



T.C.  
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI ▲



*Pratylenchus thornei* Sher Allen  
(TYLENCHIDA: PRATYLENCHIDAE)'A  
KARŞI *Myristica fragrans* Houtt  
(MAGNOLIALES: MYRISTICACEAE) BİTKİ  
EKSTRAKTININ NEMATİSİDAL  
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

FATMA GÜL KAMÇILAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR

2025



T.C.  
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



*Pratylenchus thornei* Sher Allen (TYLENCHIDA:  
PRATYLENCHIDAE)'A KARŞI *Myristica  
fragrans* Houtt (MAGNOLIALES:  
MYRISTICACEAE) BİTKİ EKSTRAKTININ  
NEMATİSİDAL ETKİNLİĞİNİN  
BELİRLENMESİ

FATMA GÜL KAMÇILAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY

KIRŞEHİR

2025

## YÜKSEK LİSANS TEZ ONAYI

Bu Yüksek Lisans Tezi 30/05/2025 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

**Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY (Danışman)** .....

**Prof. Dr. Fahriye ERCAN** .....

**Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Nur TAN** .....

**Bu Tez Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında hazırlanmış ve onaylanmıştır.**

**Tez No:**

**Prof. Dr. Ümit DEMİRAL**  
**Enstitü Müdürü**

**Bu tez Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimince Desteklenmiştir.**  
**Proje Numarası: ZRT.A4.24.009**

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

**KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS ETİK BEYANI**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

30/05/2025

Öğrenci

Fatma Gül KAMÇILAR

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	I
TEŞEKKÜR.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT .....	IV
TABLolar DİZİNİ .....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	VII
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>9</b>
3.1. Materyal.....	9
3.2. Metot.....	9
3.2.1. Taze fasulye çeşidinin seçilmesi.....	9
3.2.2. <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)' in kitle üretimi... 9	
3.2.3. <i>Myristica fragrans</i> Houtt (Myristicaceae) bitki Ekstraksiyonunun hazırlanışı .....	11
3.2.3.1. <i>Myristica fragrans</i> Houtt (Myristicaceae) metanol ekstraksiyonunun hazırlanışı 11	
3.2.3.2. <i>Myristica fragrans</i> Houtt (Myristicaceae) aseton ekstraksiyonunun hazırlanışı... 11	
3.2.3.3. <i>Myristica fragrans</i> Houtt (Myristicaceae) su ekstraksiyonunun hazırlanışı .....	12
3.2.4. <i>Myristica fragrans</i> Houtt (Myristicaceae)'ın farklı formülasyonlarının <i>Pratylenchus thornei</i> (Tylenchida: Pratylenchidae)'ye karşı uygulanması.....	12
3.2.4.1. In-vitro denemeleri .....	12
3.2.4.2. In- vivo (Sera/Saksı) denemeleri .....	13
3.2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler .....	16
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>17</b>
4.1. <i>Myristica fragrans</i> Houtt GS-MS Analizi Sonucu .....	17
4.2. <i>Myristica fragrans</i> Houtt'ın Meyvesinden Elde Edilen Metanol, Aseton ve Su Ekstraktlarının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'a karşı In Vitro Koşullarda Nematisidal Etkinliklerinin Belirlenmesi .....	18
4.3. <i>Myristica fragrans</i> Houtt'ın Meyvesinden Elde Edilen Metanol, Aseton ve Su Ekstraktlarının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'a karşı In Vivo (Sera/Saksı) Koşullarda Nematisidal Etkinliklerinin Belirlenmesi .....	21
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>25</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>27</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>33</b>

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim insanının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY'e büyük bir içtenlikle teşekkür ederim. Tezimi değerlendiren ve katkı sağlayan değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Fahriye ERCAN ve Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Nur TAN'a teşekkürlerimi içtenlikle sunarım.

Tez çalışmam sırasında "ZRT.A4.24.009" numaralı proje ile çalışmamı destekleyen Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Tezimi, ailem başta olmak üzere desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Bircan, Halil İbrahim ve Kübra'ya ayrıca nişanlım Ömer'e ithaf ederim.

Mayıs, 2025

Fatma Gül KAMÇILAR

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

***Pratylenchus thornei* Sher Allen (TYLENCHIDA: PRATYLENCHIDAE)'A KARŞI  
*Myristica fragrans* Houtt (MAGNOLIALES: MYRISTICACEAE) BİTKİ  
EKSTRAKTININ NEMATİSİDAL ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**Fatma Gül KAMÇILAR**

**KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY  
Yıl: 2025, Sayfa: 33  
**Jüri:** Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY  
Prof. Dr. Fahriye ERCAN  
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Nur TAN

*Pratylenchus* türleri tahıl ve baklagillerde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu zararlılar ile mücadelede ruhsatlı bir pestisit olmaması ve nematitlerin insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkilerinden dolayı alternatif mücadele yöntemleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bu yöntemlerin başında bitki ekstraktları gelmektedir. Doğada bulunan birçok bitkinin içermiş olduğu sekonder bileşikler zararlılara karşı biyopestisit etki göstermektedir. Bu çalışmada *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)'a karşı *Myristica fragrans* Houtt (Magnoliales: Myristicaceae)'ın metanol, aseton ve su ekstraktları in vitro ve in vivo (sera-saksı) koşullarda denenmiştir. In vitro çalışmalarda, *M. fragrans*'ın metanol, aseton ve su ekstraktlarının %1, %2.5, %5 ve %10'luk dozları uygulanmış ve deneme 5 tekrerr 2 tekrar halinde yürütülmüştür. In vitro koşullarda kurulan denemede ölüm oranları 24, 48 ve 72 saat sonunda belirlenmiştir. Deneme sonuçlarına göre en düşük ölüm oranı 24 saat sonunda %19.96 ile %1 su ekstraktında, en yüksek ölüm oranı ise 72. saat sonunda %1 aseton ekstraktında % 85.86 olarak belirlenmiştir. In vivo (sera/saksı) koşullarda ise denemeler tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekrerr 2 olarak kurulmuş ve 2 kez tekrar edilmiştir. İnokülasyondan 10 hafta sonra kök ve toprak örnekleri alınmış ve mikroskop altında sayımlar yapılmıştır. Deneme sonucuna göre üreme oranı en düşük %10'luk su ekstraktında 0.48 ve en yüksek üreme oranı ise %1 su ekstraktında 0.94 olarak belirlenmiştir. Denemeden elde edilen bulgulara göre *M. fragrans*'ın metanol, aseton ve su ekstraktlarının *P. thornei*'yi baskıladığı tespit edilmiş olup *Pratylenchus* spp. mücadelesinde kimyasal pestisitlere alternatif olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Pratylenchus thornei*, *Myristica fragrans*, Bitki ekstraktı, Metanol, Aseton, Su

## ABSTRACT

### MASTER'S THESIS

**DETERMINATION OF NEMATICIDAL EFFICACY OF *Myristica fragrans* Houltt  
(MAGNOLIALES: MYRISTICACEAE) PLANT EXTRACT AGAINST *Pratylenchus*  
*thornei* Sher Et Allen (TYLENCHIDA: PRATYLENCHIDAE)**

**Fatma Gül KAMÇILAR**

**KIRŞEHİR AHİ EVRAN UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION**

**Supervisor:** Assist. Prof. Dr. Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY  
Year: 2025, Pages: 33  
**Juries:** Assist. Prof. Dr. Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY  
Prof. Dr. Fahriye ERCAN  
Assist. Prof. Dr. Ayşe Nur TAN

*Pratylenchus* species cause significant yield losses in cereals and legumes. No registered pesticide can control them, and due to the negative effects of nematicides on human and environmental health, studies are being carried out on alternative methods for their control. Plant extracts are the most important alternative control methods. Many natural plants contain secondary compounds that have biopesticide effects against pests. In this study, methanol, acetone and water extracts of *Myristica fragrans* Houltt (Magnoliales: Myristicaceae) were tested against *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae) in vitro and in vivo (greenhouse-pot) conditions. Under in vitro conditions, the 1%, 2.5%, 5%, and 10% doses of methanol, acetone, and water extracts of *M. fragrans* were applied against *P. thornei*, and the experiment was conducted with 5 replications and repeated twice. In the in vitro experiment, the mortality rates were determined at 24, 48, and 72 hours. According to the experimental results, the lowest mortality rate was 19.96% in the 1% water extract after 24 hours, while the highest mortality rate was determined to be 85.86% in the 1% acetone extract after 72 hours. In vivo (greenhouse/pot) conditions, the experiments were set up in a randomised block design with 4 replications and repeated 2 times. Ten weeks after inoculation, root and soil samples were taken, and counts were made under a microscope. According to the test results, the lowest reproduction rate was 0.48 in the 10% water extract, and the highest was 0.94 in the 1% water extract. According to the findings obtained from the experiment, it was determined that the methanol, acetone, and water extracts of *M. fragrans* suppressed *P. thornei*, and it has been identified as having the potential to be used as an alternative to chemical pesticides in the control of *Pratylenchus* spp.

**Key Words:** *Pratylenchus thornei*, *Myristica fragrans*, Plant extract, Methanol, Acetone, Water

## TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa No
<b>Tablo 4.1</b> <i>Myristica fragrans</i> Houtt'ın uçucu yağ bileşenleri.....	17
<b>Tablo 4.2.</b> <i>Myristica fragrans</i> Houtt'ın meyvesinden elde edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'a karşı in vitro koşullarda nematisidal etkinliği.....	19
<b>Tablo 4.3.</b> <i>Myristica fragrans</i> Houtt su ekstraktının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'a karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucu elde edilen LD <sub>50</sub> ve LD <sub>90</sub> değerleri .....	20
<b>Tablo 4.4.</b> <i>Myristica fragrans</i> Houtt aseton ekstraktının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'a karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucu elde edilen LD <sub>50</sub> ve LD <sub>90</sub> değerleri.....	20
<b>Tablo 4.5.</b> <i>Myristica fragrans</i> Houtt metanol ekstraktının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'a karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucu elde edilen LD <sub>50</sub> ve LD <sub>90</sub> değerleri.....	21
<b>Tablo 4.6.</b> <i>Myristica fragrans</i> Houtt'ın meyvesinden elde edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'nın üreme oranı (RF) üzerine etkinliği.....	23

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1.	Havuç kültürü, A-B: Havuç kültürünün oluşturulması, C: 2-3 ay sonunda havuç üzerinde <i>Pratylenchus thornei</i> bireylerinin gelişmiş hali, D-E: havuçlar üzerinden <i>P.thornei</i> bireylerinin modifiye pedri dish yöntemi ile ekstrakte edilmesi.....	10
Şekil 3.2.	<i>Myristica fragrans</i> 'ın metanol ekstraktının hazırlanması, A: Metanol'ün eklenmesi, B: Orbital çalkalayıcı'da karıştırılması, C: Rotary Evaporatörde metanolün uçurulması .....	11
Şekil 3.3.	<i>Myristica fragrans</i> su ekstraktı hazırlanması, A: <i>Myristica fragrans</i> tartımı, B: su ekstraktı .....	12
Şekil 3.4.	<i>Pratylenchus thornei</i> mikroskop görüntüleri.....	13
Şekil 3.5.	Deneme kurulumu, mikropipet ile nematod inokülasyonu.....	13
Şekil 3.6.	In vivo çalışmaları.....	14
Şekil 3.7.	In vivo (A, B, C ve D) ve laboratuvar çalışmaları (E) .....	15
Şekil 4.1.	<i>Myristica fragrans</i> Houtt'ın meyvesinden elde edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'a karşı in vitro koşullarda nematisidal etkinliği .....	19
Şekil 4.2.	<i>Myristica fragrans</i> Houtt'ın meyvesinden elde edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen'a karşı in vivo koşullarda nematisidal etkinliği .....	22

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
°C	: santigrat derece
$\mu l$	: mikrolitre
mg	: miligram
ml	: mililitre
g	: gram
%	: yüzde
rpm	: dakikadaki devir sayısı
ppm	: milyonda bir birim
lt	: litre
cm	: santimetre
yy.	: yüzyıl

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
Pi	: Başlangıçtaki nematod popülasyonu
Pf	: Deneme sonucundaki toplam nematod popülasyonu
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
LD <sub>50</sub>	: Letal Doz 50% (Bir popülaasyonun %50'sini öldürmek için gerekli doz miktarı)
LD <sub>90</sub>	: Letal Doz 90% (Bir popülasyonun %90'nını öldürmek için gerekli doz miktarı)
RF	: Nematodlarda üreme oranı
KAEÜ	: Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
sp.	: Tür
spp.	: Türler
ve ark.	: ve arkadaşları

## 1. GİRİŞ

Gıda krizi dünya çapında günden güne artış göstermekte ve bu durum ciddiyetini korumaktadır. Küresel Gıda Krizi Raporuna (2023) göre, 2022 yılında bu krizi yaşamakta olan insan sayısı geçen 7 yıla göre en yüksek seviyeye ulaşmış durumda olup bu rapora göre 691 ile 783 milyon insanın açlıkla karşı karşıya olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2023a). Açlığın ve gıda krizinin önlenmesi için gıdaların besin değerleri bakımından zengin ve maddi olarak ulaşılabilir olması oldukça önemlidir. Tahıllar ve baklagiller insan beslenmesinde kullanılan temel gıdalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. İçermiş oldukları protein, karbonhidrat, mineral ve vitamin bakımından oldukça zengin olan tahıl ve baklagiller günlük beslenme için önemli besin kaynakları arasında yer almaktadır (Sarıoğlu ve Velioğlu, 2018; Kamçılar ve Altıncöy, 2024). Dünyada ve Türkiye’de en çok üretilen tarımsal ürünler arasında tahıllar ve baklagiller yer almaktadır (Anonim, 2023b). Baklagiller kendi içerisinde değerlendirildiğinde ise fasulye dünyada ve ülkemizde üretimi en fazla yapılan baklagildir (FAO, 2022). Ülkemize 17.yy’da girmiş olan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) hemen hemen bütün bölgelere adaptasyon sağlamış olup kuru ve taze tüketim amaçlı yetiştiriciliği yapılmaktadır. A, B (tohumlar) ve C (taze meyveler) vitamini bakımından zengindir ve %22.6 protein, %56 karbonhidrat ve oldukça yüksek miktarda mineral madde içermektedir (Sözen, 2012). Fasulye, taze ve kuru tüketime uygun olmasının yanında gıda sanayisinde de hammadde olarak büyük bir öneme sahiptir (Özdemir, 2002).

Taze fasulye üretim miktarlarına bakıldığında 2020 yılında dünyada 23.276.716 ton olarak gerçekleşmiştir. Taze fasulye üretiminde ilk sırayı Çin alırken ardından sırasıyla Endonezya ve Türkiye (552.083 ton) gelmektedir (FAO, 2022). Ülkemizde fasulye üretiminde ilk sırayı %11,3 ile Bursa alırken bunu %9,8 ile İzmir ve %9,2 ile Mersin takip etmektedir (Anonim, 2022).

Besine ulaşılabilirlik bakımından tahıl ve baklagillerin üretimi günden güne önem kazansa da biyotik ve abiyotik faktörler verim ve kalitede ekonomik kayba neden olmaktadır. Biyotik faktörler kendi içerisinde değerlendirildiğinde bitki paraziti nematodlar tahıl ve baklagillerde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Nematodların popülasyonu konukçu bitki üzerinde yoğun olduğunda verim ve kalitede %35-40 arasında bir düşüşe sebep olmaktadır (Williamson ve Gleason, 2003). Bitki paraziti nematodların yıllık olarak verdiği zararın yaklaşık 80 milyar dolar olduğu bilinmektedir (Nicol ve ark., 2011). Bitki paraziti nematodların yaşamlarını sürdürmeleri

ve üreyebilmeleri için bitkilere ihtiyaçları vardır. Geçmişten günümüze kadar 40.000 civarında nematod türü belirlenmiş olup yaklaşık 4.300 kadarının bitkilerde kalite ve verim kaybına neden olduğu bilinmektedir (Kepenekçi, 2012). Bu türler arasında tahıl ve baklagillerde önemli zararlar meydana getiren Kök Lezyon nematodları olarak da bilinen *Pratylenchus* türleri yer almaktadır.

Kök lezyon nematodları dünyanın neredeyse her bölgesinde bulunup, endoparazit (hareketli) olduğundan geniş bir konukçu spektrumuna sahiptir (Sasser ve Freckman, 1987; Evans ve Webb 1989; Castillo ve Vovlas, 2007). Toprakta hareketli endoparazit olarak yaşamını devam ettiren kök lezyon nematodları stiletleri yardımıyla bitki köküne penetre olarak besin ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar (Karakaş, 2009; Kepenekçi, 2012). Tüm yaşamını kök içerisinde beslenerek geçirirler. Bu nematodlar hareketli olduklarından köke defalarca giriş çıkış yaparak kökler üzerinde lezyonlara ve kahverengi lekelerine neden olmaktadır. Toprak üstü aksamdaki belirtileri ise bodurluk ve renk açılmalarıdır (Agrios, 2004). Stiletleri ile açmış oldukları yaralardan bakteri, virüs, fungus gibi patojenlerin girişine olanak sağlamalarıyla ikinci bir zarar meydana getirmektedirler (Chen ve ark., 2004; Luc ve ark., 2005; Castillo ve Vovlas, 2007; Mıstanoğlu ve Kaşkavalcı, 2013; Kamçılar ve Altıncıköy, 2024).

Dünyada *Pratylenchus* cinsine ait 68 tür tespit edilmiştir. *P. thornei* ve *P. neglectus* türleri dünyada birçok araştırmacı tarafından yaygın olarak buğdaygiller ve baklagiller üzerinde tespit edilmiştir (Sikora ve ark., 2005; Smiley ve ark., 2005; Castillo ve Vovlas, 2007).

Bitki paraziti nematodlar ile mücadelenin zor olması dolayısıyla son yıllarda dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve kullanılması çalışmalarına ağırlık verilmektedir. Ancak çalışmalar oldukça sınırlı sayıda olup baklagillerde *Pratylenchus thornei*'ye karşı tescil edilmiş bir çeşit bulunmamaktadır (Kamçılar ve Altıncıköy, 2024). Üreticiler nematodlarla mücadelede kimyasal ilaçlara yönelmektedirler. Özellikle toprak altı zararlısı olması ve kullanılan kimyasalların insan, çevre ve hedef alınmayan organizmalara karşı olumsuz etkilerinden dolayı alternatif yöntemler üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bitki paraziti nematodlarla mücadelede başvurulan ilk yöntem kimyasallardır. Bunun temel sebebi ise hızlı ve kesin sonuç vermesinin yanında alternatif mücadele yöntemlerinin bilinmemesidir. Kimyasallar, çevre ve insan sağlığına zarar vermekte, bilinçsiz kullanımda zararlıda direnç gelişimi oluşturmakta ve sürdürülebilirliğin önüne geçmektedir. Yıllardır tarımsal verimlilik, kalite ve çiftçi gelirinin artışında önemli rol oynayan kimyasalların güvenilirliği konusunda oluşan

kaygılar kimyasalların tarımda kullanılabilirliğinin tekrar değerlendirilmesine yol açmıştır. Tüketiciler kaliteli ürün isterken bunun yanında pestisit kalıntısının da olmamasını talep etmektedir. Bu talepler, ürünler üzerinde kalıntı analizlerine yönelik düzenlemelerin yapılması yolunu açmıştır (Kamçılar ve Altıncıköy, 2024).

Bu gelişmeler sonucu araştırmacılar tarafından alternatif mücadele yöntemleri geliştirilmeye ve uygulanmaya başlanmıştır (Altıntop, 2006; Başkaya, 2020; Balcı ve Durmuşoğlu, 2020, Nohutçu ve ark., 2021). Bunların başında biyopestisit uygulamaları yer almaktadır. Biyopestisitlerin etki mekanizmasına bakıldığında çevre dostu olarak bitki zararlılarını kontrol ettiği ve kimyasallara göre daha az toksisiteye sahip olduğu aynı zamanda çevre ve insan sağlığında kimyasallara göre daha az tehdit oluşturduğu düşünülmektedir (Srijita, 2015; Uçak ve ark., 2014).

Doğada pestisit etkisi gösteren birçok bitki bulunmaktadır. Bu bitkiler genellikle yoğun olarak içerdikleri monoterpen, fenolik birleşikler, alkoloitler ve seskiterpen gibi maddeler sayesinde antibakteriyel, antiviral, antifungal, nematisidal, insektisidal ve herbisidal etki göstermektedir (Kısmalı ve Madanlar, 1988; Brauer ve Devkota, 1990; Rafiei Karahroodi ve ark., 2009; Bozhüyük ve ark., 2019; Umarusman ve ark., 2019, Nohutçu ve ark., 2021; Yaman ve Şimşek, 2022).

Anavatanı Endonezya'nın Banda Adaları olan *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae), genellikle Hint cevizi ya da Muskat (Nutmeg) olarak bilinmektedir. İçerdiği monoterpen hidrokarbonlar, aromatik monoterpenler ve aromatik esterler sayesinde biyopestisit özellik gösteren bitkiler grubuna dahil olmaktadır (Kamçılar ve Altıncıköy, 2024). *M. fragrans* meyvesinden elde edilen baharat 16.yy' da Avrupa ülkelerinin mutfaklarında fumigant olarak kullanılmıştır (Huang ve ark., 1997). Endonezya'nın Banda Adaları yanı sıra, Hindistan, Sri Lanka, Karayipler ve özellikle de Grenada da yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim, 2023c).

Tıbbi ve aromatik bitki olarak hem baharat hem de insan sağlığı açısından kullanılmaktadır. *M. fragrans*'ın içerdiği bileşikler sayesinde antienflamatuar, antidepresan, antioksidan özellikleri araştırılmıştır (Jaiswal ve ark., 2009). Son yıllarda yapılan çalışmalarda insektisidal (Jung ve ark., 2007; Chaubey, 2008), antifungal (Butzge ve ark., 2020) ve nematisidal (Gad ve Osman, 2019) etkileri ortaya konmuştur.

Bu tez çalışmasında, ülkemizde yaygın yetiştiriciliği yapılan ve çalışmalar sonucunda *Pratylenchus thornei*'ye karşı hassas olduğu belirlenen *Phaseolus vulgaris* (Sarıköz fasulye) çeşidinde verim kayıplarına karşı muskat bitkisinin meyvelerinden elde

edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının in vitro ve in vivo (sera-saksı) denemeleri ile *P. thornei*'ye karşı etkinliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Mevcut tez çalışması ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar geçmişten günümüze incelenmiş ve özetlenerek sunulmuştur.

Di Vito ve ark. (1994), Türkiye’de baklagiller üzerinde bulunan nematodların tespiti amacıyla yaptıkları sörveyler sonucu *Pratylenchus thornei*, *P. penetrans* ve *P. mediterraneus* türlerinin en yaygın türler olduğunu ve önemli zararlanmalara neden olduğunu gözlemlediklerini bildirmişlerdir.

Kepenekçi ve Ökten (1999), yapmış olduğu çalışmada Orta Anadolu Bölgesi (Afyon, Ankara, Burdur, Karaman, Nevşehir, Niğde, Isparta ve Yozgat) yemeklik dane baklagil (börülce, fasulye, mercimek ve nohut) ekiliş alanlarında Tylenchida takımına ait 58 tür tespit etmiş ve bu türler içinde de en yaygın türlerin *Merlinius brevidens*, *Filenchus filiformis*, *P. thornei* ve *Bitylenchus parvus* olduğunu belirtmişlerdir.

Erdal ve ark. (2001), Türkiye’de tahıl, baklagil, endüstri bitkileri, sebze, meyve, bağ ve turunçgil alanlarında saptanan Tylenchida (Nematoda) türlerinin bir listesini yayınlamışlar ve ülkemizde en yaygın türlerin *Filenchus filiformis*, *F. thornei*, *Boleodorus (B.) thylactus*, *Bitylenchus dubius*, *B. parvus*, *Quinisulcius capitatus*, *Merlinius brevidens*, *M. nanus*, *Helicotylenchus digonicus*, *P. penetrans*, *P. thornei*, *Zygotylenchus guevarai*, *Pratylenchoides alkani*, *P. conincki*, *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, *Heterodera avenae*, *H. schachtii*, *Ditylenchus destructor*, *D. dipsaci*, *D. myceliophagus*, *Anguina tritici* ve *Tylenchulus semipenetrans* olduğunu bildirmişlerdir.

San Martin ve Magunacelaya (2005), yapmış oldukları çalışmada triterpenoid saponinler, polifenoller, tuzlar ve şekerler içeren *Quillaja saponaria* (Sabun kabuğu ağacı)’nın sulu özütlerini, *Criconemoides xenoplax*, *Helicotylenchus sp.*, *Meloidogyne ethiopica*, *M. hapla*, *P. thornei*, *Tylenchorhynchus sp.*, *Xiphinema americanum* ve *X. index*’e karşı laboratuvarında üç farklı şekilde test etmişlerdir. QL 1000 ® (saponin içeren ve saponin içermeyen fraksiyonların tamamı), QL ULTRA ® (saponin fraksiyonu), QL NS ® (saponin içermeyen fraksiyon). Bu çalışma sonucunda QL 1000 ® 'in 100 ppm de ekonomik açıdan önemli nematisidal etkilere sahip olduğunu, QL ULTRA ® ve QL NS ® ayrı kullanımlarda oldukça düşük, beraber kullanıldıklarında ise QL 1000 ® 'e benzer sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Söğüt ve ark. (2011), Bilecik, Burdur ve Kütahya illerinde yapmış oldukları çalışmada tarla koşullarında yetiştirilen taze fasulyelerde ürün kayıplarına neden olan

*P. thornei*, *P. neglectus* ve *P. penetrans* türlerini belirlemişlerdir. Bilecik’de tarla koşullarında yapılan çalışmada ise Osmanlı, Siyah boncuk ve Ayşekadın taze fasulye çeşitleri üzerinde *P. thornei*’nin popülasyon gelişimi ve verime olan etkilerini araştırarak *P. thornei*’nin en yüksek popülasyon yoğunluğunu Ayşekadın çeşidinde oluşturduğunu ve fasulye verimini %14.2 oranında düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Kepekçi ve ark. (2016), yapmış oldukları çalışmada in vitro koşullarda *P. thornei* ‘ye karşı *Hyoscyamus niger* (Banotu), *Melia azedarach* (Tesbih ağacı), *Xanthium strumarium* (Pıtrak) ekstraktlarını domates bitkisinde 3 farklı konsantrasyonda denemişler ve 72 saat sonunda %100’lük oranda ölüm tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucu, kullanılan bitki ekstraktlarının *P. thornei* popülasyonunu azaltmak amacıyla kullanılabileceğini göstermektedir.

Esteves ve ark. (2017), yapmış oldukları çalışmada cevizin içermiş olduğu naphthoquinones (juglone, 1,4-naphthoquinone ve plumbagin) maddelerini *P. thornei*’ye karşı denemişler ve 72 saat sonunda juglone için LC<sub>50</sub> değeri 134.7 ppm, 1,4-naphthoquinone için LC<sub>50</sub> değeri 161.2 ppm ve plumbagin için LC<sub>50</sub> değeri ise 207.6 ppm bulmuşlardır.

Altinköy Sağlam ve ark. (2020), yapmış oldukları çalışmada gümüş nanopartiküllü *Moringa oleifera* su ekstraktının *P.thornei*’ye karşı denemişler ve uygulamadan 48 saat sonra 168 ppm’de %90.55 ve 84 ppm’de %79.79’luk bir ölüm meydana geldiğini belirlemişlerdir. *M. oleifera*’nın nano gümüş katkılı sulu ekstraktı *P. thornei*’nin azaltılmasında etkili bulmuşlardır.

Fabiyi ve ark. (2020) yapmış oldukları çalışmada *Eucalyptus globulus*’un farklı ekstraktlarını *Pratylenchus* spp. üzerinde denemişler ve *E. globulus*’un nematod popülasyonunu düşürdüğü ve mısır bitkisinde verimi arttırdığını tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre en etkili formülasyon tipinin esansiyel yağ olduğu belirlemişlerdir. *E.globulus* esansiyel yağının mısır bitkisinde sera koşullarında uygulanması sonucu nematod popülasyon yoğunluğu 3.06, tarla koşullarında ise 12.3 olduğu belirtilmiştir. Bunu sırasıyla *E.globulus* etanol ekstraktı (sera da 9.73 ve tarlada 18.12 popülasyon yoğunluğu) ve *E.globulus* etil asetat ekstraktı (sera da 10.13 ve tarlada 19.09 popülasyon yoğunluğu) izlemiştir. Uygulanan kimyasal ilaç Carbofuran ile serada 2.27 ve tarlada ise 13.29 nematod popülasyon yoğunluğu bulunmuştur.

Taşkın (2020), yapmış olduğu çalışmada Ceviz, Çiriş, Defne, Dere Otu, Hayıt, İncir, Nane, Okaliptüs, Roka, Tespih Ağacı, Zakkum ve Zencefil bitki ekstraktlarını farklı konsantrasyonlarda (%1, %2.5, %5 ve %10’luk) Kök Lezyon Nematodları, *P. thornei* ve

*P. penetrans*; Kök-ur Nematodu, *Meloidogyne incognita*; Soğan Sak Nematodu, *Ditylenchus dipsaci*'ye uygulamış ve çalışma sonucunda Ceviz, Çiriş, İncir, Roka, Tespih Ağacı bitki ekstraktlarının %1'lik konsantrasyonunda 24 saat sonunda *D. dipsaci*, *P. penetrans*, *P. thornei*'de %95-100 oranında ölüm gözlenirken, Dere otu, Nane ve Zakkumda %2.5'lük konsantrasyonda aynı sonuçlara rastlamıştır. Denemeye alınan bitkilerin %10'luk konsantrasyonda 24 saat sonunda *D. dipsaci*, *M. incognita* *P. penetrans* ve *P. thornei*'de %87-100 oranında ölüm belirlemiştir.

Özdemir ve ark. (2021), Türkiye doğal koşullarında yetişen ve Apiaceae familyası üyesi olan farklı 12 bitkiden elde edilen uçucu yağların kök lezyon nematodlarına (*P. neglectus*, *P. penetrans* ve *P. thornei*) karşı nematisidal etkilerini in vitro koşullarda incelemiştir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağların nematisidal etkileri nematodların türüne göre değişmiş olup, *P. neglectus* türünde *Coriondrium sativum* L. (Kışniş), *P. thornei* türünde *Ferulago cassia* Boiss (Şeytan kışnişi), *P. penetrans* türünde ise *Foeniculum vulgare* Miller (Rezene) ve *Anethum graveolens* L. (Dere otu) uçucu yağları diğer uygulamalardan daha yüksek etkinlik göstermiş olduğunu belirtmişlerdir.

Dura ve ark. (2022), yapmış oldukları çalışmada *Meloidogyne incognita* ve *P. thornei* üzerinde in vitro koşullarda doğal çam reçinesini %2, %1 ve %0.5 konsantrasyonlarında denemişler ve çalışma sonucunda en yüksek ölüm oranı 72 saat sonunda %2 lik konsantrasyonda *Meloidogyne incognita*'da %100, *Pratylenchus thornei*'de ise %96.38 olarak belirlemiştir. Bu deneme sonucunda çam reçinesinin etkili bir nematisidal etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Kamçılar ve Altinköy Sağlam (2024), yapmış oldukları çalışmada *Myristica fragrans*'in etanol ekstraktını 100, 250, 500, 1000 ve 2500 ppm dozlarında *P. thornei*'ye karşı uygulamışlar ve deneme sonucunda en yüksek ölüm oranı 72 saat sonunda 2500 ppm'de %75.33 olarak belirlemiştir. Deneme sonucunda *M. fragrans*'in etanol ekstraktının *P. thornei*'yi baskıladığı ve nematisidal etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini kök lezyon nematodlarından *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae), *Myristica fragrans* Houtt (Magnoliales: Myristicaceae) meyvesinden elde edilen farklı formülasyonlardaki bitki ekstraktı ve sarıkız taze fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisi oluşturmuştur. *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) meyvesi Arifoğlu Baharat ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti'den, fasulye tohumları ise İNTFA - Tarımsal Alışveriş Merkezi'nden temin edilmiştir.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Taze fasulye çeşidinin seçilmesi

Ülkemizde yaygın yetiştiriciliği yapılan Sarıkız taze fasulye çeşidi denemede kullanılmak üzere seçilmiştir. Saleh ve ark. (2021)'nin yapmış olduğu çalışmada *Phaseolus vulgaris* L. (Sarıkız çeşidi)'in *P.thornei*'ye karşı hassas bir çeşit olduğunu belirlemişlerdir. Bundan dolayı bu fasulye çeşidi denemeye alınmıştır.

##### 3.2.2. *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)' in kitle üretimi

*Pratylenchus thornei* kitle üretimi havuç kültürü üzerinde Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarında yapılmıştır. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde yürütülen TAGEM (TAGEM/21/AR-GE/12) projesinde *Pratylenchus thornei* kültürü kullanılmaktadır. Saf kültür oluşturmak için yürütülen projede üretilen *P.thornei* bireylerinden alınarak Verdejo-Lucas ve Pinochet (1992), Castillo ve ark. (1995) ve Tülek ve ark. (2009) protokollerinden yararlanılarak havuç üzerinde nematod kültürü devam ettirilmiştir. Taze, büyük ve yıkanmış havuçlar 10 dakika alkol içerisinde bekletilmiş ardından steril kabin içerisinde alevden geçirildikten sonra soyulan havuçlar tekrar alkole daldırılmış ve yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Havuçlar 1 cm kalınlıkta doğranmış ve steril petri kaplarının içerisine yerleştirilmiştir. Petriye yerleştirilen havuçlar üzerine havuç kültüründe çoğaltılmış olan nematodlar ufak parçalar halinde eklenmiştir. Petrilerin etrafı parafilm ile kaplanarak bulaşma engellenmiştir (Şekil 3.1). Ardından petriler 21±2°C'de inkübatöre alınmıştır ve yaklaşık 2-3 ay sonra ergin nematodlar istenilen yoğunluğa ulaşmıştır. Denemede kullanılmak üzere havuç

kültürlerinden modifiye petri dish yöntemiyle nematodların ekstraksiyonu yapılmıştır (Şekil 3.1).

20 µm'lik eleklerle yıkanarak tüm dönemlerine ait bireyleri (yumurta, larva, ergin (dişi/erkek bireyler)) inokülasyon için beher içerisinde toplanmıştır. İnokülasyon zamanına kadar buzdolabında saklanmıştır.



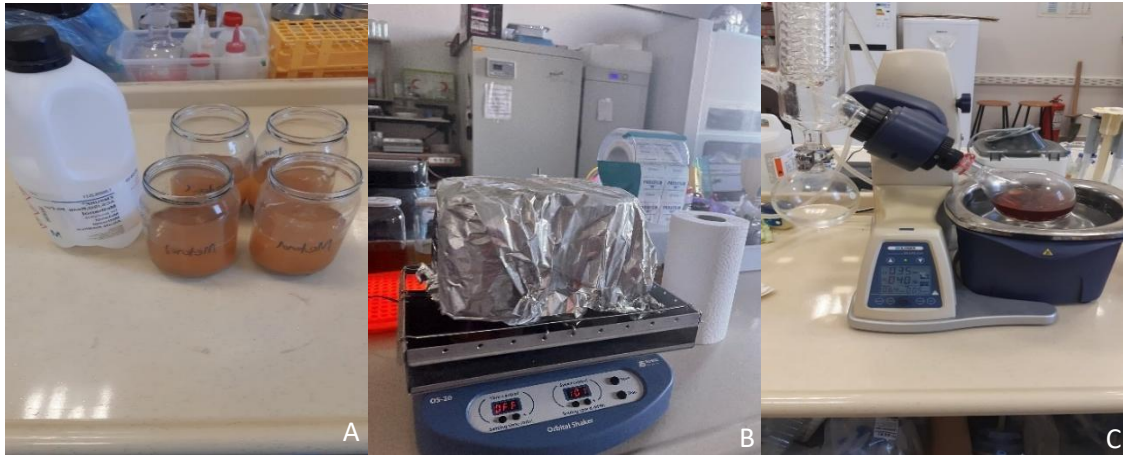
**Şekil 3.1.** Havuç kültürü, A-B: Havuç kültürünün oluşturulması, C: 2-3 ay sonunda havuç üzerinde *Pratylenchus thornei* bireylerinin gelişmiş hali, D-E: Havuçlar üzerinden *P.thornei* bireylerinin modifiye petri dish yöntemi ile ekstrakte edilmesi (FG Kamçılar, 2025)

### 3.2.3. *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) bitki ekstraksiyonunun hazırlanışı

Denemelerde *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) meyvesinin metanol, aseton ve su ekstraktları *P.thornei* 'ye karşı in vitro ve in vivo (sera-saksı) koşullarında denenmiştir.

#### 3.2.3.1. *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) metanol ekstraksiyonunun hazırlanışı

*Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) olgun meyvesi öğütülerek pürüzsüz hale getirilmiştir. 100g tartılarak erlene alınıp 900 ml metanol eklenmiştir. Ardından alüminyum folyoya sarılan erlen 3 gün boyunca orbital çalkalayıcı (100 rpm'de) da çalkalandıktan sonra oluşan çözelti kaba filtreden geçirilmiştir. Solüsyon daha sonra 5000 rpm'de santrifüj edilerek içindeki partiküllerinden ayrışması sağlanmıştır. Saf maddeyi elde etmek için 40°C'de Rotary Evaporatörde metanolün uçurulması sağlanmıştır (Şekil 3.2). Elde edilen madde metanol ekstraktı denemelerde kullanılıncaya kadar buzdolabında ağzı kapalı şeffaf cam kaplarda saklanmıştır.



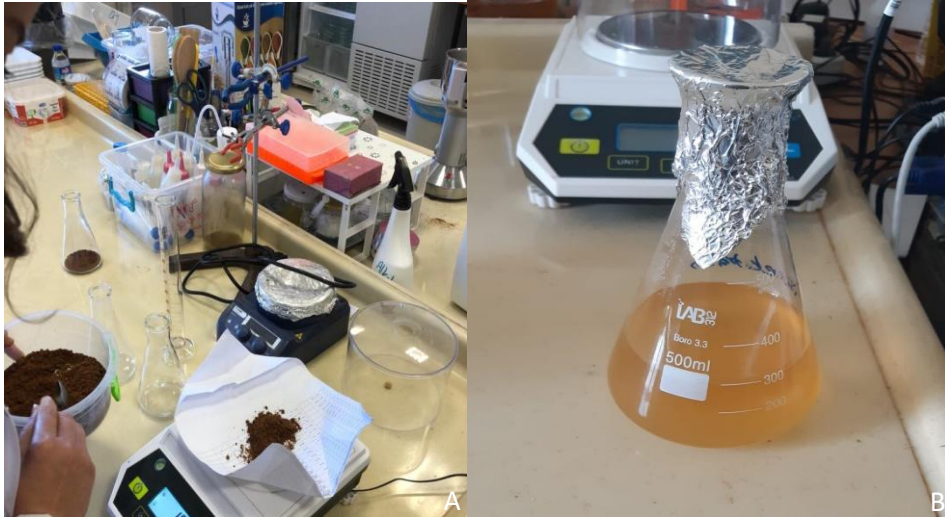
Şekil 3.2. *Myristica fragrans*'ın metanol ekstraktının hazırlanması, A: Metanol'ün eklenmesi, B: Orbital çalkalayıcı'da karıştırılması, C: Rotary Evaporatörde metanolün uçurulması (FG Kamçılar,2025)

#### 3.2.3.2. *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) aseton ekstraksiyonunun hazırlanışı

*Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) meyvesi öğütülerek pürüzsüz hale getirilmiştir. 100g tartılarak erlene alınıp 900 ml aseton eklenmiştir. Ardından alüminyum folyoya sarılan erlen 3 gün boyunca orbital çalkalayıcı (100 rpm'de) da çalkalandıktan sonra oluşan çözelti kaba filtreden geçirilmiştir. Solüsyon daha sonra 5000 rpm'de santrifüj edilerek içindeki partiküllerinden ayrışması sağlanmıştır. Saf maddeyi elde etmek için 40°C'de Rotary Evaporatörde asetonun uçurulması sağlanmıştır. Elde edilen aseton ekstraktı denemelerde kullanılıncaya kadar buzdolabında ağzı kapalı cam kaplarda saklanmıştır.

### 3.2.3.3. *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) su ekstraksiyonunun hazırlanışı

*Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae) meyvesi öğütülerek pürüzsüz hale getirilmiştir. 100g tartılarak erlene alınıp 900 ml saf su eklenmiştir. Ardından, 80 °C'lik su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra soğumaya bırakılan solüsyon kaba filtreden geçirilmiştir (Nartop, 2017). Solüsyon daha sonra 5000 rpm'de santrifüj edilerek içindeki partiküllerden ayrıştırılması sağlanmıştır. Elde edilen solüsyon denemede kullanılmak üzere 24 saate kadar buzdolabında saklanmıştır.

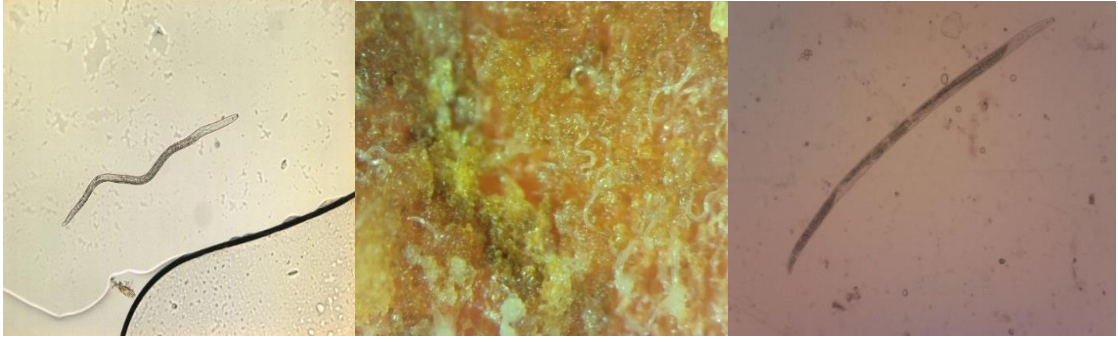


Şekil 3.3. *Myristica fragrans* su ekstraktı hazırlanması, A: *Myristica fragrans* tartımı, B:su ekstraktı (FG Kamçılar, 2025)

### 3.2.4. *Myristica fragrans* Houtt (Myristicaceae)'ın farklı formülasyonlarının *Pratylenchus thornei* (Tylenchida: Pratylenchidae)'ye karşı uygulanması

#### 3.2.4.1. In vitro denemeleri

Çalışmada *M. fragrans*'ın metanol, aseton ve su ekstraktları %1, %2.5, %5, %10'luk dozlarda *P. thornei*'ye karşı nematisidal etkinliğinin belirlenmesi için petri kaplarında denenmiştir. Bu amaçla 6 cm'lik pedri kapları kullanılmıştır. Her bir solüsyondan 5 ml olacak şekilde pedri kaplarına aktarılan solüsyonlar içerisine 20 µl saf su içerisinde 50 adet ergin *P. thornei* bireyi eklenmiştir. 24., 48. ve 72. saat sonunda ölen bireylerin sayıları kaydedilmiştir. Nematodların ölüp ölmedikleri preparat iğnesi ile dokunularak belirlenmiş olup iğne dokundurulduğunda hareket etmeyen nematodlar ölü olarak kabul edilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuş olup 2 kez tekrar edilmiştir. Kontrol olarak negatif kontrolde saf su kullanılmış olup pozitif kontrolde ise Abamectin etkili nematisit kullanılmıştır.



**Şekil 3.4.** *P.thornei* (ergin) mikroskop görüntüleri (FG Kamçılar, 2025)

#### 3.2.4.2 In vivo (sera/ saksı) denemeleri

In vivo (sera/saksı) denemesi Ağustos- Kasım ayları arasında sera koşullarında yürütülmüştür. Tohumlar tek tek içerisinde steril toprak karışımı [70 (kum): 30 (tarla toprağı)] içeren 0,6 lt'lik 112 adet saksıya ekilmiştir. Her saksıya 3 adet tohum ekilmiş ve nematod inokülasyonundan önce saksıda tek bitki bırakılmıştır. Çıkışlar gözlemlendikten sonra fasulye bitkisi birkaç yapraklı döneme geldiğinde her bir saksıya içerisinde yumurta, larva ve ergin bireyler olan nematod solüsyonu inoküle edilmiştir. Saksıda 2 cm derinlikte pipet ucuyla açıklık bırakılmış ve nematodlar (450 adet) verilmiştir (Şekil 3.6). Negatif kontrol grubuna sadece nematodun verildiği solüsyon miktarı kadar su toprağa verilmiştir. Pozitif kontrol grubuna ise nematisit (Abamectin) uygulanmıştır. Deneme boyunca bitkilerin iyi gelişmesi için sıvı gübre verilmiş ve sulaması sera içerisindeki sıcaklık ve neme bağlı olarak düzenli olarak yapılmıştır.



**Şekil 3.5.** Deneme kurulumu, mikropipet ile nematod inokülasyonu (FG Kamçılar, 2025)



**Şekil 3.6.** In vivo çalışmaları (FG Kamçılar, 2025)

Denemelerde kullanılmak üzere *M.fragrans*'ın metanol, aseton ve su ekstraktlarının %1, %2.5, %5, %10'luk dozları nematodlar verildikten sonra farklı bir kısımdan yine 2 cm pipet ucuyla çukur açılarak 1 ml olacak şekilde saksı içerisindeki toprağa verilmiştir. Negatif kontrol olarak ise yine aynı miktarda saf su uygulaması

yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 2 kez tekrar edilmiştir.

İnokülasyondan 10 hafta sonra 100 g toprak ve kök örnekleri alınıp modifiye petri kabı yöntemi kullanılarak nematodlar ekstrakte edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. In vivo (A,B,C ve D) ve laboratuvar çalışmaları (E) (FG Kamçılar, 2025)

### 3.2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

In vitro denemesi sonunda elde edilen % ölüm oranları Abbott formülüne (Abbott, 1925) göre hesaplanmış ve ardından SPSS Paket Programı kullanılarak Varyans Analizi yapılarak Duncan oklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiştir. LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri ise Polo Paket Programı kullanılarak hesaplanmıştır.

In vivo (sera/saksı) denemesi için topraktaki ve kökteki nematod sayıları belirlenmiştir. Her bir konsantrasyon için üreme oranı hesaplanmıştır. Üreme oranı (RF) ( $RF = Pf/Pi$ ), deneme sonucunda toprak ve köklerden elde edilen nematod sayısı (Pf)'nin başlangıç popülasyonuna (Pi) bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Deneme sonucunda  $RF > 1$  bulunduğunda bulunan konsantrasyonda üreme olmuş ve ele alınan bitki ekstraktı konsantrasyonu nematoda etki etmemiş,  $RF < 1$  bulunan konsantrasyonda ise bitki ekstraktının nematodu baskıladığı değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile de karşılaştırılmıştır. Tüm verilerin analizleri SPSS Paket Programı kullanılarak Varyans Analizi yapılarak Duncan oklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. *Myristica fragrans* Houtt GS-MS Analizi Sonucu

*Myristica fragrans*'ın öğütülmesinden sonra uçucu yağ elde edilmesi için mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemi kullanılmış ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK MAM)'ne gönderilerek Gaz kromatografisi/ Kütle spektrometresi (GS-MS) ile analiz ettirilmiştir.

*M. fragrans* uçucu yağı bileşen içeriğinde en yüksek oranda Sabinene %37.18 olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla  $\alpha$ -Pinene %29.93, 2- $\alpha$ -Pinene %19.00, dl-Limonene %3.3,  $\alpha$ -Phellandrene %1.86,  $\gamma$ -Terpinene %1.43 ve  $\alpha$ -Terpinene %1.28 oranların da olduğu belirlenmiştir (Kamçılar ve Altinköy, 2024) (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1.** *Myristica fragrans* Houtt'ın uçucu yağ bileşenleri (Kamçılar ve Altinköy, 2024)

Bileşen İsmi	RT	RSI	%
$\alpha$ -Pinene	3.00	922	29.93
Camphene	3.46	952	0.42
2- $\alpha$ -Pinene	4.11	953	19.00
Sabinene	4.36	923	37.18
3-Carene	4.78	917	0.49
$\alpha$ -Myrcene	5.11	915	2.89
$\alpha$ -Terpinene	5.42	920	1.28
dl-Limonene	5.84	913	3.31
$\alpha$ -Phellandrene	6.05	980	1.86
Delta 3-Carene	6.75	732	0.00
$\gamma$ -Terpinene	6.99	933	1.43
Benzene 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	7.68	927	0.69
Cyclohexene 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	7.98	923	0.33
$\alpha$ -Thujone	12.35	925	0.04
1-methyl-4-(1-methylethyl) benzene	13.04	888	0.02
Terpineol,cis- $\alpha$ -	14.16	910	0.22
$\alpha$ -Copaene	14.65	744	0.01
Camphor	15.57	922	0.02
Cis-Sabinene Hydrate	17.19	893	0.13
Linalool	17.40	880	0.05
2-Cyclohexen-1-ol,1-methyl-4-(1-methylethyl),trans-	17.68	858	0.04
Exobornyl Acetate	18.05	803	0.00
1-4- Terpineol	19.09	910	0.44
1-Terpineol	20.13	800	0.02
cis-Piperitol	21.91	763	0.00
Linalyl propionate	22.64	912	0.03
1,3-Benzodioxole,5-(2-propenyl)-(CAS)	28.66	934	0.10
Benzene,1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	33.55	792	0.00
Myristcin	41.02	756	0.02
2-Acetyl-3-(2-cinnamido)ethyl-7-methoxyindole	42.25	583	0.01
3, 6-diazahomoadamantan-9-ol	43.39	674	0.03
Pyrrolizin-1,7-dione-6-carboxylic acid,methyl(ester)	49.75	694	0.02

#### 4.2. *Myristica fragrans* Houtt'ın Meyvesinden Elde Edilen Metanol, Aseton ve Su Ekstraktlarının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı In Vitro Koşullarda Nematisidal Etkinliklerinin Belirlenmesi

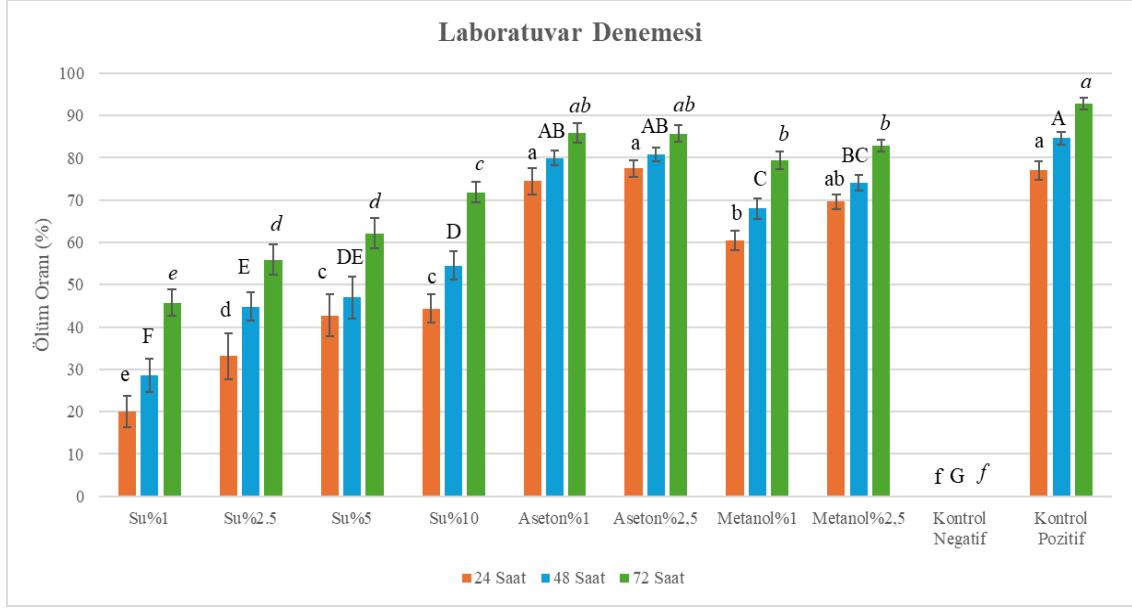
*Myristica fragrans* meyvesinden elde edilen su, metanol ve aseton ekstraktları *P.thornei*'e karşı in vitro koşullarda %1, %2.5, %5 ve %10 olmak üzere 4 farklı dozda denenmiştir. Ancak metanol ve aseton ekstraktlarının %5 ve %10'luk dozlarındaki yoğunluktan dolayı sayımlar yapılamadığından herhangi bir veri elde edilememiştir. Negatif kontrolde saf su, pozitif kontrolde ise Abamectin etken maddeli nematisit uygulanmıştır. Denemeler 24, 48 ve 72. saatlerde sayılmış ölü ve canlı bireyler kaydedilmiştir.

Denemede 24 saat sonunda en düşük ölüm oranı %1'lik dozda su ekstraktında  $19.96 \pm 3.68$  olarak bulunmuştur. En yüksek ölüm oranı ise  $77.44 \pm 1.96$  ile %2,5'lik dozda aseton ekstraktında tespit edilmiştir. Pozitif kontrolde kullanılan Abamectin etken maddeli nematisitte ise ölüm oranı  $76.98 \pm 2.19$  olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1). Dozlar arasında farklar bulunmuş ve bu farkların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $F_{(9,90)} = 66.78, P < 0.05$ ) (Tablo 4.2).

*Myristica fragrans* bitki ekstraktlarının *P.thornei*'e karşı in vitro koşullarda etkinliğinin belirlenmesinde 48.saat sonunda en düşük ölüm oranı  $28.55 \pm 3.88$  ile %1'lik dozda su ekstraktında belirlenmiş. En yüksek ölüm oranı ise %2,5'luk dozda aseton ekstraktında  $80.79 \pm 1.56$  olarak belirlenmiştir. Abamectin etken maddeli nematisitte ise ölüm oranı  $84.69 \pm 1.52$  olarak tespit edilmiştir. Dozlar arasında farklar bulunmuş ve bu farkların istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $F_{(9,90)} = 91.70, P < 0.05$ ) (Şekil 4.1) (Tablo 4.2).

*Myristica fragrans* bitki ekstraktlarının *P.thornei*'e karşı in vitro koşullarda etkinliğinin belirlenmesinde 72.saat sonunda en düşük ölüm oranının  $45.78 \pm 3.05$  ile %1'lik dozda su ekstraktında, en yüksek ölüm oranını ise %1'lik dozda aseton ekstraktında  $85.86 \pm 2.24$  olarak belirlenmiş olup bunun yanında %2,5'lik dozda aseton ekstraktında ise ölüm oranı  $85.70 \pm 1.98$  olarak tespit edilmiştir. Abamectin etken maddeli nematisitte ise ölüm oranı  $92.83 \pm 1.45$  olarak belirlenmiştir. 72.saat sonunda dozlar arasında farklar bulunmuş ve bu farkların istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $F_{(9,90)} = 131.16, P < 0.05$ ) (Şekil 4.1) (Tablo 4.2).

Deneme sonucunda dozların ve zamanın artışına bağlı olarak ölüm oranının da arttığı sonucuna ulaşılmıştır.



**Şekil 4.1.** *Myristica fragrans* Houtt'ın meyvesinden elde edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı in vitro koşullarda nematisidal etkinliği

**Tablo 4.2.** *Myristica fragrans* Houtt'ın meyvesinden elde edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı in vitro koşullarda nematisidal etkinliği

Uygulanan Ekstraktlar ve Dozları	24.Saat	48.Saat	72. Saat
<b>Su%1</b>	19.96±3.68 e*	28.55±3.88 F	45.78±3.05 e
<b>Su%2.5</b>	33.10±5.49 d	44.83±3.36 E	55.92±3.53 d
<b>Su%5</b>	42.76±5.00 c	46.95±5.03 DE	62.11±3.60 d
<b>Su%10</b>	44.37±3.35 c	54.50±3.30 D	71.89±2.50 c
<b>Aseton %1</b>	74.50±3.13 a	79.93±1.76 AB	85.86±2.24 ab
<b>Aseton %2.5</b>	77.44±1.96 a	80.79±1.56 AB	85.70±1.98 ab
<b>Metanol %1</b>	60.54±2.28 b	68.07±2.42 C	79.39±2.12 b
<b>Metanol %2.5</b>	69.60±1.72 ab	74.15±1.87 BC	82.89±1.34 b
<b>Kontrol Negatif (Su)</b>	0.00±0.00 f	0.00±0.00 G	0.00±0.00 f
<b>Kontrol Pozitif (Abamectin)</b>	76.98±2.19 a	84.69±1.52 A	92.83±1.45 a

$F_{(9,90)} 66.28 \ p<0.05$      $F_{(9,90)} 91.70 \ p<0.05$      $F_{(9,90)} 131.16 \ p<0.05$

\*Her sütun kendi içerisinde analiz edilmiş ve harflendirilmiştir.

*M.fragrans* bitki ekstraktının *P.thornei*' ye karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucunda 24. saat, 48. saat ve 72. saat sonunda LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen veriler su ekstraktı için tablo 4.3'de, aseton ekstraktı için tablo 4.4'de ve metanol ekstraktı için ise tablo 4.5'de verilmiştir.

Buna göre; 24. saat sonunda LD<sub>50</sub> değeri su ekstraktında 11.64 µl ve LD<sub>90</sub> değeri ise 900.69 µl olarak bulunmuştur. 48.saat'de LD<sub>50</sub> değeri 6.53µl, LD<sub>90</sub> değeri 688.48 µl olarak belirlenmiştir. 72.saatte ise LD<sub>50</sub> değeri 1.69 µl ve LD<sub>90</sub> değeri 206.64 µl olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3.** *Myristica fragrans* Hoult su ekstraktının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucu elde edilen LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri

Zaman	LD <sub>50</sub>	LD <sub>90</sub>	Eğim	χ <sup>2</sup>	df	Heterojenlik
24.Saat	11.64 (6.96-40.24)	900.69 (143.34-177749.01)	0.68 ±0.09	141.67	38	3.73
48.Saat	6.53 (4.43-13.05)	688.48 (131.10- 50860.26)	0.63±0.09	101.42	38	2.67
72.Saat	1.69 (0.95-2.38)	206.64 (64.36- 2655.95)	0.61±0.09	69.78	38	1.84

Aseton ekstraktının *P.thornei*'ye karşı etkinliğinin in vitro denemesinde %1 ve %2.5 dozlarının uygulanması sonucunda 24, 48 ve 72.saatler sonunda elde edilen sonuçlar arasındaki farklar istatistiksel olarak aynı olduğundan dolayı LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri hesaplanamamıştır (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4.** *Myristica fragrans* Hoult aseton ekstraktının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucu elde edilen LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri

Zaman	LD <sub>50</sub>	LD <sub>90</sub>	Eğim	χ <sup>2</sup>	df	Heterojenlik
24 Saat	*	*	0.27±0.23	27.66	18	1.54
48 Saat	*	*	0.08±0.24	13.00	18	0.72
72Saat	*	*	0.02±0.26	29.70	18	1.65

(\*Hesaplanamamış veri)

Metanol ekstraktının *P.thornei*'ye karşı etkinliğinin in vitro denemesinde %1 ve %2.5 dozlarının sonuçlarına bakıldığında 24 saat sonunda LD<sub>50</sub> değeri 0.34 µl ve LD<sub>90</sub> değeri ise 41.70 µl olarak bulunmuştur. 48. ve 72. saatler arasındaki farklar istatistiki olarak aynı olduğundan dolayı LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri hesaplanamamıştır (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5.** *Myristica fragrans* Houutt metanol ekstraktının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucu elde edilen LD<sub>50</sub> ve LD<sub>90</sub> değerleri

Zaman	LD <sub>50</sub>	LD <sub>90</sub>	Eğim	χ <sup>2</sup>	df	Heterojenlik
24 Saat	0.34 (0.01-0.66)	41.70 (10.82-42480.47)	0.62±0.21	15.48	18	0.86
48 Saat	*	*	0.45±0.22	16.60	18	0.92
72Saatt	*	*	0.33±0.25	16.79	18	0.93

(\*Hesaplanamamış veri)

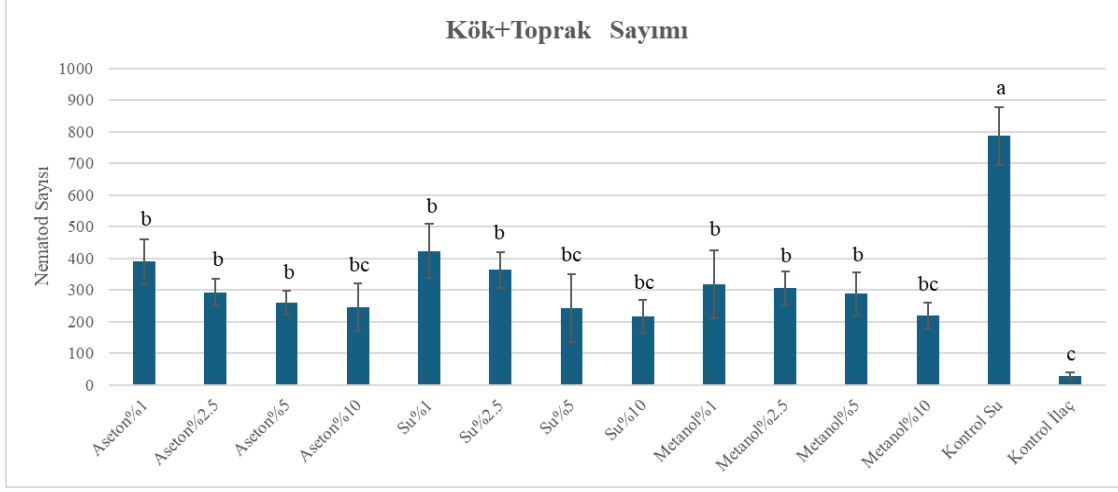
#### 4.3. *Myristica fragrans* Houutt'ın Meyvesinden Elde Edilen Metanol, Aseton ve Su Ekstraktlarının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı In Vivo (Sera/Saksı) Koşullarda Nematisidal Etkinliklerinin Belirlenmesi

*Myristica fragrans* meyvesinden elde edilen aseton, su ve metanol ekstraktlarının *P.thornei*'e karşı in vivo (sera/saksı) koşullarında etkinliğinin belirlenmesinde ekstraktların ve nematodun inokülasyonundan 10 hafta sonra toprak ve kök örnekleri alınarak mikroskop altında sayımları yapılmıştır.

Toprak ve kök sayımları sonucunda üreme oranı en düşük olan ekstrakt 216.35±52.62 birey sayısı ile %10 su ekstraktının olduğu belirlenmiştir. Uygulanan ekstraktlar içerisinde en yüksek birey sayısı ise 423.13±85.36 ile %1 su ekstraktında tespit edilmiştir. Bunun yanında pozitif kontrolde kullanılan abamectin etken maddeli nematisitte birey sayısı 28.75±10.95 olarak belirlenmiştir. Negatif kontrolde ise 786.25±92.35 birey sayısı tespit edilmiştir.

Aseton ekstraktının uygulanması sonucu %1, %2.5 ve %5 lik dozları arasında farklar olmasına rağmen bu farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Su ekstraktının %1 ve %2.5'luk dozları ile %5 ve %10'luk dozları arasında farklar gözlenmiş olmasına rağmen bu farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Metanol ekstraktının %1, %2.5 ve %5 'lik dozları arasındaki farklarda istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Aseton ekstraktının %10, su ekstraktının %5 ve %10, metanol ekstraktının da %10'luk

dozları benzer etkiyi göstermiş ve bu dozlar arasındaki farklarda istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $F_{(13,98)} = 5.63$   $p < 0.05$ ) (Şekil 4.2).



**Şekil 4.2.** *Myristica fragrans* Houtt'ın meyvesinden elde edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı in vivo koşullarda nematisidal etkinliği

Denemeler sonucunda *M. fragrans* meyvesinden elde edilen aseton, su ve metanol ekstraktlarının *P. thornei*'nin üremesini farklı oranlarda da olsa baskıladığı belirlenmiştir (Tablo 4.6).

*Myristica fragrans*'ın meyvesinden elde edilen ekstraktlardan %1'lik dozda 0.94 üreme ile en az baskılamanın su ekstraktında olduğu belirlenmiştir. Aseton ekstraktının uygulanması sonucu üreme oranı ise 0.87 ve metanol ekstraktında ise 0.71 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6).

%2.5'lük dozda üreme oranının baskılandığı en yüksek oran 0.65 ile aseton ekstraktında belirlenmiştir. Metanol ekstraktı 0.68 ve su ekstraktında ise 0.81 olarak bulunmuştur (Tablo 4.6). %5'lik dozda üreme oranının baskılandığı en yüksek oran 0.54 ile su ekstraktında tespit edilmiştir. Aseton ekstraktında 0.58 ve metanol ekstraktında ise 0.64 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.6). %10'lük dozda üreme oranının baskılandığı en yüksek oran 0.48 ile su ekstraktında bulunmuştur. Metanol ekstraktında 0.49 ve aseton ekstraktında ise 0.54 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.6).

Elde edilen verilere göre *M. fragrans* meyvesinden elde edilen aseton, su ve metanol ekstraktlarının dozları arttıkça *P. thornei*'nin üremesini baskıladığı ve %10'lük dozlarda %50 civarında baskılaya bildiği belirlenmiştir.

**Tablo 4.6.** *Myristica fragrans* Houtt'ın meyvesinden elde edilen metanol, aseton ve su ekstraktlarının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'nın üreme oranı (RF) üzerine etkinliği

Uygulanan Ekstraktlar ve Dozları	Pf	Pi	RF (Pf/Pi)
	Sonuç Popülasyonu	Başlangıç Popülasyonu	Üreme Oranı
Aseton %1	389.25	450	0.87
Aseton %2.5	293.13	450	0.65
Aseton %5	259.88	450	0.58
Aseton %10	244.13	450	0.54
Su %1	423.13	450	0.94
Su %2.5	362.75	450	0.81
Su %5	242.75	450	0.54
Su %10	216.25	450	0.48
Metanol %1	317.88	450	0.71
Metanol %2.5	305.25	450	0.68
Metanol %5	288.75	450	0.64
Metanol %10	220.00	450	0.49
Kontrol Su	786.25	450	1.75
Kontrol İlaç	28.75	450	0.06

Yapılan benzer çalışmalara bakıldığında San Martin ve Magunacelaya (2005) yapmış oldukları çalışmada triterpenoid saponinler, polifenoller, tuzlar ve şekerler içeren *Quillaja saponaria* (Sabun kabuğu ağacı)'nın bitki ekstraktını, *Criconemoides xenoplax*, *Helicotylenchus sp.*, *Meloidogyne ethiopica*, *M. hapla*, *Pratylenchus thornei*, *Tylenchorhynchus sp.*, *Xiphinema americanum* ve *X. index*'e karşı in vitro koşullarda QL 1000 ® (saponin içeren ve saponin içermeyen fraksiyonların tamamı), QL ULTRA ® (saponin fraksiyonu), QL NS ® (saponin içermeyen fraksiyon) olmak üzere üç farklı şekilde test etmişlerdir ve çalışma sonucunda QL 1000 ® 'in 100 ppm'de önemli nematisidal etkilere sahip olduğunu, QL ULTRA ® ve QL NS ® ayrı kullanımlarda oldukça düşük beraber kullanıldıklarında ise QL 1000 ® 'e benzer sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da *M.fragrans*'ndan elde edilen metanol, su ve aseton ekstraktlarının *P.thornei*'ye nematisidal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Esteves ve ark. (2017) cevizden elde ettikleri 1,4-naphtoquinone, juglone ve plumbagin'ni *P.thornei*'ye karşı denemişler ve 72 saat sonunda LC<sub>50</sub> değerini juglone için 134.7 ppm, 1,4-naphtoquinone için 161.2 ppm ve plumbagin için ise 207.6 ppm olarak belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışmada ise 24 saat sonunda LD<sub>50</sub> değeri su ekstraktında 11.64 µl ve metanol ekstraktında ise 0.34 µl olarak tespit edilmiştir.

Altıncöy Sağlam ve ark. (2020) yapmış oldukları denemede *P.thornei*'ye karşı gümüş nanopartiküllü *Moringa oleifera* su ekstraktını denemişler ve 48 saat sonunda 168 ppm'de %90.55 ve 84 ppm'de %79.79'luk oranda ölüm meydana geldiğini

belirlemişlerdir. Deneme sonucunda *M. oleifera*'nın nano gümüş katkılı sulu ekstraktının *P. thornei*'nin baskılanmasında etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Taşkın (2020) yapmış olduğu çalışmada Ceviz, Çiriş, Defne, Dere Otu, Hayıt, İncir, Nane, Okaliptüs, Roka, Tespih Ağacı, Zakkum ve Zencefil bitki ekstraktlarını *P. thornei*'ye karşı 3 farklı konsantrasyonda (%1, %2.5 ve %5) ve 3 farklı (6, 12, 24) saat diliminde incelemiştir. Çalışma sonucunda 6 saat sonunda %1'lik konsantrasyonda en etkili ölüm oranı İncir (%30)' de tespit edilmiştir. 12 saat sonundaki en yüksek ölüm oranı ise Tespih Ağacı ekstraktından (%92.6) elde edildiğini bildirmiştir. 24 saat sonunda ise ölüm oranları bakımından Ceviz, Roka ve Tesbih ağacından elde edilen ekstraktlarının *P.thornei*'yi %100 baskıladığını tespit etmiştir.

Dura ve ark. (2022) doğal çam reçinesini *P.thornei*'ye karşı denemişler ve 72. saat sonunda %2'lik konsantrasyonda %96.38'lik ölüm oranı belirlemişlerdir.

Kamçılar ve Sağlam Altinköy (2024) *P.thornei*'ye karşı *M.fragrans*'ın etanol ekstraktının nematisidal etkinliğini araştırdıkları çalışmada 24 saat sonunda en yüksek ölüm oranının 2500 ppm'de %27.02 olduğunu belirlemişlerdir. 48 saat sonunda 2500 ppm'de %72.70 ve 72 saat sonunda ise 2500 ppm'de %75.33 olarak belirlemişlerdir. Doz ve zaman arttıkça ölüm oranlarında da artış olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek ölüm oranı %1'lik aseton ekstraktında %85.86 ile belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %2.5'luk dozda %85.70 ölüm oranı ile aseton ekstraktı ve %82.89 ölüm oranı ile de metanol ekstraktının %2.5'luk dozu takip etmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ve ülkemizde önemli verim kayıplarına neden olan bitki koruma etmenleri arasında bitki paraziti nematodlar yer almaktadır. Bitki paraziti nematodlar ile kimyasal mücadelede ruhsatlı ilaç sayısı oldukça sınırlı sayıdadır. Bu sınırlı sayıda olan ilaçlar ise çoğunlukla *Meloidogyne* türlerine karşı ruhsatlandırılmıştır. Bu ilaçların bilinçsiz bir şekilde kullanımı çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkileri en az seviyeye indirmek için bitkisel kökenli pestisitler üzerine çalışmaların hız kazanması ile ruhsatlandırılan bitkisel preparatların sayısı da her geçen gün artmaktadır.

*Pratylenchus* türlerine karşı ruhsatlı pestisit bulunmamaktadır. Bitkisel kökenli pestisit çalışmalarında defne, dere otu, hayıt, incir, nane, çam reçinesi, ceviz, çiriş, okaliptüs, roka, tespih ağacı, zakkum ve zencefil gibi bitkilerin ekstraktları *P. thornei*'ye karşı kullanılmış ve etkili olduğu bulunmuştur (Esteves ve ark., 2017, Taşkın, 2020, Altinköy Sağlam ve ark., 2020). Yapılan bu çalışma sonucunda *M.fragrans* bitki ekstraktının *P.thornei*'a karşı kullanımında en etkili ölüm oranı in vitro koşullarda 72 saat sonunda %1 aseton ekstraktında  $85.86 \pm 2.24$  olarak belirlenmiş olup bunun yanında %2,5 aseton ekstraktında ise ölüm oranı  $85.70 \pm 1.98$  olarak tespit edilmiştir. In vivo (sera /saksı) denemesinde ise en etkili ölüm oranı aseton %1, %2.5 ve %5, su %1 ve %2.5, metanol %1, %2.5 ve %5 ekstraktlarında sonuçların birbirine yakın ve etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde aseton %10, su %5 ve %10, metanol %10 ekstrakt sonuçlarının da birbirine yakın olduğu ve diğer ekstraktlara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Pozitif kontrol olan Abamectin etkin maddeli nematisitte ise in vitro koşullarda en yüksek ölüm oranı 72.saat sonunda  $92.83 \pm 1.45$ , in vivo koşullarda ise üreme oranı 0.06 olarak belirlenmiştir.

*M.fragrans* meyvelerinden elde edilen aseton, su ve metanol ekstraktları ile yapılan in vitro ve in vivo deneme sonuçlarına göre *P.thornei*'ye karşı nematisidal etki gösterdiği ve nematod popülasyonunu baskıladığı sonucuna ulaşılmıştır. Böylelikle çevre ve insan sağlığına zararlı olan sentetik kimyasallara karşı alternatif olabileceği tespit edilmiştir. Bu deneme sonucunda elde edilen veriler diğer bitki paraziti nematodlara karşı farklı alternatiflerin olabileceğini ve farklı etkinlik çalışmalarının yapılması gerektiğinin önünü açmıştır. Böylece insan, çevre ve hedef alınmayan organizmalara karşı sentetik pestisitlere göre daha az zararlı olarak bilinen biyopreparatlara yenilerinin eklenmesi alternatif mücadele yöntemleri olarak karşımıza çıkacaktır. Bu çerçevede yapılan çalışma

ve denemelerin arttırılması tarım sürdürülebilirliğine ışık tutacak yeni nesil bu yolda ilerleyecektir.

## KAYNAKLAR

- Abbott, W. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 18, 265–267.
- Agrios, G. N. (2004). *Plant diseases caused by nematodes*, Plant pathology, Academic Pres Inc., New York, 169p.
- Altinkoy, H. D. S., Dura, O., & Kepenekci, I. (2020). Determination of the effectiveness of nano silver additive aqueous extract of *Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae) against root lesion nematode [*Pratylenchus thornei* Sher & Allen] Chitwood (Nematoda: Pratylenchidae)] under laboratory conditions. *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*, 8(1), 19-22. <https://doi.org/10.22194/JGIASS/8.886>.
- Altıntop, S. (2006). *Diatom toprağı, Slicosec'in Rhyzopertha dominica (F.)(Coleoptera: Bostrichidae)'nın ölüm oranı ve ergin çıkışlarına etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 48s.
- Anonim, (2022). <https://www.statagri.com/taze-fasulye-istatistikleri/> (Erişim Tarihi: 20.04.2022).
- Anonim, (2023a) Küresel Gıda Krizi Raporu. (The Global Report on Food Crises) (GRFC). <https://www.fsinplatform.org> (Erişim Tarihi: 07.11.2023).
- Anonim, (2023b) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/site> (Erişim Tarihi: 05.12.2023).
- Anonim, (2023c) Hint Cevizi. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Hint\\_cevizi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Hint_cevizi) (Erişim Tarihi: 06.12.2023).
- Balcı, H., & Durmuşoğlu, E. (2020). Bitki koruma ürünü olarak biyopestisitler: tanımları, sınıflandırılmaları, mevzuat ve pazarları üzerine bir değerlendirme. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 11(2), 261-274. <https://doi.org/10.31019/tbmd.807300>.
- Bozhüyük, A. U., Kesdek, M., & Kordali, Ş. (2019). Farklı bitkilerden elde edilen uçucu yağların *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae) ve *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1863 (Coleoptera: Tenebrionidae) Erginlerine karşı insektisidal etkileri. *EJONS International Journal*, 3(7), 49-58.
- Brauer, M. & Devkota, B. (1990). Control of *Thaumatopoea pityocampa* (Den. & Schiff) by extracts of *Melia azedarach* L. (Meliaceae). *Journal of Applied Entomology*, 110(1-5), 128-135. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1990.tb00106.x>.

- Başkaya, M. (2020). *Diatom Toprağının İnsektisidal, Akarisidal ve Sinerjistik Etkinliği*. (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya 74s.
- Butzge, J. C., Ferrão, S. K., Mezzomo, L., Calil, L. N., Mezzari, A., Limberger, R. P., & Apel, M. A. (2020). Antifungal activity of essential oils from *Cinnamomum cassia*, *Myristica fragrans* and *Syzygium aromaticum* against *Rhodotorula mucilaginosa*. *Drug Analytical Research*, 4(2), 3-11. <https://doi.org/10.22456/2527-2616.104615>.
- Castillo, P., Trapero-Casas, J. L., & Jimenez-Diaz, R. M. (1995). Effect of time, 246 temperature, and inoculum density on reproduction of *Pratylenchus thornei* in carrot disk culture. *J. Nematol*, 27, 120-124pp.
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2007). *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, biology, pathogenicity and management. *Nematology Monographs and Perspectives Volume 6*, 529 p.
- Chaubey, M. K. (2008). Fumigant toxicity of essential oils from some common spices against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Oleo Science*, 57(3),171-179. <https://doi.org/10.5650/jos.57.171>.
- Chen, Z. X., Chen, S. Y., & Dickson, D. W. (2004). *Nematology: advances and perspectives. Volume 2: Nematode management and utilization* (pp. xix+-597).
- Di Vito, M., Greco, N., Oreste, G., Saxena, M. C., Singh, K. B., & Küsmenoglu, I. (1994). Plant parasitic nematodes of legumes in Turkey. *Nematologia Medit*, 22, 245-251.
- Dura, O., Dura, S., Kepenekci, İ., & Sağlam Altinköy, H. D. (2022). Nematicidal Activity of Pine Rosin Extracts against *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus thornei*. *Agri balkan*, 738. *Agribalkan 2022, IV. Balkan Agricultural Congress*.
- Erdal, F., Durmuş, F., Kepenekci, İ., & Ökten, M. E. (2001). Türkiye’de tahıl, baklagil, endüstri bitkileri, sebze, meyve, bağ ve turunçgil alanlarında saptanan Tylenchida (Nematoda) türlerinin ilk listesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 25(1), 49-64.
- Esteves, I., Maleita, C., Fonseca, L., Braga, M. E., Abrantes, I., & De Sousa, H. C. (2017). In vitro nematicidal activity of naphthoquinones against the root-lesion nematode *Pratylenchus thornei*. *Phytopathologia Mediterranea*, 56(1), 127-132.
- Evans, K., & Webb, R. M. (1989). Nematode problems in oilseed rape. *Annals of Applied biology*, 23, 303-310 p.
- Fabiyi, O. A., Atolani, O., & Olatunji, G. A. (2020). Toxicity Effect of *Eucalyptus globulus* on *Pratylenchus spp.* of *Zea mays*. *Sarhad Journal of Agriculture*, 36(4). <http://dx.doi.org/10.17582>
- Faostat, (2022). <https://www.fao.org/faostat/>. Erişim Tarihi: 22.08.2023.

- Gad, S. B., & Osman, M. A. (2019). Preliminary evaluation of the effect of three rates of ground leaves and fruits powders of *Myristica fragrans* on *Meloidogyne incognita* infecting sunflower in vivo. *Journal of Entomology and Nematology*, 11(6), 66-69. <https://doi.org/10.5897/JEN2019.0235>.
- Huang, Y., Tan, J. M. W. L., Kini, R. M., & Ho, S. H. (1997). Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Journal of Stored Products Research*, 33(4), 289-298.
- Jaiswal, P., Kumar, P., Singh, V. K., & Singh, D. K. (2009). Biological effects of *Myristica fragrans*. *Annual Review of Biomedical Sciences*, 11, 21-29. <http://dx.doi.org/10.5016/1806-8774.2009v11p21>.
- Jung, W. C., Jang, Y. S., Hieu, T. T., Lee, C. K., & Ahn, Y. J. (2007). Toxicity of *Myristica fragrans* seed compounds against *Blattella germanica* (Diptera: Blattellidae). *Journal of Medical Entomology*, 44(3), 524-529 <https://doi.org/10.1093/jmedent/44.3.524>.
- Kamçılar, F. G., & Altinkoy Sağlam, D. (2024). *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)'a Karşı *Myristica fragrans* Hoult (Magnoliales: Myristicaceae) Bitki Ekstraktının Nematoid Etkinliğinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(5), 1161-1169. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1436159>.
- Karakaş, M. (2009). Penetration and Feeding Behavior of *Pratylenchus penetrans* (Nematoda: Pratylenchidae) In Red Radish Roots. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 31-36.
- Kepenekci, İ., & Ökten, M. E. (1999). Orta Anadolu Bölgesi'nde fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve börülce (*Dolichos lobia* Fornk) ekiliş alanlarındaki Tylenchida (Nematoda) türleri üzerinde taksonomik araştırmalar. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül 1999, Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 959-964 s.
- Kepenekci, İ. (2012). *Nematoloji* (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I)ISBN 978-605-4672-11-0, Taksonomik Nematoloji (Cilt-II)ISBN 978-605-4672-12- 7] Eğitim, Yayımlar ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), LIV+1155 sayfa.
- Kepenekci, I., Erdoğan, D., & Erdoğan, P. (2016). Effects of some plant extracts on root-knot nematodes in vitro and in vivo conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 40(1), 3-14 <https://doi.org/10.16970/te.84688>.

- Kısmalı, Ş., & Madanlar, N. (1988). *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)'nin Böceklere Etkileri Üzerinde bir İnceleme. *Türk. Entomol. Derg.*, 12(4), 239-249.
- Luc, M., Sikora, R. A., & Bridge, J. (Eds.). (2005). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CABI publishing.
- Mıstanoğlu, İ., & Kaşkavalcı, G. (2013). Virüs vektörü olarak nematodlar. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(1), 45-53.
- Nartop, P. (2017), Biyosentetik gümüş nanopartiküllerinin *Pyracantha coccinea* bitkisinin gövde eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(6), 759-761. <https://doi.org/10.5505/pajes.2016.04809>.
- Nicol, J. M., Turner, S. J., Coyne, D. L., Nijs, L. D., Hockland, S. & Maafi, Z. T. (2011). *Current nematode threats to world agriculture*. In: Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions, Eds: Jones, J., Gheysen, G., Fenoll, C., Springer Netherlands.
- Nohutçu, L., Şelem, E., Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2021). Uçucu yağların tarımsal hastalık ve zararlılara karşı kullanımı. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2), 499-523.
- Özdemir, S. (2002). Yemeklik Tane Baklagiller. Hasad Yayıncılık, İstanbul: 142 s.
- Özdemir, F. G. G., Tosun, B., Şanlı, A., & Karadoğan, T. (2021). Türkiye’de yetişen bazı Apiaceae türlerinin uçucu yağlarının kök lezyon nematodlarına karşı nematisidal aktiviteleri. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 31(2), 425-433. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.796093>.
- Rafiei Karahroodi, Z., Moharramipour, S., & Rahbarpour, A. (2009). Investigated repellency effect of some essential oils of 17 native medicinal plants on adults *Plodia interpunctella*. *Am Eurasian J Sustain Agric*, 3(2), 181–184.
- Saleh, A., İmren, M., Özer, G., Yeken, M. Z., Çiftçi, V., & Dababat, A. A. (2021). Host suitability of different common bean varieties in a growth room to the plant-parasitic nematodes *Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*. *Nematology*, 23(10), 1197-1203.
- San Martín, R., & Magunacelaya, J. C. (2005). Control of plant-parasitic nematodes with extracts of *Quillaja saponaria*. *Nematology*, 7(4), 577-585.
- Sarioğlu, G., & Velioğlu, Y. S. (2018). Baklagillerin bileşimi. *Akademik Gıda*, 16(4), 483-496.

- Sasser J. N., & Freckman D. W. (1987). *A world perspective of Nematology: the role of Society*. In: Veech J.A. & Dickson D.W. (eds) *Vistas on Nematology Society of Nematologists, USA*, pp 7–14.
- Sikora, R. A., Bridge, J., & Starr, J. L. (2005). *Management Practices: an Over view of Integrated Nematode Management Technologies* In: *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture* 2nd. <https://doi.org/10.1079/9780851997278.0793>.
- Smiley, R. W., Whittaker, R. G., Gourlie, J. A., Easley, S. A., & Ingham, R. E. (2005). Plant-Parasitic Nematodes Associated with Reduced Wheat Yield in Oregon: *Heterodera avenae*. *Journal of Nematology*, 37(3), 297-307pp.
- Söğüt, M. A., Gözel, F. G., Yılmaz, T., Coş, V., & Tonguç, M. (2011). Batı Anadolu’da Fasulye Yetiştiriciliğinde Kök Lezyon Nematodları (*Pratylenchus* spp.). IV. Bitki Koruma Kongresi, Kahramanmaraş Bildiri Özetleri, 51 s.
- Sözen, Ö. (2012). *Artvin İli ve Kelkit Vadisi’nden Toplanan Yerel Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Populasyonlarından Teksel Seleksiyon Metodu İle Şeker Tane Tipinde Çeşit Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma*, (OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun) 105 s.
- Srijita, D. (2015). Biopesticides: an ecofriendly approach for pest control. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(6), 250-265.
- Taşkın, A. Ş. (2020). *Bazı bitki ekstraktlarının önemli bitki paraziti nematodlara karşı etkinliğinin araştırılması* (Yayın No: 619780) (Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü) 27-31.
- Tülek, A., Kepenekçi, I., Cobanoğlu, S., Hekimhan, H., Devran, Z., Melik, B., & Elekcioglu, İ. H. (2009). A new multiplication method of rice white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi* Christie, Aphelenchida: Aphelenchoidiae), on carrot discs. *Russian J Nematol*, 17, 135-136.
- Uçak, H., Karaca, İ., & Güven, Ö. (2014). Bazı biyopestisitlerin *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thripidae: Thysanoptera)’e etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2), 137-148.
- Umarusman, M. A., Aysan, Y., & Özgüven, M. (2019). Farklı bitki ekstraktlarının bezelye bakteriyel yaprak yanıklığına (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) antibakteriyel etkilerinin araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3), 297-314.

- Verdejo-Lucas, S., & Pinochet, J. (1992). Population densities of five migratory endoparasitic nematodes in carrot disk culture. *The Journal of Nematology*, 24(1), 96-98.
- Williamson, V. M., & Gleason, C. A. (2003). Plant–nematode interactions. *Current opinion in plant biology*, 6(4), 327-333. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(03\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00059-1).
- Yaman, C., & Şimşek, Ş. (2022). Contact toxicity of *Hypericum* Extracts against *Rhyzopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 19(4), 737-744. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1026954>.

## ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER	
Adı Soyadı:	Fatma Gül KAMÇILAR
Uyruğu:	T.C
Orcid Numarası:	0000-0001-5887-6142

EĞİTİM BİLGİLERİ	
<b>Lisans</b>	
Üniversite:	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte:	Ziraat Fakültesi
Bölümü:	Bitki Koruma
Mezuniyet Yılı:	2021
<b>Yüksek Lisans</b>	
Üniversite:	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü:	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı:	Bitki Koruma
Mezuniyet Yılı:	2025

Tezden Üretilen Makaleler ve Bildiriler	
<b>Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan makaleler</b>	
Kamçılar, F. G., & Altinkoy Sağlam, D. (2024). <i>Pratylenchus thornei</i> Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)'a karşı <i>Myristica fragrans</i> Houtt (Magnoliales: Myristicaceae) bitki ekstraktının nematisidal etkinliğinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. <i>Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi</i> , 21(5), 1161-1169. <a href="https://doi.org/10.33462/jotaf.1436159">https://doi.org/10.33462/jotaf.1436159</a>	