

Pratylenchus thornei Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)'a Karşı *Myristica fragrans* Houtt (Magnoliales: Myristicaceae) Bitki Ekstraktının Nematisidal Etkinliğinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi*

Determination of Nematicidal Efficacy of *Myristica fragrans* Houtt (Magnoliales: Myristicaceae) Plant Extract against *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae) under Laboratory Conditions

Fatma Gül KAMÇILAR¹, Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY^{2*}

Öz

Dünyada ve Türkiye’de temel gıda ürünlerinin başında tahıllar ve baklagiller gelmektedir. Birim alandan yüksek verim elde etmek için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Tarım ürünlerinde verime etki eden önemli hastalık ve zararlılar bulunmaktadır. *Pratylenchus* spp. tahıl ve baklagillerde önemli verim kayıplarına neden olan zararlılardır. Toprak kökenli zararlılar olduğundan mücadelesi de oldukça zordur. Günümüzde kullanılan kimyasalların tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından bazı olumsuzlukları ortaya çıkarması ve insan sağlığını tehdit etmesi nedeniyle alternatif mücadele yöntemleri üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu alternatif yöntemlerin başında bitki ekstraktlarının kullanımı yer almaktadır. Doğada bulunan birçok bitki içermiş olduğu sekonder metabolitler gibi maddeler sayesinde zararlılara karşı biyopestisit olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)'a karşı *Myristica fragrans* Houtt (Magnoliales: Myristicaceae) bitki ekstraktının etkinliği laboratuvar koşullarında denenmiştir. Denemede *M. fragrans* 'ın etanol ekstraktının 100, 250, 500, 1000 ve 2500 ppm dozları uygulanmış ve deneme 4 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemeler 12 kuyucuklu petri kabında gerçekleştirilmiştir. 24, 48 ve 72 saat sonunda ölüm oranları belirlenmiştir. *M. fragrans* uçucu yağının analizi sonucunda ana bileşen %37.18 ile Sabinene belirlenmiştir. Bunu sırasıyla α -Pinene %29.93, 2- α -Pinene %19.00 ve dl-Limonene %3.31 oranlarında tespit edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre 24 saat sonunda en düşük ölüm oranı % 4.93 ile 100 ppm’de belirlenmiştir. 2500 ppm’de %27.02 ve pozitif kontrol olan Abamectin etken maddeli nematisitte %85.81 olarak tespit edilmiştir. 48. saat sonunda en düşük ölüm oranı %14.14 ile 100 ppm’de belirlenmiştir. 2500 ppm’de %72.70 olan ölüm oranı Abamectin etken maddeli nematisitte %89.39 olarak tespit edilmiştir. 72. saat sonunda en düşük ölüm oranı %26.57 ile 100 ppm’de belirlenmiştir. 2500 ppm’de %75.33 olan ölüm oranı Abamectin etken maddeli nematisitte %92.50 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre *M. fragrans*'ın etanol ekstraktının *P. thornei*'yi baskıladığı ve nematodun mücadelesinde kullanılma potansiyelinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pratylenchus thornei*, *Myristica fragrans*, Biyopestisit, Bitki paraziti nematod, Nematisit

¹Fatma Gül Kamçılar, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye. E-mail: gulkamcilar@gmail.com
OrcID: 0000-0001-5887-6142

^{2*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hayriye Didem Sağlam Altinköy, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Kırşehir, Türkiye. E-mail: didemsağlam@ahievran.edu.tr OrcID: 0000-0001-8925-1305

Atf: Kamçılar, F. G., Sağlam Altinköy, H. D. (2024). *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)'a karşı *Myristica fragrans* Houtt (Magnoliales: Myristicaceae) bitki ekstraktının nematisidal etkinliğinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(5): 1161-1169.
Citation: Kamçılar, F. G., Sağlam Altinköy, H. D. (2024). Determination of nematicidal efficacy of *Myristica fragrans* houtt (Magnoliales: Myristicaceae) plant extract against *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae) under laboratory conditions. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 21(5): 1161-1169.

*Bu Çalışma Fatma Gül KAMÇILAR'ın Yüksek Lisans seminerinden üretilmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2024

Abstract

Cereals and legumes are the main food products in the world and in Türkiye. Research is being carried out to obtain high yields per unit area. There are important diseases and pests that affect the yields of agricultural crops. *Pratylenchus* spp. are one of the pests that cause significant yield losses in cereals and legumes. Since they are soil-borne pests, their control is also quite difficult. The chemicals used today have some negative effects on the sustainability of agricultural production and human health, for this reason, studies on alternative control methods have increased. One of these alternative methods is the use of plant extracts. Many plants in nature are used as biopesticides against pests as they contain substances such as secondary metabolites. In this study, the effectiveness of *Myristica fragrans* Houtt (Magnoliales: Myristicaceae) plant extract against *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae) was evaluated under laboratory conditions. In the experiment, 100, 250, 500, 1000 and 2500 ppm doses of ethanol extract of *M. fragrans* were applied and the experiment was carried out with 4 replicates and 2 replications. The experiments were carried out in 12-well plates. Mortality rates were determined at 24, 48 and 72 hours. As a result of the analysis of *M. fragrans* essential oil, the main constituent was determined Sabinene 37.18%. This was followed by α -Pinene 29.93%, 2- α -Pinene 19.00% and dl-Limonene 3.31%, respectively. According to the results of the experiment, the lowest mortality rate at the end of 24 hours was determined at 100 ppm with 4.93%. The mortality rate was found to be 27.02% at 2500 ppm and 85.81% for the positive control nematicide Abamectin. At the end of 48th hour, the lowest mortality rate was determined at 100 ppm with 14.14%. The mortality rate was found to be 72.70% at 2500 ppm and 89.39% for the positive control nematicide Abamectin. At the end of 72 hours, the lowest mortality rate was determined at 100 ppm with 26.57%. The mortality rate was found to be 75.33 % at 2500 ppm and 92.50 % for the positive control nematicide Abamectin. According to the results, it was determined that the ethanol extract of *M. fragrans* suppressed *P. thornei* and had the potential to be used in the control of the nematode.

Keywords: *Pratylenchus thornei*, *Myristica fragrans*, Biopesticide, Plant parasitic nematode, Nematicide

1. Giriş

Dünyada her geçen gün gıda krizi artış göstermektedir. Küresel Gıda Krizi Raporuna (2023) göre 2022 yılında gıda krizi yaşayan insan sayısı son 7 yılın en yüksek rakamına ulaşmış durumda ve rapora göre 691 ila 783 milyon insanın açlıkla karşı karşıya olduğu ortaya konmuştur (Anonim, 2023a). Açlığın azaltılması için ucuz ve besin değerleri yüksek ürünlerin üretiminin artması önemlidir. İnsan beslenmesinin en temel besinlerini içermiş oldukları vitamin, mineral, karbonhidrat ve protein bakımından oldukça zengin olan tahıllar ve baklagiller oluşturmaktadır. Dünyada ve ülkemizde de en çok üretilen tarımsal ürünler arasında tahıllar ve baklagiller yer almaktadır (Anonim, 2023b). Ucuz besine ulaşım bakımından tahıl ve baklagillerin üretimi yıldan yıla önem kazansa da biyotik ve abiyotik faktörlerden dolayı verim ve kalitede düşüş meydana gelmektedir. Biyotik faktörler içinde bitki paraziti nematodlar tahıl ve baklagillerde önemli verim kayıplarının yaşanmasına neden olmaktadır. Nematodlar konukçu üzerinde yoğun popülasyona sahip olduklarında 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 yaklaşık 40000 nematod türü belirlenmiş olup yaklaşık 4300 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* spp. yer almaktadır. Kök lezyon nematodları dünyanın neredeyse her bölgesinde bulunup, polifag zararlılar arasında yer almaktadır. Tahıllar, baklagiller, sebzeler, meyve ağaçları ve birçok süs bitkisinde önemli verim ve kalite kaybına neden olmaktadır. Toprakta yaşayıp, bitki köküne penetre olarak burada endoparazit olarak yaşamını devam ettiren kök lezyon nematodları besin ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar (Kepenekçi, 2012, Göze Özdemir ve ark., 2023). Stiletleri ile açmış oldukları yaralardan bakteri, virüs, fungus gibi patojenlerin girişine de olanak sağlamalarıyla ikinci bir zarar meydana getirmektedirler.

Bitki paraziti nematodlarla mücadelede başvurulan ilk yöntem kimyasallardır. Bunun temel sebebi ise hızlı ve etkili sonuç vermesinin yanında alternatif mücadele yöntemlerinin bilinmemesidir. Kimyasallar, çevre ve insan sağlığına zarar vermekte, bilinçsiz kullanımda zararlı direnç gelişimi oluşturmakta ve sürdürülebilirliğin önüne geçmektedir. Uzun yıllardır tarımsal verimlilik, kalite ve çiftçi gelirinin artışında önemli rol oynayan kimyasalların güvenilirliği konusunda oluşan kaygılar kimyasalların özellikle bilinçsiz kullanımı sonucu 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.

Bu gelişmeler sonucu araştırmacılar tarafından alternatif mücadele yöntemleri geliştirilmeye ve uygulanmaya başlanmıştır. Bunların başında ise 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 sağlığına karşı kimyasallara göre daha az tehdit oluşturduğu düşünülmektedir (Srijita, 2015).

Doğada pestisit etkisi gösteren birçok bitki bulunmaktadır. Bu bitkiler genellikle yoğun olarak içerdikleri monoterpen, fenolik birleşikler, alkaloitler ve seskiterpen gibi maddeler sayesinde antibakteriyel, antiviral, antifungal, nematisidal, insektisidal ve herbisidal etki göstermektedir (Kısmalı ve Madanlar, 1988, Yaman ve Şimşek, 2022).

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. 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 antimikrobiyal, 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 ark., 2019) etkileri ortaya konmuştur.

Yapılan bu çalışmada *Pratylenchus thornei*'ye karşı *Myristica fragrans*'ın etanol ekstraktının nematisidal etkinliği laboratuvar koşullarında denenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae) üretim

Pratylenchus thornei'nin kitle üretimi havuç üzerinde Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarında yapılmıştır. Verdejo- Lucas ve Pinochet (1992), Castillo ve ark. (1995) ve Tülek ve ark. (2009) protokollerinden yararlanılarak *Pratylenchus* kültürü havuç üzerinde oluşturulmuştur. Önce hasarsız, taze ve iri havuçlar yıkanmış ve 10 dakika boyunca alkol içerisinde bekletilmiştir. Steril kabin içerisinde alevden geçirilerek soyulan havuçlar ikinci kez alkole daldırılmış ve soyulmuştur böylece yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Havuçlar 1 cm kalınlığında doğranarak steril petriyer içerisine alınmıştır. Üzerlerine havuç kültüründe çoğaltılmış *P. thornei*'ler ufak parçalar halinde eklenmiştir. Bulaşmayı engellemek için petriyerin etrafı parafilm ile kapatılmış ve 21±2°C'de inkübatör içerisine yerleştirilmiştir. Yaklaşık 2-3 ay sonra nematodların üremesi istenilen yoğunluğa gelmiştir. Denemeler için havuç kültürlerinden nematodları elde etmek amacıyla Baermann funnel yöntemiyle nematodların ekstraksiyonu yapılmıştır (Baermann, 1917).

2.2. *Myristica fragrans* Houtt (Magnoliales: Myristicaceae) uçucu yağın eldesi

Myristica fragrans uçucu yağı mikrodalga destekli distilasyon yöntemi ile mikrodalga cihazında (Milestone-NEOS), 2450 MHz'de elde edilmiştir. Mikrodalga destekli hidrodistilasyonda optimum dalga boyu için Ragab ve ark. (2019) çalışmaları referans alınmıştır. Elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşiminin belirlenmesi analizi için Türkiye Bilimsel ve Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK MAM)'ne gönderilmiş ve GS-MS (Gaz kromatografisi/ Kütle spektrometresi) analizi yapılmıştır. Sonuçlar *Tablo 1*'de vermiştir.

2.3. *Myristica fragrans* Houtt etanol ekstraktının elde edilmesi

Myristica fragrans meyvesi öğütücüden pürüzsüz olana dek geçirilmiştir. Ardından öğütülen *M. fragrans* 10 gram olacak şekilde tartılarak erlene alınmış ve 100 ml etanol eklenmiştir. Ardından alüminyum folyoya sarılan erlen 3 gün boyunca orbital çalkalayıcı da çalkalanmıştır. Oluşan çözelti kaba filtreden geçirilmiştir. Saf maddeyi elde etmek için Rotary Evaporatörde etanol uçurulmuştur. Saf bitki ekstraktı seyreltilerek 5 farklı dozda formülasyon hazırlanmıştır. Negatif kontrolde saf su, pozitif kontrolde ise Abamectin (Abamax 50 Sc, Rotam Global) etken maddeli nematisit kullanılmıştır.

2.4. *Myristica fragrans* etanol ekstraktının *pratylenchus thornei* karşı nematisidal etkinlik denemesi

Çalışmada *M. fragrans* etanol ekstraktının 100ppm, 250ppm, 500ppm, 1000ppm ve 2500ppm dozları nematisidal etkisinin belirlenmesi amacıyla *P. thornei*'ye karşı in vitro koşullarda denenmiştir. Denemeler 12 kuyucuklu petri kaplarında gerçekleştirilmiştir. Her bir kuyucuğa mikropipet yardımıyla 20 µl saf su içerisinde (30±5) nematod ve 1 ml ekstrakt solüsyonu eklenmiştir. 24, 48 ve 72 saat sonunda ölü bireyler kaydedilmiştir ve yüzde ölüm oranları Abbott formülüne göre hesaplanmıştır (Abbott, 1925). Nematodların ölüp ölmedikleri preparat iğnesi ile dokunularak belirlenmiş, iğne dokundurulduğunda hareket etmeyen nematodlar ölü olarak kabul edilmiştir.

2.5. İstatistik analizler

Deneme sonunda elde edilen veriler SPSS Paket Programı (Versiyon 29) kullanılarak Varyans Analizi yapılmış ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiştir. LD₅₀ ve LD₉₀ değerleri ise Polo Paket Programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. *Myristica fragrans* Houtt GS-MS analizi sonucu

Myristica fragrans'ın öğütülmesinden sonra uçucu yağ elde edilmesi için mikrodalga destekli hidrodistilasyon yöntemi kullanılmış ve GS-MS (Gaz kromatografisi/ Kütle spektrometresi) ile analiz edilmiştir. *M. fragrans* uçucu yağında Sabinene %37.18, α-Pinene %29.93, 2-α-Pinene %19.00, dl-Limonene %3.31, α-Phellandrene %1.86, γ-Terpinene %1.43 ve α-Terpinene %1.28 oranlarında belirlenmiştir (*Tablo 1*).

Tablo 1. *Myristica fragrans* Houtt'ın uçucu yağ bileşenleriTable 1. Essential oil components of *Myristica fragrans* Houtt

Bileşen İsmi	RT	RSI	%
α -Pinene	3.00	922	29.93
Camphene	3.46	952	0.42
2- α -Pinene	4.11	953	19.00
Sabinene	4.36	923	37.18
3-Carene	4.78	917	0.49
α -Myrcene	5.11	915	2.89
α -Terpinene	5.42	920	1.28
dl-Limonene	5.84	913	3.31
α -Phellandrene	6.05	980	1.86
Delta 3-Carene	6.75	732	0.00
γ -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
α -Thujone	12.35	925	0.04
1-methyl-4-(1-methylethyl) benzene	13.04	888	0.02
Terpineol,cis- α -	14.16	910	0.22
α -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
Myristein	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
Pyrrrolizin-1,7-dione-6-carboxylic acid,methyl(ester)	49.75	694	0.02

3.2. *Myristica fragrans* Houtt etanol ekstraktının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı nematisidal etkinliği

Myristica fragrans bitki ekstraktının *P.thornei*'e karşı 100ppm, 250ppm, 500ppm, 1000ppm ve 2500ppm konsantrasyonları ve Abamectin etken maddeli nematisit uygulanmış ve 24 saat sonunda en düşük ölüm oranı % 4.93 ile 100 ppm'de belirlenmiştir. 2500 ppm'de %27.02 olan ölüm oranı, pozitif kontrol olan Abamectin etken maddeli nematisitte %85.81 olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Dozlar arasında farklar bulunmuş ve bu farkların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (F (6.49) =74.45 P<0.05). Konsantrasyonlarda doz arttıkça ölüm oranının da arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Myristica fragrans bitki ekstraktının *P.thornei*'e karşı etkinliğinin belirlenmesinde 48. saat sonunda en düşük ölüm oranı %14.14 ile 100 ppm'de belirlenmiştir. 2500 ppm'de %72.70 olan ölüm oranı Abamectin etken maddeli nematisitte %89.39 olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Dozlar arasında farklar bulunmuş ve bu farkların istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (F (6.49)=145.79 P<0.05). Konsantrasyonlarda doz ve zaman artışına bağlı olarak ölüm oranının da arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

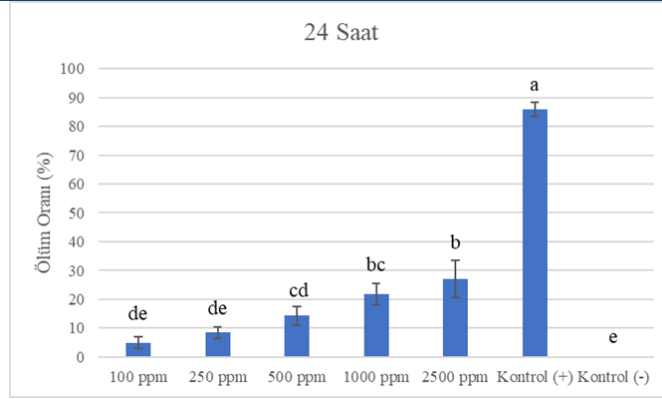


Figure 1. Nematicidal effect of *Myristica fragrans* Houtt plant extract against *Pratylenchus thornei* Sher et Allen at the end of the 24th hour.

Şekil 1. *Myristica fragrans* Houtt bitki ekstraktının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı 24.saat sonunda nematisidal etkisi

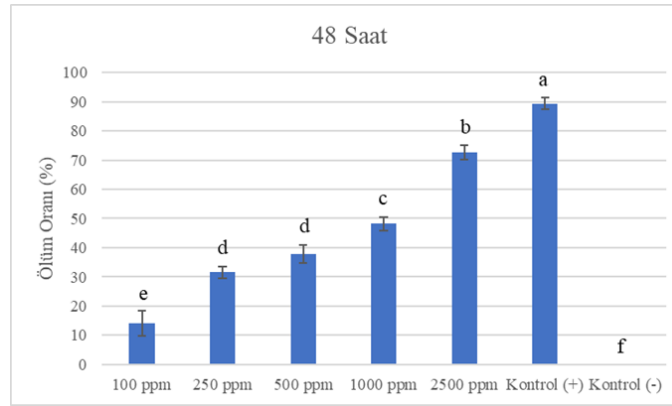


Figure 2. Nematicidal effect of *Myristica fragrans* Houtt plant extract against *Pratylenchus thornei* Sher et Allen at the end of the 48th hour.

Şekil 2. *Myristica fragrans* Houtt bitki ekstraktının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı 48.saat sonunda nematisidal etkisi

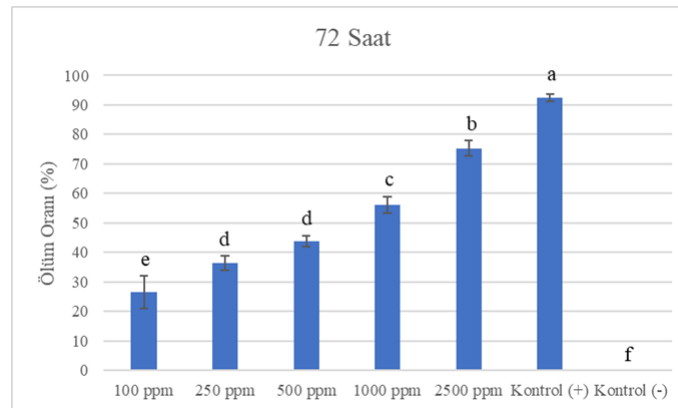


Figure 3. Nematicidal effect of *Myristica fragrans* Houtt plant extract against *Pratylenchus thornei* Sher et Allen at the end of the 72nd hour.

Şekil 3. *Myristica fragrans* Houtt bitki ekstraktının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı 72. saat sonunda nematisidal etkisi

Denemede 72. saat sonunda en düşük ölüm oranı %26.57 ile 100 ppm'de belirlenmiştir. 2500 ppm'de %75.33 olan ölüm oranı Abamectin etken maddeli nematisitte %92.50 olarak bulunmuştur (Şekil 3). Dozlar arasında farklar bulunmuş ve bu farkların istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (F (6.49)=119.49 P<0.05).

Myristica fragrans bitki ekstraktının *P.thornei*'e karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucunda LD₅₀ ve LD₉₀ değerleri hesaplanmıştır (Tablo 2).

Buna göre; 24. saat sonunda LD₅₀ değeri 2584.18 olarak hesaplanmıştır. 48. saatte 769.75, 72 saatte ise 516.49 olarak bulunmuştur. LD₉₀ değerleri ise 24. saatte 18900.00, 48. saatte 8199.32 ve 72. saatte ise 7744.02 olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. *Myristica fragrans* Houtt bitki ekstraktının *Pratylenchus thornei* Sher et Allen'a karşı nematisidal etkisinin belirlenmesi denemesi sonucu elde edilen LD₅₀ ve LD₉₀ değerleri

Table 2. LD₅₀ and LD₉₀ values obtained as a result of an experiment to determine the nematicidal effect of *Myristica fragrans* Houtt plant extract against *Pratylenchus thornei* Sher et Allen

Zaman	LD ₅₀	LD ₉₀	Eğim	Ki -Kare	Df	Heterojenlik
24 Saat	2584.18 (1968.183667.01)	18900.00 (10944.12 -43221.26)	1.48 ±0.07	230.10	46	5.00
48 Saat	769.75 (659.60- 899.37)	8199.32 (6026.77- 12074.70)	1.24+-0.06	76.40	46	1.66
72 Saat	516.49 (424.44-621.23)	7744.02 (5379.54- 12486.7)	1.09+-0.06	86.56	46	1.88

Yapılan benzer çalışmalara bakıldığında, Esteves ve ark. (2017) cevizin içerdiği naphthoquinones (juglone, 1,4-naphthoquinone ve plumbagin) maddelerini *P. thornei*'ye karşı denemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre juglone ve 1,4-naphthoquinone'nin plumbagin'e göre *P. thornei*'ye karşı daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Uygulamadan sonra 72. saatte juglone için LC₅₀ değeri 134.7 ppm, 1,4-naphthoquinone için LC₅₀ değeri 161.2 ppm ve plumbagin için LC₅₀ değeri ise 207.6 ppm bulunmuştur. Juglone ve 1,4-naphthoquinone karıştırılarak uygulandığında ise 178.8 ppm olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada ise *M. fragrans* 'ın etanol ekstraktının *P.thornei*'ye karşı uygulanmasından 72 saat sonra LD₅₀ değeri 516.49 ppm olarak belirlenmiştir. Taşkın (2020) yapmış olduğu çalışmada *P. thornei*'ye karşı Ceviz, Çiriş, Defne, Dere Otu, Hayıt, İncir, Nane, Okaliptüs, Roka, Tespih Ağacı, Zakkum ve Zencefil bitki ekstraktlarını %1, %2.5 ve %5'lik konsantrasyonlarda ve 6, 12, 24 saat zaman dilimlerinde incelemiştir. Çalışmanın %1'lik konsantrasyonunda ve 6.saat sonunda en etkili ölüm sonucunu veren İncir (%30) olduğunu, 12 saat sonundaki en yüksek ölüm oranının 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. Altınköy Sağlam ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada gümüş nanopartiküllü *Moringa oleifera* su ekstraktının *P.thornei*'ye karşı denemeler 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. Dura ve ark. (2022) ise *M. incognita* ve *P. thornei* üzerinde in vitro koşullarda doğal çam reçinesini denemeler ve çalışma sonucunda en yüksek ölüm oranını yine 72 saat sonunda %2 lik konsantrasyonda *M. incognita*'da %100, *P.thornei*'de % 96.38 olarak belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışmada da en yüksek ölüm oranı 72. saatte tespit edilmiş ve *M. fragrans*'ın *P. thornei*'yi %75.33 oranında öldürdüğü belirlenmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde *P. thornei* ile mücadelede kullanılan bitkisel ekstraktların zamana ve doza bağlı olarak nematodu başarılı bir şekilde baskıladığı belirlenmiştir. *M. fragrans* bitkisel ekstraktının *P.thornei* üzerine etkinliğine bakıldığında diğer çalışmalara benzer şekilde doz ve zamana bağlı olarak artış gösterdiği ve en yüksek doz olan 2500 ppm'de 24.saatte %27.02, 48.saatte %72.70 ve 72 saatte ise %75.33 ile en yüksek ölüm oranları tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Bitki paraziti nematodlar dünyada ve ülkemizde önemli verim kayıplarına neden olan bitki koruma etmenlerindedir. Bu zararlılarla mücadelede ruhsatlı ilaç sayısı sınırlıdır. Çoğunluğu *Meloidogyne* türlerine karşı ruhsatlandırılmıştır. Bu ilaçların bilinçsiz kullanımı insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu etkileri en aza indirmek için bitkisel kökenli pestisitler üzerine çalışmaların hız kazanması ile ruhsatlandırılan bitkisel preparatlarında sayısı her geçen gün

artmaktadır.

Pratylenchus türlerine karşı ruhsatlı pestisitler bulunmamaktadır. Bitkisel kökenli pestisit çalışmalarında *Moringa oleifera*, çam reçinesi, ceviz, çiriş, defne, dere otu, hayıt, incir, nane, okaliptüs, roka, tespih ağacı, zakkum ve zencefil gibi bitkilerin ekstraktları *P. thornei*'ye karşı kullanılmış ve etkili olduğu bulunmuştur. Yapılan bu çalışma sonucunda *M. fragrans* bitki ekstraktının *P. thornei*'a karşı kullanımında 72. saat sonunda %75.33'lük bir ölüm oranı tespit edilmiştir. *M. fragrans* bitki ekstraktının *P. thornei*'a karşı doğal nematisit olarak kullanılabilceği, bununla birlikte daha gerçekçi sonuçlara ulaşabilmek için bu ekstraktın farklı konsantrasyonlarda sera ve arazi koşullarında denenmesi gerektiği belirlenmiştir. Bu çalışmalar insan ve çevreye zararlı sentetik ilaçların kullanımını azaltacak ve nematodlarla yapılan mücadeleye farklı bir yöntem katacaktır. Dolayısıyla biyopestisit çalışmaları geleceğe ışık tutacaktır.

Teşekkür

Myristica fragrans Houtt'ın esansiyel yağ eldesi aşamasında yapmış olduğu yardımlar için Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden Dr. Öğr. Üyesi Emine BİLGİNOĞLU'na teşekkür ederiz. Bu çalışma Lisansüstü seminerinden hazırlanmıştır.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kuruldan izin alınmasına gerek yoktur

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak aramızda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz

Yazarlık Katkı Beyanı

Planlama: Kamçılar F. G., Altınköy Sağlam H. D.; Materyal ve Metot: Kamçılar F. G., Altınköy Sağlam H. D.; Veri toplama ve İşleme: Kamçılar F. G.; İstatistik Analiz: Altınköy Sağlam H. D.; Literatür Tarama: Kamçılar F. G.; Makale Yazımı, İnceleme ve Düzenleme: Kamçılar F. G., Altınköy Sağlam H. D.

Kaynakça

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265-267.
- Altinkoy, H. D. S., Dura, O., and 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.
- Anonim (2023a). The Global Report on Food Crises (GRFC). <https://www.fsplatform.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 (Erişim Tarihi: 06.12.2023).
- Baermann, G. (1917). Eine einfache Methode zur Auffindung von Ankylostomum (nematoden) Larven in Erdproben. *Geneesk. Tijdschr. Ned-Indië*, 57: 131-137.
- Butzge, J. C., Ferrão, S. K., Mezzomo, L., Calil, L. N., Mezzari, A., Limberger, R. P. and 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.
- Castillo, P., Trapero-Casas, J. L. and Jimenez-Diaz, R. M. (1995). Effect of time, temperature, and inoculum density on reproduction of *Pratylenchus thornei* in carrot disk cultures. *Journal of Nematology*, 27(1): 120.
- 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.
- Dura, O., Dura, S., Kepenekci, İ. and Sağlam Altinköy H. D. (2022). Nematicidal Activity of Pine Rosin Extracts against *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus thornei*. IV. *Balkan Agricultural Congress August 31-September*, Edirne, Türkiye.
- Esteves, I., Maleita, C., Fonseca, L., Braga, M. E., Abrantes, I. and De Sousa, H. C. (2017). In vitro nematicidal activity of naphthoquinones against the root-lesion nematode *Pratylenchus thornei*. *Phytopathologia Mediterranea*, 56(1):127-132.
- Gad, S. B. and 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.
- Göze Özdemir, F. G., Arıcı, Ş. E. ve Elekçioğlu, H. İ. (2023). Buğdayda farklı *Fusarium culmorum* izolatları ile *Pratylenchus thornei* etkileşimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 1-11.
- Jaiswal, P., Kumar, P., Singh, V. K. and Singh, D. K. (2009). Biological effects of *Myristica fragrans*. *Annual Review of Biomedical Sciences*, 11: 21-29.
- Jung, W. C., Jang, Y. S., Hieu, T. T., Lee, C. K. and Ahn, Y. J. (2007). Toxicity of *Myristica fragrans* seed compounds against *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *Journal of Medical Entomology*, 44(3): 524-529.
- Kepenekçi, İ. (2012). Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I) Eğitim, Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
- Kısmalı, Ş. ve Madanlar, N. (1988). *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)'nın böceklerle etkileri üzerinde bir inceleme. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12(4): 239-249.
- Nicol, J. M., Turner, S. J., Coyne, D. L., Nijs, L. D., Hockland, S. and 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.
- Ragab, T. I., El Gendy, A. N. G., Saleh, I. A. and Esawy, M. A., (2019). Chemical composition and evaluation of antimicrobial activity of the *Origanum majorana* essential oil extracted by microwave-assisted extraction, conventional hydro-distillation and steam distillation. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(2): 563-573.
- Srijita, D. (2015). Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences (WJPPS)*, 4(6): 250-265.
- Taşkın, A. Ş. (2020). *Bazı bitki ekstraktlarının önemli bitki paraziti nematodlara karşı etkinliğinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Tülek, A., Kepenekçi, İ., Cobanoğlu, S., Hekimhan, H., Devran, Z., Melik, B. and Elekçioğlu, İ. H. (2009). A new multiplication method of rice white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi* Christie, Aphelenchida: Aphelenchoididae), on carrot discs. *Russian Journal of Nematology*, 17: 135-136.
- Verdejo-Lucas, S. and 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. and Gleason, C. A. (2003). Plant-nematode interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 6(4): 327-333.
- Yaman C. and Şimşek Ş. (2022). Contact toxicity of *Hypericum Extracts* against *Rhyzopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 19(4): 737-744.