

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BAZI UÇUCU YAĞ VE BİTKİ EKSTRAKTLARININ HIYAR KÖK VE
KÖKBOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-
cucumerinum*'a ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Merve EFE

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

ŞUBAT 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI UÇUCU YAĞ VE BİTKİ EKSTRAKTLARININ HIYAR KÖK VE
KÖKBOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-
cucumerinum*'a ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Merve EFE

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

Bu tez 10/02/2022 tarihinde jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mürsel ÇATAL (Danışman)

Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

ÖZET

BAZI UÇUCU YAĞ VE BİTKİ EKSTRAKTLARININ HIYAR KÖK VE KÖKBOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ ETMENİ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*'a ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Merve EFE

Yüksek Lisans Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

Şubat 2022; 39 sayfa

Ülkemiz ve dünyada örtü altı ve tarlalarda hıyar üretimini azaltan en önemli hastalıkların başında toprak kökenli fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*)'un sebep olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü gelmektedir. Bu tez çalışmada anason (*Pimpinella anisum*), ardıç (*Juniperus communis*), çam (*Pinus pinea*), okaliptüs (*Eucalyptus obliqua*), neem (*Azadirachta indica*) uçucu yağları ve aynısefa (*Calendula officinalis*), devedikeni (*Silybum marianum*), karahindiba (*Taraxacum officinale*), reishi mantarı (*Ganoderma lucidum*), tarla at kuyruğu (*Equisetum arvense*) ekstraktlarının (*Forc*)'un misel gelişimi ve hastalık oluşumunu engelleme etkinlikleri 50, 100, 200 ve 300 ml/100 lt su veya dekar dozlarda *in vitro* ve *in vivo* koşullarda belirlenmiştir.

In vitro'da *Forc*'un misel gelişimini en çok engelleyen uçucu yağlar anason ve çam olmuştur. Anason uygulanan 3 doz (100, 200, 300 ml) da fungusun misel gelişimi %95'in üzerinde engelleyerek en etkili uç yağ olurken çam ise 2 doz (200, 300 ml) da anason ile aynı etkiyi göstermiştir. Okaliptus ve ardıç yağları fungusun misel gelişimini aynı dozlarda %55-83 oranında yavaşlatmıştır. Aynısefa ve devedikeni ekstraktları ise 200 ve 300 ml dozlarda %30-42 arasında engelleme sağlamışlardır. *In vivo*'da ise anason ve çam uçucu yağları 200 ve 300 ml dozlarda *Forc*'un hastalık gelişimini %100 oranında engellerken ardıç ve okaliptus aynı dozlarda %35'den daha az etkili olmuşlardır. Aynısefa bitki ekstraktı *Forc*'a karşı hiçbir önleyici etki göstermemiştir.

Bu tez çalışması sonuçları hıyar üretiminde *Forc*'a karşı anason ve çam bitkileri uçucu yağlarının fide döneminden itibaren kullanılabileceğini göstermektedir. Bu yağların uygun formülasyonlarının geliştirilip sera ve tarla koşullarında denenmesi ve biyolojik mücadele potansiyellerinin belirlenmesi faydalı olacaktır.

ANAHTAR KELİMELER: Bitki ekstraktı, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, hıyar, *in vitro*, *in vivo*, uçucu yağ,

JÜRİ: Doç. Dr. Mürsel ÇATAL

Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

ABSTRACT

DETERMINATION OF EFFICACY OF SOME ESSENTIAL OILS AND PLANT EXTRACTS AGAINST *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, CAUSAL AGENT OF CROWN AND ROOT ROT OF CUCUMBER

Merve EFE

MSc Thesis in Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mürsel ÇATAL

February 2022; 39 pages

Root and crown rot caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* is one of the most important diseases limiting cucumber production in greenhouses and fields in Turkey and around the world. In this study, the efficacy of anise (*Pimpinella anisum*), juniper (*Juniperus communis*), pine (*Pinus pinea*), eucalyptus (*Eucalyptus obliqua*) and neem (*Azadirachta indica*) essential oils, and calendula (*Calendula officinalis*), milk thistle (*Silybum marianum*), dandelion (*Taraxacum officinale*), reishi mushroom (*Ganoderma lucidum*), field horsetail (*Equisetum arvense*) extracts on the inhibition of the mycelium growth and disease development by *Forc* were determined at 50, 100, 200 and 300 ml/100 l water/acre doses in *in vitro* and *in vivo* conditions.

Essential oils of anise and pine were determined to be the most efficient oils against the fungus in *in vitro*. Anise oil inhibited mycelial growth of *Forc* over 95 % at the doses of 100, 200, 300 ml while pine oil inhibited at the same rate at 200 and 300 ml doses. Eucalyptus and juniper oils reduced the mycelium growth of the fungus at the rate of %55-83 at the same doses. The plant extracts of calendula and field horsetail prevented *Forc* mycelium development at the rates of %30-42 at 200 and 300 ml doses. In *in vivo* studies, anise and pine oils prevented the disease development by *Forc* almost %100 at 200 and 300 ml doses. The oils of eucalyptus and juniper were effective less than %35 at the same doses. The calendula extract did not prevent the root and crown rot of *Forc* in *in vivo* assays.

The results of this study indicate that the essential oils of anise and pine could be used to control *Forc* starting at the seedling stage in cucumber production. The proper formulations of these essential oils must be developed and tested in greenhouse and field conditions to determine their potentials as biological fungicides.

KEYWORDS: Cucumber, essential oil, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *in vitro*, *in vivo*, plant extract

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Mürsel ÇATAL

Assoc. Prof. Dr. Murat DİKİLİTAŞ

Assoc. Prof. Dr. Özer ÇALIŞ

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın konusunun belirlenmesinde, laboratuvar çalışmalarımı yaptığımda ve yazım aşamasında değerli fikir paylaşımlarında bulunan ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Mürsel ÇATAL'a sonsuz teşekkür ediyorum.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu dönemde de, her daim yanımda olan babam Şeref DEMİR ve annem Zeliha DEMİR'e sonsuz minnet ve sevgilerimi sunarım. Beni teşvik eden eşim Safa Mert EFE'ye de çok teşekkür ediyorum. Yakın arkadaşım Melike YILDIRIM'a bana olan desteğinden dolayı sonsuz teşekkür ediyorum. Bu projeye maddi destek sağlayan Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümüne de teşekkür ediyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
3. MATERYAL VE METOT.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Fungus Materyali.....	17
3.1.2. Bitki materyalleri.....	17
3.2. Metot.....	21
3.2.1. Hastalık Etmeni Fungusun İzolasyonu ve Muhafazası.....	21
3.2.2. Bitki Uçucu Yağ ve Ekstraktlarının <i>In Vitro</i> Koşullarda <i>Forc</i> 'un Misel Gelişimini Engelleme Etkinliklerinin Belirlenmesi.....	21
3.2.3. Bitki Uçucu Yağ ve Ekstraktlarının <i>Forc</i> 'a Etkinliklerinin <i>In Vivo</i> Koşullarda Belirlenmesi.....	22
3.2.4. Deneme Deseni ve İstatistik Analizler.....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Bitki Uçucu Yağlarının <i>in vitro</i> 'da <i>Forc</i> 'un Misel Gelişimine Etkileri.....	25
4.2. Bitki Ekstraktlarının <i>in vitro</i> 'da <i>Forc</i> 'un Misel Gelişimini Etkileri.....	28
4.3. Bitki Uçucu Yağlarının <i>In Vivo</i> Koşullarda <i>Forc</i> 'a Etkinlikleri.....	30
4.4. Bitki Ekstraktının <i>In Vivo</i> Koşullarda <i>Forc</i> 'a Karşı Etkinliği.....	32
5. SONUÇLAR.....	33
6. KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı Uçucu Yağ ve Bitki Ekstraktlarının Hıyar Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü Etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*’a Etkinliklerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

10/02/2022

Merve EFE



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C : Santigrad Derece

µl : Mikrolitre

ml : Mililitre

mg : Miligram

L : Litre

Kisaltmalar

PDA : Patates Dekstroz Agar

Forc : *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Hıyarda görülen kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığının bitkide belirtisi....	2
Şekil 3.1. Çalışmada <i>Forc</i> 'a karşı denenilen uçucu yağlar.....	17
Şekil 3.2. Çalışmada <i>Forc</i> 'a karşı denenilen bitki ekstraktları.....	17
Şekil 3.3. Çalışmalarda uçucu yağları kullanılan tıbbi bitkilerin (a) Anason; (b) Ardıç; (c) Çam; (d) Okalipthus; (e) Neem doğal ortamlardaki görüntüleri.....	19
Şekil 3.4. Çalışmalarda ekstraktları kullanılan tıbbi bitkilerin (a) Aynısefa; (b) Devedikeni; (c) Karahindiba; (d) Reishi mantarı; (e) Tarla at kuyruğu doğal ortamlardaki görüntüleri.....	20
Şekil 3.5. Seralardan alınan hastalıklı bitkiden izole edilen fungus <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-cucumerinum</i>	21
Şekil 3.6. <i>In vitro</i> ortamında <i>Forc</i> 'a karşı uçucu yağlar ve ekstraktların denenmesi.....	22
Şekil 3.7. <i>In vivo</i> koşullarda olan hıyar bitkilerinin görseli.....	23
Şekil 4.1. Uçucu yağlardan <i>Forc</i> 'un misel gelişimini <i>in vitro</i> 'da engelleme etkileri. (A) Anason yağının <i>Forc</i> 'a karşı etkisi; soldan sırasıyla 50, 100, 200, 300 ml dozları (B) Çam yağının <i>Forc</i> 'a karşı etkisi; soldan 50, 100, 200, 300 ml dozları. K, sadece fungus miseli içeren herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol.....	27
Şekil 4.2. Aynısefa bitki ekstraktının <i>Forc</i> 'un misel gelişimi üzerine engelleme etkisi. Ekstraktın 50, 100, 200, 300 ml dozları soldan sağa olacak şekildedir. K sadece fungus miseli içeren herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol.....	29
Şekil 4.3. Anason uçucu yağının <i>Forc</i> 'a karşı <i>in vivo</i> 'da gösterdiği etki oranı (%). Soldan sağa anason uçucu yağının dozları 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekardır. K yağ uygulanmamış sadece <i>Forc</i> ile enfekteli kontrol hıyar bitkisini göstermektedir.....	31
Şekil 4.4. Çam uçucu yağının <i>Forc</i> 'a karşı <i>in vivo</i> 'da gösterdiği etki oranı (%). Soldan sağa çam uçucu yağının dozları 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekardır. K yağ uygulanmamış sadece <i>Forc</i> ile enfekteli kontrol hıyar bitkisini göstermektedir.....	31
Şekil 4.5. Aynısefa bitki ekstraktının <i>Forc</i> 'a karşı <i>in vivo</i> 'da gösterdiği engelleme oranı (%). Soldan aynısefa yağının dozları 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekardır. K herhangi bir uygulama yapılmayan sadece <i>Forc</i> ile enfekteli kontrol bitkisini göstermektedir.....	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Denemede uçucu yağları ve ekstraktları kullanılan bitkilerin bilimsel, ailya adı, yöresel ismi.....	18
Çizelge 3.2. Hıyar bitkilerinde <i>Forc</i> hastalık şiddeti için kullanılan 0-3 skası.....	23
Çizelge 4.1. Uçucu yağların <i>in vitro</i> koşullarda <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-cucumerinum</i> (<i>Forc</i>)’un misel gelişimini engelleme oranları (%).....	27
Çizelge 4.2. <i>Forc</i> 'un misel gelişimi üzerine ekstraktlarının engelleme etkileri.....	29
Çizelge 4.3. Bitki uçucu yağlarının iklim odası <i>in vivo</i> koşullarda <i>Forc</i> ’a etkinlikleri (%).....	31

1. GİRİŞ

Örtüaltı ve açık alanda yapılan kabakgıl yetiştiriciliği açısından ülkemiz dünya çapında önemli bir yere sahiptir. Hıyar, 1.916.645 tonluk (TÜİK 2019) üretim değeri ile ülkemizde geniş çapta yetiştiriciliği yapılan bir sebzedir (Anonim 2019). Hıyar, yetiştiriciliği kolay ve erken hasada gelen bir kültür bitkisidir. Bundan dolayı işletmelere ya da çiftçilere hızlı nakit akışı sağlamaktadır. Yazlık sebzelerden olan hıyar örtüaltı alanlarda kış mevsimi süresince yetiştirilebilir bu böylelikle on iki ay pazarlarda ve marketlerde taze olarak satılabilmektedir.

Dünyada ve yurdumuzda hıyar yetiştiriciliği yapılan tüm bölgelerde üretimi sınırlandıran çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bunların en önemlisi toprak kökenli patojen fungusların sebep olduğu hastalıklardır (Kurt vd. 2002). Toprak kaynaklı çoğu fungusun seralarda yetiştirilen hıyarlarda hastalıklara sebep olduğu bilinmektedir. Bu sebeple genelde kontrol altına alınmaları çok güçtür. Bundan dolayı ciddi ekonomik kayıplara yol açabilmektedir (Kaulizakis 1997; Roberts vd. 2005).

Hıyarda görülen en önemli toprak kökenli hastalıklardan biri; *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* D. J. Vakalounakis'in neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğüdür. Hıyarda kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığı tüm dünyada özellikle bazı hassas çeşitlerde çok ciddi kayıplara yol açmaktadır (Vakalounakis vd. 2005). 1996 yılında ilk kez hıyar kök ve kökboğazı çürüklüğü patojeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* olarak Vakalounakis tarafından Yunanistan'dan bildirilmiştir. Daha sonra Kanada, Fransa, Çin ve İspanya'da da bulunduğu belirtilmiştir (Punja ve Parker 2000; Moreno vd. 2001; Vakalounakis vd. 2004).

Ülkemizde Akdeniz Bölgesi'nde yapılan çalışmalarda da hastalık etmnini fungusun varlığı tespit edilmiştir (Tok ve Kurt 2009; Karaca ve Kahveci 2010).

Fusarium oxysporum f. sp. *radicis-cucumerinum*, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'ndeki örtüaltı alanlarda çok yaygın olarak hastalık yapmaktadır. Antalya'nın Kumluca bölgesindeki seralarda bu hastalık etmeninin yüzünden %10 dan fazla ürün kayıplarına sebep olduğu bildirilmiştir (Karaca ve Kahveci 2010).

Hastalığın ilk belirtileri yaklaşık olarak 30-40 günlük bitkilerin kök ve kökboğazı kısımlarında, hipokotil ve kollarda açık yeşil ve kahverengi arası renk değişiklikleri şeklinde çürüklük ve solgunluk olarak görülmektedir. Hipokotil ve diğer çürüyen dokular üzerinde fungusa ait beyaz renkli miselyum örtüsü gelişmekle birlikte ilerleyen dönemlerde beyaz renk yerini somon rengi misel gelişimine bırakmaktadır. Köklerin alt tarafındaki iletim dokularında koyu renkli olarak gözlenmektedir. Enfekte olmuş bitkiler bodur kalmakta, solgunlaşmakta ve yaklaşık olarak birkaç hafta içinde ölmektedir. Genelde hipokotilden, bitkinin kök sistemine kadar inmekte olan, uzunlamasına kanser yaraları oluşmakla birlikte, tek taraflı çürüklükler de ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, birincil, ikincil ve üçüncül köklerde çürüklükler meydana gelebilmekte ve bu durum hipokotil lekeleri ile karıştırılabilmektedir (Williams, H. 1996; Tok 2010) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Hıyarda görülen kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığının bitkide belirtisi

Fusarium oxysporum f. sp. *radicis-cucumerinum*'a karşı etkin bir kimyasal mücadele yöntemi ve ruhsatlı hiçbir fungusit bulunmamaktadır. Hastalık etmeninin yayılmasını ve hayatını sürdürmesini önlemek için genelde kültürel yöntemlere başvurulmaktadır (Punja ve Parker 2000).

Bitkilerde *Fusarium* solgunluklarına karşı düzenli bir şekilde dayanıklı çeşit ıslahı yapılmasına karşı günümüze kadar *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*'a dayanıklı çeşitler tespit edilememiştir (Rose ve Punja 2004). Ciddi ekonomik zararlara sebep veren toprak kökenli funguslara kullanılan, kullanımı yasaklanana kadar Metil Bromid fumigantı, sonrasında ise buna alternatif olarak dazomet ve metan sodyum gibi toprak fumigantları yaygın olarak kullanılmıştır (Duniway 2002; Yücel vd. 2007). Fakat bu toprak fumigantlarının uygulandıkları alanlarda fitotoksisiteye neden olduğu belirlenmiştir (McGovern vd. 1998; Di Primo vd. 2003; Martin 2003). Bu sebepten, gerek patojenlere aşırı bitki koruma ürünleri uygulamalarının çevreyi tehdit etmesi, gerekse hastalıklarla mücadelede organik tarım önem kazanmıştır. Bundan dolayı olarak hastalıklarla mücadelede farklı yöntemler araştırılmıştır.

Biyolojik ve çevresel bakımdan daha güvenli olan bu yöntemler; *F. oxysporum* alt türleri ile biyolojik savaş, uyarılmış sistemik dayanıklılık, toprak solarizasyonu ve bitkisel kökenli uçucu yağ ve ekstraktların kullanılması olarak sayılabilir (Mandeel ve Baker 1991; Daferea vd. 2003; Soylu vd 2005a; Mandeel 2006; Soylu vd. 2007; Ding vd. 2009).

Bitkisel yağların bitki hastalık etmenlerine karşı antimikrobiyal etkilerinin olduğu çok uzun yıllardır bilinmektedir (Chamberlain 1887).

Bitkisel yağların uygulandığı bitkiler güçlü bir gelişme ve büyüme göstererek fungus miselyumlarının gelişmesine ve sporulasyonunu engelleyebilmektedir. Özellikle kekik yağının iyi bir toprak sterilantı olduğu ve toprak kökenli funguslar üzerinde hayli etkili olduğu bildirilmiştir (Paster vd. 1995).

Bitki hastalıkları ile mücadelede uçucu yağların kullanılması günümüzde araştırmacıların oldukça dikkatini çekmektedir. Değişik bitki uçucu yağların bitki hastalıkları ile mücadelede kullanılabilirliği günümüzde yaygın olarak araştırılmaktadır.

Yapılan birçok araştırma sonucunda bitkilerden elde edilmiş olan uçucu yağ ve ekstraktların bitki hastalık etmeni fungus ve bakterilerin gelişimine engel olabilecek potansiyelde olduğu tespit edilmiştir (Lee vd. 2007).

Son yıllarda hastalık etmenlerine karşı yoğun pestisit kullanımlarının çevreyi ve doğal dengeyi tehdit etmesi ve organik tarımın giderek önem kazanması, hastalıklarla mücadelede alternatif yöntemlerin araştırılmasına yol açmıştır. Biyolojik esaslı olan ve çevresel bakımdan güvenli seçenekler; *F. oxysporum* alt türleri ile biyolojik mücadele, uyarılmış dayanıklılık, toprak solarizasyonu ve bitkisel kökenli uçucu yağların kullanılması sayılabilir (Mandeel ve Baker 1991; Daferea vd. 2003; Soylu vd. 2005b; Mandeel 2006; Soylu vd. 2007; Ding vd. 2009). Bitki hastalıklarının mücadelesinde bitkilerden elde edilen uçucu yağların kullanımı, günümüzdeki araştırma yapanların ilgisinin odağında olmuştur, bitkilerin hastalanmasının kontrolünde uygulanabilirliği araştırılmaktadır.

Yapılan literatür araştırmalarında bitki uçucu yağlarının ve bitki ekstraktlarının, değişik *Fusarium* tür ve alt türlerinin sebep olduğu hastalıklara etkisi konusunda yapılmış çalışmalar olmasına rağmen, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*)’un neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü üzerine etkilerini belirlemeye yönelik olarak bu tez çalışmasında kullanılan materyallerin dışında çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Yapılan bu çalışmada tıbbi bitkilerden anason, ardıç, çam, okaliptüs ve neem’den elde edilen uçucu yağların ve aynısefa, devedikeni, karahindiba, tarla atkuyruğu bitkileri ve reishi mantarı ekstraktlarının *Forc*’a karşı antifungal etkinlikleri laboratuvar (*in vitro*) ve iklim odası saksı denemeleri (*in vivo*) koşullarında etkinlikleri belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma ile hıyarlarda *Forc* ile biyolojik mücadelede kullanılabilecek yeni, etkin ve çevre dostu yöntem ve materyallerin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Günümüzde, çevre dostu bitkisel kökenli materyallerin kullanımı birçok alanda daha fazla tercih edilebilir duruma gelmiştir. İnsanlar, tedavi amacıyla bitkisel ilaçlardan yan etkileri olmadığı veya az olduğunu düşündükleri için kullanma eğilimindedirler. Yine aynı şekilde tarım alanlarında sorun olan hastalık ve zararlılara karşı ticari olarak kullanılan ruhsat almış biyo-pestisitlerden günümüzde oldukça yoğun şekilde faydalanılmaktadır. Bitkilerin bünyelerinde barındırdıkları antimikrobiyal maddelerden yeni bitki koruma ürünlerin geliştirilmesi amacıyla değişik araştırmacılar tarafından çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışma için yapılan literatür taramasının sonucunda aynı bitkilerin farklı hastalık etmenine veya farklı hastalık etmenlerinin çalışmamızda kullanılan bitkilere karşı yapılmış olan hiç veya sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır.

Tryptanthrin, indole-3-acetonitrile ve p-coumaric acid methylester maddelerini, *Isatis tinctoria* bitkisinin toprak üstü aksamından izole edilmiştir. Bu elde edilen maddelerin böceklerle öldürücü (*Hylotrupes bajulus*) ve beslenmeyi engelleyici (*Reticulitermis santonensis*) ve funguslara (*Coniophora puteana*) karşı gelişmeyi engelleyici etki gösterdiği tespit edilmiştir (Seifert 1994).

Zambonelli vd. (1996) yaptıkları çalışmada, *in vitro* koşullarda *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium ultimum* var *ultimum*, *Colletotrichum lindemuthianum*' a karşı denenilen *Thymus vulgaris*, *Lavandula* R.C. melez ve *Mentha piperita* L.'nin uçucu yağlarının antifungal etkisini belirlemişlerdir. Bu uçucu yağların bu 4 fungusta antifungal etki gösterdiği ve misel gelişmelerini engellediği belirtilmiştir. Çalışmada 800 ppm'de kekik yağı %100 engelleme sağlamıştır. Fungusları 1600 ppm'de lavanta ve nane yağları da %100 engellemiştir. Lavanta yağı *Fusarium solani* hastalık etmeninin gelişimini 1600 ppm'de sadece %58 oranında engellemiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu üç yağın içinde en yüksek düzeyde engelleme gösteren yağın kekik yağı olduğu bulunmuştur.

Matos vd. (1999) *Chelidonium majus* bitkisinin su ve metanol ekstraktlarının *Fusarium* cinsi içindeki farklı tür ve alt türlere (*F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. solani*, *F. oxysporum* f. sp. *dianthi*, *F. oxysporum* f. sp. *gladioli*, *F. oxysporum* f. sp. *licopersici*, *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, *F. oxysporum* f. sp. *Melonis*) karşı miselyum engelleme oranlarını tespit etmişlerdir. Çalışmada kök ekstraktlarının sürgün ekstraktlarına göre daha engelleyici özellikte olduğu belirlenmiştir. Su ekstraktlarının engelleyici etkiye sahip olduğu fakat metanol ekstraktlarının çok daha etkili olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonunda *C. majus* *Fusarium* tür ve alt türlerinin neden olduğu hastalıkların tedavisi için iyi bir materyal olarak önerilmiştir.

Bu çalışmada 41 adet mikroorganizmaya karşı *Rosmarinus officinalis*'in de içerisinde olduğu 3 bitkinin etanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. *Artemisia afra*'nın kullanılan organizmalara karşı antimikrobiyal etkisi %100, *R. officinalis* de ise %83 ve *Pteronia incana*'da en fazla %50 olarak bulunmuştur. Sonuçta *A. afra*'nın, *R. officinalis* ve *P. incana*'dan daha yüksek antimikrobiyal aktivitesi olduğu tespit edilmiştir (Mangena ve Muyima 1999).

Herpes simplex virüsleri (1, 2)'ye karşı *Santalum album* L. (sandal ağacı) bitkisinin uçucu yağı *in vitro* koşullarda antiviral aktivitesi araştırılmıştır. *S. album* uçucu yağının bu virüslerin çoğalmasını engellediği bulunmuştur. Bu yağın etkisi konsantrasyonun artışına bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Kullanılan sandal ağacı uçucu yağı virüsidal özellikte olmadığı bulunmuştur, sadece bu virüslerin çoğalmasını azaltmıştır. Ayrıca test edilen konsantrasyonlarda sitotoksik etkiye bulunmadığını belirtilmiştir (Benencia ve Courreges 1999).

Bu çalışmada *Forc* hastalık etmenine karşı kullanılan amphotericin B, clotrimazole, miconazole, econazole ve nystatin ilaçlarının engelleyici etkilerini karşılaştırılmıştır. *Forc*'un gelişimine en etkili antifungal econazole bulunmuştur. Gelişimine en etki eden ilaçlar sırasıyla econazole, clotrimazole, miconazole, amphotericin ve nystatin olarak tespit edilmiştir. 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 ED50 ve ED90 değerleri bulunmuştur. Nystatin için *F. oxysporum*' un spor çimlenmesine karşı ED50 değeri 3.1 ppm'dir. Amphotericin'in ise ED50 değeri 8.4 ppm olarak tespit edilmiştir. Econazole, clotrimazole ve miconazole eklendikten sonra ise hiçbir tepki vermemiştir. Nystatin amphotericin' den 2.76 kat daha etkili olduğu tespit edilmiştir. *F. oxysporum*'un gelişimini engellemede econazole ve miconazole diğer ilaçlara göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Fakat *F. oxysporum*'un spor çimlenmesine karşı amphotericin ve nystatin, daha fazla etki ettiği belirtilmiştir (Tzatzarakis vd. 2001).

Alternaria alternata, *Pyricularia oryzae*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* funguslarına, *Cryptomeria japonica* kabuğunun n-hexan, diklorometan, etanol ve %70 sulu aseton kullanılarak elde edilmiş olan ekstraktların antifungal aktivitesine bakılmıştır. En yüksek antifungal etki gösteren n-hexan ekstraktıdır. Başka çalışmalarında, n-hexan ekstraktından daha yüksek antifungal etkiye sahip bir bileşik, iki yöntemle (silika jel kolon kromatografisi ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi) ile tespit etmişlerdir. Bu bileşiğin ismi ferruginol olarak tanımlanmıştır (Kofujita vd. 2001).

Bu çalışmada *Phythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium sambucinum* hastalık etmenleri üzerine farklı *Pistacia* türlerinin (*Pistacia vera*, *Pistacia terebinthus* ve *Pistacia lentiscus*) yapraklarından elde edilmiş olan saf ekstraktların antifungal aktiviteleri araştırılmıştır. *F. sambucinum* üzerine ekstraktların herhangi bir engelleyici özelliği bulunmamıştır. Fakat *P. ultimum* ve *R. solani* üzerine etkili antifungal aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir (Kordali vd. 2003).

Bu çalışmada hastalık oluşturan patojenlerden *Phythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium sambucinum*'a karşı *Pistacia vera*, *Pistacia terebinthus* yapraklarından elde edilen uçucu yağların ve *Pistacia lentiscus* reçinesinin antifungal etkileri araştırılmıştır. Bazı *P. terebinthus*, *P. vera* ve *P. lentiscus* uçucu yağları ve *P. lentiscus* reçinesinin *R. solani*'nin misel gelişiminin engellemesine etki ettiği görülmüştür. Test edilen tüm ekstraktların, *F. sambucinum*'un misel gelişimini arttırmıştır fakat *P. ultimum* ve *F. sambucinum*'a karşı misel gelişimini engelleyici etki göstermedikleri belirlenmiştir (Duru vd. 2003).

2 bakteri (*Staphylococcus aureus*, *Salmomella Enteritidis*) ve 3 fungusa (*Aspergillus niger*, *Penicillium cyclopium*, *F. oxysporum*)'a karşı 3 soğan türü ve sarımsaktan elde edilen uçucu yağ ekstratlarının farklı dozlarda (50, 100, 200, 300 ve 500 ml/l) antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Antibakteriyel etkisini en etkili görülen *allium* bitkilerinin (sarımsak ve soğanlar) uçucu yağ ve ekstraktları olduğu bulunmuştur. Sarımsak ekstratları yüksek düzeyde engelleyici etki fakat yeşil soğan ekstraktları düşük düzeyde engelleyici etki sağladığı tespit edilmiştir. Soğan ekstraktlarının 200, 300 ve 500 ml/l konsantrasyonları, 50 ve 100 ml/l konsantrasyonlarına göre daha yüksek engelleyici etki sağlamıştır. *F. oxysporum*'a karşı uçucu yağlar düşük dozlarda düşük etki gösterirken, *A. niger* ve *P. cyclopium*'a karşı iyi derecede etki göstermiştir (Benkeblia 2004).

Abou-Jawdah vd. (2004), *Botrytis cinerea*, *Aspergillus solani*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, *R. solani* ve *Sphaerotheca cucurbitae* gibi 7 bitki patojeni fungusa karşı, Lübnan' da yetişen yabani 9 bitki çeşidinden elde edilen ekstraktların etkilerini araştırmışlardır. *In vitro* koşullarda *Origanum syriacum*, *Micromeria nervosa* ve *Plumbago maritima* ekstraktları spor çimlenmesini ve miselyal gelişimini en fazla engellediği tespit edilmiştir. *Inula viscosa* bitki ekstraktı ise misel gelişimine orta düzeyde etki göstermiştir fakat bu ekstraktın spor çimlenmesine karşı yüksek düzeyde etki gösterdiği bulunmuştur. Diğer 5 bitki türü *Calamintha origanifolia*, *Micromeria juliana*, *Ruto* sp., *Sideritis pullulans* ve *Urginea maritima* ise test edilen funguslara karşı düşük ve orta etki göstermiştir. *B. cinerea*' ya karşı *O. syriacum*, *M. nervosa*, *P. maritima* ve *I. viscosa*'nın ekstraktları %4-8 oranında kabak ve hıyar fidelerine uygulandığı zaman etkili koruma sağlamıştır. Ancak bu ekstraktlar *Penicillium* sp., neden olduğu turuncgil meyvelerindeki yeşil küfü kontrol edememiştir.

Bu çalışmada *Allium sativa*, *Eucalyptus globulus*, *Nerium oleander*, *T. spicata* gibi bitkilerin ekstrakt, uçucu yağ ve kompost ekstraktlarının toprak kökenli patojenler *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Pythium* sp., *R. solani*, *Sclerotinia sclerotium* ve *Sclerotium rofsii*'ye karşı antifungal etkilerini araştırmıştır ve kullanılan bitkilerin arasında *T. spicata* (kekik)'nın en fazla etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır (Yıldız ve Erkilic 2004).

Bu çalışmada *Rosmarinus officinalis* bitkisinden elde edilen esansiyel yağ bakımından zengin fraksiyonların kimyasal bileşimi ve antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Gram pozitif bakteriler (*Staphylococcus aureus* ve *Bacillus subtilis*), gram negatif bakteriler (*Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*) dahil altı mikrobiyal türe ve bir fungusa (*Aspergillus niger*) karşı etkileri disk difüzyon ve broth seyrelterek tespit edilmiştir. *R. officinalis*'in içinde bulunan kimyasal bileşiklerin *Aspergillus niger*'e karşı antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir ve MBC değerlerinin 1.85 ile 2.25 mg/ml arasında değiştiği tespit edilmiştir. Biberiye ekstraktlarına en duyarlı *S. aureus*, en az duyarlı olan *A. niger* olduğu bulunmuştur. Alfa-Pinene, 1,8-sineole, kafur, verbenone ve borneol'un test edilen tüm mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bulunmuştur. En fazla etki gösteren borneol ve onu kafur ve mineçiçeği izlemiştir (Santoyo vd. 2005).

Çakır vd. (2005), su distilasyonu yöntemiyle *Hypericum linarioides*'in toprak üstü kısımlarından uçucu yağ izole etmişlerdir. Uçucu yağın kimyasal bileşimini GC-MS tarafından analiz etmişler ve toplam yağın %84,1'ini temsil edilen 74 tane bileşik belirlemişlerdir. In vitro koşullarda uçucu yağın 11 bitki patojeni fungusu karşı antifungal etkisini misel gelişim testleri ile tespit etmişlerdir. 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 bu 11 fungus türüne karşı bu uçucu yağın kloroform, aseton, petrol eteri ve metanol ekstraktlarının etkileri araştırılmıştır. Bu ekstraktlar *A. solani*, *F. culmorum*, *F. equisti* ve *R. solani*'nin tüm anastomosis gruplarının gelişimi üzerine orta düzeyde engelleyici etki göstermiştir.

Singh vd. (2006), kişniş tohumundan (*Coriandrum sativum*) elde edilen uçucu yağın GC-MS analizlerinde toplam yağın %98,45'ini oluşturan 52 bileşeni belirlemişlerdir. Yağın reçinesinde ise 28 bileşen bulunmuştur. Reçinede en çok bulunan temel bileşenler oleik asit, linoleik asit ve palmitik asit olarak tespit edilmiştir. 8 fungusu karşı kişniş tohumunun yağının ve yağın reçinesinin antifungal etkilerini ters petri ve değme etki tekniği kullanılarak 2-6-10 µl dozlarda uygulanarak değerlendirilmiştir. *Curvularia palliscens*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme* ve *Aspergillus terreus*'a karşı etkili olan, ters petri yöntemi kullanılarak uçucu yağın 10 µl konsantrasyonunda uygulandığı zaman olduğu bulunmuştur. Aynı konsantrasyonda reçine durumunda *F. oxysporum*, *A. niger* ve *A. terreus*'un miselyal gelişimini %50'den fazla engellemiştir. W. değme etki tekniği kullanılarak uçucu yağ 10 µl konsantrasyonda uygulandığında *A. terreus*, *A. niger*, *F. graminearum* ve *F. oxysporum*'un misel gelişimini tamamen engellemiştir. Reçinesi ise aynı konsantrasyonda düşük derecede fungistatik etki gösterdiği bulunmuştur. Sadece *F. oxysporum*'un gelişimini tamamiyle engellemiştir.

Bir çalışmada *Clerodendrum inerme* ve *Clerodendrum phlomidis*'in yaprak ve gövdelerinin etil asetat ve hekzan ekstraktlarını antifungal etkisini araştırmışlardır. *C. phlomidis*'in kök ve yaprağının hem etil asetat ve hem de hekzan ekstraktlarının tüm bitki patojenleri (*Aspergillus flavus*, *A. niger*, *B. cinerea*, *Curvularia lunata*, *F. oxysporum*) ve insan patojeni funguslar üzerinde 1 mg/ml dozda farkedilebilir engelleme sergilediği görülmüştür. Ancak *C. inerme*'nin yaprak hekzan ekstraktı (1 mg/ml) bitki patojeni fungusları insan dermatofitlerinden daha iyi engellediği tespit edilmiştir (Anitha ve Kannan 2006).

Marwah vd. (2007) yaptıkları çalışmada, *Plectranthus cylindraceus*'un bitki uçucu yağının antimikrobiyal özelliklerini araştırılmışlardır. *Plectranthus cylindraceus* bitkisinin yağının en düşük engelleme gösterdiği konsantrasyon değerlerini sıvı seyreltme yöntemi kullanarak, insan patojeni bakteri ve mayalara karşı fungusların gelişmesini değme etkinliğinin tekniğiyle engelleme oranları belirlenmiştir. Yağın 7.8-62.5 µg/ml aralığında bulunan MIC değerlerinde, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Candida albicans*'a karşı engelleyici aktivitesi olduğu bulunmuştur ve ayrıca uçucu yağın 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 misel gelişimini tamamen engellemiştir.

Carcavrol ve aterpinolene bu yağda en çok bulunan 2 bileşendir. Bunlar GC- MS analizlerinde tespit edilmiştir.

Çeliksaş vd. (2007) yaptıkları çalışmada, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pnömonisi*, *Enterococcus faecalis*, *Aseusus* etmenlerine karşı, Mersin, Çanakkale ve İzmir'den toplanan *Rosmarinus officinalis* bitkisinin uçucu yağlarının ve metanol ekstraktlarının antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. Mersin' den toplanan bitkilerin Çanakkale ve İzmir'den toplanan bitkilere göre MIC ve MBC değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kullanılan bu hastalık etmenlerine karşı, toplanan bu bitkilerin MIC ve MBC değerleri 2.5-20 mg/ml arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada test edilen bakterilerin, bitki uçucu yağlarına ve kısmen metanolik ekstraktlarına karşı duyarlı olduğu bulunmuştur. Bakterilere karşı antimikrobiyal etkileri, test edilen bitki uçucu yağlarının, mevsim ve mevsimsel değişikliklere bağlı olarak değişiklik gösterdiği bulunmuştur.

Bu çalışmada, *Aspergillus flavus* bitki patojeni fungusun toksijenik 2 türüne karşı, değme etki tekniği ile 11 familyaya ait olan 18 bitkinin farklı aksamlarından elde edilen uçucu yağların antifungal etkinliği araştırılmıştır. *A. flavus*'un her 2 türünde de yüksek düzeyde etki gösteren, *Mentha arvensis*'den elde edilen uçucu yağın olduğu tespit edilmiştir. *A. niger*, *A. fumigatus*, *F. oxysporum*, *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolina*, *Helminthosporium oryzae*, *Cladosporium cladosporioides*, *Botryodiplodia theobromae* funguslara karşı yüksek etki gösteren 0,10 mg/ml-1 konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir. *A. flavus*'a karşı uçucu yağın 0,05 mg/ml-1 konsantrasyonunun aflotoksin B1 üretimini tamamiyle engellediği tespit edilmiştir (Kumar vd. 2007).

Salamcı vd. (2007)'nin çalışmasında, Türk *Tanacetum aucheranum* ve *Tanacetum chiliophyllum* var. *chiliophyllum*'un üst kısımlarından su distilasyonu yöntemiyle izole edilen bitki uçucu yağın kimyasal içeriklerini GC-MS ile analiz edilmiş ve yağların benzer temel bileşenler içerdiği tespit edilmiştir. *A. alternata*, *A. solani*, *Botrytis* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* spp., *Phytophthora ultimum*, *Verticillium dahliae* gibi fungusun dahil olduğu 30 tane patojen fungusa karşı, elde edilen uçucu yağlar denenmiştir ve mikrobiyal gelişimini engellediği bulunmuştur. In vitro koşullarda, *T. aucheranum*'un yağının 15 *Fusarium* türünün misel gelişimini %35-85, *T. chiliophyllum*' un yağı ise %40-85 arasında engellediği görülmüştür. Ancak benomyl ile karşılaştırıldığında zaman bu uçucu yağların engelleme oranı daha düşük düzeyde kalmıştır.

Başka bir çalışmada disk difüzyon ve MIC belirleme yöntemleri ile *Metasequoia glyptostroboides*' in uçucu yağın, metanol ekstraktı ve hekzan, kloroform ve etil asetat' tan elde edilen fraksiyonlarının funguslara etkisi araştırılmıştır. *F. oxysporum*, *F. solani*, *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *Colletotrichum capsici*, *B. cinerea* ve *Phytophthora capsici* hastalık etmenlerinin misel gelişimi engellemesinde yüksek antifungal etki gösteren, yağ ve metanol ekstraktı ve metanol' den elde edilen fraksiyonlar olduğu bulunmuştur. Yüksek antifungal etki gösteren bu fraksiyonların, 500-1000 µg/ml arasındaki dozlarında %49-70 arasında engelleme sağladığı tespit edilmiştir (Bajpai vd. 2007).

In vitro koşullarda *Calocedrus macrolepis* var. *formosana*'nın yapraklarından elde edilen bitki uçucu yağının ve bileşenlerinin 6 bitki patojeni fungusa (*R. solani*, *F.*

oxysporum, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Pestalotiopsis funurea*, *Ganoderma australe*, *F. solani*) karşı antipatojenik aktivitesi araştırılmıştır. *C. macrolepis* var. *formosa* uçucu yağının, GC-MS ile kimyasal analizleri sonucunda elde edilen bileşenlerinden, önemli 2 tane bileşeni olan T-muurolol ve a-cadinol 6 bitki patojeni fungusa karşı misel gelişimini büyük ölçüde engellediği belirlenmiştir (Chang vd. 2008).

El-Mougy vd. (2007) yaptıkları çalışmada, *in vitro*'da ve *in vivo*'da, geranium, gül, limon ve nane bitki uçucu yağlarının fasulyede *R. solani* ve *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye denenilen antifungal etkinliklerini belirlemişlerdir. *In vitro*'da geranium, gül ve limon yağlarının %4 ve nane yağının %2-4 konsantrasyonlarının, fungisidal aktiviteye sahip oldukları bulunmuştur. *In vivo* çalışmaları, tohum ve toprak uygulaması şeklinde yürütülmüştür. Bitki uçucu yağlarının %1'lik dozlarında çıkış öncesi dönemdeyken *R. solani*'ye karşı %55-87,5 ve *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye karşı ise %66,7-83,3 oranında engelleme gösterdikleri tespit edilmiştir. Çıkış sonrasındaki dönemlerde ise aynı konsantrasyondaki yağların, *R. solani*'ye karşı %70,1-85,2 ve *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye ise %62,4-85,6 oranlarında engelleme gösterdiği tespit edilmiştir.

Toprak kökenli hastalıkları kompost ile baskılamada antagonist mikroorganizmaların yüksek düzeyde etkin olduğunun tespit edildiği çalışmada üzüm kompostunun mikrobiyolojik analizlerinde çok sayıda mikroorganizma tespit edilmiştir. Kompostta en fazla bulunan mikroorganizmanın bakteriler olduğu ve sadece birkaç maya formu belirlenmiştir. *In vitro* koşullarda izole edilen bu mikroorganizmaların yüksek düzeyde etkili antagonistler olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre üzüm kompostunun hıyar bitkisinde görülen *Pythium* hastalığının şiddetini azaltmış olduğunu ancak domates bitkisindeki *Phytophthora infestans*, kavun bitkisindeki *Forc* ve turp bitkisinde görülen *R. solani* şiddetini azaltamadığı gözlenmiştir (Santos vd. 2008).

Sharma ve Tripathi'nin 2008 yılında yaptıkları çalışmada, *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* ile inokule edilen, *Sansevieria trifasciata* yumrularına sıcak su, UV-C, *Hyptis suaveolens*'in uçucu yağını uygulayıp antifungal etkisini araştırmışlardır. UV-C ve uçucu yağın etkisi, *in vitro* koşullarda da sıcak suya karşı tespit edilmiştir. 25 dakika boyunca 55 °C' de ve UV-C' de 3.63 kJ m⁻² dozda tedavi uygulandığı zaman yumruların sıcak su ile konidiyumların çimlenmesini yüksek seviyede engellediği belirlenmiştir. *In vitro* koşullarda uçucu yağın 0.6 µl cm⁻³ konsantrasyonda fungal gelişimini tamamen engellemiştir. Ayrıca 0.4 µl cm⁻³ konsantrasyonunda konidi çimlenmesini tamamen engellenmiştir. *In vivo* koşullarda 4 ve 12 haftalık depolamadan sonra sıcak su, UV-C veya uçucu yağın etkisi, log10'da CFU g⁻¹ yumru hesap edilerek gözlenmiştir. Sıcak su tek başına 55 °C' de 30 dakika da CFU'yu önemli ölçüde azaltmıştır. UV-C 4.98 kJ m⁻² dozda fungus popülasyonunu yeterli düzeyde azaltmıştır. 2 hafta boyunca 0.8 µl cm⁻³ dozda uçucu yağ uygulaması, depolama sırasında patojen popülasyonunun azaltılmasına etki etmiştir. 4-12 haftalık depolamadan sonra 2 hafta boyunca sıcak su (55 °C 30 dak), UV-C (4.98 kJ m⁻²) ve uçucu yağın (0.8 µl cm⁻³) birlikte uygulanması onların tek başına uygulanmasından daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada *Chenopodium ambrosioides* bitkisinden elde edilen bitki uçucu yağının %0,3, 0.1 ve 0.05'lik konsantrasyonlarda 8 hasat sonrası fungusun (*A. flavus*, *Aspergillus glaucus*, *A. niger*, *Aspergillus ochraceous*, *Colletotrichum*

gloesporioides, *Colletotrichum musae*, *F. oxysporum*, *F. semitectum*)'a karşı etkisi değme etki tekniği ile araştırılmıştır. Bu uçucu yağ %0,3'lik konsantrasyonda tüm fungusların gelişimini tamamiyle önlerken, %0.1 konsantrasyonundaysa %90-100 arasında engellemiştir (Jardim vd. 2008).

Bu çalışmada Kordalı vd. (2008) *Origanum acutidens*'in üst kısımlarından su distilasyonu yöntemiyle uçucu yağ elde etmişlerdir. Elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimini GC-MS ile analiz edilmiştir. Uçucu yağın içinde bulunan carvacrol, p-cymene, linalool acetate, borneol ve b-caryophyllene ana bileşenler olarak tespit edilmiştir. Antifungal testlerde 17 patojen fungusunun gelişimini *O. acutidens* yağının içinde bulunan carvacrol ve thymol bileşenlerinin tamamiyle engellemiş olduğu bulunmuştur. Antifungal etkilerinin benomyl'den daha iyi olduğu tespit edilmiştir. *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Rumex crispus* bitkilerinden elde edilen uçucu yağın içinde bulunan 2 bileşenin (carvacrol, thymol) tohum çimlenmesini ve fide gelişimini tamamiyle engellediği görülmüştür.

Diğer bir çalışmada *Salvia hydrangea*'dan su distilasyonu yöntemiyle bitki uçucu yağı izole edilmiş ve GC-MS ile analiz edilmiştir. Bitki uçucu yağın içinde 54 bileşen belirlenmiştir. In vitro koşullarda mikrobiyal engelleme testleri kullanılarak, 33 patojenik fungusa karşı yağın fungistatik etkisini araştırılmıştır. Uçucu yağın araştırılan funguslara karşı önemli antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir. Yağın 30 bakteriye karşı, disk difüzyon yöntemiyle, antibakteriyel etkinliği tespit edilmiştir. Penisilin, bitki uçucu yağından daha yüksek etki göstermiştir (Kotan vd. 2008).

Disk difüzyon yönteminin kullanıldığı başka bir çalışmada ise taze ve kurutulmuş *O. onites* L. bitkisinin uçucu yağının ve ekstraktlarının (metanol, aseton, dietil eter), *A. alternata*, *A. flavus* (2 türü), *A. niger* (2 türü), *Aspergillus parasiticus*, *F. semitectum*, *F. oxysporum*, *Mucor racemosus* ve *Penicillium roqueforti* ye karşı antifungal etkinlikleri belirlenmiştir. Tüm örneklerde MIC ve MFC düzeyleri tespit edilmiştir. Kurutulmuş olanın etkisi taze olandan daha düşük düzeyde fungusa engelleme sağladığı belirlenmiştir. Taze ve kurutulmuş bitkinin metanol ekstraktlarının, MIC değerleri sırasıyla 150-950 µg/ml ve 750-950 µg/ml' dir. Metanol ekstraktlarının MFC değerlerinin taze kekik için 300-1200 µg/ml, kurutulmuş kekik için 750-1100 µg/ml arasında olduğu belirlenmiştir. Test edilen funguslara karşı, taze ve kurutulmuş kekikğin uçucu yağları tamamiyle engelleme sağlamıştır. Uçucu yağların MIC ve MFC, değerleri sırasıyla 8.5 µg/ml ve 9.0 µg/ml olarak belirlenmiştir. *A. alternata*'ya karşı en yüksek ekstrakt engelleme oranı olarak, taze *origanum* tarafından sergilenmiş ve bunu *P. roqueforti* takip etmiştir. Metanol ekstraktları en yüksek düzeyde antifungal etki göstermiştir (Körükluoğlu vd. 2008).

A. flavus'un toksijenik türüne karşı, 14 bitkiden alınan uçucu yağların etkisinin araştırıldığı çalışmada *T. vulgaris*'in uçucu yağının bu en yüksek düzeyde antifungal etki gösterdiği bulunmuştur. Kekik yağı 0.7 µl/ml'de, *A. flavus*'un miselyal gelişimini tamamiyle engellemiştir. Bu yağın *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium herbarum*, *Curvularia lunata*, *A. terreus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Alternaria alternata*, *Botryodiplodia theobromae* funguslarına karşı yüksek düzeyde antifungal etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu uçucu yağın antiaflatoksigenik etki gösterdiği

belirlenmiştir. Bu yağın Aflatoksin B1 üretimini 0.6 µl/ml'de tamamiyle engellediği tespit edilmiştir (Kumar vd. 2008).

Lee vd. (2008) yaptıkları çalışmada *Myrtaceae* familyasına ait olan 11 bitki türünden elde edilen uçucu yağların *Phytophthora cactorum*, *Cryphonectria parasitica* ve *F. circiniatum*'a karşı antifungal etkinliğini test etmişlerdir. *Leptospermum petersonii*'den elde edilen uçucu yağın 56×10^{-3} mg/ml ve 28×10^{-3} mg/ml konsantrasyonlarındaki 3 *Aspergillus* türünün (*Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*) tamamen büyümesini engellediği belirlenmiştir. Diğer bitki uçucu yağları (56×10^{-3} mg/mL) fungusları yalnızca zayıf bir şekilde engellemiş veya saptanabilir bir etkileri olmamıştır. Aynı konsantrasyonda *Eucalyptus citriodora* ve *Melaleuca quinquenervia*'nın *P. cactorum*'u engelleme oranı sırasıyla %35,4 ve %33,6 olarak bulunmuştur. *E. citriodora* ve *L. petersonii*'nin *C. parasitica*'yı engelleme oranları ise sırasıyla %29,4 ve %38,5 olarak bulunmuştur. Sadece *L. petersonii*'nin uçucu yağı *F. circiniatum*'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 olduğu tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden citronellol, neral, geraniol ve geranial' in 28×10^{-3} mg/ml konsantrasyonunda *P. cactorum*'u tamamiyle engellemiştir. Aynı konsantrasyonda neral ve geranial bileşiklerinin, *C. parasitica*'yı engelleme oranı sırasıyla %61,7 ve %68,9 olarak tespit edilmiştir.

Santos vd. (2008b) şeker pancarı, şeker kamışı ve şarap atıklarının biyosit etkinliğini belirlemişlerdir. *In vitro* koşullarda yapılan testlerde şarap atıkları *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in 0 ve 1 ırklarının, *S. sclerotiorum*, *Pythium aphanidermatum* ve *Phytophthora parastica*'nın %5-7 arasındaki konsantrasyonlarda olan misel gelişimini, *Forc*' un %10-15 arasındaki konsantrasyonlarda fungal gelişimini tamamiyle engellediği bulunmuştur.

In vitro koşullarda, *Hyptis suaveolens* L.'nin uçucu yağının *F. oxysporum* f. sp. *gladioli*'nin gelişimi üzerine etkilerini araştırıldığı çalışmada bu uçucu yağın fungusun radyal gelişimini engelleme yüzdesi, değme etki tekniği ve buhar etki testleri kullanılarak belirlenmiştir. Uçucu yağın 0.998 µg/ml konsantrasyonunda değme ve 0.748 µg/ml konsantrasyonunda buhar etkisinin fungusun misel gelişimini tamamen engellediği görülmüştür. Yağ 0.450 µg/ml'de konidi çimlenmesini tamamen engellemiştir (Tripathi vd. 2009).

Chelidonium majus'un *Botrytis cinerea* üzerindeki antifungal etkilerini ve minimum fungusit konsantrasyonunun (MFC) *B. cinerea* conidiasında neden olduğu ultrastrüktürel değişikliklerin üzerine yapılan çalışmada Czapek agar besiyerinde *Chelidonium majus*'un toprak üstü kısımlarından elde edilen ekstraktların, *Botrytis cinerea*'nın miselyum gelişimini önemli düzeyde engellediği bulunmuştur. Çalışma sonunda minimum fungusidal konsantrasyonunun (MFC) 60 µl/ml ekstrakt olduğunu ve *B. cinerea*'nın conidialarının yapısında yoğun şekilde değişikliklere neden olduğunu belirlenmiştir (Parvu vd. 2008).

Ahmad ve Fatima (2008) *Isatis tinctoria* bitkisinin saf ekstraktlarının ve izole edilen alkoloidlerin, sadece ekstrakt ve ekstrakt+alkoid fraksiyonlarının etkinliklerini

yaptıkları çalışma ile tespit etmişlerdir. *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium solani* f. sp. *lycopersici* patojenlerine karşı, saf ekstraktların sırasıyla %61, %57.8 ve %10 oranında engellediği belirlenmiştir.

Özcan ve Chalchat (2008) Konya bölgesinden toplanan *Rosmarinus officinalis* bitkisinin gaz kromatografisi ve gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi ile analiz edilen uçucu yağlarının *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* ve *Fusarium oxysporum*' a karşı antifungal etkisini test etmişlerdir. *In vitro* koşullarda bu uçucu yağın 10 ve 40 ppm olmak üzere iki farklı konsantrasyonlarda çalışması yapılmıştır. *F. oxysporum*'un 4. günde 10 ppm konsantrasyonunda 39 mm, 40 ppm konsantrasyonunda 37 mm kontrolde ise 46 mm'lik bir misel gelişimi belirlenmiştir. Fungusların misellerindeki gelişim engellemelerinin, kullanılan uçucu yağın konsantrasyonuna bağlı olarak değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

Bajpai vd. (2009)'nin yaptıkları çalışmada, *Nandina domestica* Thunb'un su distilasyon yöntemiyle çiçek kısımlarından izole ettikleri bitki uçucu yağının kimyasal bileşimini, bitki uçucu yağı ve çeşitli yaprak ekstraktlarının (n-hekzan, kloroform, etil asetat, metanol) bitki patojenlerine karşı etkinliklerini araştırmışlardır. GC-MS analizlerinde ise 79 tane bileşik olduğu bulunmuştur. *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *S. sclerotium*, *B. cinerea* ve *R. solani*' ye karşı, uçucu yağın 1000 ppm'de ve yaprak ekstraktlarının ise 1500 ppm'de yüksek düzeyde etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu fungusların gelişimine karşı etki gösteren uçucu yağın engelleme oranının %53,3-64,3 arasında, yaprak ekstraktlarının ise %33,3-56 arasında olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağda 125-1000 µg/ml arasında, yaprak ekstraktlarında ise 500-2000 µg/ml arasında en düşük engelleme miktarları (MIC) değerleri tespit edilmiştir.

Sarpeleh vd. (2009) çalışmalarında *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, *Rhizoctonia solani* ve *Verticillium dahliae*'nin de içinde olduğu 12 farklı fungusa karşı ayrı ayrı uygulanan *Peganum harmala* L. bitkisinin metanol ve ethanol ekstraktlarının antifungal etkisi araştırmışlardır. 24 °C'de inokule edildikten 10 gün sonra fungus misellerinin büyümesi (mm) ölçülüp not edilmiştir. Bu ölçümlerin sonucunda *V. dahliae*'de 20 mm büyüme gösterip en yüksek düzeyde engelleme gösterdiği belirtilmiştir. *R. solani*'de 50 mm üzerinde büyüme gösterip en düşük düzeyde engelleme gösterdiği belirtilmiştir. *F. oxysporum* f. sp. *melonis*'de 40 mm'lik misel gelişime gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda *P. harmala* ekstraktlarının kimyasal ilaçlara alternatif bir çözüm olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Lee vd. (2009) 40 bitki türünden elde edilen bitki uçucu yağlarının antifungal etkisini *Phytophthora cactorum*, *Cryphonectria parasitica* ve *F. circinatum*'a karşı ayrı ayrı uygulanarak araştırmışlardır. *Liquidambar orientalis*'den 28×10^{-3} mg/ml konsantrasyonda elde edilmiş olan uçucu yağ *P. cactorum*' a yüksek düzeyde antifungal etki göstermiş olduğu belirlenmiştir. *Pagostemon patchouli*'nin *C. parasitica*'yı engelleme oranı %51 olarak belirlenmiştir, diğer uçucu yağlar ise düşük düzeyde engelleme göstermiştir. *Leptospermum scoparium* ve *P. patchouli*'nin uçucu yağlarının, *F. circinatum*'a karşı orta düzeyde engelleme gösterdiği belirtilmiştir. GC-MS analizlerinde *L. orientalis* uçucu yağının içinde 11 tane bileşik olduğu bulunmuştur.

Bileşiklerin antifungal etkinliği standart veya sentezlenen bileşikler kullanılarak tek başına da araştırılmıştır. Cinnamyl aldehit ve benzaldehit'in 28×10^{-3} mg/ml konsantrasyonunda *P. cactorum*'u tamamen engellediği belirtilmiştir.

Bajpai ve Kang (2010) yaptıkları çalışmada *Metasequoia glyptostroboides* bitkisinden elde edilen yaprak bitki uçucu yağ ve bitki yaprak ekstraktlarının 7 farklı fungus etmenine (*F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *S. sclerotiorum*, *B. cinerea* ve *R. solani*)'ye denenilen etkinliklerini araştırmışlardır. Bitki uçucu yağlarının (1.000 µg /disc -1) ve bitki ekstraktlarının (1.500 µg /disc-1) test edilen fungusların misel gelişimini sırasıyla %41,3-66,3 ve %13,4-54,4 oranında engellediği görülmüştür.

Nenaah (2010) çalışmasında, *Peganum harmala*'nin β-karbolin alkaloidleri, biyoassay kılavuzlu bir fraksiyonlama yoluyla araştırmış ve antimikrobiyal etkileri testleri yapmıştır. Araştırılan mikroorganizmalara ve uygulama yönteminlerine bakıldığında bileşiklerin etkisi arasında önemli farklılıklar ($P > 0.05$) bulunmuştur. Harmine alkaloidi *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis* ve *Candida albicans*' a karşı en 21.2 ile 24.7 mm arasında engelleme zonu oluşturmuştur. Alkaloidlerin potansiyelinin ikili karışımlar halinde uygulandığı zaman toplam alkaloidal ekstrakt ile engelleme zonu 31.5 mm' ye ulaşan sinerjistik etkilere yol açtığı belirlenmiştir.

Çelikaş (2010) çalışmasında bitki ekstraktlarının (kekik, biberiye, altın çiçeği) *Aspergillus parasiticus* 2999 ve 465 türleri üzerine antifungal aktiviteleri araştırmıştır. *In vitro* koşullarda yürütülen bu çalışmada %2, %5 ve %10 konsantrasyonlarında bitki ekstraktları içeren besi yerine *Aspergillus parasiticus*'un ayrı ayrı yerlere ve çift paralel olacak şekilde 3 nokta ekimi yapılmıştır. Biberiye bitki ekstraktı; *A. parasiticus*'un 2999 türü üzerine %2'lik konsantrasyonda %9,34, %5'lik konsantrasyonda %3,88 ve %10'luk konsantrasyonda %5.20 engelleme etkisi göstermiştir. Araştırmanın sonucu olarak, kekik ekstraktının bu funguslar üzerinde misel gelişimini engelleyici etkide bulunduğu fakat biberiye ve altın çiçeği ekstraktının herhangi bir misel gelişimini engelleyici etkisi bulunmadığı görülmüştür.

Hashem vd. (2010) yaptıkları çalışmada kimyon kök çürüklüğü hastalığına karşı bitki uçucu yağlarının antifungal etkisini araştırmışlardır. Kök çürüklüğü belirtileri gözlenen kimyon bitkilerinden izole edilen 8 *Fusarium* izolatının patojenite testinde 6 tane türün (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. moniliforme*, *F. dimerum*, *F. equiseti*, *F. lateritium*) aynı üründe hastalığı değişik derecelerde bulaştırma yeteneğine sahip olduğu görülmüştür. *In vitro* koşullarda kimyon, fesleğen ve sardunya bitkisinden elde edilen uçucu yağlar fungusa karşı yüksek fungistatik etki göstermiş ve yüksek düzeyde misel gelişimini engellediği görülmüştür. *In vivo* koşullarda, tüm *Fusarium* spp. izolatlarının neden olduğu kök çürüklüğü hastalığının azaltılmasında 3 tane uçucu yağ ve kimyonun tohumunun hastalığın tedavisinde etkisi olduğu belirtilmiştir. Fesleğen ve sardunya'nın yağlarının *F. oxysporum* ve *F. moniliforme*'nin her ikisinde de hastalığı yüksek düzeyde engelleme yaptığı belirlenmiştir. Laboratuvar ve iklim odasından elde edilen sonuçlara göre, bu 3 yağın kimyon kök çürüklüğü hastalığının kontrolünde umut verici etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bitki koruma ürünlerine göre doğal çevreyi koruduğu tespit edilmiştir.

İncekara (2011) yaptığı çalışmada hıyar kök ve kökboğazı çürüklüğü etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Forc)'a karşı denenilen Doğu Akdeniz Bölgesinde yetişen *Origanum onites* L., *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Laurus nobilis* ve *Myrtus communis* gibi uçucu yağların misel gelişimine etkilerini test etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, rezene lavanta ve defne yağları, ak kekik uçucu yağına göre Forc'a karşı daha düşük antifungal etki göstermiştir. 4 µg/ml'de *origanum* yağının buharı Forc'un gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir.

Dellavalle vd. (2011) Uruguay'da geleneksel olarak kullanılan, içerisinde *Rosmarinus officinalis*' inde bulunduğu 10 bitki türünün ekstraktlarının *Alternaria* spp.'ye karşı antifungal etkisini araştırmışlardır. *Alternaria* spp.'ye karşı, bitki türünün su ekstraktı, tuzlu sulu tampon ekstraktı ve asit ekstraktlarının düşük konsantrasyonlarda bile yüksek düzeyde etki gösterdiği belirlenmiştir. Bunun yanında *Alternaria* spp.'ye karşı asit ekstraktı, su ekstraktı ve tuzlu su tampon ekstraktından daha etkili olduğu görülmüştür. Ekstraktların MIC değerlerinin 1.25 ile 25 µg/ml arasında, MFC değeri ise 1.25 ile 10 µg/ml arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu bitkiler arasında *R. officinalis*'in asit ekstraktının MIC ve MFC değeri 1.25 µg/ml olarak bulunmuştur. Yapılan bu araştırmanın sonucunda kullanılan ekstraktların kimyasal bir fungusit olan Captan ile neredeyse aynı etkiyi gösterdiği belirlenmiştir.

Nosrati vd. (2011) çalışmalarında, nane bitkisinin uçucu yağının 5 µl'sinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Forc) bitki patojeninin misel büyümesini önemli ölçüde azalttığını belirlemişlerdir. Bu elde edilen sonuçlar ışığında, araştırmacılar nane bitkisinin yüksek düzeyde antifungal aktivite gösterdiğini ve Forc'un biyolojik kontrolünde kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Heo vd. (2012) *in vitro* koşullarda *Isatis tinctoria*'nın bitkisinin farklı kısımlarından farklı çözücüler (su, metanol, etanol) kullanılarak elde edilen ekstraktların antifungal etkileri araştırmışlardır. Bitkiden elde edilen ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal etkilerine bakılmıştır. Bitki ekstraktların *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* karşı antimikrobiyal etkisi ve engelleme düzeyi belirlenmiştir. Özellikle de yapraklardan elde edilen su ekstraktının *Bacillus subtilis* ve *Escherichia coli*'ye karşı yüksek düzeyde antimikrobiyal etki gösterdiğini bulmuşlardır.

Erdoğan vd. (2014) çalışmalarında *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium* spp. türlerine karşı nane, kekik ve lavanta bitkilerinin su ekstraktı ve bitki uçucu yağlarının antifungal etkilerini araştırmışlardır. Bitkilerden elde edilen ekstraktların %0,5, %1, %2, %4, %8 konsantrasyonlarda ve uçucu yağlar ise 1, 2, 3, 5 ve 10 µl/ml konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Nane kekik lavanta uçucu yağları, su ekstraktlarına göre daha yüksek düzeyde engelleme yapmıştır. Nane, kekik ve lavanta ekstraktlarının *R. solani* ve *Fusarium* spp.'nin misel gelişimine değişik düzeylerde engellediği tespit edilmiştir. En yüksek antifungal etkiyi kekik ekstraktının %8 konsantrasyonundayaptığı gözlenmiştir. Kekik uçucu yağının 1, 2, 3, 5 ve 10 µl/ml dozları test edilen patojenlerin misel gelişimini tamamiyle engellemiştir.

Khan ve Nasreen (2016) çalışmalarında bitki patojeni funguslardan *Colletotrichum lindemithanum*, *Curvularia lunata* ve *Fusarium moniliform* karşı, *Santalum album* bitkisinin farklı kısımlarından elde edilen metanol ve su ekstraktlarının antifungal etkisini test etmişlerdir. Araştırmacılar *Santalum album*'un metanol ve su ekstraktlarının yüksek düzeyde antifungal etki gösterdiğini bulmuşlardır.

Çoban vd. (2017) *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium xerosis*, *Mycobacterium smegmatis* bakterilerine ve *Candida utilis*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger* ve *Penicillium expansum* funguslarına karşı, *Pistacia terebinthus* ve *Papaver rhoeas* bitkilerinden elde edilen ekstraktlarının antifungal etkilerini araştırmışlardır. *P. rhoeas* ekstraktının *P. terebinthus* ekstraktlarından daha düşük düzeyde etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Ullah vd. (2017) gram negatif ve pozitif bakterilere ve fungus türlerinden *Mucor mycosis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus* ve *Aspergillus flavus* karşı *Isatis tinctoria* bitkisinden elde edilmiş olan dört farklı bitki kısımlarından (yaprak, çiçek, kök ve gövde) on dört farklı çözücü kullanılmış olan ekstraktların antifungal ve antibakteriyel etkilerini araştırmışlardır. *I. tinctoria*'nın ekstraktları olarak kullanılan her bitki kısmı ve ekstraktların hazırlandığı her organik çözücüye göre değişkenlik göstermiştir. Bu bitki ekstraktının farklı biyolojik aktivitelere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Wianowska vd. (2018) çalışmalarında *Chelidonium majus* L. ekstraktlarının bitki patojeni fungus olan *Botrytis cinerea*'ya karşı antifungal etkinliğini araştırmışlardır. Sonuçta *Chelidonium majus* ekstraktlarının *Botrytis cinerea*'ya karşı yüksek düzeyde etki ettiği bulunmuştur. Ayrıca bu ekstraktların ana alkaloidleri olan *chelerythrine sanguinarin*'in daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Rotaru vd. (2018) benzer çalışmalarında ise, gram pozitif ve negatif bakterilere karşı, *Tragopogon pratensis* bitkisinden elde edilmiş olan etanol ekstraktların antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Demirkol ve Ertürk (2019) 7 farklı bakteri türüne ve 2 farklı fungus *Candida albicans* ve *Aspergillus niger* e karşı, *Prunus mahaleb* bitkisinin de içinde bulunduğu 50 farklı baharat bitkisinden elde edilmiş olan etanol ekstraktlarının, antibakteriyel ve antifungal etkilerini test etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre *P. mahaleb* bitki ekstraktının *C. albicans* ve *A. niger* fungus türleri için MIC değerleri sırasıyla 10 ve 2,5 mg/ml olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda ilk defa *P. mahaleb* bitkisinin antimikrobiyal ve antioksidant etkisi tespit edilmiştir.

Bayhan (2019) çalışmasında *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a (*Foc*) karşı dokuz farklı bitki türünden (*Rosmarinus officinalis*, *Peganum harmala*, *Aesculus hippocastanum*, *Prunus mahaleb*, *Santalum album*, *Chelidonium majus*, *Tragopogon pratensis*, *Isatis tinctoria*, *Pistacia terebinthus*) elde edilen metanol ve n-hexane ekstraktlarının *in vitro* ve *in vivo* koşullarda antifungal etkilerini araştırmıştır. Bu ekstraktların patojene karşı sergilemiş olduğu en yüksek etkileri biberiye toprak üstü aksamı (BT) ve menengiç meyve (MNM) metanol ekstraktlarında sırasıyla %79 ve %81

olarak bulmuşlardır. Bu etkiler N-hexan ekstraktında sırasıyla biberiye toprak üstü (BT) ve çivitotu çiçek (ÇÇ)'de sırasıyla %80 ve %70 olarak tespit edilmiştir.



3. MATERİYAL VE METOT

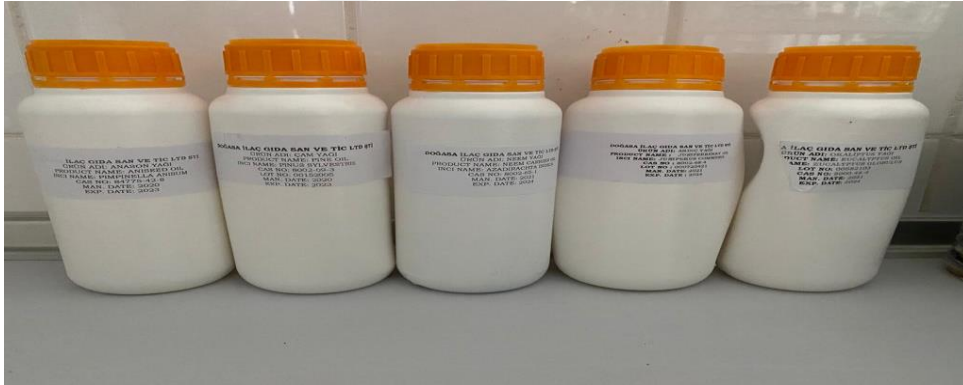
3.1. Materyal

3.1.1. Fungus Materyali

Çalışmada kullanılan bitki patojeni fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Forc) Aşağıkocayatak köyü seralarından toplanan hastalıklı hıyar bitkilerinden elde edilmiştir. Gün içerisinde toplanan bitkiler Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji laboratuvarına getirilmiştir. Bu bitkilerin hastalıklı kök ve kökboğazı kısımlarından parçalar alınarak fungus izole edilmiştir. Fungus kültürü, 20 ml potato dextrose agar (PDA) içeren 90 mm olan petri kaplarında 24 ± 2 °C’ de 7 gün geliştirilmiştir. Sonrasında da çalışmada kullanılmıştır.

3.1.2. Bitki materyalleri

Anason (*Pimpinella anisum*), ardıç (*Juniperus communis*), çam (*Pinus pinea*), okaliptüs (*Eucalyptus obliqua*) ve neem (*Azadirachta indica*) bitkilerinden elde edilmiş uçucu yağlar Doğasa şirketinden temin edilmiştir. Aynısefa (*Calendula officinalis*), devediken (*Silybum marianum*), karahindiba (*Taraxacum officinale*), reishi (*Ganoderma lucidum*), tarla at kuyruğu (*Equisetum arvense*) bitkilerinden elde edilmiş ekstraktlar Talya şirketinden temin edilmiştir.



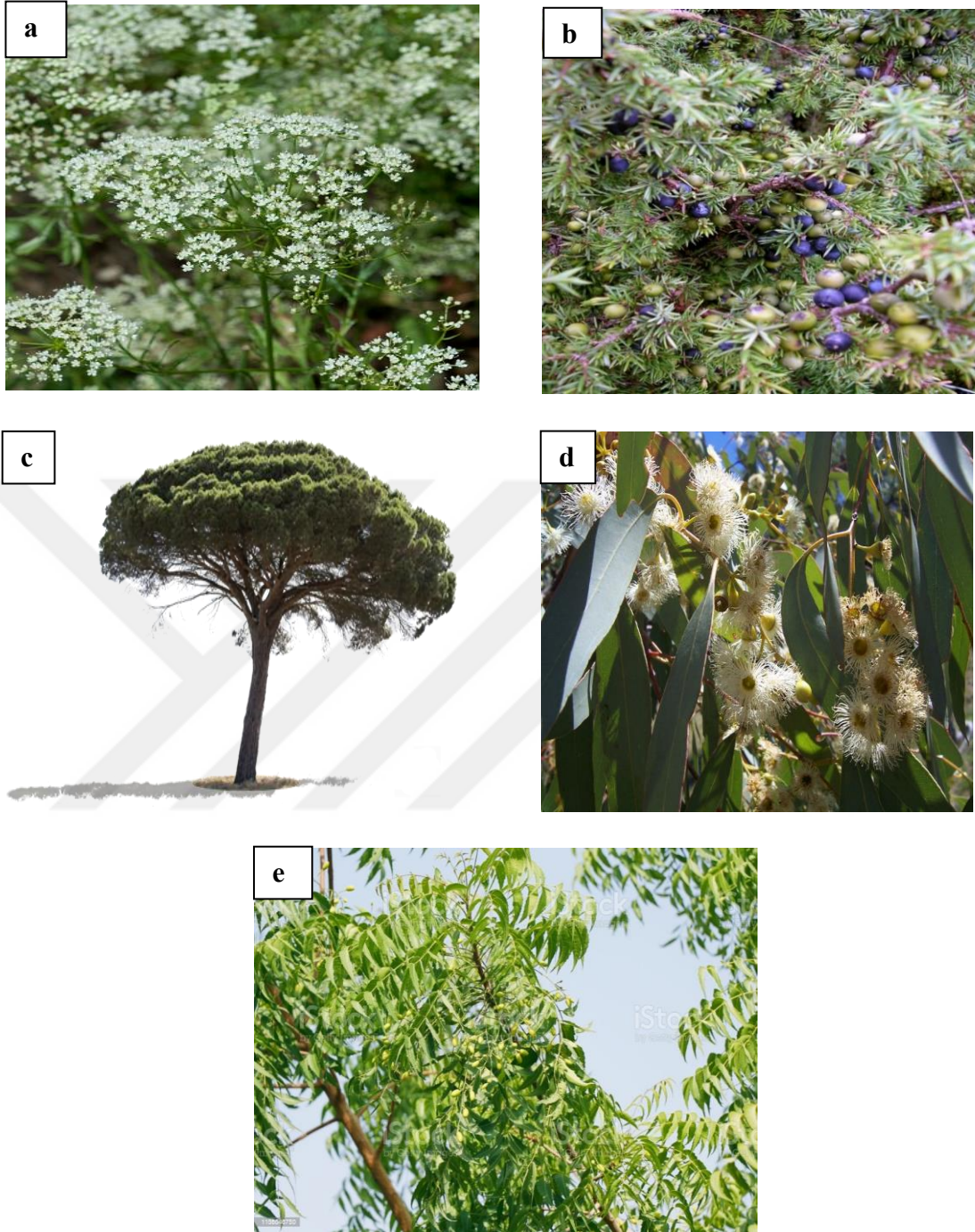
Şekil 3.1. Çalışmada *Forc*’a karşı denenilen uçucu yağlar



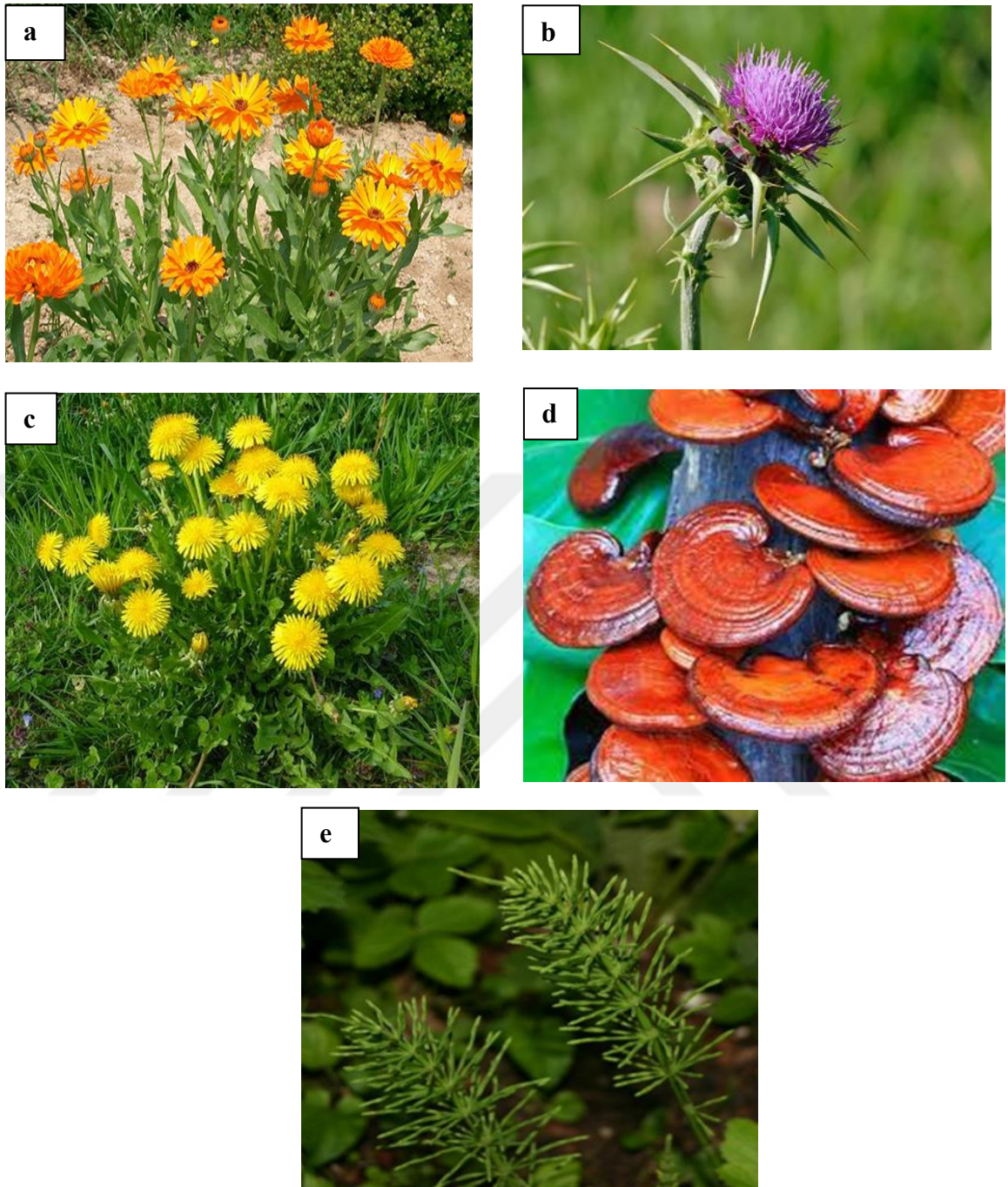
Şekil 3.2. Çalışmada *Forc*’a karşı denenilen bitki ekstraktları

Çizelge 3.1. Denemede uçucu yağları ve ekstraktları kullanılan bitkilerin bilimsel, familya adı, yöresel ismi

Bilimsel ismi	Familya adı	Türkçe adı	Ekstrakt/Yağ
<i>Eucalyptus obliqua</i>	Myrtaceae	Okaliptus	Yağ
<i>Pinus pinea</i>	Pinaceae	Çam	Yağ
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Neem	Yağ
<i>Pimpinella anisum</i>	Apiaceae	Anason	Yağ
<i>Juniperus communis</i>	Cupressaceae	Ardıç	Yağ
<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae	Devedikeni	Ekstrakt
<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae	Tarla at kuyruğu	Ekstrakt
<i>Ganoderma lucidum</i>	Ganodermataceae	Reishi mantarı	Ekstrakt
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	Karahindiba	Ekstrakt
<i>Calendula officinalis</i>	Asteraceae	Aynısefa	Ekstrakt



Şekil 3.3. Çalışmalarda uçucu yağları kullanılan tıbbi bitkilerin (a) Anason; (b) Ardiç; (c) Çam; (d) Okaliptus; (e) Neem (tespih ağacı) doğal ortamlardaki görüntüleri

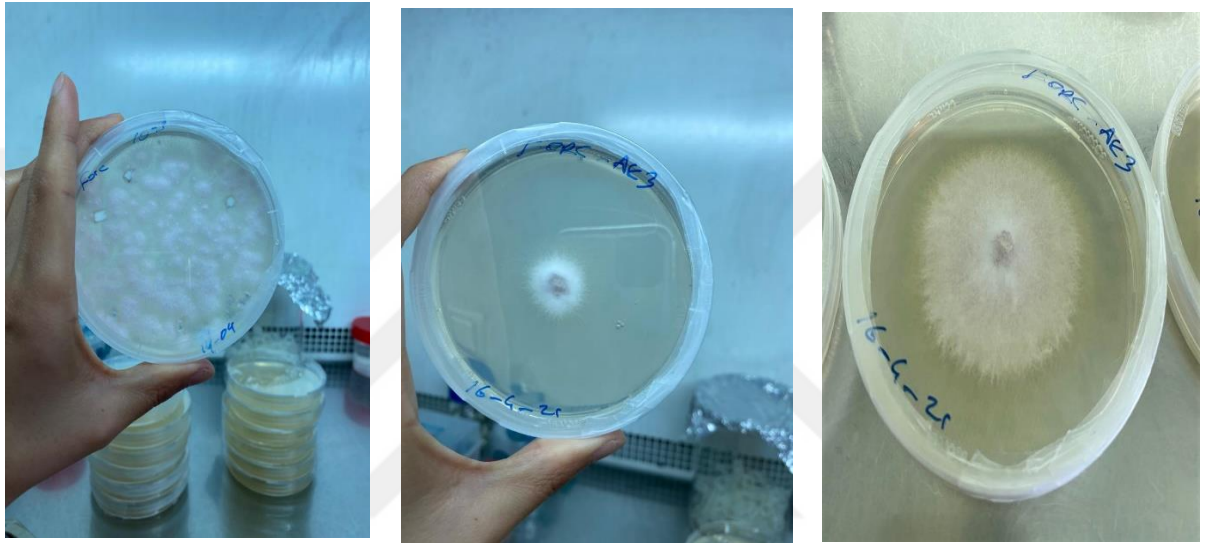


Şekil 3.4. Çalışmalarda ekstraktları kullanılan tıbbi bitkilerin (a) Aynısefa; (b) Devediken; (c) Karahindiba; (d) Reishi mantarı; (e) Tarla at kuyruğu doğal ortamlardaki görüntüleri

3.2. Metot

3.2.1. Hastalık Etmeni Fungusun İzolasyonu ve Muhafazası

Hastalıklı bitkilerin kök ve kökboğazında ve alt gövdeleri üzerinde oluşan fungusun somonumsu portakal renkli misel ve sporodokyumları üzerindeki makrokonidiler bir iğne yardımı ile doğrudan alınıp steril su içine yerleştirilmiştir. Steril su içindeki sporların seri seyreltileri yapılmış tek spor saf kültürler elde edilmiştir. Elde edilen saf kültürler PDA üzerine ekilmiştir. 25 °C’da 5-7 günlük bir inkübasyon süresi geçtikten sonra gelişen tek spor fungus kültürleri yeni ortamlara aktarılmıştır. Saf kültürler 4 °C’da PDA içeren petri ve eğik agar tüplerinde muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.5. Seralardan alınan hastalıklı bitkiden izole edilen fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicle-cucumerinum*

3.2.2 Bitki Uçucu Yağ ve Ekstraktlarının *In Vitro* Koşullarda *Forc*’ un Misel Gelişimini Engelleme Etkinliklerinin Belirlenmesi

Forc’un misel gelişimini engelleme etkilerinin belirlenmesi çalışmasında uçucu yağlar ve ekstraktlar 50, 100, 200, ve 300 ml/100 litre su veya dekara olacak şekilde 4 farklı dozda kullanılmışlardır. Bu dozlar bitki koruma ürünlerinin uygulama dozlarına bakarak belirlenmiştir. Önceden hazırlanmış PDA ortamına (45 °C) ortam katılmasından önce uçucu yağlar ve ekstraktlar ilave edilip karıştırılarak her bir petride 20 ml olacak şekilde kaplara dökülmüştür. Belirtilen dozları elde etmek amacıyla, yağlardan ve ekstraktlardan uygun miktarlar pipet yardımıyla alınmıştır. Deneme 9 cm çapındaki petrilerde dört tekerrürlü olarak yapılmıştır. Ortam katıldıktan sonra 10 mm çapında olan mantar delici ile *Forc* kültüründen alınan parçalar, petri kabının tam orta kısmına yerleştirilmiştir. Petri kabının etrafı parafilm ile kapatılarak 25±2 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol petrilere herhangi bir uçucu yağ ve ekstrakt uygulaması yapılmamış sadece *Forc* uygulaması yapılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü ve 2 tekrarlı şekilde yapılmıştır. Fungusun misel gelişimi petrilere kapladığında her bir yağ ve ekstrakt uygulamasındaki kolonilerin çapları uçucu yağların ve ekstraktların etkinliğini belirlemek için ölçülmüştür.

Her bir uçucu yağın ve ekstraktın farklı dozlardaki *Forc*'un misel gelişimini engelleme oranları yüzde olarak aşağıda belirtilen Abbott formülüne göre belirlenmiştir (Soylu vd. 2006)

$$\text{Engelleme (\%)} = [(FGK-FGU)] / FGK \times 100$$

FGK = Kontrol petrilerindeki fungal gelişim (mm)

FGU = Uygulama yapılmış petrilerdeki fungal gelişim çapı (mm)



Şekil 3.6. *In vitro* ortamında *Forc*'a karşı uçucu yağlar ve ekstraktların denenmesi

3.2.3. Bitki Uçucu Yağ ve Ekstraktlarının *Forc*'a Etkinliklerinin *In Vivo* Koşullarda Belirlenmesi

In vitro çalışmalar sonucunda *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerium*'a karşı yüksek düzeyde etki gösteren uçucu yağlar ve ekstraktlar ve bunların etkili dozları *in vivo* denemelerde de kullanılmıştır. İklim odası koşullarında yapılan saksı denemelerinde *Forc*'a karşı hassas olan "PTK-40" hıyar çeşidi kullanılmıştır. Denemede kullanılan hıyar fideleri alanında uzun yıllardır Antalya'da bulunan ve fide üretimi yapan Bereket Fide firmasından temin edilmiştir. *In vivo* çalışmalar, sera koşullarında yetiştirilen hıyar fidelerine *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*'un inokulasyonu ve bitki uçucu yağlarının ve bitki ekstraktının uygulanması şeklinde gerçekleşmiştir. Her bir uygulama için 4 saksı kullanılmıştır. Hıyar fidelerine fungusun inokulasyonu fidelerin şaşırtılmasından 7 gün sonra yapılmıştır. PDA besi ortamında geliştirilen *Forc* izolatlarının üzerine bir miktar steril su eklenip ve cam steril bir çubukla ile koloni yüzeyi kazınarak sporlar toplanmıştır. *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*'un fidelere bulaştırılması için; fidelerin kök boğazı bölgesinden 1-2 cm açılıp, kök bölgesine daha önce hazırlanmış fungus inokulumu her bir saksıya 50 ml (yaklaşık 6×10^6 - 3×10^7 konidi/ml) olacak şekilde uygulanmıştır (Newton ve Sequeire, 1972). Uçucu yağ ve ekstrakt uygulaması yapılmayan negatif kontrol saksılarına ise sadece steril saf su verilmiştir. Pozitif kontrol saksılarına ise sadece *Forc* uygulaması yapılmıştır.

Bu alışmalar Akdeniz Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'ne ait otomatik sıcaklık ve nem kontrollü iklim odalarında gerçekleştirilmiştir. Yarı torf yarı toprak karışımı içeren topraklara önce *Forc* ilave edilmiştir. Yaklaşık 4 saat sonra saksılara uçucu yağ ve ekstraktlar 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekara olacak şekilde 3 farklı dozda ilave edilmiştir. Müteakiben 15 günlük hıyar fideleri her saksıya bir tane olacak şekilde dikilmiştir. Daha sonra fideler 20-22  C sıcaklık ve %70-80 nem koşullarında 4-5 hafta gelişmeye bırakılmıştır. Her doz 4 tekerrürlü olacak şekilde uygulanmıştır. Toplamda 72 tane saksı kullanılmıştır.



şekil 3.7. *In vivo* koşullarda olan hıyar bitkilerinin görseli

Denemede hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde hıyar kök ve kökboğazı rklğnde Vakalounakis vd. (2005)'nin önermiş oldukları aşağıdaki 0-3 görsel skala kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Hıyar bitkilerinde *Forc* hastalık şiddeti için kullanılan 0-3 skalası

Belirtiler	Hastalık indeksi
Hastalık belirtisi yok	0
Kök uçlarında, ikincil köklerde ve kök boğazında hafif ya da orta şiddette rklk, gövdede, iletim demetlerinde renklenme	1
Solgunlukla birlikte ya da solgunluk olmadan kök uçlarında, ikincil köklerinde ve kök boğazında şiddetli rklk, bodurlaşma, gövdede, iletim demetlerinde renklenme	2
l bitkiler	3

3.2.4. Deneme deseni ve İstatistik Analizler

Tüm *in vitro* denemeleri her petri 1 tekerrür ve her doz 4 tekrardan oluşacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Deneme 2 farklı zamanda tekrar edilmiştir. *In vivo* denemeleri her bir saksı 1 tekerrür ve her doz 4 tekrardan oluşacak şekilde kurulmuştur.

Çalışmanın sonucunda elde edilmiş olan tüm verilerin SPSS istatistik programı (SPSS Inc., versiyon 18.0) kullanılarak tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılmış ve uygulamalar ve dozları arasındaki farklılıklar TUKEY Çoklu Karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) ile bulunmuştur.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.Bitki Uçucu Yağlarının *in vitro*'da *Forc*'un Misel Gelişimine Etkileri

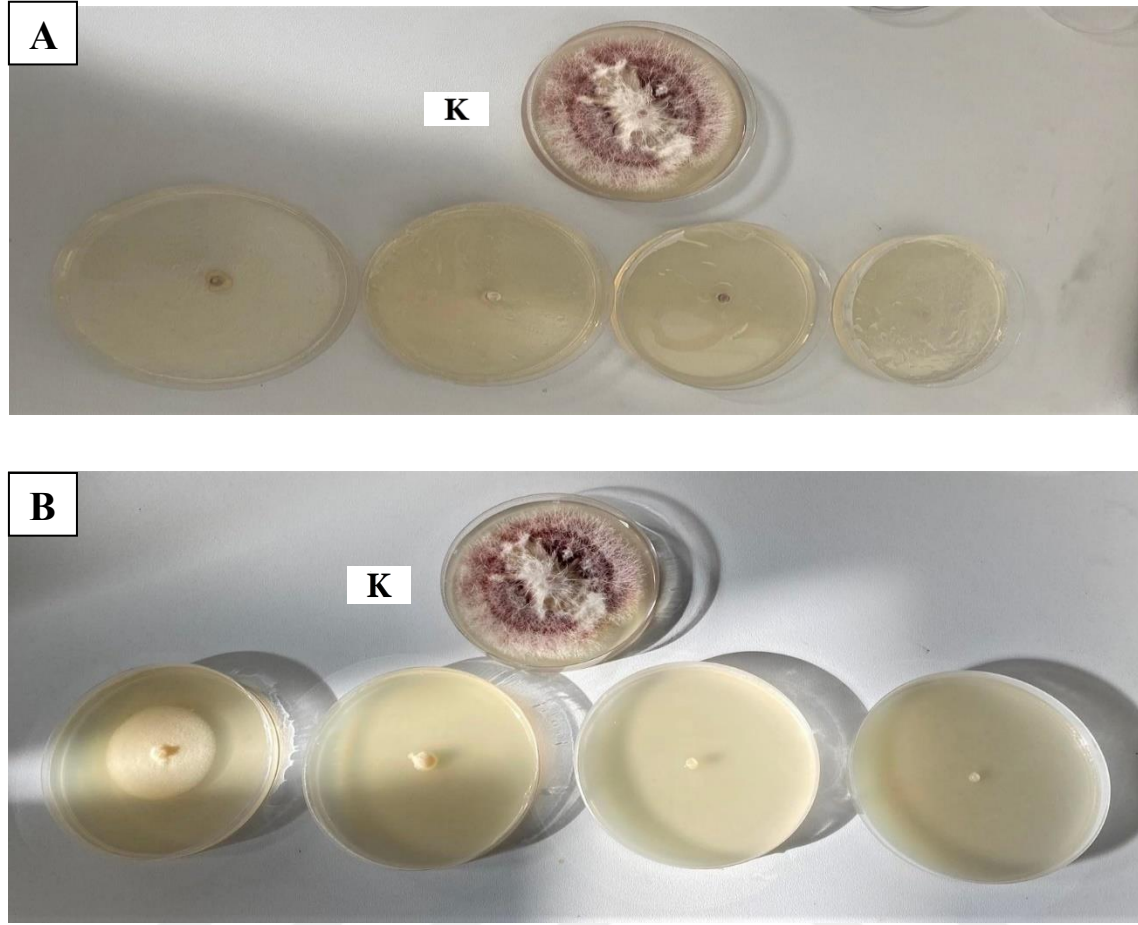
Bu çalışma kapsamında anason, ardıç, çam, okaliptus ve neem bitkilerinden elde edilen 5 farklı uçucu yağın 50, 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekara 4 farklı dozlarda *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*)'un misel gelişimini engelleme oranlarının belirlenmesi amacıyla yapılan *in vitro* petri kutusu denemelerinden 7 gün sonra elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1. de verilmiştir.

Denemelerde anason uygulanan tüm dozlarda *Forc*'un misel gelişimini %95'in üzerinde engelleyerek en etkili uç yağ olmuştur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1A). Yine çam uçucu yağı %60 etki gösterdiği 50 ml dozu dışında kullanılan diğer dozlarda %95 den fazla engelleme sağlamıştır (Çizelge 4.1 ve şekil 4.1B). Okaliptus yağı da fungusun misel gelişimini 50 ml dozda %45 oranında azaltırken 100, 200 ve 300 ml dozlarda sırasıyla %61, %77 ve %83 oranlarında engellemiştir. Ardıç yağı 200 ve 300 ml dozlarda sırasıyla %55 ve %69 oranında etkili bulunurken diğer dozlarda %35'in altında kalmıştır. Neem yağı ise tüm dozlarda %10 engelleme sağlayarak en etkisiz uçucu yağ olmuştur.

Bu tez çalışmasında olduğu gibi değişik bitkilerden elde edilen uçucu yağların birçok bitki patojeni fungusun misel gelişimini tamamen engellediği veya farklı oranlarda azalttığı ile ilgili benzer sonuçların alındığı çok sayıda araştırma mevcuttur. Duru vd. (2003) çalışmalarında *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium sambucinum*' a karşı *Pistacia vera*, *Pistacia terebinthus* yapraklarından elde edilen uçucu yağların *R. solani*'nin misel gelişimini engellediğini tespit etmişlerdir. Yine Sogan ve sarımsaktan elde edilen uçucu yağların farklı dozlarda (50, 100, 200, 300 ve 500 ml/l) *Aspergillus niger*, *Penicillium cyclopium*, *F. oxysporum*'a etkisinin araştırıldığı çalışmada bu bitkilerin uçucu yağlarının *F. oxysporum*'a karşı düşük dozlarda düşük etki gösterirken, *A. niger* ve *P. cyclopium*'a karşı iyi derecede etki gösterdiği belirlenmiştir (Benkeblia 2003). Chang vd. (2007) *In vitro* koşullarda *Calocedrus macrolepis* var. *formosana*'nın yapraklarından elde edilen bitki uçucu yağının ve bileşenlerinin 6 bitki patojeni fungusun (*R. solani*, *F. oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Pestalotiopsis funerea*, *Ganoderma australe*, *F. solani*) misel gelişimini büyük ölçüde engellediğini belirlemişlerdir. Benzer şekilde El-Mougy vd. (2007) yılında yaptıkları çalışmada, geranium, gül, limon ve nane bitki uçucu yağlarının fasulyede *R. solani* ve *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye karşı antifungal etkinliklerini *in vitro* koşullarda tespit etmişlerdir. Bu çalışmalarda geranium, gül ve limon yağlarının %4 ve nane yağının %2-4 konsantrasyonlarının, fungisidal aktiviteye sahip olduklarını belirlemişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada anason ve çam yağının %0,1 (100 ml), %0,2 (200 ml) ve %0,3 (200 ml) gibi hemen 10 katı daha düşük dozlarda *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*'nin %100 antifungal etki sağlamıştır. Salamcı vd. (2007) *In vitro* koşullarda, *T. aucheranum*'un uçucu yağının 15 *Fusarium* türünün misel gelişimini %35-85 ve *T. chiliophyllum*'un yağı ise %40-85 arasında engellediğini belirlemişlerdir. Sharma ve Tripathi'nin 2007 yılında yaptıkları çalışmada, *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* ile inokule edilen, *Sansevieria trifasciata* yumrularına *Hyptis suaveolens*'in uçucu yağının *In vitro* koşullarda 0.4 µl cm-3 konsantrasyonda konidi çimlenmesini 0.4 µl cm-3 konsantrasyonda ise misel gelişimini tamamen engellediğini tespit etmişlerdir.

Bajpai vd. (2009)'nin yaptıkları çalışmada, *Nandina domestica* uçucu yağının *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *S. sclerotium*, *B. cinerea* ve *R. solani*'ye karşı 1000 ppm' de yüksek düzeyde etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu fungusların gelişimine karşı etki gösteren uçucu yağın engelleme oranının %53,3-64,3 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu uçucu yağın minimum engelleme konsantrasyonunun (MIC) 125-1000 µg/ml arasında olduğu tespit edilmiştir. Bajpai ve Kang (2010) yaptıkları çalışmada *Metasequoia glyptostroboides* uçucu yağının *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *S. sclerotiorum*, *B. cinerea* ve *R. solani*'nin misel gelişimini 1.000 µg /disc-1 konsantrasyonda %41,3-66,3 oranında engellediğini belirlemişlerdir. Erdoğan vd. (2014)'nin *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium* spp.'e karşı nane, kekik ve lavanta uçucu yağlarını 1, 2, 3, 5 ve 10 µl/ml dozlarda denediği çalışmada kekik uçucu yağının tüm dozlarda patojenlerin misel gelişimini tamamiyle engellediği tespit edilmiştir.

Bu tezde çalışılan hıyar kök ve kökboğazı çürüklüğü etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*)'a karşı bitkilerden elde edilen uçucu yağların etkileri konusunda daha önce yapılan birkaç çalışma bulunmaktadır. İncekara (2011), *Origanum onites* L., *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Laurus nobilis* ve *Myrtus communis* uçucu yağların *Forc*'a karşı etkinliklerini laboratuvar çalışmalarında denemiş ve ak kekik yağı dışındakilerin *Forc*'a karşı daha düşük antifungal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar 4 µg/ml'de ak kekik yağının *Forc*'un gelişimini tamamen engellediğini belirlemişlerdir. Yine Nosrati vd. (2011) çalışmalarında, nane uçucu yağının 5 µl'sinin *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*)'un misel büyümesini önemli ölçüde azalttığını ve fungusun biyolojik mücadelesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan bu tez çalışmasında *Forc*'a karşı etkinliği ilk kez test edilen anason ve çam yağları fungusun misel gelişini 200 ve 300 ml/100 lt su veya dekara dozlarda tamamen önlemiştir. Bu yağlar 100 ml dozda dahi %70'e yakın engelleme sağlamışlardır. Bu sonuçlar anason ve çam uçucu yağlarının hıyarların ciddi hastalıklarından olan kök ve kökboğazı çürüklüğünü etmeni fungusun (*Forc*) mücadelesinde kullanılabilecek bir seçenek olduğunu göstermektedir. Yine çalışma sonuçları 200-300 ml dozlarda %50'nin üzerinde etkinlik gösteren ardıç ve ökalıptus uçucu yağlarında dozları artırıldığı zaman *Forc*'un kontrolünde etkili olabileceğine işaret etmektedir. Bu çalışmada kullanılan uçucu yağ dozları bitkilerde *Fusarium*'ların sebep olduğu dahil fungal kök çürüklüklerini kontrol etmede kullanılan fungisitlerin dozlarına benzer olarak kullanılmıştır. Bu sebeple tez çalışmamızda anason ve çam uçucu yağları *in vitro* koşullarda fungisitler kadar etkili ve engelleyici bulunmuşlardır.



Şekil 4.1. Uçucu yağlardan *Forc*'un misel gelişimini *in vitro*'da engelleme etkileri. (A) Anason yağının *Forc*'a karşı etkisi; soldan sırasıyla 50, 100, 200, 300 ml dozları (B) Çam yağının *Forc*' a karşı etkisi; soldan 50, 100, 200, 300 ml dozları. K, sadece fungus miseli içeren herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol

Çizelge 4.1. Uçucu yağların *in vitro* koşullarda *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*)'un misel gelişimini engelleme oranları (%)

Uçucu yağlar/Dozlar ¹	50 ml	100 ml	200 ml	300 ml
Anason	95,6±0,0Ac	97,8±0,0Ab	99,8±0,0Aa	99,8±0,0Aa
Ardıç	23,3±0,6Db	33,3±0,0Dc	56,7±0,6Cb	68,9±0,0Ca
Çam	60,0±0,0Bc	95,6±0,0Bb	99,8±0,0Aa	99,8±0,0Aa
Okaliptus	43,3±0,6Cd	61,1±0,6Cc	76,7±0,6Bb	83,3±0,6Ba
Neem	3,1±0,5Eb	3,1±0,5Eb	10±0,6Da	10±0,6Da
Kontrol ²	0,0±0,0Fa	0,0±0,0Fa	0,0±0,0Fa	0,0±0,0Fa

¹ 100 litre su veya dekara uygulanan miktarları göstermektedir.

² Hiçbir uygulama yapılmamış sadece fungus (*Forc*) miseli içeren kontrolü belirtmektedir.

Aynı büyük harfin izlediği bir sütundaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P<0.05$; Tukey testi).

Aynı küçük harfin izlediği bir satırdaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P<0.05$; Tukey testi).

4.2. Bitki Ekstraktlarının *in vitro*'da *Forc*'un Misel Gelişimini Etkileri

Bu çalışmada aynısefa, devedikeni, karahindiba, tarla at kuyruğu bitkileri ve reishi mantarından elde edilen 5 farklı ekstraktın 50, 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekara 4 farklı dozlarının *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*'un misel gelişimi üzerine engelleme etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan petri kutusu denemelerinden 7 gün sonra elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2. de verilmiştir.

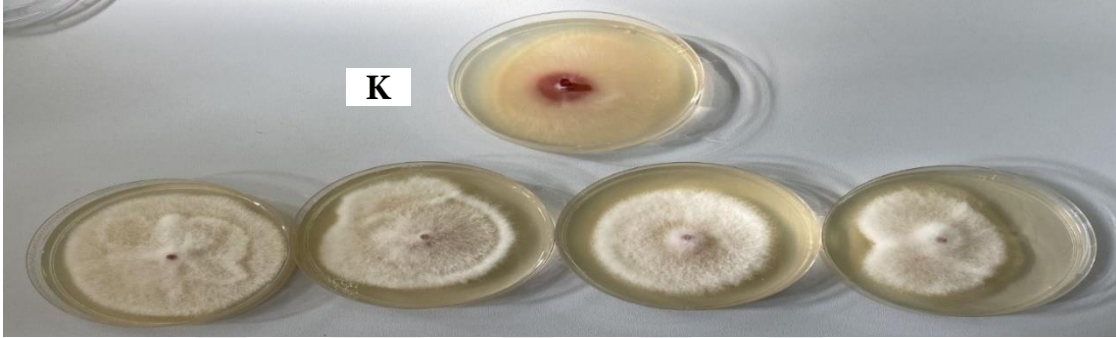
Çalışma sonuçları *Forc*'a karşı kullanılan tüm ekstraktların *Forc* misel gelişimi üzerine çok etkil olmadıkları ve %50 oranın oldukça altında engelledikleri tespit edilmiştir. Aynısefa bitki ekstraktı 200 ve 300 ml dozlarda sırasıyla %36 ve %42 oranında engelleme sağlayarak en etkili ekstrakt olmuştur (Şekil 4.2). Devedikeni bitki ekstraktı aynı dozlarda sırası ile %30 ve %35 etkili bulunmuştur. Reishi mantar ekstraktı bu dozlarda %30 civarında engelleme sağlarken at kuyruğu otu %25 civarında kalmıştır. Karahindiba bitki ekstraktının *Forc*'a etkisi %10'larda kalmıştır.

Değişik bitki ekstraktlarının farklı bitki patojeni funguslara etkisi konusunda yapılan birçok çalışmada da bu tez çalışmasındakine benzer sonuçlar alınmıştır. Kordali vd. (2003) *Phythium ultimum*, *Rhizoctania solani* ve *Fusarium sambucinum* hastalık etmenleri üzerine farklı *Pistacia* türlerinin (*Pistacia vera*, *Pistacia terebinthus* ve *Pistacia lentiscus*) yapraklarından elde edilmiş olan saf ekstraktların antifungal etkilerini araştırdıkları çalışmada, ekstraktların *F. sambucinum* üzerine herhangi bir engelleyici özelliği olmadığı ama *P. ultimum* ve *R. solani* üzerine etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Yine Bajpai vd. (2009) *Nandina domestica* bitkisi yaprak ekstraktlarının *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *Sclerotinia sclerotium*, *B. cinerea* ve *R. solani*' ye karşı 1500 ppm' de %33-56 arasında misel gelişimini engellediğini belirlenmişlerdir. Bajpai ve Kang (2010) yaptıkları çalışmada *Metasequoia glyptostroboides* yaprak ekstraktlarının 1.500 µg /disc-1 konsantrasyonda 7 farklı fungusun (*F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum capsici*, *S. sclerotiorum*, *B. cinerea* ve *R. solani*) misel gelişimini %13,4-54,4 oranında engellediğini tespit etmişlerdir. Bu tez çalışmasında da aynı sefa ve deve dikenini bitki ekstraktlarının *Forc*'un misel gelişimini benzer oranlarda engellediği tespit edilmiştir.

Genel olarak bu çalışmada kullanılan bitki ekstraktları *Forc*'un misel gelişimini yeterince engelleyememiştir. Bitki ekstraktlarının *in vitro*'da dahi *Fusarium* tür ve alt türlerine pek fazla etkili olmadığı yukardaki ve diğer çalışmalardan anlaşılmaktadır. Örneğin Ahmad ve Fatima (2008) *Isatis tinctoria* bitkisinin saf ekstraktlarının *Fusarium solani* f. sp. *lycopersici*'nin misel gelişimini %10 oranında engellediğini belirlemiştir. Sarpeleh vd. (2009) yaptıkları çalışmada *Peganum harmala* L. bitki ekstraktlarının *V. dahliae* misel gelişimini yüksek düzeyde engellediğini ama *F. oxysporum* f. sp. *melonis*'in misel gelişimine çok etkili olmadığını göstermişlerdir. Erdoğan vd. (2014) çalışmalarında *Fusarium* spp. türlerine karşı nane, kekik ve lavanta ekstraktlarının %0,5,

%1, %2, %4, %8 konsantrasyonlarda bu bitkilerin uçucu yağlarına göre daha düşük düzeyde engelleme sağladığını bildirmişlerdir.

Bitki ekstraktlarının hıyar kök çürüklüğü etmeni *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerium*'un misel gelişimi üzerine etkileri üzerine daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında ilk defa bu hastalık etmenine karşı 5 farklı bitki ekstraktı denenmiştir. Elde edilen sonuçlar bu ekstraktların *Forc*'un misel gelişimini biyolojik mücadelede kullanılma potansiyellerinin yok denecek kadar az olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.2. Aynisefa bitki ekstraktının *Forc*'un misel gelişimi üzerine engelleme etkisi. Ekstraktın 50, 100, 200, 300 ml dozları soldan sağa olacak şekildedir. K sadece fungus miseli içeren herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol

Çizelge 4.2. *Forc*'un misel gelişimi üzerine ekstraktlarının engelleme etkileri

Ekstraktlar/Dozlar ¹	50 ml	100 ml	200 ml	300 ml
At kuyruğu otu	32,2±0,6Aa	26,7±0,0Cb	26,7±0,0Db	24,4±0,0Dc
Aynisefa	27,7±0,6Bd	33,3±0,0Bc	35,6±0,0Bb	42,2±0,0Ba
Devedikeni	27,7±0,0Ad	29,0±0,0Ac	30,0±0,6Ab	35,6±0,6Aa
Karahindiba	8,9±0,0Da	8,9±0,0Da	8,9±0,0Da	8,9±0,0Da
Reishi	15,6±0,0Cc	24,4±0,0Db	31,1±0,0Ca	31,1±0,0Ca
Kontrol ²	0,0±0,0Ea	0,0±0,0Ea	0,0±0,0Ea	0,0±0,0Ea

¹ 100 litre su veya dekara uygulanan miktarları göstermektedir.

² Hiçbir uygulama yapılmamış sadece fungus (*Forc*) miseli içeren kontrolü belirtmektedir.

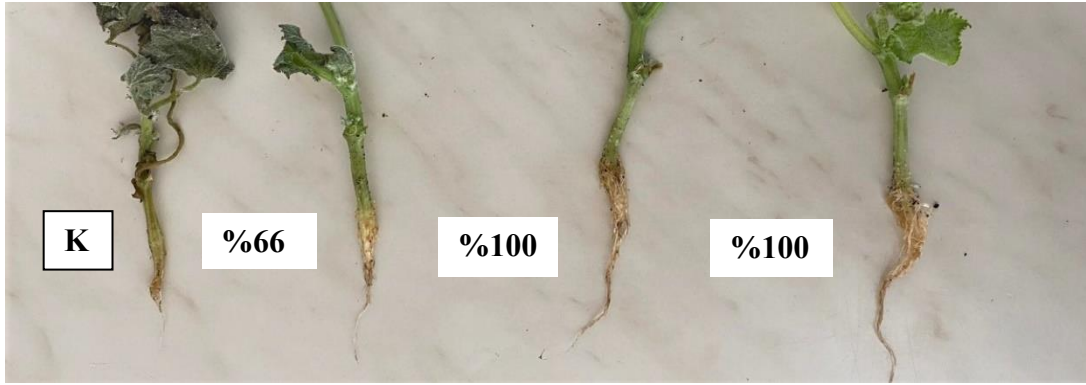
Aynı büyük harfin izlediği bir sütundaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır (P<0.05; Tukey testi).

Aynı küçük harfin izlediği bir satırdaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır (P<0.05; Tukey testi).

4.3. Bitki Uçucu Yağlarının *In Vivo* Koşullarda *Forc*'a Etkinlikleri

In vitro çalışmaları sonucuna göre *Forc*'un misel gelişimini engelleme oranları yüksek bulunan anason, ardiç, çam ve okaliptüs uçucu yağları 100, 200, 300 ml dozlarda hıyar bitkilerinde *Fusarium* kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığını önlemedeki etkilerini belirlemek için *in vivo* koşullarda denenmiştir. Saksı denemesi şeklinde gerçekleştirilen bu çalışmada fungus ile inokule edilen toprağa, uçucu yağ uygulandıktan 4 hafta sonra bitkilerde hastalık değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen etkinlik oranları (%) Çizelge 4.3'de verilmiştir. Denemelerde anason ve çam uçucu yağları 200 ve 300 ml dozlarda *Forc*'a %100 etkili olmuş ve hıyarlarda herhangi bir hastalık gelişimi görülmemiştir. Anason ve çam yağları 100 ml dozlarda da %65'in üzerinde hastalığı engellemişlerdir (Şekil 4.2 ve 4.3). Ardiç ve okaliptus yağları ise 200 ve 300 ml dozlarda %35'in altında etkili olmuşlardır.

Bitki uçucu yağlarının bitki hastalıkları üzerine etkisini araştıran *in vivo*'da yapılan az sayıda çalışmada da bu çalışmada kullanılanlardan farklı yağlarda benzer sonuçlar alınmıştır. El-Mougy vd. (2007) *in vivo* çalışmalarında, geranium, gül, limon ve nane bitki uçucu yağlarının fasulyede *R. solani* ve *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*' ye etkinliklerini tohum ve toprak uygulamalarında belirlemişlerdir. Bitki uçucu yağlarının %1'lik dozlarında çıkış öncesi dönemdeyken *R. solani*'ye karşı %75-87,5 ve *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye karşı ise %66,7-83,3 oranında engelleme gösterdikleri tespit edilmiştir. Çıkış sonrasındaki dönemlerde ise aynı konsantrasyondaki yağlar, *R. solani*' ye karşı %70,1-85,2 ve *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*'ye ise %62,4-85,6 oranında etki göstermiştir. Diğer bir çalışmada da Hashem vd. (2010) kimyon kök çürüklüğü hastalığını azaltmak için fungusitlerin yerine, kimyon, fesleğen ve sardunya bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *in vivo* koşullarda antifungal etkinliğini araştırmışlardır. Kimyon uçucu yağı, *Fusarium dimerum*' a karşı %94,6, fesleğen uçucu yağı *Fusarium solani*' ye karşı %95,9, sardunya uçucu yağı *Fusarium lateritium* karşı %92,5 etkili bulunmuştur. Bu tez çalışmasında da anason ve çam yağının 200 ve üzeri dozlarda hıyarlarda kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *Forc*'a karşı %100'e varan oranlarda oldukça etkili olduğu daha düşük oranlara ise hastalığı %70'e yakın önlediği tespit edilmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar bizim tez çalışmamızdan aldığımız veriler gibi uçucu yağların fungusların sebep olduğu kök ve kök boğazı çürüklüklerini engellemede *in vivo* koşullarda da etkili olabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.3. Anason uçucu yağının *Forc*'a karşı *in vivo*'da gösterdiği etki oranı (%). Soldan sağa anason uçucu yağının dozları 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekadır. K yağ uygulanmamış sadece *Forc* ile enfekteli kontrol hıyar bitkisini göstermektedir



Şekil 4.4. Çam uçucu yağının *Forc*'a karşı *in vivo*'da gösterdiği etki oranı (%). Soldan sağa çam uçucu yağının dozları 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekadır. K yağ uygulanmamış sadece *Forc* ile enfekteli kontrol hıyar bitkisini göstermektedir

Çizelge 4.3. Bitki uçucu yağlarının iklim odası *in vivo* koşullarda *Forc*'a etkinlikleri (%)

Uçucu yağlar/Dozlar	100 ml	200 ml	300 ml
Anason	66,7±0,0Ab	100,0±0,0Aa	100,0±0,0Aa
Ardıç	0,0±0,0Bb	33,3±0,0Ba	33,3±0,0Ba
Çam	66,7±0,0Ab	100,0±0,0Aa	100,0±0,0Aa
Okaliptus	0,0±0,0Bb	33,3±0,0Ba	33,3±0,0Ba
Kontrol	0,0±0,0Ca	0,0±0,0Ca	0,0±0,0Ca

Aynı büyük harfin izlediği bir sütundaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P<0.05$; Tukey testi).

Aynı küçük harfin izlediği bir satırdaki ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($P<0.05$; Tukey testi).

4.4. Bitki Ekstraktının *In Vivo* Koşullarda *Forc*'a Karşı Etkinliği

In vitro çalışmaları sonucunda ekstraktlar içinde *Forc*'un misel gelişimini engellemede en etkin bulunan aynısefa ekstraktının *in vivo* 100, 200, 300 ml dozları *in vivo* koşullarda hıyar bitkilerindeki hastalık çıkışı üzerine olan etkinliği belirlenmiştir. Denemelerde aynısefa ekstraktı *Forc*'a karşı *in vivo* koşullarında uygulanan hiçbir dozda etki gösterememiştir. Aynısefa ekstraktı uygulanan tüm bitkiler ölmüştür. Ekstraktlardan sadece aynısefa bitkisi ekstraktı denenmiş ve 3 dozda da engelleme oranı 0 bulunduğundan istatistik analiz yapılamamıştır.

Bu çalışmada *Forc*'a karşı *in vitro*'da denen 5 farklı bitki ekstraktından sadece aynısefa ekstraktı en yüksek dozda %50'nin altında etkili olmasına rağmen *in vivo* koşullarda da denenmiş ama etkil bulunmamıştır. Benzer şekilde bitki ekstraktlarının bitki patojeni funguslara etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada çok fazla sayıda bitki ekstraktı denenmesine rağmen çok azı etkili bulunmuştur. Örneğin Bayhan (2019) *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a (*Foc*) karşı 9 farklı bitki türünden (*Rosmarinus officinalis*, *Peganum harmala*, *Aesculus hippocastanum*, *Prunus mahaleb*, *Santalum album*, *Chelidonium majus*, *Tragopogon pratensis*, *Isatis tinctoria*, *Pistacia terebinthus*) elde edilen ekstraktları denediği *in vivo* çalışmada sadece biberiye ve menengiç ekstraktlarının *Foc*'a karşı sırasıyla %79 ve %81 etkili olduğunu tespit etmiştir. Bu tez çalışması ve benzer diğer çalışmalar bazı bitki ekstraktlarının yüksek konsantrasyonlarda sera ve tarla koşullarında *Forc*'un da dahil olduğu kök ve kök boğazı çürüklük etmeni funguslara karşı etkili olacağını ve fungusitlerin yerine kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.5. Aynısefa bitki ekstraktının *Forc*'a karşı *in vivo*'da gösterdiği engelleme oranı (%). Soldan aynısefa yağının dozları 100, 200 ve 300 ml/100 litre su veya dekardır. K herhangi bir uygulama yapılmayan sadece *Forc* ile enfekteli kontrol bitkisini göstermektedir

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında hıyar bitkisinin en önemli hastalıklarından olan kök ve kökboğazı çürüklüğü etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (*Forc*)’a karşı, ardıç, anason, çam okaliptüs ve neem gibi tıbbi bitkilerden elde edilen bitki uçucu yağlarının ve aynisefa, devedikeni, karahindiba, reishi mantarı, tarla at kuyruğu bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktlarının antifungal etkinlikleri araştırılmıştır. Tez kapsamında uçucu yağ ve ekstraktların laboratuvar (*in vitro*) denemelerinde *Forc*’un misel gelişimine ve iklim odası saksı (*in vivo*) denemelerinde ise kök ve kökboğazı çürüklük hastalığına etkisi araştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre laboratuvar petri kutusu denemelerinde *Forc*’un misel gelişimini en çok engelleyen anason ve çam uçucu yağları olmuştur. Anason uygulanan 3 dozda (100, 200, 300 ml) da misel gelişimi %95’in üzerinde engelleyerek en etkili uçucu yağ bulunmuştur. Çam uçucu yağı ise 2 doz (200, 300) da anason ile aynı etkiyi göstermiştir. Okaliptus ve ardıç yağları da fungusun misel gelişimini benzer dozlarda %55-83 arasında yavaşlatmıştır. Çalışmada denenen tüm bitki ekstraktlarının *Forc*’un misel gelişimini %50’nin oldukça altında engelleyebildikleri belirlenmiştir. Aynisefa ve devedikeni ekstraktları sadece 200 ve 300 ml dozlarda %30-42 arasında engelleme sağlayabilmişlerdir. Saksı denemelerinde ise anason ve çam uçucu yağları 200 ve 300 ml dozlarda %100 oranında *Forc*’un hastalık gelişimi engellerken ardıç ve okaliptus yağları aynı dozlarda %35’den daha az etkili bulunmuşlardır. Aynisefa bitki ekstraktı saksı denemelerinde *Forc*’a karşı hiçbir etki göstermemiştir.

Bu tez çalışması sonuçları hıyar bitki üretimini tehdit eden en önemli toprak kökenli hastalık etmenlerinden olan *Forc*’a karşı özellikle anason ve ardıç bitkileri uçucu yağlarının fide döneminden başlayarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bu uçucu yağların hıyar bitkisinde kök çürüklüğü etmeni funguslara karşı kullanılan fungisitlerle benzer dozlarda etkili olması sera ve tarla koşullarında *Forc*’un zararını azaltmada alternatif mücadele ürünleri olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Yine çalışmada denenen hiçbir bitki ekstraktı *Forc*’a karşı etkili bulunmamıştır. Genel olarak bu çalışma uçucu yağların bitki ekstraktlarına göre hem laboratuvar hemde saksı koşullarında daha etkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bu hastalık etmeni fungusa karşı farklı bitki ekstraktlarının daha yüksek dozlarda denenmesi yeni ve etkili materyallerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu çalışmada etkili bulunan uçucu yağların uygun formülasyonlarının geliştirilip sera ve tarla koşullarında denenmesi ve kullanılması faydalı olacaktır.

Antalya bölgesinde bu çalışmada kullanılan bitki uçucu yağ ve ekstraktlarına benzer şekilde *Forc*’a etkili olabilecek diğer bitkilerden elde edilecek bu tip materyallerin elde edilip etkinliklerinin ve potansiyel kullanımlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada denenen uçucu yağların ve ekstraktların doğal dengeye zarar vermemesi nedeniyle pestisitlerin yerine kullanılabilecek potansiyeli oldukça yüksek olduğu unutulmamalıdır. Özellikle bu çalışmada etkili bulunan uçucu yağların organik bitki üretiminde kullanılma potansiyellerinin yüksektir. Etkili bulunan uçucu yağların *Forc*’un hıyar fidelerini erken gelişme dönemlerinde enfekte etmesini ve daha sonra kök ve kök boğazı çürüklüğünün gelişimini önleyeceğini söyleyebiliriz.

6. KAYNAKLAR

- Abou-Jawdah Y., Wardan, R., Sobh, H., & Salameh, A. 2004. Antifungal activities of extracts from selected Labanese wild plants against plant pathogenic fungi. *Phytopathologia Mediterranea*, 43(3): 377-386.
- Ahmad, I., & Fatima, I. 2008. Butyrylcholinesterase, lipoxygenase inhibiting and antifungal alkaloids from *Isatis tinctoria*. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 23(3): 313-316.
- Anitha R., & Kannan, P. 2006. Antifungal Activity of *Clerodendrum inerme* (L). and *Clerodendrum phlomidis* (L). *Turkish Journal Biology*, 30(3): 139-142.
- Anonim, 2019. TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr>
- Bajpai, V. K., Rahman, A., & Kang, S. C. 2007. Chemical composition and anti-fungal properties of the essential oil and crude extracts of *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. *Industrial Crops and Products*, 26(1): 28-35.
- Bajpai, V. K., Lee, T. J., & Kang, S. C. 2009. Chemical composition and in vitro control of agricultural plant pathogens by the essential oil and various extracts of *Nandina domestica* Thunb. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(1): 109-116.
- Bajpai, V. K., & Kang, S. C. 2010. Antifungal activity of leaf essential oil and extracts of *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(3), 327-336.
- Bayhan, Ş. 2019. *In vitro* ve *in vivo* koşullarda bazı bitki ekstraktlarının hıyarlarda sorun olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* patojenine karşı alternatif mücadele olanaklarının araştırılması. Yüksek lisans tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, 65 s.
- Benencia, F., & Courreges, M. C. 1999. Antiviral activity of sandalwood oil against herpes simplex viruses-1 and-2. *Phytomedicine*, 6(2): 119-123.
- Benkeblia, N. 2004. Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). *LWT-food science and technology*, 37(2): 263-268.
- Chamberlain, M. 1887. Les essences au point de vue de leurs proprietes antiseptiques. *Ann. Inst. Pasteur* 1, 153-164.
- Chang vd. 2008. Antifungal activity of essential oil and its constituents from *Calocedrus macrolepis* var. *formosana* Florin leaf against plant pathogenic fungi. *Bioresource technology*, 99(14): 6266-6270.
- Chutia, M., Bhuyan, P. D., Pathak, M. G., Sarma, T. C., & Boruah, P. (2009). Antifungal activity and chemical composition of *Citrus reticulata* Blanco essential oil against phytopathogens from North East India. *LWT-Food Science and Technology*, 42(3): 777-780.
- Cakir, A., Kordali, S., Kilic, H., & Kaya, E. 2005. Antifungal properties of essential oil and crude extracts of *Hypericum linarioides* Bosse. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33(3): 245-256.

- Çelikleş vd. 2007. Antimicrobial activities of metanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis* depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*, 100(2): 553-559.
- Çelikleş, M. 2010. Farklı bitki ekstraktlarının *Aspergillus parasiticus* gelişimine etkisinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Namıkkemal Üniversitesi, 30 s.
- Çoban, E. P., Biyik, H., Törün, B., & Yaman, F., 2017. Evaluation the antimicrobial effects of *Pistacia terebinthus* L. and *Papaver rhoeas* L. extracts against some pathogen microorganisms. *Indian J Pharm Education Research*, 51(3): 377-380.
- 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 michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop protection*, 22(1): 39-44.
- Dellavalle vd. 2011. Antifungal activity of medicinal plant extracts against phytopathogenic fungus *Alternaria* spp. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(2): 231.
- Demirkol, G. & Ertürk, Ö. 2019. Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 305-313.
- Ding, J., Shi, K., Zhou, Y. H., & Yu, J. Q. 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 vd. 2003. Accelerated degradation of metam-sodium and dazomet in soil: characterization and consequences for pathogen control. *Crop protection*, 22(4): 635-646.
- Duniway, J. M. 2002. Status of chemical alternatives to methyl bromide for pre-plant fumigation of soil. *Phytopathology*, 92(12): 1337-1343.
- Duru vd. 2003. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species. *Fitoterapia*, 74(1): 170-176.
- 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.
- Erdoğan, O., Çelil, A., Yıldız, Ş. ve Kökten, K. 2014. Pamukta fide kök çürüklüğü etmenlerine karşı bazı bitki ekstrakt ve uçucu yağlarının antifungal etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3).
- 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(10): 1111-1117.
- Heo vd. 2012. Antioxidant enzyme activity and antimicrobial activity of *Isatis tinctoria* extract. *Korean Journal of Plant Resources*, 25(5): 543-549.
- 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. *Journal of chemical ecology*, 34(9): 1213-1218.

- İncekara R. 2011. Hıyar kök ve kökboğazı çürüklüğü etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*'a karşı bitki uçucu yağlarının antifungal etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, 40 s.
- Karaca, G. & Kahveci, E. 2010. First Report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumbers in Turkey. *Plant Pathology*, 59(6): 1173-1174.
- Kaulizakis, M., 1997. National agricultural foundation, sub-tropical plant and olive trees. *Inset. China Lab. Pl. Pathol. Agrokipio China Crete Greece*, 4: 383-386.
- Khan, Y., & Nasreen, S. (2016). Phytochemical analysis and *in vitro* antifungal activity in leaves extract of *Santalum album* L., *Dalbergia sisso* Roxb. and *Madhuca indica* L. *Phytochemical Analysis*, 5(3).
- Kofujita vd. 2001. Antifungal activity of the bark of *Cryptomeria japonica* and its relevant components. *Journal of the Wood Research Society* (Japan).
- Kordali, S., Cakir, A., Zengin, H., & Duru, M. E. 2003. Antifungal activities of the leaves of three *Pistacia* species grown in Turkey. *Fitoterapia*, 74(1-2): 164-167.
- Kordali vd. 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(18): 8788–8795.
- Kotan vd. 2008. Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. Ex Benth. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36(5-6): 360- 368.
- Korukoglu vd. 2008. Chemical characterization and antifungal activity of *Origanum onites* L. essential oils and extracts. *Journal of Food Safety*, 29(1): 144–161.
- Kumar vd. 2007. Evaluation of some essential oils as botanical fungitoxicans for the protection of stored food commodities from fungal infestation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(9): 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 & emerging technologies*, 9(4): 575-580.
- Kurt, S., Baran, B., Sarı, N., & Yetisir, H. A. L. İ. T. 2002. Physiologic races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in the southeastern anatolia region of Turkey and varietal reactions to races of the pathogen. *Phytoparasitica*, 30(4): 395-402.
- Lee vd. 2007. Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against postharvest and soilborne plant pathogenic fungi. *The Plant Pathology Journal*, 23(2): 97-102.
- Lee, Y. S., Kim, J., Shin, S. C., Lee, S. G., & Park, I. K. 2008. Antifungal activity of *Myrtaceae* essential oils and their components against three phytopathogenic fungi. *Flavour and Fragrance Journal*, 23(1): 23-28.
- Lee, Y. S., Kim, J., Lee, S. G., Oh, E., Shin, S. C., & Park, I. 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(3): 138-143.

- Mandeel, Q., & 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.
- Mangena, T., & Muyima, N. Y. O. 1999. Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of *Artemisia afra*, *Pteronia incana* and *Rosmarinus officinalis* on selected bacteria and yeast strains. *Letters in applied microbiology*, 28(4): 291-296.
- Martin, F. N. 2003. Development of alternative strategies for management of soilborne pathogens currently controlled with methyl bromide. *Annual review of phytopathology*, 41(1): 325-350.
- Marwah, R. G., Fatope, M. O., Deadman, M. L., Ochei, J. E., & Al- Saidi, S. H. 2007. Antimicrobial activity and the major components of the essential oil of *Plectranthus cylindraceus*. *Journal of applied microbiology*, 103(4): 1220-1226.
- Matos, O. C., Baeta, J., Silva, M. J., & Ricardo, C. P. 1999. Sensitivity of *Fusarium* strains to *Chelidonium majus* L. extracts. *Journal of ethnopharmacology*, 66(2): 151-158.
- McGovern, R. J., Vavrina, C. S., Noling, J. W., Datnoff, L. A., & Yonce, H. D. 1998. Evaluation of application methods of metam sodium for management of *Fusarium* crown and root rot in tomato in southwest Florida. *Plant Disease*, 82(8): 919-923.
- Moreno vd. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain. *Plant Disease*, 85(11): 1206-1206.
- Nenaah, G. 2010. Antibacterial and antifungal activities of (beta)-carboline alkaloids of *Peganum harmala* (L) seeds and their combination effects. *Fitoterapia*, 81(7): 779-782.
- Nosrati vd. 2011. Antifungal activity of spearmint (*Mentha spicata* L.) essential oil on *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* the causal agent of stem and crown rot of greenhouse cucumber in Yazd, Iran. In *International Conference on Environmental and Agricultural Engineering*, Chengdu, China held on (pp. 52-56).
- Özcan, M. M., & Chalchat, J. C. 2008. Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. *International journal of food sciences and nutrition*, 59(7-8): 691-698.
- Parvu, M., Pârvu, A. E., Crăciun, C., Barbu- Tudoran, L., & Tămaş, M. 2008. Antifungal activities of *Chelidonium majus* extract on *Botrytis cinerea* in vitro and ultrastructural changes in its conidia. *Journal of Phytopathology*, 156(9): 550-552.
- Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U., & Juven, B. 1995. Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain. *Journal of food protection*, 58(1): 81-85.
- Punja, Z. K., & Parker, M. 2000. Development of *Fusarium* root and stem rot, a new disease on greenhouse cucumber in British Columbia, caused by *Fusarium*

- oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 22(4): 349-363.
- Roberts vd. 2005. Bio-control agents applied individually and in combination for supression of soilborne diseases of cucumber. *Crop Protection*, 24(2): 141-155.
- Rose, S., ve Punja, Z. K. 2004. Greenhouse cucumber cultivars differ in susceptibility to *Fusarium* root and stem rot. *HortTechnology*, 14(2): 240-242.
- Rotaru vd. 2018. TLC, GC-MS, HPLC analyses and testing the antibacterial effect of *Trapogon pratensis* and *Vaccinium myrtillus*. *Revista de chimie*, 69(8): 1939-1943.
- Salamci, E., Kordali, S., Kotan, R., Cakir, 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(9): 569-581.
- Santos, M., Diáñez, F., Del Valle, M. G., & Tello, J. C. 2008a. Grape marc compost: microbial studies and suppression of soil-borne mycosis in vegetable seedlings. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(8): 1493-1505.
- Santos, M., Diáñez, F., De Cara, M., & Tello, J. C. 2008b. Possibilities of the use of vinasses in the control of fungi phytopathogens. *Bioresource Technology*, 99(18): 9040-9043.
- Santoyo vd. 2005. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. *Journal of food protection*, 68(4): 790-795.
- Sarpeleh, A., Sharifi, K., & Sonbolkar, A. 2009. Evidence of antifungal activity of wild rue (*Peganum harmala* L.) on phytopathogenic fungi. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 116(5): 208-213.
- Seifert, K. 1994. Insecticidal and fungicidal compounds from *Isatis tinctoria*. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 49(1-2): 44-48.
- Sharma, N., & Tripathi, A. 2008. 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(2): 246-254.
- Singh, G., Maurya, S., Lampasona, M., & Catalan, A. N. C. 2006. Chemical composition, antifungal, antioxidant and sprout suppressant activities of coriander (*Coriandrum sativum*) essential oil and its oleoresin. *Flavour Fragrance Journal*, 21: 472-479.
- Soylu vd. 2005a. Antifungal activities of the essential oil on post-harvest disease agent *Penicillium digitatum*. *Pakistan J. Biol Sci*, 8(1): 25-29.
- Soylu vd. 2005b. Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Artemisia annua* L. against foliar and soil-borne fungal pathogens/Die chemische Zusammensetzung und antimikrobielle Aktivität das ätherischen Öls von *Artemisia annua* L. gegen blatt-und bodenbürtige pilzliche Krankheitserreger. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal of Plant Diseases and Protection*, 229-239.

- Soylu, E., Soylu, S., & Kurt, S. 2006. Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologia*, 161(2): 119-128.
- Soylu, S., Yigitbas, H., Soylu, E. M., & Kurt, Ş. 2007. Antifungal effects of essential oils from *oregano* and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of applied microbiology*, 103(4): 1021-1030.
- Tok, F. M., & Kurt, Ş. 2009. Akdeniz Bölgesi'nde örtüaltı hıyar yetiştirilen alanlardan *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*'un izolasyonu ve tanımlanması. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz, Van, 185 s.
- Tok, F. M., 2010. Kavun ve hıyar patojeni *Fusarium oxysporum* izolatlarının patojenisite, ırk, vejetatif uyum grubu ve AFLP teknikleriyle karakterizasyonu ve dağılımları. MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Hatay, 118 s.
- Tripathi, A., Sharma, N., & Sharma, V. 2009. *In vitro* efficacy of *Hyptis suaveolens* L. (Poit.) essential oil on growth and morphogenesis of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* (Massey) Snyder & Hansen. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(3): 503-512.
- Tzatzarakis, M. N., Tsatsakis, A. M., Charvalos, E., & Vakalounakis, D. 2001. Comparison of *in vitro* activities of amphotericin, clotrimazole, econazole, miconazole, and nystatin against *Fusarium oxysporum*. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 36(3): 331-340.
- Ullah vd. 2017. Antibacterial and antifungal activity of *Isatis tinctoria* L.(Brassicaceae) using the micro-plate method. *Pakistan Journal of Botany*, 49(5): 1949-1957.
- Vakalounakis, D. J., Wang, Z., Fragkiadakis, G. A., Skaracis, G. N., & Li, D. B. 2004. Characterization of *Fusarium oxysporum* isolates obtained from cucumber in China by pathogenicity, VCG, and RAPD. *Plant Disease*, 88(6): 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(3): 339-346.
- Wianowska, D., Garbaczewska, S., Cieniecka-Roslonkiewicz, A., Typek, R., & Dawidowicz, A. L. 2018. Chemical composition and antifungal activity of *Chelidonium majus* extracts—antagonistic action of chelerythrine and sanguinarine against *Botrytis cinerea*. *Chemistry and Ecology*, 34(6): 582-594.
- Williams, H. 1996. Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* f. sp. nov. *Plant disease*, 80(3): 313.
- Yildiz, N., & Erkiş, A. 2004. Bitki ekstrakt ve uçucu yağlarının bazı toprak kökenli patojenlere antifungal etkileri. Çukurova Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 37-44.
- Yücel, S., ELEKÇİOĞLU, İ. H., Can, C., SÖĞÜT, M. A., & Özarslandan, A. 2007. Alternative treatments to methyl bromide in the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(1): 47-53.
- Zambonelli, A., d'Aulerio, A. Z., Bianchi, A., & Albasini, A. 1996. Effects of essential oils on phytopathogenic fungi in vitro. *Journal of Phytopathology*, 144(9- 10): 491-494.

ÖZGEÇMİŞ

MERVE EFE

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2018-2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2012-2016	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya