



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ FINDIKTA
TAHRİPKAR KÜLLEME HASTALIĞI ETMENİ *ERYSIPHE
CORYLACEARUM*'A KARŞI *İN VİTRO* ANTİFUNGAL
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

ESRA ÖZSOY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ORDU 2023

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

ESRA ÖZSOY

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün D-2207 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

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

ÖZET

BAZI BİTKİ UÇUCU YAĞLARININ FINDIKTA TAHRİPKAR KÜLLEME HASTALIĞI ETMENİ *ERYSİPHE CORYLACEARUM*'A KARŞI *İN VİTRO* ANTİFUNGAL ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

ESRA ÖZSOY

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 43 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ ARZU SEZER)

(İKİNCİ TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ SÜMEYYE ŞAHİN)

Fındık (*Corylus avellana* L.) ülkemizin en önemli tarımsal ihraç ürünlerinden biridir. *Phyllactinia guttata* ve *Erysiphe corylacearum*'un neden olduğu külleme hastalığı fındıkta son yıllarda üretimi sınırlayan, verim ve kalite kayıplarına neden olan önemli bir hastalık olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma kekik (*Thymus vulgaris*), nane (*Mentha piperita*), lavanta (*Lavendula officinalis*), adaçayı (*Salvia officinalis*) ve defne (*Laurus nobilis*) bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların *Erysiphe corylacearum* üzerindeki antifungal etkisini belirlemek amacıyla *in vitro* koşullarda yürütülmüştür. Uçucu yağlar 5 farklı dozda (1, 2, 4, 6 ve 8 µL/mL) uygulanmış olup uçucu yağların farklı dozlarının konidi çimlenmesini engelleme oranları ve konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC₅₀) hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre uçucu yağlar *E. corylacearum* konidilerinin çimlenmesini önemli oranda engellemiştir.

Kekik uçucu yağının 1 µL/mL dozunda konidi çimlenmesi engelleme oranı %75.30 iken diğer tüm dozlarda %100.00 olarak belirlenmiştir. Nane uçucu yağı için dozlara göre engelleme oranları sırasıyla %63.00, %63.57, %81.72, %100.00 ve %97.50'dir. Lavanta uçucu yağı için ilk üç dozda engelleme oranları sırasıyla %31.88, %60.04 ve %85.98 olup son iki dozda ise %100'dür. Adaçayı uçucu yağının ilk üç dozunda engelleme oranları sırasıyla %37.99, %67.91 ve %93.89 iken son iki dozda %100'dür. Defne uçucu yağı için dozlara göre engelleme oranları ise sırasıyla %55.93, %26.30, %73.33, %87.04 ve %94.44 olarak belirlenmiştir. Uçucu yağların ilk üç dozunda kekik en etkili uçucu yağ olarak belirlenmiştir. Dördüncü doz olan 6 µL/mL dozunda defne haricinde diğer uçucu yağlar %100 etkili iken defne %87.04 oranında etkili bulunmuştur ve istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır. En yüksek doz olan 8 µL/mL dozunda ise tüm uçucu yağlar etkinlik açısından istatistiki olarak aynı grupta yer almışlar ve hepsi yüksek oranda etkili bulunmuşlardır.

Uçucu yağların konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC₅₀) en düşük kekikte (0.81 µL/mL) tespit edilmiş olup bunu sırasıyla nane (0.88 µL/mL), adaçayı (1.31 µL/mL), lavanta (1.53 µL/mL) ve defne (1.61 µL/mL) izlemiştir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal Etki, *Erysiphe corylacearum*, Fındık, Külleme, Uçucu yağ.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE *IN VITRO* ANTIFUNGAL ACTIVITY OF SOME ESSENTIAL OILS AGAINST *ERYSIPHE CORYLACEARUM*, CAUSAL AGENT OF DESTRUCTIVE POWDERY MILDEW ON HAZELNUT

ESRA ÖZSOY

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

PLANT PROTECTION

MASTER THESIS, 43 PAGES

(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. ARZU SEZER)

(CO-SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. SÜMEYYE ŞAHİN)

Hazelnut (*Corylus avellana* L.) is one of the most important agricultural export products of our country. Powdery mildew disease caused by *Phyllactinia guttata* and *Erysiphe corylacearum* has emerged as an important disease that limits production and causes yield and quality losses in hazelnut in recent years. This study was carried out *in vitro* to determinate the antifungal activity of some essential oils obtain from thyme (*Thymus vulgaris*), peppermint (*Mentha piperita*), lavender (*Lavendula officinalis*), sage (*Salvia officinalis*) and laurel (*Laurus nobilis*) on *Erysiphe corylacearum*. Essential oils were applied in 5 different doses (1, 2, 4, 6 and 8 µL/mL). The rates of inhibition of conidia germination of different doses of essential oils and their effective concentrations (EC₅₀) that inhibited conidia germination by 50% were calculated. According to the data obtained as a result of the study, essential oils significantly inhibited the germination of *E. corylacearum* conidia.

While the rate of inhibition of conidia germination was determined as 75.30% in 1 µL/mL dose of thyme essential oil it was determined as 100.00% in all other doses. Inhibition rates according to doses for peppermint essential oil are 63.00%, 63.57%, 81.72%, 100.00% and 97.50%, respectively. Inhibition rates for lavender essential oil in the first three doses were 31.88%, 60.04% and 85.98%, respectively, and 100% in the last two doses. Inhibition rates in the first three doses of sage essential oil were 37.99%, 67.91% and 93.89%, respectively, while it was 100% in the last two doses. Inhibition rates for laurel essential oil were determined as 55.93%, 26.30%, 73.33%, 87.04% and 94.44%, respectively. Thyme was determined as the most effective essential oil in the first three doses of essential oils. In the fourth dose, 6 µL/mL, other essential oils except laurel were 100% effective, while laurel was found to be 87.04% effective and was statistically in a different group. At the highest dose of 8 µL/mL, all essential oils were statistically in the same group in terms of effectiveness and all of them were found to be highly effective.

Effective concentrations of essential oils that inhibit conidia germination by 50% (EC₅₀) was found the lowest in thyme (0.81 µL/mL), followed by peppermint (0.88 µL/mL), sage (1.31 µL/mL), lavender (1.53 µL/mL) and laurel (1.61 µL/mL).

Keywords: Antifungal Effect, *Erysiphe corylacearum*, Essential Oil, Hazelnut, Powdery Mildew.

TEŞEKKÜR

Öncelikle danışmanlığımı üstlenerek kendisini tanıma fırsatı bulduğum ve öğrencisi olmaktan onur duyduğum hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Arzu SEZER'e tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında desteklerini esirmediği için en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında konu hakkındaki bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren ve gerekli her cihazı kullanmam hususunda yardımcı olan ikinci danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN'e çok teşekkür ederim. Uçucu yağların eldesi aşamasındaki yardımlarından dolayı Sayın Öğr. Gör. Dr. Ayşe KOCACIK'a çok teşekkür ederim.

Çalışmamdaki verilerin istatistiksel analizlerini yapan Giresun Üniversitesi, Tirebolu MYO, Maliye Programının değerli hocalarından Sayın Öğr. Gör. Volkan ODA'ya emeklerinden ötürü ve yüksek lisans sürecinin en başından beri yanımda olan birlikte yollar katettiğimiz sevgili meslektaşım Dilek TÜMER HAKYEMEZ'e teşekkür ederim.

Jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Muharrem TÜRKKAN (Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölüm Başkanı) ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Arzu COŞKUNTUNA (Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi)'ya tezimi değerlendirip katkı sağladıkları için teşekkür ediyorum.

Tez çalışmamı D-2207 numaralı proje ile destekleyen Ordu Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ediyorum.

Son olarak sadece bu çalışma için değil aldığım her kararda yanımda olan maddi manevi desteklerini her zaman üzerimde hissettiğim, beni her zaman destekleyen kıymetli babam Mustafa UZUN, kıymetli annem Selime UZUN ve biricik eşim Aydın Emre ÖZSOY'a sonsuz teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1 Fındık Hakkında Genel Bilgiler.....	3
1.2 Fındık Hastalıkları.....	6
1.3 Fındıkta Külleme.....	8
1.4 Uçucu Yağlar Hakkında Genel Bilgiler.....	10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	14
2.1 Fındıkta Külleme Hastalığı İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	14
2.2 Uçucu Yağlar İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM	19
3.1 Materyal.....	19
3.1.1 Uçucu Yağların Elde Edildiği Bitki Materyali.....	19
3.1.1.1 Adi Kekik (<i>Thymus vulgaris</i>).....	19
3.1.1.2 Nane (<i>Mentha piperita</i>).....	19
3.1.1.3 Adaçayı (<i>Salvia officinalis</i>).....	20
3.1.1.4 Lavanta (<i>Lavandula officinalis</i>).....	20
3.1.1.5 Defne (<i>Laurus nobilis</i>).....	21
3.1.2 Çalışmada Kullanılan Fungisit.....	21
3.2 Yöntem.....	21
3.2.1 Uçucu Yağların Elde Edilmesi.....	21
3.2.2 <i>Erysiphe corylacearum</i> İnokolumunun Eldesi.....	23
3.2.3 Uçucu Yağların Antifungal Etkinliğinin Belirlenmesi.....	23
3.2.3.1 Koparılmış Yaprak Üzerinde Konidi Çimlenmesine Etki.....	23
3.2.3.2 PDA Ortamında Konidi Çimlenmesine Etki.....	25
3.2.3.3 Çukur Lamda Konidi Çimlenmesine Etki.....	26
3.3 Verilerin Analizi.....	26
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	27
4.1 Uçucu Yağların Koparılmış Yaprak Üzerinde Konidi Çimlenmesine Etkisi.....	27
4.2 Uçucu Yağların PDA Ortamında Antifungal Etkinliği.....	32
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	34
6. KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	43

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Fındığın Erkek ve Dişi Çiçekleri	3
Şekil 1.2 Phyllactinia guttata (A), Erysiphe corylacearum'un (B) kleistotesyumları	10
Şekil 3.1 Clevenger Hidrodistilasyon Düzenegi	22
Şekil 3.2 Nane Uçucu Yağ Eldesi (A), Nane Kuru Bitki Örneği (B)	22
Şekil 3.3 Hastalık Belirtisi A) Enfekteli Fındık Ocak Görüntüsü B) Enfekteli Yaprak Örnekleri	23
Şekil 3.4 Yaprak Örneklerinin Steril Kabinde Kurutularak Petrilere Yerleştirilmesi	24
Şekil 3.5 Kekik Uçucu Yağ Eldesi (A), Lam Üzerinde Laktofenol Cotton Blue Damlatılan Preparat (B)	24
Şekil 3.6 PDA Ortamında Konidi Çimlenme Denemesinden Görünüm	25
Şekil 4.1 Mikroskop Görüntüleri; Kontrol Grubu Çimlenmemiş Spor Görünümü (A), Çimlenmiş Spor Görünümü (B)	28
Şekil 4.2 Kekik Uçucu Yağının 6 ve 8 µL/mL Uygulama Dozu Sonrası Fitotoksik Etki Görünümü	28

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 Türkiye’de Fındık Üretim Ruhsatı Bulunan İl ve İlçeler*.....	1
Çizelge 1.2 Fındıkta Külleme Etmenine Karşı Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri	2
Çizelge 1.3 Türkiye’de İllere Göre Fındık Üretim Alan ve Miktarları.....	5
Çizelge 1.4 Fındıkta Görülen Bazı Hastalıklar	6
Çizelge 1.5 Bazı Bitki Uçucu Yağlarının İçerdiği Bileşikler	11
Çizelge 3.1 Araştırmada Kullanılan Bitkiler	19
Çizelge 4.1 Yaprak Denemesinde Uçucu Yağların Farklı Dozlarında Konidi Çimlenme Oranları (%).....	27
Çizelge 4.2 Yaprak Denemesinde Uçucu Yağların Farklı Konsantrasyonlarda Konidi Çimlenmesini Engelleme Oranları (%).....	27
Çizelge 4.3 Uçucu Yağların Yaprak Denemesi Sonuçlarına Göre EC ₅₀ Değerleri (µL/mL)	32
Çizelge 4.4 Yaprak Denemesinde Uçucu Yağların Dozlara Göre Konidi Çimlenmesini Engelleme Oranları (%).....	32
Çizelge 4.5 PDA Ortamında Uçucu Yağların Farklı Dozlarında Konidi Çimlenme Oranları (%)	33
Çizelge 4.6 PDA Ortamındaki Uçucu Yağların Konidi Çimlenmesini Engelleme Oranları (%)	33

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

cm	: Santimetre
da	: Dekar
dk	: Dakika
EC	: Emülsiyeye Olabilen Konsantre
EW	: Emülsiyon, Suda Yağ
g	: Gram
HK₂PO₄	: Monopotasyum Fosfat
L	: Litre
m	: Metre
mm	: Milimetre
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
Na₂SiO₃	: Sodyum Silikat
NaHCO₃	: Sodyum Bikarbonat
PDA	: Patates Dekstroz Agar
SC	: Süspansiyon Konsantre
sec.	: Bölüm
SL	: Suda Çözünen Konsantre
sp.	: Tür
WG	: Suda Dağılılabilen Granül
µm	: Mikrometre
µL	: Mikrolitre
µg	: Mikrogram
β	: Beta
α	: Alfa
%	: Yüzde
°C	: Santigrad Derece

1. GİRİŞ

Fındık (*Corylus avellana* L.), besleyici özellikleri nedeniyle dünya çapında ekonomik açıdan önemli bir kabuklu yemiş ürünüdür. Türkiye, fındık üretim ve ihracatında lider konumdadır. Ülkemizde 665.000 ton üretim gerçekleştirilmektedir (FAOSTAT, 2022). Ülkemizde 33 ilde fındık üretim alanı bulunmakta ancak bunların sadece 16'sı ticari fındık üretim ruhsatına sahiptir (Çizelge 1.1). Külleme; neredeyse tüm dünyada bilinen ve geniş dağılıma sahip, birçok bitkiyi enfekte eden, biyotrofik fungal bitki patojenlerinin neden olduğu bir hastalıktır (Heffer ve ark., 2006; Olsen, 2011; Bilge, 2020).

Çizelge 1.1 Türkiye’de Fındık Üretim Ruhsatı Bulunan İl ve İlçeler*

İl	Üretime İzin Verilen İlçeler
Artvin	Borçka, Arhavi, Hopa ve Murgul
Bartın	Tüm ilçeler
Bolu	Göynük ve Mudurnu
Düzce	Merkez, Akçakoca, Cumayeri, Gölyaka, Çilimli, Gümüşova, Yığılca ve Kaynaşlı
Giresun	Merkez, Bulancak, Keşap, Tirebolu, Görele, Eynesil, Espiye, Dereli, Çanakçı, Güce, Doğankent, Yağlıdere ve Piraziz
Gümüşhane	Kürtün
Kastamonu	Abana, Bozkurt, Cide, Çatalzeytin, İnebolu, Doğanıyurt
Kocaeli	Kandıra
Ordu	Tüm ilçeler
Rize	Ardeşen, Fındıklı ve Pazar
Sakarya	Kocaeli, Karasu, Akyazı, Hendek, Ferizli, Karapürçek, Kaynarca, Adapazarı, Arifiye, Erenler, Geyve, Pamukova, Sapanca, Serdivan, Söğütlü ve Taraklı
Samsun	Çarşamba, Terme, Ayvacık, Salıpazarı, Ondokuzmayıs, Tekkeköy, Alaçam, Yakakent, İlkadım, Bafra, Asarcık, Canik ve Atakum
Sinop	Merkez, Ayancık, Türkeli, Erfelek, Gerze ve Dikmen
Tokat	Erbaa
Trabzon	Tüm ilçeler
Zonguldak	Tüm ilçeler

*Fındık Alanlarının Tespitine Dair 2014/7253 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı / Resmi Gazete’den alınmıştır.

Erysiphe corylacearum ve *Phyllactinia guttata*, fındığı enfekte eden iki önemli külleme etmenidir. 2013 yılında Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarında *P. guttata*'nın aksine daha önce gözlemlenmeyen bir külleme enfeksiyonu söz konusu olmuş ve fındık bahçelerinde önemli zararlar oluşturmaya başlamıştır (Sezer ve ark., 2017b). Bu külleme hastalığı etmeni Türkiye’de ve dünyada ticari anlamda önemli fındık türü olan *C. avellana*'da daha önce rapor edilmemiş olan *Erysiphe corylacearum* U. Braun & S. Takam olarak tanımlanmıştır. *E. corylacearum*'un neden olduğu hastalık daha sonraki yıllarda Giresun, Ordu ve Trabzon illeri başta olmak üzere Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesi’ndeki fındık üretim alanlarında

yayılarak epidemi yapmıştır ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemiştir. 2015 yılında Batı Karadeniz Bölgesi'nde de görülmeye başlamış ve 2016 yılı itibariyle tüm fındık üretim alanlarında zarar oluşturmuştur (Sezer ve ark., 2017b; Sezer ve ark., 2019). Daha sonraki yıllarda hastalık etmeni Azerbaycan, İran, Gürcistan, Ukrayna, İtalya, Avusturya, İsviçre, İspanya, Romanya, Almanya ve Macaristan'da da rapor edilmiştir (EPPO, 2022).

Phyllactania guttata'nın belirtilerinin yaprağın alt yüzeyi ile sınırlı kalması, meyveyi doğrudan etkilememesi ve sezon sonuna doğru ortaya çıkması sebebiyle kimyasal bir mücadeleye gerek duyulmamaktaydı; fakat *E. corylacearum*'un yapraklar ile birlikte bitkinin çotanak ve sürgünlerini de etkilemesi hastalığa karşı ilaçlı bir mücadelenin yapılmasını gerektirmektedir (Sezer ve ark., 2019). Etmene karşı ülkemizde çok sayıda bitki koruma ürünü ruhsat almış durumdadır (Anonim, 2023a) (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2 Fındıkta Külleme Etmenine Karşı Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri (Anonim, 2023a)

Fungisit	Formulasyonu	Aktif Madde
Revyona	SC	75 g/L Mefentrifluconazole
Saupolo 80 WG	WG	%80 Kükürt
Tenace ® WG	WG	%60 Kükürt + % 1.5 Tetraconazole
Thiopron	SC	825 g/L Kükürt
Posliss SC	SC	200 g/L Boscalid + 100 g/L Kresoxim-methyl
Charisma 80 WG	WG	%80 Kükürt
Lusen SC 500	SC	250 g/L Fluopyram +250 g/L Trifloxystrobin
Azostar 320 SC	SC	200 g/L Tebuconazole + 120 g/L Azoxystrobin
Efdal Kip 50 WG	WG	%50 Cyprodinil
Matabele WG	WG	%50 Kresoxim-methyl
Restorer 50 WG	WG	%50 Trifloxystrobin
Suprakal	SL	380 g/L Kalsiyum polisülfür
Activus ®	SC	75 g/L Fluxapyroxad + 50 g/L Difenconazole
Efdal Sulfür 800 SC	SC	800 g/L Kükürt
Azote 320 SC	SC	200 g/L Tebuconazole + 120 g/L Azoxystrobin
Rotrazon 240 SC	SC	80 g/L Azoxystrobin + 160 g/L Tebuconazole
Conrad Max	SC	200 g/L Azoxystrobin + 125 g/L Difenconazole
Sulflow 800 SC	SC	800 g/L Kükürt
Embrelia 140 SC	SC	100 g/L Isopyrazam + 40 g/L Difenconazole
Azimet 320 SC	SC	200 g/L Tebuconazole + 120 g/L Azoxystrobin
Sulfopower 800 SC	SC	800 g/L Kükürt
Agrosol 80 WG	WG	%80 Kükürt
Ritreap %5 EW	EW	51.3 g/L Cyflufenamid
Pesos 100 EC	EC	100 g/L Penconazole
Nimrod	EC	250 g/L Bupirimate
Slender	SC	200 g/L Boscalid + 100 g/L Kresoxim-methyl

Fungisit uygulamalarının çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkisi düşünöldüğünde, hastalık kontrolü için çevre dostu ürünlerin kullanılması önem arz etmektedir. Fungisit uygulamaları; etkinlik kaybı, etken maddelere karşı direncin artması, ekolojik tahribat ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratarak hastalıkların kontrolünde sorunlara ve kısıtlamalara yol açmaktadır. Bu nedenle hastalıkların kontrolüne yönelik yeni ürün, yöntem ve stratejiler geliştirmek için araştırmalar yapılmaktadır. Antifungal özelliklere sahip biyoaktif fitokimyasalların kullanımı ve uygulanması, çeşitli fungal patojenlerin gelişimini engellemek için iyi bir alternatiftir (Castillo ve ark., 2012). Bu biyoaktif bileşikler bitkilerde doğal olarak mevcut olup bu bileşikler; terpenler, tanenler, flavonoidler, uçucu yağlar, alkaloidler, lesitin ve polipeptidlerdir (Castillo ve ark., 2012). Bu bileşik grupları, mikroorganizmalara ve diğer organizmalara karşı direnç sağlayan, yüksek sıcaklıklar veya dehidrasyon gibi çevresel stres faktörlerine maruz kalan bitkinin bütönlüğünü korumasında doğal bir savunma mekanizması olarak katkı sağladığı için bitkinin fizyolojisinde önem arz etmektedir (Castillo ve ark., 2012).

1.1 Fındık Hakkında Genel Bilgiler

Fındık (*Corylus avellana* L.); Fagales takımı, Betulaceae familyası, *Corylus* L. cinsine ait kışın yapraklarını döken monoik çiçek yapısına sahip, çok dallı ağaç ya da çalı (ocak olarak adlandırılan) sert kabuklu bir yemiş türüdür (Molnar, 2011; İslam, 2018; Botta ve ark., 2019). Fındığın erkek çiçekleri püs, kedicik ve şeton olarak; dişi çiçekler ise karanfil adıyla bilinmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Fındığın Erkek ve Dişi Çiçekleri

Erkek çiçekler silindirik halindedir ve yaklaşık 6-12 cm uzunluğundadır. Dişi çiçekler, dişi çiçek tomurcuklarının içinde yer alır. Bir tomurcuktan 2-24 adet stil çıkar. Stillerin tüm yüzeyleri stigma görevi görmektedir. Fındık yaprakları yuvarlağımsı veya kalp şeklinde, ortalama 10-12 cm uzunluğunda ve 8-10 cm genişliğinde, kenarları dişli biçimdedir. Tomurcukları; yumurta biçiminde, yeşil renklidir ve sürgünler üzerinde Haziran ayından itibaren oluşmaya başlar (Anonim, 2023b).

Fındık meyvesi dıştan iki, bazen de boru şeklinde tek parçalı bir koruyucu yapraktan oluşan zuruf ile sarılır. Zurufun ucu az veya çok dilimli olup meyveyi kısmen veya tamamen örtmektedir. Zurufun meyveli şekline ise çotanak denilmektedir. Karanfilde ne kadar çiçekte dölleme gerçekleşirse çotanaklarda da o kadar meyve oluşmaktadır. Tüm fındık çeşitlerinde yenilebilen iki parçalı bir kotiledondan meydana gelen iç ise; yuvarlak, sivri veya badem şeklindedir. Üzeri sarı, kahverengi veya kırmızı ince bir zar (testa) ile örtülüdür (Okay ve ark., 1986; Köksal, 2002; Sezer, 2012a).

Fındıkta, iyi bir gelişim ve verimlilik için en ideal koşul iklimin ılıman olmasıdır. -8°C 'den daha düşük sıcaklıklar ile $+36^{\circ}\text{C}$ 'den daha yüksek sıcaklıklar fındığın gelişimini olumsuz etkilemektedir. İdeal yetiştiricilik için yıllık 700 mm'den fazla yağış gereklidir. Karadeniz Bölgesi'nde yıllık ortalama %60 nem, 800-1000 mm yağış ve $8-21^{\circ}\text{C}$ arası sıcaklık fındığın bölge iklimine uyumunu sağlamıştır. Fındığın verim için soğuklama gereksinimi vardır. Soğuklama gereksinimleri erkek kedicikler, dişi çiçekler ve yaprak tomurcuklarında farklılık göstermekle birlikte 5 ile 7°C arasında 1200 saat uygundur. Fındık, yüksek yaz sıcakları ve düşük nem ile birlikte rüzgarlı koşullara tolerans göstermez. Yüksek nemi sever ve kuraklığa karşı oldukça hassastır. Yaklaşık 1 m derinliğinde iyi drene edilmiş toprağa ihtiyaç duymaktadır. Sığ topraklarda ağaçlar düzgün gelişim gösterememektedir. Ağır killi ve kumlu topraklar yetiştiricilik için uygun olmayıp organik maddece zengin, nötr ile hafif asitli (pH yaklaşık 6) topraklarda güzel gelişim göstermektedir. Bahçe tesisinde ocak sistemine göre dikimi yapılmaktadır. Fındık türleri genel olarak dip sürgüne meyillidir. Fıskın, fındık bitkisinin dip sürgünü olup vejetatif üreme materyalidir (İslam, 2018).

Fındık çok zengin bir yağ (yaklaşık %60) ve lif (yaklaşık %10) kaynağı olmasının yanı sıra iyi bir protein ve karbonhidrat kaynağıdır; başlıca mineraller potasyum, fosfor, kalsiyum ve magnezyum olmakla birlikte önemli miktarlarda bakır, manganez ve selenyum da içermektedir. Fındık önemli miktarda vitamin de içerir; hem E vitamini işlevi hem de güçlü biyolojik antioksidan özellikleri nedeniyle insan sağlığı için çok önemli olan, yağda çözünen bir fenolik bileşik olan mükemmel bir a-tokoferol kaynağıdır (Contini ve ark., 2011).

Dünya’da; Asya, Avrupa ve Amerika’nın ılıman bölgelerinde yaygın olarak dağılım gösteren yaklaşık 13 *Corylus* türü vardır. *C. avellana*, ticari olarak yetiştirilen başlıca tür olup Avrupa fındığı olarakta bilinmektedir; Portekiz, İrlanda, Norveç, İsveç, Rusya, Yunanistan, İtalya, İspanya, Türkiye, İran, Irak, Suriye, Lübnan, Kazakistan gibi Avrupa’dan Batı Asya’ya uzanan doğal bir coğrafi dağılıma sahiptir. Deniz seviyesinden 1500 m yüksekliğe kadar doğal olarak yetişir (Botta ve ark., 2019). Dünya üzerinde yetiştiriciliği yapılan en popüler ticari fındık çeşitleri: Tombul (Türkiye), Tonda Gentile (İtalya), Negret (İspanya), Barcellona ve Segorbe (Portekiz) ve Ennis, Daviana ve Butler (ABD)’dir (Contini ve ark., 2011).

Dünyada fındık üretimi yılda yaklaşık 1 milyon ton civarındadır. Türkiye, dünya üretiminde lider konumdadır ve onu İtalya takip etmektedir. Ardından sırasıyla ABD, Azerbaycan, Gürcistan, Çin, İran, Fransa, İspanya ve Yunanistan gelmektedir. Türkiye’de toplam fındık dikili alan 734538 ha olmakla birlikte 665000 ton üretim gerçekleştirilmektedir (FAOSTAT, 2022). İllere göre üretimde ilk sırayı Ordu, ikinci sırayı Samsun, üçüncü sırayı Sakarya ve dördüncü sırayı Giresun takip etmektedir (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3 Türkiye’de İllere Göre Fındık Üretim Alan ve Miktarları (TÜİK, 2022)

İli	Üretim Alanı (da)	Üretim (ton)
Artvin	84428	5185
Düzce	632030	75688
Giresun	1176390	83488
Gümüşhane	8070	1126
Kastamonu	77511	7057
Kocaeli	82794	12230
Ordu	2272258	167397
Rize	18375	2672
Sakarya	794552	96173
Samsun	1168039	116795
Trabzon	652224	44041
Zonguldak	264632	53033

1.2 Fındık Hastalıkları

Fındıkta görülen başlıca hastalıklar Çizelge 1.4’te verilmiştir.

Çizelge 1.4 Fındıkta Görülen Bazı Hastalıklar (Sezer, 2012a; Sezer ve Dolar, 2012b; Sezer ve Dolar, 2015; Anonymous, 2023)

Bakteriyel Hastalıklar	
Bakteriyel Yanıklık	<i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>corylina</i> (Miller ve ark., 1995) ¹
Bakteriyel Kanseri	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>avellanae</i> (Psallidas 1993) ¹
Taç Gali Hastalığı	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> (Smith ve townsend 1907) ¹
Fungal Hastalıklar	
Antraknoz	<i>Piggotia coryli</i> (Desm.) Sutton ¹
	<i>Monostichella coryli</i> (Desm.) Hohn. ¹
	<i>Gloeosporium coryli</i> (Desn) Sacc. ¹
	<i>Labrella coryli</i> (Desm.) Sacc. ¹
	<i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds ⁴
	<i>Colletotrichum fioriniae</i> (Marcelino & Gouli) Pennycook ²
	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penzig) Penzig et Saccardo ²
Armillaria Kök Çürüklüğü	<i>Armillaria</i> spp., ¹ <i>Armillaria mellea</i> (Vall.) Quel. ²
Rosellinia Kök Çürüklüğü	<i>Rosellinia necatrix</i> Prill ²
Borro Sec	<i>Cryptosporiopsis tarraconensis</i> Gene, Guarro & Figueras ¹
Cytospora Kanseri	<i>Cytospora</i> spp. ¹
Doğu Fındık Yanıklığı	<i>Anisogramma anomala</i> (Peck) E. Müller ¹
Meyve ve Çotanak Hastalıkları	<i>Mycosphaerella punctiformis</i> (Pers: Fries) Starb. ¹
	<i>Ramularia</i> sp. ¹
	<i>Phomopsis</i> spp. ¹
	<i>Septoria ostryae</i> Peck ¹
	<i>Botrytis</i> spp. ²
	<i>Fusarium</i> spp. ²
	<i>Cladosporium</i> spp. ²
	<i>Phomopsis</i> spp. ²
	<i>Trichothecium</i> spp. ²
	<i>Alternaria</i> spp. ²
	<i>Colletotrichum</i> spp. ²
	<i>Pestalotiopsis</i> spp. ³
Benek Hastalığı	<i>Nematospora coryli</i> Peligon ¹
Yaprak Kabarcık Hastalığı	<i>Taphrina coryli</i> Nishida ¹
Yaprak Leke Hastalıkları	<i>Anguillosporella vermiformis</i> (Davis) Braun ¹
	<i>Asteroma coryli</i> (Fuckel) Sutton ¹
	<i>Cercospora corylina</i> Ray ¹
	<i>Cercospora coryli</i> Montemartini ¹
	<i>Mamianiella coryli</i> (Batsch ex Fries) Höhn ¹
	<i>Monochaetia coryli</i> (Rostrup) Allescher ¹
	<i>Mycosphaerella punctiformis</i> (Pers.:Fries) Starb. ¹
	<i>Ramularia</i> sp. ¹
	<i>Phyllosticta coryli</i> Westend ¹
	<i>Ramularia coryli</i> Chevassut ¹
	<i>Septoria ostryae</i> Peck ¹
<i>Sphaceloma coryli</i> Vegh & Bourgeois ¹	
Nectria Kanseri	<i>Nectria ditissima</i> Tull. ¹
	Sinonim: <i>Nectria galligena</i> Bres. ²
Teksas Kök Çürüklüğü	<i>Phymatotrichopsis omnivorum</i> (Duggar) Hennebert ¹

¹Anonymous, 2023; ²Sezer, 2012a; ³Sezer ve Dolar, 2015; ⁴Sezer ve Dolar, 2012b.

Çizelge 1.4 Fındıkta görülen bazı hastalıklar (Sezer, 2012a; Sezer ve Dolar, 2012b; Sezer ve Dolar, 2015; Anonymous, 2023) (Devamı)

Külleme Hastalığı	<i>Microsphaera coryli</i> Homma ¹
	<i>Microsphaera ellisii</i> U. Braun ¹
	<i>Microsphaera hommae</i> U. Braun ¹
	<i>Microsphaera verruculosa</i> Yu & Lai on various <i>Corylus</i> sp. ¹
	<i>Phyllactinia guttata</i> (Wallr.:Fr.) Lev. = <i>P. suffulta</i> ¹
	<i>Erysiphe corylacearum</i> ⁵
Pas Hastalığı	<i>Pucciniastrum coryli</i> ¹
Sürgün Yanıklığı	<i>Pestalotiopsis guenipii</i> ²
Virus Hastalıkları	
Fındık Mozaik Virus	Genus Ilarvirus, Apple mosaic virus (ApMV) ¹
	Genus Ilarvirus, Prunus necrotic ringspor virus (PNRSV) ¹
	Genus Ilarvirus, Tulare apple mosaic virus (TAMV) ¹
Fitoplazma ve Spiroplazma Hastalıkları	
Fındık cücelik hastalığı	Fitoplazmadan şüpheleniyor. ¹
Fındık sarılık hastalığı	Fitoplazma ¹
Çeşitli Hastalıklar ve Bozukluklar	
Döllenme sorunu	Boş fındık oluşumu, sebebi bilinmiyor. ¹
Kahverengi leke	Kabuk ve içte kahverengi akıntı, nedeni bilinmiyor. ¹
Catkin Blast (Kedicik şişkinliği)	Deforme kedicikler, sebebi bilinmiyor. ¹
Güneş Yanığı	Yüksek sıcaklık ¹
Wet feet (Islak ayak)	Uzun süre boyunca doymuş toprak koşulları ¹

¹Anonymous, 2023; ²Sezer, 2012a; ³Sezer ve Dolar, 2015; ⁴Sezer ve Dolar, 2012b.

Ülkemizde fındıkta ana hastalıklar; külleme (*Phyllactinia guttata* ve *Erysiphe corylacearum*) ve bakteriyel yanıklık *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* iken dal kanseri (*Nectria galligena*), kök çürüklükleri (*Armillaria mellea* ve *Rosellinia necatrix*), fındık mozaik hastalığı (*Apple mosaic virus*) da diğer önemli hastalıklardır. (Sezer ve ark., 2017a). Ayrıca çotanak yanıklıkları, sürgün ve dal yanıklıkları, bazı çotanak ve meyve hastalıkları ve diğer bazı dal ve sürgün hastalıkları da görülmektedir.

Fındıkta *Pestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Alternaria*, *Fusarium* ve *Fusicoccum* cinslerine ait funguslar kanserler, kuruma ve yanıklık belirtilerini meydana getirmektedir. Fungusların bir kısmı güneş yanığı ve kış güneşi yanıklığı ile oluşan yaralar ve budama yaralarından dokulara geçiş yapan yara parazitleridir (Sezer, 2020).

Ülkemizde fındık çotanaklarındaki farklı belirtilerden çoğunlukla *Botrytis cinerea* sorumlu olmakla (özellikle yanıklık belirtisi) birlikte *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Trichothecium roseum*, *Colletotrichum gloeosporioides*,

Colletotrichum acutatum, *Colletotrichum fioriniae*, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium sambucinum* da hastalık etmenleri olarak tespit edilmiştir (Sezer, 2012a; Sezer ve Dolar, 2012b; Sezer ve ark., 2017a).

Saprofitik fungus cinslerinden *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichothecium*, *Phomopsis* ve *Ulocladium* iç çürüklükleri ve kusurları oluşturmaktadırlar (Sezer, 2012a; Sezer ve Şahin, 2022).

Haziran 2021’de Sakarya ilinde 4 hektarlık bir alandaki fındık ağaçlarının %25’inde kanser ve odun nekrozu gözlemlenmiştir. Hastalık ilk olarak koyu kahverengi kuru dallar, iç dokuda kahverengi nekrozlar ve zamanla ağaçların tamamen kuruması şeklinde kendisi göstermiştir. Hastalık etmeni morfolojik özelliklerine dayanarak *Botryosphaeria dothidea* olarak tanımlanmıştır ve etmenin fındıkta gövde kanseri ile ilgili Türkiye’deki ilk tespiti olduğu kaydedilmiştir (Polat ve ark., 2022).

1.3 Fındıkta Külleme

Fındıkta külleme hastalığına iki farklı etmen (*Phyllactinia guttata* (Wallr.: Fr.) Lev. ve *Erysiphe corylacearum* U. Braun & S. Takam) neden olmaktadır.

Genel olarak bitkilerde görülen külleme hastalığı etmenleri, Antartika bölgesi dışında dünyanın çoğu yerinde dağılım gösteren biyotrof bir bitki patojenleridir. Monokotiledon ve dikotiledon konukçu bitkilerden tahıllar, meyve ağaçları, süs bitkileri gibi birçok sayıda bitkide ciddi hastalıklara neden olurlar. Külleme etmenleri, konukçularını nadiren öldürür; ancak besinlerini kullanır ve azaltırlar; gelişimi bozar ve verimi yaklaşık %20 ila %40’a kadar düşürürler. *Erysiphe*, familyadaki tüm türlerin %50’sinden fazlasını içeren (873 türün 450’sini) Erysiphaceae familyasının en büyük cinsidir. *Erysiphe* sp., çoğunlukla kavisli olan çoklu askus ve miseloid uzantılara sahip olan kazmotezyum ile karakterizedir (Agrios, 2005; Braun ve Cook, 2012; Bilge, 2020).

Phyllactinia cinsi ise 69 bitki familyası içinde yaklaşık 700 bitki türünde görülmektedir. Bu cinsin çoğunlukla çeşitli sert kabuklu meyveler içeren odunsu bitkileri enfekte ettiği bilinmektedir. Kazmotezyumun kendine özgü morfolojik özelliklerine sahip *Phyllactinia* cinsi, iki tür uzantıya sahiptir. Birinci tip;

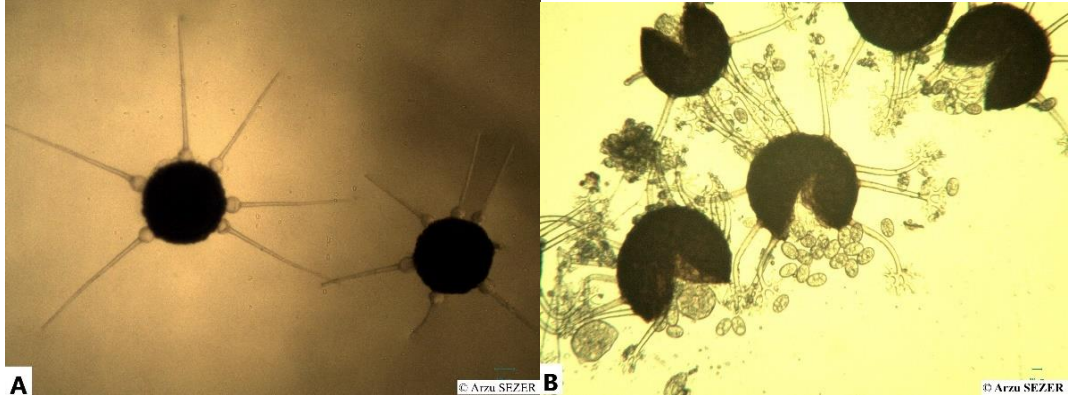
ascomatanın ekvatorial bölgesinden kaynaklanan, tabanında soğan biçiminde bir şişkinlik olan sert, iğnemi bir uzantı ile karakterize edilir. İkinci tip ise; penisil hücre olarak bilinir, ascomatanın apical kısmından kaynaklanır ve apikalde parmaklı dallara sahiptir (Braun ve ark., 2002; Takamatsu ve ark., 2008; Bilge, 2020).

Fındıkta külleme hastalığına neden olan başlıca etmenler *P. guttata* ve *E. corylacearum*'dur. Türkiye'de *P. guttata*'nın fındık yapraklarında külleme hastalığına neden olduğu 1940'larda belirlenmiş (Bremer, 1948), Karaca (1968) ise hastalık nedeniyle yaprak dökümlerinin olduğunu ifade etmiştir (Sezer, 2016a).

P. guttata fındık yanında tüm sert kabuklu meyvelerde hastalık oluşturmaktadır. Meşe, kayın, gürgen, şimşir, huş ağacı, dut, kivi, kızılıçık, kızılağaç ve bazı otsu bitkiler gibi geniş bir konukçu dizisine sahiptir (Erper ve ark., 2012). Miselleri saydam, bükülmüş kordon benzeri siğilli bir görünümündedir. Miseller genellikle konukçu yapraklarının alt yüzeyinde, nadiren de olsa üst yüzeyinde görülebilmektedir. Konidileri tek hücreli, çomak şeklinde veya bazen baklava dilimi şeklindedir. Eşeyli üreme yapıları olan kleistotesiyumları yuvarlak ve yayvan olup, 3-15 adet tutunucu kol içermektedir. Tutunucu kolların taban kısmında şişkinlik vardır (Sezer, 2016a) (Şekil 1.2 A).

P. guttata'nın neden olduğu külleme hastalığında fındık yapraklarının alt yüzeyinde beyaz fungus kolonileri görülmektedir. Başlangıçta küçük (3-6 mm) ve tozlu beyaz olan koloniler zamanla yaprağın tamamını sararak yaprağın yeşil rengini ve parlaklığını kaybederek mat bir görünüm almasına neden olur. Beyaz kolonilerin içinde hastalık etmeninin gözle görülebilen boyutta küçük, yuvarlak, kahverengi, parlak kırmızı ve siyah renkte kleistotesiyumları oluşmaktadır. Hastalığın ilerlemesi ile birlikte yapraklar giderek kahverengileşmeye ve kıvrılmaya başlar; ardından vaktinden önce dökülürler. Hastalık doğrudan meyve üzerinde bir zarar oluşturmamaktadır. *P. guttata* konidileri rüzgar ile bir yayılmaktadır. Etmen yere dökülen bulaşık yapraklarda kleistotesiyum halinde kışlar. İlkbaharda kleistotesiyumlardan çıkan askosporlar fındık yapraklarını enfekte ederek hastalığın başlamasına neden olur (Sezer, 2016a).

E. corylacearum, *P. guttata*'nın aksine sadece fındıkta hastalığa neden olmaktadır; yaprakların her iki yüzeyinde, çotanak ve sürgünlerde de zarar oluşturmaktadır. *E. corylacearum*'un konidileri tek hücreli, oval, ellipsoid veya fiçi şeklindedir. Kleistotesyumları yuvarlak olup tutunucu kolları uçta dikotom dallanma göstermektedir (Şekil 1.2 B) (Sezer, 2016a).



Şekil 1.2 Phyllactinia guttata (A), Erysiphe corylacearum'un (B) kleistotesyumları

E. corylacearum da kışı hastalıklı bitki artıklarında geçirmektedir. *P. guttata*'ya göre daha erken dönemde yaprak ve çotanakları enfekte eder. Konidiler rüzgar ile dağılır. Fungus kolonilerinin yaprakların alt kısımlarında gelişmesi ile birlikte ilk başlarda yaprak üst kısmında renk açılmaları, sarımsı beneklenme şeklinde belirti oluşmaktadır. Bu lekeler zamanla kahverengileşir, yapraklar matlaşır ve kahverengi-siyah kleistotesyumları rahatça görülebilmektedir. Genç sürgünlerde ve çotanaklarda züruf yüzeyinde ilk önce un serpilmiş gibi bir görüntü olur. Ardından hastalık ilerledikçe renkte matlaşma, kahverengileşme ve özellikle erken dönemde hastalığa yakalananlarda kurumalar gözlenir. Hastalık hem verim hem de kalite kayıplarına neden olmaktadır (Anonim, 2022a).

1.4 Uçucu Yağlar Hakkında Genel Bilgiler

Uçucu yağlar, bitkilerin içeriğinde var olan, su buharıyla uçabilen, oda sıcaklığında çoğunlukla sıvı, ekstraksiyon veya distilasyon gibi yöntemler kullanılarak elde edilebilen, çoğu zaman renksiz veya açık sarı renkli, bulunduğu bitkiye özgü kuvvetli kokulu ve yakıcı lezzetli, çok sayıda bileşenden oluşmuş doğal ürünler olarak ifade edilmektedir (Akgül, 1993). Bu yağlar bitkilerin yaprak, çiçek, kabuk, tohum ve köklerinden elde edilir. Doğada yetişen 300'e yakın bitki familyasından yaklaşık 1/3'ünün uçucu yağ içerdiği bilinmektedir (Ceylan, 1996).

Uçucu yağların temel bileşenlerine bakıldığında büyük çoğunluğunu terpenoidler oluşturmaktadır. Terpenoidlerin de büyük çoğunluğunu monoterpenler oluşturmakta geri kalan kısmını ise seskiterpenler ve diterpenler oluşturmaktadır. Bunların haricinde laktonlar, ketonlar, alkoller, asitler, aldehitler, asitlik esterler ve daha az miktarda azotlu ve kükürtlü bileşikler ile fenilpropanoidlerin homologları ve kumarinler de bileşenlerinin içerisinde yer almaktadır (Bayaz, 2014).

Uçucu yağların bitkilerden elde edilmesinde kullanılan yöntemler ise damıtma (distilasyon), ekstraksiyon ve presleme (mekanik ekstraksiyon) yöntemidir. Damıtma (distilasyon) yöntemi: Bileşenlerin kaynama noktalarındaki farklılıklardan yararlanılarak ayırma işleminin gerçekleştirildiği bir yöntemdir. Distilasyon yöntemi en yaygın kullanılan yöntemler biridir. Distilasyon işlemi kendi içerisinde 3 başlığa ayrılmaktadır. Bunlar; su ile damıtma, su buharında damıtma ve vakum altında damıtma'dır. Ekstraksiyon yöntemi, uçucu yağın bir çözücü içerisinde çözündürülmesi ile elde edilen bir yöntemi ifade etmektedir. Bu yöntemde termal parçalanmanın istenmediği ısıya duyarlı olan ürünlerde kullanılmaktadır. Ekstraksiyon yöntemi de kendi içerisinde; çözücü ekstraksiyonu (solvent ekstraksiyonu), süperkritik sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga yardımıyla ekstraksiyon, sıkıştırılmış çözücü ekstraksiyonu, katı faz mikro ekstraksiyonu ve çok yönlü ekstraksiyon olmak üzere 6 başlığa ayrılmaktadır. Solvent ekstraksiyon yöntemi diğer yöntemlere kıyasla daha verimli ürünler elde etmeyi sağlamaktadır. Presleme yöntemi ise; ürünün mekanik bir ısıya maruz kalmadan hidrolik pres altında sıkılması ile uçucu yağların elde edildiği yöntemdir. Özellikle turunçgillerde uygulanan bir yöntem olmakla beraber kaliteli bir yağ elde edilmesini sağlamaktadır (Çalikoğlu ve ark., 2006; Bayaz, 2014).

Çizelge 1.5 Bazı Bitki Uçucu Yağlarının İçerdiği Bileşikler (Bayaz, 2014; İşcan ve ark., 2022; Sevindik ve ark., 2022)

Bitki Adı	Bitkinin Bölümü	İçerdiği Aktif Bileşik
Kekik	Tüm aksam	Timol ve Karvakrol
Nane	Yaprak	Mentol
Adaçayı	Yaprak	Sineol
Defne	Yaprak	Sineol
Lavanta	Çiçek	Kafur
Anason	Tohum	Anetol
Biberiye	Yaprak	Sineol
Mercanköşk	Yaprak, çiçek	Karvakrol
Zencefil	Rizom	Zingerol
Tarçın	Kabuk	Sinnamaldehit

Dünya nüfusu hızla artmakla birlikte besine duyulan ihtiyaçta artmıştır. Yapılan yoğun üretimler akabinde hastalık ve zararlıları da beraberinde getirmiştir. Hastalık ve zararlılarda mücadelede mevcut yöntemler geliştirilerek yeni alternatif yöntem arayışlarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alternatif yöntemler arasında bitki ekstrakt ve uçucu yağlarının herbisit, insektisit, antifungal, antibakteriyel olarak alternatif kullanım olanakları da bulunmaktadır (Nohutçu ve ark., 2021).

2013 yılında Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarında daha önce gözlemlenmeyen bir şekilde tahripkar bir külleme enfeksiyonu söz konusu olmuş, hastalık etmeninin daha önce fındıkta rapor edilmeyen *Erysiphe corylacearum* U.Braun & S.Takam. olduğu tespit edilmiştir. *E. corylacearum*'un neden olduğu hastalık daha sonraki yıllarda Giresun, Ordu ve Trabzon illeri başta olmak üzere Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki fındık üretim alanlarında yayılarak epidemi yapmıştır ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemiştir. 2015 yılında Batı Karadeniz Bölgesi'nde de görülmeye başlamış ve 2016 yılı itibariyle tüm fındık üretim alanlarında zarar oluşturmuştur (Sezer ve ark., 2017b; Sezer ve ark., 2019). Yeni çıkan hastalığın kontrolü için yetiştirme sezonu boyunca tekrarlayan fungusit uygulamaları gerekmektedir. Hastalığın çıktığı ilk yıllarda bazı bitki koruma ürünlerinin geçici tavsiyeleri ile başlayan mücadele çalışmalarında günümüzde çok sayıda ruhsatlı bitki koruma ürünü kullanılarak devam etmektedir (Sezer, 2016; Anonim, 2023a). Çok geniş alanlarda fungusit uygulamalarının çevre ve insan sağlığına etkisi düşünüldüğünde, hastalık kontrolü için çevre dostu ürünlerin kullanılması çok önem arz etmektedir. Dünyada genel olarak pestisitlerin olumsuz etkilerini minimize etmek için hastalıkların kontrolünde biyolojik mücadele, dayanıklılığın uyarılması ve dayanıklılığı uyararak veya direkt antimikrobiyal etkileri ile bitki ekstraktları ve uçucu yağlar gibi doğal ürünlerin kullanımını içeren alternatif mücadele yöntemleri kullanılmaktadır (Stangarlin ve ark., 2011). Karbonat ve bikarbonat tuzları da külleme hastalıklarının mücadelesinde kullanılmıştır (Türkkan ve ark., 2018).

Bu çalışmada, 5 farklı bitkiden elde edilmiş olan bitki uçucu yağlarının fındıkta tahripkar külleme hastalığı etmeni *E. corylacearum*'a karşı antifungal etkinliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla aktarlardan alınan kurutulmuş bitkilerden uçucu yağlar elde edilerek ve *E. corylacearum* konidilerinin çimlenmesi

üzerine etkisi farklı konsantrasyonlar kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar daha sonra bahçe koşullarında yapılacak çalışmalar için temel oluşturacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Fındıkta Külleme Hastalığı İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Sezer (2016b) ülkemizde başta Doğu Karadeniz Bölgesi olmak üzere tüm fındık üretim alanlarında gelişme sezonunun nispeten erken döneminde görülen, yaprakların her iki yüzeyindeki belirtilere ilaveten çotanak ve sürgünlerde de belirtiler oluşturan bir külleme hastalığının ortaya çıktığını belirtmiş; yapılan makroskobik ve mikroskobik incelemeler sonucu, morfolojik özellikler dikkate alınarak fungusun *Erysiphe* (sect. *Microsphaera*) cinsine ait olduğunu tespit etmiştir.

Sezer ve ark., (2017b) fındıktaki tahripkar yeni külleme etmenini tür düzeyinde fındıkta *C. avellana* için ilk tespit olan *Erysiphe corylacearum* olarak yapmıştır. Hastalık Doğu ve Orta Karadeniz Bölgesi fındık üretim alanlarında epidemi yapmış, fındıkta verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemiştir.

Küllemeye karşı biyokontrol ajanı olarak kullanılabilirlik potansiyelinin araştırıldığı *Ampelomyces*'in, hastalık etmeni *Erysiphe corylacearum*'a karşı hiperparazitik etki göstererek hastalığı baskıladığı tespit edilmiştir (Altın ve Gülcü, 2018).

Lucas ve ark., (2018) 2016 yılında temmuz ayında yaptıkları bir çalışmada Giresun (28 bahçe), Ordu (24 bahçe) ve Trabzon (24 bahçe)'da toplam 52 bahçede külleme hastalığı üzerinde yaptıkları sürvey çalışmasında hastalığın tüm bahçelerde gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Yapraklarda hastalık şiddetini bu illerde sırasıyla %92.61 ve %72.39; çotanaklarda ise sırasıyla 71.26, 39.32 ve 49.62 olarak belirlemişlerdir.

2016 yılında yapılmış olan bir çalışmada; Samsun ilinde fındıkta külleme hastalığına karşı yapılan tarla denemelerinde amonyum, potasyum ve sodyum bikarbonat ile 2 fungusitin (Collis® SC (100 g/l Kresoxim methyl + 200 g/l Boscalid) ve Sulflow® 80 WG (Sulphur 800 g/l)) etkinliği araştırılmıştır. Fungisitler dışında test edilen bileşiklerden, küllemeyi kontrol etmede en etkili olanın sodyum olduğu, ardından sırasıyla potasyum ve amonyumun geldiği görülmüştür. Bunlar arasında hastalığın meyve enfeksiyonlarına karşı en etkisiz olanın amonyum bikarbonat olduğu tespit edilmiştir. Bikarbonat tuzları, %1.5 üzerindeki konsantrasyonlarda

fitotoksik etki göstermiştir. Sodyum ve potasyum bikarbonatın külleme hastalığına karşı kullanılabilceği kaydedilmiştir (Türkkan ve ark., 2018).

Fındıkta külleme etmeni *Erysiphe corylacearum*'a karşı kimyasal mücadele uygulamaları oluşturmak için yapılan çalışmada, kalıntı miktarı açısından sorun yaratmayan, organik tarım uygulamalarında da sık sık önerilip tercih edilen kükürt uygulamasının; hastalığın hem yapraklardaki hem de çotanaklardaki kontrolüne karşı etkinliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Sezer ve ark., 2019).

Sakarya ilinde yürütölen bir çalışmada; foşa fındık çeşitinde külleme etmenine karşı harpin protein, *Lactobacillus acidophilus* maya ekstraktı + benzoik asit, Acibenzolar S-methyl + Metalaxyl-M ve biri biyolojik olmak üzere iki fungusitin etkisi araştırılmıştır. Denemede külleme ile bulaşık olan ağaçlara 6 kez bitki aktivatörleri ve fungusitler, yeşil aksam ilaçlaması olarak uygulanmıştır. Fungisitler ile bitki aktivatörlerinin kombinasyonu ile gerçekleştirilen uygulamaların hastalık şiddetini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Tuğlu, 2019).

Fındık üretim alanlarındaki külleme hastalığına karşı trans-Sinamik Asit (TCA)'in etkinliğinin ve fitotoksitesinin araştırıldığı bir çalışmada, TCA ve kimyasal fungusit kombinasyonu 3 farklı doz halinde fındık ocaklarındaki genç sürgünlere uygulanmış ve dozun fitotoksitesine neden olmadığı ve hastalığa karşı yüksek antifungal etki gösterdiği kaydedilmiştir (Gölcü, 2022).

Bir başka çalışmada; bazı fındık çeşitlerinde, *E. corylacearum*'un neden olduğu küllemeye karşı Tebuconazole+azoxystrobin/*Reynoutria* spp. ekstraktı, Kükürt/*Reynoutria* spp. ekstraktı, *Reynoutria* spp. ekstraktı/kükürt, KH₂PO₄+Kükürt, Na₂SiO₃+Kükürt ve NaHCO₃'ün etkinlikleri araştırılmıştır. *Reynoutria* spp. ekstraktı/Kükürt kombinasyonunun yaprak ve çotanaklarda küllemeye karşı orta düzeyde etki gösterdiği, NaHCO₃ denemedeki fındık çeşitlerinin yapraklarının üzerinde orta düzeyde etki gösterirken çotanaklarda diğer tüm uygulama programlarından daha düşük etki gösterdiği tespit edilmiştir. Uygulama programlarının her iki fındık çeşidinin de yaprak ve meyve salkımı üzerinde fitotoksik etkisi olmadığı, NaHCO₃ dışındaki tüm ilaçlama programlarının küllemeye karşı etkin bir şekilde kullanılabilceği kaydedilmiştir (Yıldırım, 2022).

2.2 Uçucu Yağlar İle İlgili Yapılan Çalışmalar

345 bitkiden elde edilen ekstrakt ve 49 bitkiden elde edilen uçucu yağın *Botrytis cinerea*'ya karşı antifungal aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada; başta *Allium* ve *Capsicum* türleri olmak üzere yüksek düzeyde antifungal aktivite göstermiştir. Uçucu yağlardan palmarosa (*Cymbopogon martini*), kırmızı kekik (*Thymus zygis*), tarçın yaprağı (*Cinnamomum zeylanicum*) ve karanfil tomurcukları (*Eugenia caryophyllata*) *B. cinerea*'ya karşı en yüksek antifungal aktiviteyi gösterdiği kaydedilmiştir. Yüksek antifungal aktivite gösteren uçucu yağlardaki bileşenler: D-limonen, sineol; β -mirsen, α -pinen, β -pinen ve kafur olarak belirlenmiştir (Wilson ve ark., 1997).

Oregano (*Origanum syriacum* var. *bevanii*), kekik (*Thymbra spicata* subsp. *spicata*), lavanta (*Lavandula stoechas* subsp. *stoechas*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), rezene (*Foeniculum vulgare*) ve defne (*Laurus nobilis*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların domates geç yanıklık hastalığı etmeni *Phytophthora infestans*'a karşı antifungal aktiviteleri incelendiği bir çalışmada; tüm uçucu yağların doza bağlı bir şekilde *P. infestans* gelişimini engellediği kaydedilmiştir. Oregano ve kekik uçucu yağlarının 0.3 $\mu\text{g/mL}$ havadaki uçucu faz etkisinin *P. infestans*'ın gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte; rezene, biberiye, lavanta ve defne uçucu yağı tarafından patojenin gelişiminin tamamen engellenmesi, 0.4–2.0 $\mu\text{g/mL}$ hava konsantrasyonlarında gözlemlenmiştir. Test edilen esansiyel yağların temas fazı etkilerinin belirlenmesi için kekik, kekik ve rezene yağlarının 6.4 $\mu\text{g/mL}$ 'de *P. infestans* büyümesini tamamen engellediği belirlenmiştir. Biberiye, lavanta ve defne esansiyel yağları nispeten daha yüksek konsantrasyonlarda (sırasıyla 12.8, 25.6, 51.2 $\mu\text{g/mL}$) engelleyici etki göstermiştir (Soylu ve ark., 2006).

16 baharatın *in vitro* koşullarda yapıldığı çalışmada kök çürüklük etmenleri *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium solani*'ye karşı koloni gelişmesini sarımsak, zencefil ve kişniş ekstraktlarının engellediği bildirilmiştir (Dawar ve ark., 2008).

Kekik uçucu yağının *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Mycobacterium smegmatis*, *Candida vaginalis* ve *Candida albicans* üzerindeki antibakteriyel ve

antifungal etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda uçucu yağın baskın bileşenlerinden olan timol ve p-simenin önemli düzeyde antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiğini kaydetmişlerdir (Almaqtari ve ark., 2011).

Nane (*Mentha piperita* L.), kekik (*Thymus vulgaris* L.) ve lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktı ve uçucu yağlarının *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium* spp. üzerinde antifungal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada uçucu yağların antifungal etkisinin bitkilerin ekstraktlarına göre daha yüksek olduğu ve bu bitkiler arasından en iyi antifungal etkiyi kekik uçucu yağının gösterdiği tespit edilmiştir (Erdoğan ve ark., 2014).

Mercan köşk (*Oreganum heracleoticum* L.) ve adi kekik (*Thymus vulgaris* L.) ile yapılan bir çalışmada, uçucu yağ ilave edilerek hazırlanmış izole soya protein bazlı yenilebilir filmlerin antimikrobiyel etkileri araştırılmış ve Mercanköşk ve kekik uçucu yağı içeren filmlerin minimum konsantrasyonda (%1) testteki bakterilere antibakteriyel etki gösterdiği kaydedilmiştir (Yemiş ve ark., 2017)

Kekik yağının ana bileşeni olan timol ve türevlerinin; *Rhizoctonia solani*'ye karşı antifungal etkinliği araştırılmıştır. Bitki bazlı kimyasallar genel olarak güvenli kimyasallar olarak kabul edildiği için, patojenlere karşı *in vitro*, sera ve tarla koşullarında kullanımının çok uygun olduğu bildirilmiştir. Timol asetatın ise düşük kalıntısı bırakması ve yüksek antifungal etki göstermesi sebebiyle ticari kullanım potansiyelinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Chauhan ve ark., 2017).

Botrytis cinerea'ya karşı yürütülen bir araştırmada lahana (*Brassica Oleracea* var. *capitata* f. *alba*), rezene (*Foeniculum vulgare*), sarımsak (*Allium sativum* L.), kırmızı lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*), ceviz (*Juglans regia* L.), zencefil (*Zingiber officinale*), kişniş (*Coriandrum sativum* L.), kırmızı pancar (*Beta vulgaris*), sumak (*Rhus coriaria* L.), yapışkan otu (*Galium aparine* L.) ve zeytin (*Olea europaea* L.) bitki ekstraktları kullanılmış ve zencefilin en iyi antifungal etkiye sahip olduğu kaydedilmiştir (Kılınç ve Dolar, 2018).

Asmada külemeye neden olan etmen *Erysiphe necator*'un kazmotezyum gelişimi üzerinde portakal uçucu yağının etkisini belirlemek için yapılan çalışmada, portakal yağı ile muamele edilen parsellerde, fungusitlerle tedavi edilen parsellere

kıyasla, kazmotezyum sayısında önemli bir azalma gözleendiği ve azalan kazmotezyum gelişiminin, sonraki baharda hastalık baskısını da etkileyerek enfeksiyonların gecikmesine neden olduğu bildirilmiştir (Lasorella ve ark., 2018).

90 uçucu yağın 10 bitki patojenine karşı antifungal ve antibakteriyel aktivite açısından *in vitro* koşullarda yürütülen çalışmaları araştırılmıştır. Test edilen uçucu yağlar arasında *Allium sativum* (Sarımsak), *Corydothymus capitatus* (Beyaz kekik), *Cinnamomum cassia* (Çin tarçını), *Cinnamomum zeylanicum* (Seylan tarçını), *Cymbopogon citratus* (Limon otu), *Cymbopogon flexuosus* (Malabar out), *Eugenia caryophyllus* (Karanfil) ve *Litsea citrate* (Çin defnesi)'dan elde edilen uçucu yağlar oldukça etkili bulunmuştur. Test edilen patojenler arasında *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum* ve *Fusarium culmorum* en duyarlıyken *Phytophthora infestans* ve *Colletotrichum lindemuthianum*'un ise daha az duyarlılık gösterdiği bildirilmiştir (Clerck ve ark., 2020).

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve Kekik (*Origanum onites* L.) uçucu yağlarının *in vivo* koşullarda *Fusarium solani*'ye karşı antifungal etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada; uçucu yağlar 1, 2 ve 4 $\mu\text{L mL}^{-1}$ dozunda PDA ortamına ilave edilip fungus koloni çapları ölçülerek % engelleme oranları hesaplanmıştır. Çalışma bulgularına göre, *Rosmarinus officinalis* L. uçucu yağının 4 $\mu\text{L mL}^{-1}$ dozunun *F. solani*'ye karşı %71.72 etki gösterdiği, *Origanum onites* L. uçucu yağının tüm dozlarının *F. solani*'nin misel gelişimine karşı %78.91-%82.70 oranında engelleme sağladığı kaydedilmiştir (Sivrikaya ve ark., 2021).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Uçucu Yağların Elde Edildiği Bitki Materyali

Çalışmada 5 farklı bitki kullanılmıştır ve bitkiler Çizelge 3.1’de verilmiştir. Kullanılan bitkilerden 4 tanesi kurutulmuş olarak aktardan temin edilmiştir (Aşçı Baharatları, Asvita marka). Defne doğrudan defne yaprağı uçucu yağı olarak temin edilmiştir (Balen marka).

Çizelge 3.1 Araştırmada Kullanılan Bitkiler

Latince Adı	Türkçe Adı
<i>Thymus vulgaris</i>	Adi Kekik*
<i>Mentha piperita</i>	Nane*
<i>Salvia officinalis</i>	Adaçayı**
<i>Lavendula officinalis</i>	Lavanta**
<i>Laurus nobilis</i>	Defne***

*Aşçı Baharatları markası, ** Asvita marka, ***Balen marka uçucu yağ

3.1.1.1 Adi Kekik (*Thymus vulgaris*)

Lamiaceae familyasından olan kekik daima yeşil, odunumsu, çalimsı, çok dallı boyu yaklaşık 20-40 cm arasında değişen dallarının üst kısmı gri-kadife tüylü olan bir bitkidir. Bitkinin ana sapı dallanmaz lakin yaprak koltuğundan çıkan sürgünlerle demet oluşturur. Çiçekleri düğme şeklinde yuvarlağımsı, çanak yaprakları tüsüzdür (Fakılı ve Özgüven, 2012). Adi kekik, iyi bir antifungal özelliğe sahiptir. Çiçekleri, lila veya beyaz renklidir. Uçucu yağ miktarı %1.09 ila 2.67 arasında olup temel bileşenlerini; timol, p-cymene, γ -terpinene, carvacrol, β -caryophyllene ve α -terpinen oluşturmaktadır (Bozdemir, 2019).

3.1.1.2 Nane (*Mentha piperita*)

Nane, Lamiaceae familyası, *Mentha* cinsine ait, çok yıllık, 30-80 cm boylanabilen, ana kökleri rizom şeklinde, saçak kökleri gelişmiş tıbbi bir bitkidir. Yaprakları yüksek miktarda mentol içermektedir. Gövdesi yeşil ve morumsu renktedir. Yaprakları gövde üzerinde karşılıklı dizili haldedir. Yaprak uçları sivri ve kenarları dişlidir. Yıllık yağış miktarı 1000 mm civarında seyreden ılıman iklim bölgeleri yetişmesi için uygundur (BÜGEM, 2020a.)

Nane uçucu yağı; menthol, menthone, menthyl acetate, limonene ve menthofuran gibi bileşenleri içermektedir (Başer, 1993).

3.1.1.3 Adaçayı (*Salvia officinalis*)

Adaçayı, Lamiaceae familyasına ait bir antiseptik ve antibiyotik etkisi güçlü, uçucu yağ ve baharat bitkisidir. Dünyada *Salvia* cinsine ait 900 tür bulunmakta olup ticari değeri en yüksek olan adaçayı türü, tıbbi adaçayı olarak bilinen *Salvia officinalis*'tir. Tıbbi adaçayının ekonomik olarak değerlendirilen kısımları yaprakları ve çiçekleridir. Tıbbi adaçayı yapraklarında yaklaşık %0.5 ila 2.5 arasında uçucu yağ içermektedir. Adaçayı bitkileri genellikle Mayıs ayında çiçeklenmeye başlar ve hasat zamanı tomurcuklanma sonu veya çiçeklenme başlangıcıdır. Tomurcuklanma döneminde yapraklardaki uçucu yağ içeriği ve thujon oranı daha yüksektir (Yılmaz ve Gökdoğan, 2015). Mavi ve menekşe renklerde çiçekler açar ve sap uçlarında kümelenmiştir. Deniz seviyesinden 1500 m rakıma kadar yetişir. Rakım arttıkça, sıcaklık ve ışık yoğunluğu azaldıkça, toprak ve havadaki nem arttıkça uçucu yağ oranı azaltmaktadır (BÜGEM, 2020b). Adaçayı bitkisinin boyu 60 cm ile 100 cm arasında değişmektedir. Saçak kök yapısına sahiptir. Yaprakları beyazımsı griden gümüş rengine kadar değişen renktedir ve tüylüdür (Ekren ve ark., 2007).

Adaçayı uçucu yağını oluşturan başlıca bileşenlerin α -pinen, β -pinen, myrecene, 1-8 cineole, thujon, camphor, linalool, borneol ve trans-caryophyllene olduğu bildirilmiştir (Ekren ve ark., 2007).

3.1.1.4 Lavanta (*Lavandula officinalis*)

Lavanta; Lamiaceae familyası, *Lavandula* cinsine ait 20-60 cm boylanabilen çok yıllık kazık köklü çalimsı bir Akdeniz kuşağı bitkisidir. Deniz seviyesinden 600-2000 m yükseklikteki alanlarda doğal olarak yetişmektedir. Yaprakları tüylerle örtülüdür. Kültür bitkisi olarak; Tacikistan, Fransa, İtalya, İspanya, Bulgaristan, Gürcistan, Moldova, Rusya ve Ukrayna'da yetiştirilmektedir. Lavanta sıcağı seven ve yetiştiricilikte sıcağı ihtiyaç duyan bir bitkidir. Vejetasyon süresi boyunca 3600 °C toplam sıcaklığa ihtiyaç duyarlar. Soğuğa dayanıklı bir bitkidir. Yaprakları, ilkbaharda ve sonbaharda olmak üzere yılda iki kez oluştuğu için daima yeşil kalmaktadır. Çiçeklenme döneminde hava kuru ve güneşli olursa uçucu yağ miktarı artmaktadır (Ayyıldız ve Tülek, 2022; Anonim, 2022b).

Lavanta uçucu yağı; linalool, terpinene-4-ol, camphor, borneol, 1,8 cineol, lavandulol, β - pinene, ve β -farnesene gibi bileşikler içermektedir (Yıldırım ve ark., 2019).

3.1.1.5 Defne (*Laurus nobilis*)

Defne, Lauraceae familyasına ait, mart-nisan aylarında çiçek açan, 3-8 m yüksekliğinde, kışın yapraklarını dökmeyen bir ağaçtır. Yaprakları kısa saplı, laminası oval ve serttir. Yaprakların üst kısmı parlak alt tarafı mat yeşil renklidir (Tanrıverdi, 1989). Defne yapraklarında uçucu yağ oranı ortalama %0.4-4.5 arasında değişim göstermektedir. Defne uçucu yağı; 1.8-sineol, α -terpinyl acetate, α -terpineol, linalool, sabinene gibi bileşenleri içermektedir (Karık ve ark., 2015).

3.1.2 Çalışmada Kullanılan Fungisit

Çalışmada fungusit olarak Collis® SC (100 g/L Kresoxim methyl + 200 g/L Boscalid) kullanılmıştır (Anonim, 2023c).

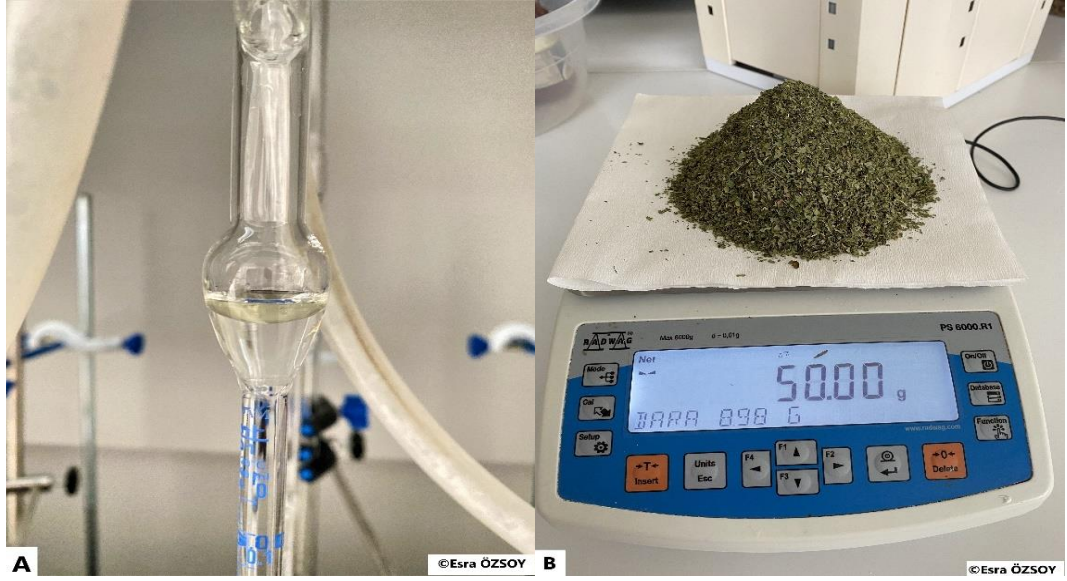
3.2 Yöntem

3.2.1 Uçucu Yağların Elde Edilmesi

Kuru bitki örneklerinden, Clevenger hidrodistilasyon düzeneği (Şekil 3.1) ile uçucu yağ elde edilmiştir. Bunun için 1 L'lik balona bitkilerin hacmine bağlı olarak 25-50 g alınarak üzerine 300-500 mL saf su ilave edilerek 2 saat kaynatılmıştır (Tuğlu ve ark., 2021). Kaynama esnasında sistemden distilasyon ile bitkilerin uçucu yağı alınmıştır (Şekil 3.2). Elde edilen yağlar 0.22 μ m porluk membran filtresi ile steril edilmiştir (Türkkan ve ark., 2020). Kullanılncaya kadar Falcon tüplerinde buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1 Clevenger Hidrodistilasyon Düzenegi



Şekil 3.2 Nane Uçucu Yağ Eldesi (A), Nane Kuru Bitki Örneği (B)

3.2.2 *Erysiphe corylacearum* İnokulumunun Eldesi

E. corylacearum obligat biyotrof olduğu için denemede kullanılan konidiler doğal olarak enfekteli fındık bahçelerinden alınan enfekteli yapraklardan elde edilmiş ve taze olarak kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Hastalık Belirtisi A) Enfekteli Fındık Ocağı Görüntüsü B) Enfekteli Yaprak Örnekleri

3.2.3 Uçucu Yağların Antifungal Etkinliğinin Belirlenmesi

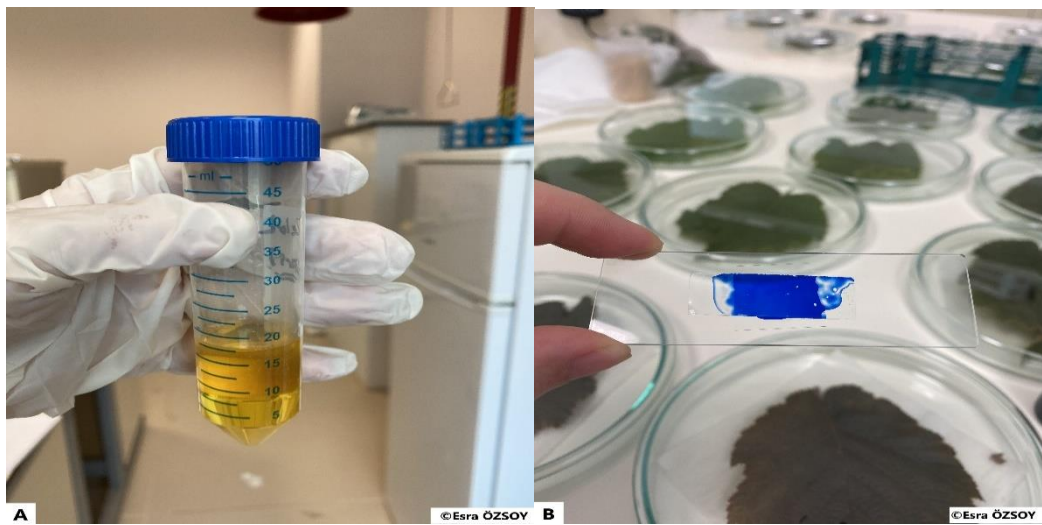
3.2.3.1 Koparılmış Yaprak Üzerinde Konidi Çimlenmesine Etki

Sürgün uç kısmından itibaren üçüncü veya dördüncü sırada yer alan, normal büyüklüğünü almış fındık yaprakları koparılıp önce çeşme suyu daha sonra steril distile su ile iyice yıkandı. Daha sonra yaprakların muamele edileceği karışımlar hazırlandı (kontrol grubu da dahil olmak üzere tüm karışımlara %0.05 oranında Tween 80 eklenmiştir). Daha sonra yapraklar; 5 farklı konsantrasyondaki (1, 2, 4, 6, 8 $\mu\text{L}/\text{mL}$) uçucu yağ çözeltilisine 5 saniye süre ile batırıldı ve steril kabin içerisinde kurutuldu. Aynı işlemler bir fungusit (Collis® SC (100 g/l Kresoxim methyl + 200 g/l Boscalid)) süspansiyonu (0.3 $\mu\text{L}/\text{mL}$) ve kontrol olarak sadece distile su kullanılarak da tekrarlandı. Muamele edilmiş yapraklar 15 cm çapında cam petrielerde nemli hücrelere yerleştirildi (Şekil 3.4). Konidi içeren yapraklar nemli hücredeki yapraklar üzerine silkelendi ve 25 ± 1 °C'de 24 saat inkübe edildi. Deneme 3 tekerrürlü olarak kuruldu (Raja, 2010).



Şekil 3.4 Yaprak Örneklerinin Steril Kabinde Kurutularak Petrilere Yerleştirilmesi

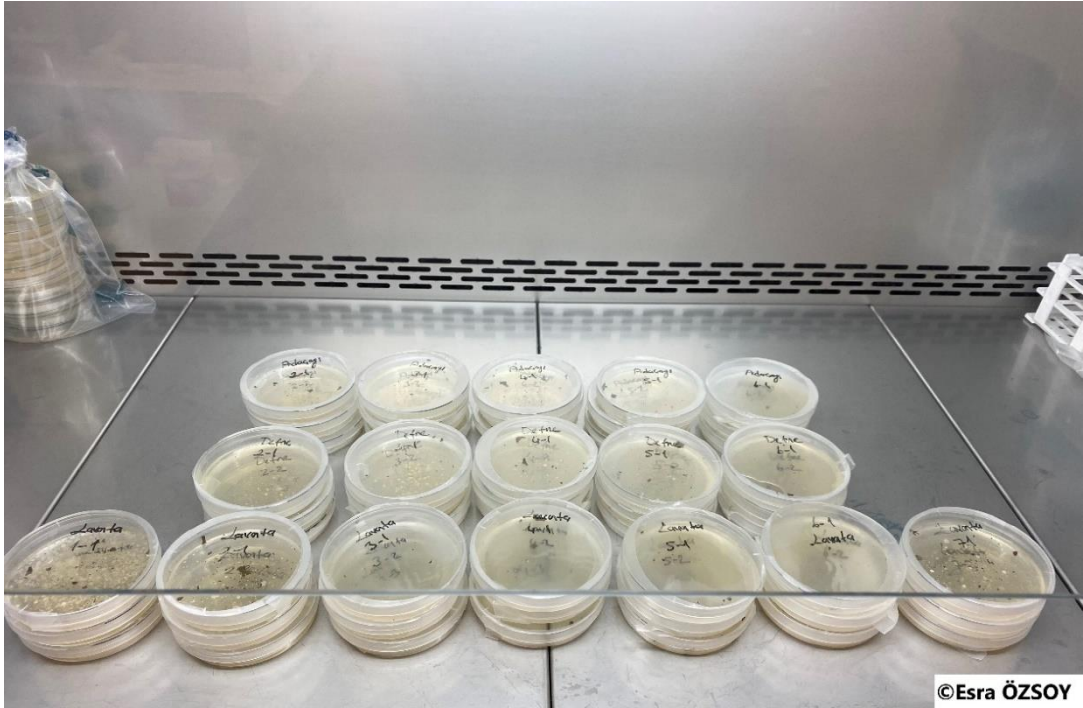
24 saatlik inkübasyondan sonra konidial çimlenmenin belirlenmesi için konidiler yapışkan cellophane banta yapıştırılıp bu bantlar üzerine bir damla laktofenol cotton blue damlatılan lam üzerine yerleştirildikten sonra bantın üst kısmına da bir damla daha laktofenol cotton blue eklenip üzerine lamel kapatıldı (Şekil 3.5) ve mikroskop altında incelendi. Her tekrürde 50 konidi sayımı gerçekleştirildi (Raja, 2010). Bitki uçucu yağlarının konidi çimlenmesini yüzde engelleme oranı Vincent (1927) tarafından verilen formüle (Konidi çimlenmesini yüzde engelleme oranı= $[(C-T)/C] \times 100$, C=Kontroldeki konidi çimlenmesi, T=Müameleli yapraktaki konidi çimlenmesi) göre değerlendirildi. Ayrıca uçucu yağların konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC₅₀) belirlendi.



Şekil 3.5 Kekik Uçucu Yağ Eldesi (A), Lam Üzerinde Laktofenol Cotton Blue Damlatılan Preparat (B)

3.2.3.2 PDA Ortamında Konidi Çimlenmesine Etki

Potato Dextrose Agar, 39 g/L olacak şekilde damıtık su içinde ısıtılarak eritildi. Ardından 121 °C’de otoklavda 15 dk sterilize edildi. Ortamlar 45 °C’civarında iken uçucu yağlar (1, 2, 4, 6, 8 µL/mL) ilave edilip karıştırıldı. 90 mm petri kaplarına döküldü (15 mL/petri). Ayrıca bir fungusit (Collis® SC (100 g/l Kresoxim methyl + 200 g/l Boscalid) içeren (0,3 µL/mL) ve kontrol olarak sadece PDA içeren petriler kullanıldı. Petrilerdeki agarlar iyice soğuduktan sonra konidi içeren yapraklar üzerlerine silkelendi ve 25±1 °C’de 24 saat inkübe edildi. Deneme 3 tekerrürlü olarak kuruldu (Şekil 3.6). İnkübasyondan sonra konidial çimlenmenin belirlenmesi için petriler mikroskop altında incelendi. Her tekerrürde 50 konidi sayımı gerçekleştirildi (Anusree ve Kanzaria, 2022). Bitki uçucu yağlarının konidi yüzde engelleme oranı Vincent (1927) tarafından verilen formüle (Konidi çimlenmesini yüzde engelleme oranı= $[(C-T)/C] \times 100$, C=Kontroldeki konidi çimlenmesi, T=Muameleli lamdaki konidi çimlenmesi) göre değerlendirildi.



Şekil 3.6 PDA Ortamında Konidi Çimlenme Denemesinden Görünüm

3.2.3.3 Çukur Lamda Konidi Çimlenmesine Etki

Uçucu yağların *E. corylacearum*'un konidi çimlenmesine etkisi 5 farklı dozda (1, 2, 4, 6, 8 µL/mL) araştırılmıştır. Belirlenen konsantrasyonlar uçucu yağların steril distile su ile seyreltilmesi ile elde edilmiştir. Etmene ait spor süspansiyonu distile su içinde 3×10^5 olarak belirlenmiştir. Hazırlanan spor süspansiyonu ve bitki uçucu yağlarının toplam hacim 20 µl olacak şekilde çukur lamlara mikro pipetle konularak nemli hücrede $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 24 saat inkübe edilmiştir (Kılınç ve Dolar, 2018). Kontrol için sadece steril distile su kullanılmıştır. Mikroskopta her bir çukur lamda 50 spor sayımı gerçekleştirilerek bitki uçucu yağlarının konidi çimlenmesini yüzde engelleme oranının hesaplanması planlanmıştır. Ancak yapılan denemede kontrol lamalarında konidi çimlenmesi gerçekleşmediği için bu yöntemden sonuç alınamamıştır.

3.3 Verilerin Analizi

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, deneme sonuçlarının istatistiksel analizleri XLSTAT program kullanılarak yapılmıştır. Değerlere tek yönlü varyans analizi uygulanmış, uygulama ortalamaları arasındaki farklar Fisher'in en küçük önemli fark (LSD) testi ile karşılaştırılmıştır.

Uçucu yağların farklı konsantrasyonlarda konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC_{50}) probit analizi (IBM SPSS İstatistik Programı, versiyon 2019, New York, ABD) yapılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Uçucu Yağların Koparılmış Yaprak Üzerinde Konidi Çimlenmesine Etkisi

Yaprak örnekleri üzerinde yapılan çalışma sonuçlarına göre denemede kullanılan tüm uçucu yağların farklı dozlarında konidi çimlenme oranları (%) Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Yaprak Denemesinde Uçucu Yağların Farklı Dozlarında Konidi Çimlenme Oranları (%)

Dozlar	Konidi Çimlenme Oranı (%)				
	Kekik	Nane	Lavanta	Adaçayı	Defne
1 µL/mL	20.67	32.67	34.00	31.33	7.33
2 µL/mL	0.00	31.33	20.67	16.00	12.00
4 µL/mL	0.00	15.33	8.00	2.67	4.67
6 µL/mL	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
8 µL/mL	0.00	2.00	0.00	0.00	0.67
Kontrol	84.67	86.00	50.67	50.67	16.67
Fungisit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

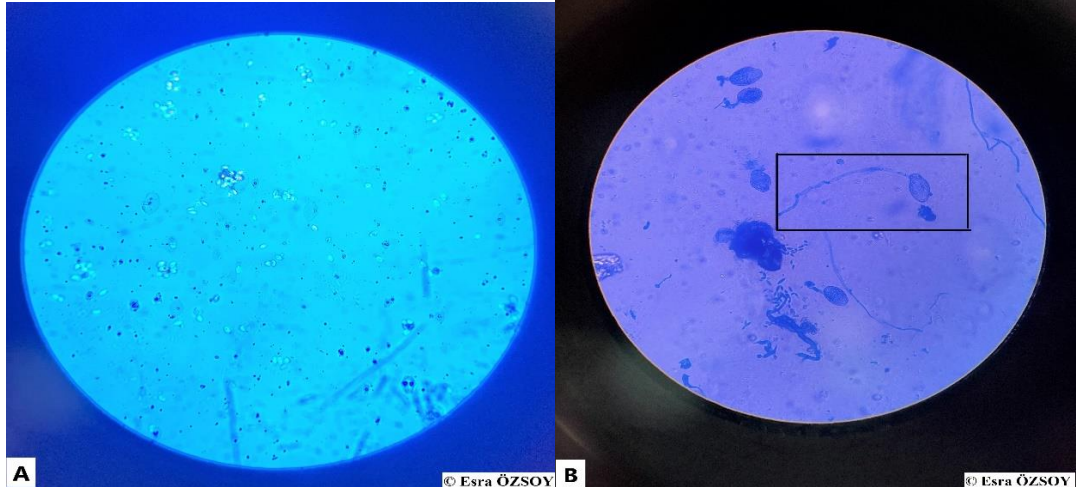
Yaprak örnekleri üzerinde yapılan çalışma sonuçlarına göre denemede kullanılan tüm uçucu yağların farklı dozlarda konidi çimlenmesini engelleme oranları (%) ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Yaprak Denemesinde Uçucu Yağların Farklı Konsantrasyonlarda Konidi Çimlenmesini Engelleme Oranları (%)

Dozlar	Uçucu yağlar				
	Kekik	Nane	Lavanta	Adaçayı	Defne
1 µL/mL	75.30±5.59 b	63.00±13.81 c	31.88±6.48 c	37.99±2.21c	55.93±23.39 bc
2 µL/mL	100.00±0.00 a	63.57±3.56 bc	60.04±11.06 b	67.91±2.72 b	26.30±7.04 cd
4 µL/mL	100.00±0.00 a	81.72±6.74 ab	85.98±7.73 a	93.89±4.55 a	73.33±5.09 ab
6 µL/mL	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	87.04±6.68 a
8 µL/mL	100.00±0.00 a	97.50±2.50 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	94.44±5.56 a
Kontrol	0.00±0.00 c	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d
Fungisit	100.00 ±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
Pr > F	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.01)

Kekik uçucu yağı ile yapılan denemede kontrolde konidi çimlenme oranı %84.67 iken 1 $\mu\text{L}/\text{mL}$ uygulama dozunda %20.67 oranında konidi çimlenmesi gerçekleşmiştir (Şekil 4.1). Uygulama dozları arttıkça herhangi bir konidi çimlenmesine rastlanmamıştır. 1 $\mu\text{L}/\text{mL}$ dozunda kekik uçucu yağının konidi çimlenmesi engelleme oranı %75.30 olup diğer tüm dozlarda %100 olup fark istatistiki olarak önemlidir. Ancak kekik uçucu yağının 6 ve 8 $\mu\text{L}/\text{mL}$ uygulama dozlarında fitotoksik etki görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.1 Mikroskop Görüntüleri; Kontrol Grubu Çimlenmemiş Spor Görünümü (A), Çimlenmiş Spor Görünümü (B)



Şekil 4.2 Kekik Uçucu Yağının 6 ve 8 $\mu\text{L}/\text{mL}$ Uygulama Dozu Sonrası Fitotoksik Etki Görünümü

Kim ve ark., (2008) tarafından yapılan bir çalışmada *Phytophthora cactorum* ve *Cryponectria parasitica*'ya karşı kekik ve yenibahar uçucu yağları test edilmiş, kekik (28 x 10⁻³ mg/mL hava konsantrasyonu) her iki patojene karşı %100 oranında antifungal aktivite göstermiştir. Bizim çalışmamızda ise kekiğin 1 µL/mL uygulama dozunda %75.30 engelleme diğer tüm uygulama dozlarında ise %100 engelleme sağlamıştır.

Zambonelli ve ark., (1996) *Thymus vulgaris*, *Lavandula* R.C. hibrid ve *Mentha piperita*'nın uçucu yağlarını, patojenik funguslar *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* var. *ultimum*, *Fusarium solani*, *Colletotrichum lindemuthianum*'a karşı *in vitro* koşullarda test etmiştir. Test edilen tüm yağların fungus gelişimini engellediği; bizim çalışmamızda da olduğu gibi en etkili uçucu yağın, %50.06'lık konsantrasyonda bulunan timol ile bağdaştırılan antifungal aktiviteye sahip kekik yağı olduğu kaydedilmiştir.

Erdoğan ve ark., (2014) kekik, nane ve lavanta ekstrakt ve uçucu yağlarının *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium* spp. üzerindeki antifungal etkisinin belirlenmesi amacı ile yaptıkları bir çalışmada ise; kekik uçucu yağının 1, 2, 3, 5 ve 10 µL/ mL dozlarının misel gelişimini %100 oranında engellediği bildirilmiştir.

Nane uçucu yağı ile yapılan denemede kontrolde konidi çimlenme oranı %86 iken 1 µL/mL uygulama dozunda %32.67, 2 µL/mL uygulama dozunda %31.33, 4 µL/mL uygulama dozunda %15.33 oranında çimlenme gözlenmiştir. 6 µL/mL uygulama dozunda hiç çimlenmeye rastlanılmasa da 8 µL/mL uygulama dozunda %2 oranında konidi çimlenmesi gözlemlenmiştir. Nane uçucu yağında en etkili dozlar 6 µL/mL ve 8 µL/mL dozlarında sırasıyla %100.00 ve %97.50 etkinlik elde edilmiş olup istatistiki olarak ikisi arasındaki fark önemli değildir ve fungusit uygulaması ile aynı gruptadır.

Kekik, nane ve adaçayının çilek yaprakları üzerinde *Colletotrichum acutatum*'un misel gelişimine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kekik uçucu yağı *C. acutatum*'u 200 µL L⁻¹ konsantrasyonun üzerinde tamamen inhibe etmiştir. Nane ve adaçayı uçucu yağı *C. acutatum*'un misel gelişimini azaltmıştır. Çilek yaprakları, kontrol ile karşılaştırıldığında inokulasyondan 4 gün sonra hastalıkta azalmanın 1000

$\mu\text{L L}^{-1}$ nane uçucu yağında %15.8, $800 \mu\text{L L}^{-1}$ kekik uçucu yağında %5 olduğunu göstermiştir (Morkeliüné ve ark., 2021).

Nane, kekik ve lavanta uçucu yağının *Verticillium dahliae* üzerindeki antifungal etkisini belirlemek amaçlı yürütülen bir çalışmada; uçucu yağlar 2, 4, 6, 8, $16 \mu\text{L mL}^{-1}$ dozlarında değerlendirilmiş, tüm uçucu yağlar fungusun misel gelişimini engellemiş; en yüksek antifungal etkiyi kekik uçucu yağı göstermekle beraber nane uçucu yağında antifungal etkisi kekik uçucu yağına yakın bulunmuştur (Erdoğan ve ark., 2016).

Lavanta uçucu yağı ile yapılan denemede kontrolde konidi çimlenme oranı %50.67 iken $1 \mu\text{L/mL}$ lavanta uçucu yağı uygulamasında %34, $2 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozunda %20.67, $4 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozunda %8,00 oranında çimlenme gözlemlenmiştir. $6 \mu\text{L/mL}$ ve $8 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozlarında ise hiç konidi çimlenmesine rastlanılmamıştır. $1 \mu\text{L/mL}$ ve $4 \mu\text{L/mL}$ dozlarında lavanta uçucu yağının konidi çimlenmesini engelleme oranı %31.88 ile %85.98 arasında değişmekle birlikte 6 ile $8 \mu\text{L/mL}$ dozlarında %100 oranında engelleme sağlamıştır. Son üç doz arasında etkinlik açısından istatistiksel olarak farklılık yoktur ve fungusit uygulaması ile aynı gruptadır.

Başka bir çalışmada kekik, karanfil, lavanta, limon otu ve nane uçucu yağları; %0.5, %1 ve %1.5 konsantrasyonlarda *Botrytis cinerea*'nın misel gelişimi üzerine etkisi araştırılmış, beş uçucu yağ arasında kekik uçucu yağı, *Botrytis cinerea*'nın misel gelişimini maksimum düzeyde engellemiştir (Reang ve ark., 2020). Bizim çalışmamızda ise nane uçucu yağının $6 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozunda hiç çimlenmeye rastlanılmasa da $8 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozunda %2 oranında konidi çimlenmesi gözlemlenmiştir. Lavanta uçucu yağının 6 ve $8 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozunda ise konidi çimlenmesi %100 oranında engellenmiştir.

Adaçayı uçucu yağı ile yapılan denemede kontrolde konidi çimlenme oranı %50.67 iken $1 \mu\text{L/mL}$ adaçayı uçucu yağı uygulamasında %31.33, $2 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozunda %16, $4 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozunda %2.67 oranında çimlenme gözlemlenmiştir. $6 \mu\text{L/mL}$ ve $8 \mu\text{L/mL}$ uygulama dozlarında ise hiçbir çimlenmeye rastlanılmamıştır. $1 \mu\text{L/mL}$ dozunda adaçayı uçucu yağının konidi çimlenmesini engelleme oranı %37.99 olup doz miktarı arttıkça konidi çimlenmesini engelleme

oranı da artış göstermiştir ve 6 µL/mL dozun ve 8 µL/mL dozlarında %100 engelleme oranı gözlemlenmiştir. Son üç doz arasında lavanta uçucu yağında olduğu gibi etkinlik açısından istatistiksel olarak farklılık yoktur ve fungusit uygulaması ile aynı gruptadır.

Defne uçucu yağı ile yapılan denemede kontrolde konidi çimlenme oranı %16.67 iken diğer dozları dikkate alındığında %7.33 ila %0.67 oranları arasında çimlenme gözlemlenmiştir. En az çimlenme 8 µL/mL uygulama dozunda gözlemlenmiştir. 1 µL/mL dozunda defne uçucu yağının uygulama dozlarının konidi çimlenmesini engelleme oranı ise %55.93 ila %94.44 arasında değişkenlik göstermiştir. Dozlar arasındaki etkinlik açısından farklılık önemli olup son iki doz ve fungusit uygulaması aynı grupta yer almaktadır. Kara ve ark., (2022)'nin yaptığı bir çalışmada defne uçucu yağı, *Pestalotiopsis funerea*'ya karşı 20 ve 25 µL petri⁻¹ konsantrasyonlarında fungusun misel gelişimini tamamen engellediği bildirilmiştir.

Defne uçucu yağı, yapılan başka bir çalışmada *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepea*, *Rhizoctonia solani* AG-4, *Macrophomina phaseolina* ve *Sclerotium rolfsii*'ye karşı *in vitro* koşullarda denenmiş ve uçucu yağın (40 µL/petri), *R. solani* AG-4 ve *S. rolfsii*'nin misel gelişimini tamamen engellediği; *F. oxysporum* f. sp. *cepea* ve *M. phaseolina*'nın gelişimini ise sırasıyla %63.61 ve %95.53 oranında engellediği belirlenmiştir (Türkkan ve ark., 2020).

Kullanılan uçucu yağların yaprak denemesinde farklı konsantrasyonlarının konidi çimlenmesine etkisine göre hesaplanan konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC₅₀) Çizelge 4.3'te verilmiştir. Kekik uçucu yağı 0.81 değeri ile en düşük EC₅₀ değerine sahip iken defne uçucu yağı 1.61 değeri ile en yüksek EC₅₀ değerine sahip uçucu yağ olarak belirlenmiştir.

Soylu ve ark., (2010) tarafından domatestede kurşuni küf etmeni *Botrytis cinerea*'ya karşı dağ kekiği (*Origanum syriacum* L. var. *bevanii*), lavanta (*Lavandula stoechas* L. var. *stoechas*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların antifungal aktiviteleri araştırıldığı bir çalışmada, uçucu yağların buhar ve değme fazlarında en düşük EC₅₀ değerleri dağ kekiğinde (0.044 ve 2.41 µg/ml) tespit edilmiş, bunu sırasıyla lavanta (0.25 ve 9.26 µg/ml) ve biberiye

(0.44 ve 10.37 µg/ml) izlemiştir. Bizim çalışmamızda lavanta için EC50 değeri 1.53 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3 Uçucu Yağların Yaprak Denemesi Sonuçlarına Göre EC₅₀ Değerleri (µL/mL)

Kekik	Nane	Lavanta	Adaçayı	Defne
0.81 (0.68-0.87)	0.88 (0.22-1.40)	1.53 (1.12-1.88)	1.32 (1.13-1.50)	1.61 (0.21-2.83)

Dozlar dikkate alınarak her bir doz grubunda uçucu yağların konidi çimlenmesini engelleme oranlarının karşılaştırılması Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Yaprak Denemesinde Uçucu Yağların Dozlara Göre Konidi Çimlenmesini Engelleme Oranları (%)

	Engelleme Oranı (%)				
	Dozlar				
Uçucu Yağ	1 µL/mL*	2 µL/mL**	4 µL/mL*	6 µL/mL**	8 µL/mL**
Kekik	75.30±5.59 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
Nane	63.00±13.81 ab	63.57±3.56 b	81.71±6.74 bc	100.00±0.00 a	97.50±2.50 a
Lavanta	31.88±6.48 b	60.04±11.06 b	85.98±7.73 abc	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
Adaçayı	37.99±2.21 ab	67.91±2.72 b	93.89±4.55 ab	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
Defne	55.93±23.39 ab	26.30±7.04 c	73.33±5.09 c	87.04±6.68 b	94.44±5.56 a
Pr > F	0.178	0.000	0.047	0.040	0.545

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05)
Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.01)

Uçucu yağların etkinlikleri arasındaki farklar ilk dört doz için önemli olup ilk üç dozda kekik en etkili uçucu yağ olarak belirlenmiştir. Dördüncü doz olan 6 µL/mL dozunda defne haricinde diğer uçucu yağlar %100 etkili iken defne %87.04 oranında etkili bulunmuştur ve istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır. En yüksek doz olan 8 µL/mL dozunda ise tüm uçucu yağlar etkinlik açısından istatistiki olarak aynı grupta yer almışlar ve hepsi yüksek oranda etkili bulunmuşlardır. Ancak kekik uçucu yağı son iki dozda fitotoksik etki göstermiştir.

4.2 Uçucu Yağların PDA Ortamında Antifungal Etkinliği

PDA ortamında uçucu yağların konidi çimlenmesine etkilerini belirlemek için yapılan çalışmalarda kontrol grubunda çimlenme oranları %11.33-%24.67 gibi düşük değerlerde tespit edilmiş olup uygulama dozlarında ise kekik, lavanta ve adaçayı uçucu yağlarının ilk dozlarında çok az oranda (%2.00-%4 oranında) çimlenme gözlenirken diğer tüm uçucu yağ-doz kombinasyonlarında hiçbir çimlenme gözlenmemiştir (Çizelge 4.5). Dolayısıyla tüm uçucu yağların konidi çimlenmesini

engelleme oranları oldukça yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6). Ancak kontrol petrilerindeki düşük konidi çimlenme oranları nedeniyle PDA denemeleri sonuçları ile kesin bir yargıya gitmenin doğru olmayacağı düşünülmektedir. Oysa Anusree ve Kanzaria, (2022) *Vigna mungo* bitkisinde külleme etmeni olan *Erysiphe polygoni*'nin spor çimlenmesine karşı farklı fungusitlerin *in vitro* etkinliğini PDA ortamında bizim kullandığımız yöntemle göre denemişler ve kontrol petrilerinde uygulamalardan 48, 72 ve 96 saat sonra sırasıyla %45.88, %47.03 ve %48.29 oranında konidi çimlenmesi gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.5 PDA Ortamında Uçucu Yağların Farklı Dozlarında Konidi Çimlenme Oranları (%)

Dozlar	Konidi Çimlenme Oranı (%)				
	Kekik	Nane	Lavanta	Adaçayı	Defne
Kontrol	24.67	24.67	11.63	11.33	11.33
1 µl/ml	2.67	0.00	2.00	4.00	0.00
2 µl/ml	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 µl/ml	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6 µl/ml	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8 µl/ml	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fungisit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.6 PDA Ortamındaki Uçucu Yağların Konidi Çimlenmesini Engelleme Oranları (%)

	Kekik	Nane	Lavanta	Adaçayı	Defne
1 µL/mL	92.22±4.84 b	100.00±0.00 a	84.92±8.29 ab	65.08±18.25 ab	100.00±0.00 a
2 µL/mL	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
4 µL/m	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
6 µL/m	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
8 µL/mL	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
Fungisit (0.3 µL/mL)	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$)

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Fındık (*Corylus avellana* L.) ülkemizin en önemli tarımsal ihraç ürünlerinden biridir. Külleme hastalığı (*Phyllactinia guttata* ve *Erysiphe corylacearum*) fındıkta son yıllarda üretimi sınırlayan, verim ve kalite kayıplarına neden olan önemli bir hastalık olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma fındıkta külleme hastalık etmenlerinden daha tahripkar olan *E. corylacearum*'a karşı kekik (*Thymus vulgaris*), nane (*Mentha piperita*), lavanta (*Lavendula officinalis*), adaçayı (*Salvia officinalis*) ve defne (*Laurus nobilis*) bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların antifungal etkisini belirlemek amacıyla in vitro koşullarda yürütülmüştür.

Uçucu yağların antifungal etkinliği, koparılmış yapraklar üzerinde ve PDA ortamında konidi çimlenmesine etkisinin belirlenmesi şeklinde iki ayrı yöntemle belirlenmiştir. Uçucu yağlar 5 farklı dozda (1, 2, 4, 6 ve 8 µL/mL) uygulanmıştır. Denemede hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol ile hastalığa karşı ruhsatlı bir fungusit olan Collis® SC (100 g/l Kresoxim methyl + 200 g/l Boscalid) de kullanılmış olup (0.3 µL/mL dozunda) deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Uçucu yağların farklı dozlarının konidi çimlenmesini engelleme oranları ve konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC₅₀) hesaplanmıştır.

1 µL/mL dozunda kekik uçucu yağının konidi çimlenmesi engelleme oranı %75.30 iken diğer tüm dozlarda %100 olup fark istatistiki olarak önemlidir. İlk doz haricinde tüm etkinlik değerleri fungusit uygulaması ile aynı gruptadır. Ancak kekik uçucu yağının 6 ve 8 µL/mL uygulama dozlarında fitotoksik etki görülmüştür.

Nane uçucu yağında dozlar arasındaki etkinlik değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli olup en etkili dozlar olan 6 µL/mL ve 8 µL/mL dozlarında sırasıyla %100.00 ve %97.50 etkinlik elde edilmiştir (istatistiki olarak ikisi arasındaki fark önemli değildir ve fungusit uygulaması ile aynı gruptadır).

1 µL/mL ve 4 µL/mL dozlarında lavanta uçucu yağının konidi çimlenmesini engelleme oranı %31.88 - %85.98 arasında değişmekle birlikte 6 ile 8 µL/mL dozlarında %100 oranında engelleme sağlamıştır. Son üç doz arasında etkinlik açısından istatistiksel olarak farklılık yoktur ve fungusit uygulaması ile aynı gruptadır.

1 µL/mL dozunda adaçayı uçucu yağının konidi çimlenmesini engelleme oranı %37.99 olup doz miktarı arttıkça konidi çimlenmesini engelleme oranı da artış göstermiştir ve 6 µL/mL dozun ve 8 µL/mL dozlarında %100 engelleme oranı gözlemlenmiştir. Son üç doz arasında lavanta uçucu yağında olduğu gibi etkinlik açısından istatistiksel olarak farklılık yoktur ve fungusit uygulaması ile aynı gruptadır.

1 µL/mL dozunda defne uçucu yağının uygulama dozlarının konidi çimlenmesini engelleme oranı ise %55.93- %94.44 arasında değişkenlik göstermiştir. Dozlar arasındaki etkinlik açısından farklılık önemli olup son iki doz ve fungusit uygulaması aynı grupta yer almaktadır.

Kullanılan uçucu yağların konidi çimlenmesini %50 düzeyinde engelleyen etkili konsantrasyonları (EC₅₀) en düşük kekikte (0.81 µL/mL) tespit edilmiş olup bunu sırasıyla nane (0.88 µL/mL), adaçayı (1.31 µL/mL), lavanta (1.53 µL/mL) ve defne (1.61 µL/mL) izlemiştir.

Dozlara göre uçucu yağların etkinliklerini karşılaştırdığımızda uçucu yağlar arasındaki farklar ilk dört doz için önemli olup ilk üç dozda kekik en etkili uçucu yağ olarak belirlenmiştir. Dördüncü doz olan 6 µL/mL dozunda defne haricinde diğer uçucu yağlar %100 etkili iken defne %87.04 oranında etkili bulunmuştur ve istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır. En yüksek doz olan 8 µL/mL dozunda ise tüm uçucu yağlar etkinlik açısından istatistiki olarak aynı grupta yer almışlar ve hepsi yüksek oranda etkili bulunmuşlardır.

PDA ortamında yapılan denemede kekik, lavanta ve adaçayı uçucu yağlarının ilk dozlarında çok az oranda (%2.00-%4 oranında) çimlenme gözlenirken diğer tüm uçucu yağ-doz kombinasyonlarında hiçbir çimlenme gözlenmemiş ve dolayısıyla tüm uçucu yağların konidi çimlenmesini engelleme oranları %100.00 olarak belirlenmiştir. Ancak kontrol petrilerindeki düşük konidi çimlenme oranları (%11.33-%24.67) nedeniyle PDA denemeleri sonuçları ile kesin bir yargıya gitmenin doğru olmayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, *in vitro*da yapılan koparılmış yaprak denemelerine göre tüm uçucu yağlar *E. corylacearum*'a karşı önemli bir antifungal etki göstermiştir. Uçucu yağların bu etkisinin ileride yapılacak *in vivo* ve tarla çalışmaları ile desteklenmesi önerilmektedir. Bu ürünlerin kullanımının yaygınlaştırılması ile fındık üretim alanlarındaki kimyasal fungusit uygulamaları azaltılarak yerine doğa dostu mücadeleye bırakması mümkün olabilecektir. Çalışmanın bu denli önemli bir tarım ürününde tahripkar külleme hastalığa karşı alternatif bir yöntem olan uçucu yağların endüstriyel kullanım olanaklarının geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akgül, A. (1993). Baharat Bilimi ve Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 15, 101-104
- Al Maqtari, MA., Saeed, MA. & Ebtesam HA. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Thymus vulgaris* from Yemen. *Turkish J. Biochem.*, 36, 342-349.
- Altın, N. & Gülcü B. (2018). Potential of *Ampelomyces* as a biological control agent against powdery mildew in hazelnut orchards. *International Journal of Agriculture & Biology*, 20(9), 2064-2068.
- Anonim, (2022a). Fındıkta Külleme. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Belgeler/Sol%20Men%C3%BC/E%C4%9Fitim%20ve%20Yay%C4%B1m/%C3%87ift%C3%A7i%20E%C4%9Fitim/K%C3%BCilleme.pdf>. (Erişim Tarihi:19.12.2022).
- Anonim, (2022b). Lavanta Yetiştiriciliği. https://www.tarimkutuphanesi.com/lavanta_yetistiriciligi__00314.htmL#:~:text=Botanik%20%C3%B6zellikleri%20%3A%20Lavanta%20%2D60,ve%20ya%C5%9Fland%C4%B1k%C3%A7a%20alt%20dallar%20odunla%C5%9F%C4%B1r. (Erişim Tarihi: 20.12 2022).
- Anonim, (2023a). Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/BKURuhsat/Index?csrt=6666984495895532794>. (Erişim Tarihi: 31.01.2023)
- Anonim, (2023b). Fındık Yetiştiriciliği. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/13473/mod_resource/content/1/FINDIK%20YET%C4%B0C%9ET%C4%B0R%C4%B0C%C4%B0L%C4%B0%C4%9E%C4%B0-I.pdf. (Erişim Tarihi : 7.01.2023).
- Anonim, (2023c). Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/BKURuhsat/Details/2997>. (Erişim Tarihi: 31.01.2023)
- Anonymus, (2023). Common Names of Plant Diseases, Diseases of European Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Hazelnut (*Corylus* spp.). Web Sitesi: <https://www.apsnet.org/edcenter/resources/commonnames/Pages/Hazelnut.aspx>. (Erişim Tarihi: 02.01.2023).
- Anusree, KP. & Kanzaria, KK. (2022). Evaluation of fungicides against spore germination inhibition of *Erysiphe polygoni* DC in vitro. *The Pharma Innovation Journal*, 11(8), 1835-1840.
- Ayyıldız, Ö., Tülek, A. (2022). Lavanta Yetiştiriciliği, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne. Çiftçi Broşürü. Web Sitesi: https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Belgeler/Yayinlar/Lifletler/lavanta_yetistiriciligi.pdf. (Erişim Tarihi: 20.12 2022).
- Bayaz, M. (2014). Esansiyel yağlar: antimikrobiyal, antioksidan ve antimutajenik aktiviteleri. *Akademik Gıda*, 12(3), 45-53.

- Bilge, İ. (2020). Identification of powdery mildew disease and genetic improvements in hazelnut. Doctoral dissertation, Sabancı University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, İstanbul.
- Botta, R., Molnar, T.J., Erdogan V., Valentini, N., Marinoni, D.T. & Mehlenbacher, S.A. (2019). Hazelnut (*Corylus* spp.) breeding: Advances in plant breeding strategies: Nut and beverage crops, Ed.: Al-Khayri, J.M., Jain, S.M., Johnson D.V., Springer, İsviçre, 157-219.
- Bozdemir, Ç. (2019). Türkiye’de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(3), 583-594.
- BÜGEM, (2020a). Tıbbi nane fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi. <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/Projeler/TIBBI+NANE+FIZIBILITE+RAPORU+VE+YATIRIMCI+REHBERI.pdf> (Erişim Tarihi: 21.12.2022)
- BÜGEM, (2020b). Adaçayı fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi. <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/Projeler/Ada%C3%A7ayı+Fizibilite+Raporu+ve+Yatirimci+Rehberi.pdf> (Erişim Tarihi: 21.12.2022)
- Castillo, F., Aguilar, C.N., Hernández, D., Gallegos, G. & Rodríguez, R. (2012). Antifungal properties of bioactive compounds from plants. *Fungicides for Plant and Animal Diseases*; Dhanasekaran, D., Ed., Intech, pp. 82-98.
- Chauhan, K.R., Le, T.C., Chintakunta, P.K. & Lakshman, D.K. (2017). Phyto-fungicides: Structure activity relationships of the thymol derivatives against *Rhizoctonia solani*. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 6(4), 175-185.
- Ceylan, A. (1996). Tıbbi Bitkiler-II (Uçucu Yağ Bitkileri) *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* No: 481. Bornova, İzmir, 225-306.
- Clerck, C.D., Maso, S.D., Parisi, O., Dresen, F., Zhiri, A. & Jijakli, M.H. (2020). Screening of antifungal and antibacterial activity of 90 commercial essential oils against 10 pathogens of agronomical importance. *Foods*, 9(10), 1418.
- Contini, M., Frangipane, M.T. & Massantini, R. (2011). Antioxidants in hazelnuts (*Corylus avellana* L.): Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention, Ed: Preedy, V.R., Watson, R.R. Patel, V.B., Academic Press. Londra UK, 611-625.
- Çalikoğlu, E., Kıralan, M. & Bayrak, A. (2006). Uçucu yağ nedir, nasıl üretilir ve Türkiye’deki durumuna genel bir bakış. *Türkiye*, 9, 24-26.
- Dawar, S., Abbas, S., Tariq, M. & Zaki, M.J. (2008). In vitro fungicidal activity of spices against root infecting fungi. *Pakistan Journal of Botany*, 40(1), 433.
- Ekren, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S. & Bayram, E. (2007). Farklı biçim yüksekliklerinin adaçayı (*Salvia officinalis* L.) genotiplerinde agronomik ve teknolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1), 55-70.
- EPPO (2022). *Erysiphe corylacearum* Distribution. <https://gd.eppo.int/taxon/ERYSCY/distribution>. (Erişim Tarihi:19.12.2022)

- Erdoğan, O., Çelik, A., Yıldız, Ş., Yıldız, K. & 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): 398-404.
- Erdoğan, O., Çelik, A. & Zeybek, A. (2016). In Vitro Antifungal Activity of Mint, Thyme, Lavender Extracts and Essential Oils on *Verticillium dahliae* Kleb. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25, 4856-4862.
- Erper, İ., Türkkın, M., Karaca, G. H. & Kılıç, G. (2012). New hosts for *Phyllactinia guttata* in the Black Sea Region of Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27(5), 432-437. <https://doi.org/10.1080/02827581.2011.649300>
- Fakılı, O. & Özgüven, M. (2012). Türkiye’de adi kekik (*Thymus vulgaris* L.) konusunda yapılan çalışmaların envanteri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27-3.
- Fındık Alanlarının Tespitine Dair Kararda Değişiklik Yapılması Hakkında Karar. (7 Şubat 2015). *Resmi Gazete* (Sayı: 29260). Kanun No. 7253. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150207-6-1.pdf> (Erişim Tarihi: 5.01.2023)
- FAOSTAT, (2022). Crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl>. (Erişim Tarihi: 21.12.2022)
- Heffer, V., Johnson, KB., Powelson, ML. & Shishkoff, N. (2006). Identification of Powdery Mildew Fungi. <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/labexercises/Pages/PowderyMildew.aspx>. (Erişim Tarihi: 03.12.2022)
- Gülcü, B. (2022). Field efficacy of trans-Cinnamic Acid against powdery mildew disease, *Erysiphe corylacearum*, in hazelnut fields. *Phytoparasitica*, 1-6.
- İslam, A. (2018). Hazelnut culture in Turkey. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7 (2), 259-266. DOI: 10.29278/azd.476665
- İşcan, G., Bektaş Sarıaltın, E., Soyseven, M. & Arlı, G. (2022). Türkiye’de tüketime sunulan tarçın türlerinin anatomik incelenmesi ve kumarin miktarlarının belirlenmesi. *Gıda The Journal of Food*, 47 (2), 310-327. <https://doi.org/10.15237/gida.GD22014>
- Kara, M., Türkmen, M. & Soylu, S. (2022). Rezene ve Defne Uçucu Yağ Karışımlarının Kimyasal Bileşenlerinin ve *Pestalotiopsis funerea*’ya Karşı Antifungal Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1), 113-126.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Tutar, M. & Fırat, AYAS. (2015). Türkiye defne (*Laurus nobilis* L.) popülasyonlarının uçucu yağ bileşenleri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 1-16.
- Kılınc, GE. & Dolar, FS. (2018). Bazı Bitki Ekstraktlarının In Vitro Koşullarda *Botrytis cinerea* Pers.’ya Antifungal Aktivitesinin Belirlenmesi. *Plant Protection Bulletin*, 58 (4), 255-266. DOI: 10.16955/bitkorb.455269
- Kim, J., Lee, YS., Lee, SG., Shin, SC., & Park, IK. (2008). Fumigant antifungal activity of plant essential oils and components from West Indian bay

- (*Pimenta racemosa*) and thyme (*Thymus vulgaris*) oils against two phytopathogenic fungi. *Flavour and Fragrance Journal*, 23(4), 272-277.
- Lasorella, V., Antonino, N., Grande, O. & Guarino, A. (2018). Evaluation of the effect of fall applications of an orange essential oil formulate on the development of *Erysiphe necator* chasmothecia. *Atti, Giornate Fitopatologiche, Chianciano Terme (SI), Italia, 6-9 marzo 2018, Volume secondo*, 389-394.
- Lucas, S.J., Sezer, A., Boztepe, O., Kahraman, K. & Budak, H. (2018). Genetic analysis of powdery mildew disease in Turkish hazelnut. *Acta Horticulturae*, 1226, 413– 420. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1226.63
- Molnar, T.J. (2011). *Corylus*: Wild crop relatives: genomic and breeding resources, Ed.: Kole, C., Berlin/Heidelberg, 15-48.
- Morkeliūnė, A., Rasiukevičiūtė, N., Šernaitė, L. & Valiuškaitė, A. (2021). The use of essential oils from thyme, sage and peppermint against *Colletotrichum acutatum*. *Plants*, 10(1), 114. <https://doi.org/10.3390/plants10010114>
- Nohutçu, L., Şelem, E., Tunçtürk, R. & Tunçtürk, M. (2021). Uçucu yağların tarımsal hastalık ve zararlılara karşı kullanımı. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2), 499-523.
- Olsen, M.W., (2011). Powdery Mildew. <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1033.pdf>. (Erişim Tarihi: 03.12.2022)
- Polat, Z., Gültekin, M. A., Palacioğlu, G. & Bayraktar, H. (2022). First report of *Botryosphaeria dothidea* causing stem canker of hazelnut in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 104(1), 467-467.
- Raja, S.A. (2010). Management of powdery mildew, *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst of Mulberry (*Morus* sp.) using chosen biocontrol agents. *Journal of Biopesticides*, 3(2), 483-486.
- Reang, S.P., Mishra, J.P. & Prasad, R. (2020). In vitro antifungal activities of five plant essential oils against *Botrytis cinerea* causing gray mold of orange. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3), 1046-1048.
- Sevindik, E., Uysal, H. & Apaydın, E. (2022). Aydın/Türkiye’de yetişen *Lavandula pedunculata* subsp. *cariensis* (Boiss.) Upton & S. Andrews (Lamiaceae) çiçeklerinin uçucu yağlarının kimyasal bileşimlerinin değerlendirilmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 15(1), 30-34.
- Sezer, A. (2012a). Ordu Giresun ve Trabzon illerinde fındıkta meyve ve çotanak hastalıklarına neden olan fungal etmenlerin ve çeşit reaksiyonlarının belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ankara.
- Sezer, A. & Dolar, F.S. (2012b). *Colletotrichum acutatum*, a new pathogen of hazelnut. *Journal of Phytopathology*, 160(7-8), 428-430. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2012.01910.x>
- Sezer, A. & Dolar, F.S. (2015). Determination of *Pestalotiopsis* sp. causing disease on fruit clusters in hazelnut growing areas of Ordu, Giresun and Trabzon provinces in Turkey. *Agriculture & Forestry, Vol.61 Issue (1)*, 183-188. DOI: 10.17707/AgricultForest.61.1.23

- Sezer, A. (2016a). Fındıkta Külleme. Ünye Ticaret Borsası Dergisi, Sayı:2, Sayfa: 42-45.
- Sezer, A. (2016b). Külleme hastalığının fındık alanlarındaki coğrafi dağılımı, Fındıkta Külleme Çalıştayı, 25 Ekim 2016, Trabzon.
- Sezer, A., Dolar, FS. & Ünal, F. (2017a). First report of *Colletotrichum fioriniae* infection of hazelnut. *Mycotaxon*, 132(3), 495-502. DOI : 10.5248/132.495
- Sezer, A., Dolar, F. S., Lucas, S., Kose, C. & Gumus, E. (2017b). First report of the recently introduced, destructive powdery mildew *Erysiphe corylacearum* on hazelnut in Turkey. *Phytoparasitica*, 45(4), 577-581. <https://doi.org/10.1007/s12600-017-0610-1>
- Sezer, A., Bilgen, Y., Duyar, Ö., Köse, Ç., Gümüş, E. & Er, T. (2019). *Erysiphe corylacearum*'un neden olduğu külleme hastalığına karşı Giresun ili fındık üretim alanlarında kimyasal mücadele olanaklarının belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, Cilt:8 Özel Sayı, 71-78. <https://doi.org/10.29278/azd.656526>
- Sezer, A. (2020). Fındık Hastalıkları ve Mücadelesi, Fındık yetiştiriciliği, Editör: İslam, A., Yeşiller Grafik Tasarım, Reklam ve Matbaacılık, Ordu, 96-113.
- Sezer, A. & Şahin, S. (2022). Fındıkta Külleme Hastalığının Uzun Süreli Depolamada Bazı İç Bozuklukları ve Kalite Parametrelerine Etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(2), 179-188. <https://doi.org/10.54370/ordubtd.1207968>
- Sivrikaya, IS., Tosun, B. & Karakaya, E. (2021). *Origanum onites* L. ve *Rosmarinus officinalis* L. Uçucu Yağlarının Kimyasal İçerikleri ve *Fusarium solani*'ye Karşı Antifungal Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 329-335
- Soylu, EM., Soylu, S. & Kurt, S. (2006). Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologia*, 161, 119–128. <https://doi.org/10.1007/s11046-005-0206-z>
- Soylu, EM., Kurt, Ş. & Soylu, S. (2010). In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. *International Journal of Food Microbiology*, 143(3), 183-189.
- Stangarlin, JR., Kuhn, OJ., Assi, L. & Schwan-Estrada, KRF. (2011). Control of plant diseases using extracts from medicinal plants and fungi. *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*. A. Mendez-Vilas (Ed.).
- Tanrıverdi, H. (1989). Defne meyvası sabit yağının ekstraksiyonu ve kalitesinin belirlenmesi konusunda analitik çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Tuğlu, ŞÇ. (2019). Sakarya ilinde fındık bahçelerinde külleme hastalığının mücadelesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tekirdağ.

- Tuğlu Ü., Baydar H. & Erbař S. (2021). Distilasyon Yöntemlerinin, Sürelerinin ve Fraksiyonlarının Kekik (*Origanum onites* L.) Uçucu Yağ Oranları ve Bileşenleri Üzerine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(4): 3195-3202. <https://doi.org/10.21597/jist.810615>
- TÜİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. İstatistik veri portal. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>. (Erişim Tarihi: 21.12.2022)
- Türkkan, M., Erper, İ., Eser, Ü. & Baltacı A. (2018). Evaluation of inhibitory effect of some bicarbonate salts and fungicides against hazelnut powdery mildew. *Gesunde Pflanzen*, 70(1), 39-44. <https://doi.org/10.1007/s10343-017-0411-y>
- Türkkan, M., Çalışkan, Ö., Erper, İ., Kara, řM. & Açıkgöz, MA. (2020). Bazı toprak kökenli funguslara karşı defne esansiyel yağı ve hidrosölünün antifungal etkilerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(2), 217-226.
- Yemiş, GPYP., Emirođlu, ZK. & Candođan, K. (2017). Mercanköşk (*Oreganum heracleoticum* L.) ve bahçe kekiği (*Thymus vulgaris* L.) uçucu yağı içeren soya bazlı yenilenebilir fimlerin patojen bakterilere karşı antimikrobiyel etkileri. *Gıda*, 42(3), 268-276.
- Yıldırım, MU., Sarihan, EO., Kul, H. & Khawar, KM. (2019). Diurnal ve nocturnal varyabilitenin *Lavandula angustifolia* Mill. (Lavender) uçucu yağ içeriğine ve bileşenlerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi (online)*, 24(3), 268-278.
- Yılmaz, D. & Gökduman, ME. (2015). Adaçayı (*Salvia officinalis*) Bitkisinin Farklı Nem Düzeylerinde Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1), 73-82.
- Yildirim, İ. (2022). Effects of eco-friendly treatment programs on powdery mildew (*Erysiphe corylacearum* (Braun&Takam) in hazelnut. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 32(4).
- Wilson, CL., Solar, JM., El Ghaouth, A. & Wisniewski, ME. (1997). Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant disease*, 81(2), 204-210.
- Zambonelli, A., d'Aulerio, AZ., Bianchi, A. & Albasini, A. (1996). Effects of essential oils on phytopathogenic fungi in vitro. *Journal of phytopathology*, 144(9-10), 491-494. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1996.tb00330.x>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Esra ÖZSOY
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Bitki Koruma
Mezuniyet Yılı	19.06.2017
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Bitki Koruma Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	16.02.2023
İş Deneyimi	
Bayburt İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	2020 - Halen devam etmektedir.