



**KUZEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YETİŞEN
THYMUS (KEKİK) TÜRLERİ UÇUCU YAĞLARININ
ANTİFUNGAL ve HERBİSİDAL
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK

Doktora Tezi

Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Fitopatoloji Bilim Dalı

Prof. Dr. Şaban KORDALI

2017

Her hakkı saklıdır

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

KUZEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YETİŞEN *THYMUS*
(KEKİK) TÜRLERİ UÇUCU YAĞLARININ ANTİFUNGAL ve
HERBİSİDAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
Fitopatoloji Bilim Dalı

ERZURUM
2017

Her hakkı saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**KUZEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YETİŞEN *THYMUS* (KEKİK)
TÜRLERİ UÇUCU YAĞLARININ ANTİFUNGAL ve HERBİSİDAL
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Şaban KORDALI danışmanlığında, Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK tarafından hazırlanan bu çalışma, 20/09/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı Fitopatoloji Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Şaban KORDALI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ökkeş ATICI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR

İmza :

Üye : Prof. Dr. Nihat TURSUN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Hidayet BOSTAN

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 05.../10.../2017 tarih ve 39.../16 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi BAP, projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2015/182

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

ÖZET

Doktora Tezi

KUZEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YETİŞEN *THYMUS* (KEKİK) TÜRLERİ UÇUCU YAĞLARININ ANTİFUNGAL VE HERBİSİDAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Fitopatoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şaban KORDALI

Bu araştırmada; *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların kültür alanlarında problem olan yabancı ot tohumları ve fidelerine karşı allelopatik etkileri ile fitopatoloji açısından önemli olan fungus türleri üzerine antifungal etkileri araştırılmıştır. Hidrodistilasyon yöntemi ile izole edilen uçucu yağların ana bileşenleri GC, GC-MS, RI yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre γ -terpinene, *p*-cymene, thymol ve 1,8-cineole ana bileşenler olarak tespit edilmiştir. Petri denemelerinde uçucu yağların 5, 10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonları seçilen yabancı ot tohumlarının çimlenmesini %50,57-100; kök büyümesini %-154,9-100 ve sürgün büyümesini %31,97-100 arasında değişen oranlarda engelledikleri belirlenmiştir. Saksı denemelerinde ise uçucu yağların 20 μ L/saksı'lık konsantrasyonlarının yabancı ot fidelerinde %5,0-71,6 oranında fitotoksik etki gösterdikleri belirlenmiştir. Fungusların misel gelişimi üzerine uçucu yağların antifungal etkilerinin ise %2,03-100 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar zirai açıdan önemli olan yabancı otların ve toprak kökenli fungusların mücadelesinde *Thymus* türleri uçucu yağlarının biyopestisit olarak organik tarımda kullanılma potansiyellerinin olduğunu göstermektedir.

2017, 160 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antifungal etki, Herbisidal etki, *Thymus* türleri, Uçucu yağlar

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

INVESTIGATION OF ANTIFUNGAL and HERBICIDAL EFFECTS OF *THYMUS* (THYME) SPECIES ESSENTIAL OILS GROWING IN NORTHEASTERN ANATOLIA REGION

Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection
Department of Phytopathology

Supervisor: Prof. Dr. Şaban KORDALI

In this research, *Thymus* species essential oils allelopathic effects against weed seeds and seedlings which are problem in cultivation areas and antifungal effects on fungi species which are important for phytopathology were investigated. Essential oils isolated by hydrodistillation method and the main constituents were analyzed by GC, GC-MS, RI methods. According to the analysis results γ -terpinene, *p*-cymene, thymol and 1,8-cineole were identified as major components of the oils. Petri experiments have shown that 5, 10 and 20 μ L/petri concentrations of essential oils inhibited germination of selected weed seeds by 50,57-100%, root growth of -154,9-100% and shoot growth of 31,97-100%. In pot experiments, it was determined that 20 μ L/pot concentrations of essential oils had a phytotoxic effect against weed seedlings by 5,0-71,6%. Antifungal effects of essential oils on fungi mycelial growth were found between 2,03% and 100%.

The results showed that the essential oils of *Thymus* species have potential to use as a biopesticide in the struggle of weeds and soil-derived fungi in organic agriculture.

2017, 160 pages

Keywords: Antifungal activity, Herbicidal effect, *Thymus* species, Essential oils

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Şaban KORDALI'ye (Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü), Bitkilerimin teşhislerinde bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Ali KANDEMİR (Erzincan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü), Sayın Professor Vladimir I. DOROFEEV (Komarov Botanik Enstitüsü Rusya Bilim Akademisi), Sayın Doç. Dr. Tuncay DİRMENCİ (Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümü) ve Sayın Doç. Dr. Meryem ŞENGÜL KÖSEOĞLU'na (Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü), Tez İzleme Komitesi toplantılarında katkılarını ve görüşlerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Ökkeş ATICI (Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü) ve Sayın Doç. Dr. Hidayet BOSTAN'a (Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü), uçucu yağ içerik analizlerinin yorumlanmasında Sayın Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR'a (Kilis Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Organik Kimya Bölümü) ve analizlerin yapılmasında Sayın Uzman Ufuk ATMACA'ya (Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Organik Kimya Bölümü) ve çalışmam boyunca ilgi ve desteklerini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Memiş KESDEK'e (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fethiye Ali Sıtkı Mefharet Koçman Meslek Yüksekokulu Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü) ve projeye desteğinden dolayı Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP, Proje No: 2015/182) Birimi'ne teşekkür ediyorum.

Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen, tezimin her aşamasında yanımda olan ve bugün bu noktada olmamı sağlayan babam Zülküf USANMAZ'a, annem Nursen USANMAZ'a ve eşim Mehmet Ramazan BOZHÜYÜK'e desteklerinden dolayı saygılarımı ve teşekkürlerimi bildirmeyi bir borç bilirim.

Ayşe USANMAZ BOZHÜYÜK

Ağustos 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. <i>Thymus</i> Türlerinin Toplanması ve Teşhisleri.....	26
3.1.1.a. <i>Thymus canoviridis</i> Jalas	30
3.1.1.b. <i>Thymus eriocalyx</i> (Ronniger) Jalas.	31
3.1.1.c. <i>Thymus fallax</i> Fisch. et C. A. Mey.	32
3.1.1.d. <i>Thymus kotschyanus</i> Boiss. et Hohen. var. <i>glabrescens</i> Boiss.....	33
3.1.1.e. <i>Thymus longicaulis</i> C. Presl subsp. <i>longicaulis</i> C. Presl var. <i>subisophyllus</i> (Borbás) Jalas	34
3.1.1.f. <i>Thymus migricus</i> Klokov et Des-Shost.....	35
3.1.1.g. <i>Thymus praecox</i> Opiz subsp. <i>jankae</i> (Celak) Jalas var. <i>jankae</i> Opiz.....	36
3.1.1.h. <i>Thymus pubescens</i> Boiss. et Kotschy ex Celak var. <i>cratericola</i> Jalas	37
3.1.1.i. <i>Thymus transcaucasicus</i> Ronniger.....	38
3.1.1.j. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> Boiss. var. <i>sipyleus</i> L.	39
3.1.2. <i>Thymus</i> Türlerinden Uçucu Yağların Elde Edilmesi.....	40
3.1.3. Gaz Kromatografisi (GC).....	41
3.1.4. Gaz Kromatografisi (GC)-Kütle Spektrometresi (GC/MS) Analiz Şartları.....	41
3.1.5. Yabancı Ot Tohumlarının Toplanması ve Sterilizasyonu	42
3.1.6. Fungus İzolatları.....	44
3.2. Yöntem.	48
3.2.1. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında Herbisidal Etkinliklerinin Test Edilmesi.....	48

3.2.2. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Sera Koşullarında Saksıda Yetiştirilen Yabancı Ot Türlerine Karşı Fitotoksik Etkinliklerinin Test Edilmesi	50
3.2.3. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Toprak Kökenli Patojenlere Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkinliklerinin Test Edilmesi.....	51
3.2.4. Verilerin İstatistiksel Analizi ve Değerlendirilmeleri	53
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	54
4.1. <i>Thymus</i> Türlerinden Elde Edilen Uçucu Yağların % Verimleri.....	54
4.2. <i>Thymus</i> Türlerinden Elde Edilen Uçucu Yağların Kimyasal Bileşimi.....	54
4.3. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında Yabancı Ot Tohumlarına Karşı Herbisidal Etkileri	59
4.3.1. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında <i>Amaranthus retroflexus</i> L. (Horoz İbiği) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri	59
4.3.2. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında <i>Convolvulus arvensis</i> L. (Tarla Sarmaşığı) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri.....	63
4.3.3. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında <i>Chenopodium album</i> L. (Sirken, Ak pazı) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri	67
4.3.4. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında <i>Cichorium intybus</i> L. (Yabani Hindiba) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri	70
4.3.5. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında <i>Melilotus officinalis</i> L. (Sarı Taş Yoncası) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri	74
4.3.6. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında <i>Rumex crispus</i> L. (Evelik) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri	78
4.3.7. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında <i>Thlaspi arvense</i> L. (Tarla Akça Çiçeği) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri	82
4.4. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Sera Koşullarında Saksılarda Yetiştirilen Yabancı Ot Fidelerine Karşı Fitotoksik Etkilerinin Değerlendirilmesi.....	88
4.5. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının Toprak Kökenli Funguslara Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkilerinin Değerlendirilmesi	105
4.5.1. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	105

4.5.2. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	107
4.5.3. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	109
4.5.4. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Fusarium moniliforme</i> J. Sheld Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	111
4.5.5. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri.....	113
4.5.6. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Fusarium sambucinum</i> Fuckel Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri.....	116
4.5.7. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Fusarium semitectum</i> Berk. & Ravenel. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	118
4.5.8. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri.....	120
4.5.9. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Fusarium verticillioides</i> (Sacc.) Nirenberg Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	122
4.5.10. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Phytophthora capsici</i> L. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	124
4.5.11. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Pythium debaryanum</i> Auct. non R. Hesse. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	126
4.5.12. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	127
4.5.13. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	129
4.5.14. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	131
4.5.15. <i>Thymus</i> Uçucu Yağlarının <i>Verticillium dahliae</i> Kleb. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri	133
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	137
KAYNAKLAR	149
ÖZGEÇMİŞ	161

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
da	Dekar
gr	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
sp	Tür
spp	Türler
v	Hacim
w	Ağırlık
µL	Mikrolitre
%	Yüzde

Kısaltmalar

DD	Disk Difüzyon
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
GC	Gaz Kromatografi
MS	Kütle Spektrometresi
MIC	Minimal İnhibisyon Konsantrasyon
MFC	Minimal Funfusidal Konsantrasyon
PDA	Patato dextrose agar
Ppm	Milyonda Bir Kısım
RI	Retention İndeks
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yıllara göre Türkiye’de pestisit kullanımı.....	3
Şekil 3.1. Arazi çalışması yapılan yerlere ait koordinatları gösteren harita	29
Şekil 3.2. <i>Thymus canoviridis</i> 'in doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü.....	30
Şekil 3.3. <i>Thymus eriocalyx</i> 'in doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü	31
Şekil 3.4. <i>Thymus fallax</i> 'in doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü.....	34
Şekil 3.5. <i>Thymus kotschyanus</i> 'un doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü	33
Şekil 3.6. <i>Thymus longicaulis</i> 'in doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü	34
Şekil 3.7. <i>Thymus migricus</i> 'un doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü	35
Şekil 3.8. <i>Thymus praecox</i> 'un doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü	36
Şekil 3.9. <i>Thymus pubescens</i> 'in doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü	37
Şekil 3.10. <i>Thymus transcaucasicus</i> 'un doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü	38
Şekil 3.11. <i>Thymus sipyleus</i> 'un doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü	39
Şekil 3.12. Clevenger cihazı ve elde edilen <i>Thymus</i> türleri uçucu yağları	40
Şekil 3.13. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının içerik analizlerinin yapıldığı GC-MS cihazı.....	41
Şekil 3.14. Yabancı ot tohumlarının sterilizasyon aşamaları.....	42
Şekil 3.15. Denemelerde kullanılan yabancı ot tohumları	43
Şekil 3.16. Çalışmada kullanılan fungusların morfolojik özellikleri.....	48
Şekil 3.17. Yabancı ot tohumlarının sayılması, çimlenen tohumların kök ve sürgün boylarının ölçülmesi.....	49
Şekil 3.18. Sera koşullarında saksılara yabancı ot tohumlarının ekimi	50
Şekil 3.19. Fungus disklerinin mantar delici ile delinmesi.....	52
Şekil 3.20. Fungus disklerinin katılaştan PDA ortamına aktarılması ve etrafı parafilmle sarılan petrilerin inkübasyon için inkübatöre konulması.....	52
Şekil 4.1. <i>A. retroflexus</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri’lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri...	60
Şekil 4.2. <i>A. retroflexus</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri’lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri	61

Şekil 4.3. <i>A. retroflexus</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri.....	61
Şekil 4.4. <i>A. retroflexus</i> tohumuna uygulanan <i>T. migricus</i> uçucu yağının 5, 10, 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	62
Şekil 4.5. <i>C. arvensis</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri...	64
Şekil 4.6. <i>C. arvensis</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri	65
Şekil 4.7. <i>C. arvensis</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri.....	65
Şekil 4.8. <i>C. arvensis</i> tohumuna <i>T. praecox</i> uçucu yağının 5 μL /petri'lik konsantrasyonunun herbisidal etkisi ve kontrol grupları ile karşılaştırılması	66
Şekil 4.9. <i>C. album</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri...	68
Şekil 4.10. <i>C. album</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri	69
Şekil 4.11. <i>C. album</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri.....	69
Şekil 4.12. <i>C. album</i> tohumuna <i>T. fallax</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması.....	70
Şekil 4.13. <i>C. intybus</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri...	72

Şekil 4.14. <i>C. intybus</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri	72
Şekil 4.15. <i>C. intybus</i> tohumlarına <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri	73
Şekil 4.16. <i>C. intybus</i> tohumuna <i>T. kotschyanus</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması	74
Şekil 4.17. <i>M. officinalis</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri	76
Şekil 4.18. <i>M. officinalis</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri.....	76
Şekil 4.19. <i>M. officinalis</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri.....	77
Şekil 4.20. <i>M. officinalis</i> tohumuna <i>T. kotschyanus</i> uçucu yağının 5, 10, 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması	78
Şekil 4.21. <i>R. crispus</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme oranları üzerine herbisidal etkileri	80
Şekil 4.22. <i>R. crispus</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri	80
Şekil 4.23. <i>R. crispus</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri.....	81
Şekil 4.24. <i>R. crispus</i> tohumlarına <i>T. canoviridis</i> uçucu yağının 5, 10, 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması	82

Şekil 4.25. <i>T. arvense</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri...	84
Şekil 4.26. <i>T. arvense</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri	84
Şekil 4.27. <i>T. arvense</i> tohumlarına uygulanan <i>Thymus</i> uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri.....	85
Şekil 4.28. <i>T. arvense</i> tohumuna <i>T. sipyleus</i> uçucu yağının 5, 10, 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması.....	86
Şekil 4.29. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda <i>A. retroflexus</i> fidelerine fitotoksik etkileri	91
Şekil 4.30. Sera denemesinde saksıda yetiştirilen <i>A. retroflexus</i> yabancı otunun 3-4 yapraklı dönemi.....	92
Şekil 4.31. Sera denemesinde <i>T. canoviridis</i> uçucu yağının <i>A. retroflexus</i> fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	92
Şekil 4.32. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda <i>C. album</i> fidelerine fitotoksik etkileri	93
Şekil 4.33. Sera denemesinde saksıda yetiştirilen <i>C. album</i> fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi.....	94
Şekil 4.34. Sera denemesinde <i>T. kotschyanus</i> uçucu yağının <i>C. album</i> fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	94
Şekil 4.35. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda <i>C. intybus</i> fidelerine fitotoksik etkileri.....	95
Şekil 4.36. Sera ortamında saksıda yetiştirilen <i>C. intybus</i> fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi.....	95
Şekil 4.37. Sera denemesinde <i>T. transcaucasicus</i> uçucu yağının <i>C. intybus</i> fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	96

Şekil 4.38. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda <i>C. arvensis</i> fidelerine fitotoksik etkileri.....	97
Şekil 4.39. Sera ortamında saksıda yetiştirilen <i>C. arvensis</i> fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi.....	97
Şekil 4.40. Sera denemesinde <i>T. fallax</i> uçucu yağının <i>C. arvensis</i> fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması ..	98
Şekil 4.41. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda <i>M. officinalis</i> fidelerine fitotoksik etkileri	99
Şekil 4.42. Sera ortamında saksıda yetiştirilen <i>M. officinalis</i> fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi.....	99
Şekil 4.43. Sera denemesinde <i>T. migricus</i> uçucu yağının <i>M. officinalis</i> fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	100
Şekil 4.44. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda <i>R. crispus</i> fidelerine fitotoksik etkileri.....	101
Şekil 4.45. Sera ortamında saksıda yetiştirilen <i>R. crispus</i> bitkilerinin 3-4 yapraklı dönemi.....	101
Şekil 4.46. Sera denemesinde <i>T. sipyleus</i> uçucu yağının <i>R. crispus</i> fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	102
Şekil 4.47. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda <i>T. arvense</i> fidelerine fitotoksik etkileri	103
Şekil 4.48. Sera ortamında saksıda yetiştirilen <i>T. arvense</i> fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi.....	103
Şekil 4.49. Sera denemesinde <i>T. transcaucasicus</i> uçucu yağının <i>T. arvense</i> fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması.....	104
Şekil 4.50. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>A. alternata</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	105
Şekil 4.51. <i>T. transcaucasicus</i> ve <i>T. sipyleus</i> uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>A. alternata</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	106

Şekil 4.52. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. equiseti</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri	107
Şekil 4.53. <i>T. pubescens</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>F. equiseti</i> fungusu üzerindeki antifungal etkileri ve kontrol grupları ile karşılaştırılması	108
Şekil 4.54. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. graminearum</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	109
Şekil 4.55. <i>T. migricus</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>F. graminearum</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	110
Şekil 4.56. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. moniliforme</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	112
Şekil 4.57. <i>T. eriocalyx</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>F. moniliforme</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	113
Şekil 4.58. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. oxysporum</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	114
Şekil 4.59. <i>T. pubescens</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>F. oxysporum</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	115
Şekil 4.60. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. sambucinum</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	117
Şekil 4.61. <i>T. pubescens</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>F. sambucinum</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	117
Şekil 4.62. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. semitectum</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	119
Şekil 4.63. <i>T. sipyleus</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>F. semitectum</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	119
Şekil 4.64. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. solani</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri	121

Şekil 4.65. <i>T. transcaucasicus</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>F. solani</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	121
Şekil 4.66. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. verticillioides</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	123
Şekil 4.67. <i>T. pubescens</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>F. verticillioides</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması.....	123
Şekil 4.68. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>P. capsici</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	125
Şekil 4.69. <i>T. praecox</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>P. capsici</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	125
Şekil 4.70. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>P. debaryanum</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	126
Şekil 4.71. <i>T. eriocalyx</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>P. debaryanum</i> fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması	127
Şekil 4.72. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>R. solani</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri .	128
Şekil 4.73. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarının <i>R. solani</i> fungusu üzerindeki antifungal etkileri	129
Şekil 4.74. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>S. rolfsii</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri..	130
Şekil 4.75. <i>T. canoviridis</i> uçucu yağının 20 µL/petri'lik konsantrasyonunun <i>S. rolfsii</i> fungusu üzerindeki antifungal etki denemeleri	131
Şekil 4.76. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>S. sclerotiorum</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	132
Şekil 4.77. <i>T. transcaucasicus</i> uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının <i>S. sclerotiorum</i> fungusu üzerindeki antifungal etkileri	133
Şekil 4.78. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>V. dahliae</i> fungusu üzerindeki misel gelişimleri.....	134

Şekil 4.79. *Thymus* uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının
V. dahliae fungusu üzerindeki antifungal etkileri 135



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Yıllara göre kekik ekim alanı, üretim ve verimi.....	5
Çizelge 3.1. Arazi çalışmaları yapılan lokasyonlar ve toplanan <i>Thymus</i> türleri.....	27
Çizelge 4.1. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının % verimleri	54
Çizelge 4.2. <i>Thymus</i> türleri uçucu yağlarının ana bileşenleri ve bağlı yüzdeleri	57
Çizelge 4.3. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>A. retroflexus</i> tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri.....	59
Çizelge 4.4. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>C. arvensis</i> tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri	63
Çizelge 4.5. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>C. album</i> tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri	67
Çizelge 4.6. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>C. intybus</i> tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri	71
Çizelge 4.7. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>M. officinalis</i> tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri.....	75
Çizelge 4.8. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>R. crispus</i> tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri	79
Çizelge 4.9. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>T. arvense</i> tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri	83
Çizelge 4.10. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının sera şartlarında yetiştirilen yabancı ot fidelerine karşı fitotoksik etkileri	88
Çizelge 4.11. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>A. alternata</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	105
Çizelge 4.12. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. equiseti</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	107
Çizelge 4.13. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. graminearum</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	109
Çizelge 4.14. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. moniliforme</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	112

Çizelge 4.15. <i>Thymus</i> uçucu yağlarının <i>F. oxysporum</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	114
Çizelge 4.16. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>F. sambucinum</i> fungusuna karşı antifungal etkileri	116
Çizelge 4.17. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>F. semitectum</i> fungusuna karşı antifungal etkileri	118
Çizelge 4.18. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>F. solani</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	120
Çizelge 4.19. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>F. verticilloides</i> fungusuna karşı antifungal etkileri	122
Çizelge 4.20. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>P. capsici</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	124
Çizelge 4.21. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>P. debaryanum</i> fungusuna karşı antifungal etkileri	126
Çizelge 4.22. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>R. solani</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	128
Çizelge 4.23. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>S. rolfsii</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	130
Çizelge 4.24. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>S. sclerotiorum</i> fungusuna karşı antifungal etkileri	132
Çizelge 4.25. <i>Thymus</i> türlerinden elde edilen uçucu yağların <i>V. dahliae</i> fungusuna karşı antifungal etkileri.....	134

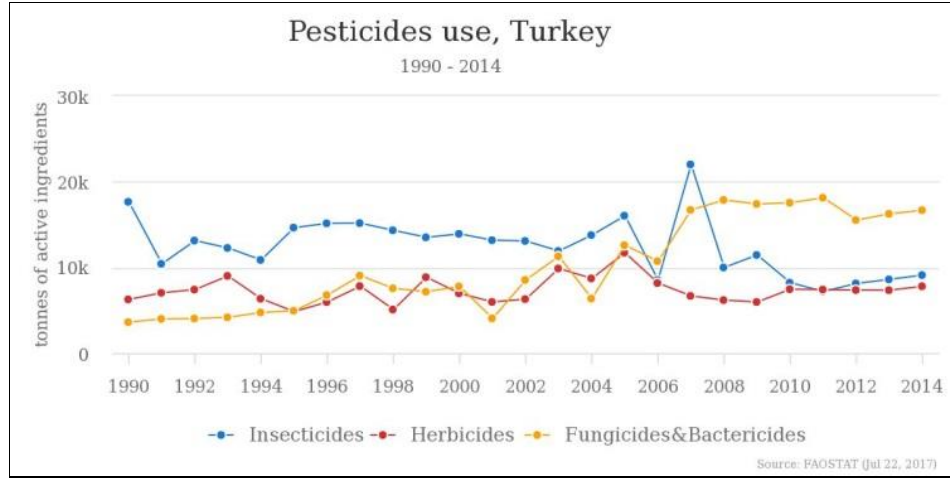
1. GİRİŞ

Türkiye Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan olmak üzere üç farklı biyocoğrafik bölgenin kesişme noktasında bulunmakta, sahip olduğu ekolojik özellikleri ve önemli tarımsal potansiyeli ile dünyanın önde gelen ülkelerinden biridir. Son yıllarda toplumun artan çevre bilinci; entegre tarım, sürdürülebilir tarım ve ekolojik-organik tarım gibi tarım sistemlerini gündeme getirmiştir. Günümüzde insan nüfusunun hızla arttığı ve bu artış hızına bağlı olarakta besin gereksinimine olan ihtiyacın fazlaştığı görülmektedir. Besin gereksinimini karşılamak için kültür bitkilerinin hastalık ve zararlılardan korunması ve artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılayacak düzeyde ürün elde edilmesi amacıyla hastalık etmenleri, zararlılar ve yabancı otlara karşı çeşitli savaşım yöntemleri geliştirilmiştir. Bunların başında kimyasal savaş gelmekte, bunu kültürel ve biyolojik savaş yöntemleri izlemektedir (Türküsay ve Onoğur 1998). Bu yöntemler birlikte dengeli bir biçimde kullanılacak olursa o zaman tarımsal savaşımından daha iyi sonuçlar alınabilir.

Tarımsal üretim yapılan alanlarda verim ve kalite üzerinde önemli derecede ürün kayıplarına neden olan çok fazla sayıda yabancı ot bulunmaktadır. Dünyada yaklaşık 7000 yabancı ot türü olduğu tahmin edilmekte ve bunların 200–300 kadarının tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir (Patterson 1985). Ülkemizde ise 1800 civarında yabancı ot türü olduğu bildirilmiştir (Uluğ vd 1993). Kültür bitkilerinde meydana gelen kaybın yaklaşık %11,2'si iklim koşullarından, %16,4'ü hastalıklardan ve yaklaşık %24'ünün de yabancı otlar nedeniyle oluştuğu bilinmektedir (Gramer 1967; Kadioğlu and Yanar 2004). Yabancı otlar tarım ve tarım dışı alanların doğal bitkileridir. Ekonomik olarak bakıldığında kültür alanlarının içinde ve dışında bulunan, faydadan çok zarar veren bitkilerdir. Ancak yabancı otların zamanla kültüre alınabilecekleri ve gen kaynağı olarak kullanılabileceği göz ardı edilmemelidir. Yabancı otların zararlarının yanı sıra bazı yararları da bulunmaktadır. Bilindiği gibi yabancı otlar su, bitki besin maddesi, yer ve ışık yönünden kültür bitkileri ile devamlı rekabet halindedir. Yabancı otlar çeşitli özelliklerinden dolayı kültür bitkilerine karşı avantaja sahiptir. Bu nedenle gerekli önlemlerin alınmaması durumunda kültür bitkisinin türüne bağlı olarak %20–

100 ürün kaybına neden olabilmektedir (Uludağ 2006). Ülkemiz tarımının yabancı ot zararı konusunda yaşadığı teknik problemleri aşabilmesi ve bütünleşik tarım gibi güncel eğilimlere uyum sağlayabilmesi için yeni yöntemlerin ve tekniklerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Yabancı otlarla daha etkin ve kalıcı çözümlerin üretilebilmesi, başarılı entegre mücadele programlarının gerçekleştirilebilmesi, yabancı otların çimlenme olasılıklarının ve mevsimsel dağılımlarının saptanabilmesi için yabancı ota ait minimum, optimum ve maksimum çimlenme sıcaklıkları gibi kapsamlı bilgilere ihtiyaç bulunmaktadır (Gönen 1999).

Dünyada tarım ilaçlarının kullanım oranlarına bakıldığında kullanılan kimyasalların yaklaşık %50'lik kısmını herbisitler oluştururken Türkiye'de bu oranın %26'dır (Erkin ve Kışmır 1996; Gönen vd 1996; Delen vd 2005). FAO verilerine göre Türkiye'de kullanılan pestisit oranlarına bakıldığında 1990-2014 yılları arasında insektisit, herbisit, fungusit ve bakterisit kullanımında yıllara göre dalgalanmalar görülmüş, 2014 yılında toplam pestisit kullanımının 39.722,72 ton olduğu ifade edilmiştir (Şekil 1.1) (Anonymous 2017). Dolayısıyla, çevre kirlenmesi ve doğal dengenin bozulmasında, pestisitlerin bilinçsiz ve aşırı kullanımının rolü büyüktür. Pestisit uygulamalarının insan sağlığına olan zararı, neden olduğu çevre kirliliği ve dayanıklı patojen ırklarının ortaya çıkması, faydalı organizmalar üzerinde oluşturduğu yan etkiler tarım alanlarında pestisit uygulamalarının sonuç vermemesi, araştırmacıları pestisit uygulamalarına alternatif mücadele yöntemleri geliştirmeye yöneltmiştir. Kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik, fiziksel ve mekanik mücadele yöntemleri herkes tarafından bilinmekte ancak bu yöntemlerin uygulanmasının ekonomik olmaması ve pratikte karşılaşılan zorluklar nedeniyle üreticiler tarafından tercih edilmemektedir. Fakat, bitkisel pestisitlerin kimyasal pestisitlere oranla daha çevreci olmaları, pestisit olarak kullanılacak bitkilerin çiftçiler tarafından yetiştirilerek uygulanabilmeleri ve çevre dostu olmalarından dolayı entegre mücadelede kullanılmaktadırlar.



Şekil 1.1. Yıllara göre Türkiye’de pestisit kullanımı (Anonymous 2017)

Son yıllarda üzerinde durulan konulardan biri de “Ekolojik Tarım” dır. Bu yolla tarım alanlarında yoğun olarak kullanılan pestisit, gübre ve bitki gelişim düzenleyicilerin tarımsal ürünler üzerinde bıraktıkları kalıntılardan, toprağa, suya, havaya ve diğer canlılara verdikleri olumsuz etkilerinden kaçınmak, bunların yanında bitkinin ve toprağın verimliliğini ve direncini artırıcı doğal bitki ekstraktlarından elde edilen maddeleri kullanmakta ekolojik tarımın amaçları arasındadır (Ertem 1993). Diğer yandan, tıbbi ve aromatik bitkilerin ekim nöbeti sisteminde değerlendirilebilmeleri, gıda sanayinde hammadde ya da işlenmiş olarak kullanılabilirmeleri ve tamamlayıcı ya da alternatif tıbbın bir parçası olarak görülmeleri nedeniyle önemleri giderek artmaktadır (Yücer ve Altıntaş 2012).

Türkiye coğrafik konumu ve iklim yapısındaki farklılıklardan dolayı tıbbi, aromatik ve baharat bitkileri bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Ülkemizde bulunan 3000 endemik tür bitkinin yaklaşık 1000 tanesi ilaç ve baharat amaçlı kullanılmaktadır. Bu bitkilerden biri olan kekik, kendine özgü hoş kokusuyla baharat veya çesni olarak özellikle çorbaları, et yemeklerini, pizza ve salataları lezzetlendirirken, Akdeniz mutfağının da vazgeçilmezi haline gelmiştir. Tüm bunların yanında tıbbi olarak da yoğun kullanımı söz konusudur (Ceylan 1987). Antiseptik, gaz giderici ve antibiyotik özelliklerine ilaveten sağlık sektöründe solunum, dolaşım, sindirim ve bazı deri hastalıklarında kullanım alanı bulmuş ve içerdiği thymol, carvacrol ve *p*-cymene gibi

aromatik yapılı ana bileşenler ile parfümeri ve kozmetik sanayinde de önemli yer teşkil etmiştir. Ayrıca çevre düzenlemesinde süs bitkisi olarak kullanımı da mevcuttur. Çiçekli uç kısımları ve yaprakları, infüzyon, sıvı ekstre, tentür, şurup, esans, toz ve tıbbi şarap halinde kullanılmaktadır. İç ve dış piyasada değerlendirilen bitki materyallerinin (drog) önemli bir kısmı floradan toplanmaktadır (Dilbirliği 2007). Ülkemiz tıbbi ve aromatik bitkilerin dış satımında dünyanın önde gelen ülkelerinden birisi olmakla birlikte ithalatçısı durumundadır. Nitekim ülkemizin tıbbi ve aromatik bitkiler ihracının %50'sini kimyonla birlikte defne ve kekik oluşturmaktadır (Özgüven vd 2005).

Ülkemiz dünya pazarında, çay bitkileri ve baharat ihracatında söz sahibi ülkelerin başında gelmektedir. Türkiye tarımında endüstri bitkileri bakımından en fazla ekimi yapılanlar arasında *Cuminum cyminum* L. (kimyon), *Origanum onites* L. (kekik), *Nigella sativa* L. (çörekotu), *Foeniculum vulgare* Miller L. (rezene) gibi bitkilerin yer aldığı ve son yıllarda lavanta ve melisa (oğul otu) bitkilerinin de önem kazandığı belirtilmiştir (Kan vd 2005). Dünya pazarına sunulan kekiğin %90'dan fazlasının Türkiye tarafından karşılandığı bilinen bir gerçektir ve ticareti yapılan bitki türleri arasında Lamiaceae (Labiatae) familyası ilk sırayı almaktadır (Anonim 1996; Arslan vd 2000). Türkiye dünyada en fazla kekik ihraç eden ülke olup, dünya kekik talebinin 6-7 bin tonunu karşılamaktadır. Yıllardır dış satımı yapılan kekiğin %95'i doğadan toplanarak, %5'i ise tarla üretiminden elde edilmekte iken, son yıllarda dışsatımı yapılan kekiğin yarısından fazlası tarla üretiminden sağlanmaktadır (Özgüven vd 2005). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye kekik üretimi 2012 yılında 11,598 ton ve 2013 yılında 2012 yılına göre %17,7 artışla 13,658 tona yükselmiştir. 2014 yılında ise kekik üretiminin bir önceki yıla göre %16,2 azalışla 11,752 ton olmuştur. 2015 yılında ise kekik üretimi 12,992 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2017). Yıllara göre kekik ekim alanı, üretim ve verimi Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Yıllara göre kekik ekim alanı, üretim ve verimi (Anonim 2017)

Yıllar	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2010	85,351	11,19	131
2011	77,707	10,953	141
2012	94,283	11,598	123
2013	89,137	13,658	153
2014	92,959	11,752	126
2015	104,863	12,992	123

Lamiacea familyası, Akdeniz fitocoğrafik bölgesiyle birlikte yeryüzünün bütün bölgelerine yayılmış olup ülkemiz florasında 45 cins, 565 tür ve 735 taksonla temsil edilmektedir (Güner vd 2000). Bu familya Türkiye’de endemik tür sayısının en fazla olduğu familyalardan biri olup ekonomik değeri yüksek salgılı ve aromatik tek veya çok yıllık otsu bitkiler, çalılar ve ağaçları içermektedir. Lamiaceae familyasına ait bitkilerde yapraklar basit, daima karşılıklı, çiçekleri genellikle hermafrodit, kaliks çan şeklinde, korolla birleşik 2 dudaklı, 2 yada 4 stamen bulunmakla birlikte gövde dört köşelidir (Baytop 1991; Watson and Dallwitz 1999). Bu familyaya ait bitkilerde genellikle generatif organlarında salgı tüyleri bulunmaktadır (Mihalik 1992). Salgı tüyleri de uçucu yağların sentezlendiği ve toplandığı yerler olarak bilinmektedir (Nishizawa *et al.* 1992; Turner *et al.* 2000). *Thymus* cinsi Lamiaceae familyasına ait uçucu yağ içeren aromatik bitkiler arasında olup, çok sayıda tür ve tür altı taksona sahiptir. Lamiaceae familyasının tür sayısı bakımından en büyük 8 cinsinden biri *Thymus* cinsidir. *Thymus* cinsine ait türler ülkemizde “kekik” ya da “taş kekik” olarak bilinmekte 59 taksonu, 38 türü bulunmakta birlikte %53’ünün endemik olduğu belirlenmiştir (Bagci *et al.* 2005; Tumen *et al.* 1998). Çok yıllık, küçük çalimsı, sürünücü bir bitki olan *Thymus* türlerinin yaprak ayası tam kenarları kirpiksi tüylü, kaliksleri 2 stamenleri 4 dudaklı, 10-13 damarlı, korollaları mor, pembe, krem ya da beyaz renkte olup gövdeleri 4 köşeli ve karşılıklı tüylüdür (Davis 1982).

Thymus uçucu yağlarından gıda sanayinde çeşitli besinlerde, içeceklerde ve şekerlemelerde lezzet ve aroma verici olarak, bunun yanında antimikrobiyal ve

antioksidan özelliklerinden dolayı gıdalarda koruyucu madde olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca antiseptik, antibakteriyel, antifungal, antispazmodik, antitussif, ekspektoran, analjezik özelliklerinden dolayı tıp ve farmakoloji alanlarında da kullanılmaktadır (Dorman and Deans 2000).

Bitkisel kökenli allelopatik kimyasalların biyolojik aktivite yönüyle büyük çeşitlilik gösterdiği (Duke *et al.* 1988), yabancı ot kontrolünde herbisitlere alternatif kaynak olarak kullanılabileceği ve önemli bir potansiyele sahip oldukları tespit edilmiştir (Dudai *et al.* 1999; Duke *et al.* 2000; Kordali *et al.* 2009). Bugüne kadar allelokimyasalların pestisit olarak kullanımlarına ilişkin en başarılı sonuçlar terpenlerden elde edilmiştir (Duke 1991). İnhibitör olarak belirlenen terpenler içerisinde de monoterpenlerin en etkili olduğu saptanmıştır (Robinson 1983; Kordali *et al.* 2007a). Kekik türlerinden izole edilen uçucu yağlarda carvacrol, borneol, thymol, linalool, 1,8-cineole, γ -terpinene ve *p*-cymene kekik türlerinden izole edilen uçucu yağlarda bulunan önemli monoterpenlerden olup (Ceylan 1987), bu maddeler kekiğe özgü kokusunu veren bileşiklerdir (Başer *et al.* 2001; Kordali *et al.* 2008). Dolayısıyla bitkisel kökenli uçucu yağların ana bileşenlerinin terpenler olduğu göz önüne alındığında yabancı ot kontrolünde kullanıma veya yeni biyoherbislere kaynak oluşturma potansiyeline sahip oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır (Kordali *et al.* 2007a,b).

Uçucu yağlar hemen hemen bütün kokulu bitkilerden distilasyonla izole edilebilen, genellikle oda sıcaklığında sıvı ve yağ kıvamında olan uçucu karışımlardır. Bitkilerin çiçeklerinden, tomurcuklarından, yapraklarından, dallarından, tohumlarından, meyvelerinden ve kökünden elde edilen aromatik ürünlerdir (Dorman and Deans 2000; Ceylan 1997).

Uçucu yağlar uçucu olma özelliklerinden dolayı uçuş anında bitkiden enerji çekerek serinlik etkisi yaratırlar. Sıcak iklim bölgelerinde serin iklim bölgelerine göre daha fazla uçucu yağ bitkisi bulunmaktadır (Baydar 2005). Uçucu yağların çoğunluğu bakterilere ve funguslara karşı güçlü antimikrobiyal etkileri sayesinde mikroorganizmaların çoğalmalarını önlerler (Çakır *et al.* 2005; Kotan *et al.* 2008, 2010). Bazı uçucu yağlar yabancı ot tohumlarının çimlenme ve sürmesini engelleyerek (allelopatik etki) bitkilerin

rahat gelişebilecekleri izole alan oluştururlar. Uçucu yağların çimlenme ve bitki gelişimine etkileri; hücre içi yapılarına zarar vererek, hücre büyümesini ve gelişmesini engellemeleri, fotosentez ve solunumu yavaşlatmaları, oksijen alımı üzerine etki ederek çimlenme, fide ve bitki gelişimini durdurmalarıyla gerçekleşmektedir (Abraham *et al.* 2000).

Bitki hastalıklarıyla mücadelede bitkilerden elde edilen uçucu yağların kullanımı, günümüzde araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamıştır. Yapılan çalışmalarda, ülkemizde ve dünyada bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktların bitki patojeni fungus ve bakterilerin gelişimini engelleyebilecek potansiyele sahip oldukları belirlenmiştir. (Zambonelli *et al.* 1996; Bianchi *et al.* 1997; Wilson *et al.* 1997; Türküsay ve Onoğur 1998; Ristic *et al.* 2000; Walter *et al.* 2001; Abou-Jawdah 2002; Bouchra *et al.* 2003; Daferera *et al.* 2003; Bowers and Locke, 2004; Soylu *et al.* 2005a, 2005b, 2006; Lee *et al.* 2007). Uçucu yağların funguslarda hücre duvarından içeri girerek hücre duvarının yapısını bozdukları, fungus gelişimini ve konidi üretimini durdurdukları ve hiflerde deformasyonlara neden olup sitoplazmik akıntı oluşturdıkları düşünülmektedir (Chang *et al.* 2001; Ultee *et al.* 2002; Soylu *et al.* 2006, 2010).

Dünyada ve ülkemizde sebze ekim alanlarında kalite, kantite ve verim kaybına sebep olan abiyotik faktörler (ışık, sıcaklık, iklim, toprak, su, pH vb.) ve biyotik faktörlerden bakteriyel, fungal, viral hastalık etmenleri, yabancı otların ve böceklerin sebep olduğu kayıplar önemli bir yer tutmaktadır. Toprak kökenli patojenlerin oluşturduğu hastalıklar bunlar arasında önemli bir yere sahiptir. *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp. ve *Sclerotinia* spp. toprak kökenli hastalık etmenleri olup bu patojenler bitkilerde solgunluk, sararma, esmerleşme, kök boğazında incelmeye ve kök çürümelerine neden olmaktadır (Döken 2009). Geniş bir coğrafik alana yayılan bu türlerin çok sayıda konukçularının bulunması, mikrosklerotiumlarının toprakta uzun süre canlı kalmaları nedeniyle pratikte mücadele imkanları zordur. Bu hastalıklarla mücadelede, çiftçilerin yanlış yönlendirilmeleri ve ticari istismların etkisiyle bilinçsizce yapılan ilaçlamalar yüzünden; hem çevre hem de ekonomi direkt olarak zarar görmektedir.

Toprak kökenli fungal hastalıkların mücadelesinde toprak fumigasyonu ve ekim nöbeti önerilmektedir. Ancak, toprak fumigasyonunun ekonomik olmaması ve topraktaki yararlı mikroflorayı da olumsuz etkilemesi nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Ayrıca son yıllarda kimyasal ilaçların geniş bir uygulama alanı olmasına rağmen, hastalıklar istenilen oranda baskı altına alınamamıştır. Kimyasalların agro-ekosistemde kısa ve uzun vadede meydana getirdikleri olumsuz etkiler alternatif kontrol yöntemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur.

Bunun yanında bazı fungusitlerin sistemik karakterli oluşları nedeniyle topraktan kolayca alınabilmeleri besinlerimizin ve çevremizin bu kimyasal maddelerle kirlenebileceği kuşkusunu uyandırmaktadır (Ragsdale *et al.* 1993). Akut ve kronik toksisite özelliklerinin yanı sıra çevre kirliliğine de neden olduğu için sentetik fungusitlerin kullanımının sınırlı tutulması gerekmektedir (Ippolito and Nigro 2000; Zheng and Zhu 2003; Tripathi and Dubey 2004).

Her geçen gün artan çevre bilinci ve pestisitlerin insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle sentetik pestisitlere göre biyolojik olarak çok daha kolay parçalanan alternatif biyopestisit arayışları vardır (Dudai *et al.* 1993; 1999; Duke *et al.* 2000; Salamcı *et al.* 2007; Kordali *et al.* 2007a, 2007b, 2008, 2009). Pestisitlere karşı yabancı otların ve fungusların direnç geliştirmeleri nedeniyle farklı etki mekanizmalara sahip yeni biyopestisitlere ihtiyaç duyulmaktadır. Son yıllarda, uçucu yağların yeni kullanım alanlarını keşfetmek amacıyla, herbisidal (Salamcı *et al.* 2007), antioksidan (Başak ve Candan 2008), inhibitör (Kordali *et al.* 2007a; Mutlu *et al.* 2010) ve repellent (Topuz ve Madanlar 2010) etkileri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmakta ve sentetik ürünlerden ziyade doğal ürünlerin kullanım alanlarının artırılması hedeflenmektedir. Dolayısıyla bitkisel kökenli uçucu yağlar ve ekstrakter fungal hastalıkların ve yabancı ot kontrolünde herbisitlere ve fungusitlere alternatif olarak ortaya çıkmışlardır.

Çalışmamızda; 10 adet *Thymus* türünden elde edilen uçucu yağların herbisidal, antifungal etkilerini belirlemek için laboratuvar ve sera koşullarında araştırmalar yapılmıştır. Tarımda herbisit ve fungusit kullanımının azaltılarak çevre ve insan dostu, ekonomik ve sürdürülebilir tarımın gelişmesine katkı sağlayacak doğal bileşiklerin

belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma sonucunda elde edilen bilgiler ışığında, *Thymus* uçucu yağlarının çevre, insan sağlığı ve doğal denge açısından olumsuz etkisi olmayan hastalık, zararlı ve yabancı otların mücadelesinde alternatif biyopestisit olarak kullanılabilecekleri düşünülmektedir. Çalışmamızın daha sonra yapılacak olan benzer çalışmalara önemli bir kaynak olabileceği ümit edilmektedir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hem dünyada hem de ülkemizde bitkilerden elde edilen uçucu yağların, bunların ana bileşenlerinin antifungal ve herbisidal etkileri üzerine birçok çalışma yapılmış ve konu üzerinde önem arz eden bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Vokou and Margaris (1986), *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. et Link (kekik) bitkisinden elde edilen uçucu yağın kendi tohumlarının çimlenmesini ve fide gelişimini engellediğini ve allelopatik kapasitesinin olduğunu belirlemişlerdir.

Çakır ve Yeğen (1991), *Thymbra spicata* L. var. *spicata* (karabaş kekik), *Satureja thymbra* L. (kekik), *Inula viscosa* L. (Anduz otu), *Laurus nobilis* L. (Defne), *Salvia fruticosa* Miller. (Adaçayı), *Mentha spicata* L. (Yarpuz), *Mentha piperita* L. (Nane), *Nerium oleander* L. (Zakkum) ve *Euphorbia characias* L. subsp. *wulfenii* (Sütlegén) ekstrelerini *Fusarium moniliforme* J. Sheld., *Rhizoctonia solani* Kuhn., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary ve *Phytophthora capsici* L. funguslarına karşı denemişlerdir. *P. capsici*'nin misel gelişimini karabaş kekiğinin %100, defnenin %78, yarpuzun %55, ada çayının %35, zakkumun %28 ve nanenin %25 oranında engellediği, *S. sclerotiorum* fungusunda ise karabaş kekiğinin %100, anduz otunun %85, adaçayının %70, defnenin %40 ve nanenin ise %10'luk inhibisyon etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Başer *et al.* (1992), *T. leucostomus* var. *argillaceus* uçucu yağının ana bileşenlerinin thymol (%27) ve carvacrol (%22) olduğunu tespit etmişlerdir.

Zambonelli *et al.* (1996), *Thymus vulgaris* L., melez *Lavandula* R.C. ve *Mentha piperita* L. bitkilerinin uçucu yağları *R. solani*, *Pythium ultimum* Trow var. *ultimum*, *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Briosi & Cav. funguslarına karşı in vitro koşullarda antifungal aktiviteleri yönünden test edilmiş, bütün uçucu yağların fungal büyümeyi engellediği ve en etkili thymol ana bileşenlerini içeren kekik uçucu yağının olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmada

uçucu yağların fungus hiflerinin sitoplazmik içeriklerini boşalttığı ve hiflerde dejenerasyona sebep oldukları tespit edilmiştir.

Kurt ve Erkılıç (1998), marulda beyaz kök çürüklüğüne neden olan *Sclerotinia sclerotiorum*'un mücadelesinde sarımsak ekstraktı kullanılmış ve bu hastalıkla mücadelede ticari olarak kullanılan iprodione'den daha etkili bir sonuç elde etmişlerdir.

Greche *et al.* (2000), *Tanacetum annuum* L.'den elde edilen uçucu yağın ana bileşenlerinin sabinene (%22,3) ve camphor (%13,2) olduğu ve bu uçucu yağın *Botrytis cinerea*, *Helminthosporium oryzae*, *Alternaria solani*, *Piricularia oryzae* ve *Verticillium dahliae*'nin misel büyümesini tamamen engellediğini belirlemişlerdir.

Karaman *et al.* (2001), *Thymus revolutus* C. uçucu yağında GC-MS analiz yöntemi ile 22 madde tanımlanmışlardır. Bu uçucu yağın farklı konsantrasyonlarının çok sayıda bakteri ve fungusa karşı önemli antimikrobiyal aktiviteye sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Abousaber *et al.* (2002), İran'dan topladıkları *Thymus fedtschenkoi* Ronniger var. *handellii* (Ronniger) Jasas. ve *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak. bitkilerinin uçucu yağlarının içeriklerini GC ve GS/MS ile belirlemişlerdir. *T. fedtschenkoi* uçucu yağında thymol (%31,8), carvacrol (%24,3), *p*-cymene (%12,3) ve 1,8-cineole (%5,8); *T. pubescens* yağında thymol (%63,4, %11,1), α -terpineol (%19,2), limonene (%1,2, %8,8), *p*-cymene (%4,0, %5,0) ve carvacrol (%3,7, %0,4) bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Tworowski (2002), 25 farklı bitkiden elde ettiği uçucu yağların Karahindiba'ya karşı herbisidal etkinliğini laboratuvar koşullarında test etmiştir. *Thymus vulgaris* (Adi kekik), *Satureja hortensis* L. (Kaya kekiği), *Cinnamomum zeylanicum* L. (Tarçın) ve *Syzium aromaticum* L. (Karanfil) yağlarının %1'lik konsantrasyonlarının bitkide elektrolit sızıntısına ve hücre ölümlerine neden olduğunu ve yüksek oranda fitotoksik etki gösterdiğini belirlemiştir.

Luciana *et al.* (2003), *Rosmarinus officinalis* L., *Thymus vulgaris* ve *Satureja montana* L.'dan elde ettikleri uçucu yağların *Chenopodium album* L., *Portulaca oleracea* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Raphanus sativus* L., *Capsicum annum* L. ve *Lactuca sativa* L. tohumlarının çimlenmesini tamamen engellediklerini bildirmişlerdir.

Zambonelli *et al.* (2004), ticari *Thymus vulgaris* yağlarının fitopatojenik fungusların *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* ve *Colletotrichum lindemuthianum* misel gelişimi üzerindeki antifungal aktivitelerini incelemişlerdir. Gaz kromatografisi ile uçucu yağın thymol, γ -terpinene ve *p*-cymene bakımından zengin carvacrol açısından ise düşük olduğunu belirlemişlerdir. Yağların fungisidal aktiviteleri thymol içeriği ile korelasyon gösterdiğini ve thymol içeriğine sahip yağlarınkine kıyasla saf thymol molekülünün fungisidal etkinliğinin daha yüksek oranda olduğunu belirtmişlerdir.

Rasooli and Razzaghi (2004), yaptıkları çalışmada; *Thymus eriocalyx* ve *Thymus x-porlock* bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağlarının *Aspergillus parasiticus*'un büyüme inhibisyonu ve aflatoksin üretimi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Disk difüzyon metodu kullanılarak MIC ve MFC değerleri belirlenmiştir. Uçucu yağların güçlü fungisidal ve aflatoksin üretimini engelleyici etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. GC ve GC/MS analizleri yapılarak *T. eriocalyx* ve *T. x-porlock* yağlarından sırasıyla 18 ve 19 bileşen tespit edilmiş, ana bileşenlerin ise thymol (%64,3, 30,7), β -phellandrene (%13,2, 39,4) ve *cis*-sabinene hydroxide (%8,4, 9,7) olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, antifungal ve aflatoksin inhibe edici kimyasallar yerine kekik uçucu yağı gibi doğal bileşiklerin kullanılmasını önermişlerdir.

Azaz *et al.* (2004), Balıkesir ilinin 3 farklı lokasyonundan toplanan *Thymus longicaulis* subsp. *chaubardii* var. *chaubardii*, *Thymus zygioides* var. *lycaonicus*, *Thymus longicaulis* subsp. *longicaulis* var. *subisophyllus* ve *Thymus pulvinatus* bitkilerinin hidrodistilasyon yöntemi ile uçucu yağları çıkarılmış, GC ve GC-MS ile ana bileşenleri belirlenmiştir. Ana bileşen olarak *T. longicaulis* subsp. *chaubardii* var. *chaubardii* (kemotip I), *T. longicaulis* subsp. *chaubardii* var. *chaubardii* (kemotip II) ve *T. zygioides* var. *lycaonicus* bitkilerinde sırasıyla (%56,6, %42,8, %36,9) oranlarında thymol; *T. longicaulis* subsp. *longicaulis* var. *subisophyllus* yağında %60 oranında

carvacrol; *T. pulvinatus* yağında ise %27,9 oranında ise borneol bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Sefidkon *et al.* (2005), yaptıkları çalışmada Batı İran'ın farklı lokasyonlardan çiçeklenme aşamasında topladıkları *Thymus eriocalyx* bitkisinin uçucu yağlarını hidrodistilasyon yöntemi ile elde etmişler ve yağların ana bileşenleri GC ve GC-MS ile belirlemişler linalool (%1,8-60,4), geraniol (%iz miktarda-50,5) ve thymol (%1,6-58) ana maddelerinin değişen oranlarda bulunduğunu ve çeşitli taksonlar arasındaki uçucu yağ bileşimlerinde farklılıkların olduğunu saptamışlardır.

Dob *et al.* (2006), Cezayir'de yaptıkları araştırmada yabani olarak yetişen *Thymus fontanesii* Boiss. et Reut. (Lamiaceae) bitkisinden hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağda GC-MS analizi ile 47 bileşen belirlemişlerdir. Yağda; thymol (%29,3), γ -terpinene (%21,7), *p*-cymene (%15,9) ve thymol methyl ether (%11,4) monoterpenleri fazla miktarda, linalool (%4,8) ve β -caryophyllene (%2,9) az miktarda tespit edilmiştir. İn-vitro koşullarda disk difüzyon ve MIC ile yapılan antimikrobiyal çalışmada yağların antifungal aktivite ve gram-negatif bakterilerin büyümesine karşı güçlü etki gösterdikleri belirlenmiştir.

Bajpai *et al.* (2007), *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu'nun çiçeklerinden elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimi GC-MS ile analiz edilmiş ve toplam yağın %97,06'sını temsil eden kısmında 59 bileşiğin bulunduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşenlerinin α -pinene (%29,54), caryophyllene oxide (%4,49), α -thujene (%8,63), bornylene (%8,63), totarol (%5,28), β -caryophyllene (%4,40), δ -3-carene (%3,19), β -pinene (%2,25) ve α -humulene (%1,18) olduğu saptanmıştır. *M. glyptostroboides*'in uçucu yağı ile bitkinin metanol, hegzan, kloroform ve etil asetat ekstraktlarının antifungal aktiviteleri disk difüzyon ve minimum inhibisyon konsantrasyonu ile belirlenmiştir. Uçucu yağ ve ekstraktların *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotricum capsici*, *Botrytis cinerea* ve *Phytophthora capsici* funguslarının misel büyümesini engelledikleri ve güçlü antifungal etki gösterdikleri tespit edilmiştir.

Pérez-Sánchez *et al.* (2007), *Thymus zygis* Loefl. ex L. bitkisinden elde edilen uçucu yağın kimyasal içeriklerini ve antifungal özelliklerini araştırdıklarında uçucu yağın fitopatojenik funguslar (*Pythium irregulare*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum acutatum*, *Fusarium oxysporum* ve *Sclerotinia sclerotiorum*) üzerinde belirli bir oranda inhibisyon etki gösterdikleri ve uçucu yağda tanımlanan bileşenler arasında 3-octanol ve α -terpinene'nin en yüksek antifungal aktiviteye sahip maddeler olduğunu bildirmişlerdir.

Lee *et al.* (2007), *Origanum vulgare* ve *Thymus vulgaris* uçucu yağlarının *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani* funguslarının misel gelişimini tamamen engellediklerini belirlemişlerdir. *Cuminum cyminum* ve *Eucalyptus citriodora* uçucu yağlarının ise farklı ürünlerde depo hastalıklarına sebep olan patojenleri engelleyebilecek potansiyele sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Bađcý *et al.* (2008), *Thymbra sintenesii* Bornm. et Aznav. subsp. *isaurica* uçucu yağının *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* funguslarının misel büyümeleri üzerinde çeşitli seviyelerde antifungal etkiler gösterdiğini belirlemişlerdir.

Kordali *et al.* (2008), *Origanum acutidens* L. uçucu yağının kimyasal bileşenlerini GC-MS analizi ile belirlemişler, ana bileşenlerin carvacrol (%87,0), *p*-cymene (%2), linalool acetate (%1,7), linalool acetate (%1,7), borneol (%1,6) ve β -caryophyllene (%1,3) olduğunu saptamışlardır. *O. acutidens* uçucu yağının, carvacrol ve thymol'un 17 fitopatojenik fungusa karşı antifungal aktivitelerinin yüksek olduğunu, misel gelişimlerini tamamen inhibe ettiğini ve ticari fungusit olarak kullanılan benomyl'den daha yüksek antifungal aktivite gösterdiklerini bildirmişlerdir. Carvacrol ve thymol ana maddelerinin ise *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* ve *Rumex crispus* tohumlarının çimlenmesini ve fide gelişimini tamamen engellediklerini belirlemişlerdir. Bu sonuçlara göre thymol ve carvacrol'un potansiyel herbisit ve fungusit olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Tagami *et al.* (2009), *Bidens pilosa*, *Thymus vulgaris*, *Lippia alba* ve *Rosmarinus officinalis* bitkilerinin sulu ekstrelerinin in-vitroda *Alternaria alternata*, *Colletotrichum graminicola*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotium rolfsii* fungusları üzerinde önemli derecede fungitoksik etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

Kordali *et al.* (2009), kültür alanlarında sorun olan *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Lactuca serriola* ve *Rumex crispus* yabancı otları üzerine *Achillea biebersteinii* ve *Achillea gypsicola*'nın uçucu yağlarının herbisidal etkilerini test etmişlerdir. *A. gypsicola* uçucu yağının *A. retroflexus*, *C. arvense* ve *L. serriola*'nın tohum çimlenmesi ve fide gelişimini, *A. biebersteinii* uçucu yağının ise *A. retroflexus*'un çimlenmesini, kök ve sürgün büyümesini %100 engellediğini ve bu uçucu yağların *C. album*, *C. arvense*, *L. serriola* ve *R. crispus*' un çimlenme, kök ve sürgün büyümesini önemli derecede engellediklerini tespit etmişlerdir.

Küçükbaş and Kuyumcu (2010), *Thymus eriocalyx* bitkisinden hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağın %98,54'ünü temsil eden kısımdan GC ve GC-MC ile 70 saf madde analiz etmişlerdir. Uçucu yağda ana bileşenler olarak thymol (%47,79) β -caryophyllene (%11,98), 1,8-cineole (%9,88), borneol (%3,88), *p*-cymene (%3,02), carvacrol methyl ether (%2,99), γ -terpinene (%2,97) ve germacrene-D (%2,83) bulunduğunu belirlemişlerdir.

Sarıkurkçu *et al.* (2010), *Thymus longicaulis* subsp. *longicaulis* var. *longicaulis* bitkisinden elde edilen çeşitli ekstrelerin ve hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimini araştırdıklarında GC ve GC-MS analizi sonucunda toplam yağın %99,61'inde 22 bileşen bulunduğunu, uçucu yağdaki temel bileşenlerin γ -terpinene, thymol ve *p*-cymene (%27,80, 27,65 ve 19,38) olduğunu saptamışlardır.

Aydın ve Tursun (2010), *Allium cepa* L. (Soğan), *Allium sativum* L. (Sarımsak), *Origanum dubium* L. (Beyaz kekik) bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların *Rumex crispus* (Kıvırcık labada), *Amaranthus retroflexus* (Horoz ibiği), *Sinapis arvensis* (Yabani hardal) ve *Physalis angulata* L. (Fener otu) yabancı otları üzerindeki çimlenme

ve topraktan çıkışları üzerindeki etkilerini incelemişler ve çimlenmede en iyi herbisidal etkinin *O. dubium* uçucu yağında, toprak çıkışlarında ise *A. sativum*'da görüldüğünü tespit etmişlerdir.

Toroğlu (2011), Kahramanmaraş ilinden toplamış olduğu *Thymus kotschyanus* subsp. *glabrescens* bitkisinden elde edilen uçucu yağın in-vitro koşullarda antimikrobiyal aktivitesini test etmiştir. Bu uçucu yağın, disk difüzyon ve minimum inhibasyon konsantrasyon (MIC) metodu ile test ettiği *Micrococcus litmus* LA 2971, *Bacillus cereus* EU, *Enterococcus faecalis* ATCC 15753, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Mycobacterium smegmatis* RUT, *Escherichia coli* DM, *Yersinia enterocolitica* AU 19, *Bacillus brevis* FMC 3, *Klebsiella oxytoca* DC 113, *Rhodotorula rubra* DC 86, *Saccharomyces cerevisiae* WET 136 ve *Candida albicans* DC 146 patojenlerine karşı güçlü antimikrobiyal ve antifungal etki gösterdiğini belirlemiştir.

Shafaghat and Shafaghatlonba (2011), *Thymus caucasicus* Willd., *T. kotschyanus* Boiss. & Hohen. ve *T. vulgaris* bitkilerinden hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağların içeriklerini GC ve GC-MS ile analiz etmişlerdir. *T. caucasicus* uçucu yağının %94,8'lik kısmında 20 bileşen belirlenmiş, ana bileşenlerin 1,8-cineol (%21,5), thymol (%12,6) ve β -fenchyl alcohol (%8,7) olduğu; *T. kotschyanus* uçucu yağının %96,6'sında 29 bileşen belirlenmiş, ana bileşenlerin carvacrol (%24,4), β -caryophyllene (%14,5), γ -terpinene (%12,4), α -phellandrene (%10,8), *p*-cymene (%9,8) ve thymol (%6,8) olduğu; *T. vulgaris*'in %98,2'sinde ise 22 bileşen belirlenmiş, ana bileşenlerin thymol (%43,8), *p*-cymene (%15,2) ve germacrene-D (%11,7) maddelerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada *T. caucasicus*, *T. kotschyanus* ve *T. vulgaris* uçucu yağlarının güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip oldukları ortaya koyulmuştur.

Marandi et al. (2011), armut meyvelerinde *Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum* tarafından hasat sonrası oluşan kayıpları azaltmak için *Thymus kotschyanus*, *Ocimum basilicum* ve *Rosmarinus officinalis* uçucu yağlarıyla in-vitro ve in-vivo koşullarda etkinliğini test etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarında, in-vitro şartlarda *Thymus kotschyanus* uçucu yağının en yüksek antifungal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. İn-vivo çalışmalarında ise, *T. kotschyanus* uçucu yağının hastalık şiddetini azalttığı, *B.*

cinerea ve *P. expansum* ile inokule edilen enfekteli armut meyvelerinin sayısında düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir. Diğer yandan armut meyvesinin kalite sensörlerinin ölçümünde uçucu yağların meyve tadını artırdığını ve meyve sıkılığını *T. kotschyanus* yağının azalttığını, *O. basilicum* yağının artırdığını bildirmişlerdir. *T. kotschyanus* uçucu yağının fitopatojen fungusların büyümesi üzerinde engelleyici etkisinin iyi olduğunu, armut meyvelerinin korunması ve raf ömrünün uzatılması için yeni bir kontrol aracı olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Çetin *et al.* (2011), *Origanum acutidens*, *Origanum rotundifolium* ve *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans* elde ettikleri uçucu yağların in-vitro şartlarda 26 bakteri, 14 fungus ve 3 maya türünde disk-difüzyon (DD) ve minimal inhibisyon konsantrasyonu (MIC) yöntemleri ile antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Mikroorganizmaların duyarlılık düzeylerinin uçucu yağ bileşimine bağlı olarak değiştiği ve uçucu yağların antibiyotiklerden daha yüksek etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Kekikten elde edilen uçucu yağların insanlar üzerindeki toksik ve tahriş edici etkileri test edildikten sonra bu yağların gıda endüstrisinde doğal antimikrobiyal potansiyel ürün olarak kullanılabileceğini öngörmüşlerdir.

Rahman *et al.* (2011), *Piper chaba* Hunter bitkisinden hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağı GC-MS ile analiz etmiş ve toplam yağın %95,1'ini oluşturan kısmında 53 madde tespit etmişlerdir. α -Humulene (%16,4), caryophyllene oxide (%12,2), viridiflorol (%8,1), globulol (%7,4) ve β -selinene (%7,1) ana bileşenler olarak belirlenmiştir. *P. chaba* bitkisi uçucu yağının ve ekstralarının, test edilen fitopatojen funguslara (*Fusarium oxysporum* KACC 41083, *Phytophthora capsici* KACC 40157, *Colletotrichum capsici* KACC 410978, *Fusarium solani* KACC 41092 ve *Rhizoctonia solani* KACC 40111) karşı güçlü antifungal aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Azaz and Celen (2012), Türkiye' nin farklı yerlerinden topladıkları *Thymus canoviridis* Jasas (I ve II), *Thymus cilicicus* Boiss. & Bal., *Thymus comptus* Friv. ve *Thymus revolutus* Celak. bitkilerinin uçucu yağlarını hidrodistilasyon yöntemiyle elde etmiş ve ana bileşenlerini GC ve GC/MS ile belirlemişlerdir. Thymol ana bileşen olarak saptanmış ve uçucu yağlardaki thymol yüzdeleri *T. canoviridis* (I) için %60,44, *T.*

canoviridis (II) için %64,79, *T. cilicicus* için %34,03, *T. comptus* için %55,14 ve *T. revolutus* için %66,96 oranlarında tespit edilmiştir. Uçucu yağların test edilen bakterileri ve *Candida albicans*'ı inhibe ettiği, test edilen mikrofunguslar üzerinde düşük antifungal aktivite gösterdiklerini ifade etmişlerdir.

Mostafa *et al.* (2012), *Lantana camara*, *Salvadora persica*, *Thymus vulgaris*, *Zingiber officinale* ve *Ziziphus spina-christi* bitkilerinin metanol ekstraktlarının domatestte hastalık oluşturan *Fusarium oxysporum*, *Pythium aphanidermatum* ve *Rhizoctonia solani* üzerindeki antifungal etkilerini araştırmışlardır. *T. vulgaris* ve *Z. officinale* ekstraktlarının *F. oxysporum* fungusuna karşı güçlü etki gösterdikleri, *S. persica* ekstresinin *L. camara* ve *Z. spina-christi* funguslarına etki göstermediği tespit edilmiştir. Bu bitki ekstraktlarının fitopatojenik fungusların kontrolünde potansiyel olarak etkili, çevre açısından daha güvenli oldukları ve alternatif fungusit gelişimine katkı sağlayabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Alarcón *et al.* (2012), *Chersodoma argentina* Cabrera bitkisinden elde edilen uçucu yağın GC-MS ve NMR spektrometresi ile kimyasal analizi yapılmış ve içeriğin %80'inin monoterpenlerden oluştuğu tespit edilmiştir. Yağın *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii* ve *Rhizoctonia solani* funguslarına karşı antifungal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Herbisidal aktivitelerinde ise, *Allium porrum*, *Solanum lycopersicon* ve *Sorghum halepense* yabancı ot tohumlarında kök büyümesini azalttığı görülmüştür.

Basile *et al.* (2013), Akdeniz bölgesinde yetişen *Otanthus maritimus* L.'nin çiçeklerinden elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşiminde GC ve GC-MS analizleri ile 66 bileşen belirlemiş ve uçucu yağın yüksek miktarda monoterpen bileşiklerinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Uçucu yağın *Botrytis cinerea* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı güçlü antifungal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Bouzenna and Krichen (2013), *Pelargonium graveolens* (L'Herit.) Thunb. bitkisinden elde edilen uçucu yağın %93,86'sını oluşturan kısmında toplam 15 bileşen saptanmış, uçucu yağda yüksek oranlarda citronellol (%35) ve geraniol (%28,8) tespit etmişlerdir. *Artemisia arborescens* L. uçucu yağının %93,57'ini oluşturan kısmında 21 bileşen

bulunmuş, ana bileşenlerinin ise chamazulene (%31,9) ve camphor (%25,8) olduğu belirlenmiştir. *R. solani*'ye karşı bu iki yağın yüksek oranda antifungal aktiviteye sahip oldukları gözlenmiştir. *P. graveolens* uçucu yağının engelleyici etkisinin *A. arborescens*'den daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Çetin *et al.* (2013), *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin in vitro koşullarda *Origanum acutidens*, *Origanum rotundifolium*, *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans* türlerinden elde edilen uçucu yağlara karşı hassas, *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus reuteri* türlerinin ise bu uçucu yağlara daha dirençli oldukları belirlemişlerdir. Kekik uçucu yağlarının yüksek konsantrasyonlarının, özellikle fermente edilmiş gıdaların kalitelerini ve bağırsak mikroflorasını negatif yönde etkileyebileceği sonucuna varmışlardır.

Yılar *et al.* (2013), *Thymus fallax* Fisch. & Mey., *Mentha dumetorum* Schult. ve *O. vulgare* bitkilerinden hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağların *Avena sterilis* L., *Datura strumarium* L., *Cucumis sativus* L. ve *Lactuca sativa* L. yabancı ot tohumlarının, kök ve sürgün büyümesini, tohum çimlenmesini engellediklerini ve bu uçucu yağların biyoherbisit olarak kullanılabileceklerini ancak daha detaylı çalışmaların saha şartlarında yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Aliakbarlu and Shameli (2013), *Thymus vulgaris*, *Thymus kotschyanus*, *Ziziphora tenuior* ve *Ziziphora clinopodioides* bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların antibakteriyel aktivitelerini disk difüzyon ve MIC metodu ile belirlemişlerdir. *T. vulgaris*'in güçlü antibakteriyel etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Küçükbaş *et al.* (2013), *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. var. *eriophorus* (Ronniger) Jalas, *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. var. *kotschyanus* ve *Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen. var. *glabrascens* bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların GC-MS ile analizleri sonucunda sırasıyla 55, 34, 57 bileşen belirlemişler, geraniol (%55,0-59,1) ve geranyl acetate ise (%27,1-28,8) ana bileşenler olarak tespit etmişlerdir. Bu uçucu yağların in vitro koşullarında mikro dilüsyon ve agar disk

difüzyon yöntemleri kullanılarak 14 bakteri türüne karşı güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdikleri gözlenmiştir.

McMaster *et al.* (2013), Avusturalya’da sebze hastalıklarına neden olan toprak kökenli patojenlere karşı in vitro koşullarda 14 uçucu yağ ve bu yağlara ait 4 saf madde kullanılarak patojenlerin misel gelişimi engelleme, patojen miselyumunun yayılma ve canlılığını azaltarak toprak kaynaklı hastalıkları kontrol etme potansiyeline sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Onaran *et al.* (2014), *Thymus fallax*, *Origanum vulgare* ve *Mentha dumetorum* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşenleri GC-MS ile analiz etmişler ve ana bileşenler *T. fallax*’ta thymol (%41,48), *o*-cymene (%26,75), γ -terpinene (%15,84), 2-isopropyl-1-methoxy-4-methylbenzene (%5,10), terpinolene (%2,11) ve carvacrol (%1,28); *O. vulgare*’de thymol (%50,41), carvacrol (%12,96), 2-bornene (%11,28), γ -terpinene (%8,80); *M. dumetorum*’da carvone (%39,64), eucalyptol (%14,34), dihydrocarvone (%12,78), limonene (%7,79) olarak belirlenmiştir. Uçucu yağlardan *T. fallax* ve *O. vulgare*’nin *A. solani*, *F. oxysporum* ve *R. solani*’nin büyümesini önemli derecede engellediği, *M. dumetorum* uçucu yağının ise *R. solani*’nin büyümesini engellemediği, *A. solani*, *F. oxysporum*’un misel büyümesi üzerinde de engelleyici etkisinin olmadığı bulunmuştur. Aynı uçucu yağların *Abutilon theophrasti* Medik., *Agrostemma githago* L., *Medicago sativa* L. ve *Lepidium sativum* L. tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerine engelleyici etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında, bitki uçucu yağlarının patojenik fungus ve yabancı otların kontrolünde doğal herbisit ve fungusit olarak kullanılabileceğini ve böylece sentetik pestisitler üzerindeki bağımlılığın azaltılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Küçükbaş *et al.* (2014), *Thymus migricus* Klovov & Des.-Shost, *Thymus fallax* ve *Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak var. *pubescens* bitkilerinin uçucu yağlarının GC-MS ile analizleri sonucunda sırasıyla 26, 35 ve 53 bileşen tespit etmişlerdir. Ana bileşenlerin *T. migricus* uçucu yağında α -terpineol (%30,6), thymol (%20,7) ve α -terpinyl acetate (%14,9) olduğunu, *T. fallax*’da carvacrol (%29,6) ve α -terpineol (%10,8) bulunduğunu; *T. pubescens* var. *pubescens*’de ise carvacrol (%66,1)

olduğunu tespit etmişlerdir. *Thymus* türleri uçucu yağlarının bakteriyostatik aktiviteye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Kumar *et al.* (2014), 3 himalaya *Erigeron* türlerinden (*E. mucronatus*, *E. annuus* ve *E. karwinskianus*) elde edilen uçucu yağların *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium maydis*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* funguslarının misel büyümelerini önemli oranda engellediğini ve *Erigeron* türünden elde edilen uçucu yağların toksik olmayan, çevre dostu ve biyolojik olarak parçalanabilir doğal fungusitler olarak kullanılabilir potansiyellerinin olduğu ortaya koymuşlardır.

Türkölmez and Soylu (2014), Hatay ilinin farklı bölgelerinde doğal olarak yetişen kekik (*Origanum syriacum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve defne (*Laurus nobilis* L.) bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağları ve bunların ana bileşenlerini (carvacrol, *trans*-anethole ve 1,8-cineole) in-vitro'da antifungal etkinliklerini fasulyede toprak kaynaklı fungal hastalık etmenlerine (*Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani* ve *Macrophomina phaseolina*) karşı araştırmışlar ve uçucu yağların ve ana bileşenlerinin fungusların misel gelişimini büyük oranda engellediklerini tespit etmişlerdir.

Elgorban *et al.* (2015), *Allium* soğanı (*Allium cepa*), siyah çörek otu tohumları (*Nigella sativa*) ve ökaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların 500 ppm'lik konsantrasyonlarının *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium verticillioides*, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Rhizoctonia solani* funguslarının misel büyümesini ve spor çimlenmesini önemli ölçüde engellediklerini saptamışlardır.

Homa *et al.* (2015), *Fusarium* türlerine karşı *Cinnamomum zeylanicum*, *Citrus limon*, *Juniperus communis*, *Eucalyptus citriodora*, *Gaultheria procumbens*, *Melaleuca alternifolia*, *Origanum majorana*, *Salvia sclarea* ve *Thymus vulgaris* uçucu yağlarını test etmişlerdir. *C. zeylanicum* uçucu yağının güçlü anti-fusarium aktivitesine sahip olduğunu ve ana bileşenin *trans*-cinnamaldehyde'inde yağla benzer oranda etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Işık ve floresan mikroskopik incelemeler sonucunda, *C. zeylanicum* uçucu yağının ve ana maddesinin hücrel metabolizmayı düşürdüğünü, konidi çimlenmesini engellediğini gözlemlemişlerdir.

Petrovic *et al.* (2016a), *T. praecox* bitkisinin uçucu yağının kimyasal analizi sonucunda *trans-nerolidol* (%19,79), *germacrene-D* (%18,48) ve *thymol*'u (%9,62) ana bileşen olarak bulmuşlardır. 16 fungus ve bakteri strainleri üzerinde denenen uçucu yağın yüksek oranda antifungal ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Özkan *et al.* (2016), *Thymus praecox* subsp. *grossheimii* var. *grossheimii* (Ronniger) bitkisinden elde edilen 4 farklı ekstraktın gram pozitif ve gram negatif bakterilerine farklı konsantrasyonlarda önemli derecede antibakteriyel etki gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Petrovic *et al.* (2016b), *T. praecox* Opiz ssp. *polytrichus* bitkisinden elde edilen ekstraktların 16 patojenik mikroorganizmaya önemli ölçüde antimikrobiyal etki gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Bektaş *et al.* (2016), *Thymus transcaucasicus* Ronniger. bitkisinin toprak üstü aksamından elde ettikleri uçucu yağı ve bitkinin hegzan, kloroform, su ekstraktlarının in vitro koşullarda antifungal, antibakteriyel ve antiviral olarak çok sayıda mikroorganizmaya etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Kordali *et al.* (2016), Türkiye’de yetişen dört farklı genotipe ait *Myrtus communis* L. bitkisinin meyvelerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşenlerini GC-FID ve GC/MS ile tanımlamışlardır. *M. communis* genotiplerinin uçucu yağlarında başlıca 1,8-cineole (% 29,20-31,40), linalool (%15,67-19,13), α -terpineol (%8,40-18,43), α -pinene (% 6,04-20,71) ve geranyl acetate (%3,98-7,54) bileşenlerini belirlemişlerdir. Elde edilen uçucu yağların 19 fitopatojenik fungusun misel gelişimini önemli ölçüde engellediği, bu fungusların mücadelesinde ticari olarak kullanılan Benomyl’den daha iyi etki gösterdiğini saptamışlardır. *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Lactuca serriola* ve *Rumex crispus* yabancı ot tohumlarının çimlenmelerini ve tohum büyümelerini önemli ölçüde engelledikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar dikkate alınarak, *M. communis* uçucu yağlarının doğal herbisit ve fungusit olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Nestorović Živković *et al.* (2016), *Nepeta rtanjensis* (Lamiaceae) uçucu yağının *Lepidium sativum*, *Lactuca sativa*, *Lotus corniculatus* L., *Brassica napus* L., *Stellaria media* L., *Rumex crispus* ve *Arabidopsis thaliana* (L.) bitkilerinin tohum çimlenmesi üzerindeki etkilere bakılarak bitki türüne ve uygulama konsantrasyonuna bağlı olarak uçucu yağın etkilerinde farklılıklar görüldüğünü belirtmişlerdir.

Siddiqui *et al.* (2016), *Nerium oleander* L. bitkisinin kök, gövde ve yapraklarından elde edilen su, metanol, etanol, kloroform ve aseton ekstraktlarının antifungal etkileri fitopatolojik açıdan önemli olan *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotium rolfsii* ve *Fusarium oxysporum* funguslarına karşı test edilmiştir. Kök ekstraktlarının *M. phaseolina*'nın gelişimini, kloroform yaprak ekstresinin *S. rolfsii*'nin ve aseton ekstresinin ise *F. oxysporum*'un misel gelişimini en iyi oranda engellediğini belirlemişlerdir.

Sethi *et al.* (2016), *Alpinia allughas* Rosc. (Zingiberaceae) rizomlarından elde edilen uçucu yağ ve diklorometan, metanol, hekzan ve petrol eteri kullanılarak elde edilen farklı ekstraktların *Colletotricum falcatum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotium* ve *Sclerotium rolfsii* funguslarının misel gelişimlerini önemli düzeyde engellediklerini tespit etmişlerdir.

Sampaio *et al.* (2016), Brezilya'nın kuzeydoğusundan toplanan *Myrcia ovata* Cambess. bitkisinin yapraklarından hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağın içeriklerini GC/MS-FID ile analiz ederek 29 bileşik tanımlanmışlardır. Kümelendirme analizi ile 6 küme içerisinde örneklenen bitkiler arasında kimyasal çeşitlilik gözlenmiştir. Ana bileşenler 11 bitkiden oluşan I. kümede nerolik asit (%44,30-73,97), 7 bitkiden oluşan II. kümede, linalol (%14,97-30,97) ve nerolik asit (%50,56-60,63), 3 bitkiden oluşan III. kümede geraniol (%73,64-77,07), 3 bitkiden oluşan IV. kümede neral (%18,21-28,39) ve geraniol (%36,96-48,48), 4 bitkiden oluşan V. kümede (*E*)-nerolidol (%26,97-58,27), 9 bitkiden oluşan VI. kümede linalool (%0,44-25,35), isopulegol (%0-27,50) ve nerolic acid (%0-31,65) belirlemişlerdir. Uçucu yağların test

edilen tüm konsantrasyonlarının 96. saatin sonunda *Fusarium solani*'nin misel gelişimini %100 oranında engellediğini ifade etmişlerdir.

Starovic *et al.* (2016), nane (*Mentha spicata* L.), adaçayı (*Salvia fruticosa* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), anason (*Pimpinella anisum* L.), acı rezene (*Foeniculum vulgare* spp. *piperituum* L.) ve mersin (*Myrtus communis*) tıbbi bitkilerinden elde edilen uçucu yağları fungal izolatlara (*Drechslera sorociniana*, *Fusarium subglutinans*, *F. verticilloides*, *F. oxysporum*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides*, *F. equiseti*, *F. incarnatum*, *F. proliferatum* ve *Macrophomina phaseolina*) uygulamışlar, uçucu yağların misel gelişimini önemli derecede engellediklerini belirlemişlerdir.

La Torre *et al.* (2016), domatesta *Fusarium* hastalığının kontrolünde karanfil yağı, kekik yağı, biberiye yağı ve bunların ana bileşenleri ve iki ticari ürün olan Bioxeda (karanfil yağı esanslı) ve Sporatec (biberiye yağı, karanfil yağı ve kekik yağı içeren) in vitro da ve serada saksı denemeleri ile test etmişlerdir. İn vitro testler, araştırılan ürünlerin neredeyse tamamının misel artışını ve konidial çimlenmeyi engellediğini göstermiş ve en iyi sonuçlar, karanfil yağı ve yağın ana bileşeni olan eugenol için elde edilmiştir. Biberiye yağının ise en düşük inhibisyon aktivitesine sahip yağ olduğu, sera saksı denemeleri sonucunda test edilen tüm yağların ise domates *Fusarium* solgunluğunu azaltabileceğini ifade etmişlerdir.

Al Hafi *et al.* (2017), yabani olarak yetişen *Satureja cuneifolia* L., *S. thymbra*, *Coridothymus capitatus* L., *Thymus syriacus* Boiss. ve *Thymbra spicata* L. bitkilerinden hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağların GC-MS ile kimyasal analizleri yapılmış, carvacrol ve thymol uçucu yağlarda ana bileşenler olarak bulunmuştur. İn vitro koşullarda mikrobrot dilüsyon metodu ile 6 fitopatojen bakteriye ve *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal aktiviteleri testleri sonucunda *S. thymbra* en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olurken, *T. syriacus*'ın en düşük etkiyi gösteren uçucu yağ olduğu tespit edilmiştir.

Tohidi *et al.* (2017), 14 farklı *Thymus* türünden elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimini, flavonoid ve fenolik içeriklerini incelemiştir. Küme analizi ile 3 grup

belirlenmiş ve GC-MS analizi sonucunda thymol (%12,4-79,74), carvacrol (%4,37-42,14), geraniol (%0,3-22,44) ve *p*-cymene (%0,8-12,86)'inde içinde bulunduğu toplam 38 bileşik tespit edilmiştir. En yüksek fenolik ve flavonoid içeriği *T. daenensis*-1 ve *T. vulgaris* türlerinde saptanmıştır.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma materyalini 10 farklı *Thymus* bitki türünden elde edilen uçucu yağlar, kültür alanlarında sorun olan 7 yabancı ot tohumu ve toprak kökenli 15 fitopatojenik fungus türü oluşturmıştır.

3.1.1. *Thymus* Türlerinin Toplanması ve Teşhisleri

Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde doğal olarak yetişen *Thymus* türlerinin toprak üstü kısımları Ağrı, Bayburt, Bingöl, Erzurum, Erzincan, Gümüşhane, Kars ve Iğdır illerinden 2014-2015 yılları ve Haziran-Ağustos ayları arasında toplanmıştır. Toplanmış olan örneklerin lokasyonları, rakımları ve tarihleri kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.1). Bitki örnekleri toplanıp büyük bez torbalara konularak ayrı ayrı etiketlenip laboratuvara getirilmiştir. Bitki örnekleri serin ve gölgeli ortamda sık sık alt-üst edilerek kurutulmuş ve bitki materyalleri değirmen yardımıyla toz haline getirilerek serin depo ortamında muhafaza edilmiştir. Bitki örneklerinin herbaryumları yapılarak teşhisleri Komarov Botanik Enstitüsü Rusya Bilim Akademisi öğretim üyelerinden Professor Vladimir I. DOROFEEV, Erzincan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ali KANDEMİR, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Tuncay DİRMENCİ ve Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Meryem ŞENGÜL KÖSEOĞLU tarafından yapılmış ve herbaryumlar Atatürk Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Herbaryumu'nda muhafaza edilmiştir. Teşhis edilen *Thymus* türleri Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Arazi çalışmaları yapılan lokasyonlar ve toplanan *Thymus* türleri

Araziye Çıkış Tarihi	Lokalite	Tür İsmi
19.06.2015	Erzurum, Kırkdeğirmenler (2122 m)	<i>Thymus canoviridis</i> Jalas
18.07.2015	Kars, Sarıkamış, Bozat Köyü Civarı (2077 m)	
15.08.2014	Iğdır, Tuzluca İlçesi, Karacaören Köyü (2028 m)	<i>Thymus eriocalyx</i> (Ronniger) Jalas
15.06.2014	Iğdır, Korhan yaylası (1899 m)	<i>Thymus fallax</i> Fisch. et C.A. Mey.
25.06.2014	Erzurum, Yenişehir Semti Çıkışı, Kırkdeğirmenler (2122 m)	
27.06.2014	Erzurum, Narman ilçesi, Beyler Köyü (1971 m)	
28.06.2014	Erzurum, Pasinler ilçesi, Ak Özdemir Petrol Karşısı (1853 m)	
03.08.2014	Bayburt, Aşağı Kop (2065 m)	
04.08.2014	Erzincan, Baltaş Köyü, Aktaş Mevkii (2340 m)	
10.08.2014	Erzurum, Tortum yolu İstikameti, Yeşildere Köyü (2049 m)	
21.06.2015	Erzurum, Köse Mehmet Köyü (1861 m)	
30.06.2015	Erzurum, Şenkaya, Değirmenlidere Köyü (1860 m)	
10.07.2015	Bingöl, Karlıova (1813 m)	
15.06.2014	Iğdır, Tuzluca İlçesi, Karabulak Köyü (1374 m)	<i>Thymus kotschyanus</i> Boiss. et Hohen. var. kotschyanus Boiss. et Hohen
16.08.2014	Ağrı Dağı Etekleri Çevresi (1246 m)	

Çizelge 3.1. Devamı

20.06.2014	Erzurum, Palandöken İlçesi, Tepe Köyü (2005 m)	<i>Thymus longicaulis</i> C. Presl subsp. longicaulis C. Presl var. subisophyllus (Borbas) Jalas
27.06.2014	Erzurum, Narman Yolu, Örentaş Köyü (2100 m)	
17.06.2014	Iğdır, Tuzluca İlçesi, Hamurkesen Köyü (1927 m)	<i>Thymus migricus</i> Klokov et Des-Shost
04.08.2014	Erzincan, Alamerik Yaylası (2121 m)	
04.06.2015	Iğdır, Tuzluca İlçesi, Merkez (1096 m)	
23.06.2015	Iğdır, Tuzluca ilçesi, Karanlık Köyü (1984 m)	
27.06.2014	Erzurum, Oltu ilçesi, Başaklı köyü (1793 m)	<i>Thymus praecox</i> Opiz subsp. jankae (Celak) Jalas var. jankae Opiz
05.06.2015	Iğdır, Tuzluca İlçesi, Karabulak Köyü (1358 m)	
15.06.2015	Erzurum, Tuzcu köyü, Pir Ali Baba Türbesi çevresi (1977 m)	
05.07.2015	Erzurum, Tekman yolu, Nebiler Hanı Çevresi (1909 m)	
26.06.2014	Erzurum, Abdurrahmangazi Türbesi Yolu Üzeri (2100 m)	<i>Thymus pubescens</i> Boiss. et Kotschy ex Celak var. crateicola Jalas
03.08.2014	Bayburt, Aşağı Kop (2119 m)	
03.07.2015	Erzurum, Çat ilçesi, Yağmurcuk Köyü (2005 m)	
11.06.2014	Ağrı, Eleşkirt İlçesi, Yağmurlu Köyü, Yayla Evleri Çevresi (1954 m)	<i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. sipyleus Boiss. var. sipyleus L.
18.07.2014	Gümüşhane, Torul ilçesi, Alınyayla Köyü, Mezere Mevkii (1348 m)	
29.07.2014	Erzurum, Hınıs İlçesi, Merkez (1653 m)	
07.07.2015	Erzurum, Gökçeyamaç Köyü (1886 m)	<i>Thymus transcaucasicus</i> Ronniger
28.06.2015	Erzurum Palandöken Dağı Çevresi (2294 m)	



Şekil 3.1. Arazi çalışması yapılan yerlere ait koordinatları gösteren harita ( : *T. sipyleus*  : *T. praecox*  : *T. pubescens*  : *T. eriocalyx*  : *T. kotschyanus*  : *T. longicaulis*  : *T. canoviridis*  : *T. fallax*  : *T. migricus*  : *T. transcaucasicus*)

3.1.1.a. *Thymus canoviridis* Jalas

Endemik ve çok yıllık bir bitki olan *Thymus canoviridis* ülkemizde ‘‘dadaş kekiği’’ olarak isimlendirilmekle birlikte, Erzurum ve Sivas illerinde doğal yayılış göstermektedir (Şekil 3.2) (Anonim 2017a). Araştırmamızda Kars ilinde de yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Kayalık, çalılık ve taşlı alanlarda görülmektedir. Temmuz-Ağustos aylarında çiçeklenmekte (Yıldız 2004) ve 1900-2250 m yükseklikte yetişmektedir.



Şekil 3.2. *Thymus canoviridis*'in doğal yetişme ortamından genel görünüşü

3.1.1.b. *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas

Thymus eriocalyx bitkisi ülkemizde “göl kekigi” yöresel ismiyle bilinmektedir (Şekil 3.3). Çok yıllık yarı çalimsı bir bitki olup güneşli, taşlık ve kayalık alanlarda yetişmektedir. Ülkemizde Iğdır, Kars ve Hakkâri gibi illerimizde, 0-1350 m yükseklikte görülmekte Haziran-Ağustos ayları arasında çiçeklenmektedir (Anonim 2017b).



Şekil 3.3. *Thymus eriocalyx*'in doğal yetişme ortamından genel görünüşü

3.1.1.c. *Thymus fallax* Fisch. et C.A. Mey.

Thymus fallax bitkisi yöresel olarak “catri” ismiyle bilinmektedir. Çok yıllık, çalı formunda, kayalık, otlaklar, yamaçlarda ve 1400-2500 m yükseklikte görülmektedir (Şekil 3.4). Temmuz-Ağustos aylarında çiçeklen büyüyen endemik olmayan bu bitki Erzurum, Erzincan, Gümüşhane, Bingöl, Ağrı, Bitlis, Muş, Kayseri ve Adıyaman illerinde yayılış göstermektedir (Anonim 2017c). Araştırmamızda Bayburt ve Iğdır illerinde de yayılış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 3.4. *Thymus fallax*'ın doğal yetişme ortamından genel görünüşü

3.1.1.d. *Thymus kotschyanus* Boiss. et Hohen. var. *glabrescens* Boiss.

Ülkemizde “kekik” olarak isimlendirilen *Thymus kotschyanus* Kars, Iğdır, Ağrı, Malatya, Elazığ, Tunceli, Bitlis ve Hakkari illerinde yetişmektedir (Şekil 3.5) (Anonim 2017d). Dağ yamaçlarında görülen, çok yıllık, çalı formunda Mayıs-Temmuz aylarında çiçeklenen 800-2250 m yükseklikte yetişen endemik olmayan bir bitkidir.



A. USANMAZ BOZHÜYÜK 2017

Şekil 3.5. *Thymus kotschyanus*'un doğal yetişme ortamından genel görünüşü

3.1.1.e. *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* C. Presl var. *subisophyllus* (Borbas) Jalas

Yöresel olarak “dağ kekiği” ismiyle bilinen *Thymus longicaulis* Erzurum, Gümüşhane, Samsun, Balıkesir, Eskişehir ve Bilecik gibi illerimizde yetişmektedir (Davis 1982). Endemik olmayan *T. longicaulis* çok yıllık, odunsu formda, seyrek koruluk, yamaçlar ve otlaklarda görülen, 2200 m’ye kadar yükseklikte yetişen, Nisan-Ağustos aylarında çiçeklenen bir bitkidir (Anonim 2017e) (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. *Thymus longicaulis*’in doğal yetişme ortamından genel görünüşü

3.1.1.f. *Thymus migricus* Klokov et Des-Shost

“Peynir kekiği” olarak isimlendirilen *Thymus migricus* ülkemizde Ağrı, Iğdır, Kars ve Muş illerinde yetişmektedir (Anonim 2017f). Çalışmamızda Erzincan ilinde de görüldüğü tespit edilmiştir. Çok yıllık, otsu, kuru dağ yamaçlarında ve kayalık alanlarda görülen, Haziran-Temmuz aylarında ve 800-2500 m’de çiçeklenen endemik olmayan bir bitkidir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. *Thymus migricus*’un doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü

3.1.1.g. *Thymus praecox* Opiz subsp. *jankae* (Celak) Jalas var. *jankae* Opiz

Thymus praecox bitkisi halk arasında “kekik” ya da “yayla kekiği” gibi isimlerle bilinmektedir. Çok yıllık, odunsu, taşlı ve kayalık yamaçlarda yetişen, 1600-3600 m yükseklikte görülen, Mayıs-Ağustos aylarında çiçeklenen endemik bir türdür (Şekil 3.8). Ülkemizde Iğdır, Erzurum, Trabzon, Artvin ve Amasya gibi illerde yetişmektedir (Anonim 2017g).



Şekil 3.8. *Thymus praecox*'un doğal yetişme ortamından genel görünüşü

3.1.1.h. *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak var. *crateicola* Jalas

Endemik bitki olan ve “tüylü kekik” olarak bilinen *Thymus pubescens* Bitlis, Tunceli ve Van illerinde görülmektedir (Anonim 2017h). Araştırmamızda Bayburt ve Erzurum illerinde de yayılış gösterdiği belirlenmiştir. Çok yıllık ve çalı formunda olup, Haziran-Temmuz aylarında çiçeklenen stepler, kuru otlaklar ve açık kayalıklarda ve 1830-3000 m’ye kadar olan yerlerde yetişmektedir (Şekil 3.9).



A. USANMAZ BOZHÜYÜK 2017

Şekil 3.9. *Thymus pubescens*’in doğal yetişme ortamından genel görünüşü

3.1.1.i. *Thymus transcaucasicus* Ronniger

Yöresel olarak “kır kekiği” ismiyle tanınan *Thymus transcaucasicus* Erzurum, Kars, Artvin ve çevreleyen illerde görülmektedir (Anonim 2017j). Endemik olmayan *T. transcaucasicus* çok yıllık, çalimsı formda, kayalık yamaçlarda görülen, 1650-1900 m yükseklikte yetişen ve Haziran-Ağustos aylarında çiçeklenen bir bitkidir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. *Thymus transcaucasicus*'un doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü

3.1.1.j. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* Boiss.var. *sipyleus* L.

“Sipil kekiği” olarak bilinen çok yıllık, yarı çalimsı, dağ bozkırları ve kayalık yamaçlarda görülen Mayıs-Ağustos ayları arasında çiçeklenen 400-2700 m yükseklikte yetişen endemik olmayan bir türdür (Şekil 3.11). Erzurum, Erzincan, Kars, Artvin, Trabzon, Muğla, Manisa, Konya, Adana, Sinop ve Zonguldak illerinde yaygın olarak yetişmektedir (Anonim 2017k). Çalışmamızda Ağrı ve Gümüşhane illerinde de yayılış gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 3.11. *Thymus sipyleus*'un doğal yetiştirme ortamından genel görünüşü

3.1.2. *Thymus* Türlerinden Uçucu Yağların Elde Edilmesi

Kurutulup toz haline getirilen bitkilerden hidrodistilasyon yöntemi ile uçucu yağlar elde edilmiştir. Bunun için belirli miktar kuru bitki örneği Clevenger cihazının balonuna konulduktan sonra balona bitki miktarının 3/1'i kadar su ilave edilerek ısıtıcı üzerinde balondaki karışım kaynatılmıştır (Şekil 3.12). Kaynama sırasında, uçucu yağlar su buharı ile sürüklenerek balonun üstüne monte edilmiş olan ve soğuk su sirkülasyonu ile soğutulan soğutucuya geçişi sağlanmış ve soğutucuya çarpan buhar yoğunlaşarak toplama ünitesinde birikmiştir. Hidrodistilasyona bitkisel materyal kaynamaya başladıktan sonra 3-4 saat süresince devam edilerek ve sürenin sonunda toplama ünitesinde biriken uçucu yağ küçük balonlara alınarak kloroform ile ekstre edilip susuz sodyum sülfat ile sudan arındırılmıştır. Kloroform evaporatörde (Rotary) düşük sıcaklıkta uzaklaştırılarak uçucu yağlar elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar cam şişelere alınarak denemelerde kullanılmak üzere +4°C'deki buzdolabında muhafaza edilmiştir. Farklı lokalitelerden toplanan ama aynı türden olan *Thymus* türleri arasından en fazla verime sahip bitki uçucu yağı denemelerde kullanılmıştır.



Şekil 3.12. Clevenger cihazı ve elde edilen *Thymus* türleri uçucu yağları

3.1.3. Gaz Kromatografisi (GC)

Thymus uçucu yağlarındaki bileşenler gaz kromatografisinde kapiler kolonda tutunma sürelerine göre ayrılıp, bağıl oranlarına göre kantitatif olarak analiz edilmiştir.

3.1.4. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC/MS) Analiz Şartları

Thymus uçucu yağlarının kalitatif analizi SGE-BPX5 MS fused silica kapiler kolonu (30 m x 0,25 mm i.d., 0,25 μ m) bulunan Trace GC/Traca DSQ/A1300 (E.I. Quadrupole) cihazı kullanılarak yürütülmüştür (Şekil 3.13). Analizler için 70 eV'luk iyonizasyon enerjisine sahip elektron iyonizasyon (E. I) sistemi kullanılmıştır. Kolonda yürütme işlemi için dakikada 1 ml'lik akış hızı ile taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Enjektör ve MS transfer hattı sıcaklığı sırasıyla 220°C ve 290°C'de tutulmuştur. Sıcaklık 3°C/dakika oranında 50°C'den 150°C'ye çıkartılmış, 150°C'de 10 dakika izotermal olarak tutulmuş ve sonra 10°C/dakika oranında artırılarak 250°C'ye çıkartılmıştır. Metilen klorürde seyreltilmiş (1/100, v/v) uçucu yağların 1,0 μ L'lik kısmı splitsiz ve otomatik olarak enjekte edilmiştir. Her bir bileşiğin kalitatif analizi SGE-BPX5 kapiler kolonunda referans maddelerinin alıkonma zamanlarının ve indekslerinin kıyaslanması, her bir maddenin kütle spektrumlarındaki parçalanmasıyla elde edilen piklerin Wiley 7N ve TRLIB spektra kütüphaneleri yayınlanmış verilerden hesaplanması ile gerçekleştirilmiştir (Adams 2007).



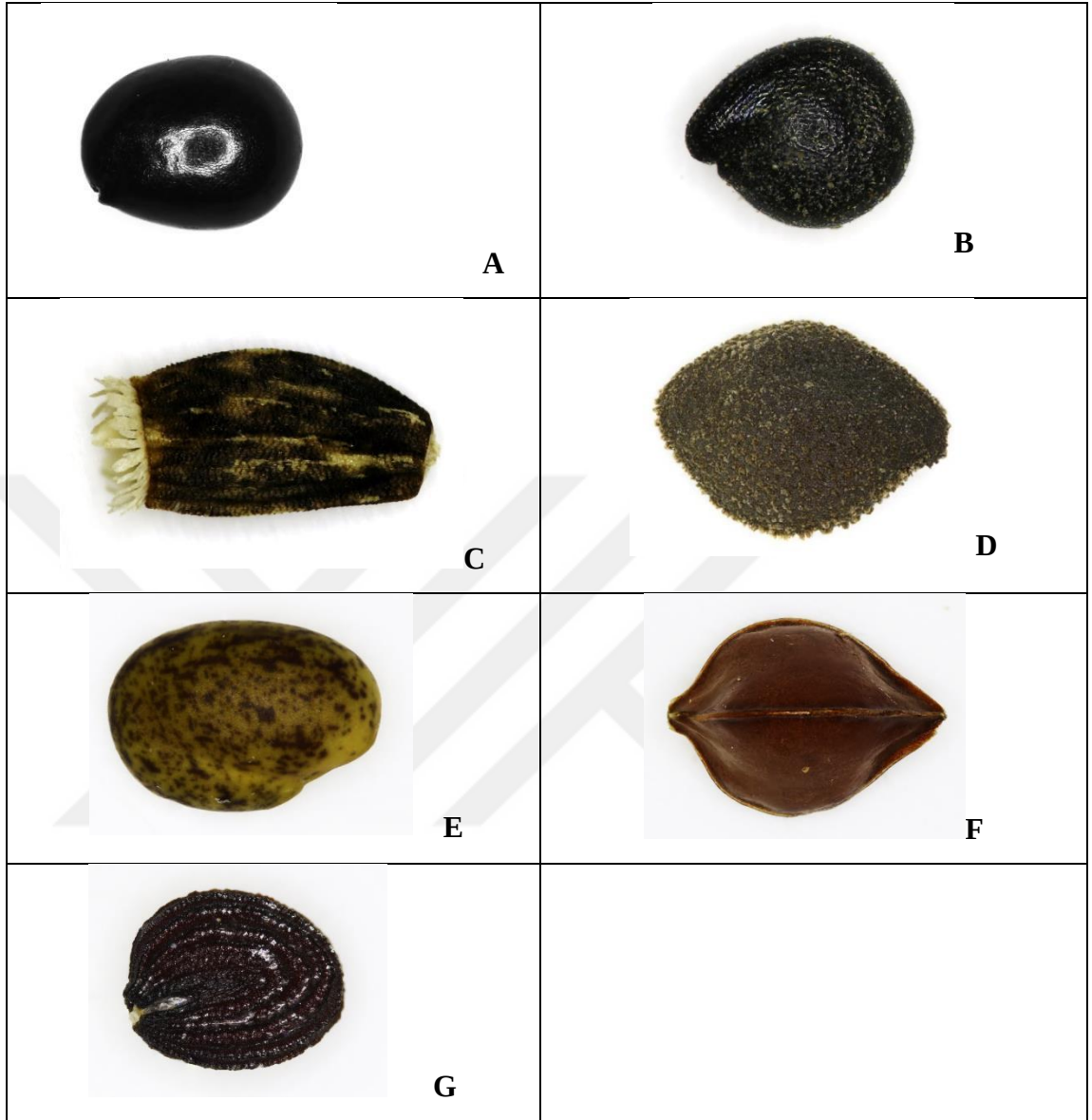
Şekil 3.13. *Thymus* uçucu yağlarının içerik analizlerinin yapıldığı GC-MS cihazı (Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü)

3.1.5. Yabancı Ot Tohumlarının Toplanması ve Sterilizasyonu

Dünyada ve ülkemizde kültür alanlarında problem olan *Amaranthus retroflexus* L. (Horozibiği), *Chenopodium album* L. (Sirken), *Thlaspi arvense* L. (Tarla Akça Çiçeği), *Convolvulus arvensis* L. (Tarla sarmaşığı), *Cichorium intybus* L. (Yabani Hindiba), *Melilotus officinalis* L. (Sarı Taş Yoncası) ve *Rumex crispus* L. (Kıvırcık lapada) yabancı ot tohumları 2015-2016 Haziran-Eylül ayları arasında Erzurum ilinden toplanarak laboratuvara getirilerek kabuk kısımları temizlenmiş ve dormansilerinin kırılması için buzdolabında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.15). Çalışmaya başlamadan önce tohumlar su içerisine konarak su yüzünde yüzen boş ve gelişmemiş tohumlar ayıklanmıştır. Daha sonra tohumlar %15'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 10 dakika bekletilerek yüzey sterilizasyonu yapılmış ve sterilizasyon sonrası steril saf su ile 3-7 kez yıkanarak steril kurutma kağıtları üzerine alınarak kurumaları sağlanmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Yabancı ot tohumlarının sterilizasyon aşamaları

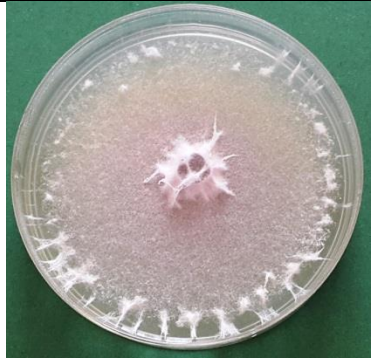


Şekil 3.15. Denemelerde kullanılan yabancı ot tohumları

A) *Amaranthus retroflexus* B) *Chenopodium album* C) *Cichorium intybus* D) *Convolvulus arvensis* E) *Melilotus officinalis* F) *Rumex crispus* G) *Thlaspi arvense* (Fotoğraf A. Usanmaz Bozhüyük)

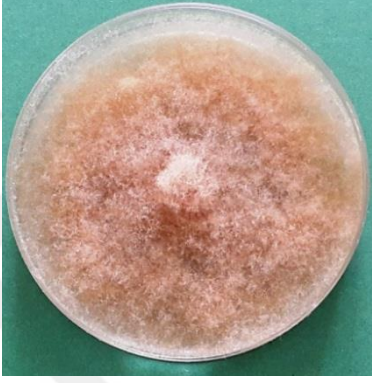
3.1.6. Fungus İzolatları

Toprak kökenli bitki patojenlerinden *Alternaria alternata*, *Fusarium equiseti*, *F. oxysporum*, *Fusarium semitectum* ve *Fusarium verticilloides* fungusları Prof. Dr. Berna TUNALI (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü), *Fusarium graminearum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium solani*, *Pythium debaryanum* ve *Verticillium dahliae* Doç. Dr. Hacer Handan ALTINOK (Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü), *Phytophthora capsici* Yrd. Doç. Dr. Ümit ÖZYILMAZ (Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü) ve *Fusarium sambucinum*, *Fusarium tabacinum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* ve *Sclerotinia sclerotiorum* Prof. Dr. Şaban KORDALI (Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü) kültür koleksiyonlarından temin edilmiştir. Fungus kültürleri test tüplerde patato dextrose agar (PDA)'da geliştirilip -20°C'de saklanmıştır (Şekil 3.16).

<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl -Koloni 25°C'de 8-10 günde 8-9 cm çapa ulaşmaktadır. -Miselyum yapısı yüzeysel, hifleri renksiz yada zeytinimsi kahverengidir. -Hifleri septalı lopud şeklinde, konidyumları kısa ve gaga şeklindedir (Beyoğlu 2006).	
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc. -Koloni 25°C'de 7-8 günde 8-9 cm çapa ulaşmaktadır. -Havai miselleri gevşek yüne benzemektedir ve kültür renkleri önce beyaz sonra deve tüyü rengine dönüşebilmektedir. -Sadece makrokonidi oluşturmakta ve konidilerde 0-1 arası septa görülebilmektedir (Domsch et al. 1980)	

<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe -Koloni 25°C’de 8 günde 8-9 cm çapa ulaşmaktadır. -Beyaz, soluk kahverengi ve sarı renginde yoğun miselyum üretirler. Miselyumlar daha sonra grimsi gül yada şarap rengine dönüşmektedirler. -Havai miselleri yünüksüdür. Yalnızca makrokonidi oluşturmaktadırlar. -Çoğunlukla 5-6 septalıdır (Domsch <i>et al.</i> 1980).	
<i>Fusarium moniliforme</i> J. Sheld -Koloni 25°C’de 8-10 günde 7-8 cm çapa ulaşmaktadır. -Havai miselyumları yünüksü beyaz renktedir. -Makrokonidileri orak şeklinde 3-5 bölmeli, mikrokonidileri ise bölmesiz ve ovaldir (Nirenberg 1981).	
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht -Koloni 25°C’de 7-8 günde 8-9 cm çapa ulaşmaktadır. -Fungusun havai miselleri ilk başta beyaz daha sonra fungusun türüne göre değişen renklerde (krem, turuncu, mor, koyu pembe) görülebilirler. -Mikrokonidi, makrokonidi ve klamidospor olmak üzere 3 spor tipi görülür (Gonsalves and Ferreira 1993)	
<i>Fusarium sambucinum</i> Fuckel -Koloni 25°C’de 10 günde 7-8 cm çapa ulaşmaktadır. -Havai miselleri bolca olup keçeye benzer, beyaz ve sarı renklidir. -Sadece makrokonidi oluşturmakta ve makrokonidileri ayak şeklinde 3-5 septalıdır (Nirenberg 1981).	

<i>Fusarium semitectum</i> Berk. & Ranvenel -Koloni 25°C’de 5 günde 7-9 cm çapa ulaşmaktadır. -Havai miselleri yüne benzer tepeli, devetüyü renginde ve konidileri tozlu ve dağınıktır. -Konidioforları dallı ve makrokonidileri 3-5 septalıdır. -Klamidosporları küresel şekildedir (Leslie and Summerell 2006).	
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc -Koloni 25°C’de 8 günde 7-8 cm çapa ulaşmaktadır. -Havai miselyumları beyaz ve pamuksudur. Rengi zamanla kreme dönüşmekte ve makrokonilerin oluşmasıyla birlikte sulu bir görünüm almaktadır. -Makrokonidileri iğ şeklinde 3-7 septalı, mikrokonidileri oval 1-2 septalıdır (Nirenberg 1981).	
<i>Fusarium verticilloides</i> (Sacc.) Nirenberg -Koloni 25°C’de 7 günde 7-8 cm çapa ulaşmaktadır. -Bol miktarda yünömsü havai miselyumları başlangıçta beyaz zamanla deve tüyü rengine dönüşmektedir. -Mikrokonidileri çomak şeklinde çoğunlukla 1 hücreli ve 1-2 septalıdır. -Makrokonidileri ince silindir orak şeklindedirler (Nirenberg 1981).	
<i>Phytophthora capsici</i> L. -Koloni 26°C’de 7-8 günde 8-9 cm çapa ulaşmaktadır. -Bölmesiz ve ince dallanmış misellere sahiptir. -Beyaz koloni oluşturmaktadır. -Hifleri septasız, boğumlu sporangioforlar üzerinde limon şeklinde sporangiumlar oluşmaktadır (Leonian 1922)	

<i>Pythium debaryanum</i> Auct. Non R. Hesse -Koloni 25°C’de 7 günde 8-9 cm çapa ulaşmaktadır. -Havai miselleri ipliksi hiflerden oluşmakta, bölmesiz ve dallanmış misellere sahiptirler. -Sporangiumları küresel yada ipliksidir (Sansome 1963).	
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn. -Koloni 25°C’de 7 günde 8-9 cm çapa ulaşmaktadır. -Örümcek ağı şeklinde miselyum oluşturur. -Hifleri septalı ve genellikle 90° açı yapacak şekilde dallanmıştır. -Dallanmanın olduğu bölge yakınlarında bir septum oluşur ve burada bir hif boğumlanmaktadır (Karaca 1974).	
<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc. -Koloni 25°C’de 7 günde 9 cm çapa ulaşmaktadır. -Havai miselyumları beyaz ve hızlı gelişmektedir. -Spor oluşturmazlar. -Miselyumların 1 hafta içerisinde sklerot oluşturup, renklerinin önce beyaz sonra kahverengiye dönüştüğü görülmüştür.	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary -Koloni 25°C’de 7-10 günde 9 cm çapa ulaşmaktadır. -Beyaz pamuğumsu miselyuma sahiptir. -Hifleri septalı, renksiz, dallanmış ve çok çekirdekli. -Miselyum kitlelerinin birleşmesiyle siyah, sert ve dayanıklı sklerot oluşmaktadır (Bolton et al. 2006).	

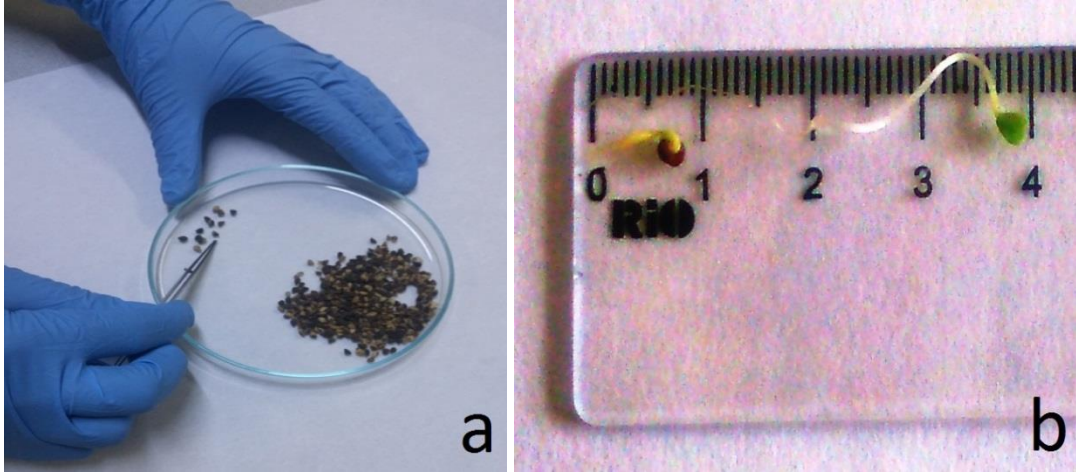
<i>Verticillium dahliae</i> Kleb. -Koloni 25°C’de 7 günde 9 cm çapa ulaşmaktadır. -Miselyumları yüzeysel gri-siyahımsı renktedir. -Konidileri renksizdir. -Konidioforları verticillat olarak dallanmış ve tek hücrelidirler (Smith 1965)	
---	---

Şekil 3.16. Çalışmada kullanılan fungusların morfolojik özellikleri

3.2. Yöntem

3.2.1. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında Herbisidal Etkinliklerinin Test Edilmesi

Farklı illerden ve farklı lokasyonlardan toplanan *Thymus* türleri arasından her tür için verimi en fazla olan bitkinin yağı belirlenerek denemeler kurulmuştur. Herbisidal etkiyi belirlemek için uçucu yağlar 1:2 oranında (uçucu yağ/etanol) çözücü ile çözülmüş ve 8 ml steril saf su ilave edilerek son konsantrasyon 5, 10 ve 20 µL/petri olacak şekilde stok çözeltiler hazırlanmıştır. Çapı 9 cm olan plastik petri kaplarının altına 2 kat steril kurutma kağıtları konulmuştur. Her bir petriye 50 adet steril edilmiş yabancı ot tohumu konularak stok olarak hazırlanmış çözeltiden 8 ml ilave edilerek etrafı parafilmle sarılmıştır. Etanol-steril saf su içeren negative kontrol grupları da hazırlanmıştır. Pozitif kontrol olarak Trifluralin (Ticari adı: Mega-Tref 48 EC) kullanılmıştır. Herbisidal etki çalışmaları 3 tekerrürlü ve 2 paralelli olarak kurulmuştur. Petri kapları 23±2°C’de 16 saat ışık, 8 saat karanlık olacak şekilde ayarlanan inkübatöre yerleştirilmiş ve 10-15 gün inkübatörde tutulan petriler içerisinde çimlenen tohumların kök ve sürgün uzunlukları cetvel yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.17) ve çimlenme yüzdeleri, çimlenme ve büyüme engelleme oranları aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.



Şekil 3.17. a) Yabancı ot tohumlarının sayılması, **b)** Çimlenen tohumların kök ve sürgün(mm) boylarının ölçülmesi

$$\% \text{ Çimlenme} = \frac{\text{Çimlenen Tohum Sayısı}}{\text{Toplam Tohum Sayısı}} \times 100$$

$$\% \text{ Çimlenme Engelleme Oranı} = \frac{K - U}{K} \times 100$$

K: Negatif Kontrolde Çimlenme (Adet)

U: Uçucu Yağ Eklenmiş Petride Çimlenme (Adet)

$$\% \text{ Büyüme Engelleme Oranı} = \frac{K - U}{K} \times 100$$

K: Negatif Kontrolde Kök veya Sürgün Uzunluğu (mm)

U: Uçucu Yağ Eklenmiş Petride Kök veya Sürgün Uzunluğu (mm)

3.2.2. *Thymus* Uçucu Yağlarının Sera Koşullarında Saksıda Yetiştirilen Yabancı Ot Türlerine Karşı Fitotoksik Etkinliklerinin Test Edilmesi

Sera şartlarında (27-29°C sıcaklık ve %60-70 nemde) 20 µL/saksı'lık konsantrasyon kullanılarak *Thymus* uçucu yağlarının yabancı otlara çıkış sonrası etkisi test edilmiştir. Bu yöntemde steril edilen bahçe toprağı eşit oranlarda torf ve perlit ile karıştırılarak 10 cm genişliğinde 10 cm derinliğindeki plastik saksılara 200 gr olacak şekilde eşit olarak konulmuştur. Dormansileri kırılan steril edilmiş yabancı ot tohumları sayılarak her bir saksıya 50 tohum olmak şartıyla homojen ve eşit sayıda yerleştirilmiştir. Tohumların üzeri 1-2 cm kalınlıkta toprak tabakasıyla kapatılmış 25±2° C sıcaklıkta tutularak 2 günde bir sulanmışlardır (Şekil 3.18). Çıkış sonrası uygulama yapılmadan önce bitkiler 40 bitki olacak şekilde standardize edilmişlerdir. Yabancı ot türleri 3-4 yapraklı olduğu dönemde 1:2 oranında etanol-saf su çözeltisinde seyreltilen uçucu yağların 20 µL/saksı'lık konsantrasyonları her saksıya eşit oranda ve bitkileri ıslatacak şekilde püskürtülmüştür. Negatif kontrol olarak etanol-saf su ve pozitif kontrol olarak ta ticari preparat Best Amin 500 SL (Aktif maddesi: 500 gr/L 2,4 Amin Tuzu) kullanılmıştır. Takip eden 24 ve 48 saatlik dönemlerde uygulama sonrası ölen bitkiler sayılarak kaydedilmiş ve verilerin istatistiksel analizleri (SPSS) programı ile tamamlanmıştır.



Şekil 3.18. Sera koşullarında saksılara yabancı ot tohumlarının ekimi

3.2.3. *Thymus* Uçucu Yağlarının Toprak Kökenli Patojenlere Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkinliklerinin Test Edilmesi

Thymus türleri uçucu yağlarının antifungal etkilerini araştırmak için hazırlanan PDA besiyeri 121°C’de 15-20 dakika otoklav edilmiştir. Steril kabinde uçucu yağların (5, 10 ve 20 µL/petri)’lik konsantrasyonları 1:2 oranında etanol de çözülerek elde edilen çözelti otoklav edilen besiyerleri 40-45°C’ye kadar soğuduğunda içine katılarak iyice çalkalanıp besiyerinde homojen bir karışım sağlanmıştır. Homojen karışımı sağlanan besiyeri her bir petriye (9 cm) 20 ml gelecek şekilde dökülmüş ve 7 günlük gelişimi sağlanmış fungus kültürlerinden mantar delici (Şekil 3.19) ile alınan miselli disk (5 mm çaplı) misel yüzü katılaştıran besiyeri üzerine gelecek şekilde çevrilerek petrinin tam merkezine yerleştirilmiştir. Petri çevresi parafilmle sarılarak 25±2°C’ye ayarlı inkübatöre inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3.20). Negatif kontrol olarak ethanol çözücüsü (1:2), pozitif kontrol olarak ise ticari preparat Captan 500 FL (Etkili maddesi 500 gr/L Captan) (10 µL/petri) karıştırılmış besiyerleri kullanılmıştır. Fungusların misel gelişim çapları (mm) günlük ölçülerek kontrole göre değerlendirme yapılmış ve uçucu yağların etkinliği % Abbott formülüne göre hesaplanmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü 2 paralelli olarak kurulmuştur.

Büyüme engelleme yüzdesi (% Abbott) aşağıdaki denklemi kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Büyüme Engelleme Oranı} = \frac{K - U}{U} \times 100$$

K: Kontrol Petrisinde Gelişen Hif Çapı (mm)

U: Uçucu Yağ Uygulaması Yapılmış Petride Fungusun Hif Çapı (mm)



Şekil 3.19. Fungus disklerinin mantar delici ile delinmesi



Şekil 3.20. Fungus disklerinin katılaştan PDA ortamına aktarılması (A), etrafı parafilmle sarılan petrilerin inkübasyon için inkübatöre konulması (B)

3.2.4. Verilerin İstatistiksel Analizi ve Değerlendirilmeleri

Thymus türlerinden elde edilen uçucu yağların kültür alanlarında problem oluşturan 7 yabancı ot tohumu üzerindeki herbisidal etkilerinin laboratuvar ve sera şartlarındaki fitotoksik sonuçlarını ve toprak kökenli 15 fitopatojen fungus türlerinin petri denemeleriyle antifungal etkilerini belirlemek amacıyla elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS (Statistical Package for Social Sciences 17.0) yazılım paketi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanarak elde edilen veriler ışığında yabancı ot fidelerindeki ölen bitki sayısı, kök sürgün uzunlukları (mm), tohum çimlenme oranları arasındaki farklılıklar, petride gelişen fungusların hif çapları (mm) ve uçucu yağların (%) engelleme oranları hesaplanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak $P \leq 0.05$ önem derecesine göre gruplandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. *Thymus* Türlerinden Elde Edilen Uçucu Yağların % Verimleri

Öğütölüp toz haline getirilen *Thymus* bitki örnekleri terazide tartılmış, bitki uçucu yağları elde edildikten sonra, bitki miktarı ile elde edilen yağ miktarı yüzde olarak oranlanarak uçucu yağların % verimleri hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Kullanılan *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların verimleri sırasıyla; *T. canoviridis* %0,70, *T. eriocalyx* %0,60, *T. fallax* %1,50, *T. kotschyanus* %0,65, *T. longicaulis* %6,85, *T. migricus* %0,15, *T. praecox* %0,20, *T. pubescens* %2,15, *T. transcaucasicus* %0,50 ve *T. sipyleus* %0,55 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. *Thymus* uçucu yağlarının % verimleri (gr/gr bitki örneği)

Bitki Türü	Uçucu Yağ % Verim
<i>Thymus canoviridis</i> Jalas	0,70
<i>Thymus eriocalyx</i> (Ronniger) Jalas	0,60
<i>Thymus fallax</i> Fisch. et C.A. Mey.	1,50
<i>Thymus kotschyanus</i> Boiss. et Hohen. var. <i>glabrencens</i> Boiss.	0,65
<i>Thymus longicaulis</i> C. Presl subsp. <i>longicaulis</i> C. Presl var. <i>subisophyllus</i> (Borbis) Jalas	6,85
<i>Thymus migricus</i> Klovov et Des-Shost	0,15
<i>Thymus praecox</i> Opiz subsp. <i>jankae</i> (Celak) Jalas var. <i>jankae</i> Opiz	0,20
<i>Thymus pubescens</i> Boiss. et Kotschy ex Celak var. <i>crateicola</i> Jalas	2,15
<i>Thymus transcaucasicus</i> Ronniger	0,50
<i>Thymus sipyleus</i> Boiss. subsp. <i>sipyleus</i> Boiss. var. <i>sipyleus</i> L.	0,55

4.2. *Thymus* Türlerinden Elde Edilen Uçucu Yağların Kimyasal Bileşimi

Çalışmada kullanılan 10 farklı *Thymus* türü uçucu yağının GC, GC-MS, RI kullanılarak tanımlanan ana bileşenleri ve bağıl yüzdeleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. GC, GC-MS, RI analizleri sonucunda elde edilen verilere göre, *T. canoviridis* bitkisi uçucu yağının %100’ünü oluşturan kısmında 15 bileşen tanımlanmıştır. Uçucu yağda önemli oranda %24,79 γ -terpinene, %23,06 *p*-cymene, %17 α -terpineol acetate, %11,34 1,8-cineole bileşiklerinin bulunduğu ve uçucu yağın %55,82 monoterpen hidrokarbonlar, %31,73 oksijenli monoterpenler ve %12,45 seskiterpen hidrokarbonlardan oluştuğu tespit

edilmiştir. *T. eriocalyx* bitkisi uçucu yağının %99,60'lık kısmında ise 18 bileşen belirlenmiş; %32,97 *p*-cymene, %25,34 1,8-cineole, %19,15 γ -terpinene ve %5,90 α -pinene bileşiklerinin bulunduğu ve uçucu yağın %62,82 monoterpen hidrokarbonlar, %31,34 oksijenli monoterpenler, %4,69 seskiterpen hidrokarbonlardan ve %0,75 oksijenli seskiterpenlerden oluştuğu görülmüştür. *T. fallax* bitkisi uçucu yağının %97,74'lük kısmında 18 bileşen tespit edilmiş %24,23 *p*-cymene, %22,64 1,8-cineole, %14,40 γ -terpinene, %12,70 β -caryophyllene ana maddeleri; %44,70 monoterpen hidrokarbonlar, %30,37 oksijenli monoterpenler, %20,94 seskiterpen hidrokarbonlardan %1,73 oksijenli seskiterpenlerden meydana geldiği görülmüştür. Uçucu yağının %98,67'lik kısmında 15 bileşeni tanımlanan *T. kotschyanus*'un ana bileşenlerini ise %59,42 thymol, %12,20 γ -terpinene, %11,03 *p*-cymene, %6,49 β -caryophyllene ve %25,95 monoterpen hidrokarbonlar, %64,61 oksijenli monoterpenler, %8,11 seskiterpen hidrokarbonlardan ve iz miktarda oksijenli seskiterpenlerden oluştuğu belirlenmiştir. *T. longicaulis* uçucu yağının %97,48'de 18 bileşen belirlenmiş ve bunların 4 tanesi iz miktarda izlenmiştir. %24,43 1,8-cineole, %17,93 *p*-cymene, %14,16 β -caryophyllene, %10,54 β -bisabolene ana maddelerinin bulunduğu uçucu yağın %24,66 monoterpen hidrokarbonlar, %40,49 oksijenli monoterpenler, %29,81 seskiterpen hidrokarbonlardan ve %2,52 oksijenli seskiterpenlerden oluştuğu tespit edilmiştir.

Dört bileşeni iz miktarda olan 18 bileşeni tanımlanan *T. migricus* uçucu yağının %99,25'inde %20,50 thymol, %14,12 *p*-cymene, %13,23 γ -terpinene, %12,90 α -terpineol acetate, %10,71 β -bisabolene, %9,93 1,8-cineole ana bileşenleri bulunmuş ve %28,34 monoterpen hidrokarbonlar, %52,83 oksijenli monoterpenler, %17,17 seskiterpen hidrokarbonlardan %0,91 oksijenli seskiterpenlerden oluştuğu kaydedilmiştir. *T. praecox* uçucu yağının %100'lük kısmında 16 maddenin bulunduğu tespit edilmiş %42,09 1,8-cineole, %23,59 *p*-cymene, %12,16 γ -terpinene, %3,36 β -caryophyllene ve %39,89 monoterpen hidrokarbonlar, %48,65 oksijenli monoterpenler, %10,38 seskiterpen hidrokarbonlardan %1,08 oksijenli seskiterpenlerden oluştuğu görülmüştür. *T. pubescens* bitkisi uçucu yağının %96,66'lık kısmını oluşturan 10 bileşenden 1'i iz miktarda görülmüş yağda %31,35 1,8-cineole, %23,74 α -terpineol acetate, %11,21 β -caryophyllene, %8,73 caryophyllene oxide ana bileşenlerinin olduğu

ve %11,93 monoterpen hidrokarbonlar, %67,68 oksijenli monoterpenler, %17,05 seskiterpen hidrokarbonlardan %8,73 oksijenli seskiterpenlerden meydana geldiği tespit edilmiştir. Ana bileşenleri olan %23,81 *p*-cymene, %16,35 β -caryophyllene, %12,01 γ -terpinene, %9,13 β -bisabolene, %4,75 carvacrol methyl ether %99,40'luk kısmında 15 bileşiği tanımlanmış *T. sipyleus* bitki uçucu yağının %41,01 monoterpen hidrokarbonlar, %24,37 oksijenli monoterpenler, %31,04 seskiterpen hidrokarbonlardan ve %2,96 oksijenli seskiterpenlerden oluştuğu kaydedilmiştir. %77,17'lik kısmında 18 saf madde belirlenen *T. transcaucasicus* bitki uçucu yağı içerisindeki maddelerin 5 tanesi iz miktarda bulunmuş, %21,09 β -caryophyllene, %20,48 germacrene D, %18,18 caryophyllene oxide, %8,94 1,8-cineole ana bileşeni olan %2,63 monoterpen hidrokarbonlar, %11,66 oksijenli monoterpenler, %44,69 seskiterpen hidrokarbonlardan ve %18,18 oksijenli seskiterpenlerden oluştuğu belirlenmiştir.

Genel olarak *Thymus* bitki türleri uçucu yağlarında *T. canoviridis*'de %24,79 γ -terpinene, *T. eriocalyx*'de %32,97 *p*-cymene, *T. fallax*'da %24,23 *p*-cymene, *T. kotschyanus*' da %59,42 thymol, *T. longicaulis*'de %24,43 1,8-cineole, *T. migricus*'da %20,50 thymol, *T. praecox*'da %42,09 1,8-cineole, *T. pubescens*'de %31,35 1,8-cineole, *T. sipyleus*'da %23,81 *p*-cymene ve *T. transcaucasicus*'da ise %21,09 β -caryophyllene maddelerinin yüksek oranda bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. *Thymus* türleri uçucu yağlarının ana bileşenleri ve bağlı yüzdeleri

Pik No	Bileşenler	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	Tanımlama Metodları
1	α -thujene	0,66	0,71	0,76	tr	-	GC, GC-MS, RI
2	α -pinene	1,00	5,90	1,69	tr	tr	GC, GC-MS, RI
3	α -fenchene	0,49	0,67	0,59	-	tr	GC, GC-MS, RI
4	Myrcene	1,05	1,93	0,80	-	tr	GC, GC-MS, RI
5	α -terpinene	4,77	1,49	2,23	0,39	1,28	GC, GC-MS, RI
6	<i>p</i> -cymene	23,06	32,97	24,23	11,03	17,93	GC, GC-MS, RI
7	1,8-cineole	11,34	25,34	22,64	2,33	24,43	GC, GC-MS, RI
8	γ -terpinene	24,79	19,15	14,40	12,20	5,45	GC, GC-MS, RI
9	Camphor	-	1,07	1,36	1,15	2,28	GC, GC-MS, RI
10	Thymol	-	-	-	59,42	-	GC, GC-MS, RI
11	Thymol methyl ether	0,84	0,99	tr	tr	tr	GC, GC-MS, RI
12	Carvacrol methyl ether	1,97	0,80	1,55	1,71	5,63	GC, GC-MS, RI
13	Borneol acetate	0,58	0,52	1,55	tr	1,81	GC, GC-MS, RI
14	α -terpineol acetate	17,00	2,62	3,27	tr	6,34	GC, GC-MS, RI
15	β -bourbonene	-	-	1,03	-	1,22	GC, GC-MS, RI
16	β -caryophyllene	5,69	1,86	12,70	6,49	14,16	GC, GC-MS, RI
17	β -bisabolene	6,13	1,62	4,91	1,62	10,54	GC, GC-MS, RI
18	Methyl- α ionone	-	0,72	0,93	-	1,89	GC, GC-MS, RI
19	γ -cadinene	0,63	0,49	1,37	-	2,00	GC, GC-MS, RI
20	Caryophyllene oxide	-	0,75	1,73	tr	2,52	GC, GC-MS, RI
Sınıflandırılmış Bileşenler (%)							
Monoterpen hidrokarbonlar (%)		55,82	62,82	44,70	25,95	24,66	
Oksijenli monoterpenler (%)		31,73	31,34	30,37	64,61	40,49	
Seskitерpen hidrokarbonlar (%)		12,45	4,69	20,94	8,11	29,81	
Oksijenli seskitерpenler (%)		-	0,75	1,73	tr	2,52	
Toplam (%)		100	99,60	97,74	98,67	97,48	

(T₁: *T. canoviridis*, T₂: *T. eriocalyx*, T₃: *T. fallax*, T₄: *T. kotschyanus*, T₅: *T. longicaulis*)

Çizelge 4.2. (Devamı)

Pik No	Bileşenler	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	Tanımlama Metodları
1	α -thujene	-	-	-	2,36	-	GC, GC-MS, RI
2	α -pinene	tr	2,12	-	2,83	0,48	GC, GC-MS, RI
3	α -fenchene	tr	-	-	-	tr	GC, GC-MS, RI
4	Myrcene	tr	1,07	-	-	tr	GC, GC-MS, RI
5	α -terpinene	0,99	0,95	-	-	tr	GC, GC-MS, RI
6	<i>p</i> -cymene	14,12	23,59	5,36	23,81	0,64	GC, GC-MS, RI
7	1,8-cineole	9,93	42,09	31,35	8,47	8,94	GC, GC-MS, RI
8	γ -terpinene	13,23	12,16	6,57	12,01	1,51	GC, GC-MS, RI
9	Camphor	5,18	1,61	1,11	4,68	0,32	GC, GC-MS, RI
10	Thymol	20,50	-	-	-	-	GC, GC-MS, RI
11	Thymol methyl ether	0,51	1,96	tr	2,30	tr	GC, GC-MS, RI
12	Carvacrol methyl ether	2,99	0,77	1,48	4,75	tr	GC, GC-MS, RI
13	Borneol acetate	0,82	1,03	tr	2,12	0,48	GC, GC-MS, RI
14	α -terpineol acetate	12,90	1,19	23,74	2,05	1,92	GC, GC-MS, RI
15	β -bourbonene	-	1,05	-	-	1,20	GC, GC-MS, RI
16	β -caryophyllene	5,70	3,36	11,21	16,35	21,09	GC, GC-MS, RI
17	β -bisabolene	10,71	2,44	4,69	9,13	1,13	GC, GC-MS, RI
18	Methyl- α ionone	tr	-	1,15	2,73	-	GC, GC-MS, RI
19	γ -cadinene	0,76	1,10	-	2,83	0,79	GC, GC-MS, RI
20	Caryophyllene oxide	0,91	1,08	8,73	2,96	18,18	GC, GC-MS, RI
21	Germacrene D	-	-	-	-	20,48	
Sınıflandırılmış Bileşenler (%)							
Monoterpen hidrokarbonlar (%)		28,34	39,89	11,93	41,01	2,63	
Oksijenli monoterpenler (%)		52,83	48,65	67,68	24,37	11,66	
Seskiterpen hidrokarbonlar (%)		17,17	10,38	17,05	31,04	44,69	
Oksijenli seskiterpenler (%)		0,91	1,08	8,73	2,96	18,18	
Toplam (%)		99,25	100	96,66	99,40	77,17	

(T₆: *T. migricus*, T₇: *T. praecox*, T₈: *T. pubescens*, T₉: *T. sipyleus* ve T₁₀: *T. transcaucasicus*)

SGE-BPX5 kapillar kolon üzerindeki *n*-alkanes'e göre değişen retention index (kalış indeksi). GC: standartları olan koenjeksiyon; MS: Wiley 7N ve TRLIB kütüphaneleri ve yayınlanmış verilerle peaklerin (tepe noktaların) kütleli spektrumlarının bilgisayarla eşleştirilmesine dayalı olarak tanımlanmıştır. RI: basılı veriler (Adams, 2007) ve retention index'in karşılaştırılmasına dayalı olan tanımlama; tr; izler (% 0.1'den az).

4.3. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında Yabancı Ot Tohumlarına Karşı Herbisidal Etkileri

4.3.1. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında *Amaranthus retroflexus* L. (Horoz İbiği) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri

10 farklı *Thymus* türünden elde edilen uçucu yağların 5, 10 ve 20 µL/petri olarak uygulanan konsantrasyonlarının *Amaranthus retroflexus* yabancı ot tohumlarının üzerindeki herbisidal etkilerinin belirlenmesi için yürütülen petri denemelerinden elde edilen sonuçlar negatif ve pozitif kontrol grupları ile kıyaslanarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine ($P \leq 0.05$) göre değerlendirilmiştir. *Thymus* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarının uygulama yapılan *A. retroflexus* yabancı ot tohumlarının çimlenmelerini, kök ve sürgün büyümelerini tamamen durdurduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3) (Çizelge 4.3).

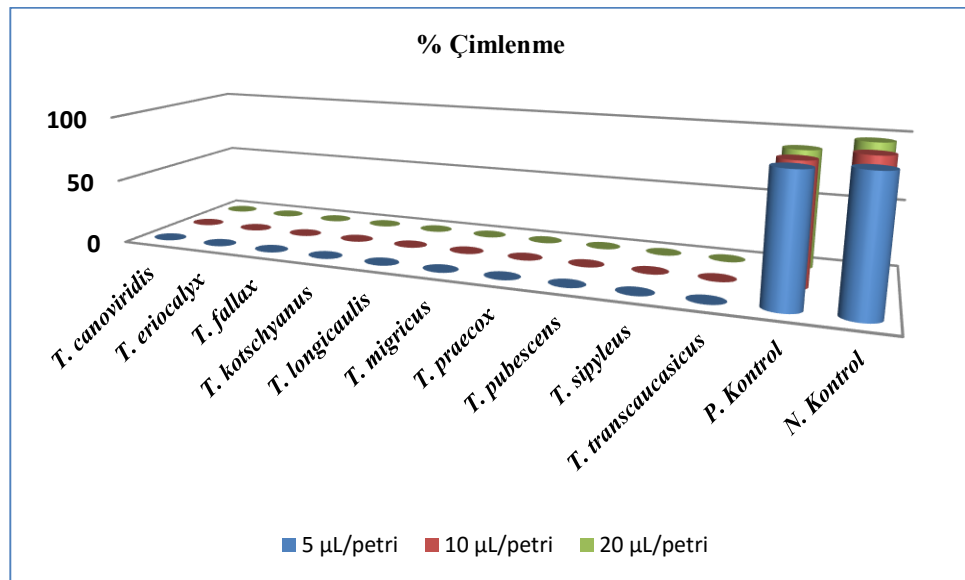
Çizelge 4.3. *Thymus* uçucu yağlarının *A. retroflexus* tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri

Uçucu Yağlar	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme Oranı (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök büyümesi Engelleme Oranı (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün büyümesi Engelleme Oranı (%)
<i>T. canoviridis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. eriocalyx</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. fallax</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. kotschyanus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. longicaulis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. migricus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100

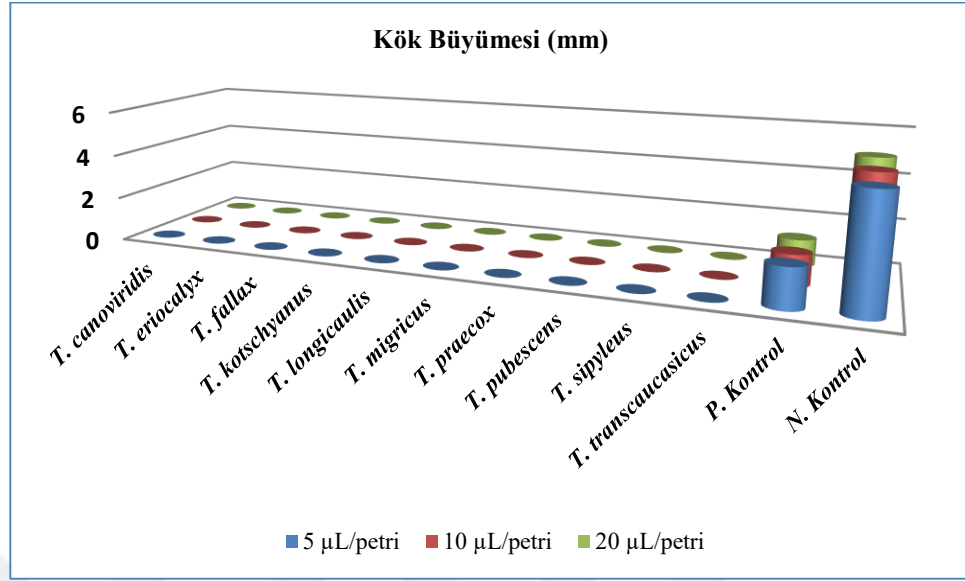
Çizelge 4.3. (devam)

<i>T. praecox</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. pubescens</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. sipyleus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. transcaucasicus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
Pozitif Kontrol	5	94,0±0,00 c	2,69	1,76±0,54 c	64,6	3,60±0,85 a	80,0
	10	90,0±0,00 b	6,83	1,38±0,43 b	72,2	2,74±0,76 a	84,8
	20	88,0±0,00 b	8,90	1,18±0,38 b	76,3	1,66±0,63 a	90,7
Negatif Kontrol	-	96,6±1,44 d	-	4,98±2,65 d	-	18,04±6,82 b	-

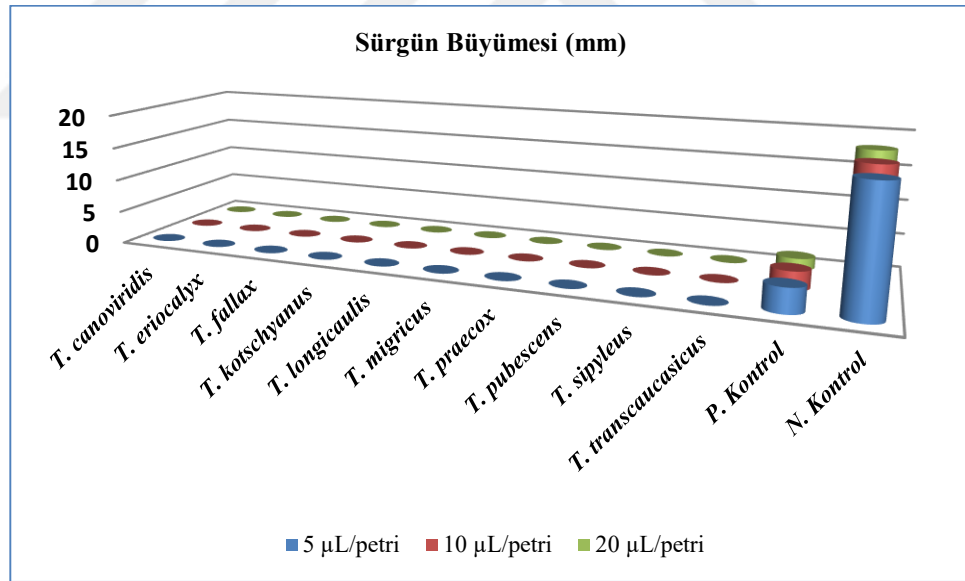
*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan anlamlıdır (P≤0.05). K: Konsantrasyon



Şekil 4.1. *A. retroflexus* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri

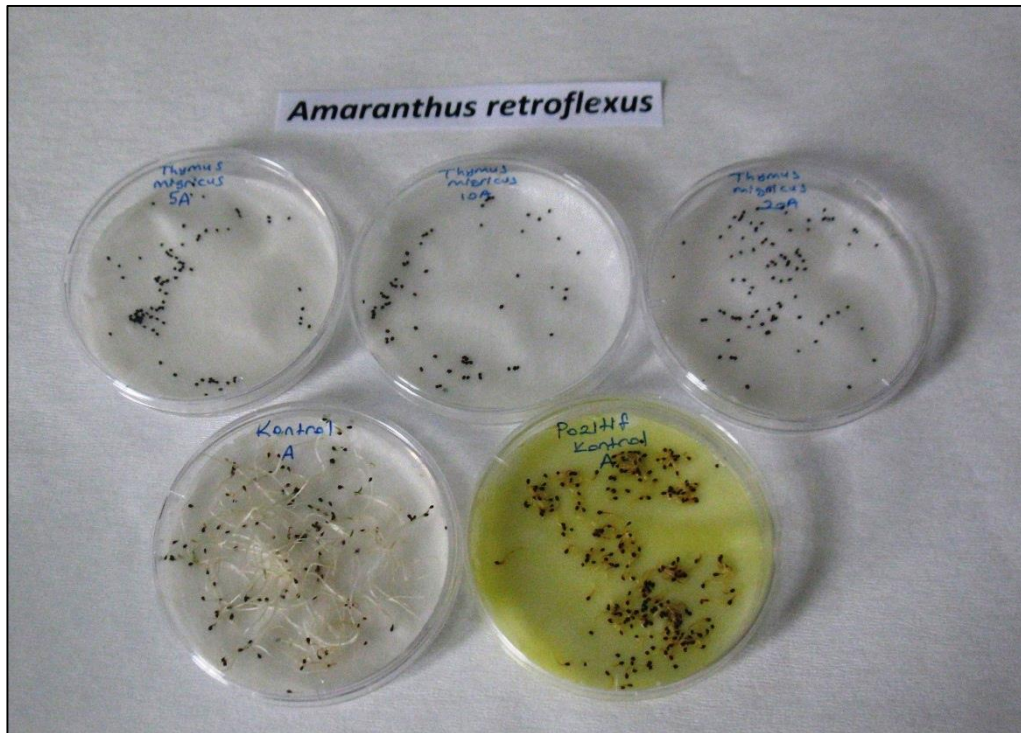


Şekil 4.2. *A. retroflexus* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.3. *A. retroflexus* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri

Pozitif kontrol olarak seçilen Trifluralin'in 5, 10 ve 20 μL /petri'lik konsantrasyon uygulamalarında etki oranı konsantrasyon artışına paralel olarak artmış ve en düşük etki 5 μL /petri'lik konsantrasyon uygulamasında çimlenme oranı %94, engelleme oranı %2,69; kök büyümesi 1,76 mm, engelleme oranı %64,6 ve sürgün büyümesi ise 3,60 mm engelleme oranı %80,0; en yüksek etki ise 20 μL /petri'lik konsantrasyon uygulamasında çimlenme oranı %88, engelleme oranı %8,90; kök büyümesi 1,18 mm, engelleme oranı %76,3 ve sürgün büyümesi ise 1,66 mm engelleme oranı %90,7 olarak tespit edilmiştir. Negatif kontrolde çimlenme oranı %96,6 kök büyümesi 4,98 mm ve sürgün büyümesi 18,04 mm olarak belirlenmiştir. Pozitif kontrol grubundaki tohumların çimlenme oranlarının yüksek (%88-94) olduğu fakat tohumların kök ve sürgün boylarının yeterince uzamadığı kısa ve küt kaldıkları görülmüştür. *Thymus* uçucu yağlarının çimlenme, kök ve sürgün değerleri pozitif ve negatif kontroldeki oranlarla karşılaştırıldığında uçucu yağların daha yüksek herbisidal etkiye sahip oldukları, uçucu yağların türleri ve konsantrasyonları arasında istatistiki farklılıklar olmadığı, aynı grupta değerlendirildikleri belirlenmiştir.



Şekil 4.4. *A. retroflexus* tohumuna uygulanan *T. migricus* uçucu yağının 5, 10, 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

4.3.2. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında *Convolvulus arvensis* L. (Tarla Sarmaşığı) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri

Thymus uçucu yağlarının *C. arvensis* tohumları üzerindeki herbisidal etkileri test edilerek etki oranının konsantrasyon artışına paralel olarak arttığı ve en düşük etkinin sırasıyla *T. pubescens*, *T. praecox* ve *T. canoviridis* uçucu yağlarının 5 µL/petri'lik konsantrasyon uygulamasında olduğu görülmüştür. Tohumlardaki çimlenme engelleme oranının %71,53-80,20; kök büyümesi engelleme oranının %89,69-97,48; sürgün büyümesi engelleme oranının ise %85,37-97,70 arasında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek herbisidal etki ise *T. canoviridis*, *T. praecox* ve *T. pubescens* yağlarının 10 ve 20 µl/petri'lik *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* 'un ise tüm konsantrasyonlarında belirlenmiş olup, uçucu yağların *C. arvensis* tohumlarının çimlenmesini %100 engellediği, kök ve sürgün büyümesini tamamen durdurduğu görülmüştür (Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7) (Çizelge 4.4).

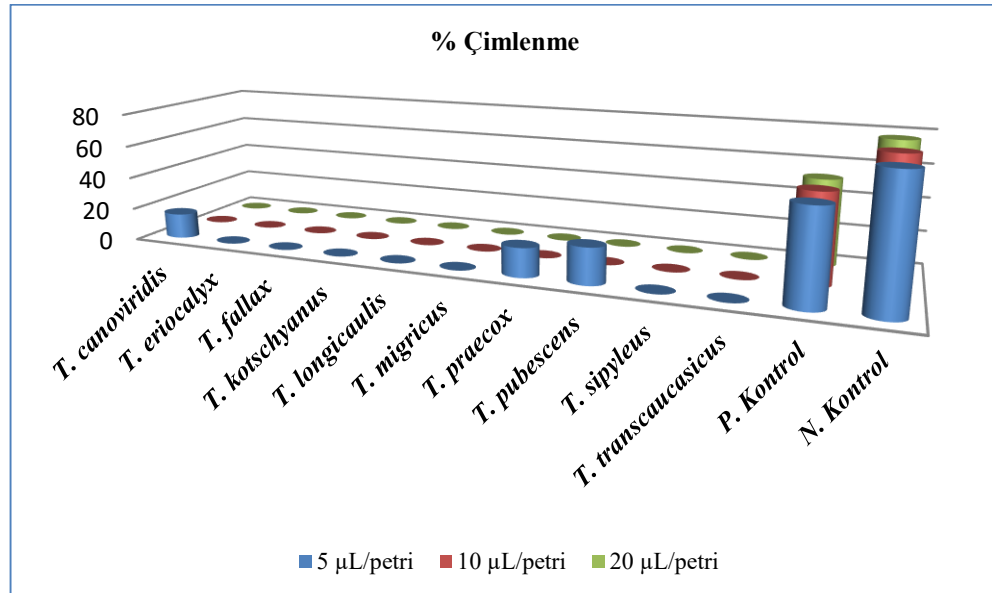
Çizelge 4.4. *Thymus* uçucu yağlarının *C. arvensis* tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri

Uçucu Yağlar	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme Oranı (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök büyümesi Engelleme Oranı (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün büyümesi Engelleme Oranı (%)
<i>T. canoviridis</i>	5	15,3±0,54 b	80,20	2,20±3,26 a	89,69	6,25±8,74 b	85,37
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. eriocalyx</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. fallax</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. kotschyanus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. longicaulis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. migricus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100

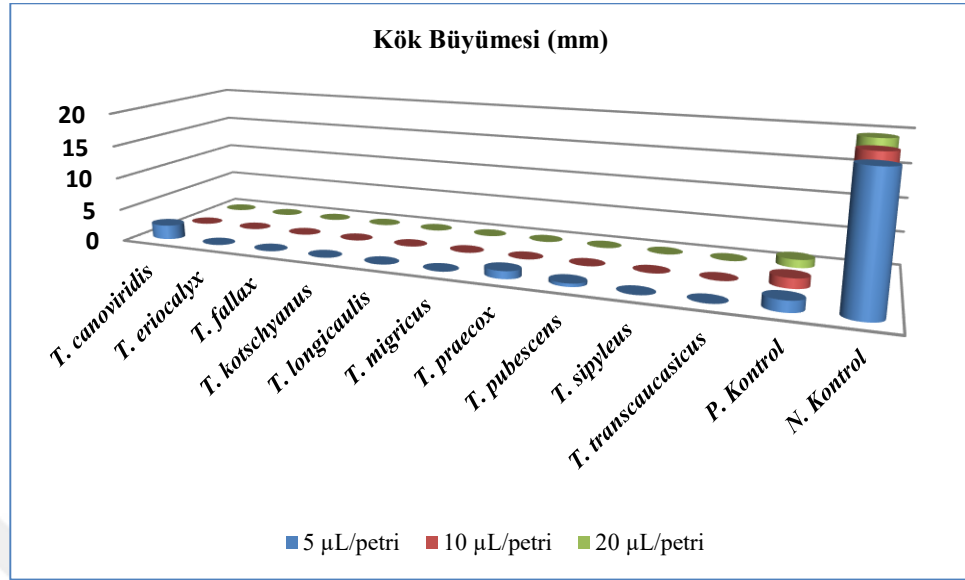
Çizelge 4.4. (devam)

<i>T. praecox</i>	5	17,6±1,19 c	77,23	1,16±1,88 a	94,03	3,76±5,97 ab	91,20
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. pubescens</i>	5	22,0±0,94 d	71,53	0,49±0,70 a	97,48	0,98±1,35 a	97,70
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. sipyleus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. transcaucasicus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
Pozitif Kontrol	5	56,0±0,00 g	27,55	1,64±0,94 a	91,57	5,76±2,82 b	86,52
	10	54,0±0,00 f	30,14	1,50±0,99 a	92,29	4,38±2,42 ab	89,74
	20	52,0±0,00 e	32,72	1,22±0,82 a	93,73	3,82±2,22 ab	91,06
Negatif Kontrol	-	77,3±2,88 h	-	19,46±9,44 b	-	42,73±16,9 c	-

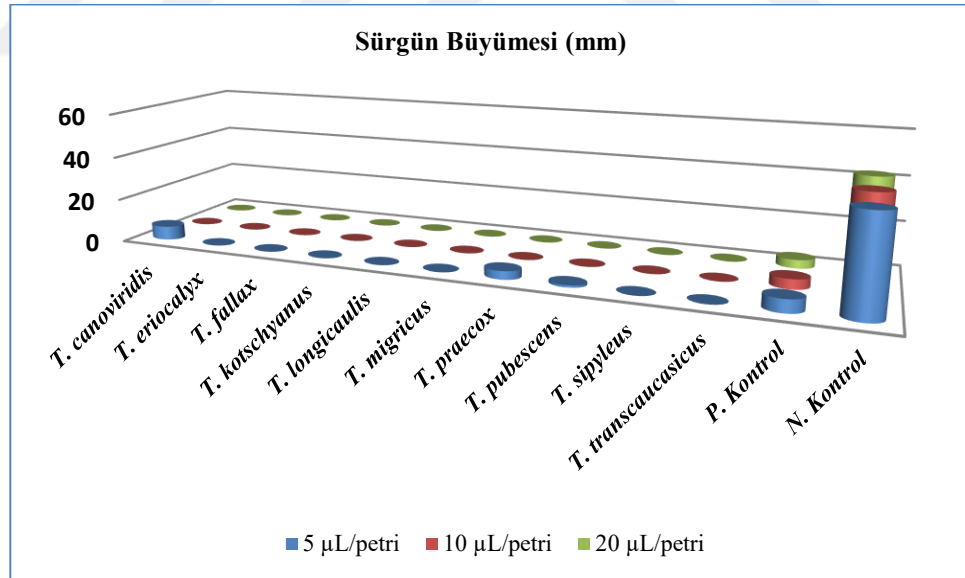
*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$). K: Konsantrasyon



Şekil 4.5. *C. arvensis* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri

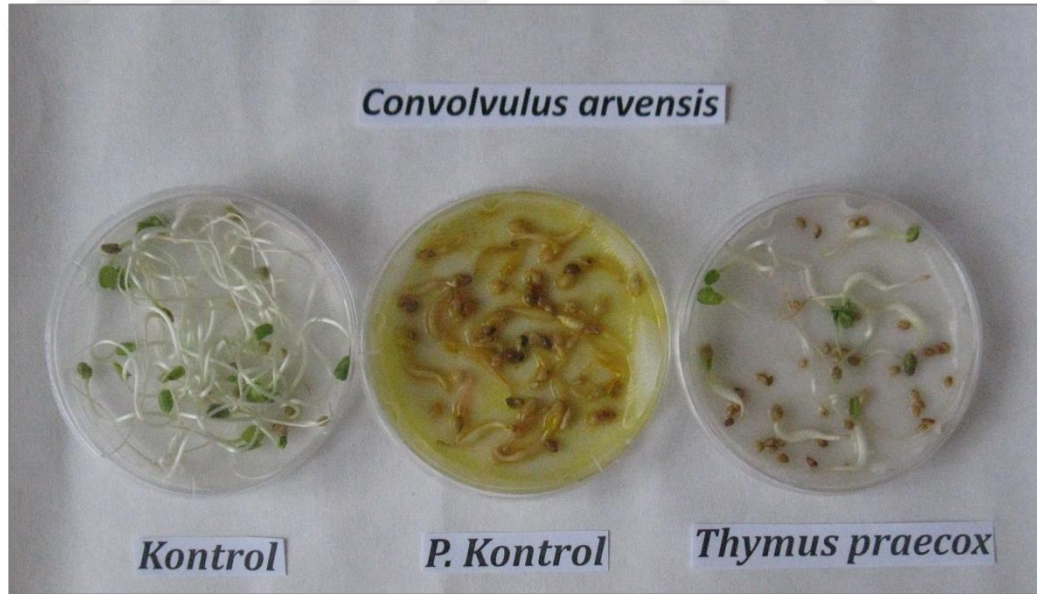


Şekil 4.6. *C. arvensis* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.7. *C. arvensis* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri

Pozitif kontrolün uygulanan tüm konsantrasyonlarında en yüksek etki 20 µL/petri'lik konsantrasyonda görülmüş ve tüm konsantrasyonlarda çimlenme oranı %52-56, engelleme oranı %27,55-32,72; kök büyümesi 1,22-1,64 mm, engelleme oranı %91,57-93,73 ve sürgün büyümesi ise 3,82-5,76 mm, engelleme oranı %86,52-91,36 aralıklarında tespit edilmiştir. Pozitif kontrol grubundaki tohumların çimlenme %52-56 oranlarında olduğu fakat çimlenen tohumların kök ve sürgün boylarının yeterince uzamadığı kısa, küt ve şişkin kaldıkları görülmüştür. Trifluralin'in çimlenmeyi hızlandırdığı ancak büyüme gelişmeyi durdurduğunu göstermiştir. Negatif kontrolde ise çimlenme oranı %77,3, kök büyümesi 19,46 mm ve sürgün büyümesi 42,73 mm olarak belirlenmiştir. Özellikle *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağlarının pozitif kontrol (Trifluralin) kimyasalından daha yüksek herbisidal etkiye sahip oldukları ve negatif kontroldeki değerlerle karşılaştırıldığında istatistiki olarak birbirinden farklı oldukları ifade edilmiştir.



Şekil 4.8. *C. arvensis* tohumuna *T. praecox* uçucu yağının 5 µL/petri'lik konsantrasyonunun herbisidal etkisi ve kontrol grupları ile karşılaştırılması

4.3.3. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında *Chenopodium album* L. (Sirken, Ak pazı) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri

Thymus uçucu yağlarının uygulama yapılan farklı konsantrasyonlarının *Chenopodium album* yabancı ot tohumlarının çimlenmesini %100 engellediği, kök ve sürgün büyümesini tamamen durdurdukları tespit edilmiştir. Aynı zamanda diğer tohumlardan farklı olarak Trifluralin’inde çimlenmeyi teşvik etmediği kök ve sürgün gelişimini uçucu yağlarla aynı oranda engellediği görülmüştür (Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. *Thymus* uçucu yağlarının *C. album* tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri

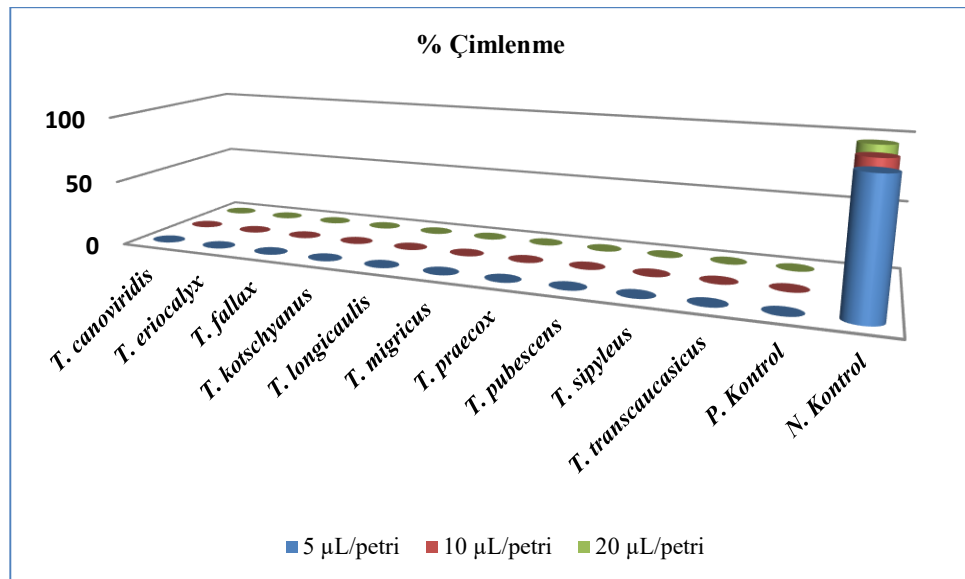
Uçucu Yağlar	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme Oranı (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök büyümesi Engelleme Oranı (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün büyümesi Engelleme Oranı (%)
<i>T. canoviridis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. eriocalyx</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. fallax</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. kotschyanus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. longicaulis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. migricus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. praecox</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. pubescens</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100

Çizelge 4.5. (devam)

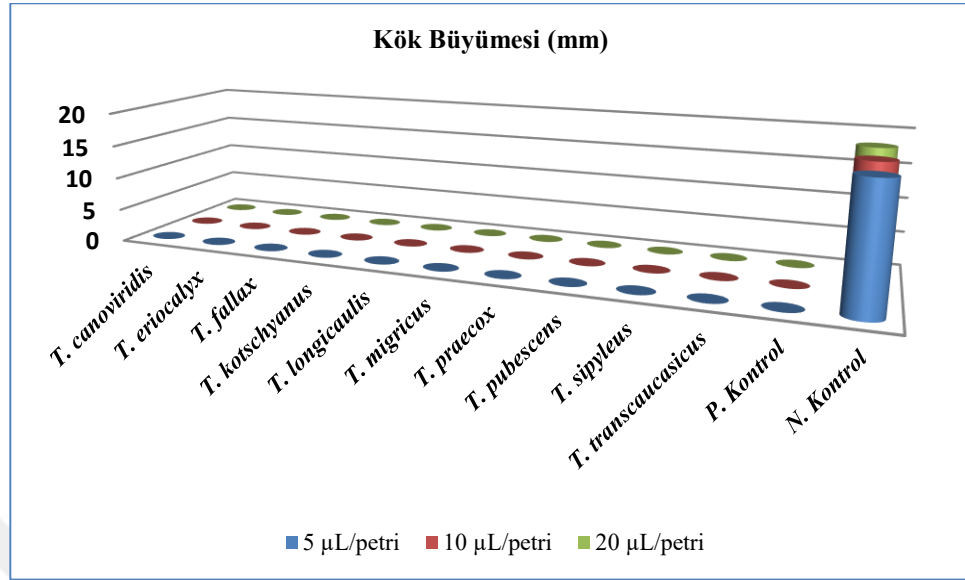
<i>T. sipyleus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. transcaucasicus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
Pozitif Kontrol	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
Negatif Kontrol	-	95,3±0,54 b	-	18,1±4,63 b	-	20,7±4,01 b	-

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$). K: Konsantrasyon

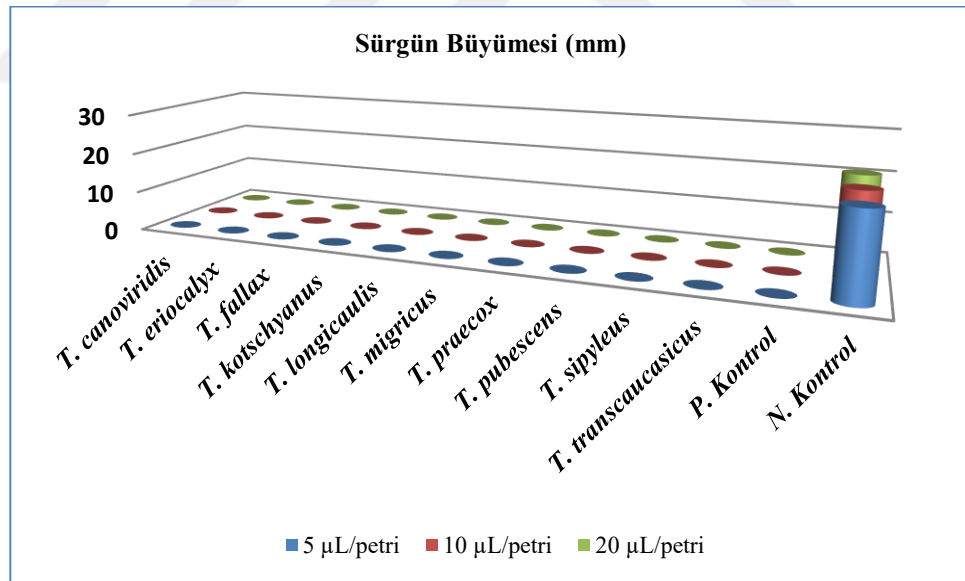
Negatif kontrol uygulamasında çimlenme oranı %95,3; kök büyümesi 18,1 mm ve sürgün büyümesi 20,7 mm olarak tespit edilmiştir. *C. album* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının pozitif kontrol grubu ile aynı ve önemli derecede herbisidal etkilere sahip oldukları görülmüş kontrol grupları ile kıyaslandıklarında ise istatistiki olarak önemli ve farklı gruplarda yer aldıkları belirlenmiştir.



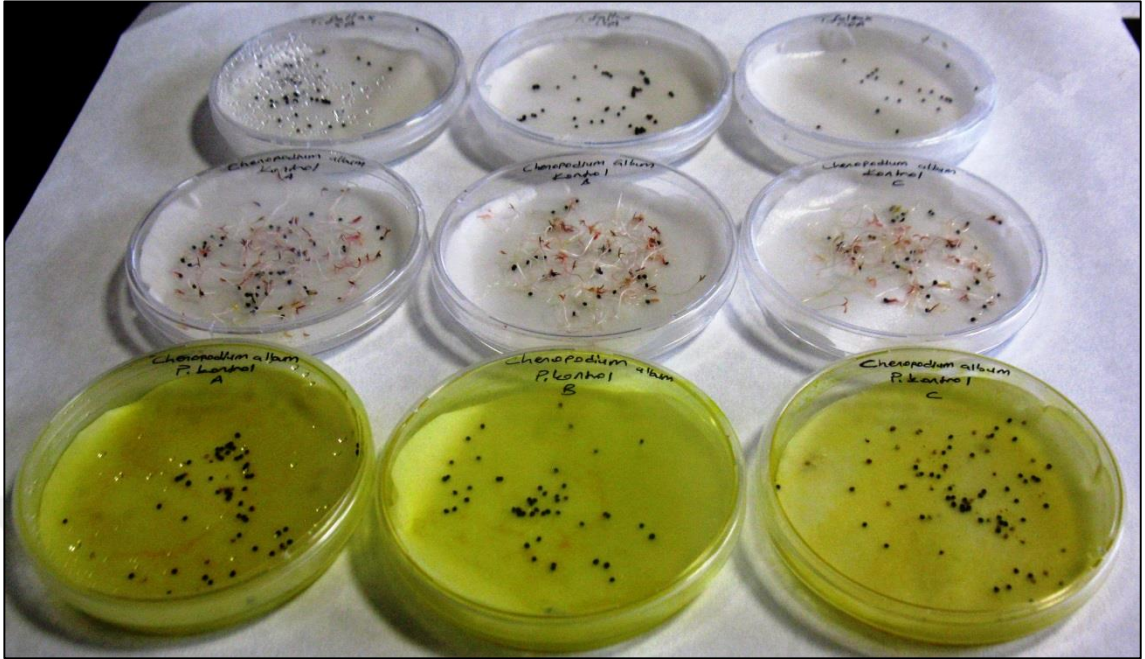
Şekil 4.9. *C. album* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.10. *C. album* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.11. *C. album* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.12. *C. album* tohumuna *T. fallax* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması

4.3.4. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında *Cichorium intybus* L. (Yabani Hindiba) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri

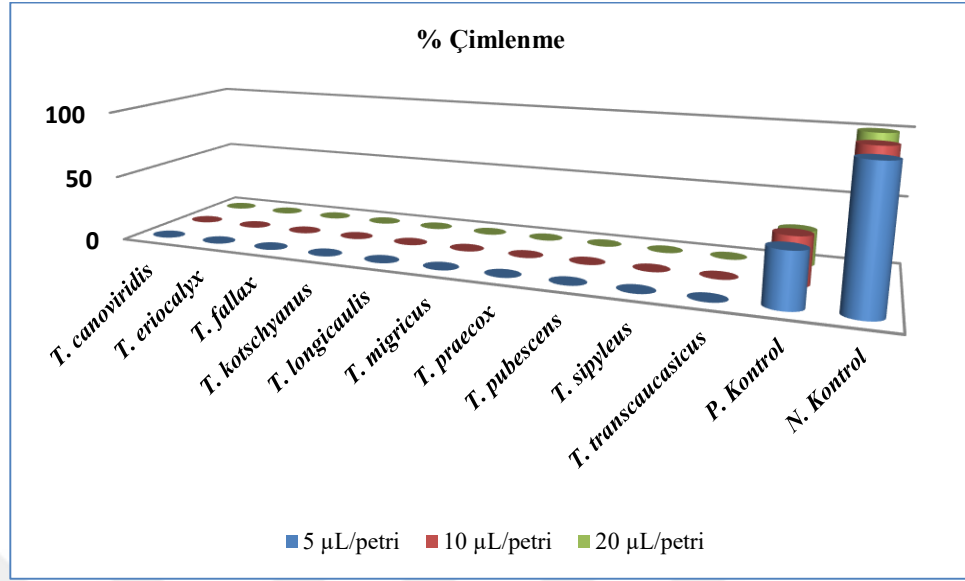
Thymus uçucu yağlarının uygulama yapılan farklı konsantrasyonlarının *Cichorium intybus* yabancı ot tohumlarının çimlenmesini %100 engelledikleri, kök ve sürgün büyümesini tamamen durdurdıkları tespit edilmiştir (Çizelge 4.6) (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15).

Çizelge 4.6. *Thymus* uçucu yağlarının *C. intybus* tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri

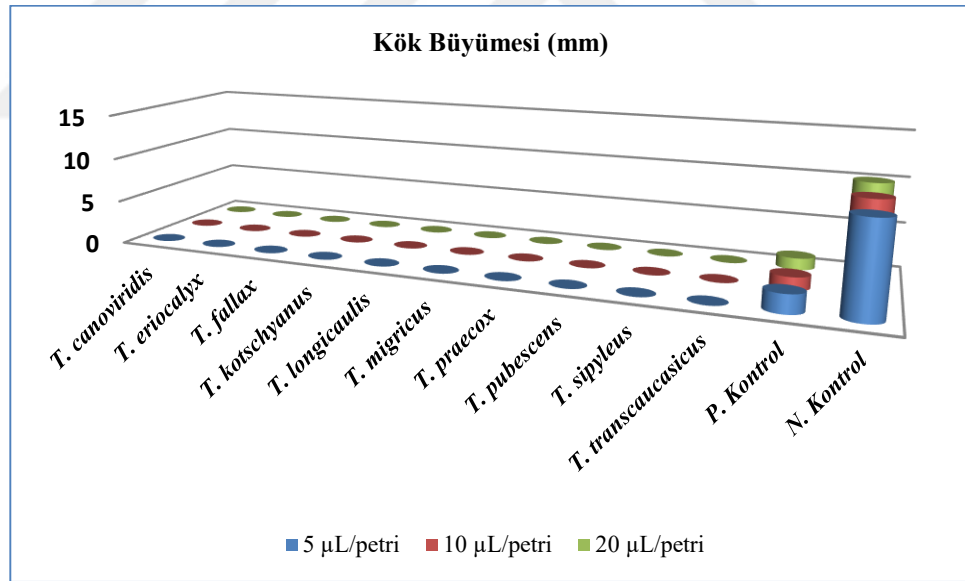
Uçucu Yağlar	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme Oranı (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök büyümesi Engelleme Oranı (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün büyümesi Engelleme Oranı (%)
<i>T. canoviridis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. eriocalyx</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. fallax</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. kotschyanus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. longicaulis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. migricus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. praecox</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. pubescens</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. sipyleus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. transcaucasicus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
Pozitif Kontrol	5	40,0±0,00 d	60	2,06±1,52 c	79,70	1,66±1,11 c	75,27
	10	36,0±0,00 c	64	1,44±1,14 bc	85,81	1,56±1,16 c	76,76
	20	26,0±0,00 b	74	1,28±1,27 b	87,38	1,06±1,12 b	91,57
Negatif Kontrol	-	100±0,0 e	-	10,15±4,33 d	-	6,71±2,03 d	-

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$).

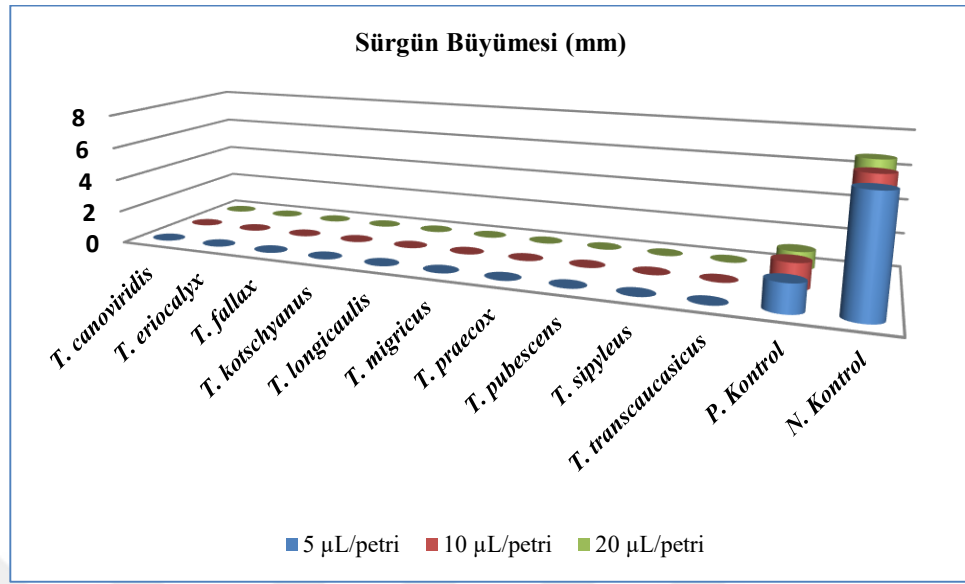
K: Konsantrasyon



Şekil 4.13. *C. intybus* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.14. *C. intybus* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.15. *C. intybus* tohumlarına *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri

Pozitif kontrolün 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarında etki oranı konsantrasyon artışına paralel olarak gelişmiş ve en yüksek etki 20 µL/petri'lik konsantrasyonda görülmüştür. Pozitif kontrolün tüm konsantrasyonlarında en düşük ve en yüksek değerlerde çimlenme oranı %26-40, engelleme oranı %60-74, kök büyümesi 1,28-2,06 mm, engelleme oranı %79,70-87,38 sürgün büyümesi ise 1,06-1,66 mm, engelleme oranı %75,27-91,57 olarak tespit edilmiştir. Negatif kontrolde ise çimlenme oranı %100; kök büyümesi 10,15 mm ve sürgün büyümesi 6,713 mm olarak belirlenmiştir. Pozitif kontrol grubundaki tohumların uçucu yağlara kıyasla çimlenme oranlarının %26-40 aralıklarında olup daha iyi çimlendikleri fakat çimlenen tohumların kök ve sürgün boylarının yeterince uzamadığı kısa ve küt kaldıkları görülmüştür. Bu sonuçlara göre *Thymus* uçucu yağlarının pozitif kontrolden daha yüksek herbisidal etkiye sahip oldukları ve kontrol grupları ile karşılaştırıldıklarında ise istatistiki olarak birbirinden farklı gruplarda değerlendirilip anlamlı bir fark gösterdikleri tespit edilmiştir.



Şekil 4.16. *C. intybus* tohumuna *T. kotschyanus* uçucu yağının 5, 10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması

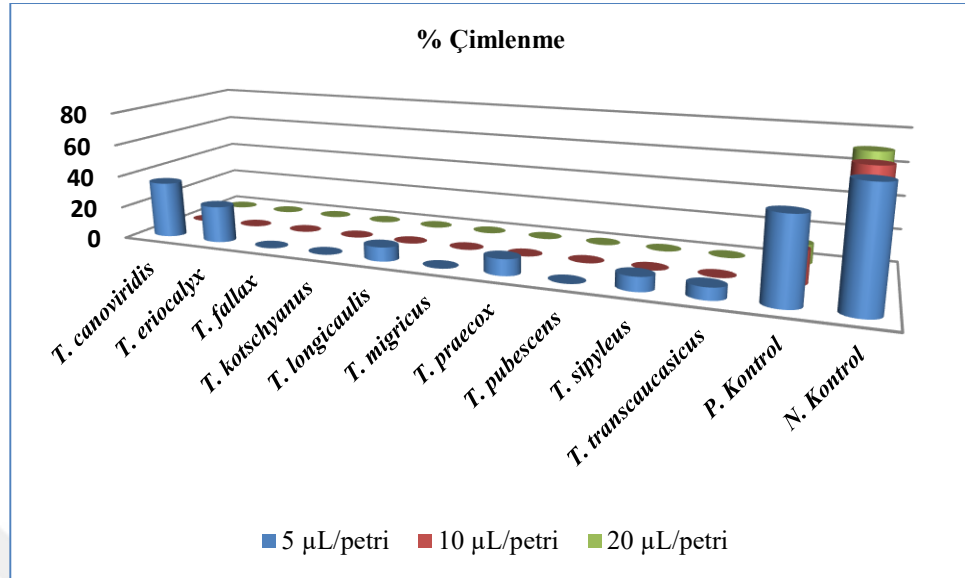
4.3.5. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında *Melilotus officinalis* L. (Sarı Taş Yoncası) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri

Thymus türlerinden elde edilen uçucu yağların *Melilotus officinalis* tohumları üzerindeki herbisidal etkileri konsantrasyon artışına paralel olarak artmış, *T. canoviridis* ve *T. eriocalyx* uçucu yağlarının 5 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesini teşvik ettikleri görülmüştür. En düşük herbisidal etki *T. canoviridis* ve *T. eriocalyx* uçucu yağlarının 5 μ L/petri'lik konsantrasyonlarında görülmüş, sırasıyla çimlenme engelleme oranı %50,57 ile %67,71; kök büyümesi engelleme oranı %154,9 ile %49,17; sürgün büyümesi engelleme oranı %31,97 ile %51,82 olduğu belirlenmiştir. Bu yağları takiben *T. longicaulis*, *T. praecox*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus*'un en küçük konsantrasyonlarında dahi çimlenme engelleme oranının %85,71-89,52; kök büyümesi engelleme oranının %92,97-98,34; sürgün büyümesi engelleme oranının %95,32-99,41 aralıklarında olduğu görülmüştür. En yüksek herbisidal etki ise *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. longicaulis*, *T. praecox*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* yağlarının 10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarında *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. migricus* ve *T. pubescens* yağlarının ise tüm konsantrasyonlarının *M. officinalis* tohumlarının çimlenmesini %100 engellediği, kök ve sürgün büyümesini tamamen durdurduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7) (Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19).

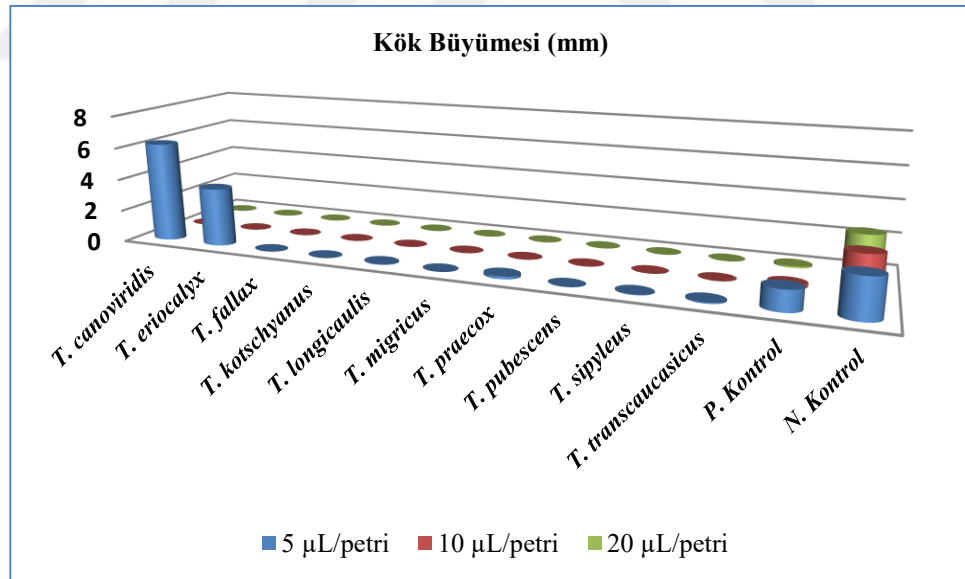
Çizelge 4.7. *Thymus* uçucu yağlarının *M. officinalis* tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri

Uçucu Yağlar	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme Oranı (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök büyümesi Engelleme Oranı (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün büyümesi Engelleme Oranı (%)
<i>T. canoviridis</i>	5	34,6±1,19 g	50,57	6,17±5,89 d	-154,9	9,32±7,99 d	31,97
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. eriocalyx</i>	5	22,6±1,09 f	67,71	3,61±4,90 c	-49,17	6,60±7,88 c	51,82
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. fallax</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. kotschyanus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. longicaulis</i>	5	8,66±1,09 c	87,62	0,04±0,11 a	98,34	0,08±0,16 a	99,41
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. migricus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. praecox</i>	5	10,0±2,50 d	85,71	0,17±0,52 a	92,97	0,64±2,00 a	95,32
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. pubescens</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. sipyleus</i>	5	8,65±0,54 c	87,64	0,04±0,11 a	98,34	0,09±0,31 a	99,34
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. transcaucasicus</i>	5	7,33±1,44 b	89,52	0,07±0,16 a	97,10	0,08±0,17 a	99,41
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
Pozitif Kontrol	5	50,6±5,94 h	27,71	1,26±1,11 ab	47,93	3,90±2,94 b	71,53
	10	20,0±0,00 e	71,42	0,22±0,33 a	90,90	1,14±1,67 a	91,67
	20	12,0±0,00 d	82,85	0,10±0,26 a	95,86	0,58±1,38 a	95,76
Negatif Kontrol	-	70,0±4,33 ı	-	2,42±1,47 b	-	13,70±8,61 e	-

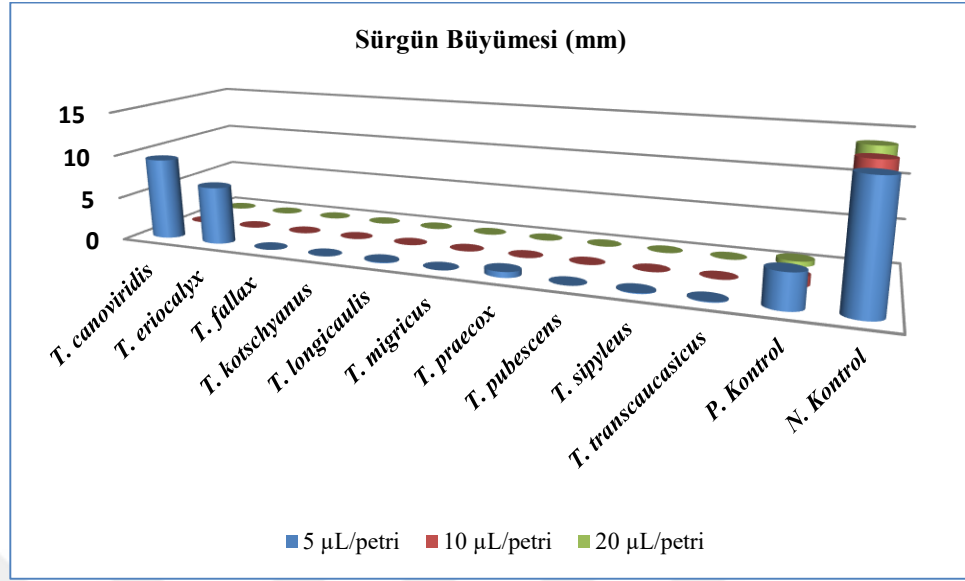
*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$). K: Konsantrasyon



Şekil 4.17. *M. officinalis* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri

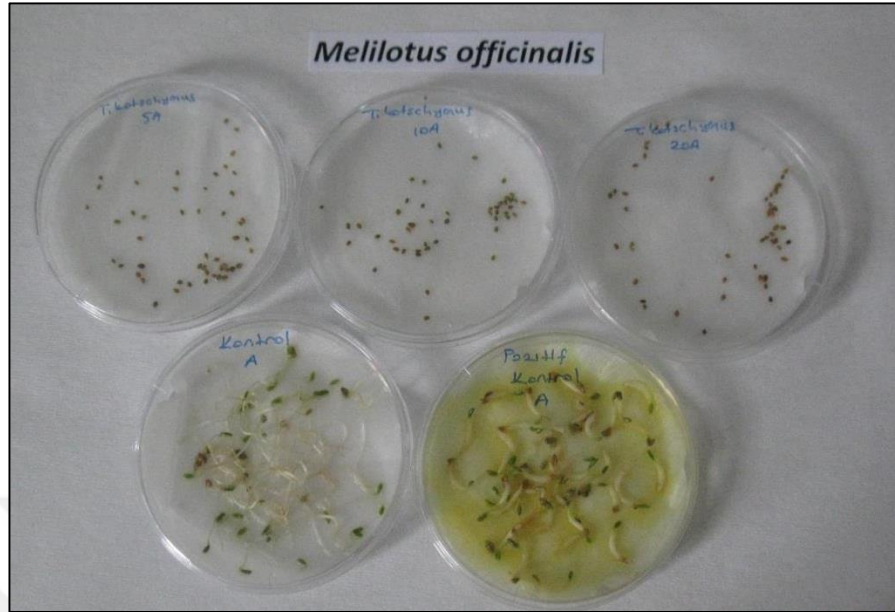


Şekil 4.18. *M. officinalis* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.19. *M. officinalis* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri

Trifluralin'nin farklı konsantrasyonlarında en yüksek etki 20 µL/petri'lik konsantrasyonda görülmüş ve tüm konsantrasyonlarda çimlenme engelleme oranı %27,71-82,85; kök büyümesi engelleme oranı %47,93-95,86; sürgün büyümesi engelleme oranının ise %71,53-95,76 aralıklarında olduğu tespit edilmiştir. Negatif kontrolde çimlenme oranı %70; kök büyümesi 2,42 mm ve sürgün büyümesi 13,70 mm olarak belirlenmiştir. Pozitif kontrol grubundaki tohumların %12,0-50,6 aralıklarında çimlenme gösterdikleri fakat çimlenen tohumların kök ve sürgün boylarının yeterince uzamadığı kısa ve küt kaldıkları görülmüştür. Test edilen *Thymus* uçucu yağlarının pozitif kontrol (Trifluralin) kimyasalından daha yüksek herbisidal etkiye sahip oldukları ve kontrol grupları ile karşılaştırıldıklarında istatistiki olarak birbirinden farklı ve anlamlı oldukları ifade edilmiştir.



Şekil 4.20. *M. officinalis* tohumuna *T. kotschyanus* uçucu yağının 5, 10, 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması

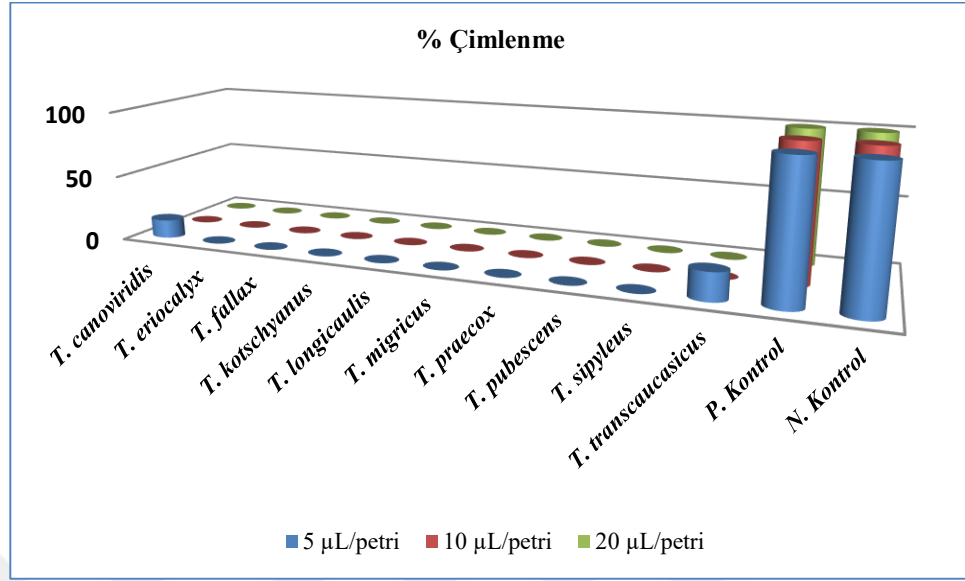
4.3.6. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında *Rumex crispus* L. (Evelik) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri

Thymus türlerinden elde edilen uçucu yağların *Rumex crispus* tohumları üzerindeki herbisidal etkileri test edilmiş ve etki oranı konsantrasyon artışına paralel olarak artmıştır. En düşük etki *T. transcaucasicus* ve *T. canoviridis* uçucu yağlarının 5 µL/petri'lik konsantrasyon uygulamasında görülmüş, sırasıyla çimlenme oranı %14,0-20,6, engelleme oranı %78,82-85,61; kök büyümesi 0,28-0,67 mm, engelleme oranı %96,56-98,56; sürgün büyümesi 1,02-1,62 mm, engelleme oranı %92,09-95,02 olarak belirlenmiştir. En yüksek etki ise *T. canoviridis* ve *T. transcaucasicus* yağlarının 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonları, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. praecox*, *T. pubescens* ve *T. sipyleus* yağlarının tüm konsantrasyonlarının *R. crispus* tohumlarının çimlenmesini %100 engellediği, kök ve sürgün büyümesini tamamen durdurduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8) (Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23).

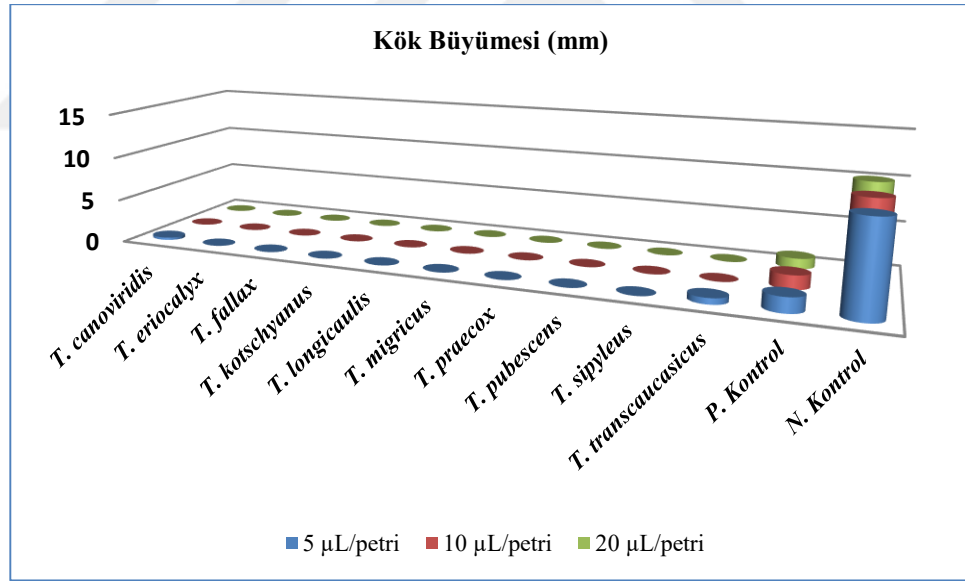
Çizelge 4.8. *Thymus* uçucu yağlarının *R. crispus* tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri

Uçucu Yağlar	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme Oranı (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök büyümesi Engelleme Oranı (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün büyümesi Engelleme Oranı (%)
<i>T. canoviridis</i>	5	14,0±2,83 b	85,61	0,28±0,53 ab	98,56	1,02±2,33 ab	95,02
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. eriocalyx</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. fallax</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. kotschyanus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. longicaulis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. migricus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. praecox</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. pubescens</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. sipyleus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. transcaucasicus</i>	5	20,6±1,09 c	78,82	0,67±1,13 abc	96,56	1,62±2,49 c	92,09
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
Pozitif Kontrol	5	100±0,00 d	0,0	1,66±0,48 c	83,64	1,66±1,11 c	75,27
	10	100±0,00 d	0,0	1,54±0,63 bc	84,82	1,56±1,16 c	76,76
	20	100±0,00 d	0,0	1,14±1,23 abc	88,76	1,06±1,12 b	84,20
Negatif Kontrol	-	100±0,0 d	-	10,15±4,33 d	-	6,71±2,03 d	-

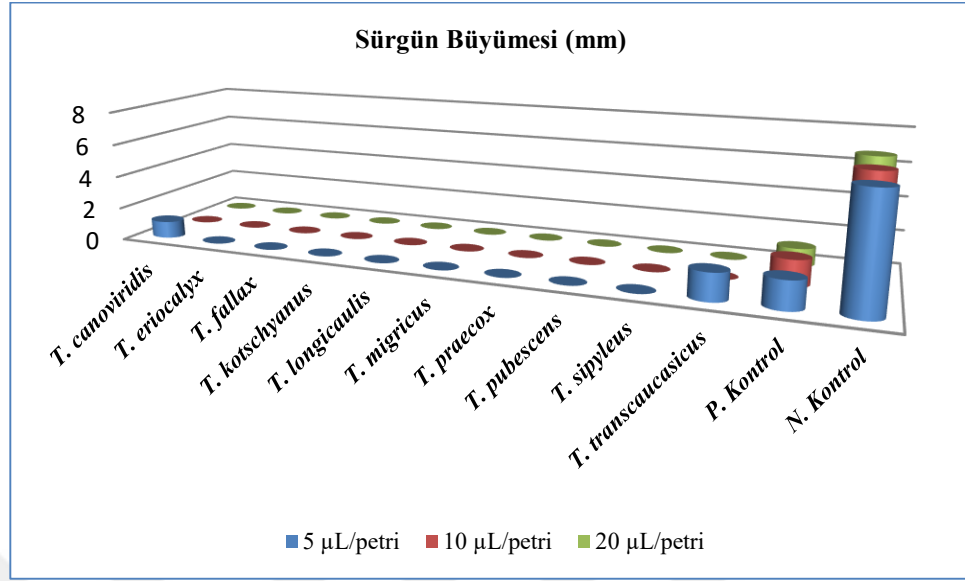
*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$). K: Konsantrasyon



Şekil 4.21. *R. crispus* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri

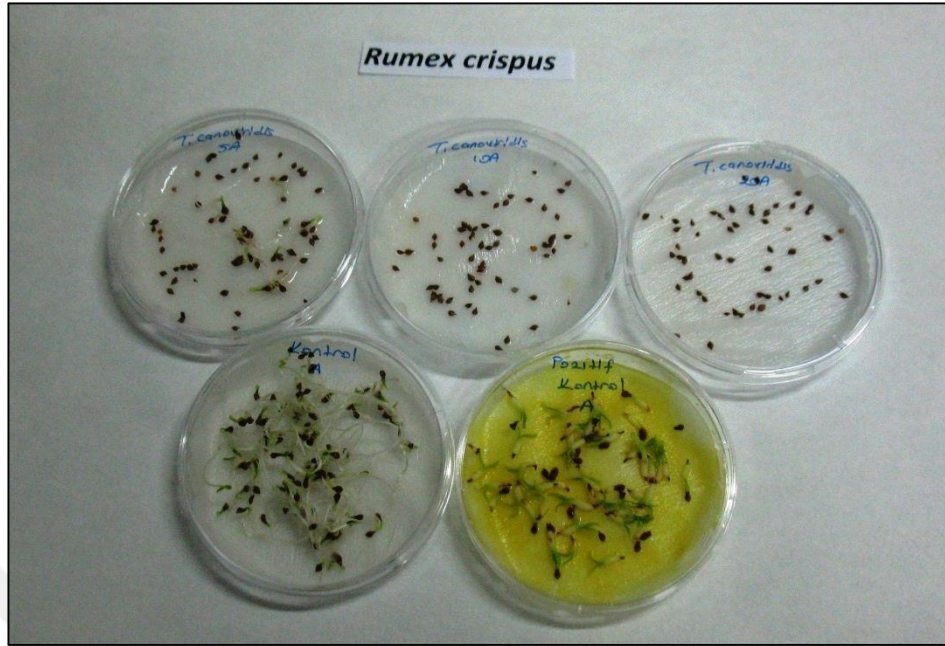


Şekil 4.22. *R. crispus* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.23. *R. crispus* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri

Trifluralin'in çimlenme yüzdelerinde konsantrasyonlar arası farklılık görülmemiş tüm konsantrasyonlarda çimlenme oranı %100 olarak belirlenmiştir. Pozitif kontrolde kök büyümesi 1,14-1,66 mm, engelleme oranı %83,64-%88,76; sürgün büyümesi ise 2,92-3,42 mm, engelleme oranı %75,27-84,20 olarak tespit edilmiştir. Negatif kontrolde çimlenme oranı %100; kök büyümesi 10,15 mm ve sürgün büyümesi 6,71 mm olarak belirlenmiştir. Pozitif ve negatif kontrol grubundaki tohumların tümünün çimlendiği fakat pozitif kontrolde çimlenen tohumların kök ve sürgün boylarının yeterince uzamadığı kısa ve küt kaldıkları görülmüştür. Test edilen *Thymus* uçucu yağlarının çimlenme, kök ve sürgün değerleri pozitif ve negatif kontroldeki değerlerle karşılaştırıldığında, uçucu yağların istatistiki olarak birbirinden farklı ve daha yüksek herbisidal etkiye sahip oldukları saptanmıştır.



Şekil 4.24. *R. crispus* tohumlarına *T. canoviridis* uçucu yağının 5, 10, 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması

4.3.7. *Thymus* Uçucu Yağlarının Laboratuvar Koşullarında *Thlaspi arvense* L. (Tarla Akça Çiçeği) Yabancı Ot Tohumuna Karşı Herbisidal Etkileri

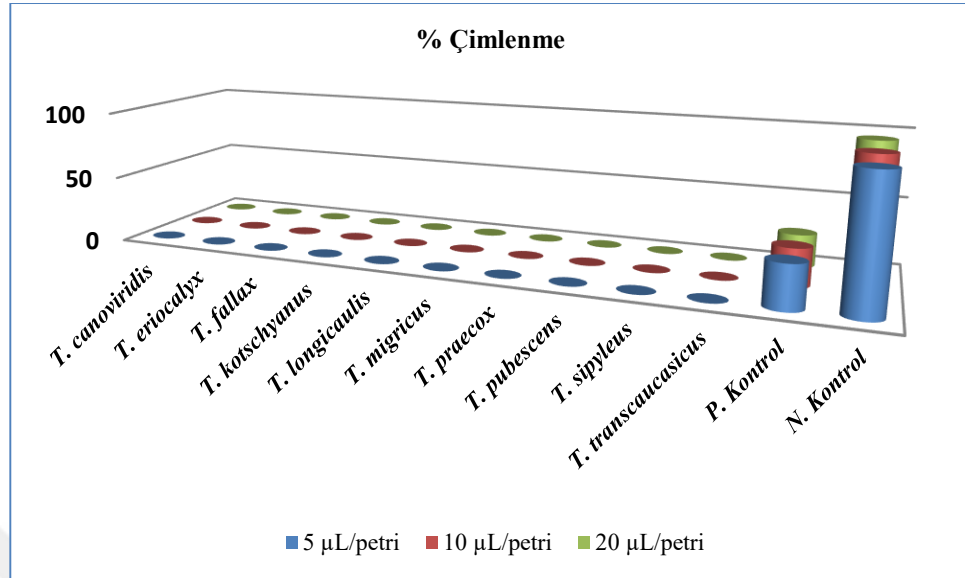
Thymus uçucu yağının uygulama yapılan farklı konsantrasyonlarının *Thlaspi arvense* yabancı ot tohumlarının çimlenmesini %100 engellediği, kök ve sürgün büyümesini tamamen durdurduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.9) (Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27).

Çizelge 4.9. *Thymus* uçucu yağlarının *T. arvensis* tohumu üzerine çimlenme, kök ve sürgün büyümelerine herbisidal etkileri

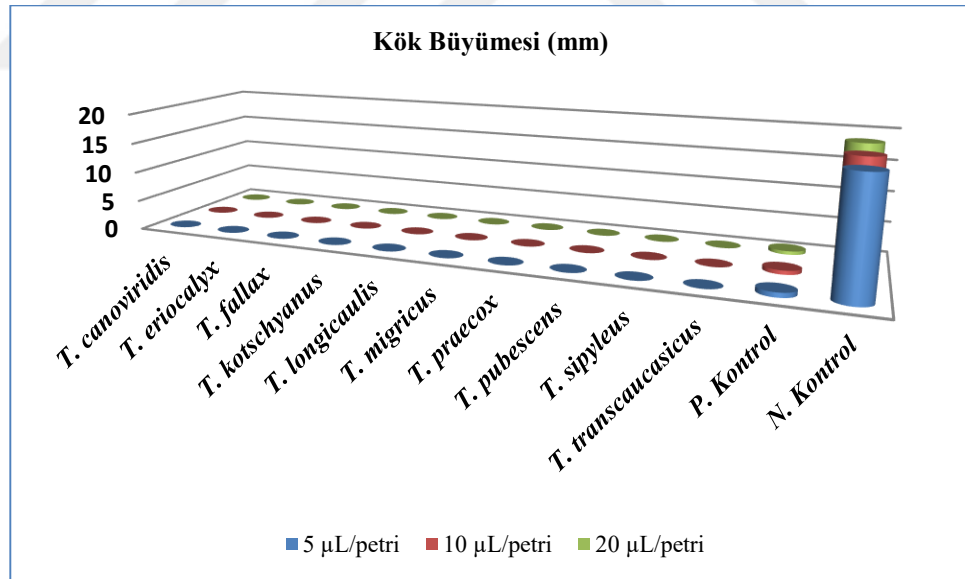
Uçucu Yağlar	K	Çimlenme (%)	Çimlenme Engelleme Oranı (%)	Kök Büyümesi (mm)	Kök büyümesi Engelleme Oranı (%)	Sürgün Büyümesi (mm)	Sürgün büyümesi Engelleme Oranı (%)
<i>T. canoviridis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. eriocalyx</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. fallax</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. kotschyanus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. longicaulis</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. migricus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. praecox</i>	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. pubescens</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. sipyleus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
<i>T. transcaucasicus</i>	5	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	10	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
	20	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100	0,00±0,00 a	100
Pozitif Kontrol	5	32,0±0,00 d	66,42	0,76±0,76 a	95,91	1,20±1,21 b	95,08
	10	28,0±0,00 c	70,61	0,64±0,62 a	96,55	0,80±0,87 b	96,72
	20	24,0±0,00 b	74,81	0,56±0,64 a	96,77	0,76±0,88 b	96,88
Negatif Kontrol	-	95,3±1,44 e	-	18,6±4,80 b	-	24,4±3,46 c	-

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0,05$).

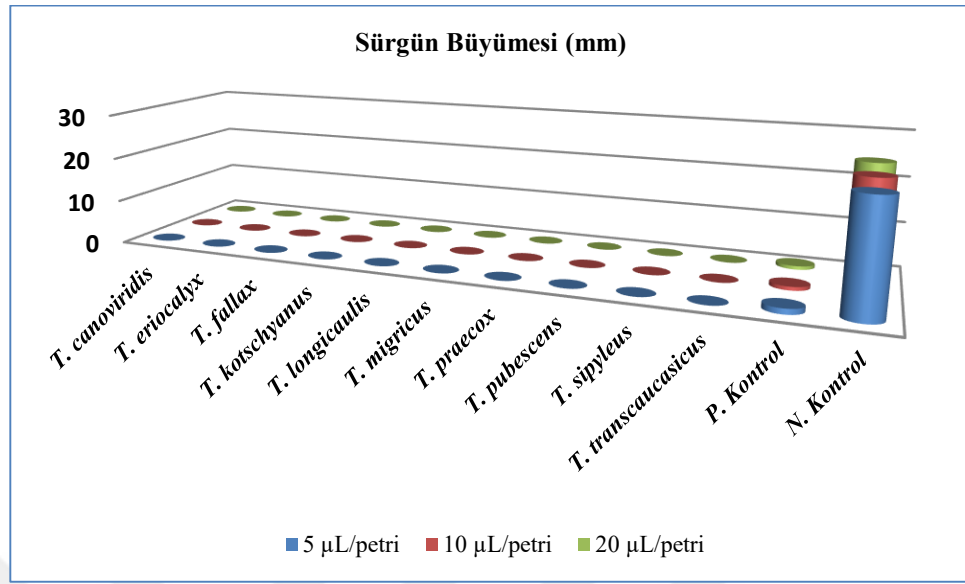
K: Konsantrasyon



Şekil 4.25. *T. arvense* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının % çimlenme üzerine herbisidal etkileri

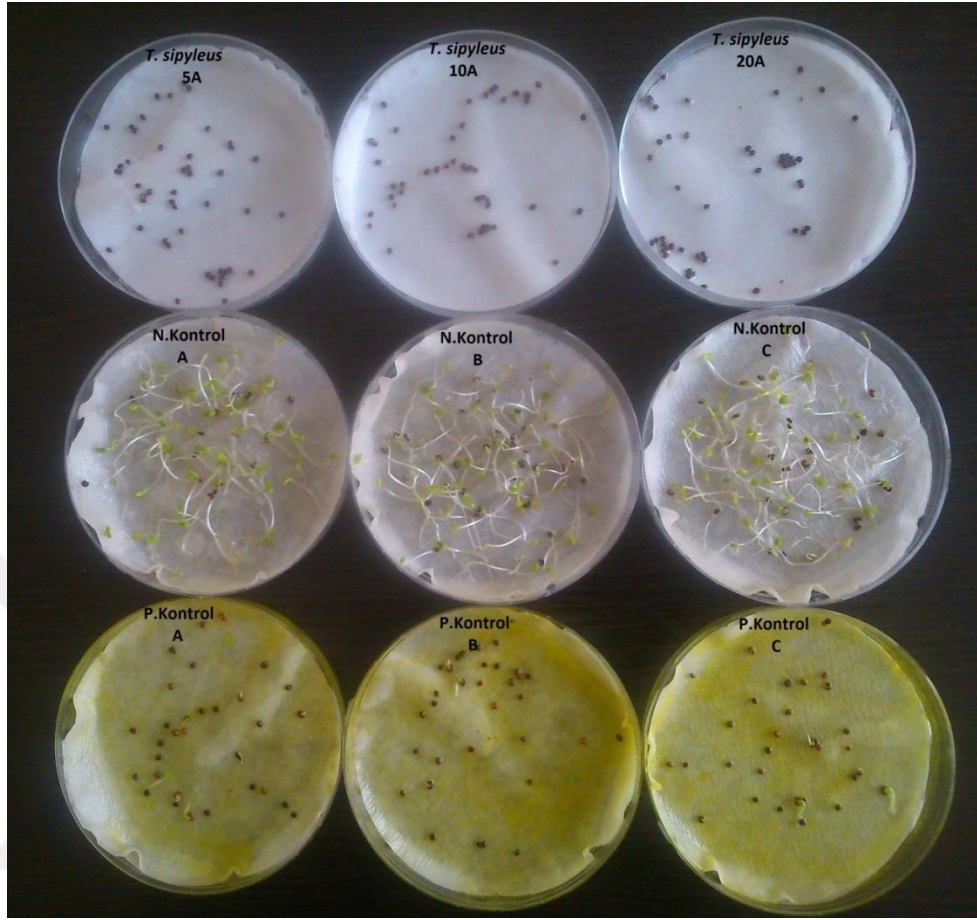


Şekil 4.26. *T. arvense* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri



Şekil 4.27. *T. arvense* tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 5,10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının sürgün büyümesi (mm) üzerine herbisidal etkileri

Pozitif kontrolün 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyon uygulamalarında en yüksek etki 20 µL/petri'lik konsantrasyonda görülmüş ve etki oranı konsantrasyon artışına paralel olarak artmış çimlenme oranı %24-32, çimlenme engelleme oranı %66,42-74,81; kök büyümesi 0,56-0,76 mm, büyüme engelleme oranı %95,91-96,77 ve 0,76-1,20 mm, büyüme engelleme oranı %95,08-96,88 olarak tespit edilmiştir. Negatif kontrolde çimlenme oranı %95,3, kök büyümesi 18,6 mm ve sürgün büyümesi 24,4 mm olarak belirlenmiştir. Pozitif kontrol grubundaki tohumların çimlenme düzeylerinin %66,42-74,81 aralıklarında olduğu fakat çimlenen tohumların kök ve sürgün boylarının yeterince uzamadığı kısa ve küt kaldıkları görülmüştür. *Thymus* uçucu yağlarının çimlenme, kök ve sürgün değerleri kontrol grupları ile karşılaştırıldığında yağların istatistiki olarak aynı grupta değerlendirildiği ve Trifluralin'den daha yüksek herbisidal etkiye sahip oldukları görülmüştür.



Şekil 4.28. *T. arvense* tohumuna *T. sipyleus* uçucu yağının 5, 10, 20 μL /petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin kontrol grupları ile kıyaslanması

Petri denemeleri genel olarak değerlendirildiğinde; *A. retroflexus*, *C. album*, *C. intybus* ve *T. arvense* tohumları üzerine herbisidal etkileri belirleme çalışmalarında 10 farklı *Thymus* türü uçucu yağının tüm konsantrasyonlarının çimlenmeyi, kök ve sürgün büyümesini %100 engellediği tespit edilmiştir. *M. officinalis* tohumunda en iyi herbisidal etki *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. migricus* ve *T. pubescens* uçucu yağlarında görülmüş, *T. canoviridis* ve *T. eriocalyx* uçucu yağlarının ise 5 μL /petri'lik konsantrasyonlarının kök büyümesini teşvik ettiği belirlenmiştir. *R. crispus* tohumunda *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. praecox*, *T. pubescens* ve *T. migricus* uçucu yağlarının diğer yağlara oranla daha etkili oldukları ve %100 engelleme yaptıkları tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların tamamında etki oranının geçen zamana ve konsantrasyona bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Uçucu yağların uygulanan konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte çalışmada kullanılan tüm

yabancı ot tohumlarının çimlenme, kök ve sürgün uzunluklarında negatif kontrole göre istatistiki olarak önemli azalmalara neden oldukları saptanmıştır ($P<0.05$). Uçucu yağların tohumların hücre içi yapılarına zarar vererek hücre gelişmesini ve bölünmesini engellemeleri, fotosentez ve solunumu engellemeleri veya yavaşlatmaları, hücre zarı geçirgenliğini bozmaları, klorofil oranını düşürerek oksidatif bozulmayı hızlandırmaları ve bazı monoterpen bileşiklerin enzim sentezini engellemeleri gibi nedenlerden dolayı çimlenme, kök ve sürgün gelişimini yavaşlatmakta veya tamamen durdurmaktadırlar (Abraham *et al.* 2000; Scrivanti *et al.* 2003). Petri uygulamalarının pozitif kontrol (trifluralin) gruplarında *C. album* tohumu üzerinde %100 herbisidal etki gösterirken, diğer tohumların trifluralin tarafından hızlı bir şekilde çimlenmeye teşvik edildiği ancak kök ve sürgünlerin kısa, küt ve kalın geliştikleri görülmüştür. Kullanılan *Thymus* uçucu yağlarının yabancı ot tohumları üzerinde herbisidal etkilerinin bulunduğu ve istatistiki anlamda etkili oldukları sonucuna varılmıştır.

4.4. *Thymus* Uçucu Yağlarının Sera Koşullarında Saksılarda Yetiştirilen Yabancı Ot Fidelerine Karşı Fitotoksik Etkilerinin Değerlendirilmesi

Thymus türlerinden elde edilen uçucu yağların yabancı ot tohumlarının petri denemesi sonuçlarına göre en yüksek herbisidal etki gösteren 20 µL/petri'lik konsantrasyonları saksı denemelerinde kullanılmıştır. Yabancı ot tohumlarının çimlenerek 3-4 yapraklı dönemde 40 fideye standardize edilerek uçucu yağların 20 µL/saksı'lık konsantrasyonlarının uygulanmasının ardından 24 ve 48. saat sonunda canlı-ölü oranları tespit edilmiştir. Sonuçlar negatif kontrol (etanol+steril su) ve pozitif kontrol (Aktif maddesi: 500 gr/L 2,4 Amin Tuzu) ile kıyaslanarak bitkilerin % ölüm oranları hesaplanmıştır. Her uygulama için uçucu yağlar arasındaki ilişki Duncan çoklu karşılaştırma ($P \leq 0.05$) testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. *Thymus* uçucu yağlarının sera şartlarında yetiştirilen yabancı ot fidelerine karşı fitotoksik etkileri

Uygulamalar	% Ölüm	
	24. saat	48. saat
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		
<i>T. canoviridis</i>	24,1 ± 2,20 c	70,0 ± 3,81 d
<i>T. eriocalyx</i>	35,8 ± 0,83 d	60,0 ± 1,44 b
<i>T. fallax</i>	34,1 ± 3,00 d	57,5 ± 1,44 b
<i>T. kotschyanus</i>	31,6 ± 0,83 cd	66,6 ± 0,83 cd
<i>T. longicaulis</i>	30,0 ± 6,29 cd	59,1 ± 0,83 b
<i>T. migricus</i>	30,0 ± 1,44 cd	70,0 ± 1,44 d
<i>T. praecox</i>	30,0 ± 1,44 cd	66,6 ± 2,20 cd
<i>T. pubescens</i>	28,3 ± 3,33 cd	62,5 ± 1,44 bc
<i>T. sipyleus</i>	29,1 ± 1,66 cd	70,0 ± 1,44 d
<i>T. transcaucasicus</i>	34,1 ± 1,66 d	60,0 ± 1,44 b
Pozitif Kontrol	9,16 ± 0,83 b	90,8 ± 0,83 e
Negatif Kontrol	0,0±0,0 a	0,0±0,0 a

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$)

Çizelge 4.10. *Thymus* uçucu yağlarının sera şartlarında yetiştirilen yabancı ot fidelerine karşı fitotoksik etkileri (Devamı)

Uygulamalar	% Ölüm	
	24. saat	48. saat
<i>Chenopodium album</i> L.		
<i>T. canoviridis</i>	25,8 ± 0,83 cd	67,5 ± 3,81 def
<i>T. eriocalyx</i>	25,0 ± 2,88 cd	64,1 ± 3,00 de
<i>T. fallax</i>	30,8 ± 1,66 de	55,0 ± 1,44 b
<i>T. kotschyanus</i>	29,1 ± 1,66 de	70,0 ± 1,44 ef
<i>T. longicaulis</i>	33,3 ± 2,20 e	61,6 ± 0,83 cd
<i>T. migricus</i>	30,0 ± 2,88 de	67,5 ± 1,44 def
<i>T. praecox</i>	25,0 ± 1,44 cd	58,3 ± 1,66 bc
<i>T. pubescens</i>	22,5 ± 1,44 c	65,8 ± 0,83 def
<i>T. sipyleus</i>	25,8 ± 0,83 cd	71,6 ± 0,83 f
<i>T. transcaucasicus</i>	26,6 ± 0,83 cd	70,0 ± 1,44 ef
Pozitif Kontrol	12,5 ± 1,44 b	87,5 ± 1,44 g
Negatif Kontrol	3,33 ± 1,66 a	6,66 ± 0,83 a
<i>Cichorium intybus</i> L.		
<i>T. canoviridis</i>	25,0 ± 1,44 cd	60,8 ± 2,20 bc
<i>T. eriocalyx</i>	26,6 ± 0,83 cd	60,8 ± 0,83 bc
<i>T. fallax</i>	29,1 ± 6,50 cd	60,0 ± 2,88 bc
<i>T. kotschyanus</i>	30,0 ± 1,44 d	65,8 ± 5,46 c
<i>T. longicaulis</i>	28,3 ± 0,83 cd	55,8 ± 5,46 bc
<i>T. migricus</i>	20,0 ± 2,50 c	65,0 ± 3,81 c
<i>T. praecox</i>	24,1 ± 2,20 cd	67,5 ± 6,29 c
<i>T. pubescens</i>	20,8 ± 3,63 cd	66,6 ± 0,83 c
<i>T. sipyleus</i>	26,6 ± 4,16 cd	50,8 ± 0,83 b
<i>T. transcaucasicus</i>	21,6 ± 0,83 cd	66,6 ± 4,16 c
Pozitif Kontrol	9,16 ± 2,20 b	90,8 ± 2,20 d
Negatif Kontrol	0,0±0,0 a	0,0±0,0 a
<i>Convolvulus arvensis</i> L.		
<i>T. canoviridis</i>	5,00 ± 1,44 b	22,5 ± 1,44 e
<i>T. eriocalyx</i>	20,8 ± 0,83 f	29,1 ± 0,83 f
<i>T. fallax</i>	30,0 ± 1,44 g	46,6 ± 0,83 h
<i>T. kotschyanus</i>	9,16 ± 0,83 cd	19,1 ± 0,83 d
<i>T. longicaulis</i>	17,5 ± 1,44 e	18,3 ± 0,83 cd
<i>T. migricus</i>	32,5 ± 1,44 g	35,0 ± 1,44 g
<i>T. praecox</i>	9,16 ± 0,83 cd	15,8 ± 0,83 c
<i>T. pubescens</i>	9,16 ± 0,83 cd	25,0 ± 1,44 e
<i>T. sipyleus</i>	5,83 ± 0,83 bc	8,33 ± 0,83 b
<i>T. transcaucasicus</i>	9,16 ± 0,83 cd	18,3 ± 0,83 cd
Pozitif Kontrol	12,5 ± 1,44 d	87,5 ± 1,44 j
Negatif Kontrol	0,0±0,0 a	0,0±0,0 a

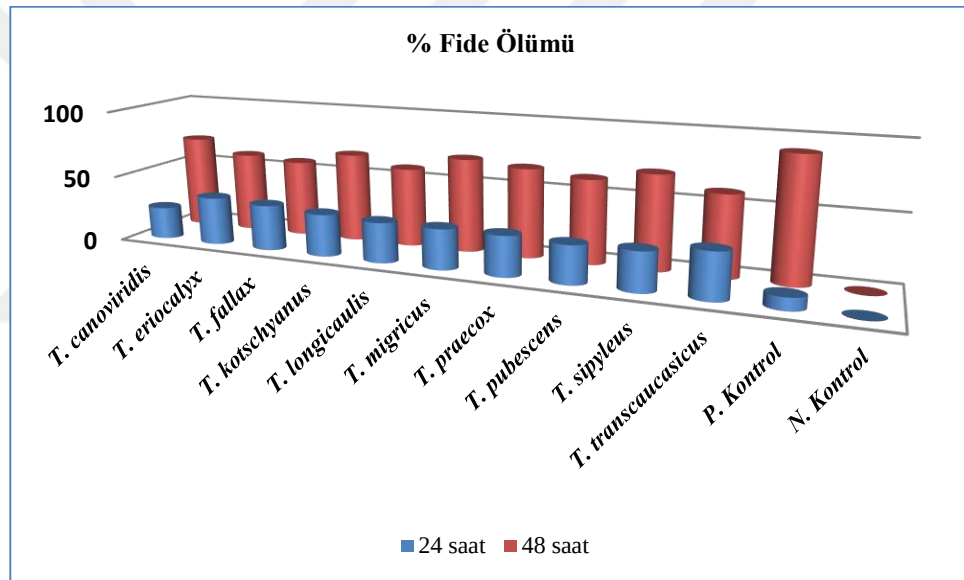
*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)

Çizelge 4.10. *Thymus* uçucu yağlarının sera şartlarında yetiştirilen yabancı ot fidelerine karşı fitotoksik etkileri (Devamı)

Uygulamalar	% Ölüm	
	24. saat	48. saat
<i>Melilotus officinalis</i> L.		
<i>T. canoviridis</i>	35,0 ± 1,44 de	61,6 ± 0,83 g
<i>T. eriocalyx</i>	30,8 ± 1,66 de	64,1 ± 1,66 g
<i>T. fallax</i>	42,5 ± 1,44 f	54,1 ± 0,83 f
<i>T. kotschyanus</i>	24,1 ± 0,83 c	50,0 ± 1,44 e
<i>T. longicaulis</i>	35,0 ± 2,88 de	45,0 ± 1,44 cd
<i>T. migricus</i>	29,1 ± 2,20 cd	39,1 ± 0,83 b
<i>T. praecox</i>	30,0 ± 1,44 cde	64,1 ± 0,83 g
<i>T. pubescens</i>	31,6 ± 2,20 de	41,6 ± 0,83 bc
<i>T. sipyleus</i>	42,5 ± 1,44 f	46,6 ± 0,83 de
<i>T. transcaucasicus</i>	35,8 ± 3,00 e	54,1 ± 2,20 f
Pozitif Kontrol	8,33 ± 2,20 b	91,6 ± 2,20 h
Negatif Kontrol	0,0±0,0 a	0,0±0,0 a
<i>Rumex crispus</i> L.		
<i>T. canoviridis</i>	27,5 ± 1,44 e	46,6 ± 0,83 cd
<i>T. eriocalyx</i>	30,0 ± 1,44 ef	43,3 ± 0,83 b
<i>T. fallax</i>	19,1 ± 0,83 c	44,1 ± 0,83 bc
<i>T. kotschyanus</i>	31,6 ± 0,83 f	41,6 ± 0,83 b
<i>T. longicaulis</i>	40,8 ± 1,66 h	44,1 ± 0,83 bc
<i>T. migricus</i>	23,3 ± 0,83 d	49,1 ± 0,83 de
<i>T. praecox</i>	35,8 ± 0,83 g	59,1 ± 1,66 g
<i>T. pubescens</i>	42,5 ± 1,44 h	53,3 ± 0,83 f
<i>T. sipyleus</i>	20,8 ± 1,66 cd	47,5 ± 1,44 d
<i>T. transcaucasicus</i>	44,1 ± 2,20 h	50,8 ± 0,83 ef
Pozitif Kontrol	5,00 ± 1,44 b	95,0 ± 1,44 h
Negatif Kontrol	0,0±0,0 a	0,0±0,0 a
<i>Thlaspi arvense</i> L.		
<i>T. canoviridis</i>	39,1 ± 0,83 gh	40,8 ± 0,83 b
<i>T. eriocalyx</i>	34,1 ± 1,66 ef	49,1 ± 0,83 e
<i>T. fallax</i>	38,3 ± 0,83 gh	45,8 ± 0,83 d
<i>T. kotschyanus</i>	27,5 ± 1,44 d	44,1 ± 0,83 cd
<i>T. longicaulis</i>	41,6 ± 0,83 h	45,8 ± 0,83 d
<i>T. migricus</i>	31,6 ± 0,83 e	39,1 ± 0,83 b
<i>T. praecox</i>	36,6 ± 2,20 fg	52,5 ± 1,44 f
<i>T. pubescens</i>	19,1 ± 0,83 c	55,0 ± 1,44 f
<i>T. sipyleus</i>	36,6 ± 1,66 fg	49,1 ± 0,83 e
<i>T. transcaucasicus</i>	39,1 ± 0,83 gh	41,6 ± 0,83 bc
Pozitif Kontrol	4,16 ± 1,66 b	95,0 ± 1,44 g
Negatif Kontrol	0,0±0,0 a	0,0±0,0 a

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)

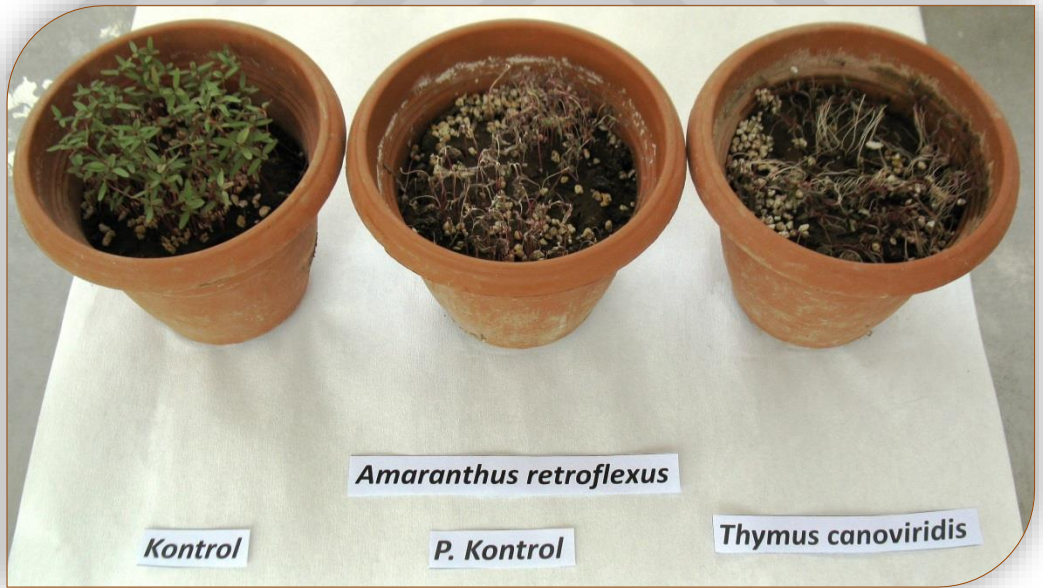
Çizelge 4.10 ve Şekil 4.29’da görüldüğü gibi yapılan uygulamaların tamamında uçucu yağlar, *Amaranthus retroflexus* fidelerine %24,1-70 arasında fitotoksik etki göstermiştir. Uçucu yağların etki oranının geçen zamana bağlı olarak arttığı görülmüştür. Uçucu yağlar arasında en yüksek fitotoksik etki 24. saatte %35,8 ile *T. eriocalyx* ve 48. saatte %70 ile *T. canoviridis*, *T. migricus* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarında belirlenmiştir. En düşük ölüm oranı ise 24. saatte *T. canoviridis* uçucu yağında %24,1, 48. saatte *T. fallax*’ta %57,5 oranında saptanmıştır. *A. retroflexus* fidelerinin negatif kontrolünde ölüm görülmezken, pozitif kontrolünde 24. saatte %9,16, 48. saatte %90,8 oranında ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.29. *Thymus* türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda *A. retroflexus* fidelerine fitotoksik etkileri

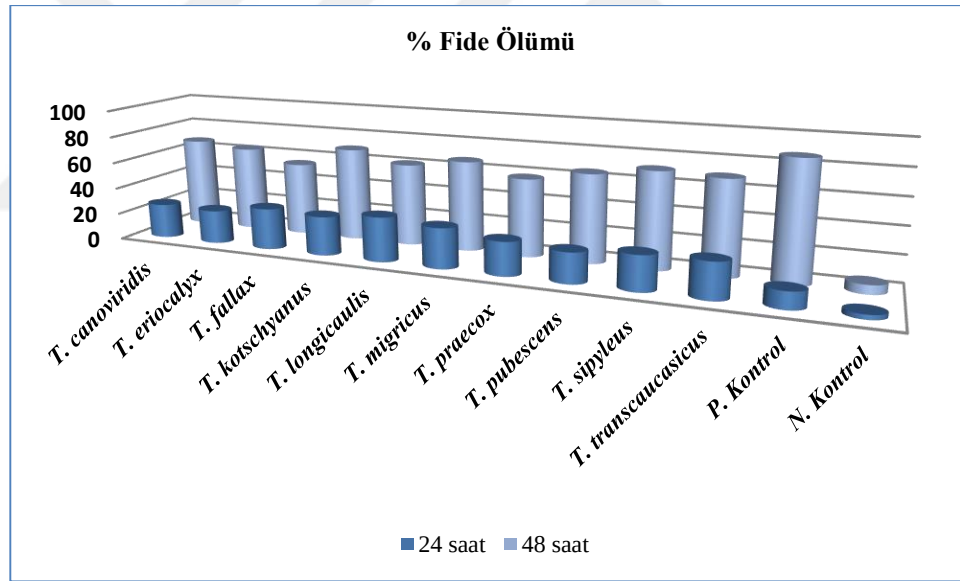


Şekil 4.30. Sera denemesinde saksıda yetiştirilen *A. retroflexus* yabancı otunun 3-4 yapraklı dönemi



Şekil 4.31. Sera denemesinde *T. canoviridis* uçucu yağının *A. retroflexus* fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

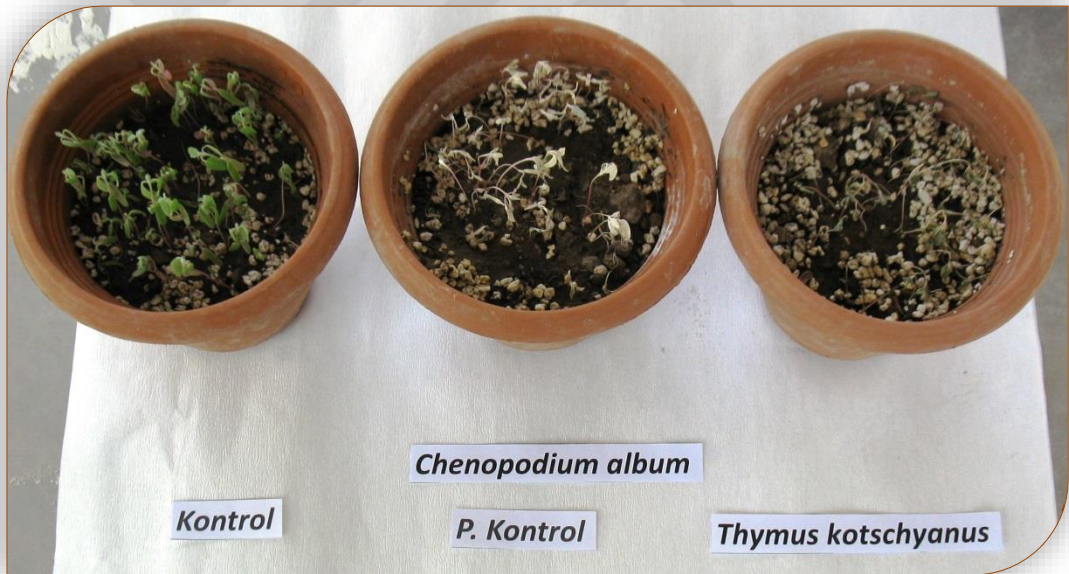
Serada gerçekleştirilen saksı denemelerinde Çizelge 4.10 ve Şekil 4.32’de görüleceği gibi *Thymus* uçucu yağları *Chenopodium album* fidelerinin ölümlerini farklı oranlarda etkilemişlerdir. Uçucu yağlar arasında en yüksek fitotoksik etki 24. saatte *T. longicaulis*’te %33,3 iken 48. saatte *T. sipyleus* uçucu yağında %71,6 olarak belirlenmiştir. En düşük fitoksik etki ise 24. saatte *T. pubescens* uçucu yağında %22,5; 48. saatte *T. fallax*’ta ise %55,0 oranında saptanmıştır. Negatif kontrolde 24. saatte %3,33, 48. saatte %6,66 ve pozitif kontrolde ise 24. saatte %12,5, 48. saatte %87,5 oranında fitotoksik etki meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca *C. album* fidelerinin negatif kontrol gruplarında uygulama yapıldıktan sonra bitkilerde stres oluşmuş, yaprakların içeriye doğru kapanıp büzüştükleri görülmüş ve sıcaklıkla birlikte etanol kimyasalından da negatif yönde etkilendikleri tahmin edilmiştir.



Şekil 4.32. *Thymus* türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda *C. album* fidelerine fitotoksik etkileri

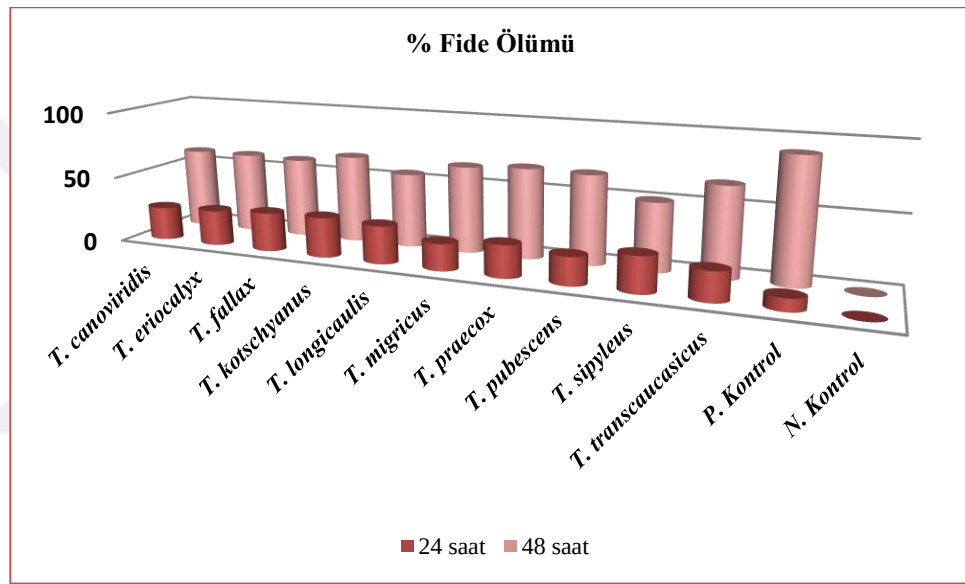


Şekil 4.33. Sera denemesinde saksıda yetiştirilen *C. album* fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi



Şekil 4.34. Sera denemesinde *T. kotschyanus* uçucu yağının *C. album* fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

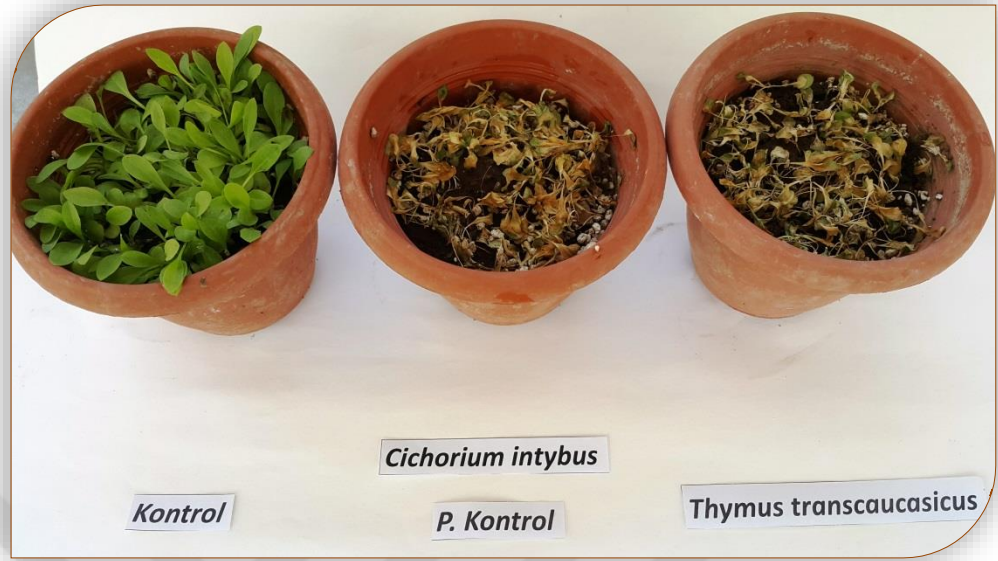
Thymus uçucu yağlarının *Cichorium intybus* fideleri arasında en yüksek ölüm oranı 24. saatte %30,0 ile *T. kotschyanus* uçucu yağında; 48. saatte ise %67,5 ile *T. praecox*'ta belirlenmiştir. En düşük fide ölümü ise 24. saatte %20 ile *T. migricus* uçucu yağında belirlenirken, 48. saatte *T. sipyleus* uçucu yağında %50,8 oranında saptanmıştır. Negatif kontrolde tüm saatlerde fide ölümü gözlenmezken pozitif kontrolde 24. saatte %9,16, 48. saatte %90,8 oranında ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.10) (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. *Thymus* türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda *C. intybus* fidelerine fitotoksik etkileri

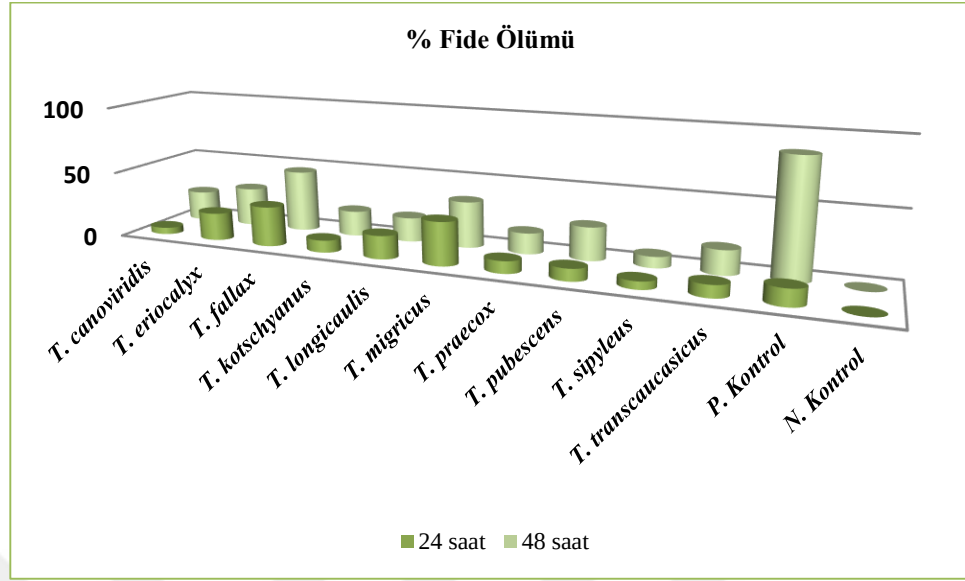


Şekil 4.36. Sera ortamında saksıda yetiştirilen *C. intybus* fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi



Şekil 4.37. Sera denemesinde *T. transcaucasicus* uçucu yağının *C. intybus* fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

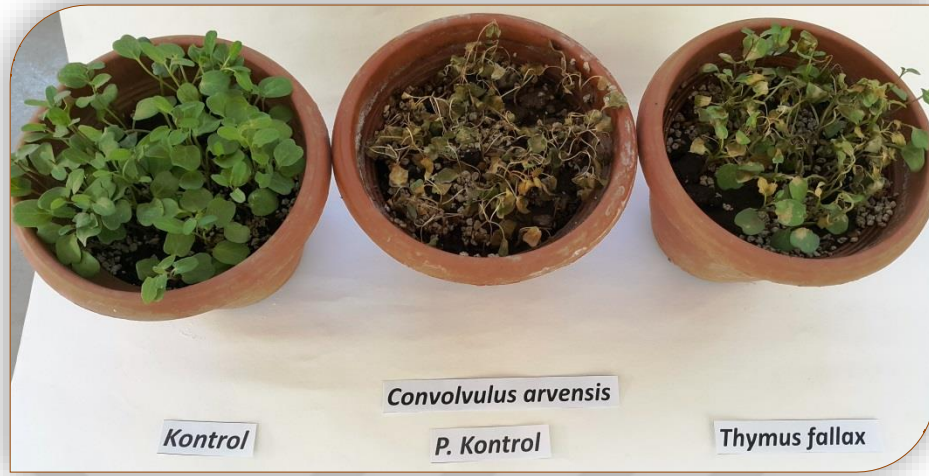
Convolvulus arvensis bitkilerine yapılan saksı uygulamaları sonuçlarına göre *Thymus* uçucu yağları *C. arvensis* fidelerinde %5-46,6 oranlarında fitotoksik etki göstermiş ve yağlar arasında istatistiki düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10) (Şekil 4.38). En yüksek ölüm oranı *T. migricus* uçucu yağında 24. saatte %32,5; 48. saatte *T. fallax*'da %46,6 olarak belirlenmiştir. En düşük ölüm oranı ise %5 ile 24. saatte *T. canoviridis* uçucu yağında görülmüşken %8,33 ile 48. saatte *T. sipyleus* uçucu yağında saptanmıştır. Negatif kontrolde tüm saatlerde fide ölümü gözlenmezken pozitif kontrolde 24. saatte %12,5, 48. saatte %87,5 oranında fitotoksik etkinin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.38. *Thymus* türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda *C. arvensis* fidelerine fitotoksik etkileri

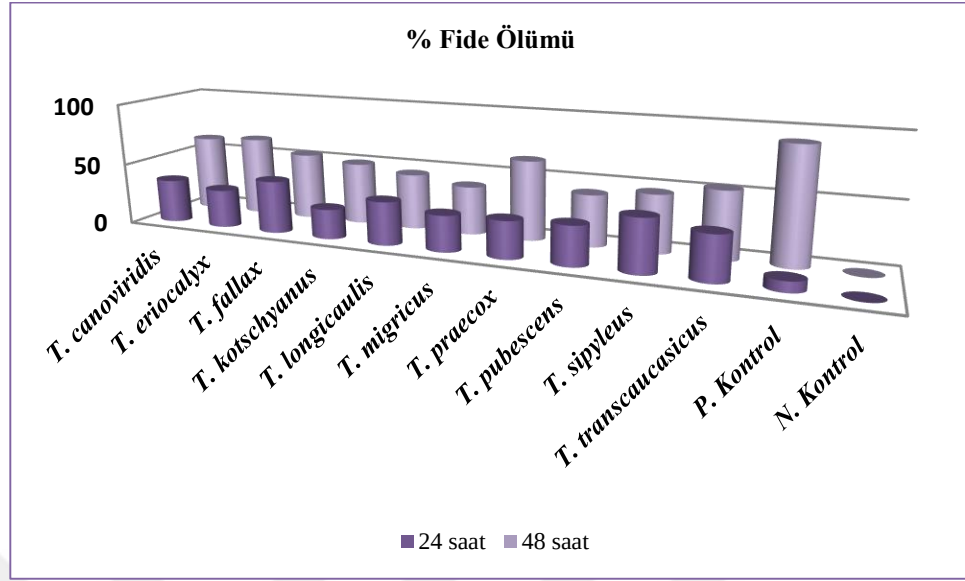


Şekil 4.39. Sera ortamında saksıda yetiştirilen *C. arvensis* fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi



Şekil 4.40. Sera denemesinde *T. fallax* uçucu yağının *C. arvensis* fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

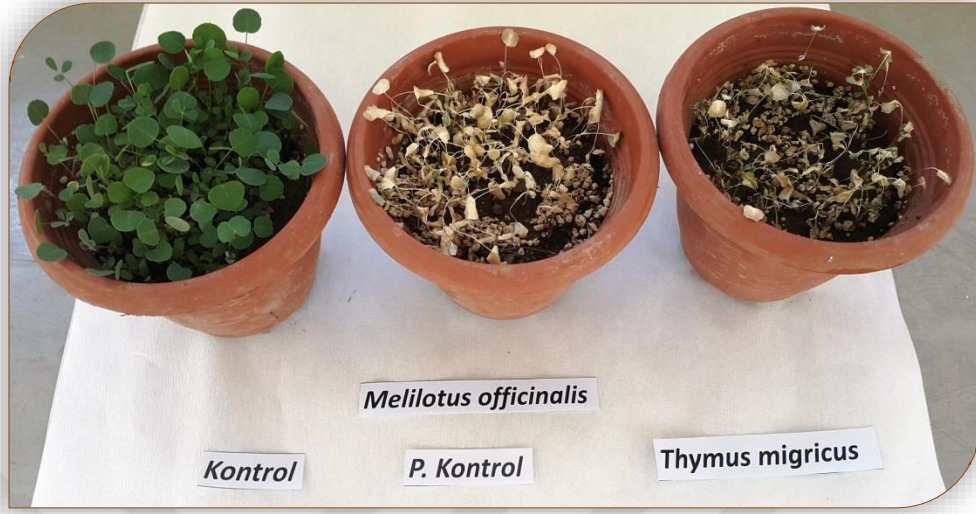
Thymus uçucu yağlarının *Melilotus officinalis* fidelerindeki fitotoksik etkilerinin %24,1-64,1 arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan uygulamaların tamamında etki oranı geçen zamana bağlı olarak artmış ve uçucu yağlar arasında istatistiki farklılıklar olmuştur. Uçucu yağlar arasında en yüksek ölüm oranı 24. saatte *T. fallax* ve *T. sipyleus*'da %42,5; 48. saatte *T. eriocalyx* ve *T. praecox* uçucu yağlarında ise %64,1 olarak belirlenmiştir. En düşük ölüm oranı ise 24. saatte *T. kotschyanus*'da %24,1; 48. saatte *T. migricus* uçucu yağında %39,1 oranında saptanmıştır. Negatif kontrolde tüm saatlerde ölüm görülmezken pozitif kontrolde ise 24. saatte %8,33, 48. saatte %91,6 oranında ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.10) (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. *Thymus* türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda *M. officinalis* fidelerine fitotoksik etkileri

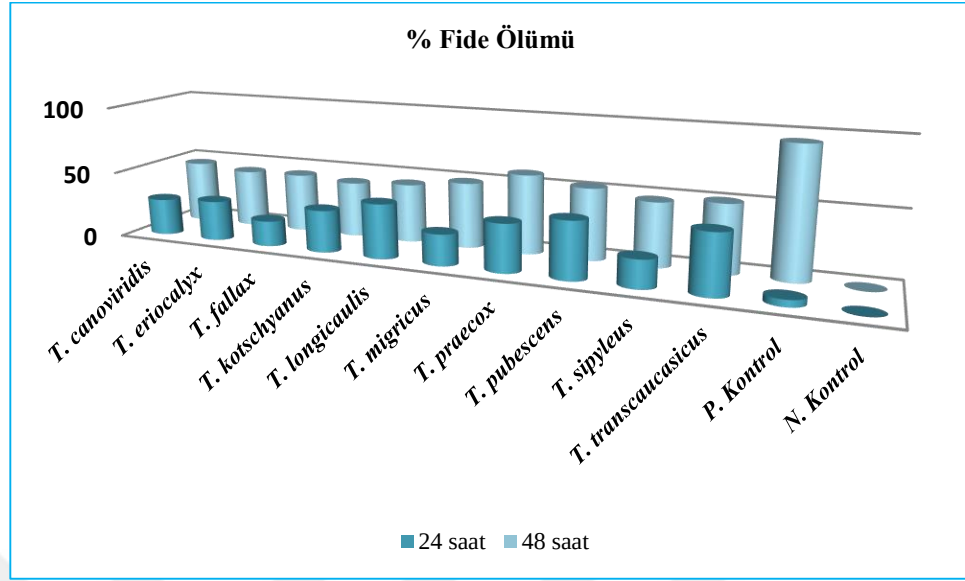


Şekil 4.42. Sera ortamında saksıda yetiştirilen *M. officinalis* fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi



Şekil 4.43. Sera denemesinde *T. migricus* uçucu yağının *M. officinalis* fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

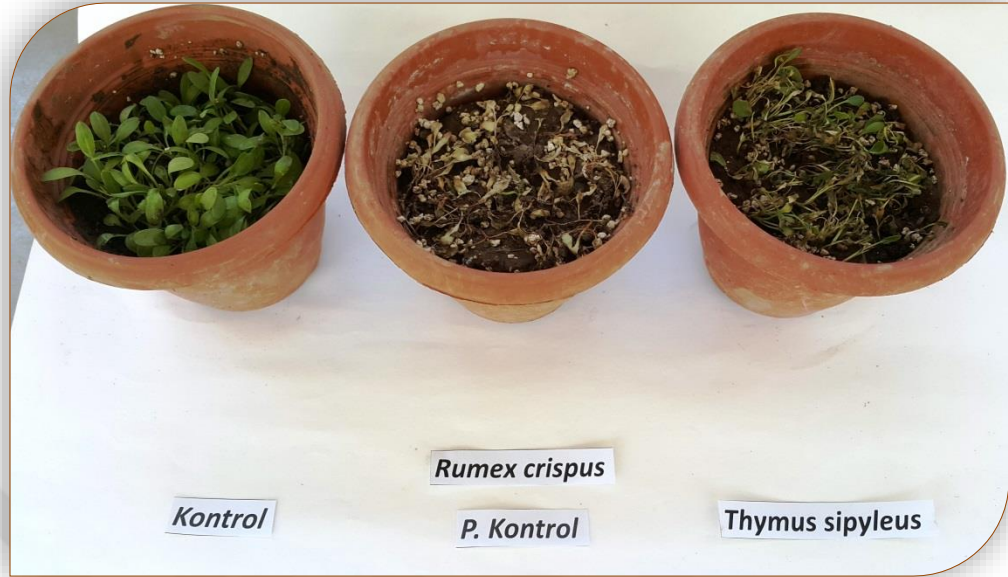
Thymus uçucu yağlarının *Rumex crispus* fidelerindeki ölüm oranları Çizelge 4.10 ve Şekil 4.44'te görüldüğü gibi değişen düzeylerde bulunmuş ve yağlar arasında istatistiki düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. İlk 24. saatte en yüksek ölüm oranı *T. transcaucasicus* uçucu yağında %44,1; 48. saatte *T. praecox*'da %59,1 olarak belirlenmiştir. En düşük ölüm oranı ise *T. fallax*'ta 24. saatte %19,1; 48. saatte *T. kotschyanus* uçucu yağında %41,6 oranında saptanmıştır. Negatif kontrolde tüm saatlerde ölüm gözlenmezken pozitif kontrolde 24. saatte %5, 48. saatte %95 oranında ölüm meydana geldiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.44. *Thymus* türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda *R. crispus* fidelerine fitotoksik etkileri

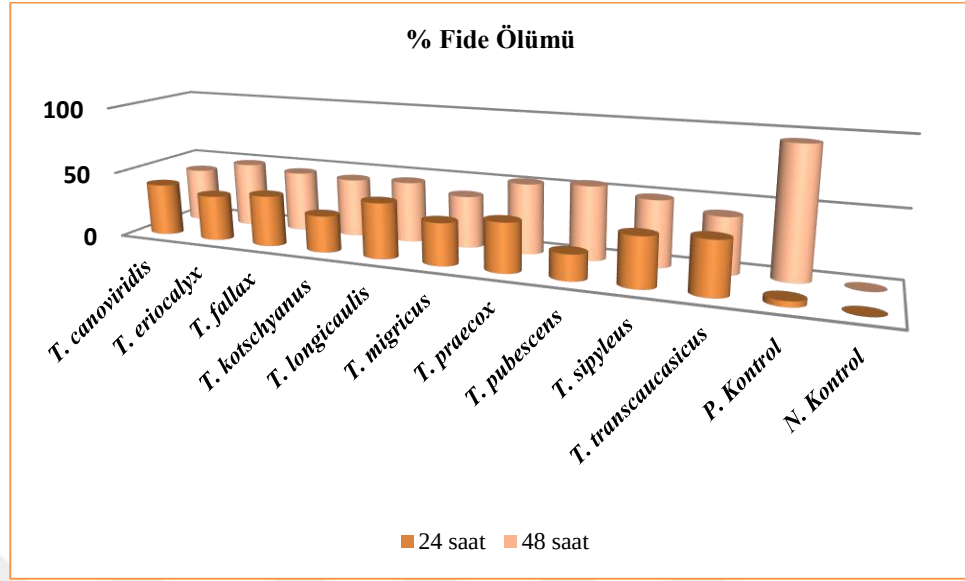


Şekil 4.45. Sera ortamında saksıda yetiştirilen *R. crispus* bitkilerinin 3-4 yapraklı dönemi



Şekil 4.46. Sera denemesinde *T. sipyleus* uçucu yağının *R. crispus* fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

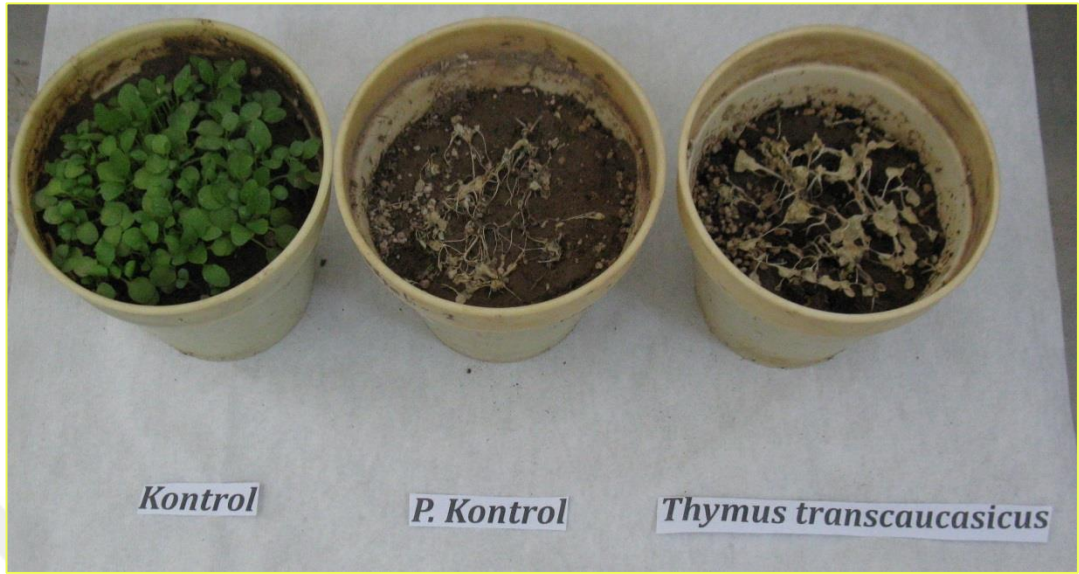
Thlaspi arvense bitkilerine yapılan saksı denemeleri sonuçlarına bakıldığında *Thymus* uçucu yağları *T. arvense* fidelerinin ölüm oranlarını farklı düzeylerde etkilemiş ve uçucu yağlar arasında istatistiki düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Uçucu yağlar arasında en yüksek ölüm oranı 24. saatte *T. canoviridis* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağlarında %39,1; 48. saatte *T. pubescens*'de %55 olarak belirlenmiştir. Fidelerde en düşük ölüm oranı %19,1 ile 24. saatte *T. pubescens* uçucu yağında; 48. saatte ise *T. migricus* uçucu yağında %39,1 oranında saptanmıştır. Negatif kontrolde tüm saatlerde ölüm gözlenmezken pozitif kontrolde 24. saatte %4,16, 48. saatte %95,0 oranında ölüm meydana geldiği saptanmıştır (Çizelge 4.10) (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. *Thymus* türleri uçucu yağlarının uygulanmasından 24 ve 48. saat sonunda *T. arvensis* fidelerine fitotoksik etkileri



Şekil 4.48. Sera ortamında saksıda yetiştirilen *T. arvensis* fidelerinin 3-4 yapraklı dönemi



Şekil 4.49. Sera denemesinde *T. transcaucasicus* uçucu yağının *T. arvensis* fidelerinde 48. saat sonunda gösterdiği fitotoksik etkinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Yukarıda verilen sonuçlara dayanılarak *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *A. retroflexus*, *C. album*, *C. intybus*, *C. arvensis*, *M. officinalis*, *R. crispus* ve *T. arvensis* yabancı ot fidelerindeki ölümler 24. saatte %5-44,1 ve 48. saatte %8,33-71,6 oranları arasında bulunmuştur. Geçen zamana bağlı olarak fitotoksik etkinin arttığı, fide ölüm oranlarının hızla yükseldiği ve uçucu yağların fide ölümleri üzerinde istatistiki olarak önemli seviyede etkilerinin olduğu belirlenmiştir. *Thymus* türleri uçucu yağlarının sera koşullarında saksıda yetiştirilen yabancı ot fidelerinin 3-4 yapraklı dönemdeki fitotoksik etkilerine bakıldığında *A. retroflexus*'da *T. canoviridis*, *T. migricus* ve *T. sipyleus*; *C. album*'da *T. kotschyanus*; *C. intybus* ve *R. crispus*'ta *T. praecox*; *C. arvensis*'de *T. fallax*; *M. officinalis*'de *T. praecox* ve *T. eriocalyx*; *T. arvensis*'de *T. migricus* uçucu yağlarının yüksek oranda fide ölümlerine neden oldukları belirlenmiştir. Uçucu yağların sera ortamındaki sıcaklıkla birlikte etkileşimlerinin daha fazla arttığı, hızlı bir şekilde etki gösterdikleri ve bu toksik etkinin uygulama yapılan yabancı ot türüne, yağların kimyasal yapısındaki bileşiklerin fideler üzerindeki antagonistik veya sinerjik etkilerine ve azda olsa uygulama şekline göre değiştiği gözlenmiştir.

4.5. *Thymus* Uçucu Yağlarının Toprak Kökenli Funguslara Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkilerinin Değerlendirilmesi

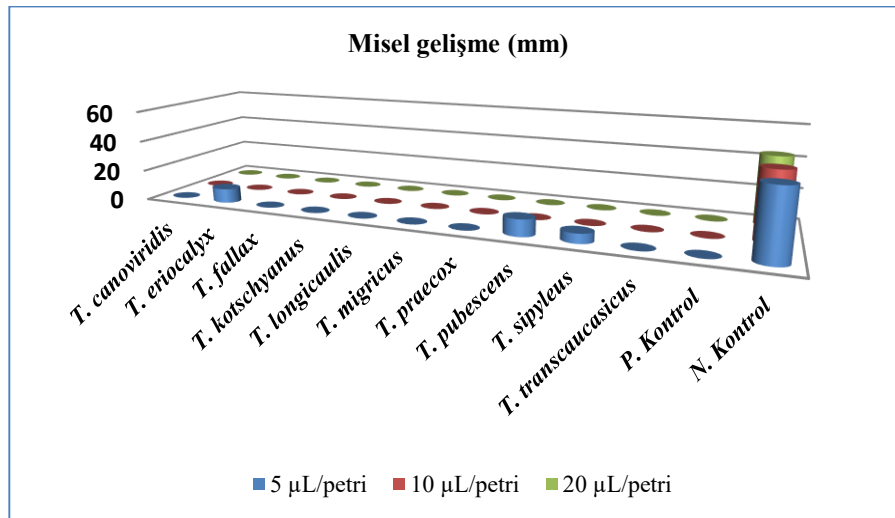
4.5.1. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Bu çalışma kapsamında *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının (5, 10 ve 20 µL/petri) *A. alternata* üzerindeki antifungal etkilerini belirlemek için fungus misellerinin gelişimi 7-10 gün sonra değerlendirilmiş, istatistiksel sonuçlara göre misel büyüme çapları (mm) ve % engelleme oranları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Ayrıca *Thymus* uçucu yağlarının antifungal etkilerinin görsel görünümü inkübasyonun sonunda kontrol gruplarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 4.50).

Çizelge 4.11. *Thymus* uçucu yağlarının *A. alternata* fungusuna karşı antifungal etkileri

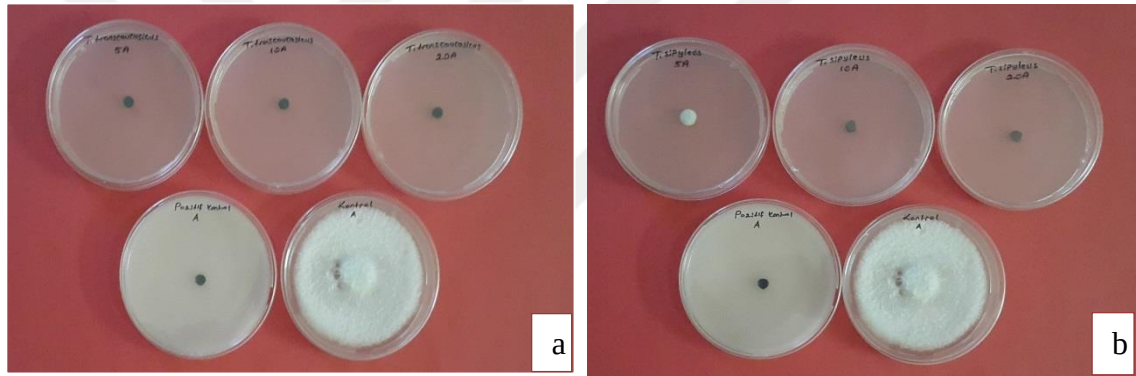
Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. eriocalyx</i>	9,33 ± 0,44 c	78,7	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. kotschyannus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. pubescens</i>	10,8 ± 0,72 d	75,4	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. sipyleus</i>	6,16 ± 0,66 b	86	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	44,0 ± 2,42 e

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.50. *Thymus* uçucu yağlarının *A. alternata* fungusu üzerindeki misel gelişimleri

T. canoviridis, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. praecox* ve *T. transcaucasicus* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların uygulanan tüm konsantrasyonları ve diğer bitki uçucu yağlarının ise 10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonları *A. alternata* fungusunun misel gelişimini %100 engelleyerek patojen gelişimini tamamen durdurmuşlardır. Pozitif kontrolünde uçucu yağlarla paralel sonuçlar verdiği görülmüştür. Aynı zamanda *T. eriocalyx*, *T. pubescens* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının 5 μ L/petri'lik gibi çok daha düşük konsantrasyonlarda da *A. alternata* fungusunun misel gelişimi üzerinde 6,16-10,8 mm ve %75,4-86 oranında engelleme yaptıkları saptanmıştır.



Şekil 4.51. *T. transcaucasicus* (a) ve *T. sipyleus* (b) uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının *A. alternata* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının misel gelişimi ve engelleme oranları kontrol grupları ile karşılaştırıldığında uçucu yağların istatistiki açıdan birbirinden farklı ve pozitif kontrolden daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. *Thymus* uçucu yağlarının artan konsantrasyonlarında *A. alternata* fungusundaki misel gelişiminin azaldığı ve engelleme yüzdelerinin ise arttığı belirlenmiştir. Ayrıca bu patojenin misel gelişimini engellemede özellikle *T. canoviridis*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. praecox* ve *T. transcaucasicus* türleri uçucu yağlarının biyo-preparat olarak kullanılabileceğini ve ileride yapılacak birçok çalışmaya ışık tutabileceğini göstermiştir.

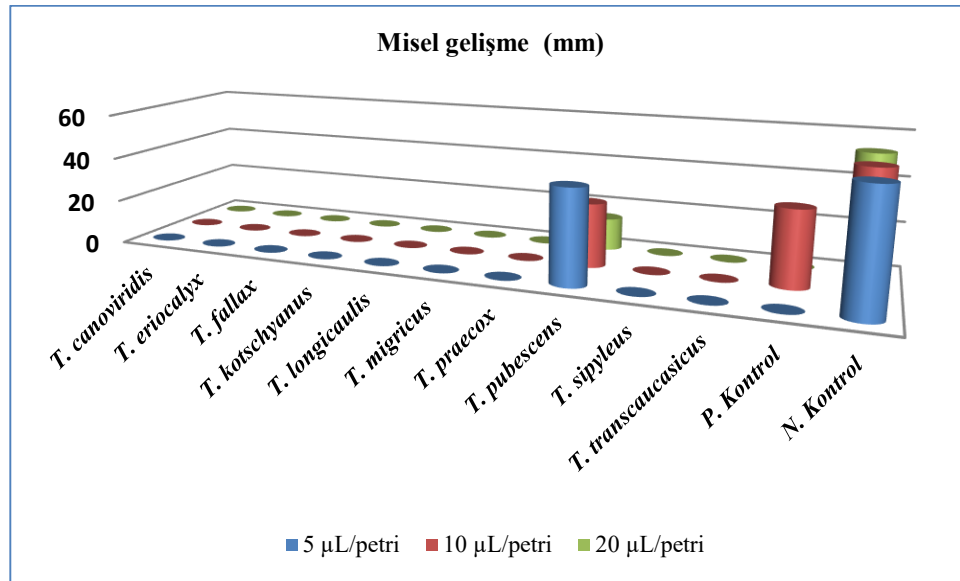
4.5.2. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Thymus türlerinden *T. pubescens* uçucu yağı hariç diğer tüm yağların *F. equiseti*'nin misel gelişimini durdurduğu belirlenmiştir. *T. pubescens* uçucu yağının ise *F. equiseti*'nin misel gelişiminde %20,3-72,8 arasında engelleme oranına sahip olduğu ancak diğer uçucu yağlara nazaran etki oranının düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. *Thymus* uçucu yağlarının *F. equiseti* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. pubescens</i>	42,0 ± 1,5 a	20,3	28,3 ± 1,6 a	46,2	14,3 ± 2,1 a	72,8	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	33,7 ± 0,40 b	36	52,7 ± 0,92 c

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$)



Şekil 4.52. *Thymus* uçucu yağlarının *F. equiseti* fungusu üzerindeki misel gelişimleri

F. equiseti fungusu üzerine en fazla fungitoksik etkiyi tüm konsantrasyonlarda %100 engelleme oranı ile *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. praecox*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağları göstermiş, en az etkiyi ise 5 μ L/petri’de %20,3, 10 μ L/petri’de %46,2 ve 20 μ L/petri’de %72,8 engelleme oranı ile *T. pubescens* uçucu yağının gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.52, Şekil 4.53).



Şekil 4.53. *T. pubescens* uçucu yağının 5, 10 ve 20 μ L/petri’lik konsantrasyonlarının *F. equiseti* fungusu üzerindeki antifungal etkileri ve kontrol grupları ile karşılaştırılması

Kontrol gruplarından negatif kontrolde *F. equiseti*’nin misel gelişim çapı 7-10 gün sonunda 52,7 mm iken bu patojenin mücadelesinde kullanılan kimyasalın uygulanması sonucunda misel gelişim çapının 33,7 mm olduğu görülmüştür. Uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının uygulanmasından sonra misel gelişim çapı 0-42 mm ve engelleme oranı %20,3-72,8 arasında değişiklik göstermiştir. Sonuç olarak uçucu yağların konsantrasyonlarının artmasıyla *F. equiseti* fungusunun misel gelişim oranlarının azaldığı ve engelleme yüzdelerinin arttığı belirlenmiştir. *Thymus* uçucu yağlarının istatistiki açıdan birbirinden farklı ve kullanılan ticari fungusitten daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

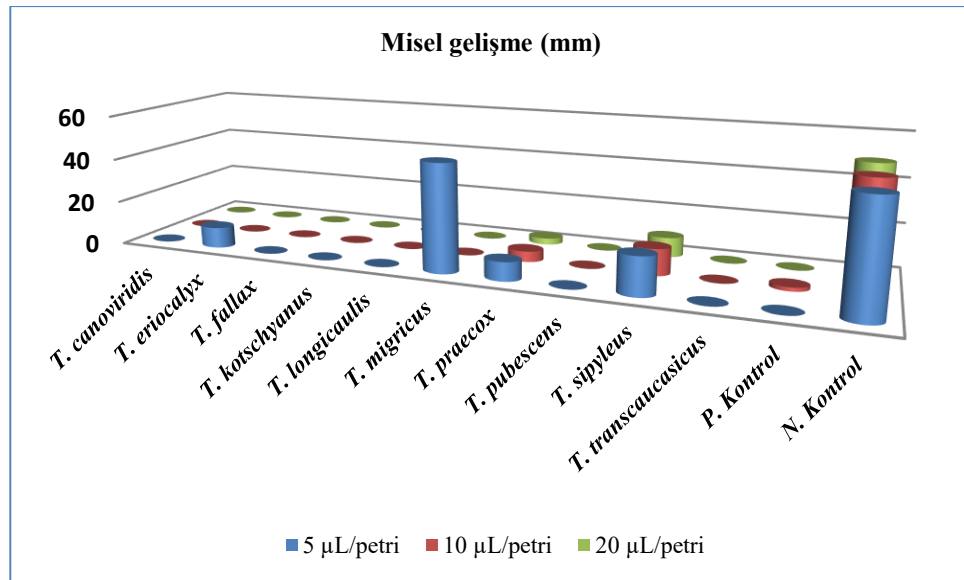
4.5.3. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Fusarium graminearum* Schwabe. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Thymus uçucu yağlarının farklı konsantrasyonları *Fusarium graminearum*'un misel büyümesi ve engelleme yüzdeleri kontrol gruplarıyla karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.13 ve Şekil 4.54'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. *Thymus* uçucu yağlarının *F. graminearum* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

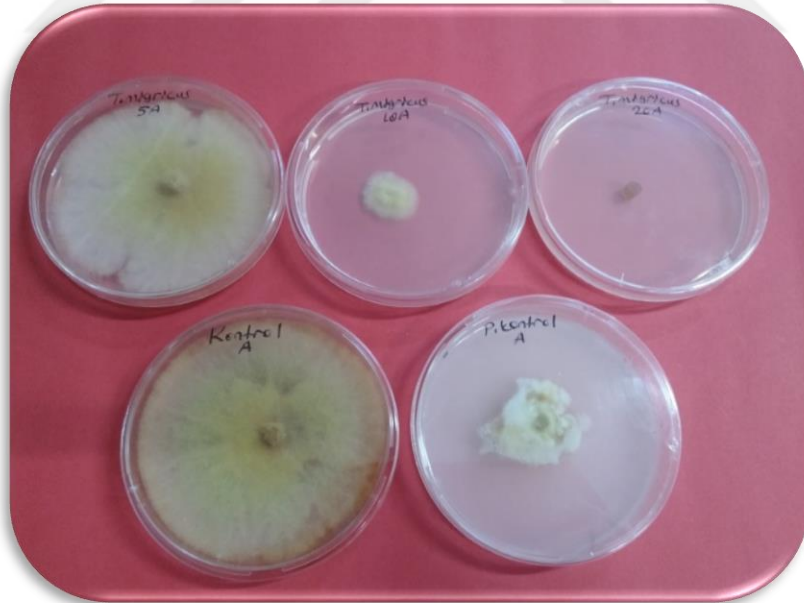
Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. eriocalyx</i>	9,33 ± 1,01 d	81	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. migricus</i>	48,2 ± 1,60 g	2,03	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. praecox</i>	8,50 ± 0,76 d	82,7	4,76 ± 2,46 c	90,3	2,83 ± 0,83 b	94,2	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. pubescens</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. sipyleus</i>	17,2 ± 1,18 f	65	11,9 ± 0,65 e	75,8	8,80 ± 0,11 d	82,1	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,71 ± 0,10 ab	96,5	49,2 ± 1,0 g

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.54. *Thymus* uçucu yağlarının *F. graminearum* fungusu üzerindeki misel gelişimleri

Fusarium graminearum fungusu üzerine en fazla fungitoksik etkiyi tüm konsantrasyonlarda %100 engelleme oranı ile *T. canoviridis*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. pubescens* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağları gösterirken, bu yağları sırasıyla aynı misel çapı ve engelleme oranı ile *T. eriocalyx* ve *T. migricus* yağlarının 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonları izlemiştir. Aynı zamanda *T. migricus* ve *T. eriocalyx* yağlarının 5 µL/petri'lik gibi çok daha düşük konsantrasyonlarında da *F. graminearum* fungusunun misel gelişimi üzerinde sırasıyla %2,03 ve %81 düzeyinde engelleme yapmışlardır. Diğer yağlarla kıyaslandığında en az fungitoksik etki *T. praecox* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarında %65-92 arasında görülmüş ve bu yağların misel gelişim çapları negatif kontrol ile mukayese edildiğinde çok düşük, pozitif kontrol ile karşılaştırıldığında ise daha iyi gelişim gösterdikleri ve daha az engelleme yüzdesine sahip oldukları görülmüştür. *Thymus* uçucu yağlarının artan konsantrasyonlarında *F. graminearum* fungusundaki misel gelişim çaplarının azaldığı ve fungus engelleme yüzdelерinin ise arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.55. *T. migricus* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *F. graminearum* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları kontrol grupları ile kıyaslandığında; özellikle *T. canoviridis*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. pubescens* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağlarının aynı grupta yer aldıkları kontrol grupları ve diğer yağlarla istatistiki olarak birbirinden farklı oldukları ve kullanılan ticari fungusitten daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

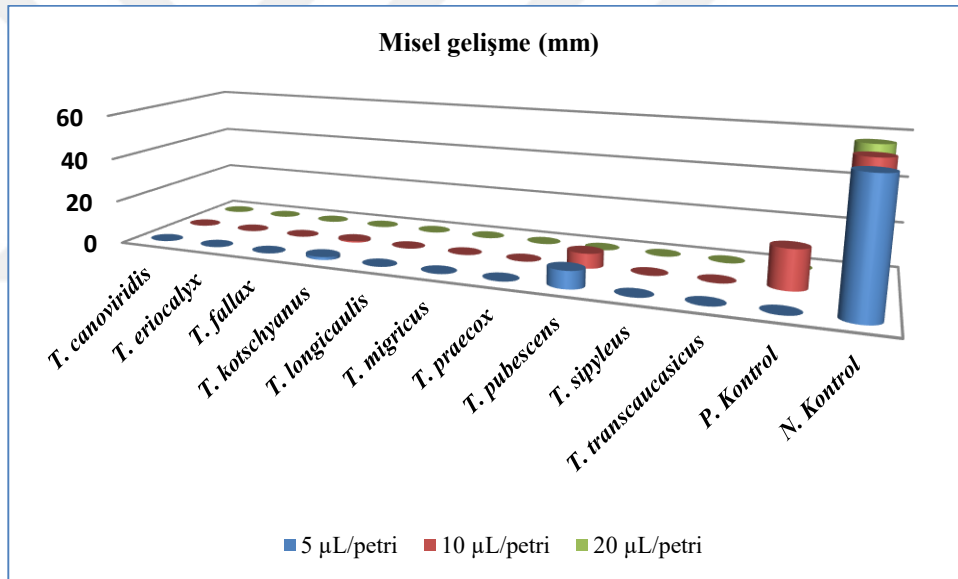
4.5.4. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Fusarium moniliforme* J. Sheld Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Thymus uçucu yağlarının *Fusarium moniliforme* fungusu üzerindeki engelleme oranları %88,2-100 aralıklarında belirlenmiştir. Uygulanan tüm konsantrasyonlarda en fazla fungitoksik etki 20 µL/petri'lik konsantrasyonda görülmüş ve *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. praecox*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağlarının %100 engelleme oranına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu yağları sırasıyla aynı misel çapı ve aynı engelleme oranı ile *T. kotschyanus* ve *T. pubescens* yağlarının 20 µL/petri'lik konsantrasyonları izlemiştir. Aynı zamanda *T. kotschyanus* ve *T. pubescens* yağlarının 5 ve 10 µL/petri'lik konsantrasyonlarında *F. moniliforme* fungusunun misel gelişimi üzerinde %86,1-98,8 aralıklarında engelleme yaptıkları belirlenmiştir. Uçucu yağların aktiviteleri kendi aralarında kıyaslandığında en az fungitoksik etki *T. kotschyanus* ve *T. pubescens* uçucu yağlarının 5 ve 10 µL/petri'lik konsantrasyonlarında görülmüş ve bu yağların misel gelişim çapları negatif kontrol ile mukayese edildiğinde 0,66-7,86 mm çapında oldukları, pozitif kontrol ile karşılaştırıldıklarında ise %88,2-98,8 aralıklarında engelleme oranına sahip oldukları görülmüştür. *Thymus* uçucu yağlarının artan konsantrasyonlarında *F. moniliforme* fungusundaki misel gelişim çaplarının (mm) azaldığı ve fungus engelleme yüzdelerinin ise arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.14) (Şekil 4.56).

Çizelge 4.14. *Thymus* uçucu yağlarının *F. moniliforme* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. kotschyanus</i>	1,33 ± 0,33 a	97,6	0,66 ± 0,33 a	98,8	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. pubescens</i>	7,86 ± 0,46 c	86,1	6,66 ± 0,29 b	88,2	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f
<i>T. transcasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	17,7 ± 1,48 d	68,7	56,7 ± 1,50 f

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$)



Şekil 4.56. *Thymus* uçucu yağlarının *F. moniliforme* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.57. *T. eriocalyx* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *F. moniliforme* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının antifungal etki sonuçları kontrol grupları ile karşılaştırıldığında; *T. pubescens* haricinde diğer uçucu yağların aynı grupta yer aldıkları istatistiki açıdan birbirinden farklı ve önemli oldukları kullanılan ticari fungusitten daha yüksek antifungal etki gösterdikleri tespit edilmiştir.

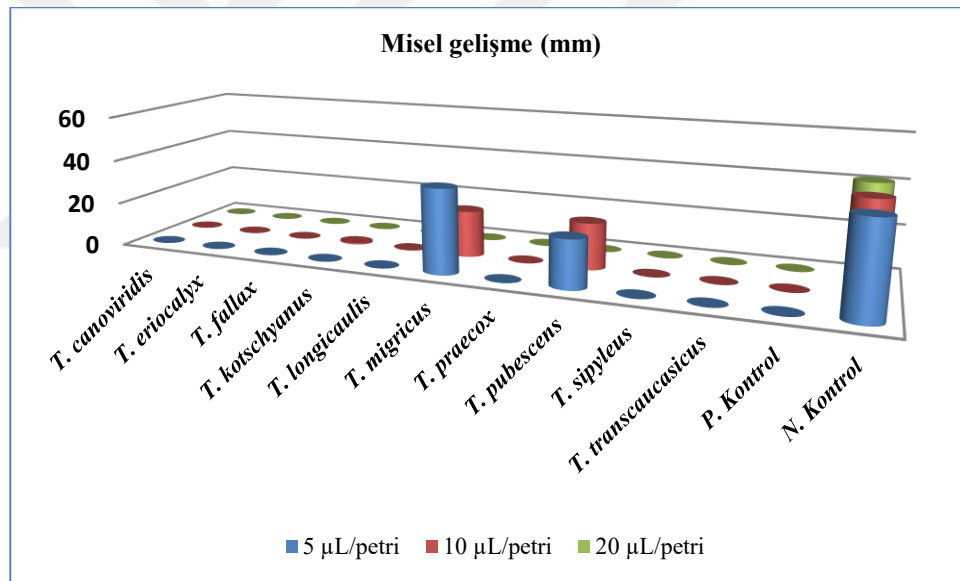
4.5.5. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Fusarium oxysporum* Schlecht Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.58'de görüleceği gibi *Fusarium oxysporum* fungusu üzerine en fazla fungitoksik etkiyi 5, 10 ve 20 µL/petri olarak uygulanan tüm konsantrasyonlarda %100 engelleme oranı ile *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. praecox*, *T. sipyleus* ve *T. transcausicus* uçucu yağları gösterirken, bu yağları sırasıyla aynı misel çapı ve aynı engelleme oranı ile *T. migricus* ve *T. pubescens* yağlarının 20 µL/petri'lik konsantrasyonları izlemiştir. Aynı zamanda *T. migricus* yağının 5 ve 10 µL/petri'lik konsantrasyonlarında da sırasıyla %8,97 ve %49,3 oranlarında engelleme gözükürken, *T. pubescens* yağında ise %47,4 ve %49,6 oranlarında engelleme olduğu kayıt edilmiştir.

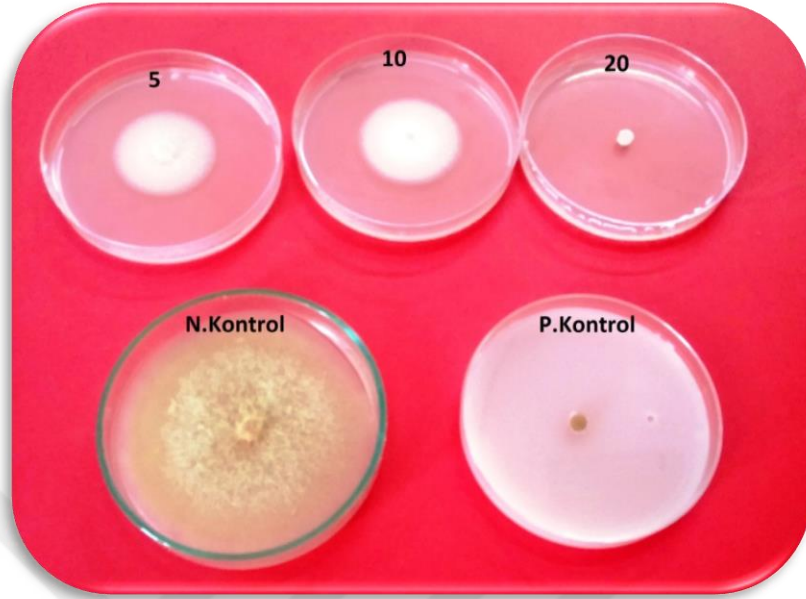
Çizelge 4.15. *Thymus* uçucu yağlarının *F. oxysporum* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. migricus</i>	37,9 ± 0,49 c	8,67	21,0 ± 10,5 b	49,3	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. pubescens</i>	21,8 ± 0,46 b	47,4	20,9 ± 0,08 b	49,6	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	41,5 ± 0,60 c

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.58. *Thymus* uçucu yağlarının *F. oxysporum* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.59. *T. pubescens* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *F. oxysporum* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Genel olarak uçucu yağlar kendi aralarında kıyaslandığında en az fungitoksik etki *T. migricus* ve *T. pubescens* uçucu yağlarının 5 ve 10 µL/petri'lik konsantrasyonlarında görülmüş ve bu yağların misel gelişim çaplarının 20,9-37,9 mm arasında olduğu belirlenmiştir. Pozitif kontrol ile karşılaştırıldıklarında uçucu yağların daha fazla gelişim çapına ve daha az engelleme yüzdesine sahip oldukları görülmüştür. Bu uygulamada ticari preparat Captan'ın antifungal etkinliğinin *T. migricus* ve *T. pubescens* uçucu yağlarından daha fazla olduğu görülmüştür. *Thymus* uçucu yağlarının artan konsantrasyonlarında *F. oxysporum* fungusundaki misel gelişim çaplarının azaldığı ve fungus engelleme yüzdelерinin ise arttığı belirlenmiştir. *Thymus* uçucu yağlarının antifungal etkinlikleri kontrol grupları ile karşılaştırıldığında; *T. pubescens* ve *T. migricus* uçucu yağı haricinde diğer uçucu yağların aynı grupta yer aldıkları kontrol grupları ve diğer yağlarla istatistiki olarak birbirinden farklı oldukları ve kullanılan pozitif kontrolden daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

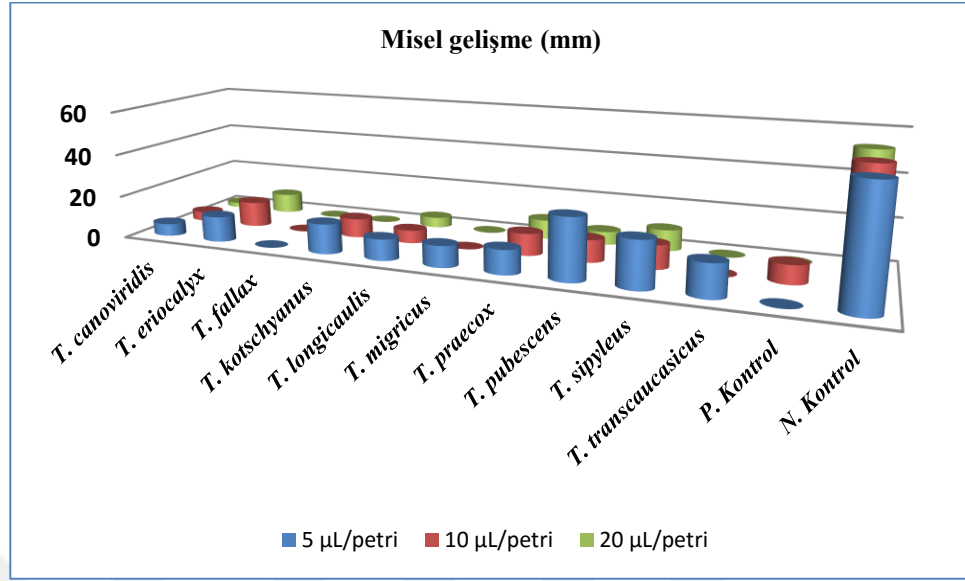
4.5.6. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Fusarium sambucinum* Fuckel Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Araştırmada kullanılan *Thymus* uçucu yağları içerisinde *Fusarium sambucinum* fungusu üzerine en fazla fungitoksik etkiyi tüm konsantrasyonlarda %100 engelleme oranı ile *T. fallax* uçucu yağı gösterirken, bu yağı sırasıyla aynı misel çapı ve aynı engelleme oranı ile *T. migricus* yağının 10 ve 20 µL/petri, *T. kotschyanus* ve *T. transcaucasicus* yağlarının ise 20 µL/petri'lik konsantrasyonları izlemiştir. *Thymus* uçucu yağlarının 5 µL/petri gibi çok düşük konsantrasyonunda bile *F. sambucinum* miselleri üzerinde 5,76-28,4 mm gelişme ve %46,5-89,1 engelleme oluşturdıkları; 10 µL/petri'lik orta konsantrasyonda 4,36-11,8 mm büyüme ve %77,7-91,7 engelleme yaptıkları; 20 µL/petri'lik yüksek konsantrasyonda ise 2,20-9,80 mm misel gelişmesi ve %81,5-95,8 oranlarında engelleme yaptıkları belirlenmiştir. *Thymus* uçucu yağlarının artan konsantrasyonlarında *F. sambucinum* fungusundaki misel gelişim çaplarının azaldığı ve fungus engelleme yüzdelerinin ise arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.16) (Şekil 4.60). Uçucu yağların 20 µL/petri'likteki konsantrasyonlarının antifungal etkilerine bakıldığında; *T. fallax* = *T. kotschyanus* = *T. migricus* = *T. transcaucasicus* > *T. canoviridis* > *T. longicaulis* > *T. pubescens* > *T. praecox* > *T. eriocalyx* > *T. sipyleus* ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *F. sambucinum* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	5,76 ± 1,33 c	89,1	4,36 ± 1,63 bc	91,7	2,20 ± 0,11 ab	95,8	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. eriocalyx</i>	11,9 ± 0,36 fg	77,5	11,8 ± 0,37 fg	77,7	9,10 ± 0,28 ef	82,8	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. kotschyanus</i>	14,0 ± 2,53 gh	73,6	8,90 ± 0,45 def	83,2	0,0 ± 0,0 a	100	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. longicaulis</i>	9,90 ± 2,07 ef	81,3	6,03 ± 0,42 cd	88,6	4,83 ± 0,49 bc	90,9	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. migricus</i>	9,96 ± 0,61 ef	81,2	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. praecox</i>	11,3 ± 0,28 efg	78,7	10,3 ± 0,92 ef	80,6	8,90 ± 0,15 def	83,2	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. pubescens</i>	28,4 ± 2,05 j	46,5	10,4 ± 1,31 ef	80,4	6,13 ± 0,03 cd	88,4	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. sipyleus</i>	21,7 ± 0,41 i	59,1	11,1 ± 0,54 ef	79	9,80 ± 0,11 ef	81,5	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k
<i>T. transcaucasicus</i>	15,2 ± 2,00 h	71,3	9,46 ± 0,39 ef	82,1	0,0 ± 0,0 a	100	8,63 ± 0,29 de	83,7	53,1 ± 0,52 k

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.60. *Thymus* uçucu yağlarının *F. sambucinum* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.61. *T. pubescens* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *F. sambucinum* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları pozitif kontrol ve negatif kontrol grubu ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında; *Thymus* uçucu yağlarının farklı grupta yer aldıkları ve istatistiki açıdan birbirinden farklı oldukları, kullanılan ticari fungusitten daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

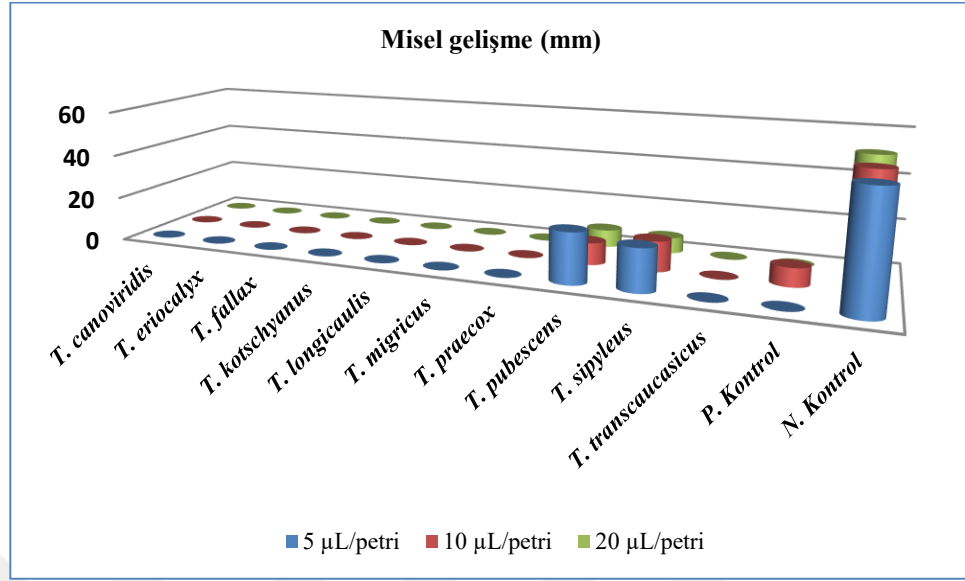
4.5.7. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Fusarium semitectum* Berk. & Ravenel. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Fusarium semitectum fungusu üzerine en fazla fungitoksik etkiyi tüm konsantrasyonlarda %100 engelleme oranı ile *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. migricus*, *T. praecox* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağları göstermiş ve fungusun gelişmesini tamamen engellemişlerdir. Bu yağlardan sonra *T. pubescens* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının etki oranları diğer yağlara göre azalmış ama 5 µL/petri gibi çok düşük konsantrasyonda bile *F. semitectum* miselleri üzerinde 18,9-22,5 mm büyüme ve %55,8-62,9 arasında engelleme, 10 µL/petri'lik orta konsantrasyonda 9,76-13,5 mm gelişme ve %73,5-80,8 engelleme; 20 µL/petri'lik yüksek konsantrasyonda ise 6,96-7,70 mm misel gelişimi ve %84,9-86,3 arasında engelleme yaptıkları belirlenmiştir. *T. pubescens* ve *T. sipyleus* uçucu yağları haricinde diğer yağların antifungal etki oranlarının pozitif kontrolden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17) (Şekil 4.62).

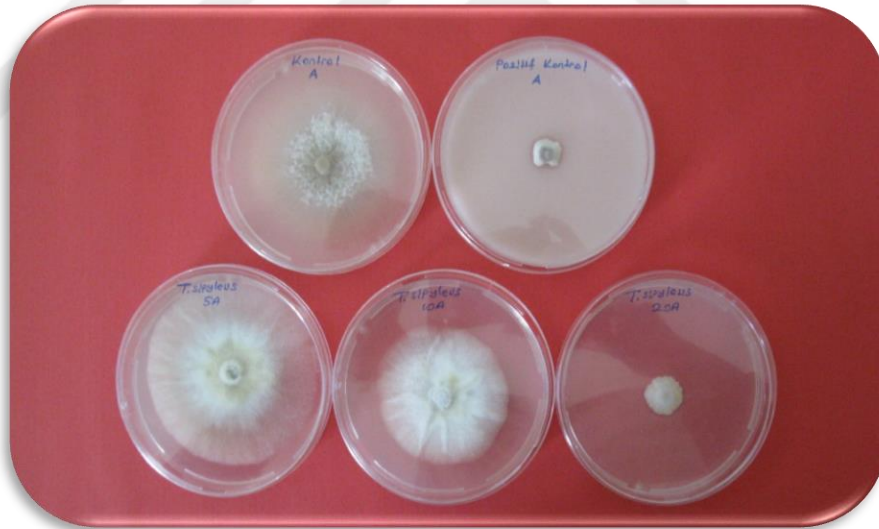
Çizelge 4.17. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *F. semitectum* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. pubescens</i>	22,5 ± 1,15 f	55,8	9,76 ± 0,74 c	80,8	7,70 ± 1,17 b	84,9	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. sipyleus</i>	18,9 ± 1,33 e	62,9	13,5 ± 0,72 d	73,5	6,96 ± 0,20 b	86,3	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,26 ± 0,63 b	83,8	51,0 ± 1,25 g

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.62. *Thymus* uçucu yağlarının *F. semitectum* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.63. *T. sipyleus* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *F. semitectum* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları kontrol grupları ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında ise; *T. pubescens* ve *T. sipyleus* yağı haricinde diğer uçucu yağların aynı grupta yer aldıkları istatistiki olarak birbirinden farklı oldukları tespit edilmiştir.

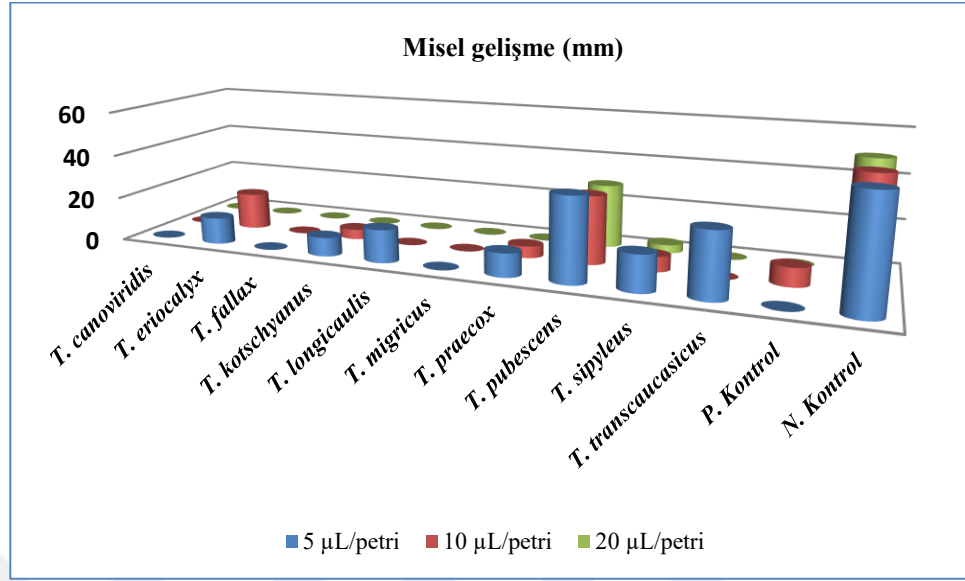
4.5.8. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Fusarium solani* (Mart.) Sacc Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Çizelge 4.18 ve Şekil 4.64'te verildiği üzere; *T. canoviridis*, *T. fallax* ve *T. migricus* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonları %100 engelleme oranı ile *F. solani* fungusu üzerinde en fazla fungitoksik etkiyi gösteren uçucu yağlar olmuş ve bunları takiben aynı oranlarda *T. longicaulis* ve *T. transcaucasicus*'un 10 ve 20 µL/petri ve *T. praecox*'un ise 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının patojenin misel gelişimini tamamen durdurucu etki yaptıkları görülmüştür. Bu %100'lük engelleme oranından sonra *T. eriocalyx*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. praecox*, *T. pubescens*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağlarının etki oranları diğer yağlara göre azalmış ama 5 µL/petri gibi çok düşük konsantrasyonda bile *F. solani* miselleri üzerinde 8,5-37,6 mm büyüme ve %24-82,8 arasında engelleme, 10 µL/petri'lik orta konsantrasyonda 4,50-30,6 mm gelişme ve %38,1-89,2 engelleme; 20 µL/petri'lik yüksek konsantrasyonda ise 3,66-28,6 mm büyüme ve %42,2-92,6 arasında engelleme yaptıkları belirlenmiştir.

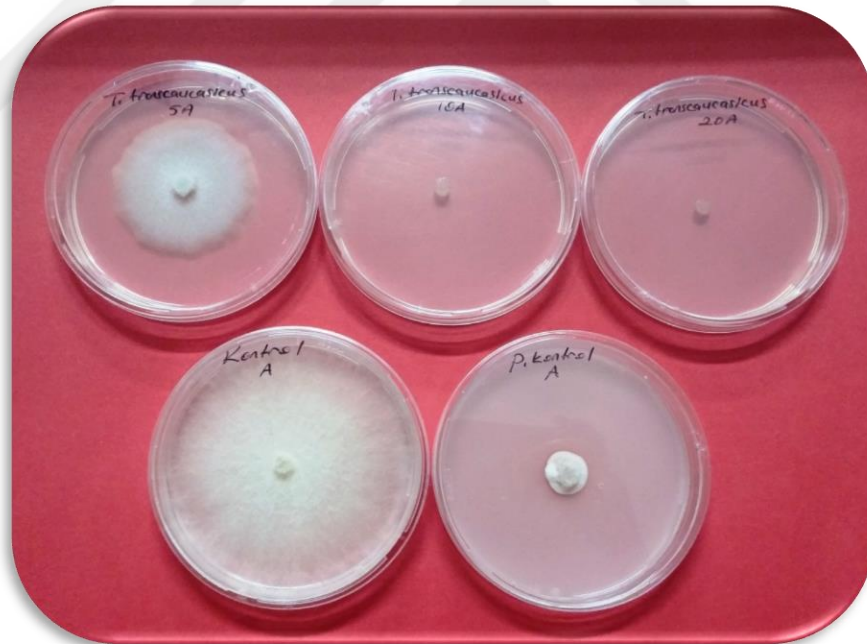
Çizelge 4.18. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *F. solani* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. eriocalyx</i>	12,0 ± 1,04 ef	75,7	16,6 ± 1,22 g	66,4	0,0 ± 0,0 a	100	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. kotschyanus</i>	8,50 ± 2,23 cd	82,8	4,50 ± 0,28 b	90,9	0,0 ± 0,0 a	100	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. longicaulis</i>	14,9 ± 0,56 fg	69,8	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. praecox</i>	10,6 ± 2,27 de	78,5	5,33 ± 1,58 bc	89,2	0,0 ± 0,0 a	100	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. pubescens</i>	37,6 ± 2,23 j	24,0	30,6 ± 0,87 h	38,1	28,6 ± 1,75 h	42,2	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. sipyleus</i>	16,3 ± 1,31 g	67,0	6,76 ± 0,14 bc	86,3	3,66 ± 0,33 ab	92,6	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k
<i>T. transcaucasicus</i>	29,1 ± 3,61 h	41,2	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	8,43 ± 0,20 cd	82,9	49,5 ± 0,11 k

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.64. *Thymus* uçucu yağlarının *F. solani* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.65. *T. transcaucasicus* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *F. solani* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının en yüksek konsantrasyonunun (20 µL/petri) antifungal etki oranları arasında; *T. canoviridis* = *T. eriocalyx* = *T. fallax* = *T. kotschyanus* = *T. longicaulis* = *T. migricus* = *T. praecox* = *T. transcaucasicus* > *T. pubescens* > *T.*

sipyleus olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağların misel gelişim çapları ve % engelleme oranları kontrol grupları ile istatistiksel açıdan karşılaştırıldığında ise; *T. canoviridis*, *T. fallax* ve *T. migricus* yağlarının aynı grupta yer aldıkları, diğer uçucu yağların ise farklı grupta yer alıp kontrol grupları ve diğer yağlarla istatistiki olarak birbirinden farklı oldukları, kullanılan ticari fungusitten daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

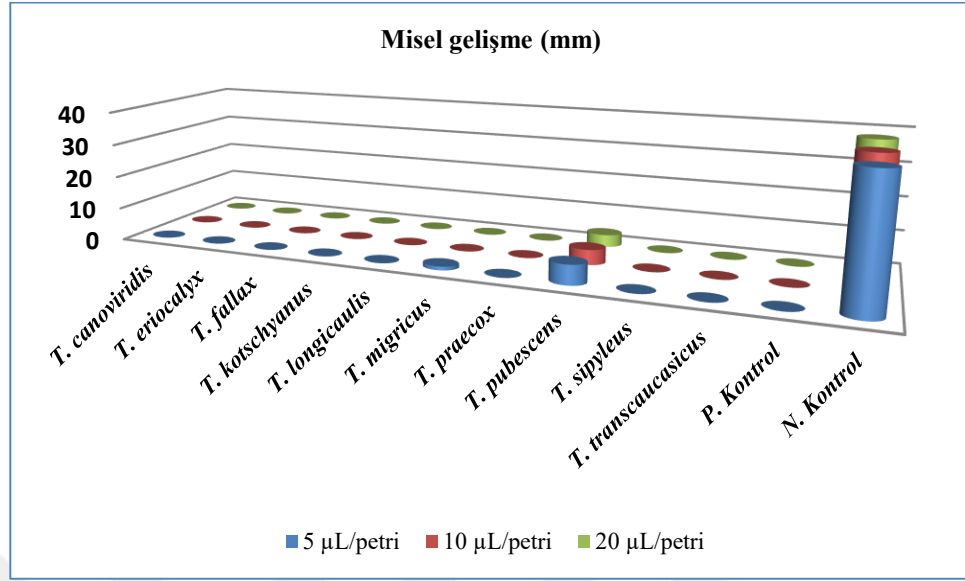
4.5.9. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Fusarium verticillioides fungusu üzerinde en az engelleme oranı %88,2-97,1 ile *T. migricus* ve *T. pubescens* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarında görülürken; en fazla fungitoksik etki aynı konsantrasyonlarda %100 engelleme oranı ile *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. praecox*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağlarında tespit edilmiştir. Aynı engelleme oranını *T. migricus* yağının 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonları izlemiş ve bu uçucu yağlar fungusun misel gelişimini tamamen durdurmuşlardır. *T. migricus* uçucu yağının 5 µL/petri gibi çok düşük konsantrasyonunda bile %97,1 oranında engelleme gerçekleştiği belirlenmiştir. *Thymus* türleri uçucu yağları içerisinde *T. pubescens*'in *F. verticillioides* fungusuna karşı direnci daha az bulunmuş diğer yağlara kıyasla %88,2-90,4 engelleme yüzdesine sahip olduğu ve uçucu yağ konsantrasyonu arttıkça misel gelişim çapının azaldığı % engelleme oranlarının ise arttığı kaydedilmiştir (Çizelge 4.19) (Şekil 4.66).

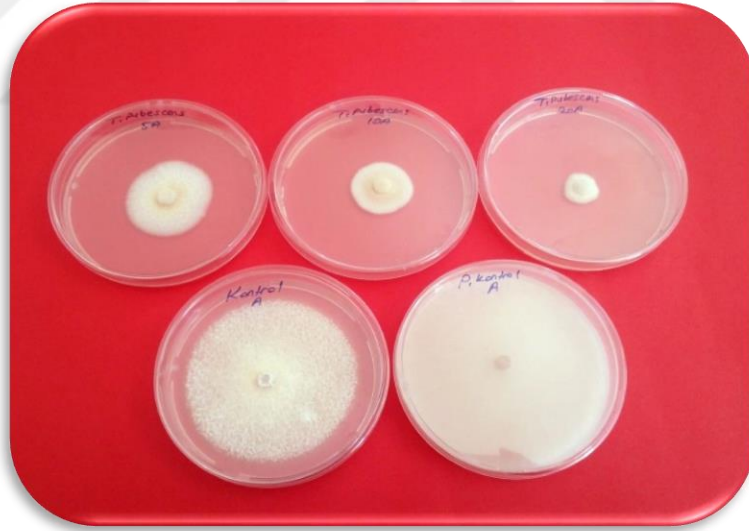
Çizelge 4.19. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *F. verticillioide*s fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. migricus</i>	1,10 ± 0,05 b	97,1	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. pubescens</i>	5,96 ± 0,33 c	84,3	4,50 ± 0,57 d	88,2	3,66 ± 0,66 c	90,4	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	38,2 ± 0,98 f

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.66. *Thymus* uçucu yağlarının *F. verticilloides* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.67. *T. pubescens* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *F. verticilloides* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları pozitif kontrol ve negatif kontrol grubu ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında; *T. migricus* ve *T. pubescens* yağları haricinde diğer tüm yağların aynı grupta yer aldıkları, kontrol grupları ve diğer yağlarla istatistiki olarak birbirinden farklı oldukları ve kullanılan ticari fungusitten daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

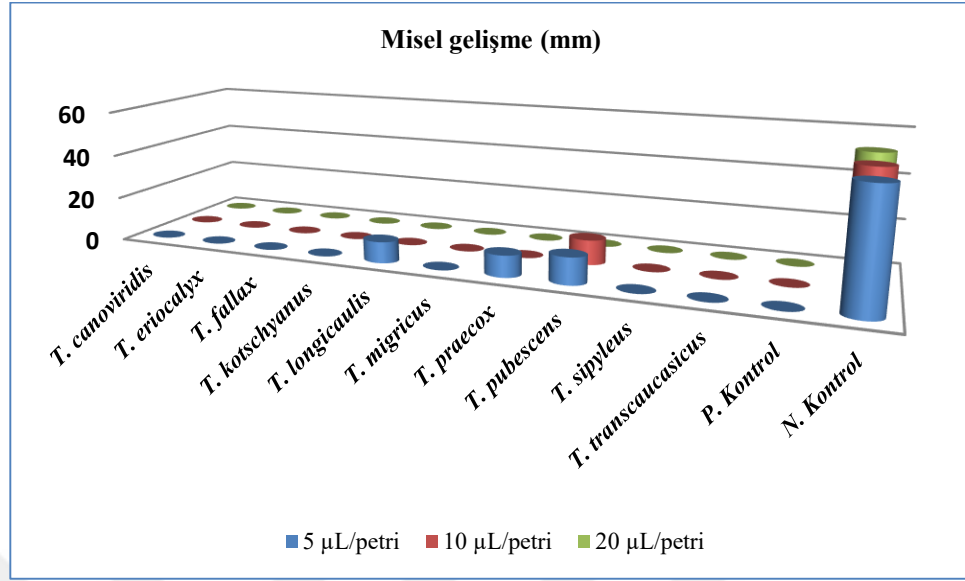
4.5.10. *Thymus* Türleri Uçucu Yağlarının *Phytophthora capsici* L. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Phytophthora capsici fungusu üzerine *Thymus* uçucu yağlarının antifungal etkileri %76,8-100 değişen oranlarda bulunmuştur. En fazla fungitoksik etkiyi 5, 10 ve 20 µL/petri olarak uygulanan tüm konsantrasyonlarda %100 engelleme oranı ile *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. migricus*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağları göstermiş bu yağları aynı misel gelişimi ve aynı engelleme oranı ile *T. longicaulis* ve *T. praecox* yağlarının 10 ve 20 µL/petri'lik, *T. pubescens* yağının ise 20 µL/petri'lik konsantrasyonları izlemiş ve bu yağlar fungusun misel gelişimini tamamen durdurmuşlardır. *T. praecox* ve *T. longicaulis* uçucu yağlarının 5 µL/petri gibi çok düşük konsantrasyonunda bile %81,3 ve %81,6 engelleme yaptıkları görülmüştür. *T. pubescens*'in 5 ve 10 µL/petri'lik konsantrasyonlarında ise sırasıyla %76,8 ve %78,8 oranında engelleme oranına sahip oldukları belirlenmiştir. *Thymus* türleri uçucu yağlarının uygulama konsantrasyonları arttıkça fungusların misel gelişim çapının azaldığı % engelleme oranlarının ise arttığı kaydedilmiştir (Çizelge 4.20) (Şekil 4.68).

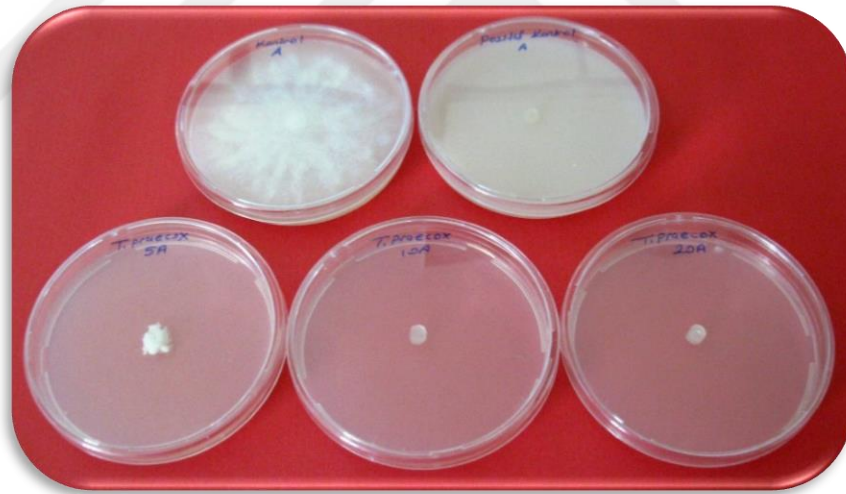
Çizelge 4.20. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *P. capsici* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. longicaulis</i>	9,50 ± 0,30 b	81,6	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. praecox</i>	9,66 ± 0,81 b	81,3	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. pubescens</i>	12,0 ± 0,73 d	76,8	11,0 ± 1,21 c	78,8	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,9 ± 0,98 e

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.68. *Thymus* uçucu yağlarının *P. capsici* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.69. *T. praecox* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *P. capsici* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları kontrol grupları ile karşılaştırıldığında; *T. longicaulis*, *T. praecox* ve *T. pubescens* yağları haricinde diğer tüm yağların pozitif kontrol ile aynı grupta yer aldıkları, negatif kontrol ve diğer yağlarla istatistiki olarak birbirinden farklı oldukları ve kullanılan ticari fungusitten daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

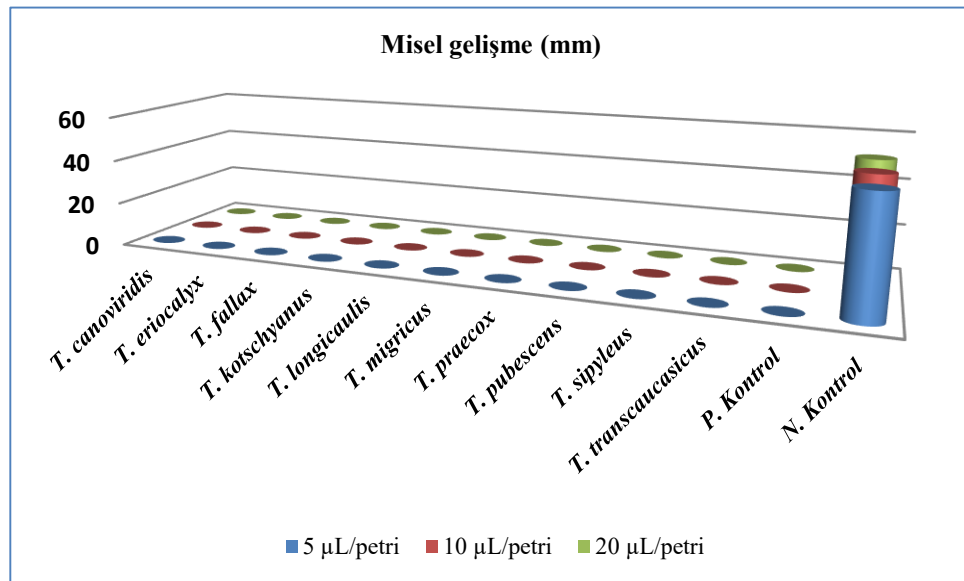
4.5.11. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Pythium debaryanum* Auct. non R. Hesse. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Çizelge 4.21 ve Şekil 4.70’te görüleceği gibi *Pythium debaryanum* fungusu üzerine *Thymus* uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 µL/petri olarak uygulanan tüm konsantrasyonları %100 engelleme oranı ile yüksek oranda fungitoksik özellik göstermişler pozitif kontrol ile engelleme oranına sahip oldukları görülmüş ve bu yağların fungusun misel gelişimini tamamen durdurduğu belirlenmiştir.

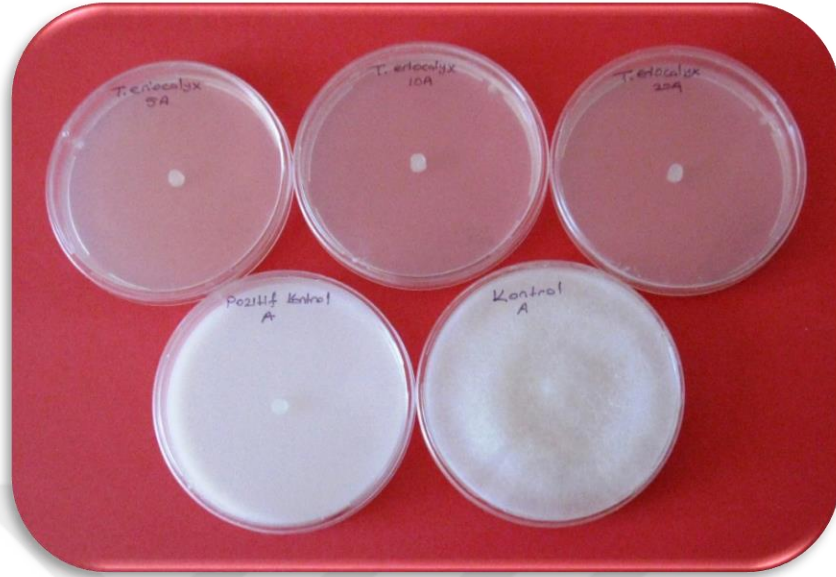
Çizelge 4.21. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *P. debaryanum* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. pubescens</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	51,0 ± 0,54 b

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$)



Şekil 4.70. *Thymus* uçucu yağlarının *P. debaryanum* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.71. *T. eriocalyx* uçucu yağının 5, 10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının *P. debaryanum* fungusu üzerindeki antifungal etkilerinin kontrol grupları ile karşılaştırılması

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları kontrol grupları ile karşılaştırıldığında; test edilen tüm *Thymus* türleri uçucu yağlarının pozitif kontrol ile aynı grupta yer aldıkları ve istatistiki olarak birbirinden farklı olmadıkları fakat negatif kontrol ile farklı grupta yer alıp ve istatistiki olarak birbirinden farklı oldukları, kullanılan ticari fungusit ile eşdeğer antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. *Thymus* uçucu yağlarının Captan ile aynı etki oranlarına sahip olması ileride *P. debaryanum*'un kontrolünde kimyasallar yerine bu yağların tek yada kombineli olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

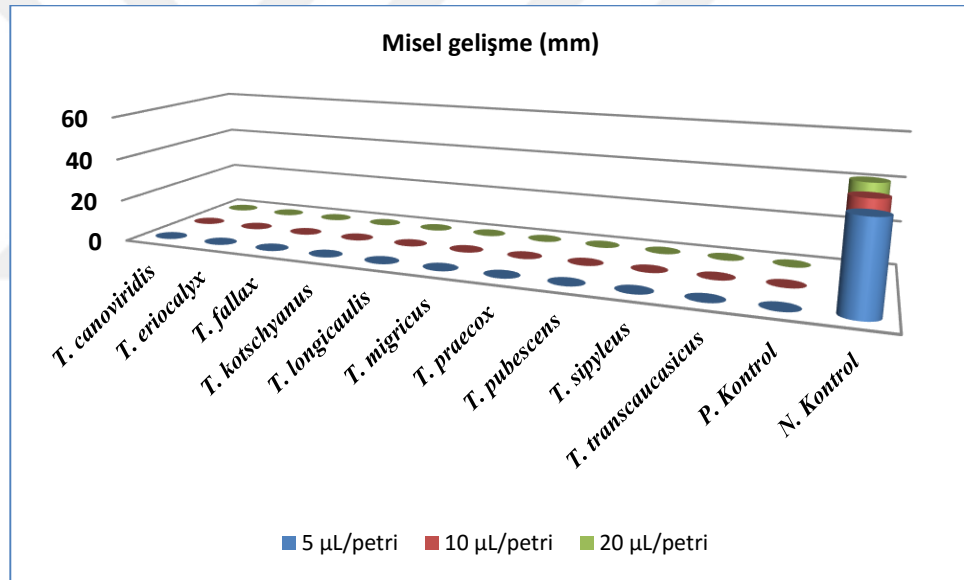
4.5.12. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Rhizoctonia solani* Kühn. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Thymus uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 μ L/petri olarak uygulanan tüm konsantrasyonları *Rhizoctonia solani* fungusu üzerinde %100 engelleme oranı ile yüksek oranda antifungal özellik göstermişler pozitif kontrol ile aynı misel gelişim ve aynı engelleme oranına sahip oldukları görülmüş ve bu yağların patojenin misel gelişimini tamamen durdurdıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.22) (Şekil 4.72).

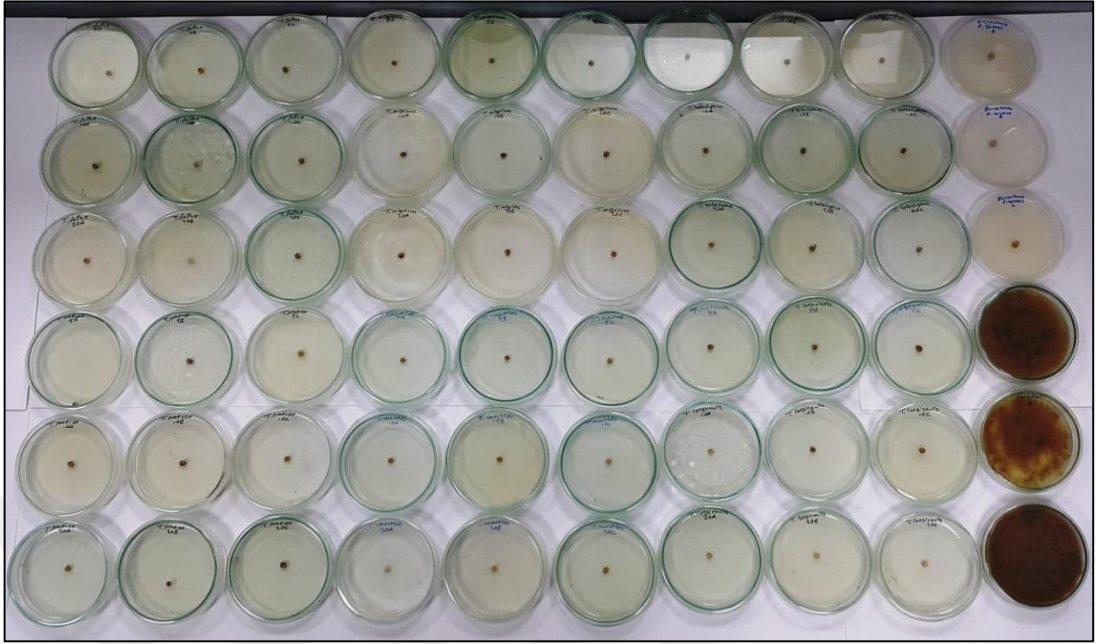
Çizelge 4.22. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *R. solani* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. pubescens</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	40,8 ± 1,20 b

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$)



Şekil 4.72. *Thymus* uçucu yağlarının *R. solani* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.73. *Thymus* türleri uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarının *R. solani* fungusu üzerindeki antifungal etkileri

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları kontrol grupları ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında; test edilen tüm *Thymus* türleri uçucu yağlarının pozitif kontrol ile aynı grupta yer alıp birbirinden farklı olmadıkları ve kullanılan ticari fungusit ile eşdeğer antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

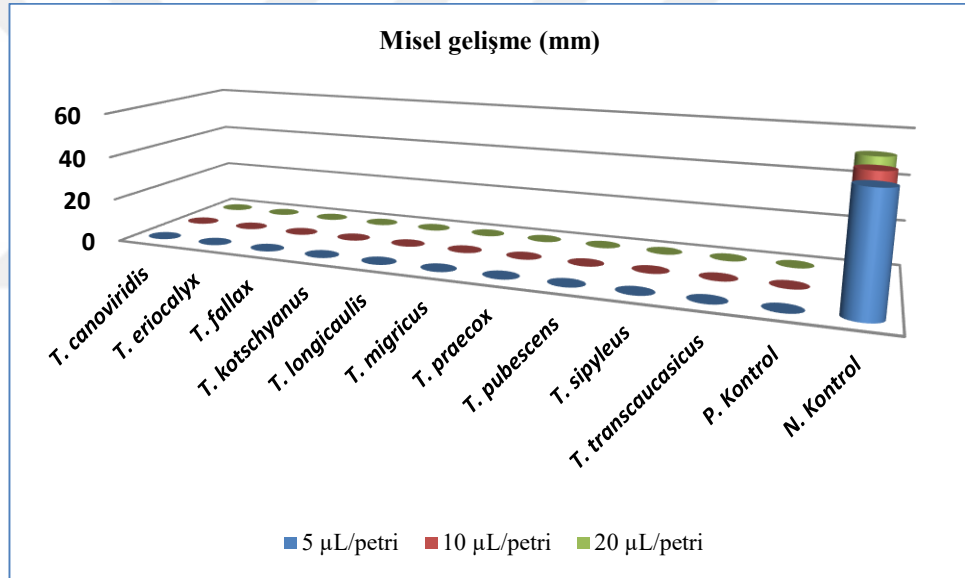
4.5.13. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Sclerotium rolfsii* Sacc. Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

Sclerotium rolfsii fungusu üzerine *Thymus* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarının antifungal engelleme oranları %100 olarak bulunmuş, pozitif kontrol (Captan) ile aynı engelleme oranına sahip oldukları görülmüş ve bu yağların fungusun misel gelişimini tamamen durdurduğu belirlenmiştir. *Thymus* uçucu yağlarının 5 µL/petri'lik düşük konsantrasyonunda dahi fungusun gelişimini baskıladıkları ve misel büyümesini durdurdukları görülmektedir (Çizelge 4.23) (Şekil 4.74).

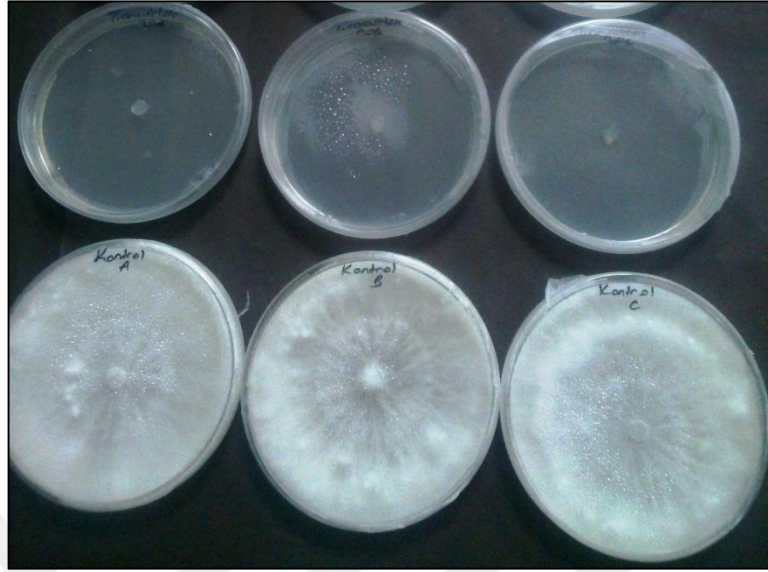
Çizelge 4.23. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *S. rolfsii* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. pubescens</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b
<i>T. transcasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	50,8 ± 0,40 b

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$)



Şekil 4.74. *Thymus* uçucu yağlarının *S. rolfsii* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.75. *T. canoviridis* uçucu yağının 20 µL/petri'lik konsantrasyonunun *S. rolfsii* fungusu üzerindeki antifungal etki denemeleri

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme kontrol grupları ile karşılaştırıldığında; test edilen tüm *Thymus* türleri uçucu yağlarının pozitif kontrol ile aynı grupta yer aldıkları istatistiki olarak birbirinden farklı olmadıkları fakat negatif kontrol ile farklı grupta yer alıp istatistiki olarak birbirinden farklı ve anlamlı oldukları kullanılan ticari fungusit ile eşdeğer antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

4.5.14. *Thymus* Uçucu Yağlarının *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary Fungusuna Karşı Laboratuvar Koşullarında Antifungal Etkileri

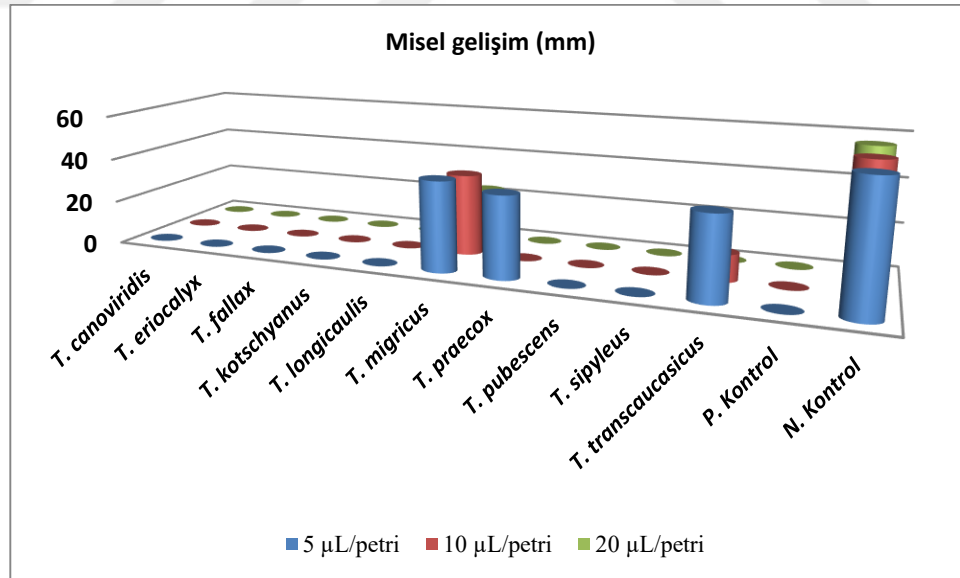
Sclerotinia sclerotiorum fungusu üzerine en fazla fungitoksik etkiyi uygulanan tüm konsantrasyonlarda %100 engelleme oranı ile *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. pubescens* ve *T. sipyleus* uçucu yağları göstermiş ve aynı engelleme oranı ile *T. praecox* uçucu yağının 10 ve 20 µL/petri'lik *T. transcaucasicus* yağının ise 20 µL/petri'lik konsantrasyonu izlemiş ve bu yağlar fungusun misel gelişimini tamamen durdurmuşlardır. *Thymus* türleri uçucu yağları içerisinde diğer yağlara oranla *T. migricus* uçucu yağının tüm konsantrasyonlarında %28,3-58,7 arasında; *T. praecox*'un 5 µL/petri'lik konsantrasyonunda %34,6 ve *T.*

transcaucasicus'un 5 ve 10 µL/petri'lik konsantrasyonlarında ise sırasıyla %34,1 ve %78,5 oranlarında engelleme olduğu kaydedilmiştir. Uçucu yağlarda uygulama konsantrasyonları arttıkça misel gelişim çapının azaldığı % engelleme oranlarının ise arttığı kaydedilmiştir (Çizelge 4.24) (Şekil 4.76).

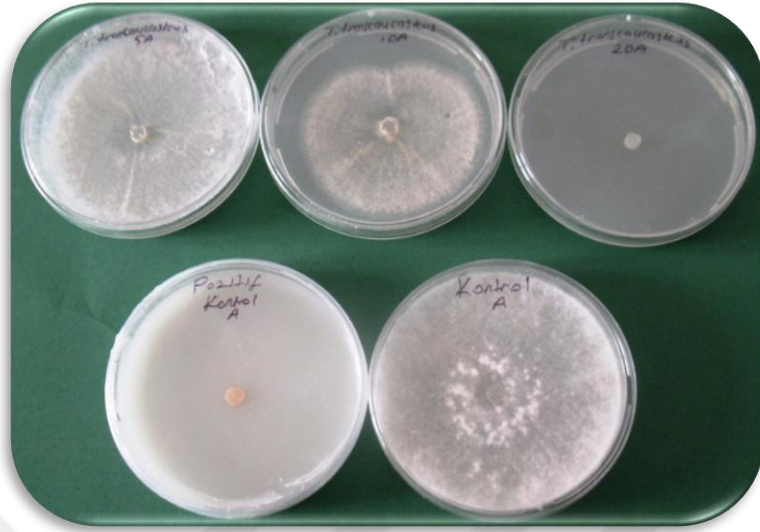
Çizelge 4.24. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *S. sclerotiorum* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. migricus</i>	40,4 ± 3,42 e	28,3	36,6 ± 3,04 d	34,8	23,2 ± 1,39 c	58,7	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. praecox</i>	36,8 ± 2,88 de	34,6	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. pubescens</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f
<i>T. transcaucasicus</i>	37,1 ± 0,75 d	34,1	12,1 ± 1,28 b	78,5	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	56,3 ± 4,79 f

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05)



Şekil 4.76. *Thymus* uçucu yağlarının *S. sclerotiorum* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.77. *T. transcaucasicus* uçucu yağının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *S. sclerotiorum* fungusu üzerindeki antifungal etkileri

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları kontrol grupları ile karşılaştırıldığında; *T. migricus*, *T. praecox* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağları haricinde diğer yağların pozitif kontrol ile aynı grupta yer aldıkları istatistiki olarak önemli ve birbirinden farklı olmadıkları kullanılan ticari fungusit ile eşdeğer antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

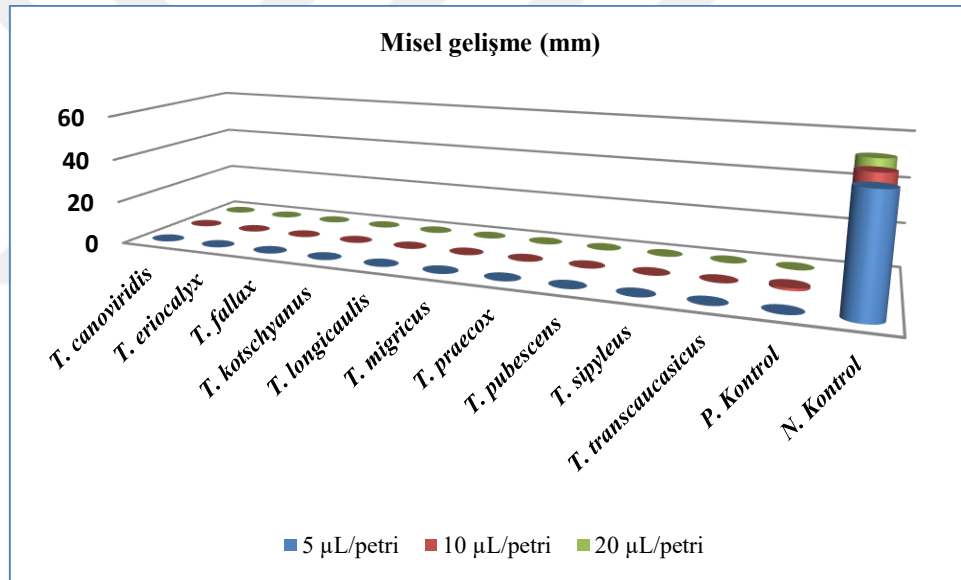
4.5.15. *Thymus* Türleri Uçucu Yağlarının *Verticillium dahliae* Kleb. Fungusuna Karşı In-vitro Koşullarda Antifungal Etkileri

Thymus türleri uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 µL/petri olarak uygulanan tüm konsantrasyonları *Verticillium dahliae* fungusu üzerinde %100 engelleme oranı ile yüksek oranda antifungal etki göstermişler ve bu yağların fungusun misel gelişimlerini tamamen durdurduğu belirlenmiştir. Pozitif kontrolde %97 oranında engelleme olduğu görülmüş ve *Thymus* uçucu yağlarının antifungal etki oranlarının pozitif kontrolden daha iyi olduğu görülmüştür (Çizelge 4.25) (Şekil 4.78).

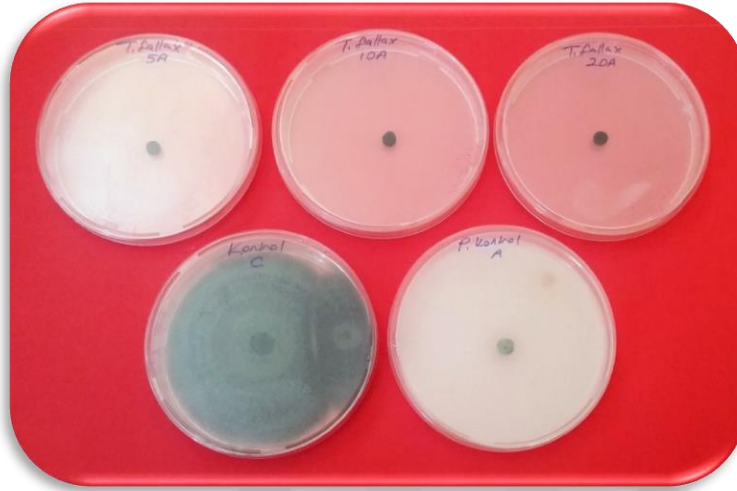
Çizelge 4.25. *Thymus* türlerinden elde edilen uçucu yağların *V. dahliae* fungusuna karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağlar	5 µL/petri		10 µL/petri		20 µL/petri		P. Kontrol (10 µL/petri)		N. Kontrol
	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)	Engelleme (%)	Gelişme (mm)
<i>T. canoviridis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. eriocalyx</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. fallax</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. kotschyanus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. longicaulis</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. migricus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. praecox</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. pubescens</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. sipyleus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c
<i>T. transcaucasicus</i>	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	0,0 ± 0,0 a	100	1,16 ± 1,16 b	97,7	51,2 ± 1,13 c

*Her bir sütunda yer alan farklı harfleri içeren ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$)



Şekil 4.78. *Thymus* uçucu yağlarının *V. dahliae* fungusu üzerindeki misel gelişimleri



Şekil 4.79. *Thymus* uçucu yağlarının 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının *V. dahliae* fungusu üzerindeki antifungal etkileri

Thymus uçucu yağlarının misel gelişim çapları ve % engelleme oranları kontrol grupları ile karşılaştırıldığında; test edilen tüm *Thymus* uçucu yağlarının aynı grupta yer aldıkları istatistiki açıdan birbirinden farklı olmadıkları, pozitif kontrol ile farklı grupta yer alıp istatistiki açıdan birbirinden farklı oldukları ve kullanılan ticari fungusitten daha yüksek antifungal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Thymus uçucu yağlarının bitki patojeni funguslara antifungal etkinlikleri değerlendirildiğinde *T. pubescens* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının 5 µL/petri'lik konsantrasyonları hariç diğer yağların tüm konsantrasyonlarının *A. alternata*'nın misel gelişimini %100 engellediği görülmüştür. *F. equiseti*'nin misel gelişimini ise *T. pubescens* uçucu yağı hariç diğer tüm uçucu yağların tüm konsantrasyonlarının %100 engellendiği belirlenmiştir. *T. canoviridis*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. longicaulis*, *T. pubescens* ve *T. transcaucasicus* bitkilerinin uçucu yağlarının *F. graminearum*'un misel büyümesini %100 engellediği görülürken, en az etkili uçucu yağın %2,3 engelleme oranı ile *T. migricus* yağında olduğu saptanmıştır. *F. moniliforme* patojeninde *T. kotschyanus* ve *T. pubescens* uçucu yağları hariç diğer tüm uçucu yağların misel gelişimini %100 engellediği görülmüştür. *T. migricus* ve *T. pubescens* uçucu yağları *F. oxysporum*'un, *T. fallax* uçucu yağı *F. sambucinum*'un, *T. pubescens* ve *T. sipyleus* uçucu yağları haricinde diğer tüm yağların *F. semitectum*'un misel gelişimini %100

engellediği belirlenmiştir. *F. solani*'nin misel gelişimi *T. canoviridis*, *T. fallax* ve *T. migricus* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarında %100 engellenirken, *F. verticilloides* fungusunda ise misel gelişiminin tamamen engellenmesi *T. migricus* ve *T. pubescens* yağları haricindeki diğer tüm uçucu yağlarda görülmüştür. *T. longicaulis*, *T. praecox* ve *T. pubescens* uçucu yağlarının dışındaki diğer tüm uçucu yağların *P. capsici*'nin misel gelişimini %100 engellediği görülmüştür. Araştırma için kullanılan *Thymus* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarının *P. debaryanum*, *R. solani*, *S. rolfsii* ve *V. dahliae* patojenlerinin misel gelişimlerini %100 engellemeleri ve kimyasal ile aynı veya yakın engelleme oranlarına sahip olmaları sebebiyle hastalıkların mücadelesinde önemli biyopreparat olarak kullanılabilecekleri kanısına varılmıştır. *S. sclerotiorum*'un misel gelişiminde ise *T. migricus*, *T. praecox* ve *T. pubescens* uçucu yağlarının %100 engelleyici etki gösterdiği belirlenmiştir.

Uygulamaların tamamında *Thymus* uçucu yağlarının antifungal etkinliği geçen zamana, fungusun ve uçucu yağın türüne bağlı olarak değişiklik göstermiş, uçucu yağlardaki konsantrasyon artışına bağlı olarak ta misel gelişiminin azaldığı, % engelleme oranlarının ise arttığı belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Ağrı, Bayburt, Bingöl, Erzurum, Erzincan, Gümüşhane, Kars ve Iğdır illerinin farklı lokasyonlarından toplanan *Thymus canoviridis* Jalas., *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas., *Thymus fallax* Fisch. et C.A. Mey., *Thymus kotschyanus* Boiss. et Hohen. var. *glabrescens* Boiss., *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* C. Presl var. *subisophyllus* (Borbas) Jalas., *Thymus migricus* Klokov et Des-Shost., *Thymus praecox* Opiz subsp. *jankae* (Celak) Jalas var. *jankae* Opiz., *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak var. *Crateicola* Jalas., *Thymus transcaucasicus* Ronniger. ve *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *Sipyleus* Boiss. var. *sipyleus* L. bitkilerinin uçucu yağlarının antifungal, herbisidal ve fitotoksik etkileri araştırılmıştır.

Uçucu yağlar, tarım alanlarında ciddi boyutlarda sorunlara neden olan *Amaranthus retroflexus* L., *Convolvulus arvensis* L., *Chenopodium album* L., *Cichorium intybus* L., *Melilotus officinalis* L., *Rumex crispus* L. ve *Thlaspi arvense* L. tohumlarına ve bu yabancı otların çıkış sonrası 3-4 yapraklı dönemlerindeki fidelerine uygulanmıştır. Petri denemelerinde uçucu yağların 5, 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonları, sera saksı denemelerinde ise uçucu yağların 20 µL/saksı'lık konsantrasyonu uygulanmıştır. Uygulanan uçucu yağların tüm konsantrasyonlarının bitkilerin çimlenme, kök ve sürgün gelişimini engelleme yönünden istatistiki açıdan önemli oldukları ve saksı denemelerinde ise çıkış sonrası bitkilerin gelişimlerini önemli ölçüde inhibe ettikleri görülmüştür.

Dünyada ve ülkemizde tarım alanlarında önemli kayıplara neden olan *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc., *Fusarium graminearum* Schwabe., *Fusarium moniliforme* J. Sheld., *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Fusarium sambucinum* Fuckel., *Fusarium semitectum* Berk. & Ravenel., *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg., *Phytophthora capsici* L., *Pythium debaryanum* Auct. non R. Hesse., *Rhizoctonia solani* Kühn., *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary ve *Verticillium dahliae* Kleb. patojenlerine karşı

petri denemelerinde *Thymus* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarının fungusların misel gelişimini istatistiki açıdan önemli derecede durdurucu etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan *Thymus* türleri uçucu yağlarının verimlerinin %0,50-6,85 arasında değiştiği saptanmıştır. Literatür verilerine göre uçucu yağ verimi %0,01 civarında olanlar zayıf, %0,01 ile 1,0 olanlar orta, %1,0 den büyük olanlar ise zengin olarak sınıflandırılmıştır (Yıldız 2004). Bu kritere göre *Thymus* uçucu yağları verim bakımından “zengin” olarak kabul görebilir. *Thymus* uçucu yağ verimlerinin daha önce elde edilen diğer *Thymus* türleri uçucu yağ verimlerine göre (%1-4) paralellik arz ettiği görülmüştür (Başer *et al.* 1996; Azaz *et al.* 2004; Jovanovic Grujic *et al.* 2009).

Çalışmada kullanılan *Thymus* türleri uçucu yağlarının kimyasal profili GC, GC-MS ve RI analizleri ile belirlenmiş, sonuçlar incelendiğinde uçucu yağların büyük kısmının oksijenli monoterpenlerden meydana geldiği belirlenmiştir. *T. pubescens* ve *T. kotschyanus* uçucu yağlarının sırasıyla %67,68’inin ve %64,61’inin oksijenli monoterpenlerden oluştuğu tespit edilmiştir. Uçucu yağlardaki monoterpen hidrokarbonların da yüksek oranda bulunduğu belirlenmiş ve bu oranlar *T. eriocalyx* ve *T. canoviridis* uçucu yağlarında sırasıyla %62,82 ile %55,82 olarak saptanmıştır. Major bileşenler bakımından *T. canoviridis*’in %24,79 γ -terpinene’den; *T. eriocalyx*’in %32,97 *p*-cymene, %25,34 1,8-cineole, %19,15 γ -terpinene’den; *T. fallax*’ın %24,23 *p*-cymene, %22,64 1,8-cineole’den; *T. kotschyanus*’un %59,42 thymol, %12,20 γ -terpinene’den; *T. longicaulis*’in %24,43 1,8-cineole, %17,93 *p*-cymene’den; *T. migricus*’un %20,50 thymol, %14,12 *p*-cymene’den; *T. praecox*’un %42,09 1,8-cineole, %23,59 *p*-cymene’den; *T. pubescens*’in %31,35 1,8-cineole, %23,74 α -terpineol acetate’dan; *T. sipyleus*’un %23,81 *p*-cymene, %16,35 β -caryophyllene’den; *T. transcaucasicus*’un %21,09 β -caryophyllene, %20,48 germacrene D’den oluştuğu tespit edilmiştir. *Thymus* cinsine ait uçucu yağların kimyasal kompozisyonu üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Kizil and Uyar 2006; Pirbalouti *et al.* 2013). Önceki çalışmalarda *Thymus* uçucu yağlarının büyük bir kısmının oksijenli monoterpenlerden oluştuğu, monoterpen hidrokarbonlardan *p*-cymene, γ -terpinene, thymol ve carvacrol’un yağlarda bulunan ana bileşenler olduğu belirtilmektedir (Kokkini *et al.* 1996; Stahl-Biskup 2002).

Çalışmamızda da *Thymus* uçucu yağlarının türüne göre değişmekle birlikte ortak bulunan ana bileşiklerin thymol, *p*-cymene, γ -terpinene, β -caryophyllene ve 1,8-cineole olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca; elde edilen sonuçlara göre *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. praecox* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının "*p*-cymene kemotipine", *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. longicaulis*, *T. praecox* ve *T. pubescens* uçucu yağlarının "1,8-cineole kemotipine", *T. canoviridis*, *T. eriocalyx*, *T. fallax*, *T. kotschyanus*, *T. migricus*, *T. praecox* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının " γ -terpinene kemotipine", *T. migricus* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının "camphor kemotipine", *T. kotschyanus* ve *T. migricus* uçucu yağlarının "thymol kemotipine", *T. longicaulis* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının "carvacrol methyl ether kemotipine", *T. canoviridis*, *T. migricus* ve *T. pubescens* uçucu yağlarının " α -terpineol acetate kemotipine", *T. fallax*, *T. longicaulis*, *T. pubescens*, *T. sipyleus* ve *T. transcaucasicus* uçucu yağlarının " β -caryophyllene kemotipine", *T. longicaulis*, *T. migricus* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının " β -bisabolene kemotipine" sahip oldukları görülmüştür. Nikolić *et al.* (2014), üç *Thymus* cinsi uçucu yağının ana bileşenlerini belirleyerek yağların "thymol kemotipine" ait olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız *T. kotschyanus* ve *T. migricus* uçucu yağlarında da yüksek oranda "thymol" tespit edilmiş, bu bilgiye dayanılarak bu yağların "thymol kemotipine" sahip oldukları söylenebilir. Uçucu yağların verimini ve kimyasal içeriklerini etkileyen faktörlerin; bitkilerin coğrafik orijinleri, çevre, toprak, iklim şartları, hasat zamanları, kemotip-genotipleri olduğu ifade edilebilir. Ayrıca uçucu yağların elde edilmesi sırasındaki kaynama sıcaklığı da önemli faktörlerden biridir.

Thymus türleri uçucu yağlarının yabancı ot tohumları üzerindeki herbisidal ve fitotoksik etki çalışmalarının sınırlı olduğu görülmüştür. Yabancı ot tohumlarına uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının petri denemelerinde kullanılan 5, 10 ve 20 μ L/petri'lik konsantrasyonlarının *A. retroflexus*, *C. album*, *C. intybus* ve *T. arvense* tohumlarının çimlenme, kök ve sürgün gelişimini %100 engellediği tespit edilmiştir. Hanana *et al.* (2017), *Thymus capitatus* uçucu yağının kültür alanlarında zararlı olan 3 yabancı ot türünün tohum gelişmesi ve büyümesi üzerinde herbisidal etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Bu etkinin uçucu yağda yüksek oranda bulunan carvacrol, δ -terpinene bileşiklerinden ve oksijenli monoterpenlerden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Yılar *et al.* (2013), *Thymus fallax* uçucu yağı ile yaptıkları çalışmada thymol, δ -terpinene ve

terpinoline saf maddelerinin uçucu yağda yüksek oranda bulunduğunu ve uçucu yağın 4 yabancı ot tohumunun çimlenme, kök ve sürgün gelişimini önemli derecede engellediğini bildirmişlerdir. Önceki araştırmalarda farklı kekik türleri uçucu yağları ve bunların ana bileşenlerinin herbisidal ve fitotoksik etkileriyle ilgili elde edilen sonuçların araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzer olduğu belirlenmiştir (Kordali *et al.* 2007a, 2007b).

C. arvensis, *R. crispus* ve *M. officinalis* tohumlarının petri denemelerinde *Thymus* uçucu yağlarının 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının herbisidal etkilerinin 5 µL/petri'lik konsantrasyondan daha fazla oldukları görülmüş ve 5 µL/petri'lik düşük konsantrasyonda dahi çimlenme engelleme oranlarının %50,57-98,56 arasında değiştiği belirlenmiştir. *Thymus* uçucu yağlarının trifluralin uygulanan pozitif kontrol gruplarına göre daha etkili sonuçlar verdikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre uçucu yağ-yabancı ot interaksiyonuna bağlı olarak zamana ve artan konsantrasyon miktarına paralel olarak herbisidal etkinin arttığı kayıt edilmiştir. Ayrıca, *Thymus* uçucu yağlarının *C. arvensis* tohumlarında kök ve sürgün büyümesini %85,37-100, *R. crispus* tohumunda da %92,02-100 arasında engelledikleri görülmüştür. Fakat *T. canoviris* ve *T. eriocalyx* yağlarının 5 µL/petri'lik konsantrasyonunun *M. officinalis*'de kök gelişimini teşvik ettiği negatif kontrol grubuna göre daha fazla kök oluşturdıkları kaydedilmiştir. *T. canoviris* ve *T. eriocalyx* uçucu yağlarının 5 µL/petri'lik konsantrasyonu kök büyümesi negatif kontrole göre sırasıyla %154,9 ve %49,17 oranlarında artırmıştır. Bu etkinin *T. canoviridis* ve *T. eriocalyx* uçucu yağlarında yüksek oranda bulunan *p*-cymene ve γ -terpinene bileşiklerinden ve monoterpen hidrokarbonlardan kaynaklanabileceği ifade edilebilir. Özellikle *T. canoviridis* uçucu yağının *T. eriocalyx* uçucu yağına oranla *M. officinalis* tohumlarının kök büyümesini daha çok teşvik ettiği görülmektedir. Bununda *T. canoviridis* uçucu yağında yüksek oranda bulunan α -terpineol acetate saf maddesinin bulunmasından dolayı olduğu söylenebilir. Kordali *et al.* (2007a), 30 monoterpen bileşiğin *A. retroflexus*, *C. album*, *R. crispus* tohumlarının çimlenmesini ve fide gelişimini yüksek oranda engellediklerini, 2,4-D kimyasalından daha etkili olduklarını bildirmişlerdir. Kordali *et al.* (2008) *Origanum onites* (Kekik) bitki uçucu yağını ve bu yağın 3 ana bileşeni olan carvacrol, thymol ve *p*-cymene'ni *A. retroflexus* ve *C. album* tohumlarına uygulayarak, uçucu yağ, carvacrol ve thymol'un tohum çimlenmesini ve

fide gelişiminlerini tamamen engellediklerini tespit etmişlerdir. Uçucu yağlardaki ana bileşiklerin hücredeki pH ve inorganik iyon dengesini ve hücre zarı geçirgenliğini bozarak (Lambert *et al.* 2001) fotosentez ve solunumu engelleyerek tohumların çimlenmesini ve büyümelerini durdurmaktadır. Çalışma sonuçlarımızın literatür bilgileriyle paralellik arz ettiği görülmekte ve yabancı ot tohumlarının çimlenmeleri, kök ve sürgün büyümeleri üzerine *Thymus* uçucu yağlarında baskın ve ortak olarak bulunan monoterpenlerin ve iz miktarda bulunan bazı bileşiklerin herbisidal etki oluşturduğu düşünülmektedir.

Sera saksı denemelerinde; *A. retroflexus*, *C. album*, *C. intybus*, *C. arvensis*, *M. officinalis*, *R. crispus* ve *T. arvense* yabancı ot tohumlarının 3-4 yapraklı fidelerine uygulanan *Thymus* uçucu yağlarının 20 µL/saksı'lık konsantrasyonlarının 48. saat sonunda etkilerini daha belirgin bir şekilde gösterdikleri tespit edilmiştir. 24. saatteki fide ölüm oranlarının 48. saatte yaklaşık 2 katına çıktığı görülmüştür. *A. retroflexus* fide gelişiminin engellenmesinde 24 saat sonunda en etkili sonuç %35,8 ile *T. eriocalyx* uçucu yağından elde edilirken, 48. saat sonunda %70 ile *T. canoviridis*, *T. migricus* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarından elde edilmiştir. *C. album* fidelerinde *T. longicaulis* uçucu yağının 24. saatte %33,3, *T. sipyleus* uçucu yağının 48. saat sonunda %71,6 oranında etki gösterdiği görülmüştür. Hazrati *et al.* (2017), *Satureja hortensis* (Kekik) uçucu yağının *A. retroflexus* ve *C. album* fidelerinin büyümeyle ilgili fizyolojik süreçleri önemli ölçüde engelledikleri, bitkide klorofil içeriğini düşürdükleri, hücre zarı bozunmasına ve yıkımına neden olduklarını belirlemişler, uçucu yağda bulunan fenolik monoterpenlerden carvacrol ve γ -terpinene maddelerinin bu fitotoksik etkiden sorumlu olabileceğini ifade etmişlerdir. Diğer araştırmalara benzer olarak çalışmamızda da *Thymus* uçucu yağlarında bulunan γ -terpinene, thymol, 1,8-cineole ve *p*-cymene bileşiklerinin fide büyümesinde inhibe edici etkilerinin olduğu ifade edilebilir.

C. arvensis fidelerinde 24. saatte %32,5 ile *T. migricus* ve 48. saat sonunda %46,6 ile *T. fallax*; *C. intybus* fidelerinde 24. saatte %30 ile *T. kotschyanus* ve 48. saat sonunda %67,5 ile *T. praecox*; *M. officinalis* fidelerinde 24. saatte %42,5 ile *T. fallax* ve *T. sipyleus* 48. saat sonunda ise %64,1 ile *T. eriocalyx*; *R. crispus* fidelerinde 24. saatte %44,1 ile *T. transcaucasicus* ve 48. saat sonunda %59,1 ile *T. praecox*; *T. arvense*

fidelerinde 24. saatte %41,6 ile *T. longicaulis* ve 48. saat sonunda ise %55 ile *T. pubescens* uçucu yağlarının yüksek oranda fide ölümlerine neden oldukları tespit edilmiştir. Genel olarak fide ölümlerinde 24. saatte *T. fallax* ve 48. saatte *T. sipyleus* ve *T. praecox* uçucu yağlarının etkili olduğu görülmüştür. *T. pubescens*, *T. migricus*, *T. praecox* ve *T. kotschyanus* uçucu yağlarının %52,83-67,68 oksijenli monoterpenlerden oluştuğu tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda oksijenli monoterpenlerin, monoterpen hidrokarbonlara kıyasla daha fazla fitotoksik etkiye sahip oldukları bildirilmiştir (Asplund 1968; Vaughn and Spencer 1993; Martino *et al.* 2010). Özellikle ilk 24 saatte *C. arvensis* fidelerinde *T. migricus* uçucu yağının; *C. intybus* fidelerinde ise *T. kotschyanus* uçucu yağının etkili olmasının bu iki yağda bulunan thymol oranının çok yüksek olmasından kaynaklanabileceği ve oksijenli monoterpenlerin suda çözünmeleri sebebiyle fidelere hızlı bir şekilde etki edip fitotoksik etki oluşturdukları söylenebilir. *T. praecox* ve *T. pubescens* uçucu yağlarında ortak ve her iki yağda da yüksek oranda bulunan 1,8-cineole bileşiğinin *A. retroflexus*, *C. album* ve *T. arvense* fidelerinin ölümlerine etki ettiği söylenebilir. Birçok bitkinin uçucu yağında bulunan ana bileşiklerden 1,8-cineol'un monokotil bitkilere etkisinin dikotillerden daha fazla olduğu belirlenmiştir (Romagni *et al.* 2000). Uçucu yağlardaki monoterpenlerin kotiledonlardaki oksijen tüketimini düşürerek fotosentetik pigmentleri azaltmaları fotosentez hızında bir azalmaya neden olup bitkinin ölümüne yol açabilmektedir. Tworowski (2002), %1'lik konsantrasyondaki *Thymus vulgaris* (adi kekik) ve *Satureja hortensis* (kekik) uçucu yağlarının bitkilerde elektrolit sızıntısına yol açarak hücre ölümlerine yol açmalarından dolayı yüksek oranda fitotoksik etkiye sahip olduklarını bildirmiştir. Aydın ve Tursun (2010), beyaz kekik uçucu yağının *R. crispus* ve *A. retroflexus* tohumlarının çimlenme ve kök-gövde uzunluklarını olumsuz etkilediğini, uygulama konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte çimlenme oranında önemli düşüşler olduğunu bildirmişlerdir. Kashkooli *et al.* (2014), *Thymus daenensis* bitkisinin 4 ekotipinin uçucu yağlarının *A. retroflexus*'unda içinde bulunduğu 4 yabancı ot üzerinde fitotoksik etkilerinin olduğunu ve doğal herbisit potansiyeline sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bu bağlamda sonuçlarımızın literatür kayıtları ile uyumlu olduğu ifade edilebilir.

Thymus türleri uçucu yağlarının fidelerde gösterdikleri fitotoksik etkilerin ve ölüm oranlarının uygulama yapılan yabancı ot ve uçucu yağ türüne göre değiştiği, konsantrasyona ve geçen zamana bağlı olarak uçucu yağlarda terpen bileşiklerinin etkinliğinin daha fazla arttığı tespit edilmiş ve *Thymus* uçucu yağlarının yabancı ot kontrolünde kullanılabilecek alternatif biyo-herbisit potansiyeline sahip oldukları ifade edilebilir.

Thymus türleri uçucu yağlarının fitopatojen funguslara karşı laboratuvarında gösterdikleri antifungal etki sonuçlarında yağların 10 ve 20 µL/petri'lik konsantrasyonlarının patojenlerin misel büyümesini %100 oranında durduğu ancak patojen ve uçucu yağ türüne göre değişmekle birlikte 5 µL/petri'lik konsantrasyonlarda funguslarda misel büyümesinin devam ettiği görülmektedir. Konsantrasyon artışına bağlı olarak misel büyümesinin azaldığı, engelleme yüzdesinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca *Thymus* uçucu yağlarının pozitif kontrol (Captan) kimyasalı ile aynı bazen de daha fazla antifungal etki gösterdikleri belirlenmiştir. *A. alternata*'da en düşük *T. eriocalyx*, *T. pubescens* ve *T. sipyleus* uçucu yağlarının 5 µL/petri'lik konsantrasyonlarının %75,4-86 oranlarında engelleme yaptığı görülmüştür. Soković *et al.* (2009), *Thymus vulgaris* ve *Thymus tosevii* uçucu yağlarının *A. alternata* patojeni üzerinde güçlü antifungal etki gösterdiklerini ve bu etkinin yağların kimyasal bileşiminde bulunan fenol bileşenleri olan thymol ve carvacrol arasındaki ilişki ile alakalı olduğunu belirtmişlerdir. Adam *et al.* (1998), fenol bileşenlerinin yüksek antifungal etki oluşturduğunu ve hücre zarı enzimlerine engel olduklarını bildirmişlerdir. Uçucu yağların misel gelişimini engellemelerinde yağların içeriğindeki bazı ana bileşiklerin funguslarda sitoplazmik zarın yapısını değiştirmeleri fungal enzim üretimini inhibe ettikleri ve patojenlerin ürettiği enzimlerin aktivitesini durdurarak etkili oldukları, ortamdaki besin maddelerinin alımını engellemeleri gibi metabolik olaylarda meydana getirdikleri fizyolojik etkilerden dolayı olduğu Uçan (2008) tarafından ifade edilmiştir. Araştırmada kullandığımız *Thymus* türleri uçucu yağlarının antifungal etkilerinin bu durumlarla alakalı olabileceği söylenebilir. Ayrıca uçucu yağlarda bulunan iz miktardaki bileşenlerin de antifungal etkide önemli oldukları ifade edilebilir. Bu hususta uçucu yağlarda iz miktarda bulunan maddelerle antifungal aktivite arasındaki ilişkinin belirlenmesi için çalışmaların yapılmasında fayda görülmektedir.

Thymus türleri uçucu yağlarının *Fusarium* türlerindeki antifungal etkilerine bakıldığında fungus ve yağ türüne göre değişmekle birlikte en az antifungal etki 5 µL/petri'lik konsantrasyonda belirlenmiş ve tüm konsantrasyonlarda engelleme oranlarının *F. equiseti*'de %20,3-72,8, *F. graminearum*'da %2,03-94,2, *F. moniliforme*'de %86,1-98,8, *F. oxysporum*'da %8,67-49,6, *F. sambucinum*'da %46,5-95,8, *F. semitectum*'da %55,8-86,3, *F. solani*'de %24-93,6 *F. verticilloides*'de %84,3-90,4 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Alam *et al.* (2014), *Thymus capitatus* bitkisi uçucu yağının *F. oxysporum* patojeni üzerinde antifungal etkilerinin bulunduğunu, misel büyümesini %100 durdurduğunu, Homa *et al.* (2015), *Fusarium* türleri üzerinde *Thymus vulgaris* uçucu yağının antifungal etkilerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Mohammadi *et al.* (2014), *Thymus kotschyanus* ve *Thymus daenensis* bitki uçucu yağlarının *F. oxysporum* ve *A. alternata* fungusları üzerinde güçlü antifungal etki sergilediklerini ve *T. kotschyanus* yağının %90,02'lik kısmında 26 bileşenin, %46,72 oranında da thymol'un bulunduğunu bildirmişlerdir. Pérez-Sánchez *et al.* (2007), *Thymus zygis* Loeffl. ex L. uçucu yağının fitopatojenik funguslar (*R. solani*, *F. oxysporum* ve *S. sclerotiorum*) üzerinde belirli bir oranda inhibisyon gösterdikleri ve uçucu yağda tanımlanan bileşenler arasında 3-octanol ve α -terpinene'nin en yüksek antifungal aktiviteye sahip maddeler olduğunu bildirmişlerdir. López-Meneses *et al.* (2015), *Thymus capitatus* uçucu yağının *F. moniliforme* fungusunun spor çimlenmesini önemli derecede azalttığını ve antifungal etkinliğinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitli çalışmalarda, uçucu yağların ana bileşenlerine göre antimikrobiyal aktivite gösterdikleri rapor edilmekle birlikte minor bileşenlerin de antimikrobiyal aktivitede kritik rol oynadıkları ve diğer bileşenlerle sinerjistik veya antagonistik etki oluşturmalarının mümkün olabileceği belirtilmektedir (Lattaoui *et al.* 1994; Paster *et al.* 1995; Marino *et al.* 1999, 2001; Mourey *et al.* 2002). Çalışma sonuçlarının literatürde farklı *Thymus* türleri ile yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Uçucu yağların fungusları durdurucu etkilerinin yağlarda yüksek oranda bulunan thymol, *p*-cymene, γ -terpinene, α -terpineol acetate ve 1,8-cineole gibi bileşiklerden ya da minör miktardaki farklı bileşiklerden kaynaklanabileceği ifade edilebilir.

Thymus uçucu yağlarının *P. capsici* patojeninde en az engelleme oranlarının %76,8-81,6 olduğu, *P. debaryanum*, *R. solani*, *S. rolfsii*, *V. dahliae*'de uçucu yağların tüm

konsantrasyonlarının %100 durdurucu etkilerinin olduğu, *S. sclerotiorum*'da ise en az engelleme oranlarının %28,3-78,5 antifungal etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. Arslan *et al.* (2010), *Thymus vulgaris* ve *T. serpyllum* uçucu yağlarının *V. dahliae* patojeni üzerinde fungistatik etkilerinin yüksek olduğu ve uçucu yağların baskın bileşenleri olan *p*-cymene ve carvacrol'un bu etkiye neden olduğunu bildirmişlerdir. Onaran *et al.* (2014), *Thymus fallax* uçucu yağının *A. solani*, *F. oxysporum* ve *R. solani*'nin misel büyümesini önemli derecede engellediği belirleyerek ve uçucu yağdaki thymol, *o*-cymene, γ -terpinene, 2-isopropyl-1-methoxy-4-methylbenzene, terpinolene ve carvacrol'un bu ilişki ile alakalı olduğunu ifade etmişlerdir. Bektaş *et al.* (2016), *Thymus transcaucasicus* uçucu yağının antifungal etkinliğinin fazla olduğunu, Petrovic *et al.* (2016a), *Thymus praecox* bitkisi uçucu yağının 16 fungus üzerinde antifungal etkilerinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Kordali *et al.* (2007b), β -citronellol, menthol, nerol, terpinen-4-ol, carvone, borneol ve α -terpineol oksijenli monoterpenlerin *A. alternata*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. verticillioides*, *R. solani*, *S. sclerotiorum*, *Sclerotinia* sp. ve *V. dahliae* patojenlerinin misel büyümesini engelleyici etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. McMaster *et al.* (2013), Avusturalya'da toprak kökenli patojenlere karşı in vitro koşullarda 14 uçucu yağ ve bu yağlara ait 4 saf madde kullanarak yaptıkları çalışmada, uçucu yağların patojenlerin misel gelişimi engelleme durumlarını incelemişler, uçucu yağların patojen miselyumlarının yayılma ve canlılığını azaltarak toprak kaynaklı hastalıkları kontrol etme potansiyeline sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda yukarıda belirtilen fungusların içinde olduğu 15 fungusun misel gelişimini *Thymus* uçucu yağlarının temel bileşikleri olan γ -terpinene, thymol, β -caryophyllene, *p*-cymene ve 1,8-cineole'un ya da bazı iz miktardaki bileşiklerin engellediği düşünülmektedir.

Thymus türleri ve ana bileşenleri ile yapılan antifungal etki çalışmalarında uçucu yağların doğal fungusitler olarak kullanılmaya uygun oldukları önerilmiştir. Çalışmamızda tüm funguslarda ve 5, 10 ve 20 μ L/petri'lik uçucu yağ konsantrasyonlarında en etkili olan uçucu yağın *T. fallax* olduğu tespit edilmiştir. Bu uçucu yağda *p*-cymene (%24,23), 1,8-cineole (%22,64), γ -terpinene (%14,40) ve β -caryophyllene (%12,70) bileşiklerinin yüksek oranda bulunması ve monoterpen

hidrokarbonların (%44,70), oksijenli monoterpenlerin (%30,37) ve seskiterpen hidrokarbonların (%20,94) uçucu yağın önemli bir kısmını oluşturması yağın antifungal etkinliğinin yüksek olmasında etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca 10 *Thymus* türü içerisinde sadece *T. transcaucasicus* uçucu yağında bulunan Germacrene D (%20,48) bileşinin diğer *Thymus* türlerinde bulunmayışı *F. sambucinum*, *F. solani* ve *S. sclerotiorum* fungusları hariç diğer 13 fungus üzerinde %100 durdurucu etki göstermesinde bu saf maddenin etkili olabileceği savunulabilir. Mevy *et al.* (2007), uçucu yağların kimyasal kompozisyonunu oluşturan tek bir bileşenin bile uçucu yağların antimikrobiyal etkisinin değişiminde rol oynayabileceğini öne sürmüşlerdir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerden hidrodistilasyonla elde edilen ve savunma amaçlı sentezlenen bitki uçucu yağlarının kullanım alanlarının gittikçe arttığı görülmektedir. Bu yağlar daha çok laboratuvar koşullarında çalışılmakla birlikte antimikrobiyal ve herbisidal etkili olmaları nedeni ile biyopestisit olarak adlandırılmaktadırlar. Bu biyopestisitler insan ve çevreye zararları olmayıp, hızlı parçalanabilen, kalıntı ve yan etkisi olmayan doğal bileşiklerdir. Bu etkilerinden dolayı araştırmacıların ilgisini çekmekte, her geçen gün yeni bir araştırmaya kaynak olmakta ve sentetik kimyasallarla yer değiştirmektedirler. Uzun yıllar kullanılan kimyasalların çevreye ve insana verdiği zarar yanında gerek yabancı otlarda gerekse funguslarda dirençli ırkların ortaya çıktığı aşıkardır. Uçucu yağlar ve ana bileşenlerinin doğrudan toksik etki göstermeleri nedeniyle bu dirençli yapıların önüne geçilebileceği düşünülmektedir (Tumen *et al.* 1998).

Bitkiler tarafından savunma amaçlı sentezlenen uçucu yağı oluşturan bileşiklerin çoğu herbisidal, antifungal, antimikrobiyal, insektisidal ve kovucu özelliklere sahip maddelerdir (Kalemba and Kunicka 2003; Sertkaya *et al.* 2010a, 2010b). Etki alanları bu kadar geniş olan uçucu yağlar bakteri, fungus, nematod ve yabancı otları kontak veya fumigant etki yoluyla öldürebilirler. Uçucu yağların etki şekilleri funguslarda genelde hücre duvarından girerek hücre duvarının yapısını bozdukları ve bazı metabolik olayları etkiledikleri, fungus misel ve sporlarında hücresel deformasyonlara neden oldukları düşünülmektedir (Chang *et al.* 2001; Ultee *et al.* 2002; Soylu *et al.* 2006, 2010). Yabancı ot tohumlarında ise çimlenmeyi engellemeleri bununda uçucu yağların tohumun

embriyo ve endospermide birikerek proteinlerin hücre dışına salınımını, aminoasit sentezini engelleyerek fotosentez için gerekli pigment oluşumunu durdurarak bitkilerde elektrolit sızıntısına ve dolayısıyla bitki hücre ölümüne yol açmaktadırlar (Tworkoski 2002; Arminante *et al.* 2006). Bu özelliklerinden dolayı uçucu yağlar, tohum çimlenmesine etkileri, serada ve topraktaki yabancı ot tohumlarının etkisiz hale getirilmesinde fumigant olarak kullanılmaları ve kimyasallara nazaran farklı bir alternatif olmalarıyla karşımıza çıkmaktadırlar.

Araştırmamızda kullanılan *Thymus* türleri uçucu yağlarının değişen konsantrasyon, uygulandıkları yabancı ot tohumu ve bitki patojeni fungus türlerine göre engelleme yüzdelерinde büyük farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılıklara bitkilerin yetiştirme koşulları, iklim, genetik yapıları, varyete farklılıkları, toplandıkları yükseklik, ana bileşenlerindeki artış ve azalışlar neden olarak görülebilir. Bu değişim oranlarının tohum çimlenmesinde, fide ölümlerinde, funguslarda misel büyümelerinde farklılıklar meydana getireceği düşünülmektedir.

Uçucu yağların tarım alanlarında sorun olan yabancı ot ve fungal hastalıkların kontrolünde preparat olarak kullanılabilmeleri uygun formülasyon ve uygulama tekniklerinin geliştirilmesine bağlıdır (Dudai *et al.* 1999). Uçucu yağların etki düzeyleri, kullanılabılme oranları ve birçok özelliği göz önünde bulundurularak laboratuvar ve sera aşamalarından sonra tarla koşullarında da denenerek uygulanabilirlik düzeyleri artırılmalıdır.

Araştırmamızdan elde edilen sonuçlar ışığında denemelerde kullanılan *Thymus* türleri uçucu yağlarının yabancı ot mücadelesinde kullanılan herbisitlere ve toprak kökenli bazı fungal hastalıkların kullanılan fungusitlere alternatif olabileceği, doğaya ve çevreye dost olmaları sebebiyle özellikle organik tarım yapılan alanlarda rahatça kullanılabileceği düşünülmektedir. Doğal yayılış gösteren ve bazı türleri endemik olan *Thymus* türlerinin doğadaki kaynaklarının yok edilmeden toplanması, kültür bitkisi olarak yetiştiriciliklerinin teşvik edilmesi, gelecekte bu konuda yapılacak yeni çalışmalara temel teşkil etmesi açısından önemlidir. Uçucu yağlarının özellikle sera, soğuk hava depoları, küçük bahçelerde yani kontrollü ortamlarda hastalıkların ve yabancı otların

m¼cadelesinde uygun Şekilde kullanımı sağlanmalıdır. Uçucu yağların daha ileri boyutlarda toksikolojik ¼zelliklerinin araştırılmasından sonra end¼striyel alanlarda kullanımlarının s¼z konusu olabileceği, bu sonuçların ileride uçucu yağlarla ilgili yapılacak biręok ęalıřmaya ışık tutacağı ve kaynak olabileceği d¼ř¼n¼lmektedir.



KAYNAKLAR

- Abou-Jawdah, Y., Sobh, H., Salameh, A., 2002. Antimycotic Activities of Selected Plant Flora Growing Wild in Lebanon Against Phytopathogenic Fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (11), 3208-3213.
- Abousaber, M., Hadjakhoondi, A. Shafiee, A., 2002. Composition of the Essential Oil of *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak and *Thymus fedtschenkoi* Ronniger from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 14 (3), 154-155.
- Abraham, D., Braguni, W.L., Kelmer-Brachth, A.M., Ishii-Iwamoto, E.L., 2000. Effects of Four Monoterpenes on Germination, Primary Root Growth, and Mitochondrial Respiration of Maize. *Journal of Chemical Ecology*, 26 (3), 611-624.
- Adams, R.P., 2007. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Allured Publishing Corporation, 804p, Illinois, USA.
- Adam, K., Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M., 1998. Antifungal Activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* Essential Oils Against Human Pathogenic Fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(5), 1739-1745.
- Alam, S.B., Benyelles, N.G., Dib, M.E.A., Djabou, N., Tabti, L., Paolini, J., Costa, J., 2014. Antifungal Activity of Essential Oils of Three Aromatic Plants from Western Algeria Against Five Fungal Pathogens of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87, 56-61.
- Al Hafi, M., El Beyrouthy, M., Ouaini, N., Stien, D., Rutledge, D., Chaillou, S., 2017. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Satureja*, *Thymus*, and *Thymbra* Species Grown in Lebanon. *Chemistry & Biodiversity*, 14 (5), 1-22.
- Alarcón, R., Ocampos, S., Pacciaroni, A., Sosa, V., 2012. Chemical Composition, Antifungal and Herbicidal Effects of Essential Oil Isolated from *Chersodoma argentina* (Asteraceae). *Natural Product Communications*, 7 (1), 125-128.
- Aliakbarlu, J., Shamel, F., 2013. In Vitro Antioxidant and Antibacterial Properties and Total Phenolic Contents of Essential Oils from *Thymus vulgaris*, *T. kotschyanus*, *Ziziphora tenuior* and *Z. clinopodioides*. *Turkish Journal of Biochemistry/Turk Biyokimya Dergisi*, 38 (4), 425-431.
- Anonim, 1996. Agricultural Statistics of Turkey. Export reports, DIE, Ankara.
- Anonim, 2017. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <http://www.tuik.gov.tr> (20. 06. 2017).
- Anonim, 2017a. Taxon Page. *Thymus canoviridis* Jasas. http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=7969, (16.08.2017).
- Anonim, 2017b. Taxon Page. *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jasas., http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=7987, (7.03.2017).
- Anonim, 2017c. Taxon Page. *Thymus fallax* Fisch. et C. A. Mey., http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=7982, (8.03.2017).
- Anonim, 2017d. *Thymus kotschyanus* Boiss. et Hohen. var. *glabrescens* Boiss., <http://vanherbaryum.yyu.edu.tr/flora/azortandir/thymuskogl/index.htm>, (7.04.2017).

- Anonim, 2017e. Taxon Page. *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* C. Presl var. *subisophyllus* (Borbas) J alas., http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=8004, (3.03.2017).
- Anonim, 2017f. *Thymus migricus* Klov et Des-Shost., <http://vanherbaryum.yyu.edu.tr/flora/azortandir/thymusmi/index.htm>, (8.05.2017).
- Anonim, 2017g. Taxon Page. *Thymus praecox* Opiz subsp. *jankae* (Celak) J alas var. *jankae* Opiz. http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=8001, (5.03.2017).
- Anonim, 2017h. *Thymus pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak var. *crateicola* J alas. <http://www.vanherbaryum.yyu.edu.tr/flora/famgenustur/la/th/pu/cr/index.htm>, (6.03.2017).
- Anonim, 2017j. Taxon Page. *Thymus transcaucasicus* Ronniger. http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=7983, (7.03.2017).
- Anonim, 2017k. Taxon Page. *Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *sipyleus* Boiss. var. *sipyleus* L. http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=7990, (8.05.2017).
- Anonymous, 2017. Pesticides use. FAO, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>, (23.07.2017).
- Arminante, F., De Falco, E., De Feo, V., De Martino, L., Mancini, E., Quaranta. E., 2006. Allelopathic Activity of Essential Oils From Mediterranean Labiatae. I. International Symposium on the Labiatae: Advances in Production, Biotechnology and Utilisation, Sanremo-Italy.
- Arslan, N., Yılmaz, G., Akınerdem, F., Özgüven, M., Kırıcı, S., Arıoğlu, H., Gümüşçü, A., Telci, D., 2000. Nisasta-Şeker, Tütün Ve Tıbbi-Aromatik Bitkilerin Tüketim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri. 5. Türkiye Ziraat Müh. Teknik Kongresi, Ankara.
- Arslan, M., Dervis, S., 2010. Antifungal Activity of Essential Oils Against Three Vegetative-Compatibility Groups of *Verticillium dahliae*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 26(10), 1813-1821.
- Asplund, R. O. (1968). Monoterpenes: Relationship between structure and inhibition of germination. Phytochemistry, 7(11), 1995-1997.
- Aydın, O., Tursun, N., 2010. Bitkisel Kökenli Bazı Uçucu Yağların Bazı Yabancı Ot Tohumlarının Çimlenme ve Çıkışına Olan Etkilerinin Araştırılması. KSÜ Doğa Bilimler Dergisi, 1 (1), 11-17.
- Azaz, A. D., Irtem, H. A., Kurkcuoğlu, M. and Can Baser K. H. 2004. Composition and the In Vitro Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Some *Thymus* Species. Zeitschrift für Naturforschung C, 59(1-2), 75-80.
- Azaz, A. D., Celen, S., 2012. Composition and In Vitro Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Essential Oils of Four *Thymus* Species in Turkey. Asian Journal of Chemistry, 24 (5), 2082.
- Bagci, E., Başer, K.H.C., 2005. Study of essential oils of *Thymus haussknechtii* Velen and *Thymus kotschyanus* Boiss. et Holen var. *kotschyanus* (Lamiaceae) Taxa from the Eastern Anatolian Region in Turkey. Flavour and Fragrance Journal, 20, 199.

- Bajpai, V. K., Rahman, A., Kang, S.C., 2007. Chemical Composition and Anti-fungal Properties of the Essential Oil and Crude Extracts of *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. Industrial Crops and Products, 26 (1), 28-35.
- Başak, S.S., Candan, F., 2008. *Apium graveolens* Linn. (Apiaceae) Tohumu Uçucu Yağının Kimyasal Bileşimi ve İn Vitro Antioksidan Aktivitesi. İtü Dergisi/C Fen Bilimleri, 6 (1), 3-13.
- Basile, A., Rigano, D., Sorbo, S., Conte, B., Rosselli, S., Bruno, M., Senatore, F., 2013. Antibacterial and Antifungal Activities of *Otanthus maritimus* (L.) Hoffmanns. & Link Essential Oil from Sicily. Natural product research, 27 (17), 1548-1555.
- Bađcý, Y., Dural, H., Arslan, D., Özcan, M. M., 2008. Inhibition of Some Fungi by Essential Oil of *Thymbra sintenesii* Bornm. et Aznav. subsp. isaurica in Model System. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 11 (3), 311-318.
- Başer, K.H.C., Kirimer, N., Özek, T., Kürkçüoğlu, M., Tümen, G., 1992. The Essential Oil *Thymus leucostomus* var. *argillaceus*. Journal of Essential Oil Research, 4 (4), 421-422.
- Başer, K.H.C., Kürkçüoğlu, M., Tümen, G., Sezik, E., 1996. Composition of the Essential Oil of *Thymus eigii* (M. Zohary et P.H. Davis) Jalas from Turkey. Journal of Essential Oil Research, 8, 85-86.
- Başer, K.H.C., Demirci, B., Tabanca, N., Özek, T., Gören, N., 2001. Composition of the Essential Oils of *Tanacetum armenum* (DC.) Schultz Bip., *T. balsamita* L., *T. chiliophyllum* (Fisch. & Mey.) Schultz Bip. var. *chiliophyllum* and *T. haradjani* (Rech. fil.) Grierson and the Enantiomeric Distribution of Camphor and Carvone. Flavour and fragrance journal, 16 (3), 195-200.
- Baydar, H., 2005. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, 216s, Isparta.
- Baytop, A., 1991. Farmasotik Botanik Ders Kitabı. İstanbul Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 3687, İstanbul.
- Beyoğlu, S., 2006. *Cladosporium* Link ve *Alternaria* Nees Ex Wallroth Sporlarının Adana Atmosferindeki Miktarları ve Meteorolojik Faktörlerin Spor Miktarı Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bektaş, E., Serdar, G., Sokmen, M., Sokmen, A., 2016. Biological activities of extracts and essential oil of *Thymus transcaucasicus* Ronniger. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 19 (2), 444-453.
- Bianchi, A., Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bellesia, F., 1997. Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi in vitro. Plant Disease, 81, 1241-1246.
- Bolton, M. D., Thomma, B. P., Nelson, B. D., 2006. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. Molecular Plant Pathology, 7 (1), 1-16.
- Bouchra, C., Achouri, M., Idrissi Hassani, L.M., Hmamouchi, M., 2003. Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea* Pers: Fr. Journal of Ethnopharmacology, 89, 165-169.
- Bouzenna, H., Krichen, L., 2013. *Pelargonium graveolens* L'Her. and *Artemisia arborescens* L. essential oils: Chemical composition, antifungal activity against *Rhizoctonia solani* and insecticidal activity against *Rhyzopertha dominica*. Natural product research, 27 (9), 841-846.

- Bowers, J. H., Locke, J.C., 2004. Effect of formulated plant extract and oils on population density of *Phytophthora nicotianae* in soil and control of *Phytophthora Blight* in the Greenhouse. Plant Disease, 88, 11-16.
- Ceylan, A., 1987. Uçucu Yağ İçerenler. Tıbbi Bitkiler II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi Yayın No:481, Bornova, İzmir, 208-220.
- Ceylan, A., 1997 Uçucu yağ bitkileri. Tıbbi bitkiler-II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 481, İzmir.
- Chang, S.T., Cheng, S.S., Wang, S.Y., 2001. Antitermitic activity of essential oils and components from *Taiwania* (*Taiwania cryptomerioides*). Journal Chemical Ecology, 27, 717-724.
- Çakır, C., Yeğen, O., 1991. Antalya ve çevresindeki bazı bitkilerin ve uçucu yağlarının fungitoksik potansiyellerinin araştırılması. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, Konya.
- Çakır, A., Kordali, S., Kilic, H., Kaya, E., 2005. Antifungal properties of essential oil and crude extracts of *Hypericum linarioides* Bosse. Biochemical Systematics and Ecology, 33 (3), 245-256.
- Çetin, B., Cakmakci, S., Cakmakci, R., 2011. The investigation of antimicrobial activity of thyme and oregano essential oils. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35 (2), 145-154.
- Çetin, B., Cakmakci, S., Gurses, M., 2013. Anti-probiotic effects of essential oils from some Turkish endemic *Thyme* species. Asian Journal of Chemistry, 25 (15), 8625.
- Daferera, D. J., Ziogas, B. N., Polissiou, M. G., 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* sub sp. *michiganensis*. Crop Protection, 22, 39-44.
- Davis, R. H., 1982. Flora Of Turkey and East Aegean Island, Vol.7, University of Edinburgh Press, 297p, Edinburgh.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, Turgut, C., Burçak, A., 2005. Türkiye’de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara.
- Dilbirliği, E., 2007. Biyolojik çeşitlilik ve genetik kaynakların sürdürülebilir stratejilerinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dob, T., Dahmane, D., Benabdelkader, T., Chelghoum, C., 2006. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus fontanesii*. Pharmaceutical Biology, 44 (8), 607-612.
- Domsch, K.H., Gams, W., Anderson, T. H., 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press, London, New York, Toronto, Sidney, San Francisco, Vol. 1, 860 p.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology, 88 (2), 308-316.
- Döken, M.T., Demirci, E., Eken, C., 2009. Bitki Fungal Hastalıkları Ders Notu. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- Dudai, N., Poljakof-Mayber, A., Lerner, H.R., Putievsky, E., Ravid, U., Katzir, E., 1993. Inhibition of germination and growth by volatiles of *Micromeria fruticosa*. Acta Horticulturae (ISHS), 34, 123-131.

- Dudai, N., Pojakof-Mayber, A., Mayer, A.M., Putievsky, E., Lerner, H.R., 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. *Journal of Chemical Ecology*, 25 (5), 1079-1089.
- Duke, S.O., Paul, R.N., Lee, S.M., 1988. Terpenoids from the genus *Artemisia* as potential pesticides. ACS Symposium Series 380. American Chemical Society, Washington, DC.
- Duke, S.O., 1991. Plant Terpenoids as Pesticides. *Handbook of Natural Toxins. Volume 6. Toxicology of Plant and Fungal Compounds*. Ed: Keeler, R.F., TU, A.T. Marcel Dekker Inc, 269-295.
- Duke, S. O., Dayan, F. E., Romagni, J. G., Rimando, A. M., 2000. Natural Products as Sources of Herbicides: Current Status and Future Trends. *Weed Research Oxford*. 40, 99-111.
- Elgorban, A.M., Bahkali, A.H., El-Metwally, M.A., Elsheshtawi, M., Abdel-Wahab, M.A., 2015. In vitro antifungal activity of some plant essential oils. *International Journal of Pharmacology*, 11 (1), 56-61.
- Erkin, E., Kişmir, A., 1996. Dünya’da ve Türkiye’de tarım ilaçlarının kullanımı. II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu, Ankara 3-11.
- Ertem, A., 1993. *Ekolojik Tarım ve Rapunzel*. İzmir. 36s.
- Gonsalves, A. K., Ferreira, S. A., 1993, *Fusarium oxysporum*. *Crop Knowledge Master*.
- Gönen, O., Uygur, F.N., Üremiş, İ., 1996. Çukurova’da herbisit kullanımının boyutları ve geleceğe yönelik görüşler. II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu, Ankara.
- Gönen, O., 1999. Çukurova bölgesi yazlık yabancı ot türlerinin çimlenme biyolojileri ile bilgisayar ile teşhise yönelik morfolojik karakterlerin saptanması. *Doktora Tezi*, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gramer, H.H., 1967. Plant production and World Crop Production. *Pflanzenschutz Nachrichten (Bayer)*, Pflanzenschutz Leverkusen, 516s.
- Greche, H., Hajjaji, N., Ismaili-Alaoui, M., Mrabet, N., Benjlali, B., 2000. Chemical composition and antifungal properties of the essential oil of *Tanacetum annuum*. *Journal of Essential Oil Research*, 12 (1), 122-124.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., 2000. *Flora of Turkey and East Aegean Islands. Supplement*. Edinburgh University Press Vol. 11, Edinburgh.
- Hanana, M., Mansour, M. B., Algabr, M., Amri, I., Gargouri, S., Romane, A., Hamrouni, L., 2017. Potential use of essential oils from four Tunisian species of Lamiaceae: Biological Alternative for Fungal and Weed Control. *Records of Natural Products*, 11(3).
- Hazrati, H., Saharkhiz, M. J., Niakousari, M., Moein, M., 2017. Natural herbicide activity of *Satureja hortensis* L. essential oil nanoemulsion on the seed germination and morphophysiological features of two important weed species. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 142, 423-430.
- Homa, M., Fekete, I.P., Böszörményi, A., Singh, Y. R. B., Selvam, K. P., Shobana, C.S., Galgóczy, L., 2015. Antifungal effect of essential oils against *Fusarium keratitis* isolates. *Planta medica*, 81 (14), 1277-1284.
- Ippolito, A., Nigro, F., 2000. Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruit ve vegetables. *Crop Protection*, 19, 715-723.

- Jovanovic Grujic, S., Marin, P.D., Dzamic, A., Ristic, M., 2009. Essential oil composition of *Thymus longicaulis* from Serbia. *Chemistry of Natural Compounds*, 45, 265–266.
- Kadıoğlu, İ., Yanar, Y., 2004. Allelopathic effects of plant extracts against seed germination of some weeds. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3 (4), 472–475.
- Kalembe, D., Kunicka, A., 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medicinal Chemistry*, 10, 813–829.
- Kan, Y., Altun, L., Arslan, S., Kartal, M., Endes, Z., 2005. Farklı dozlarda uygulanan organik gübrenin İzmir Kekiği (*Origanum Onites* L.) nin verim ve kalitesi üzerine etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Antalya.
- Karaca, İ., 1974, Sistematik Bitki Hastalıkları, Deuteromycetes (Fungi Imperfecti), Cilt:IV, Ege Üniversitesi Matbaası, 272s, İzmir.
- Karaman, S., Digrak, M., Ravid, U., Ilcim, A., 2001. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 76, 183–186.
- Kashkooli, A. B., Saharkhiz, M. J., 2014. Essential oil compositions and natural herbicide activity of four Denaei Thyme (*Thymus daenensis* Celak.) Ecotypes. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(5), 859–874.
- Kizil, S., Uyar, F., 2006. Antimicrobial activities of some *Thyme* (*Thymus*, *Satureja*, *Origanum* and *Thymbra*) species against important plant pathogens. *Asian Journal of Chemistry*, 18(2), 1455.
- Kokkini, S., 1996. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. *Proceeding of the IPGRI International Workshop on Oregano* (8-12 May 1996, Valenzano, Bari, Italy) 2-12.
- Kordali, S., Cakir, A., Sutay, S., 2007a. Inhibitory Effects of Monoterpenes on Seed Germination and Seedling Growth. *Z. Naturforsch. C*, 62, 207–214.
- Kordali, S., Kotan, R., Cakir, A., 2007b. Screening of In Vitro Antifungal Activities of 21 Oxygenated Monoterpenes as Plant Disease Control Agents. *Allelopathy Journal*, 19 (2), 373–391.
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M., Mete, E., 2008. Antifungal, Phytotoxic and Insecticidal Properties of Essential Oil Isolated from Turkish *Origanum acutidens* and Three Components, carvacrol, thymol and *p*-cymene. *Bioresourace Technology*, 99, 8788–8795.
- Kordali, S., Cakir, A., Akcin, T. A., Mete, E., Akcin, A., Aydin, T., Kilic, H., 2009. Antifungal and Herbicidal Properties of Essential Oils and n-hexane Extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). *Industrial Crops and Products*, 29 (2-3), 562–570.
- Kordali, S., Usanmaz, A., Cakir, A., Komaki, A., Ercisli, S., 2016. Antifungal and Herbicidal Effects of Fruit Essential Oils of Four *Myrtus communis* Genotypes. *Chemistry & biodiversity*, 13 (1), 77–84.
- Kotan, R., Kordali, S., Cakir, A., Kesdek, M., Kaya, Y., Kılıc, H., 2008. Antimicrobial and Insecticidal Activities of Essential Oil Isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. Ex Benth. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36, 360–368.
- Kotan, R., Cakir, A., Dadasoglu, F., Aydin, T., Cakmakci, R., Ozer, H., Kordali, S., Mete, E., Dikbas, N., 2010. Antibacterial Activities of Essential Oils and Extracts of Turkish *Achillea*, *Satureja* and *Thymus* Species Against Plant

- Pathogenic Bacteria. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90 (1), 145-160.
- Kumar, V., Mathela, C. S., Tewari, G., Singh, D., Tewari, A. K., Bisht, K. S., 2014. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oils From Three Himalayan *Erigeron* species. LWT-Food Science and Technology, 56 (2), 278-283.
- Kurt, Ş., Erkilic, A., 1998. Marulda Beyaz Çürüklüğe (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) De Bary) Karşı Sarımsak Ekstraktı ve Iprodione'un Etkinliğinin Belirlenmesi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 13 (1), 111-119.
- Küçükbaş, F.Z., Kuyumcu, E., 2010. Essential Oil Composition of *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jasas from Turkey. Asian Journal of Chemistry, 22 (5), 3615.
- Küçükbaş, F. Z., Kuyumcu, E., Çelen, S., Azaz, A. D., Arabaci, T., Yıldız, B., 2013. Chemical Composition and Antimicrobial and Antioxidant Activities of Three Turkish *Thyme* Essential Oils. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 16 (5), 661-671.
- Küçükbaş, F.Z., Kuyumcu, E., Celen, S., Azaz, AD., Arabaci, T., 2014. Chemical Composition of the Essential Oils of Three *Thymus* Taxa from Turkey with Antimicrobial and Antioxidant Activities. Records of Natural Products. 8 (2), 110-120.
- La Torre, A., Caradonia, F., Matere, A., Battaglia, V., 2016. Using Plant Essential Oils to Control *Fusarium* Wilt in Tomato Plants. European Journal of Plant Pathology, 144 (3), 487-496.
- Lambert, R.J.W., Skandamis, P.N., Coote, P., Nychas, G.J.E., 2001. A Study of the Minimum Inhibitory Concentration and Mode of Action of Oregano Essential Oil, Thymol and Carvacrol. Journal of Applied Microbiology, 91, 453.
- Lattaoui, N., Tantaoui-Elaraki, A., 1994. Individual and Combined Antibacterial Activity of the Main Components of Three Thyme Essential Oils. Rivista Italiana EPPOS, 13, 13-19.
- Lee, S.O., Choi, G.J., Jang, K.S., Lim, H.K., Cho, K.Y., Kim, J., 2007. Antifungal Activity of Five Plant Essential Oils as Fumigant Against Postharvest and Soilborne Plant Pathogenic Fungi. The Plant Pathology Journal, 23 (2), 97-102.
- Leonian, L. H., 1922. Stem and Fruit Blight of Peppers Caused by *Phytophthora capsici* sp. nov. Phytopathology, 12 (9).
- Leslie, J.F., Summerell, B.A., 2006. The Fusarium Laboratory Manual. USA: Blackwell Publishing, Ames, IA.
- López-Meneses, A. K., Plascencia-Jatomea, M., Lizardi-Mendoza, J., Rosas-Burgos, E. C., Luque-Alcaraz, A. G., Cortez-Rocha, M. O., 2015. Antifungal and Antimycotoxigenic Activity of Essential Oils From *Eucalyptus globulus*, *Thymus capitatus* and *Schinus molle*. Food Science and Technology (Campinas), 35(4), 664-671.
- Luciana, A.G., Carpenese, G., Ciani, P.L., Morelli, I., Macchia, M., Flamini, G., 2003. Essential oil from Mediterranean Lamiaceae as Germination Inhibitors. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (21), 6158-6164.
- Marandi, R. J., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Pirzad, A., Sefidkon, F., 2011. Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on Pear with *Thymus*

- kotschyanus*, *Ocimum basilicum* and *Rosmarinus officinalis* Essential Oils. Journal of Medicinal Plants Research, 5 (4), 626-634.
- Marino, M., Bersani, C., Comi, G., 1999. Antimicrobial Activity of the Essential Oils of *Thymus vulgaris* L. Measured Using a Bioimpedometric Method. Journal of Food Protection, 62(9), 1017-1023.
- Marino, M., Bersani, C., Comi, G., 2001. Impedance Measurements to Study the Antimicrobial Activity of Essential Oils from Lamiaceae and Compositae. International Journal of Food Microbiology, 67(3), 187-195.
- Martino, L. D., Mancini, E., Almeida, L. F. R. D., Feo, V. D., 2010. The Antigerminative Activity of Twenty-seven Monoterpenes. Molecules, 15(9), 6630-6637.
- McMaster, C. A., Plummer, K. M., Porter, I. J., Donald, E. C., 2013. Antimicrobial Activity of Essential Oils and Pure Oil Compounds Against Soilborne Pathogens of Vegetables. Australasian Plant Pathology, 42 (4), 385-392.
- Mevy, J. P., Bessiere, J. M., Dherbomez, M., Millogo, J., Viano, J., (2007). Chemical Composition and Some Biological Activities of the Volatile Oils of a Chemotype of *Lippia chevalieri* Moldenke. Food Chemistry, 101(2), 682-685.
- Mihalik, E., 1992. Histological Detection of Sudanophilic Lipids in Some Lamiaceae. Acta Horticulturae, 306, 259-267.
- Mohammadi, A., Nazari, H., Imani, S., Amrollahi, H., 2014. Antifungal Activities and Chemical Composition of Some Medicinal Plants. Journal de Mycologie Médicale/Journal of Medical Mycology, 24 (2), 1-8.
- Mostafa, A.A., Al-Rahmah, A.N., Abdel-Megeed, A., Sholkamy, E.N., Al-Arfaj, A.A., El-shikh, M.S., 2012. Fungitoxic Properties of Some Plant Extracts Against Tomato Phytopathogenic Fungi. Journal of Pure and Applied Microbiology, 6 (4), 1889-1898.
- Mourey, A., Canillac, N., 2002. Anti-*Listeria Monocytogenes* Activity of Essential Oils Components of Conifers. Food Control, 13(4), 289-292.
- Mutlu, S., Atıcı, O., Esim, N., 2010. Bioherbicidal effects of essential oils of *Nepeta meyeri* Benth. on weed spp. Allelopathy Journal, 26 (2), 291-300.
- Nestorović Živković, J., Dmitrović, S., Jovanović, V., Živković, S., Božić, D., Aničić, N., Mišić, D., 2016. Allelopathic potential of essential oil of *Nepeta rtanjensis*. Allelopathy Journal, 37 (2), 207-219.
- Nikolić, M., Glamočlija, J., Ferreira, I.C., Calhelha, R.C., Fernandes, Â., Marković, T., Marković, D., Giweli, A. and Soković, M., 2014. Chemical Composition, Antimicrobial, Antioxidant and Antitumor Activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. Essential Oils. Industrial Crops and Products, 52, 183-190.
- Nirenberg, H. I., 1981. A Simplified Method for Identifying *Fusarium* spp. Occurring on Wheat. Canadian Journal of Botany, 59 (9), 1599-1609.
- Nishizawa, A., Honda, G., Kobayashi, Y., Tabata, M., 1992. Genetic Control of Peltate Glandular Trichome Formation in *Perilla frutescens*. Planta Medica, 58 (2), 188-191.
- Onaran, A., Yilar, M., Belguzar, S., Bayan, Y., Aksit, H., 2014. Antifungal and Bioherbicidal Properties of Essential Oils of *Thymus fallax* Fish & Mey., *Origanum vulgare* L. and *Mentha dumetorum* Schult. Asian Journal of Chemistry, 26 (6), 5159-5164.

- Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., Erken, S., 2005. Tütün Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretimi ve Ticareti. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, Ankara.
- Özkan, O., Metiner, K., Kart, A., Özkaya, S., 2016. Determination of Antibacterial Activities of Different *Thymus praecox* subsp. *grossheimii* var. *grossheimii* Extracts. Indian Journal of Animal Research, 50 (1), 85-88.
- Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U., Juven, B., 1995. Antifungal Activity of Oregano and Thyme Essential Oils Applied as Fumigants Against Fungi Attacking Stored Grain. Journal of Food Protection, 58(1), 81-85.
- Patterson, D. T., 1985. Comparative Ecophysiology of Weeds and Crops. Weed Physiology, 102-104.
- Pérez-Sánchez, R., Infante, F., Gálvez, C., Uberta, J.L., 2007. Fungitoxic Activity Against Phytopathogenic Fungi and the Chemical Composition of *Thymus zygis* Essential Oils. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 13 (5), 341-347.
- Petrovic, N. V., Petrovic, S. S., Ristic, M. S., Dzamic, A. M. and Ciric A. D. 2016a. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Thymus praecox* Opiz ssp. *polytrichus* Essential Oil from Serbia. Records of Natural Products, 10 (5), 633.
- Petrović, N. V., Petrović, S. S., Džamić, A. M., Ćirić, A. D., Ristić, M. S., Milovanović, S. L., Petrović, S. D., 2016b. Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of *Thymus praecox* Supercritical Extracts. The Journal of Supercritical Fluids, 110, 117-125.
- Pirbalouti, A. G., Hashemi, M., Ghahfarokhi, F. T., 2013. Essential Oil and Chemical Compositions of Wild and Cultivated *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. Industrial Crops and Products, 48, 43-48.
- Ragsdale, N. M., Henry, M. J., Sisler, H.D., 1993. Minimizing Nontarget Effects of Fungicides. Pest Control With Enhanced Environmental Safety. Acs. Symposium Series 524, 332-341.
- Rahman, A., Al-Reza, S. M., Kang, S. C., 2011. Antifungal activity of essential oil and extracts of *Piper chaba* Hunter against phytopathogenic fungi. Journal of the American Oil Chemists' Society, 88 (4), 573-579.
- Rasooli, I., Razzaghi Abyaneh, M., 2004. Inhibitory effects of Thyme Oils on Growth and Aflatoxin Production by *Aspergillus parasiticus*. Food Control, 15, 479-483.
- Ristic, M. D., Duletic-Lausavic, S., Knezevic-Vukcevic, J., Marm, P. D., Simic, D., Vukojevic, J., Janackovic, P., Vajs, V., 2000. Antimicrobial Activity of Essential oils and Ethanol Extracts of *Phlomis fruticosa* L. (Lamiaceae). Phytotherapy Research, 14, 267-271.
- Robinson, J.B., 1983. The Organic Constituents of Higher Plants. Fifth edition. Cordus Press. North Amherst, Massachusetts.
- Romagni, J.G, Allen, S.N., Dayan, F.E., 2000. Allelopathic Effects of Volatile Cineoles on Two Weedy Plant Species. Journal of Chemical Ecology. 26, 303-313.
- Salamci, E., Kordali, S., Kotan, R., Cakir, A., Kaya, Y., 2007. Chemical Composition, Antimicrobial and Herbicidal Effects of Essential Oils Isolated from Turkish *Tanacetum aucheranum* and *Tanacetum chiliophyllum* var. *chiliophyllum*. Biochemical Systematics and Ecology 35, 569-581.
- Sampaio, T.S., de Castro Nizio, D.A., White, L. A.S., de Oliveira Melo, J., Almeida, C.S., Alves, M.F., Blank, A.F., 2016. Chemical Diversity of a Wild Population

- of *Myrcia ovata* Cambessedes and Antifungal Activity Against *Fusarium solani*. Industrial Crops and Products, 86, 196-209.
- Sansome, E., 1963. Meiosis in *Pythium debaryanum* Hesse and its Significance in the Life-history of the Biflagellatae. Transactions of the British Mycological Society, 46 (1), 63-65.
- Sarikurkcü, C., Ozer, M. S., Eskici, M., Tepe, B., Can, Ş., Mete, E., 2010. Essential oil Composition and Antioxidant Activity of *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* var. *longicaulis*. Food and Chemical Toxicology, 48 (7), 1801-1805.
- Scrivanti, L.R., Zunino, M.P. and Zygodlo J.A., 2003. *Tagetes minuta* and *Schinus areira* Essential Oils as Allelopathic Agents. Biochemical Systematics and Ecology 31(6), 563-572.
- Sefidkon, F., Kalvandi, R., Atri, M., Barazandeh, M.M., 2005. Essential Oil Variability of *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jasas. Flavour and Fragrance Journal, 20 (5), 521-524.
- Sertkaya, E., Kaya, K., Soylu, S., 2010a. Chemical Compositions and Insecticidal Activities of the Essential Oils from Several Medicinal Plants Against the Cotton Whitefly, *Bemisia tabaci*. Asian Journal of Chemistry, 22, 2982-2990.
- Sertkaya, E., Kaya, K., Soylu, S., 2010b. Acaricidal Activities of the Essential Oils from Several Medicinal Plants Against the Carmine Spider Mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.) (Acarina: Tetranychidae). Industrial Crops and Products, 31, 107-112.
- Sethi, S., Prakash, O., Punetha, H., Pant, A. K., 2016. Antioxidant Assay and Antifungal Activity of Essential Oil and Various Extracts from *Alpinia allughas* Roscoe: A potent Zingiberaceous Herb. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 19 (2), 358-367.
- Shafaghat, A., Shafaghatlonba, M., 2011. Comparison of Biological Activity and Chemical Constituents of the Essential Oils from Leaves of *Thymus caucasicus*, *T. kotschyanus* and *T. vulgaris*. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 14 (6), 786-791.
- Siddiqui, I., Bokhari, N. A., Perveen, K., 2016. Antifungal Ability of *Nerium oleander* Against *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium rolfsii* and *Macrophomina phaseolina*. JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences, 26 (1), 269-274.
- Smith, H.C., 1965. The morphology of *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*, and *V. tricorpus*. New Zealand Journal of Agricultural Research, 8 (3), 450-478.
- Soković, M. D., Vukojević, J., Marin, P. D., Brkić, D. D., Vajs, V., Van Griensven, L. J., 2009. Chemical Composition of Essential Oils of *Thymus* and *Mentha* Species and Their Antifungal Activities. Molecules, 14(1), 238-249.
- Soylu, E.M., Tok, M.F., Soylu, S., Kaya, A.D., Evrendilek, G.A., 2005a. Antifungal Activities of the Essential Oil on Post-harvest Disease Agent *Penicillium digitatum*. Pakistan Journal of Biological Science, 8, 25-29.
- Soylu, E.M., Yiğitbaş, H., Tok, M.F., Soylu, S., Baysal, O., Kaya, A.D., 2005b. Chemical Composition and Antifungal Activity of the Essential Oil of *Artemisia annua* L. Against Foliar and Soil Borne Fungal Pathogens. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz-Journal of Plant Diseases and Protection, 112 (3), 229-239.

- Soylu, E.M., 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.
- Soylu, E.M., Kurt, Ş., Soylu, S., 2010. *In vitro* and *in vivo* Antifungal Activities of the Essential Oils of Various Plants Against Tomato Grey Mould Disease Agent *Botrytis cinerea*. International Journal of Food Microbiology. 143, 183-189.
- Stahl-Biskup E., 2002. Essential Oil Chemistry of the Genus *Thymus* a Global View, in Stahl-Biskup and Saez (eds) The Genus *Thymus*, Taylor & Francis, London, 75.
- Starovic, M., Ristic, D., Pavlovic, S., Ristic, M., Stevanovic, M., AlJuhaimi, F., Svetlana, N., Ozcan, M.M., 2016. Antifungal Activities of Different Essential Oils Against Anise Seeds Mycopopulations. Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv Fur Lebensmittelhygiene, 67 (3), 72-78.
- Tagami, O. K., Gasparin, M. D. G., Schwan-Estrada, K. R. F., da Silva Cruz, M. E., Itako, A. T., Júnior, J. B. T. and Stangarlin J. R. 2009. Fungitoxicity of *Bidens pilosa*, *Thymus vulgaris*, *Lippia alba* and *Rosmarinus officinalis* in the In Vitro Development of Phytopathogens Fungi. Semina: Ciências Agrárias, 30(2), 285-294.
- Tohidi, B., Rahimmalek, M., Arzani, A., 2017. Essential Oil Composition, Total Phenolic, Flavonoid Contents, and Antioxidant Activity of *Thymus* species Collected from Different Regions of Iran. Food Chemistry, 220, 153-161.
- Topuz, E., Madanlar, N., 2010. Bazı Bitkisel Kökenli Uçucu Yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae) Üzerine Kontakt ve Repellent Etkileri. Türkiye Entomoloji Bülteni, 1 (2), 99-107.
- Toroglu, S., 2011. Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Thymus kotschyanus* subsp. *glabrescens*. Asian Journal of Chemistry, 23 (3), 1072.
- Tripathi, P., Dubey N. K., 2004. Exploitation of Natural Products as an Alternative Strategy to Control Postharvest Fungal Rotting of Fruit and Vegetables. Postharvest Biology and Technology, 32, 235-245.
- Tumen, G., Baser, K.H.C., Demirci, B., Ermin, N., 1998. The Essential Oils of *Satureja coerulea* Janka and *Thymus aznavourii* Velen. Flavour and Fragrance Journal, 13, 65-67.
- Turner, G.W., Gershenzon, J., Croteau, B., 2000. Distribution of Peltate Glandular Trichomes on Developing Leaves of Peppermint. Plant Physiology, 124 (2), 655-663.
- Türküsay, H., Onoğur, E., 1998. Bazı Bitki Ekstratlarının In vitro'da Antifungal Etkinliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Journal of Agriculture and Forestry, 22, 267-271.
- Türkölmez, S., Soylu, E. M., 2014. Antifungal Efficacies of Plant Essential Oils and Main Constituents Against Soil-Borne Fungal Disease Agents of Bean. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17 (2), 203-211.
- Twooski, T., 2002. Herbicide Effects of Essential Oils. Weed Science, 50, 425-431.
- Uçan, F., 2008. DL-Limonenin Mayalar Üzerine Antifungal Etkisi. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Uludağ, A., 2006. Türkiye’de Allelopati Araştırmaları ve Uygulamaları Üzerine Genel Bir Bakış. Allelopati Çalıştayı, 37-46, Yalova.

- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., Üremiş, İ., 1993. Türkiye'nin Yabancı Otları ve Bazı Özellikleri. TC Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın., 78, 513.
- Ultee, A., Bennik, M.H.J., Moezelaar, R., 2002. The Phenolic Hydroxyl Group of Carvacrol is Essential for Action Against the Food-borne Pathogen *Bacillus cereus*. Applied and Environmental Microbiology, 68 (4), 1561-1568.
- Vaughn, S. F., Spencer, G. F., 1993. Volatile Monoterpenes as Potential Parent Structures for New Herbicides. Weed Science, 41(1), 114-119.
- Vokou, D., Margaris, N.S., 1986. Allelopathy of *Thymus capitatus*. Acta Ecologica, Oecologia Plant, 7 (21), 157-163.
- Walter, M., Jaspers, M. V., Eade, K., Frampton, C.M., Stewart, A., 2001. Control of *Botrytis cinerea* in Grape Using Thyme Oil. Australasian Plant Pathology, 30, 21-25.
- Watson, L., Dallwitz, M. J., 1999. The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval. University of New Orleans.
- Wilson, C.L., Solar, J. M., El Ghaouth, A., Wisniewski, M.E., 1997. Rapid Evaluation of Plant Extracts and Essential oils for Antifungal Activity Against *Botrytis cinerea*. Plant Disease, 81, 204-210.
- Yıldız B., Tümen G., Demirkuş, N., Adıgüzel, N., Akyalçın, H., Bahçecioglu, Z., 2004. Türkiye'de yetişen *Thymus* L. (Lamiaceae) Türlerinin Revizyonu ve Türler Üzerinde Palinolojik ve Kimyasal Araştırmalar, TBAG- 1715 (198T003), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu.
- Yılar, M., Bayan, Y., Aksit, H., Onaran, A., Kadioğlu, I., Yanar, Y., 2013. Bioherbicidal Effects of Essential Oils Isolated from *Thymus fallax* F., *Mentha dumetorum* Schult. and *Origanum vulgare* L. Asian Journal of Chemistry, 25 (9), 4807.
- Yücer, A., Altıntaş, G., 2012. Türkiye'nin Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Dış Ticareti. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, Tokat.
- Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bianchi, A., Albasin, A., 1996. Effects of Essential Oils on Phytopathogenic Fungi In Vitro. Journal of Phytopathology, 144, 380-383.
- Zambonelli, A., D'Aulerio, A. Z., Severi, A., Benvenuti, S., Maggi, L., Bianchi, A., 2004. Chemical Composition and Fungicidal Activity of Commercial Essential Oils of *Thymus vulgaris* L. Journal of Essential Oil Research, 16 (1), 69-74.
- Zheng, L.Y., Zhu, J.F., 2003. Study on Antimicrobial Activity of Chitosan With Different Molecular Weights. Carbohydrate Polymers, 54, 527-530.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Erzurum’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi’ne başladı ve 2011 yılında Bitki Koruma Bölümü’nden mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı (Fitopatoloji)’nda Yüksek Lisans öğrenimine başlayıp 2013 yılında mezun oldu. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı (Fitopatoloji)’nda Doktora öğrenimine başladı. 2013 yılında Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı ve halen bu görevine devam etmektedir. Evlidir.