



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**HIYAR KÖK ve KÖKBOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİ *Fusarium oxysporum*
f.sp. radicis-cucumerinum' a KARŞI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ
ANTİFUNGAL ETKİLERİ**

REMZİYE İNCEKARA

Y ÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

Nisan-2011



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

HIYAR KÖK ve KÖKBOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİ *Fusarium oxysporum*
f.sp. *radicis-cucumerinum*' a KARŞI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ
ANTİFUNGAL ETKİLERİ

REMZİYE İNCEKARA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

Nisan-2011

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HIYAR KÖK ve KÖKBOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİ *Fusarium oxysporum*
f.sp. *radicis-cucumerinum*' a KARŞI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ
ANTİFUNGAL ETKİLERİ

REMZİYE İNCEKARA
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Emine Mine SOYLU danışmanlığında hazırlanan bu tez, 20/04/2011 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. E. Mine SOYLU
Başkan

Doç. Dr. Şener KURT
Üye

Doç. Dr. Elif ÇANDIR
Üye

Bu tez Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Necat AĞCA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma, MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir.

Proje No: 107-O-031

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

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|---|-------|
| ÖZET..... | I |
| ABSTRACT..... | II |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | III |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | IV |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | V |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... | 4 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 13 |
| 3.1. Materyal..... | 13 |
| 3.1.1 Fungus Materyali..... | 13 |
| 3.1.2 Bitki Materyali..... | 13 |
| 3.2. Yöntem..... | 15 |
| 3.2.1. Bitki Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi..... | 15 |
| 3.2.2. <i>Forc'</i> un Fungal Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının <i>In Vitro</i> Etkileri..... | 15 |
| 3.2.2.1. <i>Forc'</i> un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkilerinin Belirlenmesi..... | 15 |
| 3.2.2.2. <i>Forc'</i> un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Değme Etkilerinin Belirlenmesi..... | 16 |
| 3.2.2.3. <i>Forc'</i> un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkilerinin Belirlenmesi..... | 16 |
| 3.2.2.4. <i>Forc'</i> un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Değme Etkilerinin Belirlenmesi..... | 17 |
| 3.2.3. <i>In Vivo</i> Koşullarda <i>Forc'</i> a Karşı Kekik Yağının Antifungal Etkinliğinin Belirlenmesi..... | 17 |
| 3.2.4. Deneme Deseni ve İstatistik Analizler..... | 20 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA..... | 21 |
| 4.1. <i>Forc'</i> un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Etkinlikleri..... | 21 |

| | |
|---|----|
| 4.1.1. <i>Forc'</i> un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkileri..... | 21 |
| 4.1.2. <i>Forc'</i> un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Değme Etkileri..... | 24 |
| 4.2. <i>Forc'</i> un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Etkinlikleri..... | 26 |
| 4.2.1. <i>Forc'</i> un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkileri..... | 26 |
| 4.2.2. <i>Forc'</i> un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Değme Etkileri..... | 28 |
| 4.3. Ak Kekik Bitkisinin Uçucu Yağının <i>In Vivo</i> Koşullarda <i>Forc'</i> a Karşı Antifungal Etkinliğinin Belirlenmesi..... | 30 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 32 |
| KAYNAKLAR..... | 34 |
| TEŞEKKÜR..... | 39 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 40 |

ÖZET

HIYAR KÖK ve KÖKBOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİ *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*' a KARŞI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ ANTİFUNGAL ETKİLERİ

Bu çalışmada, Türkiye' nin Doğu Akdeniz Bölgesinde yetişen ak kekik (*Origanum onites* L.), lavanta (*Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.), defne (*Laurus nobilis*) ve mersin (*Myrtus communis*) gibi farklı bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların antifungal aktiviteleri hıyar kök çürüklüğü etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*)' a karşı araştırılmıştır.

Uçucu yağların değme ve buhar fazlarının misel gelişimi ve spor çimlenmesi üzerine antifungal aktiviteleri farklı konsantrasyonlarda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, uçucu yağın farklı konsantrasyonlarda miktara bağlı olarak misel gelişimini engellediğini göstermiştir. Sonuçlara göre, *O. onites*' in uçucu yağı *Forc*' a karşı *F. vulgare*, *L. stoechas*, *L. nobilis* ve *M. communis* yağlarına göre daha yüksek antifungal etki göstermiştir. Uçucu yağların buhar etkileri, test edilen yağların değme etkileriyle karşılaştırıldığında düşük konsantrasyonlarda misel gelişimi ve spor çimlenmesini engellemede daha başarılı olmuştur. Origanum yağının buharının 4 µg/ml' de *Forc*' un gelişimini tamamen engellediği bulunmuştur. Uçucu yağların değme etkileri araştırıldığında, origanum yağının 70 µg/ml' de *Forc*' un gelişimini tamamen engellediği bulunmuştur. Denemede yer alan uçucu yağlar, patojenin spor çimlenmesini de farklı düzeylerde engellenmiştir.

In vitro koşullarda yüksek düzeyde etkili bulunan origanum yağı ile gerçekleştirilen sera çalışmalarda, hıyar bitkilerinde *Forc*' a karşı koruyucu bir etki elde edilmiştir. Bu çalışma, uçucu yağların *Forc*' a karşı potansiyel ve gelecek vaat eden biyolojik fungusit olarak kullanılabilircek antifungal bileşikler olduğunu göstermektedir.

2011, 40 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antifungal etkinlik, uçucu yağ, *Origanum*, *Lavandula*, *Foeniculum*, *Laurus*, *Myrtus*, *Fusarium*

ABSTRACT

**ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF PLANT ESSENTIAL OILS AGAINST
CUCUMBER ROOT ROT PATHOGEN *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis
cucumerinum***

In this study, antifungal activities of the essential oils obtained from different plant species such as white oregano (*Origanum onites* L.), lavender (*Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* L.), fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), laurel (*Laurus nobilis*) and myrtle (*Myrtus communis*) growing in the Eastern Mediterranean Region of Turkey, were investigated against cucumber root rot pathogen, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*).

Antifungal activities of contact and volatile phases of essential oils on mycelial growth and conidial germination were determined by using different concentrations. Results obtained showed that the essential oil at different concentrations inhibited the mycelial growth in a concentration-dependent manner. The results indicate that essential oil of *O. onites* was strongly inhibitory to *Forc* compare with other essential oils of *F. vulgare*, *L. stoechas*, *L. nobilis* and *M. communis*. Volatile effects of essential oil was consistently found to be more successful on inhibition of mycelial growth and spore germination at lower concentrations in comparison to contact effect of the oils tested. A vapour of origanum oil at 4 µg/ml was found to completely inhibit the growth of *Forc*. For the determination of the contact effects of the tested essential oils, origanum oil at 70 µg/ml was found to inhibit the growth of *Forc* completely. Spore germination of pathogen was also inhibited by the essential oils tested.

Origanum essential oil, being the most efficient essential oil *in vitro* conditions, under greenhouse conditions using cucumber plants resulted in good protection against *Forc* severity as a protective treatment. This study has demonstrated that the essential oils are potential and promising antifungal agents which could be used as biofungicide in the protection against *Forc*.

2011, 40 pages

Key words: Antifungal activity, essential oil, *Origanum*, *Lavandula*, *Foeniculum*, *Laurus*, *Myrtus*, *Fusarium*

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|--------------------|--|
| AG | Anastomosis Grupları |
| DMSO | Dimethyl Sulfoxide |
| <i>Forc</i> | <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-cucumerinum</i> |
| GC-MS | Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometresi |
| MB | Metil Bromid |
| MG | Miselyal Gelişim |
| MGE | Miselyal Gelişimi Engelleme |
| MFC | Minimum Fungus Engelleyici Konsantrasyon |
| MIC | Minimum Engelleyici Konsantrasyon |
| MITC | Methyl Isothiocyanate |
| PDA | Patates Dekstroz Agar Katı Besi Ortamı |
| SÇ | Spor Çimlenmesi |
| SÇE | Spor Çimlenmesini Engelleme |
| UV-C | Ultraviyole-C |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|--------------|
| Çizelge 3.1. Denemede uçucu yağları kullanılan bitkilerin bilimsel, yöresel ve familya adı, toplandığı yer ve tarihleri..... | 13 |
| Çizelge 4.1. <i>Forc'</i> un misel gelişimi üzerine uçucu yağların buhar etkileri..... | 22 |
| Çizelge 4.2. <i>Forc'</i> un misel gelişimi üzerine uçucu yağların değme etkileri..... | 25 |
| Çizelge 4.3. <i>Forc'</i> un spor çimlenmesi üzerine uçucu yağların buhar etkileri..... | 27 |
| Çizelge 4.4. <i>Forc'</i> un spor çimlenmesi üzerine uçucu yağların değme etkileri... | 29 |
| Çizelge 4.5. <i>In vivo'</i> da ak kekik uçucu yağının <i>Forc'</i> a karşı antimikrobiyal etkinliği..... | 31 |

v ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Şekil 1.1. <i>Forc'</i> un neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığının hıyar bitkisindeki belirtileri..... | 2 |
| Şekil 3.1. Çalışmalarda uçucu yağları kullanılan tıbbi bitkilerin doğadaki görüntüleri..... | 14 |
| Şekil 3.2. Otoklav edilmiş buğday danelerinde <i>Forc'</i> un kolonizasyonu..... | 18 |
| Şekil 3.3. Saksı toprağına karıştırılmış olan <i>Forc'</i> inokulumuna ak kekik uçucu yağının uygulanması sonrası saksıların polietilen torbalarla kapatılması..... | 19 |
| Şekil 4.1 Uçucu yağların <i>Forc'</i> un misel gelişimi üzerine buhar etkileri..... | 23 |
| Şekil 4.2. Ak kekik uçucu yağının hıyarda sorun olan <i>Forc'</i> a karşı <i>in vivo</i> etkileri..... | 30 |

1. GİRİŞ

Örtü altı ve açık alanda yapılan kabakgil yetiştiriciliği açısından ülkemiz, dünyada önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde geniş çapta yetiştiriciliği yapılan ürünlerin başında hıyar gelmektedir. Türkiye' de toplam hıyar üretimi 1.735.010 ton olup, bu üretimin 781.783 tonu Akdeniz Bölgesinde yapılmaktadır (Anonim 2009). Dünyada ve ülkemizde hıyar yetiştirilen tüm bölgelerde üretimi sınırlayan pek çok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden en önemlisi toprak kökenli patojen fungusların oluşturduğu hastalıklardır (Kurt ve ark., 2002). Hıyarda görülen önemli toprak kökenli hastalıklardan birisi, *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* D.J. Vakalounakis' in neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğüdür. Hastalığın ilk belirtileri yaklaşık 4-6 haftalık bitkilerin kök boğazı bölgesinde hipokotil ve kollarda açık yeşil-kahverengi çürüklük ve genel solgunluk şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ana kökler, yan kökler ve kolların iletim dokularında kahverengileşme ortaya çıkar (**Şekil 1.1.**). Enfekteli bitkiler bodurlaşır, solar ve birkaç hafta içinde ölür. Genellikle hipokotilde kök sistemine kadar inen uzunlamasına kanser yaraları ve tek taraflı çürüklükler oluşur. Birincil, ikincil ve üçüncül köklerde ise çürüklükler meydana gelir ve bu belirtiler hipokotil lezyonları ile karışabilir (Vakalounakis, 1996; Tok, 2010).

Hıyar kök ve kökboğazı çürüklüğü patojeni önceleri *F. oxysporum* f.sp. *cucumerinum* olarak bilinmesine karşın, daha sonra , *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*) olarak ilk kez Vakalounakis, 1996 tarafından Yunanistan' da bildirilmiştir. Bunun ardından Kanada, Fransa, Çin ve İspanya' da da varlığı kaydedilmiştir (Punja ve Parker, 2000; Moreno ve ark., 2001; Vakalounakis ve ark., 2004). Türkiye' de Akdeniz Bölgesinde yapılan çalışmalarda da patojenin varlığı ortaya konulmuştur (Tok ve Kurt 2009; Karaca ve Kahveci 2010). Doğal koşullarda sadece hıyar bitkilerinde hastalık oluşturabilen *Forc* yapay inokulasyon yoluyla kavun, balkabağı, kabak ve karpuz gibi diğer kabakgillerde de hastalık oluşturabilmektedir (Vakalounakis, 1996; Vakalounakis ve Fragkiadakis, 1999; Punja ve Parker, 2000; Vakalounakis ve ark., 2005).



Şekil 1.1. *Forc*' un neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığının hıyar bitkisindeki belirtileri. (A) Gövdede ve köklerde kahverengileşme, (B) İletim demetlerinde kahverengileşme, (C) Hastalıklı ve sağlıklı bitki arasındaki farklar, (D) Yapraklarda sararma ve kuruma, köklerde kuruma

Hıyar kök ve kökboğazı hastalığının mücadelesinde şimdiye kadar henüz ruhsatlı bir fungusit bulunmamasıyla birlikte patojenin dağılmasını ve yaşamını sürdürmesini engellemek için çoğunlukla sanitasyon metodları uygulanmaktadır (Punja ve Parker, 2000). *Forc* J.H. Owen' un neden olduğu hıyar *Fusarium solgunluğu*na karşı rutin olarak dayanıklı çeşitlerin ıslahı yapıldığı halde henüz *Forc* D.J. Vakalounakis için dayanıklı çeşitler belirlenememiştir (Rose ve Punja, 2004). Sebze yetiştiriciliğinde ekonomik olarak ciddi kayıplara neden olan toprak kökenli fungal hastalıkların mücadelesinde Metil Bromid (MB), uzun yıllar yaygın olarak kullanılmıştır. Günümüzde MB' in çevre ve insan sağlığı açısından doğurduğu olumsuz etkiler nedeniyle ülkemizde ve dünyada kullanımdan kaldırılması, bu konuda araştırmacıları ve üreticiyi mevcut kimyasal alternatifleri daha yoğun kullanmaya yöneltmiştir. Bu

patojenlerin mücadelesinde ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılan bu alternatifler, dazomet ve metamsodyum gibi toprak fumigantlarıdır (Duniway, 2002; Yücel ve ark., 2007). Bu fumigantlar, nemli toprağa uygulandıklarında önemli bir aktif bileşik olan ve değişik toprak kökenli fungus ve nematodların mücadelesinde etkili bir şekilde kullanılan Methyl Isothiocyanate' a (MITC) parçalanır (Saeed ve ark., 1997; Fritch ve ark., 1998). Ancak toprak fumigantlarının kullanıldığı alanlarda ortaya çıkan fitotoksisite sorunlarının yanı sıra son zamanlarda sık kullanımlardan dolayı MITC' nin hızlı parçalandığı ve bunun da patojenlere olan etkinliklerinde düşüşe neden olduğu belirlenmiştir (McGovern ve ark., 1998; Di Primo ve ark., 2003; Martin, 2003). Son yıllarda patojenlere karşı yoğun pestisit uygulamalarının çevreyi ve doğal dengeyi tehdit etmesi ve organik tarımın giderek önem kazanması, hastalıklarla mücadelede alternatif yöntemlerin araştırılmasına sebep olmuştur. Biyolojik esaslı olan ve çevresel olarak güvenli alternatifler; *F. oxysporum* türleri ile biyolojik mücadele, uyarılmış dayanıklılık, toprak solarizasyonu ve bitkisel kökenli uçucu yağların kullanılmasıdır (Daferea ve ark., 2003; Ding, 2009; Mandeel ve Baker, 1991; Mandeel, 2006; Soylu ve ark., 2005; Soylu ve ark., 2007). Bitki hastalıklarıyla mücadelede bitkilerden elde edilen uçucu yağların kullanımı, günümüzde araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamış olup, hastalıkların mücadelesinde kullanılabilirliği araştırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, ülkemizde ve dünyada bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ekstratların bitki patojeni fungus ve bakterilerin gelişimini engelleyebilecek potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. (Zambonelli ve ark., 1996; Bianchi ve ark., 1997; Wilson ve ark., 1997; Türküsay ve Onoğur, 1998; Özcan ve Boyraz, 2000; Rıstıç ve ark., 2000; Walter ve ark., 2001; Abou-Jawdah, 2002; Bouchra ve ark., 2003; Daferera ve ark., 2003; Bowers ve Locke, 2004; Soylu ve ark., 2005a; Soylu ve ark.; 2005b; Soylu ve ark., 2006; Lee ve ark., 2007).

Yapılan literatür araştırmalarında bitki uçucu yağlarının, değişik Fusarium türlerinin neden olduğu hastalıkların etkisi konusunda yapılmış çalışmalar olmasına rağmen, *Forc'* un neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğü üzerine etkilerini belirlemeye yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışma ile Hatay florasında yetişen tıbbi bitkilerden elde edilen uçucu yağların *Forc'* a karşı etkinlikleri; misel gelişimi ve spor çimlenmesi denemeleriyle *in vitro* koşullarda, serada saksı denemeleriyle *in vivo* koşullarda araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Zambonelli ve ark. (1996), *Thymus vulgaris*, *Lavandula R.C.* melez ve *Mentha piperita L.*' nin uçucu yağlarını *in vitro*' da *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium ultimum var ultimum*, *Colletotrichum lindemuthianum*' a karşı test etmişlerdir. Yağların tümü test edilen fungusların gelişimini engellemiştir. Kekik yağı 800 ppm' de tamamen fungus gelişimini engellerken, diğer yağlar 1600 ppm' de % 100 engelleme sağlamıştır. Sadece 1600 ppm' de *Lavandula*, *F. solani*' nin gelişimini % 58 düzeyinde engellemiştir. Elde edilen sonuçlara göre yağların içinde en etkili yağın kekik olduğu belirlenmiştir.

Tzatzarakis ve ark. (2001), amphotericin B, clotrimazole, miconazole, econazole ve nystatin' in *Forc*' a karşı engelleyici etkisini karşılaştırmışlardır. *Forc*' un gelişimine karşı en etkili antifungallar econazole' den sonra clotrimazole, miconazole, amphotericin ve nystatin olarak belirlenmiştir. ED₅₀ ve ED₉₀ değerleri econazole için 0.053 ve 1.002 ppm, clotrimazole için 0.088 ve 1.100 ppm, miconazole için 0.173 ve 3.210 ppm, amphotericin için 0.173 ve 48' den daha büyük ppm ve nystatin için 3.860 ve 16.702 ppm olarak tespit edilmiştir. Nystatin ve amphotericin' in *F. oxysporum*' un spor çimlenmesine karşı ED₅₀ değerleri sırasıyla 3.1 ppm ve 8.4 ppm olarak belirlenmiştir. Econazole, clotrimazole ve miconazole eklendikten sonra ise hiçbir etki gözlenmemiştir. Nystatin amphotericin' den 2.76 kat daha etkili bulunmuştur. Econazole, miconazole, clotrimazole *F. oxysporum*' un gelişimini engellemede amphotericin ve nystatin' den daha etkili bulunmuştur fakat amphotericin ve nystatin, *F. oxysporum*' un spor çimlenmesine karşı daha etkili bulunmuştur.

Benkeblia (2003), 3 soğan türü ve sarımsaktan elde ettiği uçucu yağ ekstratlarının farklı konsantrasyonlarda (50, 100, 200, 300 ve 500 ml/l) antimikrobiyal etkisini 2 bakteri (*Staphylococcus aureus*, *Salmomella Enteritidis*) ve 3 fungusa (*Aspergillus niger*, *Penicillium cyclopium*, *F. oxysporum*) karşı test etmiştir. Allium bitkilerinin (sarımsak ve soğanlar) uçucu yağ ekstratları belirgin şekilde antibakteriyel etki sergilemiştir. Sarımsak ekstratları yüksek, yeşil soğan ekstratları düşük düzeyde engelleyici etki yapmıştır. Soğan ekstratları 50 ve 100 ml/l konsantrasyonlarda 200, 300 ve 500 ml/l konsantrasyonlara göre daha az engelleyici etki yapmıştır. Sarımsak ekstratları test edilen bütün konsantrasyonlarda yüksek engelleyici etki yapmıştır.

Uçucu yağ düşük konsantrasyonlarda *F. oxysporum*' a karşı düşük, *A. niger* ve *P. cyclopium*' a karşı iyi derecede etki göstermiştir.

Çakır ve ark. (2003), su distilasyonu yöntemiyle *Hypericum linarioides*' den izole ettikleri uçucu yağın kimyasal bileşimini GC-MS tarafından analiz etmişler ve yağda 74 bileşik belirlemişlerdir. Yağın 11 bitki patojeni fungusu karşı antifungal etkisini *in vitro*' da miselyal gelişim testleri ile belirlemişlerdir. Test edilen funguslar ; *Fusarium* türleri (*F. acuminatum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum* ve *F. solani*) ve 3 *Rhizoctonia* anastomosis grupları (AG-5, AG-9, AG-11), *Alternaria solani* ve *Verticillium albo-atrum* olmuştur. Yağ AG-9 ve *V. albo-atrum*' a karşı antifungal etki göstermiştir. Ayrıca yağın kloroform, aseton, petrol eteri ve metanol ekstratları bu 11 fungus türüne karşı test edilmiştir. Bu ekstratlar *A. solani*, *F. culmorum*, *F. equisti* ve *R. solani*' nin tüm anastomosis gruplarının gelişimi üzerine orta düzeyde etki göstermiştir.

Abou-Jawdah ve ark. (2004), Lübnan' da yetişen yabancı 9 bitki çeşidinden elde ettikleri ekstratların *Botrytis cinerea*, *A. solani*, *Penicillium sp.*, *Cladosporium sp.*, *F. oxysporum f.sp. melonis*, *R. solani* ve *Sphaerotheca cucurbitae* gibi 7 bitki patojeni fungus üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. *Origanum syriacum*, *Micromeria nervosa* ve *Plumbago maritima* ekstratları *in vitro*' da spor çimlenmesini ve miselyal gelişimi engellemede en yüksek düzeylerde etki göstermiştir. *Inula viscosa* ise spor çimlenmesine karşı yüksek ancak misel gelişimine karşı orta düzeyde etki göstermiştir. Diğer 5 bitki türü *Calamintha origanifolia*, *Micromeria juliana*, *Ruto sp.*, *Sideritis pullulans* ve *Urginea maritima* ise test edilen funguslara karşı düşük etki göstermiştir. *O. syriacum*, *M. nervosa*, *P. maritima* ve *I. viscosa*' nın ekstratları % 4-8 oranında kabak ve hıyar fidelerine uygulandığında *B. cinerea*' ya karşı etkili koruma sağlamıştır. Ancak *Penicillium sp.*, nedeniyle turunçgil meyvelerindeki yeşil küfü kontrol edememiştir.

Pavlou ve Vakalounakis (2004), toprağa marul bitkisi (*Lactuca sativa*) karıştırmanın *Forc*' un hıyarda neden olduğu kök ve gövde çürüklüğü hastalığına karşı etkisini, allelopatik yönden araştırmışlardır. Patojen inokule edilmiş topraklarda marul ilavesi sezonun 4. ayı içerisinde toplam hıyar verimini artırırken hastalığın tekerrür etme olasılığını önemli ölçüde azaltmıştır. Patojen inokule edilmemiş topraklar marul eklemesini hesaba katmaksızın her şekilde daha yüksek hıyar verimi sağlamıştır.

Sonuçlar hıyardaki kök ve gövde çürüklüğüne karşı marul karıştırmanın diğer kontrol metodlarıyla birleştirilebileceğini göstermiştir.

Singh ve ark. (2004), kişniş tohumundan (*Coriandum sativum*) elde ettikleri yağın GC-MS analizlerinde yağda 52 bileşene rastlamışlardır. Yağın reçinesinde ise 28 bileşen tespit edilmiştir. Oleik asit, linoleik asit, palmitik asit reçinede en çok bulunan temel bileşenler olarak belirlenmiştir. Kişniş yağının ve yağın reçinesinin 8 fungusa karşı antifungal etkileri ters petri ve değme etki tekniği kullanılarak 2-6-10 µl konsantrasyonlarda uygulanarak değerlendirilmiştir. Ters petri yöntemi kullanılarak uçucu yağ 10 µl konsantrasyonda uygulandığında *Curvularia palliscens*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme* ve *Aspergillus terreus*' a karşı son derece etkili olduğu saptanmıştır. Aynı konsantrasyonda reçine durumunda *F. oxysporum*, *A. niger* ve *A. terreus*' un miselyal gelişimini % 50' den fazla engellediği belirlenmiştir. Değme etki tekniği kullanılarak uçucu yağ 10 µl konsantrasyonda uygulandığında *A. terreus*, *A. niger*, *F. graminearum* ve *F. oxysporum*' un gelişimini % 100 engellemiştir. Reçinesi ise aynı konsantrasyonda zayıf fungitoksik etki göstermiştir. Sadece *F. oxysporum*' un gelişimini % 100 engellemiştir.

Yonucu ve Erkılıç (2004), toprak kökenli patojenlerden *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Pythium sp.*, *R. solani*, *Sclerotinia sclerotium* ve *Sclerotium rofsii* üzerine *Allium sativa*, *Eucalyptus globulus*, *Nerium oleander*, *T. spicata* gibi bitkilerin ekstrat, uçucu yağ ve kompost ekstratlarının etkilerini araştırmış ve kullanılan bitkiler arasında en etkili olanının *T. spicata* (kekik) olduğunu bildirmiştir.

Anitha ve Kannan (2005), *Clerodendrum inerme* ve *Clerodendrum phlomidis*' in yaprak ve sap etil asetat ve hekzan ekstratlarını antifungal etki için taramışlardır. *C. phlomidis*' in kök ve yaprak etil asetat ve hekzan ekstratlarının her ikisi de çalışılan tüm bitki (*Aspergillus flavus*, *A. niger*, *B. cinerea*, *Curvularia lunata*, *F. oxysporum*) ve insan patojeni funguslar üzerinde 1 mg/ml dozda farkedilir engelleme sergilemiştir. Ancak *C. inerme*' nin yaprak hekzan ekstratı (1 mg/ml) bitki patojeni fungusları insan dermatofitlerinden daha iyi engellemiştir.

Marwah ve ark. (2006), insan patojeni bakteri ve mayalara karşı *Plectranthus cylindroceus*' un bitkisinin yağının en düşük engelleyici konsantrasyon değerlerini sıvı seyreltme yöntemi kullanarak, fungusların gelişmesini engelleme yüzdesini değme etki tekniği kullanarak belirlemişlerdir. Yağ, 7.8-62.5 µg/ml aralığındaki MIC değerlerinde

Klebsiella pneumoniae, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Candida albicans*' a karşı iyi aktivite göstermiş ve ayrıca yağ, 250 µg/ml' de yaklaşık 1 haftada *Microsporum canis*, *Microsporum gypseum*, *Trichophyton rubrum*, *Alternaria alternata*, *Bipolaris sp.*, *Curvularia lunata*, *F. oxysporum* ve *Stemphylium solani*' nin gelişimini engellemiştir. GC- MS analizlerinde yağda en çok bulunan 2 bileşen carcavrol ve *a*-terpinolene olarak belirlenmiştir.

Bajpai ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada *M. glyptostroboides*' in uçucu yağını, metanol ekstratını ve hekzan, kloroform ve etil asetat' tan elde edilen fraksiyonlarını disk difüzyon ve MIC belirleme yöntemleri ile test etmişlerdir. Yağ ve metanol ekstratı ve metanol' den elde edilen fraksiyonları *F. oxysporum*, *F. solani*, *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *Colletotricum capsici*, *B. cinerea* ve *Phytophthora capsici*' nin miselyal gelişimini engellemede çok iyi antifungal etki göstermiştir. 500-1000 µg/ml arasındaki konsantrasyonlarında % 49-70 arasında engelleme sağlamıştır.

Chang ve ark. (2007), *Calocedrus macrolepis* var. *formosana*' nın yaprak uçucu yağ ve bileşenlerinin 6 bitki patojeni fungusu karşı antipatojenik aktivitesini *in vitro*' da değerlendirmişlerdir. Yağın GC-MS ile kimyasal analizleri sonucu elde edilen bileşenlerinden T-muurolol ve *a*-cadinol *R. solani*, *F. oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Pestalotiopsis funurea*, *Ganoderma australe*, *F. solani*' nin gelişimini büyük ölçüde engellemiştir.

El-Mougy ve ark. (2007), Mısır'da fasulye kök patojenlerinden *R. solani* ve *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*' ye karşı geranium, gül, limon ve nane uçucu yağlarının *in vitro* ve *in vivo* koşullarda antifungal etkilerini araştırmışlar ve geranium, gül ve limon yağlarının % 4 ve nane yağının % 2-4 konsantrasyonlarının, fungisidal aktiviteye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Tohum ve yeşil aksam uygulaması şeklinde yürütülen *in vivo* çalışmada ise, yağların % 1'lik konsantrasyonlarının çıkış öncesi dönemde *R. solani*'ye karşı % 75-87,5 ve *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*' ye ise % 66,7-83,3 düzeylerinde etkinlik gösterdikleri saptanmıştır. Çıkış sonraki dönemlerde aynı konsantrasyondaki yağlar, *R. solani*'ye karşı % 70,1-85,2 ve *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*'ye ise % 62,4-85,6 düzeylerinde etkinlik gösterdikleri belirlenmiştir.

Kumar ve ark. (2007), 11 familyaya ait 18 bitkinin farklı bölgelerinden elde ettikleri uçucu yağları değme etki tekniği ile *A. flavus*' un toksijenik 2 türü karşısında test etmişlerdir. *Mentha arvensis*' den elde edilen yağın *A. flavus*' un her 2 türünde de

etkili olduğu belirlenmiştir. 0.10 mg/ml⁻¹ konsantrasyonda *A. flavus*' da radyal gelişim tamamen durmuştur. Aynı konsantrasyonda yağ *A. niger* , *A. fumigatus*, *F. oxysporum*, *Sclerotium rolfii*, *Macrophomina phaseolina*, *Helminthosporium oryzae*, *Cladosporium cladosporioides*, *Botryodiplodia theobromae*' e karşı geniş etki göstermiştir. Yağ, 0.05 mg/ml⁻¹ konsantrasyonda *A. flavus*' da aflotoksin B₁ üretimini tamamen engellemiştir.

Salamcı ve ark. (2007), Türk *Tanacetum aucheranum* ve *Tanacetum chiliophyllum* var. *chiliophyllum*' un üst kısımlarından su distilasyonu yöntemiyle izole edilen uçucu yağın kimyasal bileşimi GC-MS ile analiz edilmiş ve yağların benzer temel bileşenler içerdiği tespit edilmiştir. Elde edilen yağlar, *A. alternata*, *A. solani*, *Botrytis sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Fusarium spp*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora ultimum*, *Verticillium dahliae* gibi 30 patojen fungusun mikrobiyal gelişimini engellemiştir. *T. aucheranum*' un yağı petri kaplarındaki denemelerde 15 *Fusarium* türünün gelişimini % 35-85 arasında, *T. chiliophyllum*' un yağı ise % 40-85 arasında engellemiştir. Ancak yağların engelleme oranı benomyl ile karşılaştırıldığında daha düşük bulunmuştur.

Santos ve ark. (2007), toprak kökenli hastalıkları kompost ile baskılamada antagonist mikroorganizmaların etkin olduğunu belirlemişlerdir. Üzüm şırası kompostunun mikrobiyolojik analizlerinde çok sayıda mikroorganizma çıkmıştır. En çok mikroorganizma bakteri olarak bulunmuştur. Sadece bir kaç maya morfolojileri elde edilmiştir. İzole edilen mikroorganizmaların *in vitro* tayinlerinde son derece etkili antagonistler elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre üzüm şırası kompostu hıyarda *Pythium* şiddetini azaltmış fakat domateste *Phytophthora root rot*, kavunda *Forc* ve turpta *R. solani* şiddetini azaltamamıştır.

Sharma ve Tripathi (2007), *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* ile inokule edilen kılıç çiçeği yumrularına sıcak su, UV-C, *Hyptis suaveolens*' in uçucu yağını uygulamışlardır. *In vitro*' da da sıcak suyun, UV-C ve uçucu yağın etkisini test etmişlerdir. Yumrulara sıcak su ile 25 dak boyunca 55 °C' de ve UV-C' de 3.63 kJ m⁻² dozda tedavi uygulandığında konidyumların çimlenmesini yeterli düzeyde engellediği gözlenmiştir. *In vitro*' da uçucu yağın 0.6 µl cm⁻³ dozda fungal gelişimi tamamen engellediği ve 0.4 µl cm⁻³ dozda konidi çimlenmesini tamamen engellediği gözlenmiştir. *In vivo*' da 4 ve 12 haftalık depolamadan sonra sıcak su, UV-C veya uçucu yağın etkisi, log₁₀' da CFU g⁻¹ yumru hesap edilerek belirlenmiştir. Sıcak su tek başına 55 °C' de 30 dakika da CFU' yu önemli ölçüde azaltmıştır. UV-C 4.98 kJ m⁻² dozda fungus

populasyonunu yeterli düzeyde azaltmıştır. 2 hafta boyunca $0.8 \mu\text{l cm}^{-3}$ dozda uçucu yağ uygulaması, depolama sırasında patojen populasyonunun azaltılmasında etkili olmuştur. 4-12 haftalık depolamadan sonra 2 hafta boyunca sıcak su ($55 \text{ }^\circ\text{C}$ 30 dak), UV-C (4.98 kJ m^{-2}) ve uçucu yağ' ın ($0.8 \mu\text{l cm}^{-3}$) birlikte uygulanması onların tek başına uygulanmasından daha etkili bulunmuştur.

Bajpai ve ark. (2008), *Nandina domestica* Thunb' un su distilasyon yöntemiyle çiçek kısımlarından izole ettikleri uçucu yağın kimyasal bileşimini, uçucu yağın etkinliğini ve çeşitli yaprak ekstratlarının (n-hekzan, kloroform, etil asetat, metanol) bitki patojenlerine karşı etkinliğini test etmişler ve GC-MS analizlerinde 79 bileşik belirlemişlerdir. Yağ 1000 ppm' de ve yaprak ekstratları 1500 ppm' de *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *S. sclerotium*, *B. cinerea* ve *R. solani*' ye karşı oldukça yüksek düzeyde antifungal etki göstermiştir. Yağın bu fungusların gelişimini engelleme oranı % 53.3-64.3 arasında, yaprak ekstratlarının % 33.3-56 arasında bulunmuştur. MIC değerleri yağda 125-1000 $\mu\text{g/ml}$ arasında, yaprak ekstratlarında 500-2000 $\mu\text{g/ml}$ arasında belirlenmiştir.

Chutia ve ark. (2008), *Citrus reticulata* Blanco' nun tamamıyla olgunlaşmış olan kabuklarından su distilasyonu yöntemiyle ayrılmış olan uçucu yağı GC-MS yöntemiyle analiz etmişlerdir. Yağ içersinde 37 değişik bileşen belirlemişlerdir. Yağın antifungal etkisi değme etki tekniği ile test edilmiş ve buhar etkisi 5 patojenik fungusu (*A. alternata*, *R. solani*, *Curvularia lunata*, *F. oxysporum* ve *Helminthosporium oryzae*) karşı test edilmiştir. Yağ buhar etki denemesinde daha iyi sonuç göstermiştir. Değme etki tekniğiyle MIC değerleri, *F. oxysporum* ve *H. oryzae* için $>0.2 \text{ ml}/100 \text{ ml}$ iken, *A. alternata*, *R. solani* ve *C. lunata* için $0.2 \text{ ml}/100 \text{ ml}$ olduğu belirlenmiştir. Fungal sporulasyon, *C. lunata* ve *H. oryzae* dışındaki diğer patojenleri tamamen engellerken *C. lunata* ve *H. oryzae*' yi, sırasıyla % 0.05 ve % 0.25 oranlarında engellemiştir.

Jardim ve ark. (2008), *Chenopodium ambrosioides*' in uçucu yağını % 0.3, 0.1 ve 0.05' lik konsantrasyonlarda 8 hasat sonrası fungusu karşı (*A. flavus*, *Aspergillus glaucus*, *A. niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Colletotrichum gloesporioides*, *Colletotrichum musae*, *F. oxysporum*, *F. semitectum*) uygulayarak antifungal etkisini değme etki tekniği ile değerlendirmişlerdir. Yağ % 0.3' lik konsantrasyonda tüm fungusların gelişimini tamamen önlerken, % 0.1 konsantrasyonda % 90-100 arasında engellemiştir.

Kordalı ve ark. (2008), *Origanum acutidens*' in üst kısımlarından su distilasyonu yöntemiyle elde ettikleri uçucu yağın kimyasal bileşimini GC-MS ile analiz etmişlerdir. Yağda carvacrol, *p*-cymene, linalool acetate, borneol ve b-caryophyllene temel bileşenler olarak belirlenmiştir. Antifungal testlerde *O. acutidens* yağının, carvacrol ve thymol' ün 17 patojen fungusun gelişimini tamamen engellediğini göstermiş ve antifungal etkilerinin benomyl' den yüksek olduğu belirlenmiştir. Yağ, carvacrol ve thymol *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Rumex crispus*' un tohum çimlenmesini ve fide gelişimini tamamen engellemiştir.

Kotan ve ark. (2008), *Salvia hydrangea*' dan su distilasyonu yöntemiyle izole ettikleri uçucu yağın kimyasal bileşimini GC-MS tarafından analiz etmişlerdir. Yağda 54 bileşen belirlenmiştir. Yağın fungitoksik etkisi, *in vitro*' da mikrobiyal inhibisyon testleri kullanılarak 33 patojenik fungusu karşı test edilmiştir. Yağ test edilen funguslara karşı önemli bir antifungal faaliyet sergilemiştir. Disk difüzyon yöntemiyle 30 bakteriye karşı yağın antibakteriyel etkisi test edilmiştir. Yağ geniş antibakteriyel aktivite sergilemiş ancak penisilin kadar aktif bulunmamıştır.

Körüklüoğlu ve ark. (2008), taze ve kurutulmuş *O. onites* L.' nin uçucu yağ ve ekstratlarının (metanol, aseton, dietil eter) *A. alternata*, *A. flavus* (2 türü), *A. niger* (2 türü), *Aspergillus parasiticus*, *F. semitectum*, *F. oxysporum*, *Mucar racemosus* ve *Penicillium roqueforti*' e karşı antifungal etkilerini disk difüzyon yöntemi ile belirlemişlerdir. Tüm örneklerde MIC ve MFC belirlenmiştir. Taze bitkinin fungusu karşı engelleyici etkisi, kurutulmuş olandan daha fazla bulunmuştur. Taze ve kurutulmuş metanol özlerinin MIC değerleri sırasıyla 150-950 µg/ml ve 750-950 µg/ml' dir. Metanol özlerinin MFC değerleri taze origanum için 300-1200 µg/ml, kurutulmuş olanı için 750-1100 µg/ml arasındadır. Taze ve kurutulmuş origanum' un uçucu yağları test edilen fungusların tümünü engellemiştir. Uçucu yağların MIC ve MFC, değerleri sırasıyla 8.5 µg/ml ve 9.0 µg/ml olmuştur. *A. alternata*' ya karşı en yüksek ekstrat aktivitesi taze origanum tarafından sergilenmiş ve bunu *P. roqueforti* takip etmiştir. En yüksek toplam antifungal etki metanol ekstratlarında görülmüştür.

Kumar ve ark. (2008), 14 bitkiye ait uçucu yağları *A. flavus*' un toksijenik türüne karşı test etmişlerdir. Bu 14 bitki içerisinde *T. vulgaris*' in uçucu yağı yüksek antifungal aktivite göstermiştir. Kekik yağı 0.7 µl/ml' de *A. flavus*' un miselyal gelişimini tamamen engellemiş ve *F. oxysporum*, *Cladosporium herbarum*, *Curvularia lunata*, *A. terreus*, *A.*

niger, *Aspergillus fumigatus*, *A. alternata*, *Botryodiplodia theobromae* funguslarına karşı geniş spektrumlu etki göstermiştir. Bu yağ antiaflatoksigenik etki göstermiştir. 0.6 µl/ml' de aflatoksin B₁ üretimini tamamen engellemiştir.

Lee ve ark. (2008), Myrtaceae familyasına ait 11 bitki türünden elde ettikleri uçucu yağların *Phytophthora cactorum*, *Cryphonectria parasitica* ve *F. circiniatum*' a karşı antifungal etkinliğini araştırmışlardır. *Leptospermum petersonii*' den elde edilen uçucu yağ 28×10^{-3} mg/ml konsantrasyonda *P. cactorum*'a karşı iyi antifungal aktivite göstermiştir. Aynı konsantrasyonda *Eucalyptus citriodora* ve *Melaleuca quinquenervia*' nin *P. cactorum*' u engelleme oranı sırasıyla % 35.4 ve % 33.6 olmuştur. *E. citriodora* ve *L. petersonii*' nin *C. parasitica*'yı engelleme oranları ise sırasıyla % 29.4 ve % 38.5 olarak belirlenmiştir. Sadece *L. petersonii*' nin uçucu yağı *F. circinatum*' a karşı antifungal aktivite göstermiştir. GC-MS ile yapılan analizde *L. petersonii*, *M. quinquenervia* ve *E. citridora* yağları içerisinde sırasıyla 16, 15 ve 12 bileşik teşhis edilmiştir. Bu bileşiklerden citronellol, neral, geraniol ve geranial' in 28×10^{-3} mg/ml konsantrasyonda *P. cactorum*' u engelleme oranı % 100 bulunmuştur. Aynı konsantrasyonda neral ve geranial' in *C. parasitica*' yı engelleme oranı sırasıyla % 61.7 ve % 68.9 olarak belirlenmiştir.

Santos ve ark. (2008), şeker pancarı, şeker kamışı ve şarap atıkları' nın biyosit etkisini araştırmışlardır. *In vitro*' daki testlerde şarap atıkları *F. oxysporum* f.sp. *melonis*' in 0 ve 1 ırklarının, *S. sclerotiorum*, *Pythium aphanidermatum* ve *Phytophthora parastica*' nın fungal gelişimini % 5-7 arasındaki konsantrasyonlarda, *Forc*' un fungal gelişimini % 10-15 arasındaki konsantrasyonlarda % 100 engellemiştir.

Tripathi ve ark. (2008), *Hyptis suaveolens* L.' nin uçucu yağının *F. oxysporum* f.sp. *gladioli*' nin gelişimi üzerine etkilerini *in vitro*' da test etmişlerdir. Yağın fungusun radyal gelişimini engelleme yüzdesi değme etki tekniği ve buhar etki testleri kullanılarak ölçülmüştür. Yağ test edilen fungusun miselyal gelişimini değme etkide 0.998 µg/ml' de, buhar etkide 0.748 µg/ml konsantrasyonda tamamen engellemiştir. Yağ 0.450 µg/ml' de konidi çimlenmesini % 100 engellemiştir.

Bajpai ve Kang (2009), *Metasequoia glyptostroboides*' in yaprak uçucu yağ ve yaprak ekstratlarının *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *S. sclerotiorum*, *B. cinerea* ve *R. solani*' ye karşı antifungal etkisini test etmişlerdir. Bitkinin yağ (1.000 µg /disc⁻¹) ve ekstratları (1.500 µg /disc⁻¹) test edilen

fungusların radyal gelişimini sırasıyla % 41.3-66.3 ve %13.4-54.4 oranında engellemiştir.

Lee ve ark. (2009), 40 bitki türünden elde ettikleri uçucu yağların antifungal aktivitesini *Phytophthora cactorum*, *Cryphonectria parasitica*, ve *F. circinatum*' a karşı test etmişlerdir. *Liquidambar orientalis*' den 28×10^{-3} mg/ml konsantrasyonda elde edilen uçucu yağ *P. cactorum*' a karşı güçlü antifungal aktivite sergilemiştir. *Pagostemon patchouli* ' nin *C. parasitica*' yı engelleme oranı % 51 olarak bulunmuştur, diğer uçucu yağlar ise zayıf aktivite göstermiştir. *Leptospermum scoparium* ve *P. patchouli*' nin uçucu yağları, *F. circinatum*' a karşı orta düzeyde etki göstermiştir. GC-MS analizlerinde *L. orientalis*' nin yağında 11 bileşik belirlenmiştir. Bileşiklerin antifungal etkisi standart veya sentezlenen bileşikler kullanılarak tek başına test edilmiştir. Cinnamyl aldehit ve benzaldehit' in 28×10^{-3} mg/ml konsantrasyonda *P. cactorum*' u engelleme oranı % 100 bulunmuştur.

Hashem ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada kimyon kök çürüklüğü hastalığını azaltmak için fungusit olarak kullanılan kimyasalların yerine kullanılacak olan uçucu yağların etkinliğini değerlendirmişlerdir. Kök çürüklüğü belirtileri gözlenen kimyon bitkilerinden izole ettikleri 8 *Fusarium* izolatının patojenite testinde 6 türün (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. moniliforme*, *F. dimerum*, *F. equiseti*, *F. lateritium*) aynı üründe hastalığı değişik derecelerde bulaştırma yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. *In vitro*' da kimyon, fesleğen ve sardunyadan çıkarılan uçucu yağlar patojenlere karşı yüksek antagonistik etki göstermiş ve onlara karşı önemli engelleme bölgeleri oluşturmuştur. Sera koşulları altında, tüm *Fusarium spp.* izolatlarının neden olduğu kök çürüklüğü hastalığının azaltılmasında 3 uçucu yağ ile kimyon tohumu tedavisi etkili olmuştur. Fesleğen ve sardunya' nın yağları *F. oxysporum* ve *F. moniliforme*' nin her ikisinde de hastalığı iyi derecede engellemiştir. Büyüme parametreleri (bitki boyu, taze sürgün ağırlığı, taze kök ağırlığı ve dal sayısı) farklı *Fusarium spp.* türlerinin neden olduğu enfeksiyon sonucu değişmiştir, uçucu yağ uygulandığı zaman iyileşme sağlanmıştır. Laboratuvar ve seradan elde edilen sonuçlar, bu 3 yağın kimyon kök çürüklüğü hastalığının kontrolünde umut verici etkiye sahip olduğunu ve kimyasallara göre doğal çevreyi koruduğunu göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Fungus Materyali

Denemede kullanılmış olan *Forc'* un Tr-CucFo37 izolatu bölümümüzde yürütölmüş olan Tübitak 107O031 nolu proje kapsamında elde edilmiştir. Bu izolat - 20 °C' de saklanan kültür koleksiyonundan sağlanmıştır.

3.1.2. Bitki Materyali

Hatay ili çevresinde doğal olarak yetişen ve çalışmada kullanılan bitkilerin bilimsel ve yöresel isimleri, dahil olduğu familya, toplandığı yer ve tarihleri **Çizelge 3.1'** de verilmiştir. Ak kekik (*Origanum onites*), karabaş lavanta (*Lavandula stoechas*), mersin (*Myrtus communis*), defne (*Laurus nobilis*) bitkilerinin yaprakları toplanmış, rezene (*Foeniculum vulgare*) tohum halinde aktardan temin edilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede uçucu yağları kullanılan bitkilerin bilimsel, yöresel ve familya adı, toplandığı yer ve tarihleri

| Yöresel Adı | B Bilimsel Adı | Familya | Toplandığı Yer | Toplandığı Tarih |
|--------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Ak Kekik | <i>Origanum onites</i> | <i>Lamiaceae</i> | Yayladağ/ Hatay | Mart-Nisan |
| Karabaş Lavanta | <i>Lavandula stoechas</i> | <i>Lamiaceae</i> | Serinyol/ Hatay | Mart-Nisan |
| Rezene | <i>Foeniculum vulgare</i> | <i>Umbelliferae</i> | Aktar | - |
| Mersin | <i>Myrtus communis</i> | <i>Myrtaceae</i> | Harbiye/ Hatay | Nisan-Mayıs |
| Defne | <i>Laurus nobilis</i> | <i>Lauraceae</i> | Harbiye/ Hatay | Mart-Nisan |



Şekil 3.1. Çalışmalarda uçucu yağları kullanılan tıbbi bitkilerin (A) Ak kekik, (B) Karabaş lavanta, (C) Defne, (D) Mersin, (E) Rezene tohumları' nın doğal ortamlardaki görüntüleri.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki Uçucu Yağlarının Elde Edilmesi

Bölgemizde doğal olarak yetişen ve tarımı yapılan yüksek uçucu yağ verimine sahip ak kekik, karabaş lavanta, rezene, mersin, defne bitkileri yaprak ve tohum dönemlerinde toplanıp, gölgede hava sirkülasyonu ile kurutulmuştur. Bu bitkilerin uçucu yağları Clevenger tipi alet kullanılarak 3 saatlik buhar distilasyonu ile elde edilmiş ve 0.45 µm porluk membran filtreden geçirilerek sterilize edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar vida kapaklı cam tüplere konulmuş ve kullanılıncaya kadar buzdolabında +4 °C' de muhafaza edilmiştir.

3.2.2. *Forc'* un Fungal Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının *In Vitro* Etkileri

3.2.2.1. *Forc'* un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkilerinin Belirlenmesi

Bitki uçucu yağlarının *in vitro* koşullarda misel gelişimi üzerine buhar ve değme etkileri Soylu ve ark., (2006)' e göre belirlenmiştir. Uçucu yağların buhar etkisini araştırmak için, 10 mm çapındaki mantar delici ile alınan *Forc'* un Tr-CucFo37 izolatına ait kültür, PDA ortamı içeren 9 cm çapındaki steril petri kabının merkezine, diskin misel gelişimi görülen yüzeyi PDA ile temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Uçucu yağlardan ak kekik (1-20 µg/ml), karabaş lavanta (8-88 µg/ml), rezene (1-36 µg/ml), defne (8-112 µg/ml) ve mersin (8-140 µg/ml)' in farklı konsantrasyonlarını içeren steril filtre kağıtları, cam petrinin üst kapağının merkezine yapıştırılmıştır. Petri kabının etrafı parafilm ile kapanıp ters çevrilip 24-25 °C' de inkübe edilmiştir. Kontrol petri kapaklarına saf su damlatılarak aynı işlemlere tabi tutulmuştur. Değerlendirmeler 7 gün sonra koloni çaplarının ölçülmesiyle (mm olarak) yapılmıştır. Her bir uçucu yağın farklı konsantrasyonlarında engelleme oranı % Abbott formülüne göre hesaplanmıştır.

Engelleme (%)= [(FG_K-FG_U)]/ FG_K x100

FG_K= Kontrol petrilerindeki fungal gelişim (mm)

FG_U= Uygulama yapılmış petrilerdeki fungal gelişim çapı (mm)

3.2.2.2. *Forc'* un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Değme Etkilerinin Belirlenmesi

Uçucu yağların değme etkisini araştırmak için agar seyreltme yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla, uçucu yağlardan ak kekik (10-180 µg/ml), karabaş lavanta (60-720 µg/ml), rezene (20-400 µg/ml), defne (60-880 µg/ml) ve mersin (60-880 µg/ml)' in farklı konsantrasyonlarına % 0.1 Tween eklenip, önceden hazırlanmış PDA ortamına (45 °C) ortam katılaştıktan sonra karıştırılarak 9 cm çapındaki petri kaplarına dökülmüştür. Ortam katılaştıktan sonra 10 mm çapındaki mantar delici ile *Forc* kültüründen alınan diskler, petri kabının merkezine yerleştirilmiştir. Petri kabının etrafı parafilm ile kapatılarak 25 °C' de inkübasyona bırakılmıştır. PDA içeren kontrol petrilerine herhangi bir yağ uygulaması yapılmamıştır. Fungusun miselyal gelişimi kontrol petrilerini kapladığında, her bir yağ uygulamasındaki koloni gelişimlerinin çapları (mm) ölçülüp ve uçucu yağların etkinliği % Abbott formülüne göre hesaplanmıştır.

3.2.2.3. *Forc'* un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkilerinin Belirlenmesi

Uçucu yağların *Forc'* un spor çimlenmesi üzerine buhar etkilerinin belirlenmesi için 9 cm çapında steril petri kaplarına PDA dökülmüştür. Ortam katılaştıktan sonra PDA' da geliştirilen 7 günlük kültürlerin içinde % 0.5 (v/v) tween bulunan 5 ml steril saf su eklenerek steril bir cam çubuk yardımıyla kültürün yüzeyi kazanmıştır. Buradan elde edilen süspansiyon 3 katlı steril tülbentten geçirilerek içerisindeki misel parçacıklar uzaklaştırılmıştır. Bu şekilde hazırlanan spor süspansiyonu PDA içeren petri kaplarına yayılmıştır. Uçucu yağlardan ak kekik (0,5-6 µg/ml), karabaş lavanta (4-28 µg/ml), rezene (0,5-12 µg/ml), defne (4-40 µg/ml) ve mersin (4-40 µg/ml)' in farklı konsantrasyonları petri kapağının merkezine yapıştırılan steril filtre kağıdına damlatılıp,

petri kabının boşlukları parafilm ile kapanıp ters çevrilerek (kapak altta kalacak şekilde) 25 °C' de inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol petri kapaklarına da saf su damlatılmıştır. Değerlendirmeler, 16 saatlik inkübasyondan sonra yapılmıştır. Her uygulama için 100 spor sayılarak çimlenme oranı belirlenmiştir.

3.2.2.4. *Forc'* un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Değme Etkilerinin Belirlenmesi

Uçucu yağların *Forc'* un spor çimlenmesi üzerine değme etkilerinin belirlenmesi için Bölüm 3.2.2.2' de belirtildiği şekilde uçucu yağlardan ak kekik (10-90 µg/ml), karabaş lavanta (60-220 µg/ml), rezene (5-45 µg/ml), defne (60-280 µg/ml) ve mersin (60-340 µg/ml)' in farklı konsantrasyonları önceden hazırlanmış PDA ortamına karıştırılarak 9 cm çapındaki steril petri kaplarına dökülmüştür. Ortam katılaştıktan sonra Bölüm 3.2.2.3' de belirtildiği şekilde hazırlanan spor süspansiyonu PDA içeren petri kaplarına yayılarak 25 °C' de inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol petrilere uçucu yağ uygulaması yapılmamıştır. Değerlendirmeler, 16 saatlik inkübasyondan sonra yapılmıştır. Her uygulama için 100 spor sayılarak çimlenme oranı belirlenmiştir.

3.2.3. *In Vivo* Koşullarda *Forc'* a Karşı Kekik Yağının Antifungal Etkinliğinin Belirlenmesi

Bitki uçucu yağlarının *Forc'* un Tr-CucFo37 izolatının hastalık oluşturması üzerine etkisini sera koşullarında belirlemek için, *in vitro* denemeler (misel gelişimi ve spor çimlenmesi) sonucunda patojene karşı en yüksek etki gösteren ak kekik yağı kullanılmıştır.

Forc' un inokulumunu elde etmek için suda haşlanan buğday tohumlarına fungusun kolonize ettirilmesi suretiyle hazırlanmıştır. Bunun için öncelikle 1L' lik cam kavanozların içine 120 g buğday danesi konulmuş ve üzerine, yüzeyini kaplayacak şekilde steril su ilave edilmiştir (**Şekil 3.2.**).



Şekil 3.2. Otoklav edilmiş buğday danelerinde *Forc'* un kolonizasyonu

Daha sonra bu kavanozlar, otoklavda 121 °C ve 1 atm basınçta 60 dk süreyle steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra daneler iyice soğuyunca 24±2 °C' de PDA ortamında 7-10 gün boyunca geliştirilmiş olan kültürlerden 10 mm' lik agar diskleri kesilerek her bir kavanoza 15-20 adet atılmış ve steril spatul ile karıştırılarak, disklerin danelerin içine karışması sağlanmıştır. İnokule edilen gelişme ortamı, 24±2 °C' de 25 gün boyunca gün ışığında inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince 5. günden itibaren 2 günde bir kavanozlar çalkalanmış ve böylece tüm danelerin kolonize olması sağlanmıştır. İnkübasyondan sonra her bir kavanozun içeriği boşaltılarak 15-20 saat süreyle temiz plastik küvetlerde çeker ocak içerisinde havalandırılmış ve inokulum her kese kağıdında 60 gr olacak şekilde paylaştırılmış ve kullanılıncaya kadar 4 °C' de muhafaza edilmiştir. 60 gr' lık paketlerden her biri 16 cm çapındaki saksının toprağına karıştırılarak (torf: 800 ml + perlit:400 ml) bir miktar sulanıp ve 4-5 gün bekleyip patojenin karışımı kolonize etmesi sağlanmıştır. Daha sonra denemede kullanılacak olan ak kekiğin fungus gelişimini engelleyen konsantrasyonları (600-700-800-900 µg/ml) içerisinde 200 ml DMSO- steril saf su (% 10 v/v) bulunan erlenlerde çözülmüş ve her saksıya 200 ml içerisinde yağ bulunan süspansiyondan fungusla kolonize olmuş toprağına püskürtülmüştür. Her doz 8 tekerrürden oluşmaktadır. Patojen inokulasyonu yapılan ancak uçucu yağ uygulaması yapılmayan kontrol saksılarına ise sadece DMSO- steril saf su solüsyonu (% 10 v/v) uygulanmıştır. Kontrol ve uçucu yağ uygulaması yapılan saksılar polietilen torbalar içinde 10 gün süre ile bekletilmiştir (**Şekil 3.3.**).



Şekil 3.3. Saksı toprağına karıştırılmış olan *Forc* inokulumuna ak kekik uçucu yağının uygulanması sonrası saksıların polietilen torbalarla kapatılması

Bu süre sonunda torbalar çıkartılarak, saksı toprağı 2-3 gün havalandırıldıktan sonra daha önce kotiledon safhaya gelmiş olan hıyar fideleri her saksıda 4 bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır. Daha sonra saksılar, 20-22 °C sıcaklık % 70-80 nem koşullarında 4-6 hafta süreyle gelişmeye bırakılmıştır. Deneme sonuçlarında hıyar kök ve kök boğazı çürüklüğünde Vakalounakis ve ark., (2005)' nın önermiş oldukları 0-3 skalası kullanılmıştır. Bu skalada;

0: hastalık belirtisi yok,

1: kök uçlarında, ikincil köklerde ve kök boğazında hafif ya da orta şiddette çürüklük, gövdede, iletim demetlerinde renklenme,

2: solgunlukla birlikte ya da solgunluk olmadan kök uçlarında, ikincil köklerde ve kök boğazında şiddetli çürüklük, bodurlaşma, gövdede, iletim demetlerinde renklenme,

3: ölü bitkileri temsil etmektedir.

3.2.4. Deneme Deseni ve İstatistik Analizler

Tüm *in vitro* denemelerinde her petri/cam kavanoz 1 tekerrür ve her doz, 3 tekrardan oluşacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş olup, deneme 2 farklı zamanda tekrar edilmiştir. Elde edilen değerler, SPSS istatistik programı (SPSS Inc., versiyon 11.5.0) kullanılarak tek yönlü varyans analizi yapılmış ve ortalama değerler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p \leq 0.05$) ile karşılaştırılarak aralarındaki farklılıklar tespit edilmiştir.

In vivo' da hastalık şiddeti verilerine aç transformasyonu uygulandıktan sonra, SPSS istatistik programı (SPSS Inc., versiyon 11.5.0) ile $P < 0.01$ önem düzeyinde varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklar, LSD testine göre ortaya konmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. *Forc'* un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Etkinlikleri

4.1.1. *Forc'* un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkileri

Bu çalışma kapsamında ak kekik, karabaş lavanta, rezene, defne, mersin' den elde edilen uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının, *Forc* üzerine buhar etkilerini belirlemek için fungusun miselleri inokule edildikten 7-10 gün sonra değerlendirilmiş ve sonuçlar **Çizelge 4.1.** ve **Şekil 4.1.'** de verilmiştir.

Çizelge 4.1' de görüleceği gibi patojenin misel gelişimi üzerine en fazla fungitoksik etkiyi ak kekik ve rezene gösterirken bu bitkileri sırasıyla karabaş lavanta, defne ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar izlemiştir. Patojen gelişimini tamamen durduran konsantrasyonlara bakıldığında ak kekik ve rezene uçucu yağlarının *Forc'* u sırasıyla 4 ve 12 µg/ml, karabaş lavanta uçucu yağının 40 µg/ml, defne ve mersin uçucu yağlarının 112 µg/ml' de engellediği belirlenmiştir. Aynı zamanda ak kekik uçucu yağı 2 µg/ml gibi çok daha düşük konsantrasyonlarda da *Forc'* un misel gelişimi üzerinde % 85 düzeyinde engelleme yapmıştır.

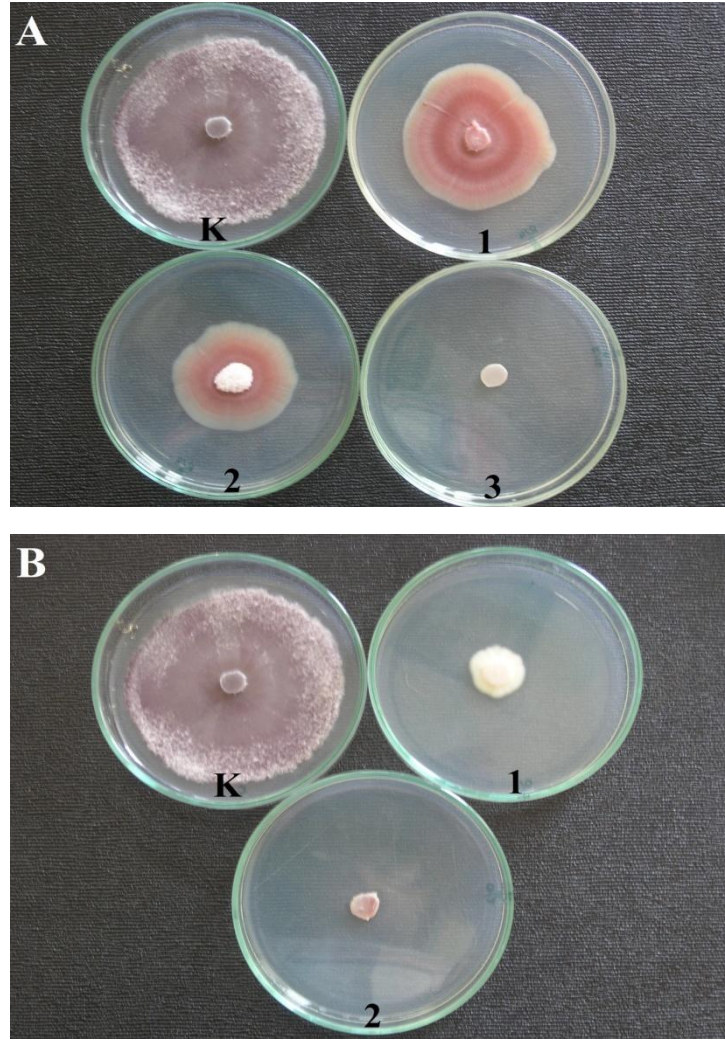
Çakır (1992), *T. spicata*, *S. thymbra*, *L. nobilis*, *I. viscosa*, *M. spicata* ve *S. fruticosa* uçucu yağlarının toprak kökenli funguslar üzerindeki buhar etkisini araştırmak için yaptığı çalışmada, en fazla fungitoksik etkiyi kekik uçucu yağının göstermiş olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde yapılan bu çalışmada da ak kekik, rezene, karabaş lavanta, defne, mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağların içerisinde de en fazla fungitoksik etkiye sahip olanın ak kekik olduğu bulunmuştur.

Singh ve ark. (2006), rezene (*F. vulgare*) uçucu yağının buhar etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada uçucu yağın *A. niger*, *A. flavus*, *F. graminearum* ve *F. moniliforme'* ye karşı 6 µg/ml konsantrasyonda fungusların gelişimini tamamen engellediği görülmüştür Bu çalışmada ise *Forc'* a karşı kullanılan rezene uçucu yağı fungusun gelişimini 12 µg/ml' de % 100 oranında engellemiştir.

Çizelge 4.1. *Forc'* un misel gelişimi üzerine uçucu yağların buhar etkileri

| Ak kekik | | | Karabaş lavanta | | | Rezene | | | Defne | | | Mersin | | |
|-------------------|--------|------|-------------------|--------|------|-------------------|-------|------|-------------------|---------|------|-------------------|--------|------|
| Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE | Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE | Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE | Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE | Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE |
| Kontrol | 72,3d* | - | Kontrol | 69,0d* | - | Kontrol | 69d* | - | Kontrol | 72,3h* | - | Kontrol | 72,3g* | - |
| 1 | 26,6c | 63,2 | 8 | 58,3c | 15,5 | 1 | 60,3c | 12,6 | 8 | 63,3g | 12,4 | 8 | 61,0f | 15,6 |
| 2 | 10,6b | 85,3 | 16 | 30,3b | 56 | 2 | 56,6c | 18,0 | 16 | 60,3g | 16,5 | 16 | 54,6ef | 24,4 |
| 4 | 0,0a | 100 | 24 | 24,0b | 65,2 | 4 | 47b | 31,8 | 24 | 43,0f | 40,5 | 32 | 52,3de | 27,6 |
| 6 | 0,0a | 100 | 32 | 5,0b | 92,7 | 8 | 41,6b | 39,7 | 32 | 26,6e | 63,2 | 48 | 48,6de | 32,7 |
| 8 | 0,0a | 100 | 40 | 0,0a | 100 | 12 | 0a | 100 | 40 | 23,3de | 67,7 | 64 | 45,3cd | 37,3 |
| 10 | 0,0a | 100 | 48 | 0,0a | 100 | 16 | 0a | 100 | 48 | 21,0cde | 70,9 | 80 | 39,6c | 45,2 |
| 12 | 0,0a | 100 | 56 | 0,0a | 100 | 20 | 0a | 100 | 64 | 18,0bcd | 75,1 | 96 | 23,3b | 67,7 |
| 14 | 0,0a | 100 | 64 | 0,0a | 100 | 24 | 0a | 100 | 72 | 17,0bcd | 76,4 | 112 | 0,0a | 100 |
| 16 | 0,0a | 100 | 72 | 0,0a | 100 | 28 | 0a | 100 | 80 | 15,0bc | 79,2 | 120 | 0,0a | 100 |
| 18 | 0,0a | 100 | 80 | 0,0a | 100 | 32 | 0a | 100 | 96 | 12,3b | 82,9 | 130 | 0,0a | 100 |
| 20 | 0,0a | 100 | 88 | 0,0a | 100 | 36 | 0a | 100 | 112 | 0,0a | 100 | 140 | 0,0a | 100 |

*: Sütun içerisinde farklı harfi içeren ortalamalar, Duncan (0,05) Çoklu Karşılaştırma Testine göre istatistiksel olarak farklıdır.



Şekil 4.1. Uçucu yağların *Forc'* un misel gelişimi üzerine buhar etkileri. **(A)** Rezene yağının *Forc'* a karşı; 1- 4, 2- 8, 3- 12 $\mu\text{g/ml}$ **(B)** Ak kekik yağının *Forc'* a karşı; 1- 2, 2- 4 $\mu\text{g/ml}$ buhar etkilerini göstermektedir. Her resimdeki petriyer kullanılan uçucu yağların konsantrasyonlarına göre küçükten büyüğe (soldan sağa doğru) sıralanmıştır. **K**, kontrol petriyeri gösterir.

4.1.2. *Forc'* un Misel Gelişimi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Değme Etkileri

Forc' un misel gelişimi üzerine ak kekik, karabaş lavanta, rezene, defne ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının değme etkisini belirlemek için yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar **Çizelge 4.2'** de verilmiştir.

Çizelge 4.2' de görülebileceği gibi yağların artan konsantrasyonlarında fungusların misel gelişimlerinin azaldığı görülmüştür. Patojenin misel gelişimi üzerine en fazla fungitoksik etkiyi ak kekik ve rezene' nin uçucu yağları göstermiş olup bu yağları sırasıyla karabaş lavanta, defne ve mersin' in uçucu yağları takip etmiştir. Yağlar içinde en az antifungal etkiyi defne ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar göstermiştir. Uçucu yağların besi ortamında kullanılan ve patojen gelişimini tamamen engelleyen konsantrasyonlarına bakıldığında, ak kekik ve rezene uçucu yağlarının *Forc'* u sırasıyla 70 ve 280 µg/ml, karabaş lavanta ve defne uçucu yağlarının 600 ve 800 µg/ml, mersin uçucu yağının 880 µg/ml konsantrasyonlarda tamamen engellediği belirlenmiştir. Ak kekik uçucu yağı 30 µg/ml' de ise *Forc'* un misel gelişimini % 81 düzeyinde engellemiştir.

Daferera ve ark. (2003) bazı kekik türleri (*T. capitatus*, *O. vulgare*, *O. dictamnus*, *O. majorana*) ile birlikte lavanta, biberiye, adaçayı uçucu yağlarının *B. cinerea*, *F. solani* var. *coeruleum* ve *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* üzerindeki değme etkilerini araştırdıkları çalışmada, kekik türlerinin uçucu yağlarının düşük konsantrasyonlarının (85-300 µg/ml) patojenlerin gelişimini tamamen engellediğini bildirmişlerdir.

Boyras ve Koçak (2006), *Alternaria mali*, *F. oxysporum*, *B. cinerea*, *S sclerotiorum* ve *Colletotrichum circinans'* a karşı kekik, kimyon, ardıç, nane, zakkum, sarmaşık, çörtük, ısırgan, okaliptus, yavşan ekstraktlarının değme etkilerini araştırmışlardır. Ekstratlar 0.5-1-2 µg/ml konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Kekik ekstratı *F. oxysporum'* un miselyal gelişimini 2 µg/ml' de tamamen engellemiştir. Değme misel denemelerinde elde etmiş olduğumuz sonuçlarda da ak kekik yağının diğer yağlara göre fungus gelişimini daha düşük konsantrasyonlarda engellediği gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. *Forc'* un misel gelişimi üzerine uçucu yağların değme etkileri

| Ak kekik | | | Karabaş lavanta | | | Rezene | | | Defne | | | Mersin | | |
|-------------------|--------|------|-------------------|---------|------|-------------------|--------|------|-------------------|--------|------|-------------------|----------|------|
| Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE | Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE | Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE | Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE | Dozlar (µg/ml) | MG | %MGE |
| Kontrol | 80,0f* | - | Kontrol | 80,0k* | - | Kontrol | 80,0i* | - | Kontrol | 80,0o* | - | Kontrol | 80,0l* | - |
| 10 | 66,0e | 17,5 | 60 | 64,3j | 19,6 | 20 | 80,0i | - | 60 | 75,6n | 5,5 | 60 | 77,6kl | 3,0 |
| 20 | 54,3d | 32,1 | 80 | 62,3ij | 22,1 | 40 | 75,3hi | 5,8 | 80 | 70,0m | 12,5 | 80 | 76,6kl | 4,2 |
| 30 | 15,0c | 81,2 | 100 | 60,0hij | 25,0 | 60 | 70,6h | 11,7 | 100 | 67,6m | 15,5 | 100 | 75,0ijkl | 6,2 |
| 40 | 11,0b | 86,2 | 120 | 58,3ghi | 27,1 | 80 | 60,3g | 24,6 | 120 | 65,0l | 18,7 | 120 | 73,3hijk | 8,3 |
| 50 | 10,6b | 86,7 | 140 | 57,3gh | 28,3 | 100 | 56,0g | 30,0 | 140 | 57,6k | 28,0 | 140 | 72,3hij | 9,6 |
| 60 | 10,0b | 87,5 | 160 | 54,3fg | 32,1 | 120 | 55,0g | 31,2 | 160 | 56,6k | 29,2 | 160 | 72,0hij | 10,0 |
| 70 | 0,0a | 100 | 180 | 52,0f | 35 | 140 | 48,0f | 40 | 180 | 55,0jk | 31,2 | 180 | 72,0hij | 10,0 |
| 80 | 0,0a | 100 | 200 | 50,3f | 37,1 | 160 | 43,3ef | 45,8 | 200 | 52,3ij | 34,6 | 200 | 72,0hij | 10,0 |
| 90 | 0,0a | 100 | 240 | 42,0e | 47,5 | 180 | 39,0de | 51,2 | 240 | 50,3hi | 37,1 | 240 | 71,0ghi | 10,0 |
| 100 | 0,0a | 100 | 280 | 41,0e | 48,7 | 200 | 34,3cd | 57,1 | 280 | 48,6gh | 39,2 | 280 | 69,3gh | 13,3 |
| 110 | 0,0a | 100 | 320 | 32,0d | 60 | 220 | 31,6c | 60,5 | 320 | 45,6g | 43,0 | 320 | 66,6g | 16,7 |
| 120 | 0,0a | 100 | 400 | 30,0d | 62,5 | 240 | 17,6b | 78 | 400 | 40,6f | 49,2 | 400 | 59,3f | 25,8 |
| 130 | 0,0a | 100 | 480 | 21,3c | 73,3 | 280 | 0,0a | 100 | 480 | 36,3e | 54,6 | 480 | 44,3e | 44,6 |
| 140 | 0,0a | 100 | 560 | 10,3b | 87,1 | 320 | 0,0a | 100 | 560 | 29,3d | 63,3 | 560 | 31,3d | 60,8 |
| 150 | 0,0a | 100 | 600 | 0,0a | 100 | 340 | 0,0a | 100 | 640 | 25,3c | 68,3 | 640 | 23,6c | 70,5 |
| 160 | 0,0a | 100 | 640 | 0,0a | 100 | 360 | 0,0a | 100 | 720 | 15,0b | 81,2 | 720 | 19,3c | 75,8 |
| 170 | 0,0a | 100 | 680 | 0,0a | 100 | 380 | 0,0a | 100 | 800 | 0,0a | 100 | 800 | 13,0b | 83,7 |
| 180 | 0,0a | 100 | 720 | 0,0a | 100 | 400 | 0,0a | 100 | 880 | 0,0a | 100 | 880 | 0,0a | 100 |

*: Sütun içerisinde farklı harfi içeren ortalamalar, Duncan (0,05) Çoklu Karşılaştırma Testine göre istatistiksel olarak farklıdır.

4.2. *Forc'* un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Etkinlikleri

4.2.1. *Forc'* un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkileri

Forc' un spor çimlenmesi üzerine bitki uçucu yağlarının buhar etkilerinin araştırıldığı çalışmalardan elde edilen sonuçlar **Çizelge 4.3'** de verilmiştir.

Çizelge 4.3' de görülebileceği gibi uçucu yağların konsantrasyonlarının artmasıyla fungusların spor çimlenme oranları azalmıştır. Patojenin spor çimlenmesi üzerine en fazla fungitoksik etkiyi sırasıyla ak kekik ve rezene göstermiş olup bu yağları sırasıyla karabaş lavanta, defne ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar takip etmiştir.

Uçucu yağların spor çimlenmesini tamamen engelleyen konsantrasyonlarına bakıldığında ak kekik yağının *Forc'* un sporlarını 1 µg/ml gibi oldukça düşük konsantrasyonda % 100 oranında engellerken, rezene yağı 4 µg/ml, karabaş lavanta yağı 20 µg/ml, defne yağı 24 µg/ml ve mersin yağı 40 µg/ml konsantrasyonlarda tamamen engellediği belirlenmiştir. Ak kekik uçucu yağının 0,5 µg/ml gibi çok daha düşük konsantrasyonlarda bile *Forc'* un spor çimlenmesi üzerinde % 91 düzeyinde engelleme yaptığı görülmüştür.

Soylu ve ark. (2010), kekik, lavanta ve biberiye' nin uçucu yağlarının *B. cinerea'* nin spor çimlenmesi üzerine buhar etkilerini araştırmışlardır. Kekik, (*Origanum syriacum* L. var. *bevanii*), lavanta (*Lavandula stoechas* L. var. *stoechas*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)' nin uçucu yağları sırasıyla 0,4, 1,6, 1,6 µg/ml konsantrasyonlarda *B. cinerea'* nin spor çimlenmesini engellemiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada da ak kekik uçucu yağı, *Forc' a* karşı en etkili bulunmuş olup, 1 µg/ml' de fungusun gelişimini tamamen engellemiştir.

Çizelge 4.3. *Forc'* un spor çimlenmesi üzerine uçucu yağların buhar etkileri

| Ak kekik | | | Karabaş lavanta | | | Rezene | | | Defne | | | Mersin | | |
|-------------------|---------|------|-------------------|---------|------|-------------------|---------|------|-------------------|---------|------|-------------------|---------|------|
| Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE | Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE | Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE | Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE | Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE |
| Kontrol | 100,0c* | - | Kontrol | 100,0f* | - | Kontrol | 100,0e* | - | Kontrol | 100,0g* | - | Kontrol | 100,0i* | - |
| 0,5 | 8,7b | 91,3 | 4 | 96,0e | 4 | 0,5 | 16,3d | 83,7 | 4 | 86,0f | 14 | 4 | 96,7h | 3,3 |
| 1 | 0,0a | 100 | 6 | 84,8d | 15,2 | 1 | 7,2c | 92,8 | 8 | 75,3e | 24,7 | 8 | 84,7g | 15,3 |
| 1,5 | 0,0a | 100 | 8 | 27,8c | 72,2 | 2 | 4,2b | 95,8 | 10 | 55,8d | 44,2 | 12 | 73,0f | 27 |
| 2 | 0,0a | 100 | 12 | 4,3b | 95,7 | 4 | 0,0a | 100 | 12 | 16,5c | 83,5 | 16 | 35,3e | 64,7 |
| 3 | 0,0a | 100 | 16 | 0,5a | 99,5 | 6 | 0,0a | 100 | 16 | 4,0b | 96 | 20 | 22,7d | 77,3 |
| 4 | 0,0a | 100 | 20 | 0,0a | 100 | 8 | 0,0a | 100 | 24 | 0,0a | 100 | 24 | 15,5c | 84,5 |
| 5 | 0,0a | 100 | 24 | 0,0a | 100 | 10 | 0,0a | 100 | 32 | 0,0a | 100 | 32 | 6,7b | 93,3 |
| 6 | 0,0a | 100 | 28 | 0,0a | 100 | 12 | 0,0a | 100 | 40 | 0,0a | 100 | 40 | 0,0a | 100 |

*: Sütun içerisinde farklı harfi içeren ortalamalar, Duncan (0,05) Çoklu Karşılaştırma Testine göre istatistiksel olarak farklıdır.

4.2.2. *Forc'* un Spor Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Değme Etkileri

Bitki uçucu yağlarının *Forc* sporlarının çimlenmesi üzerine değme etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda ak kekik, rezene, karabaş lavanta, defne ve mersin' den elde edilen uçucu yağlar kullanılmış olup, elde edilen sonuçlar **Çizelge 4.4'** te verilmiştir.

Çizelge 4.4' te görülebileceği gibi uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının artmasıyla fungusların spor çimlenme oranları azalmıştır. Patojenin spor çimlenmesi üzerine en fazla fungitoksik etkiyi, sırasıyla rezene ve ak kekik göstermiş olup bu yağları sırasıyla karabaş lavanta, defne ve mersin bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar takip etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre rezene yağının *Forc'* u 15 µg/ml, ak kekik yağının 30 µg/ml, karabaş lavanta yağının 160 µg/ml, defne yağının 280 µg/ml ve mersin yağının 340 µg/ml konsantrasyonlarda spor çimlenmesini tamamen engellediği belirlenmiştir.

Soylu ve ark. (2005), *O. onites*, *F. vulgare*, *A. annua*, *L. nobilis*, *L. stoechas* bitkilerinin uçucu yağlarının *P. digitatum'* un spor çimlenmesi üzerine değme etkisini araştırmışlardır. *O. onites'* in uçucu yağı 64 µg/ml' de spor çimlenmesini tamamen engellemiştir. *A. annua*, *L. nobilis*, *L. stoechas'* in uçucu yağları 32-352 µg/ml arasındaki konsantrasyonlarda spor çimlenmesini engellemezken, *F. vulgare'* nin uçucu yağı 352 µg/ml' de spor çimlenmesini tamamen engellemiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada ise *F. vulgare'* nin uçucu yağı en düşük konsantrasyonda *Forc'* un gelişimini engellemiştir.

Soylu ve ark. (2010), uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının *B. cinerea'* nin spor çimlenmesi üzerine değme etkilerini araştırmışlardır. Kekik, (*Origanum syriacum* L. var. *bevanii*), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve lavanta (*Lavandula stoechas* L. var. *stoechas'*)' nin uçucu yağları sırasıyla 3,2- 25,6- 51,2 µg/ml konsantrasyonlarda *B. cinerea'* nin spor çimlenmesini engellemiştir. *Forc'* a karşı yapmış olduğumuz denemelerde de en iyi etkiyi ak kekiğin uçucu yağı göstermiştir.

Çizelge 4.4. *Forc'* un spor çimlenmesi üzerine uçucu yağların değme etkileri

| Ak kekik | | | Karabaş lavanta | | | Rezene | | | Defne | | | Mersin | | |
|-------------------|---------|------|-------------------|---------|------|-------------------|---------|------|-------------------|---------|------|-------------------|---------|------|
| Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE | Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE | Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE | Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE | Dozlar (µg/ml) | SÇ | %SÇE |
| Kontrol | 100,0d* | - | Kontrol | 100,0g* | - | Kontrol | 100,0c* | - | Kontrol | 100,0i* | - | Kontrol | 100,0j* | - |
| 10 | 7,7c | 92,3 | 60 | 80,1f | 19,9 | 5 | 100,0c | - | 60 | 89,5h | 10,5 | 60 | 96,7i | 0,3 |
| 20 | 3,3b | 96,7 | 80 | 76,2e | 23,8 | 10 | 91,5b | 8,5 | 80 | 84,8g | 15,2 | 80 | 92,2h | 7,8 |
| 30 | 0,0a | 100 | 100 | 57,3d | 42,7 | 15 | 0,0a | 100 | 100 | 75,5f | 24,5 | 120 | 86,3g | 13,7 |
| 40 | 0,0a | 100 | 120 | 25,8c | 74,2 | 20 | 0,0a | 100 | 120 | 71,5e | 28,5 | 140 | 72,0f | 28 |
| 50 | 0,0a | 100 | 140 | 3,7b | 96,3 | 25 | 0,0a | 100 | 140 | 41,2d | 58,8 | 160 | 37,3e | 62,7 |
| 60 | 0,0a | 100 | 160 | 0,0a | 100 | 30 | 0,0a | 100 | 160 | 40,0d | 60 | 240 | 27,5d | 72,5 |
| 70 | 0,0a | 100 | 180 | 0,0a | 100 | 35 | 0,0a | 100 | 200 | 16,5c | 83,5 | 280 | 7,7c | 92,3 |
| 80 | 0,0a | 100 | 200 | 0,0a | 100 | 40 | 0,0a | 100 | 240 | 6,8b | 93,2 | 320 | 4,3b | 95,7 |
| 90 | 0,0a | 100 | 220 | 0,0a | 100 | 45 | 0,0a | 100 | 280 | 0,0a | 100 | 340 | 0,0a | 100 |

*: Sütun içerisinde farklı harfi içeren ortalamalar, Duncan (0,05) Çoklu Karşılaştırma Testine göre istatistiksel olarak farklıdır.

4.3. Ak Kekik Bitkisinin Uçucu Yağının *In Vivo* Koşullarda *Forc'* a Karşı Antifungal Etkiliğinin Belirlenmesi

In vitro çalışmaları sonucunda elde edilen değerler doğrultusunda ak kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağların, *Forc'* un misel gelişimi üzerine olan etkinliğinin en yüksek olduğu belirlenmiş olup *in vivo* çalışmalarında da bu uçucu yağın farklı konsantrasyonlarının (600, 700, 800, 900 $\mu\text{g/ml}$) hıyar bitkilerindeki hastalık çıkışı üzerine olan etkinliği belirlenmiştir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Ak kekik uçucu yağının hıyarda sorun olan *Forc'* a karşı *in vivo* etkileri. (A) Ak kekik uçucu yağının *Forc'* a karşı 600 $\mu\text{g/ml}$, (B) 700 $\mu\text{g/ml}$, (C) 800 $\mu\text{g/ml}$, (D) 900 $\mu\text{g/ml}$ ' deki etkilerini göstermektedir.

Saksı denemesi şeklinde gerçekleştirilen bu çalışmada patojen inokule edilmiş toprağa, uçucu yağ uygulandıktan 4-6 hafta sonra hastalık gelişimi yönünde değerlendirmeler yapılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. *In vivo*' da ak kekik uçucu yağının *Forc'* a karşı antimikrobiyal etkinliği

| Dozlar ($\mu\text{g/ml}$) | Hastalık İndeksi | Hastalık Şiddeti (%) | Etki (%) |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------|
| Kontrol | 1,98d | 49,6 | - |
| 600 | 1,39c | 34,7 | 29,8 |
| 700 | 0,78b | 19,5 | 60,6 |
| 800 | 0,58b | 14,5 | 70,7 |
| 900 | 0,33a | 8,2 | 83,3 |

*: Sütun içerisinde farklı harfi içeren ortalamalar LSD testine göre istatistiksel olarak farklıdır.

Çizelge 4.5. ' de görüldüğü gibi uçucu yağın konsantrasyonu arttıkça hastalık şiddeti azalmış ve buna bağlı olarak yağın etkisi de artmıştır. Kontrol bitkilerinde hastalık şiddeti % 49,6 iken uçucu yağ uygulamasından sonra farklı konsantrasyonlarda hastalık şiddeti % 34,7-8,2 arasında değişiklik göstermiştir.

Benzer bir çalışmada, Soylu ve ark. (2007), *S. sclerotiorum'* a karşı rezene ve kekik uçucu yağlarının antifungal etkilerini araştırmışlardır. 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 (0.4, 0.8, 1.6, 2.4, 3.2 $\mu\text{g/ml}^{-1}$) uyguladıktan sonra domates tohumlarını ekmişlerdir. Bunun sonucunda patojen inokulumu tohumların çimlenmesini azaltmıştır. Uçucu yağ uygulaması ile bulaşık toprakta tohum çimlenmesi ve fide çıkış yüzdesi artmıştır. 3,2 $\mu\text{g/ml}^{-1}$ konsantrasyonda kekik yağı uygulaması; fidelerin canlılığını % 26,6 ' dan % 69,8' e, aynı konsantrasyonda rezene yağı ise % 26,6' dan % 53,3' e çıkarmıştır. Sonuçta, kekik yağı, rezene yağına göre daha etkili bulunmuştur.

Hashem ve ark., (2010), yaptıkları çalışmada kimyon kök çürüklüğü hastalığını azaltmak için fungusit olarak kullanılan kimyasalların yerine kimyon, fesleğen ve sardunya' nın uçucu yağlarının *in vivo*' da etkinliğini değerlendirmişlerdir. Kimyon uçucu yağı, *F. dimerum'* a karşı % 94.6, fesleğen uçucu yağı *F. solani'* ye karşı % 95.9, sardunya uçucu yağı *F. lateritium'* karşı % 92.5 oranlarında engelleme yapmıştır. Elde edilen sonuçlar uçucu yağların *in vivo*' da da başarılı olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada hıyar bitkisinde kök ve kökboğazı çürüklüğü etmeni *Forc'* a karşı, Doğu Akdeniz bölgesinde doğal olarak yetişen ve farklı kimyasal bileşenlere sahip ak kekik, rezene, karabaş lavanta, defne ve mersin gibi tıbbi bitkilerden elde edilen uçucu yağların antifungal etkinliği araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ak kekik, rezene ve karabaş lavanta uçucu yağlarının defne ve mersin uçucu yağlarına göre buhar ve değme etkinliklerinin daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Mersin uçucu yağı *in vitro* denemelerinin çoğunda en düşük etkiyi göstermiştir.

Uçucu yağların fungusun misel gelişimi ve spor çimlenmesi üzerine olan etkinliklerine bakıldığında, buhar etkilerinin daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. *In vitro'* dan elde edilen sonuçlara göre bu yağlar içerisinde ak kekik yağının antifungal etkinliği en yüksek bulunmuş ve *in vivo* denemelerinde ak kekik yağı kullanılmıştır.

Uçucu yağların fungusun misel gelişimi üzerine buhar etki denemelerinde *Forc'* a karşı en yüksek etkiyi 4 µg/ml ile ak kekik uçucu yağı, en düşük etkiyi 112 µg/ml ile defne ve mersin uçucu yağları göstermiştir. Uçucu yağların fungusun misel gelişimi üzerine değme etki denemelerinde, *Forc'* a karşı en yüksek etkiyi 70 µg/ml ile yine ak kekik, en düşük etkiyi ise 880 µg/ml ile mersin uçucu yağı göstermiştir.

Uçucu yağların spor çimlenmesini engelleyen buhar etki denemeleri değerlendirildiğinde, *Forc'* a karşı en yüksek etkiyi 1 µg/ml konsantrasyonda ak kekik, en düşük etkiyi 40 µg/ml konsantrasyonda mersin uçucu yağı göstermiştir. Uçucu yağların spor çimlenmesi üzerine değme etkileri değerlendirildiğinde en etkili yağın 15 µg/ml konsantrasyonda rezene uçucu yağı, en az etkili yağın 340 µg/ml konsantrasyonda mersin uçucu yağı olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağın artan konsantrasyonlarına bağlı olarak, yağların misel ve spor çimlenmesi gelişimini engelleme oranlarının arttığı görülmüştür.

In vivo' da yapılan denemelerde kullanılan ak kekik uçucu yağı 900 µg/ml konsantrasyonda en iyi sonuç olup, *Forc'* un gelişimini % 83 engellemiştir.

Denemelerde kullanılmış olan tıbbi bitkilerin denemeye alınan *Forc* üzerinde etkili olacağı açıkça görülmektedir. Bu bitkilerden özellikle ak kekik ve rezenenin patojenin gelişimi üzerine etkileri oldukça ümit vericidir. Bölgede araştırmamızda kullanılan bitkilere benzer diğer bitkilerin de bitki patojenleri üzerinde antimikrobiyal

etkinliğinin olabileceği ihtimali üzerinde durulup, bu tip bitkilerin farklı bakteriyel ve fungal etmenlere karşı antimikrobiyal potansiyellerinin belirlenmesi gereklidir. Bu bitkilerden elde edilecek uçucu yağların doğal dengeye zarar vermemesi nedeniyle pestisitlerin yerine kullanılabilme potansiyeli oldukça yüksektir. *In vitro* etkinliğini araştırdığımız bitki uçucu yağlarından kekik uçucu yağının *in vivo* saksı denemeleri yapılmış ve elde edilen sonuçlara göre kekik uçucu yağının tarımsal üretime katkıda bulunacağı görölmüştür. Bu nedenlerden dolayı yöre halkı tarafından bilinçsizce toplanan bu bitkilerin korunmaya alınması, kültür bitkisi olarak yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi, gelecekte bu konuda yapılacak yeni çalışmalara temel teşkil etmesi açısından önemlidir. Bu çalışmaların örtü altı hıyar yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda da devam ettirilip pratikte kullanılabilirliğinin de ortaya konması gerekmektedir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların kimyasal içeriklerinin belirlenmesi ve patojenlerin gelişimini etkileyen bileşenlerin yapay yollarla üretilerek diğer patojenler üzerine etkinliklerinin araştırılması antimikrobiyal etkinliği olan uçucu yağlar üzerine yapılan çalışmaların gelişmesine katkısı olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abou-Jawdah, Y., Sobh, H., Salameh, A., 2002. Antimycotic Activities of Selected Plant Flora, Growing Wild in Lebanon, Against Phytopathogenic Fungi. **J. Agric. Food Chem**, 50: 3208-3213.
- Abou-Jawdah, Y., Wardan, R., Sobh, H., Salameh, A., 2004. Antifungal Activities of Extracts from Selected Lebanese Wild Plants Against Plant Pathogenic Fungi. **Phytopathologia Mediterranea**, 43: 377-386.
- Anitha R. and Kannan P., 2005. Antifungal Activity of *Clerodendrum inerme* (L). and *Clerodendrum phlomidis* (L). **Turk J Biol**, 30: 139-142.
- Anonim 2009. TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>
- Bajpai, V.K., Rahman, A., Kang, S.C., 2007. Chemical Composition and Antifungal Properties of the Essential Oil and Crude Extracts of *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. **Industrial Crops and Products**, 26: 28–35.
- Bajpai, V.K., Lee, T.J., Kang, S.C., 2008. Chemical Composition and *In vitro* Control of Agricultural Plant Pathogens by the Essential Oil and Various Extracts of *Nandina domestica* Thunb. **J Sci Food Agric**, 89: 109–116.
- Bajpai, V.K. and Kang, S.C., 2009. Antifungal Activity of Leaf Essential Oil and Extracts of *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. **J Am Oil Chem Soc**, 87:327–336.
- Benkeblia, N., 2003. Antimicrobial Activity of Essential Oil Extracts of Various Onions (*Allium cepa*) and Garlic (*Allium sativum*). **Lebensm Wiss u Technology**, 37: 263–268.
- Bianchi, A., Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bellesia, F., 1997. Ultrastructural Studies of the Effects of *Allium sativum* on Phytopathogenic Fungi *In vitro*. **Plant Dis**, 81: 1241-1246.
- Bouchra, C., Achouri, M., Idrissi Hassani, L.M., Hmamouchi, M., 2003. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oils of Seven Moroccan Labiatae Against *Botrytis cinera*. Fr. **Journal of Ethnopharmacology**, 89: 165-169.
- Bowers, J.H. and Locke, J.C., 2004. Effect of Formulated Plant Extract and Oils on Population Density of *Phytophthora nicotianae* in Soil and Control of *Phytophthora blight* in the Greenhouse. **Plant Disease**, 88: 11-16.
- Boyras, N., Koçak, R., 2006. Bazı Bitki Ekstratlarının *In vitro* Antifungal Etkileri. **Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 20 (38): 82-87.
- Chang, H.T., Cheng, Y.H., Wu, C.L., Chang, S.T., Chang, T.T., Su, Y.C., 2007. Antifungal Activity of Essential Oil and its Constituents from *Calocedrus macrolepis* var. *formosana* Florin Leaf Against Plant Pathogenic Fungi. **Bioresource Technology**, 99: 6266–6270.
- Chutia, M., Bhuyan, P.D., Pathak, M.G., Sarma, T.C., Boruah, P., 2008. Antifungal Activity and Chemical Composition of *Citrus reticulata* Blanco Essential Oil Against Phytopathogens from North East India. **LWT - Food Science and Technology**, 42: 777–780.
- Çakır, C. 1992. Antalya ve Çevresinde Doğal Olarak Yetişen Bazı Bitkilerin Fungitoksik Potansiyellerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, **Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 91 sayfa.

- Çakır, A., Kordalı, S., Kılıç, H., Kaya, E., 2003. Antifungal Properties of Essential Oil and Crude Extracts of *Hypericum linarioides* Bosse. **Biochemical Systematics and Ecology**, 33: 245–256.
- Daferera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G., 2003. The Effectiveness of Plant Essential Oils on the Growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium sp.* and *Clavibacter* subsp. *michiganensis*. **Crop Protection**, 22: 39-44.
- Ding, J., Shi, K., Zhou, Y.H., 2009. Microbial Community Responses Associated with the Development of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* after 24-epibrassinolide Applications to Shoots and Roots in Cucumber. **European Journal of Plant Pathology**, 124 (1): 141-150.
- Di Primo, P., Gamliel, A., Austerweil, M., Steiner, B., Beniches, M., Peretz-Alon, I., Katan, J., 2003. Accelerated Degradation Consequences for Pathogen Control. **Crop Protection**, 22: 635-646.
- Duniway, J.M., 2002. Status of Chemical Alternatives to Methyl Bromide for Preplant Fumigation of Soil. **Phytopathology**, 92: 1337-1343.
- El-Mougy, N.S., El-Gamal, N.G., Abdel-Kader, M.M., 2007. Control of Wilt and Root Incidence in *Phaseolus vulgaris* L. by some Plant Volatile Compounds. **Journal of Plant Protection Research**, 47 (3): 255-265.
- Fritch, A., Zebarth, B.J., Szeto, S.Y., 1998. Behavior of the Soil Fumigant Methyl Isothiocyanate in Repacked Soil Columns. **J. Environ. Qual**, 27: 1158-1169.
- 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.
- Jardim, C.M., Jham, G.N., Dhingra, O.D., Freire, M.M., 2008. Composition and Antifungal Activity of the Essential Oil of the Brazilian *Chenopodium ambrosioides* L. **J Chem Ecol**, 34:1213–1218.
- Karaca, G. and Kahveci, E., 2010. First Report of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* on Cucumbers in Turkey. **Plant Pathology**, 59: 1173-1174.
- Kordalı, S., Çakır, A., Özer, H., Çakmakçı, R., Kesdek, M., Mete, E., 2008. Antifungal, Phytotoxic and Insecticidal Properties of Essential Oil Isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its Three Components, Carvacrol, Thymol and p-cymene. **Bioresource Technology**, 99: 8788–8795.
- Kotan, R., Kordalı, S., Çakır, A., Kesdek, M., Kaya, Y., Kılıç, H., 2008. Antimicrobial and Insecticidal Activities of Essential Oil Isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. **Biochemical Systematics and Ecology**, 36: 360-368.
- Körükoğlu, M., Gürbüz, O., Şahan, Y., Yiğit, A., Kaçar, O., Rouseff, R., 2008. Chemical Characterization and Antifungal Activity of *Origanum onites* L. Essential Oils and Extracts. **Journal of Food Safety**, 29: 144–161.
- Kumar, R., Dubey, N.K., Tiwari, O.P., Tripathi, Y.B., Sinha, K.K., 2007. Evaluation of some Essential Oils as Botanical Fungitoxicants for the Protection of Stored Food Commodities from Infestation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 87:1737–1742.
- Kumar, A., Shukla, R., Singh, P., Prasad, C.S., Dubey, N.K., 2008. Assessment of *Thymus vulgaris* L. Essential Oil as a Safe Botanical Preservative Against Post Harvest Fungal Infestation of Food Commodities. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 9: 575–580.

- Kurt, S., Baran, B., Sari, N., Yetişir, H., 2002. Physiologic Races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* in the Southeastern Anatolia Region of Turkey and Variteal Reactions of Races of the Pathogen. **Phytoparastica**, 30 (4): 395-402.
- Lee, S.O., Choi, G.J., Jang, K.S., Lim, H.K., Cho, K.Y., Kim, J., 2007. Antifungal Activity of Five Plant Essential Oils as Fumigant Against Postharvest and Soilborne Plant Pathogenic Fungi. **Plant Pathol. J.** 23 (2): 97-102.
- Lee, Y.S., Kim, J., Shin, S.C., Lee, S.G., Park, K., 2008. Antifungal Activity of Myrtaceae Essential Oils and their Components Against Three Phytopathogenic Fungi. **Flavour and Fragrance Journal**, 23: 23–28.
- Lee, Y.S., Kim, S., Lee, S.G., Oh, E., Shin, S.C., Park, K., 2009. Effects of Plant Essential Oils and Components from Oriental sweetgum (*Liquidambar orientalis*) on Growth and Morphogenesis of Three Phytopathogenic Fungi. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 93: 138-143.
- Mandeel, Q. and Baker, R. 1991. Mechanisms Involved in Biological Control of Fusarium Wilt of Cucumber with Strains of Nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, 81 (4): 462-469.
- Mandeel, Q.A., 2006. Influence of Plant Root Exudates, Germ Tube Orientation and Passive Conidia Transport on Biological Control of Fusarium Wilt by Strains of Nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. **Mycopathologia**, 161 (3): 173-182.
- Martin, F.N., 2003. Development of Alternative Strategies for Management of Soilborne Pathogens Currently Controlled with Methyl Bromide. **Annu. Rev. Phytopathol.** 41: 325-350.
- Marwah, R.G., Fatope, M.O., Deadman, M.L., Ochei, J.E., Al-Saidi, S.H., 2006. Antimicrobial Activity and the Major Components of the Essential Oil of *Plectranthus cylindraceus*. **Journal of Applied Microbiology**, 103: 1220–1226.
- McGovern, R.J., Vavrina, C.S., Noling, J.W., Datnoff, L.A., Yonce, H., 1998. Evaluation of Application Methods of Metham Sodium for Management of Fusarium Crown Rot and Root Rot in Tomato in Southwest Florida. **Plant Disease**, 82: 919-923.
- Moreno, A., Alferez, A., Aviles, M., Dianeze, F., Blanco, R., Santos, M., Tello, J.C., 2001. First Report of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* on Cucumber in Spain. **Plant Disease**, 85: 1206.
- Özcan, M. and Boyraz, N., 2000. Antifungal Properties of some Herb Decoctions. **Eur Food Res Technol**, 212: 86-88.
- Punja, Z.K. and Parker, M., 2000. Development of Fusarium Root and Root Rot, a New Disease on Greenhouse Cucumbers in British Columbia, Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, 36: 393-410.
- Ristic, M.D., Duletic-Lausavic, S., Knezevic-Vukcevic, J., Marin, P.D., Simic, D., Vukojevic, J., Janackovic, P., Vajs, V., 2000. Antimicrobial Activity of Essential Oils and Ethanol Extract of *Phlomis fruticosa* L. (Lamiaceae). **Phytotherapy Research**, 14: 267-271.
- Rose, S. and Punja, Z.K., 2004. Greenhouse Cucumber Cultivars Differ in Susceptibility to Fusarium Root and Stem Rot. **Horttechnology**, 14 (2): 240-242.
- Saeed, I.A.M., Rouse, D.I., Harkin, J.M., Smith, K.P., 1997. Effectes of Oil Soil Water Content and Soil Tempature on Efficacy of Metham-Sodium Against *Verticillium dahliae*. **Plant Dis**, 81: 773-776.

- Salamcı, E., Kordalı, Ş., Kotan, R., Çakır, A., Kaya, Y., 2007. Chemical Compositions, Antimicrobial and Herbicidal Effects of Essential Oils Isolated from Turkish *Tanacetum aucheranum* and *Tanacetum chiliophyllum* var. *chiliophyllum*. **Biochemical Systematics and Ecology**, 35: 569-581.
- Santos, M., Dianez, F., Del Valle, M.G., Tello, J.C., 2007. Grape Marc Compost Microbial Studies and Suppression of Soilborne Mycosis in Vegetable Seedlings. **World J Microbiol Biotechnol**, 24:1493–1505.
- Santos, M., Dianez, F., De Cara, M., Tello, J.C., 2008. Possibilities of the use of Vinasses in the Control of Fungi Phytopathogens. **M. Santos et al. / Bioresource Technology**, 99: 9040–9043.
- Sharma, N. and Tripathi, A., 2007. Integrated Management of Postharvest *Fusarium* Rot of Gladiolus Corms using Hot Water, UV-C and *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. Essential Oil. **Postharvest Biology and Technology**, 47: 246–254.
- Singh, G., Maurya, S., De Lampasona, M.P., Catalan, C.A.N., 2004. Studies on Essential Oils, Part 41. Chemical Composition, Antifungal, Antioxidant and Sprout Suppressant Activities of Coriander (*Coriandrum sativum*) Essential Oil and its Oleoresin. **Flavour and Fragrance Journal**, 21: 472–479.
- Singh, G., Maurya, S., De Lampasona, M.P., Catalan, C., 2006. Chemical Constituents, Antifungal and Antioxidative Potential of *Foeniculum vulgare* Volatile Oil and its Acetone Extract. **Food Control**, 17: 745-752.
- Soylu, E.M., Tok, M.F., Soylu, S., Kaya, A.D., Evrendilek, G.A., 2005. Antifungal Activities of the Essential Oil on Post-harvest Disease Agent *Penicillium digitatum*. **Pakistan J. Biol Sci**, 8: 25-29.
- Soylu, E.M., Yiğitbaş, H., Tok, M.F., Soylu, S., Baysal, O., Kaya, A.D., 2005. Chemical Composition and Antifungal Activity of the Essential Oil of *Artemisia annua* L. Against Foliar and Soilborne Fungal Pathogens. **Z. Pflanzenk Pflanze**, 112: 229-239.
- Soylu, E.M., Soylu, S., 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., Yiğitbaş, H., Soylu, E.M., Kurt, Ş., 2007. Antifungal Effects of the Essential Oils from Oregano and Fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. **Journal of Applied Microbiology**, 103: 1021-1030.
- Soylu, E.M., Kurt, Ş., 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.
- Tok, M.F. and Kurt, Ş., 2009. Akdeniz Bölgesi' nde Örtüaltı Hıyar Yetiştirilen Alanlardan *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*' un İzolasyonu ve Tanımlanması, **Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz, Van**, s. 186.
- Tok, F.M., 2010. Kavun ve Hıyar Patojeni *Fusarium oxysporum* İzolatlarının Patojenisite, Irk, Vejetatif Uyum Gubu ve AFLP Teknikleriyle Karakterizasyonu ve Dağılımları. **MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi**, Hatay.
- Tripathi, A., Sharma, N., Sharma, V., 2008. *In vitro* Efficacy of *Hyptis suaveolens* L. (Poit.) Essential Oil on Growth and Morphogenesis of *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* (Massey) Snyder & Hansen. **World J Microbiol Biotechnol**, 25:503–512.

- Türküsay, H. ve Onoğur, E., 1998. Bazı Bitki Ekstratlarının *In vitro*' da Antifungal Etkinliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. **J. of Agriculture and Forestry**, 22: 267-271.
- Tzatzarakis, M.N., Tsatsakis, A.M., Charvalos, E., Vakalounakis, D., 2001. Comparasion of *In vitro* Activities of Amphotericin, Clotrimazole, Econazole, Miconazole, and Nystatin Against *Fusarium oxysporum*. **J. Environ. Sci. Health**, 36: 331-340.
- Vakalounakis, D.J., 1996. Root and Stem Rot of Cucumber Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*. **Plant Disease**, 80: 313-316.
- Vakalounakis, D.J., Fragkiadakis, G.A., 1999. Genetic Diversity of *Fusarium oxysporum* İsolates from Cucumber Differentiation by Pathogenicity, Vegetative Compatibility and RAPD Fingerprinting. **Phytopathology**, 89: 161-168.
- Vakalounakis, D.J., Wang, Z., Fragkiadakis, G.A., Skaracis, G.N., Li, D.B., 2004. Characterization of *Fusarium oxysporum* İsolates Obtained from Cucumber in China by Pathogenicity. VCG_s and RAPD. **Plant Disease**, 88: 645-649.
- Vakalounakis, D.J., Doulis, A.G., Klironomou, E., 2005. Characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* Attacking Melon under Natural Conditions in Greece. **Plant Pathology**, 54: 339-346.
- Walter, M., Jaspers, M.V., Eade, K., Frampton, C.M., Stewart, A., 2001. Control of *Botrytis cinerea* in Grape using Thyme Oil. **Australasian Plant Pathology**, 30: 21-25.
- Wilson, C.L., Solar, J.M., El Ghaouth, A., Wisniewski, M.E., 1997. Rapid Evaluation of Extracts and Essential Oils for Antifungal Activity Against *Botrytis cinerea*. **Plant Dis**, 81: 204-210.
- Yonucu, N. and Erkiliç, A., 2004. Bitki Ekstrat ve Uçucu Yağlarının Bazı Toprak Kökenli Patojenlere Antifungal Etkileri. **Ç.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi**, 19 (1): 37-44.
- Yücel, S., Elekçioğlu, İ.H., Can, C., Söğüt, M.A., Özarslandan, A., 2007. Alternative Treatmens to Methyl Bromide in Eastern Mediterranean Region of Turkey. **Turk J. Agric. For**, 31: 47-53.
- Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bianchi, A., Albasin, A., 1996. Effects of Essential Oils on Phytopathogenic Fungi *In vitro*. **J. Phytopathol**, 144: 380-383.

TEŐEKKÖR

Tez konumun belirlenmesinde, araştırmalarım ve tezimin yazımı süresince yol gösteren ve desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Emine Mine SOYLU' ya, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren sayın hocalarım Doç. Dr. Şener KURT ve Doç. Dr. Elif ÇANDIR' a, çalışmam sırasında bana yardımcı olan arkadaşlarım Ziraat Müh. Ahmet SÜMBÖL' e, Ziraat Müh. Filiz ZETEROĞLU' na ve tüm öğrenim hayatım boyunca maddi, manevi büyük fedakarlıklar yaparak benim bu noktaya gelmemi sağlayan aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

15.10.1985 tarihinde İzmir’de doğdum. İlköğrenimimi Şehit Kemal İlköğretim okulunda ve orta öğrenimimi Menemen Süper Lisesinde İzmir’de tamamladım. 2004 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümünü kazandım ve 2008 yılında mezun oldum. 2008 yılında Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi İşletme Fakültesi İşletme bölümünü kazandım ve halen 3.sınıfta okumaktayım. 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimime başladım.