reman Basımevi, İstanbul.
- Taoudiat, A., Djenane, D., Ferhat, Z. and Spigno, G., 2018. The Effect of *Laurus nobilis* L. Essential Oil and Different Packaging Systems on the Photo-Oxidative Stability of Chemlal Extra-Virgin Olive Oil. **J Food Sci Technol**, 55(10): 4212-4222.
- Thompson, J.N., 1986. Oviposition Behaviour and Searching Efficiency in a Natural Population of a Braconid Parasitoid. **Journal of Animal Ecology**, 55: 351-360.

- Todorovska, M., Radulović, N. and Kostić, D., 2018. Composition of the essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) fruits from Serbia. **49th International Symposium on Essential Oils (ISEO2018)**, 16(1): 149.
- Türkmen, M. 2015. Farklı yöntemlerle elde edilen uçucu yağ karışımlarının antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, **Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Tarla Bitkileri ABD, 67 sayfa.
- Türkmen, M. and Kaya, D.A., 2016. Determination of Antifungal Effect of The Essential Oil Combinations Obtained by Different Methods. **47th. International essential symposium on Essential oils**, 11-14 September Nice, France.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J. and Pérez-Alvarez, J.A., 2010. Spices as Functional Foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 51: 13-28.
- Wannes, W.A., Mhamdi, B. and Marzouk, B., 2007. Essential oil composition of two *Myrtus communis* L. varieties grown in North Tunisia. **The Italian Journal of Biochemistry**, 56(2): 180-186.
- Wenqiang, G., Shufen, L., Ruixiang, Y., Shaokun, T. and Can, Q., 2007. Comparison of Essential Oils of Clove Buds Extracted With Supercritical Carbon Dioxide and Other Three Traditional Extraction Methods. **Food Chemistry**, 101: 1558-1564.
- Winsor, P.A., Trans. Faraday Soc. 44 (1948) 376–398.
- Xavier-Junior, F.H., Vauthier, C., Morais, A.R.V., Alencar, E.N. and Egito, E.S.T., 2016. Microemulsion systems containing bioactive natural oils: an overview on the state of the art. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, 43(5): 700-714.
- Xenakis, A. and Papadimitriou, V.Th.G., 2010. Colloidal Structures in Natural Oils. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, 15(1): 55-60.
- Xu, S., Ni, Z., Ma, L. and Zheng, X., 2016. Control of alternaria rot of cherry tomatoes by food-grade laurus nobilis essential oil microemulsion. **Journal of Food Safety**, 00: 00–00.
- Yaman, T. and Kuleaşan, Ş., 2016. Uçucu Yağ Elde Etmede Gelişmiş Ekstraksiyon Yöntemleri. **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı**, 1: 78-83.
- Yan, H., Yuanhao, W. and Hongxing, Y., 2017. TEOS/silane coupling agent composed double layers structure: A novel super-hydrophilic coating with controllable water contact angle value. **Applied Energy**, 185: 2209-2216.
- Yap, P.S.X., Lim, S.H.E., Hu, C.P. and Yiap, B.C., 2013. Combination of Essential Oils and Antibiotics Reduce Antibiotic Resistance in Plasmid-Conferred Multidrug Resistant **Bacteria**. **Phytochemistry**, 20: 710-713.
- Yiğitbaş, H., 2004. Domateste *Phytophthora infestans* ve *Sclerotinia sclerotiorum*’a karşı uçucu yağlar ve bitki ekstraktlarının antifungal etkileri. **Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD**, 46 sayfa.
- Yılar, M., Bayan, Y. and Onaran, A., 2016. Chemical Composition and Antifungal Effects of *Vitex agnus-castus* L. and *Myrtus communis* L. Plants. **Not Bot Horti Agrobi**, 44(2): 466-471.
- Zhao, T., Maniglio, D., Chen, J., Chen, B., Motta, A. and Migliaresi, C., 2015. Design and optimization of selfnanoemulsifying formulations for lipophilic drugs. **Nanotechnology**, 26: 125-102.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Hatay’da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Hatay’da tamamladı. 2009 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü’nü kazandı. 2013 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü’nden mezun oldu. Aynı yıl içerisinde Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (HMKÜ), Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2015 yılında Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Doktora eğitime başladı. 2016 yılında HMKÜ, Ziraat Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Halen HMKÜ, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.