

Bazı Nanogümüş Partiküllü (AgNPs) Bitki Su Ekstraktlarının Kök-Ur Nematodu, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)'ya Karşı *In vitro* Koşullarda Etkinliğinin Belirlenmesi

Onur DURA¹, İlker KEPENEKCI^{2*}

¹Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, YALOVA, ²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakùltesi, TOKAT

¹<https://orcid.org/0000-0002-4562-8462>, ²<https://orcid.org/0000-0002-8734-3422>

✉: kepenekci@gmail.com

ÖZET

Bu çalışma, Kök-ur nematodları [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)] (KUN)'na karşı bazı nanogümüş partiküllü (AgNPs) bitki su ekstraktlarının nematisidal etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, *Brassica carinata* L. (Brassicaceae), *Moringa oleifera* L. (Moringaceae), *Euphorbia helioscopia* L. (Euphorbiaceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae) ve *Datura stramonium* L. (Solanaceae) bitkilerinden elde edilen (su ve nanogümüş katkı) bitkisel ekstraktların KUN'a karşı etkileri *in vitro* koşullarında araştırılmıştır. Denemelerde *M. incognita* saf kùltüründen elde edilen 2. dönem larva (L2)'lara karşı ekstraktlar 5 farklı konsantrasyonda (%5, %10, %15, %20 ve %25; 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm ve 200 ppm) uygulanmıştır. *M. oleifera* ve *L. camara*'nın bitki su ekstraktlarının %25 konsantrasyonu (sırasıyla %65.80, %70.70) ve nanogümüş partiküllü ekstraktlarının 200 ppm konsantrasyonu (sırasıyla %95.10, %94.10) etkili bulunmuştur.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tariřçesi

Geliř Tarihi : 13.09.2021

Kabul Tarihi : 15.12.2021

Anahtar Kelimeler

Kök-ur nematod
Meloidogyne spp.
Gümüş nanopartikül
Bitki ekstraktı
In vitro

Determination of The Effectiveness of Some Plant Water Extracts whit Nanosilver Particulated (AgNPs) Against Root Knot Nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae) *In Vitro* Conditions

ABSTRACT

This study was conducted to determine the nematicidal effects of some nano-silver particle (AgNPs) plant aqueous extracts against root-knot nematodes [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)] (RKN). For this purpose, the effects of the extracts (water and nano-silver added) of *Brassica carinata* L. (Brassicaceae), *Moringa oleifera* L. (Moringaceae), *Euphorbia helioscopia* L. (Euphorbiaceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae) and *Datura stramonium* L. (Solanaceae) against RKN were investigated in *in vitro* conditions. Extracts were applied in 5 different concentrations (5%, 10%, 15%, 20% and 25%; 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm and 200 ppm) against second stage larvae (J2) obtained from *M. incognita* pure culture in the experiments. The 25% concentration of the plant water extracts (65.80%, 70.70%, respectively) and the 200 ppm concentration of the extracts with nanosilver particles (95.10%, 94.10%, respectively) of *M. oleifera* and *L. camara* were found to be effective.

Entomology

Research Article

Article History

Received : 13.09.2021

Accepted : 15.12.2021

Keywords

Root-knot nematode
Meloidogyne spp.
Silver nanoparticles
Plant extract
In vitro

Atıf şekli: Dura D, Kepenekci İ 2022. Bazı Nanogümüş Partiküllü (AgNPs) Bitki Su Ekstraktlarının Kök-Ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na Karşı *In vitro* Koşullarda Etkinliğinin Belirlenmesi KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (6): 1390-1400. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.994761.

To Cite : Dura D, Kepenekci İ 2022. Determination of The Effectiveness of Some Plant Water Extracts whit Nanosilver Particulated (AgNPs) Against Root Knot Nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae) *In Vitro* Conditions KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (6): 1390-1400. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.994761.

GİRİş

Tarımsal üretimde birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot yetiştirme periyodu boyunca ekonomik olarak ürün

kayıplarına neden olabilmektedir. Kültür bitkilerinde önemli oranda ürün kayıplarına neden olan birçok zararlı organizmadan biri de bitki paraziti nematodlardır (BPN). Çok sayıda zararlı bitki paraziti nematod türü farklı konukçu bitkilerin değişik fenolojik dönemlerinde bitkilerde doğrudan veya dolaylı olarak ekonomik ürün kayıplarına neden olmaktadır. Özellikle obligat bitki paraziti olan Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) (Tylenchida: Meloidogynidae) (KUN) dünya genelindeki tarım alanlarında yaygın olarak görülen ve geniş bir ürün yelpazesinde önemli verim kayıplarına neden olan en önemli toprak altı zararlılarının başında yer almaktadır (Luc ve ark., 2005). Bu grup içerisinde en zararlı tür olan olan *M. incognita*'nın dünya genelinde sebze yetiştiriciliği yapılan alanların %52'sinde bulaşık olduğu bildirilmektedir (Khan ve ark., 2000). Türkiye'de *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. hapla*'nın Kök-ur nematodu türleri içerisinde en yaygın türler olduğu ve bunlar içerisinde de en fazla dağılım gösteren türün *M. incognita* olduğu bildirilmiştir (Kepenekci, 2012).

BPN'ler ile mücadelede, biyolojik mücadele etmenlerinin kullanımı, biyofumigasyon uygulamaları, bitki ekstraktları ve bitki eksudatları (Allomonlar) kullanılarak gerçekleştirilen biyoteknik mücadele yöntemleri kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler arasında son derece önem taşımaktadır (Kepenekci, 2012; Çetintaş ve Kara, 2016; Çetintaş ve Yarba, 2010; Dura ve ark., 2016). Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile alternatif mücadele yöntemleri içerisinde de bitki ekstraktlarının ve biyolojik mücadele ajanlarının kullanımı önemli yer tutmaktadır. Çevreye ve faydalı organizmalara minimum düzeyde yan etkisi olan bu yöntemler ile ilgili yeni ve detaylı çalışmaların yürütülmesi önem arz etmektedir.

Bitkiler alemi, pestisit olarak kullanılacak birçok sekonder yapıda metabolit bileşikleri kapsayan zengin bir depo vazifesi görmektedir. Doğada yer alan birçok bitki, içerdikleri zengin biyoaktif fitokimyasal bileşikler ve çevre dostu olmaları nedeniyle sentetik olarak üretilen kimyasal nematodlara karşı alternatif olarak düşünülmektedir. Yaklaşık olarak 2000'den fazla bitkinin biyopestisit olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu değişik araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Ahmed ve Grainge, 1988; Prakash ve Rao, 1996; Öncüer, 2000). Ekolojik olarak toksikolojik zarara neden olma olasılığı daha düşük düzeyde olan bitki ekstraktları kullanılarak sentezlenen yeşil nanopartikül uygulamalarının, sentetik kimyasal pestisitlerin potansiyel alternatifleri olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir (Sankar ve Abideen, 2015). Bu bağlamda son yıllarda Dünya'da pek çok üretici tarafından BPN'lara ve toprak kökenli patojenlere karşı mücadelede bitki su ekstraktları ve ekstudatları kimyasal nematodlara

alternatif olarak tercih edilmektedir. Bunun nedeni hazırlanmalarının ve uygulanmalarının son derece kolay, pratik, etkili ve ucuz olmasıdır (Mousa ve ark., 2011).

Günümüzde nanoteknolojik gelişmeler oldukça popüler olup, bilimsel araştırmalar için yeni bir alan oluşturmaktadır. Bitki ekstraktları dışında teknolojiye yaşanan gelişmeler sonucu nanoteknoloji endüstri, tekstil, gıda ve sağlık alanlarında olduğu gibi tarımsal zararlılar ile mücadelede de yerini almaya başlamıştır. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de sentetik kimyasallara dayalı konvansiyonel tarımdan yeşil tarıma geçiş olmaktadır. Bu alanda bitki ekstraktları kullanılarak sentezlenen ve yeşil sentez olarak adlandırılan nano biyopestisitlerin ve biyolojik nano malzemelerin zararlılara ve toprak kökenli bitki patojenlerine karşı mücadelede kullanım potansiyelleri gün geçtikçe yaygınlaşma eğilimindedir (Vivek ve ark., 2012).

Ekolojik olarak toksikolojik zarara neden olma olasılığı daha düşük düzeyde olan bitki ekstraktları kullanılarak sentezlenen yeşil nanopartikül uygulamalarının, sentetik kimyasal pestisitlerin potansiyel alternatifleri olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir (Sankar ve Abideen, 2015).

Bu bağlamda birçok yararlı organizma (bakteriler, mayalar ve entomopatojen funguslar gibi) kullanılmakla birlikte günümüzde insektisit, fungisit, akarisit ve nematodisit özellik gösteren birçok bitkiye ait bitki ekstraktı yeşil nanogümüş partikül katkı olarak ucuz ve kolayca sentezlenebilmektedir (Kumar ve ark., 2013). Son yıllarda uygulanan bitki ekstraktlarının etkinliğini artırmak için yeni bir yaklaşım olarak bazı nanoelement partikül katkı bitki özütlerinin BPN'ler ile mücadelede kullanımı önem kazanmıştır. Gerçekleştirilen *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarında bitkisel ekstraktların tek başına nematodisit etkinliklerinin düşük oldukları ve bazı nanoelement partikül katkı olan ekstraktların daha etkili olduğu bildirilmektedir (Mousa ve ark., 2011).

Bu çalışmada, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Yalova) (ABKMAE) bünyesindeki peyzaj alanlarında ve arazisinde yer alan, daha önce toprak altı patojenlerine karşı mücadelede kullanılmamış Türkiye'de yaygın olarak bulunan ve doğal olarak yetişen bazı bitkilerin (*Brassica carinata* L., *Moringa oleifera* L., *Euphorbia helioscopia* L., *Lantana camara* L. ve *Datura stramonium* L.) ekstraktlarının [normal sulu ekstraktlar ve nanogümüş partikül (AgNPs) katkı] hazırlanarak *in vitro* koşullarda Kök-ur nematodlarına karşı etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan bitki ekstraktlarının daha önceki çalışmalarda insektisit ve akarisit özellikleri ortaya konulmuş fakat gümüş nanopartikül katkı nematodisit özellikleri bilinmemektedir. Bu çalışma ile ilk defa bu bitki

ekstraktlarının kök-ur nematodları (*M. incognita*)'na karşı nematisidal etkinliğinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Kök-ur nematodu [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)] ile bulaşık saf "Rio Grande" domates kültüründen ekstrakte edilmiş *M. incognita*'nın ikinci dönem larvaları (L2), domates (Şencan-9) fideleri, Nanogümüş katkılı bitki ekstraktı sentezlenmesinde kullanılan %99.99 saflıkta Macron Fine Chemicals® Firmasına ait kimyasal (AgNO₃) ve *Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae), *Brassica carinata* L. (Rhodales: Brassicaceae), *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae), *Euphorbia helioscopia* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae), *Datura stramonium* L. (Solanales: Solanaceae) yaprakları kullanılarak hazırlanan bitki su ekstraktları, çeşitli laboratuvar malzemeleri, UV-Visible Spektrofotometre oluşturmuştur.

Metot

Kök ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) saf kültürünün oluşturması

Kök-ur nematodu (*M. incognita*) saf kültürlerinin oluşturulması, yenilenmesi ve üretimi aşamasında Kök-ur nematodlarına hassas olduğu bilinen "Rio Grande" çeşidi domates (*Solanum lycopersicum* L.) tohumları, 25±1°C sıcaklığa sahip sera koşullarında steril toprak ve kum içeren saksılarda fide haline getirilmiştir.

Domates tohumları viyollere ekilmeden önce yüzeysel dezenfeksiyon amacıyla %3'lük çamaşır suyunda 1 dakika tutulup steril suyla yıkanmış ve kurutma kağıdı üzerinde kurutulmuştur. Bunu takiben tohumlar içine Klansman marka tohum toprağı konulmuş 45 gözlü (9×5) viyollere (en:5 cm, derinlik:6 cm) her göze bir tohum olacak şekilde ekilmiştir. Viyoller 23°C (±2)'de 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olarak ayarlanan iklim odalarına yerleştirilmiş ve fideler şaşırtılınca kadar düzenli olarak sulanmıştır. Gerçek 2-4 yapraklı döneme gelen fideler 11 cm çapında ve 1 kg toprak alan saksılara şaşırtılarak seraya aktarılmıştır. Şaşırtma işleminde %85 kum %15 toprak karışımı kullanılmıştır. Toprak karışımları saksılara konulmadan önce alt kısımlarına köklerin dışarı çıkmasını ve karışımların dökülmesini önlemek amacıyla kâğıt tela yerleştirilmiştir. Saksılarda kullanılan kum ve toprak karışımı iki kere 121°C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiş ve iki işlem arasında 24 saat beklenilmiştir ve her iki ayda bir saf kültürün devamının sağlanabilmesi için yeni domates fideleri ile düzenli olarak değiştirilmiştir (Smith ve Onions,

1994).

Fide haline getirilen domates bitkilerine Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Yalova) (ABKMAEM) Bitki Sağlığı Bölümü Nematoloji Laboratuvarında bulunan *M. incognita* saf kültür inoküle edilmiştir. Bu amaçla domates bitkisinin urlu köklerinden nematod yumurtalarının elde edilmesi için, kökler iyice yıkanarak 1 cm boyunda kesilmiş ve içerisinde %0.5'lik 1 L NaOCl (sodyum hipoklorit) çamaşır suyu solüsyonu bulunan cam erlenmayer içinde 5 dakika çalkalanmıştır. Daha sonra bu çözelti 60, 200, 375 ve 500 mesh'lik eleklerden geçirilerek 500 mesh'lik elek üzerinde kalan nematod yumurtaları, püset yardımıyla 100 cc olacak şekilde cam beherler içerisine toplanmıştır (Hussey ve Barker, 1973).

Bu solüsyondan mikropipetle 1 cc, 10'ar defa çekilerek, yumurtalar sayılmıştır. Sayımları yapılan yumurtalar, serada yetiştirilen hassas domates "Rio Grande" fidelerinin kökleri etrafına açılan 3-4 deliğe bombeli pipet yardımıyla 3.000 yumurta bitki⁻¹ olacak şekilde bulaştırılmıştır. Daha sonra elde edilen urlu köklerden steriomikroskop altında yumurta kümeleri tek tek çıkartılarak saf kültürün oluşturulmasında kullanılmıştır (Melakeberhan, 1997).

Laboratuvar çalışmaları

Bitkisel ekstraktların hazırlanması

Çizelge 1'de liste halinde verilen bitkiler ABKMAEM'de yer alan üretim seralarından ve peyzaj alanlarından çiçeklenme döneminde tüm toprak üstü aksamıyla birlikte toplanıp kurutulmuş ve bitki su ekstraktlarının hazırlanması için kullanılmıştır. Ekstraktlarının elde edilmesi için ilk aşama olarak bitki su ekstraktları hazırlanmıştır. Bunun için ilk olarak alanlardan toplanan (*B. carinata*, *M. oleifera*, *E. helioscopia*, *L. camara* ve *D. stramonium*) bitkilerinin toprak üstü aksamı oda koşullarında kurutulmuştur. Kurutulan bitkiler 25 g olacak şekilde hassas terazi yardımı ile tartıldıktan sonra 100 ml'ye distile su ile tamamlanmış sonra blender yardımıyla öğütülerek 48 saat boyunca çalkalayıcı (shaker) da tutularak stok bitki su ekstraktı S0 (%25) hazırlanmıştır. Daha sonra elde edilen bitkilerin sulu ekstraktları filtre kâğıdından (Whatman No.1) süzülerek stok olarak kullanılmak üzere koyu renkli cam şişe içerisinde buzdolabında +4°C'de saklanmıştır (Nartop, 2017). Denemelerde kullanılan bitkisel ekstraktların pH değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

In vitro (petri) çalışmaları

Bazı bitkisel (*Moringa oleifera*, *Brassica carinata*, *Lantana camara*, *Euphorbia helioscopia* ve *Datura stramonium*) su ekstraktlarının *in vitro* ortamında nematisidal etkileri (ekstrakt-doz denemeleri)

Bu çalışma kapsamında ilk olarak bitkisel ekstraktların doz belirleme denemesi 2 tekrarlı olacak şekilde kurulmuştur (ekstrakt-doz denemeleri). Bu çalışma için bütün ekstraktların S0 (%25), S1 (%20), S2 (%15), S3 (%10) ve S4 (%5), oranlarındaki konsantrasyonları kullanılmıştır. Nematod kültüründen, *M. incognita*'nın ikinci dönem larva (L2)'ları her bir petri (60 mm) içerisine 1 ml içinde ortalama 50 ± 4.19 nematod olacak şekilde aktarılmıştır. Nematodların üzerine 3 ml saf su eklendikten sonra 1 ml bitki su ekstraktı verilerek denemeler kurulmuştur. Denemede negatif kontrol olarak ekstrakt miktarı kadar saf su eklenmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5

tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak laboratuvar koşullarında (*in vitro*) gerçekleştirilmiştir. Tüm petri kapları laboratuvar koşullarında $28 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de 72 saat boyunca muhafaza edilmiştir. Çalışma boyunca 24, 48 ve 72 saatler sonunda düzenli olarak nematod ölüm oranları kaydedilmiştir. Nematodların ölüp ölmediği nematod iğnesiyle dokunulduğu zaman hareket edip etmediğine bakılarak anlaşılmıştır (Abbasi ve ark., 2008; Kepenekci ve Sağlam, 2015). Denemeler sonucunda en etkili bulunan ekstakt dozu ve bitki su ekstraktları nanogümüş partiküllü (AgNPs) sulu ekstraktların sentezlenmesinde ve denemelerinin kurulmasında kullanılmıştır.

Çizelge 1. Ekstraktları çalışılan bitkiler ile ilgili bilgiler

Table 1. Information about the plants whose extracts were studied

Türkçe Adlar (<i>Turkish name</i>)	Bilimsel Adlar (<i>Scientific name</i>)	Toplandığı Yer (<i>Collecting place</i>)
Etiyopya Hardalı	<i>Brassica carinata</i> L.	ABKMAEM Serası
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> L.	ABKMAEM Serası
Güneş Sütlegeni	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	ABKMAEM Arazisi
Mine Çalısı	<i>Lantana camara</i> L.	ABKMAEM Arazisi
Şeytan Elması	<i>Datura stramonium</i> L.	ABKMAEM Arazisi

ABKMAEM: Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Yalova)

Çizelge 2. Kullanılan bitki ekstraktlarının okunan pH değerleri

Table 2. pH values of the plant extracts used

Bitkiler (<i>Plants</i>)	Bitki ekstraktı pH değerleri (<i>pH values of plant extracts</i>)	Nano gümüş katkılı bitki ekstraktı pH değerleri* (<i>pH values of plant extract whit nano</i>)
<i>Lantana camara</i>	7.06	5.95
<i>Moringa oleifera</i>	5.32	4.92

*Gümüş Nitrat pH=3.01

Bazı bitkisel (*Moringa oleifera* ve *Lantana camara*) nanogümüş partiküllü (AgNPs) sulu ekstraktlarının *in vitro* ortamında nematisidal etkileri

Denemede AgNPs'li bitkisel ekstraktlar hazırlanırken bitki su ekstraktları çalışmalarında elde edilen ölüm oranları dikkate alınarak en yüksek etkiye sahip (%63.20-72.40) bitki su ekstraktları (*M. oleifera* ve *L. camara*) dozları nanogümüş katkılı olarak sentezlenmiştir. Bunun için 900 ml saf su içinde 200 mg (AgNO_3) çözülerek 200 ppm (2 mM)'lık stok çözelti hazırlanmıştır. Daha sonra etkili çıkan bitki su ekstraktı dozu ilavesi ile 1000 ml stok 200 ppm nanogümüş katkılı çözelti elde edilmiştir (Nartop, 2017). Nanogümüş dozları 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm, 50 ppm ve 25 ppm olmak üzere ayarlanmıştır. Denemeler bitki su ekstrakt denemelerinde olduğu gibi tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak laboratuvar koşullarında (*in vitro*) gerçekleştirilmiştir. Nanogümüş sentezinin doğru gerçekleştiğini

belirlemek için *Moringa* ve *Lantana* sentezleri 20-30 dakika boyunca sıcak su banyosunda renk değişimi gözleninceye kadar bekletilmiştir. Sentezin doğru gerçekleştiğini belirlemek için 24 saat sonunda koloidal gümüş nanopartikül çözeltisinden alınan 5 ml'lik örnekler 320-500 nm aralığındaki dalga boylarında UV-Visible spektrofotometre'de incelenmiş (Şekil 1) ve dijital pH metre ile ilk karışım anında ve 24 saat sonra pH ölçümleri yapılmıştır (Nartop, 2017) (Çizelge 2).

Nanogümüş katkılı bitkisel ekstraktların hazırlanması aşamaları

Nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının elde edilmesinde ise, gümüş nanopartikülleri'nin sentezlenmesi için 900 ml distile su içinde yaklaşık 200 mg (AgNO_3) çözülerek üzerine daha önce hazırlanmış olan stok 100 ml bitki su ekstraktları ilave edilerek bitki ekstraktı ve 200 ppm AgNO_3 içeren ekstrakt elde edilmiştir.

Birleşik Devletleri Teksas'ta yer alan golf alanlarında yaygın olarak kullanılan Bermuda çim çeşitlerinde zararlı olan *M. graminis*'in mücadelesinde nanogümüş (AgNPs) uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda en etkili doz olarak 90.04 mg m⁻² uygulamasında toprakta yer alan *M. graminis* popülasyon yoğunluğunda pozitif kontrol uygulamasına göre %82-92 oranında azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda *M. incognita*'nın L2'lerine karşı en etkili sonuç %94.00-96.20 ölüm ile *M. oleifera* uygulamalarında ortaya konmuştur.

Nassar (2016), gerçekleştirmiş olduğu çalışmada ısırgan otunun *Urtica urens*'in değişik kimyasal

çözücülerde [petrol eteri (PE), etil asetat (EA) ve etanol (E)] kullanarak hazırladığı bitki ekstraktlarının ve karşılaştırma ilacı olarak kullanılan Rugby® nematisit ilacını nanogümüş nitrat (AgNPs) katkılı olarak sentezlemiştir. Laboratuvar koşullarında petri çalışması şeklinde *M. incognita* L2 ve yumurta açılımına karşı LC₅₀ değerlerinin etkinliğini çalışmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre nanogümüş katkılı olarak sentezlenen Ag-Rugby®, Ag-pertol eteri (PE) ve Rugby® uygulamalarının diğer uygulamalar kadar etkili olduklarını ve tek başına nematisit uygulamasına göre daha çevreci bir yaklaşım olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 3. *In vitro* çalışmaları sonucunda *Moringa oleifera*, *Lantana camara*, *Datura stramonium*, *Euphorbia helioscopia* ve *Brassica carinata* bitkilerine ait su ekstraktlarının *Meloidogyne incognita*'nın 2. dönem larvaları (L2)'na karşı etkinliği ve kontrol uygulamasına göre yüzde ölüm oranları [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

Table 3. As a result of *in vitro* studies, the effectiveness of water extracts of *Moringa oleifera*, *Lantana camara*, *Datura stramonium*, *Euphorbia helioscopia* and *Brassica carinata* against the 2nd stage juvenile (J2) of *Meloidogyne incognita* and percent mortality (%) of according to control application [(X±SH)] (1st repetition) (P<0.05)

Su Ekstraktı (Water extract)	Konsantrasyonlar (%) (Concentrations (%))	24 Saat (24 hour)	48 Saat (48 hour)	72 Saat (72 hour)
<i>Moringa oleifera</i>	25	43.20±1.35a*	51.20±1.24a	63.20±0.86a
	20	38.40±1.16a	45.60±1.36ab	59.20±1.02a
	15	30.20±1.56b	40.80±0.73b	49.40±1.08b
	10	21.80±1.28c	32.80±1.71c	42.00±1.70c
	5	13.40±1.88d	26.20±1.82d	33.80±1.65d
CV (%)		5.60 F(2.62) 144.59	3.99 F(2.62) 197.94	3.01 F(2.62) 367.55
<i>Lantana camara</i>	25	50.40±1.24a	60.20±1.43a	69.20±1.15a
	20	41.20±1.33b	51.60±1.29b	62.80±1.09b
	15	38.20±1.28b	45.60±1.34bc	55.80±1.67c
	10	30.20±1.57c	40.00±1.47c	48.00±1.23d
	5	22.00±1.13d	30.80±1.52d	38.60±1.17d
CV (%)		3.65 F(2.62) 242.50	3.75 F(2.62) 218.08	2.45 F(2.62) 489.31
<i>Datura stramonium</i>	25	38.40±0.94a	44.80±1.18a	52.60±1.28a
	20	32.80±1.84b	42.40±1.25b	51.60±1.36b
	15	27.60±1.58c	36.80±1.48c	45.00±1.47c
	10	21.00±1.41d	29.40±1.38d	36.80±1.32d
	5	14.80±1.77e	22.20±1.21e	29.00±1.28e
CV (%)		4.00 F(2.62) 215.69	4.00 F(2.62) 210.76	3.00 F(2.62) 269.56
<i>Euphorbia helioscopia</i>	25	31.00±1.08a	38.00±1.05a	44.40±1.16a
	20	26.60±1.28a	35.00±1.25a	40.80±1.22a
	15	20.00±1.19b	29.20±1.48b	35.00±1.38b
	10	15.80±1.32c	22.60±1.36c	27.00±1.18c
	5	10.20±1.15d	14.60±1.13d	19.80±1.42d
CV (%)		4.86 F(2.62) 125.84	4.12 F(2.62) 181.41	3.86 F(2.62) 241.06
<i>Brassica carinata</i>	25	32.20±0.88a	40.20±1.72a	46.60±1.12a
	20	29.80±1.28a	36.80±1.25ab	43.80±1.29a
	15	25.00±1.52b	32.40±1.33b	38.20±1.32b
	10	19.80±1.33c	26.40±1.47c	31.40±1.63c
	5	14.20±1.27d	19.80±1.57d	24.00±1.74d
CV (%)		3.86 F(2.62) 181.13	3.41 F(2.62) 220.64	3.18 F(2.62) 279.72
Kontrol		0.00±0.00f	0.00±0.00f	0.00±0.00f

*Aynı sütünde aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, p<0.05 (TUKEY Testi),

* Values containing the same letter in the same column are not different from each other, p<0.05 (TUKEY Test),

Çizelge 4. *In vitro* çalışmaları sonucunda *Moringa oleifera*, *Lantana camara*, *Datura stramonium*, *Euphorbia helioscopia* ve *Brassica carinata* bitkilerine ait su ekstraktlarının *Meloidogyne incognita*'nın 2. dönem larvaları (L2)'na karşı etkinliği ve kontrol uygulamasına göre yüzde ölüm oranları [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

Table 4. As a result of *in vitro* studies, the effectiveness of water extracts of *Moringa oleifera*, *Lantana camara*, *Datura stramonium*, *Euphorbia helioscopia* and *Brassica carinata* against the 2nd stage juvenile (J2) of *Meloidogyne incognita* and percent mortality (%) of according to control application [(X±SH)] (2nd repetition) (P<0.05)

Su Ekstraktı (Water extract)	Konsantrasyonlar (%) (Concentrations (%))	24 Saat (24 hour)	48 Saat (48 hour)	72 Saat (72 hour)
<i>Moringa oleifera</i>	25	46.40±1.25a	56.40±1.36a	68.40±0.76a
	20	40.20±1.23a	48.20±1.26ab	63.20±1.12a
	15	36.20±1.46b	43.40±0.63b	52.40±1.17b
	10	28.60±1.38c	36.60±1.51c	47.20±1.58b
	5	21.80±1.78d	30.20±1.62d	40.60±1.45c
CV (%)		4.38 F(2.62) 585.15	3.27 F(2.62) 782.15	3.38 F(2.62) 672.37
<i>Lantana camara</i>	25	54.60±1.28a	64.20±1.49a	72.20±1.19a
	20	45.40±1.37b	56.40±1.22b	60.60±1.11b
	15	40.20±1.31b	50.60±1.35bc	56.20±1.52c
	10	35.40±1.48c	44.20±1.38c	52.40±1.13c
	5	27.20±1.17d	34.60±1.22d	42.40±1.24d
CV (%)		4.17 F(2.62) 285.12	3.47 F(2.62) 217.07	2.87 F(2.62) 427.56
<i>Datura stramonium</i>	25	40.40±0.77a	46.60±1.23a	54.20±1.34a
	20	34.60±1.64b	40.40±1.32b	50.80±1.41b
	15	30.60±1.48c	35.20±1.38c	44.20±1.53c
	10	25.20±1.37d	30.40±1.58d	38.80±1.29d
	5	18.80±1.57e	24.40±1.27e	31.20±1.33e
CV (%)		4.24 F(2.62) 219.56	4.08 F(2.62) 246.12	3.11 F(2.62) 273.56
<i>Euphorbia helioscopia</i>	25	33.20±1.13a	36.40±1.09a	42.40±1.21a
	20	28.80±1.32a	34.20±1.28a	40.60±1.39a
	15	23.40±1.23b	32.20±1.38b	38.20±1.42b
	10	19.60±1.37c	24.40±1.46c	30.20±1.27c
	5	14.20±1.12d	19.60±1.17d	23.60±1.59d
CV (%)		4.58 F(2.62) 143.48	4.62 F(2.62) 138.78	4.37 F(2.62) 165.78
<i>Brassica carinata</i>	25	34.20±0.76a	42.40±1.52a	45.80±1.19a
	20	31.80±1.31a	35.20±1.35ab	42.60±1.38a
	15	27.00±1.42b	31.40±1.47b	36.40±1.59b
	10	21.60±1.38c	28.40±1.53c	33.20±1.71c
	5	16.40±1.34d	21.60±1.62d	25.20±1.86d
CV (%)		4.36 F(2.62) 193.45	3.75 F(2.62) 228.37	3.92 F(2.62) 258.79
Kontrol		0.00±0.00f	0.00±0.00f	0.00±0.00f

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir, p<0.05 (TUKEY Testi)

*Values containing the same letter in the same column are not different from each other, p<0.05 (TUKEY Test),

Bu konu ile ilgili olarak Taha (2016), gerçekleştirmiş olduğu petri çalışmalarında, tek başına sadece nanogümüş partiküllerinin *M. incognita* L2'lerine karşı toksik etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla önce petri denemelerinde nanogümüş partiküllerinin (AgNPs) 20, 40, 200, 500 ve 1500 ppm ml⁻¹ dozlarının etkinliğini çalışmıştır. 72 saat sonundaki sayımlar sırasıyla 200, 500 ve 1500 ppm ml⁻¹ dozlarında %89, %93 ve %96.5 ölüm oranlarını saptamıştır. Sakı çalışmalarında ise en etkili uygulama dozlarının 200 ppm ve 500 ppm olduklarını ve test bitkisi olarak kullanılan domates bitkisinde her hangi bir fitotoksite belirtisinin gözlenmediğini belirtmiştir.

Diğer başka bir çalışmada ise Kalaiselvi ve ark. (2017), Hindistan'da gerçekleştirilen bir petri çalışmasında bazı bitkilerin (*Azadirachta indica* L. ve *Curcuma longa* L.) nanogümüş partikül katkılı su ekstraktlarının nematisidal etkinliklerini laboratuvar koşullarında *M. incognita*'ya karşı araştırmışlardır. Çalışmada, *A. indica*'nın (1ppm, 3ppm, 5ppm, 7ppm ve 10ppm) AgNO₃ içeren %5'lik yaprak su ekstraktlarının ve *C. longa*'nın (0,01ppm, 0,03ppm, 0,05ppm, 0,07ppm ve 0,1ppm) AgNO₃ içeren %2.5'lük bitki su ekstraktlarını *in vitro* (200 L2 petri⁻¹) koşullarda etkinliklerini denemişlerdir. Çalışma sonucunda yapılan 24, 48 ve 72 saat canlı-ölüm

sayımları sonuçlarında en etkili uygulamanın 72 saat sonunda *A. indica*'nın 10 ppm nanogümüşnitrat (AgNO_3) içeren %5'lik uygulama dozunda elde

ettikleri ve sırasıyla nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının LC_{50} değerlerinin 6.22mg L^{-1} ve 0.54mg L^{-1} olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 5. *In vitro* çalışmaları sonucunda *Moringa oleifera* ve *Lantana camara* bitkilerine ait nanogümüş partikül katkılı su ekstraktlarının *Meloidogyne incognita*'nın 2. dönem larvaları (L2)'na karşı etkinliği ve kontrol uygulamasına göre yüzde ölüm oranları [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

Table 5. As a result of *in vitro* studies, the efficiency of water extracts with nanosilver particles of *Moringa oleifera* and *Lantana camara* plants against the 2nd stage juvenile (J2) of *Meloidogyne incognita* and percent mortality (%) of according to control application [(X±SH)] (1st repetition) (P<0.05)

Nano Ekstrak (Nano extract)	Konsantrasyonlar (ppm) (Concentrations ppm)	24 Saat (24 hour)	48 Saat (48 hour)	72 Saat (72 hour)
<i>Moringa oleifera</i>	200	61.80±1.33a*	79.80±1.21a	94.00±1.76 a
	150	52.60±1.40b	70.20±1.33b	81.80±1.25 b
	100	46.80±1.47c	65.00±1.48c	79.50±1.37 b
	50	41.20±1.38d	56.20±1.27d	68.60±1.38 c
	25	36.0±1.52e	53.40±1.19d	66.30±0.76 d
CV (%)		3.00 F(2.62) 268.71	2.00 F(2.62) 555.27	1.00 F(2.62) 1860.14
<i>Lantana camara</i>	200	70.00±1.17a	78.80±1.63a	92.80±1.86a
	150	58.40±1.23b	73.40±1.52b	86.80±1.69b
	100	52.30±1.28c	73.40±1.48b	83.20±1.76c
	50	44.80±1.34d	62.80±1.59c	75.30±1.55d
	25	39.20±1.41e	53.60±1.72d	61.00±1.38e
CV (%)		2.00 F(2.62) 530.77	3.00 F(2.62) 321.84	1.00 F(2.62) 1537.18
AgNO_3	200	24.40±1.33a	32.60±1.37a	56.20±1.49a
	150	19.60±1.21a	27.40±1.28b	35.40±1.54b
	100	15.20±1.38b	24.20±1.44b	33.65±1.71b
	50	12.25±1.42c	22.40±1.33c	25.80±1.83c
	25	10.20±1.24d	15.60±0.73d	21.80±0.70c
CV (%)		3.84 F(2.62) 423.56	4.68 F(2.62) 243.87	3.27 F(2.62) 328.84
Kontrol		0.00±0.00f	0.00±0.00f	0.00±0.00f

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir, p<0.05 (TUKEY Testi)

*Values containing the same letter in the same column are not different from each other, p<0.05 (TUKEY Test),

Sharma ve ark. (2017), gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarda, bamyada (*Abelmoschus esculentus* L.) bitkisinde *M. incognita*'nın zararını engellemek için gerçekleştirilen *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda, 2 mM FeSO_4 nano Fe parçacıklarının seçilmiş bakteri izolatı (*Stenotrophomonas maltophilia* KBS 2.4) süpernatant çözeltisi ile sentezlenen farklı demir nanoparçacık konsantrasyonları (20 ile 120mg ml^{-1})'nın etkilerini araştırmışlardır. *In vitro* deneylerde 10 saat sonunda değişik konsantrasyonlardaki (20 ile 120mg ml^{-1}) nanodemir partiküllerinin nematodu %99 oranında öldürdüğünü tespit etmişlerdir. *In vivo* çalışmalarda ise bamyada fideleri 100 adet *M. incognita* L2'si ile bulaştırılmış ve en yüksek doz olan 120mg ml^{-1} dozunda uygulamadan 30 ve 40 gün sonra topraktaki nematod popülasyonu kontrol uygulamasına göre %88 oranında azalmış olduğunu tespit etmişlerdir. Düşük doz uygulamasında 20mg ml^{-1} da az sayıda popülasyon varken en etkili uygulama olarak 120mg L^{-1} uygulaması kaydedilmiştir. Uygulama yapılan bamyada bitkilerinde herhangi bir fitotoksite de gözlenmemiştir. Gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise Thakur ve ark. (2018), laboratuvar ve saksı

çalışmalarında altın nanopartiküllerinin *M. incognita*'ya karşı etkinliklerini araştırmışlardır. Petri (*in vitro*) denemelerinde 3 saat sonunda nematodu %100 oranında altın nanopartikülleri (GNPs)'nden etkilendiklerini ve öldüklerini tespit etmişlerdir. İkinci aşama olarak gerçekleştirdikleri saksı çalışmalarında ise uygulanan altın nanopartiküllerinin (GNPs) domates bitkisindeki kök-ur nematodu zararını ve köklerdeki urlanma miktarını azaltarak domates bitkilerindeki gelişme parametrelerine olumlu yönde etki ettiklerini kaydetmişlerdir. Bu çalışmada kök-ur nematodlarından, *M. incognita*'ya karşı laboratuvar-petri (*in vitro*) çalışmaları sonucunda farklı dozlarda ve 24, 48 ve 72 saat zaman dilimlerinde uygulanan bitki su ekstraktlarının ve nanogümüş partikül katkılı bitki (*M. oleifera*, *B. carinata*, *L. camara*, *E. helioscopia* ve *D. stramonium*) su ekstraktlarının farklı düzeylerde nematisidal etkinlik gösterdiği, bitki su ekstraktlarının nanogümüş katkılı olarak yeşil sentezlenmesinin nematisidal etkinliklerini artırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 6. *In vitro* çalışmaları sonucunda *Moringa oleifera* ve *Lantana camara* bitkilerine ait nanogümüş partikül katkılı su ekstraktlarının *Meloidogyne incognita*'nın 2. dönem larvaları (L2)'na karşı etkinliği ve kontrol uygulamasına göre yüzde ölüm oranları [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

Table 6 As a result of *in vitro* studies, the efficiency of water extracts with nanosilver particles of *Moringa oleifera* and *Lantana camara* plants against the 2nd stage juvenile (J2) of *Meloidogyne incognita* and percent mortality (%) of according to control application [(X±SH)] (2nd repetition) (P<0.05)

Nano Ekstrak (Nano extract)	Konsantrasyonlar (ppm) (Concentrations ppm)	24 Saat (24 hour)	48 Saat (48 hour)	72 Saat (72 hour)
<i>Moringa oleifera</i>	200	60.20±1.32a*	82.40±1.27a	96.20±1.84a
	150	54.40±1.47b	74.20±1.38b	85.80±1.31b
	100	45.60±1.41c	68.40±1.53c	83.50±1.18b
	50	40.20±1.39d	58.40±1.66d	71.80±1.25c
	25	38.40±1.12e	55.60±1.22d	69.30±0.88d
CV (%)		3.12 F(2.62) 583.67	2.76 F(2.62) 687.12	1.83 F(2.62) 1465.34
<i>Lantana camara</i>	200	72.20±1.19a	80.60±1.51a	95.40±1.94a
	150	60.60±1.27b	75.40±1.58b	84.20±1.57b
	100	50.40±1.36c	72.20±1.41b	80.20±1.72c
	50	46.80±1.38d	64.50±1.63c	73.40±1.48d
	25	40.30±1.47e	55.80±1.77d	64.20±1.29e
CV (%)		2.73 F(2.62) 479.24	3.84 F(2.62) 782.28	2.28 F(2.62) 1578.13
AgNO ₃	200	22.60±1.53a	31.80±1.57a	58.60±1.38a
	150	17.80±1.28a	25.80±1.21b	37.80±1.47b
	100	13.00±1.34b	21.00±1.36b	35.60±1.68b
	50	10.00±1.52c	19.60±1.27c	23.60±1.77c
	25	7.20±1.18d	13.40±0.87d	18.75±0.97c
CV (%)		3.15 F(2.62) 482.15	4.28 F(2.62) 378.38	2.74 F(2.62) 416.37
Kontrol		0.00±0.00f	0.00±0.00f	0.00±0.00f

* Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir, p<0.05 (TUKEY Testi)

* Values containing the same letter in the same column are not different from each other, p<0.05 (TUKEY Test),

Kalaiselvi ve ark. (2019), gümüş nanopartiküllerin bir çeşit sütleğen otu olan *Euphorbia tirucalli* L. (Et-AgNP'ler) kullanılarak gerçekleştirilen yeşil sentezinin *M. incognita*'ya karşı nematisidal etkinlikleri *in vitro* ve *in vivo* koşullarda belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, Et-AgNP'lerin nematodun L2'sine öldürücü olduğunu ve yumurta açılımını engellediğini ortaya koymuşlardır. Saksı denemelerinde ise, Et-AgNP'ler uygulandığında domates kökleri üzerinde ur oluşumunun önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Et-AgNP'lerle muamele edilen domates bitkilerinin eşzamanlı olarak daha sağlıklı büyüme parametrelerine sahip oldukları ve köklerdeki ırlanma ve topraktaki L2 popülasyonu sayılarının pozitif kontrol uygulamasına göre azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, Et-AgNP'lerin *M. incognita*'nın mücadelesinde yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca sentetik kimyasal nematisidler için etkili bir alternatif olacağını vurgulamışlardır. Bu çalışma sonucunda bitkisel ekstraktların nanogümüş partikül katkılı olarak sentezlenmesi ve uygulanması bitkisel ekstraktların nematisidal etkinliklerini artırmada sinerjistik etki sağlamış ve kök-ur nematodu (*M. incognita*)'na karşı daha etkili % ölüm oranlarının

elde edilmesine neden olmuştur. Kullanılan gümüş nitratin da bir miktar nematisidal aktivitesi olmakla birlikte tek başına önemli oranda nematod ölümüne neden olmadığı görülmüştür.

Bu konu ile ilgili olarak Türkiye'de farklı BPN'lere karşı nanoelement partikül katkılı olan ekstrakt çalışmaları incelendiğinde; Dura ve ark. (2018), yapmış oldukları çalışmada, *in vitro* koşullarda %1'lik *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) su ekstraktı katkılı nanogümüş (AgNPs) uygulamasının farklı dozlarının [0 ppm (su-kontrol), 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.5 mM) ve 168 ppm (1 mM)] BPN'lerden çeltik bitkisinde zararlı önemli bir tür olan çeltik beyaz uç nematodu (*Aphelenchoides besseyi*) larvalarının ölüm oranları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla laboratuvar ortamında petri (*in vitro*) çalışması şeklinde yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek larva ölüm oranları 72 saat sonunda 168 ppm uygulamasında (%97.5) kaydedilmiştir. Buna benzer şekilde Dura ve ark. (2019), tarafından gerçekleştirilmiş petri (*in vitro*) çalışmasında, BPN'lerden hububat alanlarında önemli bir zararlı tür olan buğday gal nematodu (*Anguina tritici*)'nun L2'lerine karşı nanogümüş katkılı (AgNPs) *Lantana camara* L.'nin su ekstraktını

nematisidal etkinlik bakımından değerlendirmişlerdir. *L. camara* su ekstraktının 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.50 mM) ve 168 ppm (1 mM) nanogümüş katkılı konsantrasyonlarda *in vitro* koşullarda denemişlerdir. Denemeden elde edilen sonuçlara göre bütün konsantrasyonlarda farklı oranlarda da olsa nematisidal aktivite gözlenmiştir. Nanogümüş katkılı *L. camara* su ekstraktının 168 ppm (1mM) konsantrasyonu 72 saat sonunda %97.00 ölümüne sebep olduğu belirlenmiştir. Nanogümüş katkılı *L. camara* su ekstraktının tarımsal alanlardaki zararlı organizmalara karşı daha fazla sayıda deneme yapılarak elde edilen olumlu sonuçlar ışığı altında saksı ve sera koşullarındaki etkinliklerinin araştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Sağlam Altinköy ve ark. (2020), tarafından gerçekleştirilmiş başka bir çalışmada ise, *in vitro* koşullarda %1'lik *Moringa oleifera* L. su ekstraktı katkılı nanogümüş (AgNPs) partikül uygulamasının farklı dozlarının [0 ppm (su-kontrol), 21 ppm (0.125 mM), 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.5 mM) ve 168 ppm (1 mM)] kök lezyon nematodu *Pratylenchus thornei* larvalarının ölüm oranları üzerine etkilerini belirlemek için yürütmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek larva ölüm oranları 96 saat sonunda 168 ppm uygulamasında (%90.55) olarak tespit etmişlerdir.

Yürütülen bütün bu çalışmalar ışığında metal nano parçacıklarının yeşil sentezinin güvenli, etkili ve uygun fiyatlı bir nematisit alternatifi olabileceği söylenebilir. Bu bağlamda BPN'lara karşı daha fazla çalışma yapılarak elde edilen olumlu sonuçların ışığı altında sera-saksı ve doğa koşullarındaki (*in vivo*) etkinliklerinin denenmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (TOKAT)'nde yürütülen doktora tez çalışmasının bir bölümü olup Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (ANKARA) tarafından TAGEM/BSAD/A/21/A2/P4/2533 nolu proje olarak desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abbasi MW, Ahmed N, Zaki MJ, Shaukat SS 2008. Effect of *Barleria acanthoides* Vahl. on root-knot nematode infection and growth of infected okra and brinjal plants. Pakistan Journal of Botany 40:

2193–2198.

- Abbott WS 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265–267.
- Ahmed S, Grainge M 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley ve Sons Limited, New York, pages 470.
- Ardakani AS 2013. Toxicity of silver, titanium and silicon nanoparticles on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* and growth parameters of tomato. Nematology 15: 671–677.
- Cromwell WA, Yang J, Starr JL, Ki Jo Y 2014. Nematicidal effects of silver nanoparticles on root knot nematode in bermuda grass. Journal of Nematology 46: 261–266.
- Çetintaş R , Kara H, 2016. Arthrobacter (ROA) ve Kadife Çiçeği (*Tagetes patula*) Ekstraktlarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Populasyonuna Karşı Etkinliği. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 19: 221–226.
- Çetintas R, Yarba MM 2010. Nematicidal effects of five plant essential oils on the Southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Journal of Animal and Veterinary Advances 9: 222–225.
- Dura O, Sönmez İ, Yıldırım KC 2016. Biberde (*Capsicum annum* L.) Salisilik Asit Uygulamalarının Kök-ur Nematodu (*Meloidogyne incognita*)'na ve Bazı Büyüme Parametreleri Üzerine Etkileri. Bahçe 45: 31–39.
- Dura O, Tülek A, Sönmez İ, Kepenekci İ 2018. Effects of Silver Nanoparticles (AgNPs) Using Aqueous Extract of *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) Applications against Rice White-Tip Nematode [*Aphelenchoides besseyi* Christie (Nematoda: Aphelenchida)] under Laboratory Conditions. 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies. Current Academic Studies in Agricultural Sciences, 187–193.
- Dura O, Tülek A, Sönmez İ, Erdoğan FD, Yeşilayer A, Kepenekci İ 2019. Effects Of Silver Nanoparticle (AgNPs) Applications Prepared Using *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae)'s Aqueous Extract On Wheat Gal Nematode [*Anguina tritici* Thorne, 1949 (Nematoda: Anguinidae)]. Plant Protection Bulletin 59: 49–53.
- Hussey RS, Barker KRA 1973. comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant Disease Reporter 57: 1025–1028.
- Kalaiselvi D, Sundararaj P, Premasudha P, Hafez SL 2017. Nematicidal activity of green synthesized silver nanoparticles using plant extracts against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. International Journal of Nematology 27: 81–94.
- Kalaiselvi D, Mohankumar A, Shanmugam Nivitha S, Sundararaj P 2019. Green synthesis of silver nanoparticles using latex extract of *Euphorbia tirucalli*: A novel approach for the management of

- root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Crop Protection 117: 108–114.
- Kepenekci I 2012. Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I), Taksonomik Nematoloji (Cilt-II)]. Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), LIV+1155 sayfa.
- Kepenekci I, Sağlam, HD 2015. Extracts of some indigenous plants affecting hatching and mortality in the root-knot nematode [*Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood]. Egyptian Journal of Biological Pest Control 25: 39–44.
- Khan H, Ahmad R, Akhtar AS, Mahmood A, Basit T, Niaz T 2000. Effect of inoculum density of *Meloidogyne incognita* and plant age on the severity of root-knot disease in tomato. International Journal of Agriculture & Biology, 2000: 360–363.
- Kumar A, Chisti Y, Banerjee U. 2013. Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts: Biotechnology Advances 31: 346–356.
- Luc M, Sikora RA, Bridge J 2005. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, UK, CABI Publishing, 871 pp.
- Melakeberhan H 1997. Effect of temperature and nitrogen source on tomato genotypes response to *Meloidogyne incognita* infection. Fundamental and Applied Nematology 20: 1–8.
- Mousa EM, Mahdy ME, Younis Dalia M 2011. Evaluation of some plant extracts to control root knot nematodes, *Meloidogyne* spp. on tomato plants. Egyptian Journal of Agronomy 10: 1–14.
- Nartop P 2017. Biyosentetik gümüş nanopartiküllerinin *Pyracantha coccinea* bitkisinin gövde eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda kullanımı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 23: 759–761.
- Nassar AM 2016. Effectiveness of silver nanoparticles of extracts of *Urtica urens* (Urticaceae) against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Asian Journal of Nematology 5: 14–19.
- Öncüer C 2000. Tarımsal zararlılarla savaş yöntem ve ilaçları (4.Baskı). Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları. No:13, 333 sayfa, Aydın.
- Prakash A, Rao J 1996. Botanical Pesticides in Agriculture. CRC Press, Lewis Publishers, 461 pp.
- Sağlam Altıncöy HD, Dura O, Kepenekci İ 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 and Social Sciences 8: 19–22.
- Sankar MV, Abideen S 2015. Pesticidal effect of green synthesized silver and lead nanoparticles using *Avicennia marina* against grain storage pest *Sitophilus oryzae*. International Journal of Nanomaterials and Biostructures 5: 32–39.
- Sharma H, Dhirta B, Shirkot P 2017. Evaluation of biogenic iron nano formulations to control *Meloidogyne incognita* in okra. International Journal of Chemical Studies 5: 1278–1284.
- Smith D, Onions AHS 1994. The Preservation and Maintenance of Living Fungi. CAB International Bakeham Lane Egham-England.122 p.
- Taha EH 2016. Nematicidal effects of silver nanoparticles on root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*) in laboratory and greenhouse. Mansoura Journal of Plant Protection and Pathology 7: 333–337.
- Thakur RJ, Dhirta B, Shirkot P. 2018. Studies on Nano Toxicity Effect of Gold Nanoparticles on *M. incognita* and Tomato Plants Growth and Development. Annals of Nanoscience and Nanotechnology 2: 1–7.
- Vivek R, Thangam R, Muthuchelian K, Gunasekaran P, Kaveri K, Kannan S 2012. Green biosynthesis of silver nanoparticles from *Annona squamosa* leaf extract and its in vitro cytotoxic effect on MCF-7 cells. Process Biochemistry 47: 2405–2410.