

**NANO GÜMÜŞ KATKILI *Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae) SU EKSTRAKTININ *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae) KARŞI LABORATUVAR KOŞULLARINDA ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**Onur DURA<sup>1</sup>, Yusuf SARI<sup>2</sup>, Ahmet Bircan TINMAZ<sup>3</sup>, İbrahim SÖNMEZ<sup>4</sup>, Ayşe YEŞİLAYER<sup>5</sup>, İlker KEPENEKÇİ<sup>6\*</sup>**

<sup>1</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0001-8333-2227

<sup>2</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-5674-7870

<sup>3</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-4562-8462

<sup>4</sup>Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0003-4640-0694

<sup>5</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat; ORCID: 0000-0002-6654-5834

<sup>6</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat; ORCID: 0000-0002-8734-3422

Geliş Tarihi / Received: 25.01.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 04.02.2019

**ÖZ**

Kök–ür nematodları (KUN) (*Meloidogyne* spp.), dünya genelinde tarımsal üretim yapılan yerlerde yaygın olarak bulunan ve geniş bir konukçu yelpazesine sahip önemli verim kayıplarına neden olan zararlılardır. Dünyada *Meloidogyne arenaria*, *M. exigua*, *M. graminicola*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. mayaguensis* önemli türler arasında yer almaktadır. Ülkemizde *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. hapla* türleri en yaygın bulunan türler olup *M. incognita* ve *M. javanica* ekonomik anlamda örtüaltı bitki yetiştiriciliğinde ciddi sorunlara neden olan türlerin başında gelmektedir. Nematisitler KUN'leri uzun süreli baskılayamazlar, çevresel ve insan sağlığı kaygıları kullanımları üzerinde artan kısıtlamalar ile sonuçlanmaktadır. Bu çalışma da, *M. incognita*'nın ikinci dönem larvaları (L2)'na karşı nano gümüş katkı (AgNPs) *Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae)'nın su ekstraktı nematisidal etkinlik bakımından değerlendirilmiştir. Nano gümüş katkı *M. oleifera* su ekstraktı, 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.50 mM) ve 168 ppm (1 mM) konsantrasyonlarda ve 5 tekerrürlü olarak *in vitro* koşullarda denenmiştir. Denemede kullanılan her bir doz için petri kabına 1 ml L2 + 3 ml saf su +1 ml ekstrakt eklenmiştir. Negatif kontrol olarak ise ekstrakt yerine saf su kullanılmıştır. Tüm petri kapları 28±2°C'de muhafaza edilmiştir. Denemeden elde edilen sonuçlara göre bütün konsantrasyonlarda farklı oranlarda da olsa nematisidal aktivite gözlenmiştir. Nano gümüş katkı *M. oleifera* su ekstraktının 168 ppm (1 mM) konsantrasyonu 72 saat sonunda %92.40 ölümüne sebep olduğu belirlenmiştir. Nano gümüş katkı *M. oleifera* su ekstraktının tarımsal alanlardaki zararlı organizmalara karşı daha fazla sayıda deneme yapılarak elde edilen olumlu sonuçlar ışığı altında saksı ve sera koşullarındaki etkinliklerinin araştırılması önem arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kök–ür nematodları, *Meloidogyne incognita*, Gümüş nanopartikül, *Moringa oleifera*

**DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF NANO SILVER ADDITIVE AQUEOUS EXTRACT OF *Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae) AGAINST ROOT–KNOT NEMATODE (*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae)) UNDER LABORATORY CONDITIONS**

**ABSTRACT**

Root–knot nematodes (RKNs) (*Meloidogyne* spp.) are widely distributed and cause significant yield losses in a wide range of crops. *Meloidogyne arenaria*, *M. exigua*, *M. graminicola*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* and *M. mayaguensis* are important species in the world. In Turkey, the species *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* and *M. hapla* are the most commonly found, with *M. incognita* and *M. javanica* which causes serious problems to several economically important greenhouse crops. Nematicides do not provide long–term suppression of RKNs, and environmental and human health concerns are resulting in increased restrictions on their use. In this study, experiments were conducted to evaluate the effect of silver

\*Sorumlu Yazar / Corresponding author: kepenekci@gmail.com

nanoparticles (AgNPs) using aqueous extract of *Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae) at concentrations of 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.5 mM) and 168 ppm (1 mM) as a potential nematicide on second stage juveniles (J2s) of *M. incognita* were evaluated *in vitro* tests. The study was established according to randomized parcel design with 5 replicates. 1 ml of J2s suspensions + 3 ml of distilled water + 1 ml of extract were transferred into sterilized petri dishes. Distilled water was used as a negative control. All dishes were kept at 28±2°C. All concentrations showed different level of nematicidal activity. Silver nanoparticles using aqueous extract of *M. oleifera* at concentrations of 168 ppm (1 mM) was caused 92.40% nematodes mortality in 72 hours. In light of the positive results obtained by experimenting with more than the harmful effects of silver nanoparticles (AgNPs) using aqueous extract of *M. oleifera* in the agricultural areas, it is important to test the effectiveness in pots and greenhouse conditions.

**Keywords:** Root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita*, silver nanoparticles, *Moringa oleifera*

## GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkilerin tüm dünya çapında önemi bilinmektedir. Bu bitkilerin çeşitli organlarından faydalandığı gibi, çeşitli fitokimyasallar içeren etken maddelerinden de yararlanılmaktadır. Bu gurup bitkiler gıda, ilaç ve tıbbi kullanımının dışında farklı alanlarda da önemli bir yer almaktadır. Doğal olarak yetişen bu bitkilerin günümüzde sadece bir kısmı kültüre alınabilmiştir. Yok olma tehlikesinden kurtarmak, üretimde ve ihracatta yeknesaklığı ve kaliteyi yakalayabilmek amacıyla, tıbbi ve aromatik bitkiler kültüre alınmakta ve kültüre alınmaya çalışılmaktadır. Ayrıca, dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte bu bitkilere duyulan ihtiyaç arttığından bitki bilimcilere çok büyük görevler düşmektedir [28]. Tıbbi olarak tüketilen birçok bitkinin antimikrobiyal, antioksidan, insektisidal, akarisidal ve nematisidal etkilerinin olduğu ülkemizde ve yurt dışında yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. [23, 4, 7, 30, 12]. Bitkilerin ve baharatların doğal antioksidan kaynağı olarak kullanımını araştıran çalışmaların sayısı da antimikrobiyal kaynakların kullanılması gibi gün geçtikçe artmaktadır [5, 26].

*Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae), çeşitli dillerde farklı şekilde adlandırılan bir bitki olup, *Moringa* cinsinin en çok yetiştirilen ve bilinen türüdür. “Mucize ağaç” olarak da adlandırılır [22]. Sebebi ise tohumundan köküne, sapına kadar bitkinin her parçasından yararlanılması ve hemen hemen her parçasının ayrı bir değerinin olmasıdır. *Moringa oleifera*, tıp, insan besini, hayvan yemi, yağ, selüloz kaynağı, düşük maliyetli su arıtma gibi çok çeşitli alanlarda da kullanılmaktadır. *Moringa*'nın anavatanı

Kuzey Hindistan bölgesi olmakla birlikte, günümüzde Endonezya, Sri Lanka, Malezya, Filipinler, Meksika, Güney Amerika, Orta Amerika ve Orta Doğu'da da yetiştirilmektedir. Yarı kurak, tropik ve subtropik iklimlerde yetişebilen bir türdür. Toprak tercihi bulunmamaktadır, genel olarak kuru kumlu topraklarda dahi yetiştirme kabiliyeti bulunmaktadır. Kuraklığa dayanıklı bir ağaçtır. Ağaç çok hızlı büyüme kabiliyetine sahiptir, ilk yıl 4 metre büyüyebilir. Eğer herhangi bir don gibi etkenle karşılaşmazsa sıcak iklimlerde ağacın 6–15 metre arası uzunluğa erişebildiği görülmüştür [21, 3]. *Moringa*, harika bir protein kaynağıdır (%7.12 ile %39.17 arasında değişim göstermektedir), çok düşük düzeyde de yağ ve karbonhidrat içermektedir. Aynı zamanda etkili antioksidanlar içermesi ve içeriğindeki yüksek A, C ve D vitaminlerine bağlı olarak *Moringa*, yaşlanmaya yol açan hasar moleküllere tepki vermektedir. Antioksidanlar “ciltteki kırışıklıklar” ve “yüzdeki ince çizgilerin” görünümünü azaltmakta olup, artrit, kanser, kalp ve böbrek hastalıkları gibi çeşitli kronik hastalıkların başlamasını önlemektedir. Yaprakları kurutulup toz haline getirilerek de tüketilebilmektedir [3]. *Moringa* yapraklarının potansiyel prebiyotik etki gösterdiği, barsak florasını düzenlediğini ve ayrıca klorojenik ve kafeik asit gibi antioksidant etki yaptıkları da ifade edilmiştir [15].

21. yüzyılda yaşanan teknoloji devrimi ile birlikte nanoteknoloji konusunda yapılan bilimsel çalışmaların sayısı dünya genelinde gün geçtikçe artma eğilimindedir. Yeşil sentez olarak adlandırılan ve bazı bitki ekstraktlarının, fungusların, bakterilerin ve mavi–yeşil alglerin kullanılması ile gerçekleştirilen nano gümüş partikül katkılı canlı hücre sentezlerinin

tarımda kullanımı son yıllarda popüler olan konuların arasında yer almaktadır [10]. Ayrıca nanoteknolojinin tarım alanında sorun teşkil eden hastalıklarının ve zararlıların önlenmesinde, mevcut hastalıkların hızlı bir şekilde yok edilmesinde, bitkilerin topraktan ve yapraktan bitki besin elementlerini emme yeteneğini artırmada son yıllarda kullanılmaktadır [16].

Kök–ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) bütün dünyada dağılım gösteren, geniş konukçu dizisine sahip obligat parazitlerdir. Dünyanın tamamında dağılım gösterirler ve özellikle sulamanın olduğu sıcak bölgelerde, sebze ve meyve üretimi yapılan alanlarda daha zararlı olmaktadır. En önemli konukçuları arasında domates, patlıcan, fasulye, hıyar, patates, şekerpancarı, pamuk, tütün, biber, havuç, ıspanak gibi sebzeler ve muz, şeftali, erik, incir, dut gibi çok yıllık meyveler yer almaktadır [29]. Dünyada tarım alanı olarak kullanılan toprakların %52'sinin kök–ur nematodları ile bulaşık olduğu bilinmektedir [24]. Yumurtadan çıkan larvaların kök dokusuna girerek korteks bölgesinde beslenmeleri sonucu, köklerde larva sayısına bağlı olarak değişen büyüklüklerde, gallerin oluşmasına sebep olurlar. Köklerde meydana gelen bu dev hücrelerden dolayı urlar oluşmakta ve bu urlar cinse ismini de veren en tipik zarar şekilleridir. Toprak üstü belirtileri, birçok hastalık etmeni ve bitki besin maddesi eksikliklerine benzediği halde, toprak altında sebep oldukları irili–ufaklı urlar ile kolayca tanınırlar. Bu açıdan diğer nematodlar içinde en fazla tanınan ve üzerinde çalışılan türlerdir [27]. Köklerinde “ur” bulunan bitkilerin topraktan su ve besin maddesi alışı olumsuz yönde etkilendiğinden gelişme yavaşlar veya durur, bodurlaşma görülür, kök–ur nematodu ile çok bulaşık bitkiler ise tamamen kuruyabilir [25]. Bulaşık bitkilerin toprak üstü aksamında şiddetli yaprak klorozları ile birlikte bitkide gelişme geriliği ve solgunluk da görülür. Bütün bunların sonucu olarak, üründe azalma meydana gelmektedir. Bitkide oluşan zarar oranı, nematod yoğunluğu ve bitkinin duyarlılığına bağlı olarak değişmektedir. Toprak altı zararlıları olarak son derece kompleks bir agro ekosistemde yaşadıkları için, kök–ur nematodlarının tek başlarına sebep oldukları zararın hesaplanması çok zordur. Sebzelerde sadece kök–ur nematodlarının

neden olduğu ürün kaybının %50–80 arasında değiştiği bilinmektedir. Tropikal ülkelerde, bu nematodların neden olduğu yıllık ürün kaybının %15 olduğu ve sebzelerde ise bu oranın %50 hatta %80'e varabileceği tespit edilmiştir. Kök–ur nematodlarının doğrudan zararları yanında, fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı bitkiyi hazırlamaları ve köke girerken açtıkları yerlerden mikroorganizmaların girişine imkân sağlamaları da dolaylı zararları olarak ortaya çıkmaktadır [24]. Son yıllarda uluslararası yapılan surveylerde, Ekvator, Malawi ve Senegal'de sebze üretim alanlarının %89'unun kök–ur nematodları ile bulaşık olduğu saptanmıştır [27]. Nematodlarla mücadelede yoğun olarak kimyasal ilaçlardan nematisitler kullanılmaktadır. Fakat nematisitlerin çevre, doğal yaşam ve insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır [24]. Ayrıca uygulamaları da son derece pahalı ve zordur. Bu nedenlerle nematodlarla mücadelede, alternatif mücadele yöntemleri, üzerinde çalışılmaktadır. Bunlar içinde doğal düşmanlarından faydalanılarak yapılan biyolojik mücadele önem kazanmaktadır [29]. Bunun yanında bitkilerden elde edilen biyo pestisitlerin kullanımı ile ilgili de çalışmalar hız kazanmıştır [12, 16, 17]

Bitki paraziti nematodlara karşı mücadelede birçok farklı bitkinin farklı kısımlarından elde edilen su ekstraktlarının yaygın şekilde kullanıldığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [13, 17]. Murslain ve ark. [18]'a göre *Moringa oleifera* bitkisi kullanılarak hazırlanan değişik konsantrasyonlardaki (S, S/2 ve S/4) bitki su ekstraktlarının kök–ur nematodu *Meloidogyne javanica* türüne karşı patlıcan bitkisinde kök–ur nematodunun ikinci dönem larva sayısına karşı etkili olduğunu ve nematodun üremesini baskıladığını bildirmişlerdir. *In vitro* koşullarda gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise *Moringa oleifera* bitkisi kullanılarak hazırlanan bitki su ekstraktının diğer bir önemli BPN olan *Radopholus similis*'e karşı etkili olduklarını bildirmişlerdir [11].

Bu çalışmada kültür bitkilerinin önemli toprak altı zararlılarından biri olan *Meloidogyne incognita*'nın 2. dönem larvalarına karşı *Moringa oleifera* bitkisinden elde edilen nano gümüş katkılı su ekstraktının

değişik konsantrasyonlarının nematisidal etkinliği *in vitro* koşullarda belirlenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Kök–ür nematodu [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)] ile bulaşık saf kültürden ekstrakte edilmiş *M. incognita*'nın ikinci dönem larvaları (L2), Nano gümüş katkılı bitki ekstraktı sentezlenmesinde kullanılacak %99.99 saflıkta Macron Fine Chemicals® Firmasına ait kimyasal ( $AgNO_3$ ) ve *Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae) yaprakları oluşturmuştur.

### Metot

#### Bitki ekstraktının eldesi

Nano gümüş katkılı bitki ekstraktı sentezlenmesinde ilk önce bitki su ekstraktı hazırlanmıştır. Bunun için Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yalova) (ABKMAE) bünyesindeki Tıbbi Aromatik Bitkiler Bölümüne ait seralardan toplanan *M. oleifera* bitkisi yaprakları oda koşullarında kurutulmuştur. Kurutulan yapraklar 10 g olacak şekilde hassas terazi yardımı ile tartıldıktan sonra 100 ml distile su içinde Blender yardımıyla öğütülerek bitki su ekstraktı hazırlanmıştır. Elde edilen Moringa sulu ekstresi kaba filtre kâğıdından süzülerek stok olarak kullanılmak üzere koyu renkli cam şişe içerisinde buzdolabında +4°C'de saklanmıştır [19].

#### Nano gümüş katkılı su ekstraktının hazırlanması

Gümüş nanopartikülleri'nin sentezlenmesi için 900 ml distile su içinde 168 mg  $AgNO_3$  çözülerek üzerine daha önce hazırlanmış olan %10'luk stok *M. oleifera* bitkisi su ekstraktı 100 ml ilave edilerek 30 dakika boyunca sıcak su banyosunda renk değişimi gözleninceye kadar bekletilmiştir [19]. Elde edilen nano gümüş katkılı su ekstraktı kullanılmaya kadar buzdolabında +4°C'de saklanmıştır [19].

#### Bitki paraziti nematodların eldesi

*Meloidogyne incognita*'ya ait yumurtalar ve 2. dönem larvaları (L2); iklim odasında yetiştirilen saf kültür domates bitkileri (Rio Grande çeşidi)'nin urlu köklerinden elde edilmiştir. Bu amaçla urlu kökler tazyikli olmayan musluk suyu altında iyice yıkanarak 1 cm boyunda kesilmiş ve %0.525 yoğunlukta NaOCl (sodyum hipoklorit) (çamaşır suyu) çözeltisi içinde 3.0–3.5 dakika çalkalanmıştır. Daha sonra bu çözelti 200 mesh (delik genişliği 75µm) ve 500 mesh (delik genişliği 25µm)'lik eleklerden geçirilerek 500 mesh'lik elek üzerinde kalan nematod yumurtaları toplanmıştır [9]. Elde edilen yumurtalar "Geliştirilmiş Bearmann Huni Yöntemine" göre 48 saat boyunca inkübasyona tabi tutularak ikinci dönem kök–ür nematodu larvaları elde edilmiştir [8].

#### Nano gümüş katkılı *M. oleifera* su ekstraktının *M. incognita*'nın 2. dönem larvalarına karşı etkinlik çalışması

Denemede nano gümüş katkılı *M. oleifera* su ekstraktının 3 farklı dozu [42 ppm (0,25 mM), 84 ppm (0,50 mM), 168 ppm (1 mM)] *M. incognita*'nın 2.dönem larvalarına karşı nematisidal etkinlik bakımından denenmiştir.

Nematod kültüründen, *M. incognita*'nın L2'leri her bir pedri (60mm) içerisine 1 ml içinde ortalama  $50 \pm 4.19$  nematod olacak şekilde aktarılmıştır. Nematodların üzerine 3 ml saf su eklendikten sonra 1 ml nano gümüş katkılı su ekstraktı verilerek denemeler kurulmuştur. Denemede negatif kontrol olarak ekstrakt miktarı kadar saf su eklenmiştir [9]. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Tüm petri kapları laboratuvar koşullarında  $28 \pm 2^\circ C$ 'de 72 saat boyunca muhafaza edilmişlerdir. Çalışma boyunca 24, 48 ve 72 saatler sonunda düzenli olarak nematod ölüm oranları kaydedilmiştir.

#### Verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen veriler, kontrole göre % ölüm etkileri Abbott formülü ile değerlendirilmiştir [1]. Elde edilen % ölüm değerlerine ise Arcsin  $\sqrt{x}$  açısı transformasyonu uygulanmıştır. Sonuçlar JMP 8.0 İstatiksel paket programı yardımıyla varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada *Meloidogyne incognita*'nın 2. dönem larvalarına karşı *Moringa oleifera* bitkisinden elde edilen nano gümüş (AgNPs) katkılı su ekstraktının 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.50 mM) ve 168 ppm (1 mM) konsantrasyonlarının nematisidal etkinliği *in vitro* koşullarda denenmiştir.

Deneme sonucunda farklı dozlarda ve zaman diliminde uygulanan ekstraktın farklı düzeylerde de olsa nematisidal etkinlik gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Uygulamadan 24 saat sonra 42 ppm'de en düşük ölüm oranı %55.60 bulunmuşken, 168 ppm dozunda ölüm oranının %76.80 olduğu tespit edilmiştir. 72 saat sonunda en düşük ölüm oranı 42 ppm'de %74.80 olarak tespit edilmiş olup, 72 saat sonra ise 168 ppm konsantrasyonunda ölüm oranının %92.40 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Nano gümüş katkılı *Moringa oleifera* su ekstraktının *Meloidogyne incognita*'nın 2. dönem larvalarına karşı etkinliği

Table 1. Efficacy of Nano-silver-supplemented *Moringa oleifera* aqua extract against *Meloidogyne incognita*'s second stage larvae

Konsantrasyonlar Concentrations	24 saat 24 hours	48 saat 48 hours	72 saat 72 hours
168 ppm	76.80±2.50a	82.80±1.99a	92.40±1.45a
84 ppm	64.40±2.50b	69.60±1.99b	82.60±1.45b
42 ppm	55.60±2.50c	65.20±1.99c	74.80±1.45c
Kontrol (+) Control (+)	0.00±0.00d	0.00±0.00d	0.00±0.00d
CV (%) Analysis of variance	5.00	4.00	2.00

Yapılan çalışmalar incelendiğinde bitki paraziti nematod gruplarına karşı nano gümüş partikülleri (AgNPs) uygulamaları ile ilgili çalışmaların son yıllarda önem kazandığı görülmektedir [14, 20, 2]. Ahmed ve Bahig [2], yapmış oldukları saksı çalışmasında biyolojik olarak ve kimyasal olarak gümüş nitrat ile zencefil (*Zingiber officinale*) rizomu sulu ekstresi ve sodyum borohidrid ile kimyasal nano gümüş nitrat (AgNPs) reaksiyon sentezi gerçekleştirmiş olup, üç farklı konsantrasyon (1 mM, 0.5 mM ve 0.25 mM) dozundaki etkinliğini tesadüf parselleri deneme desenine

göre 4 tekerrürlü olarak *M. incognita*'nın larvalarına (2000 L2/bitki) karşı domates bitkisinde denemiş ve çalışma sonucunda elde edilen verilere göre zencefil bitkisi kullanılarak elde edilen biyolojik (yeşil) sentezin 1 mM dozu diğer uygulamalara ve kontrol uygulamasına göre topraktaki kök-ur nematodunun 2. dönem larva sayısını, köklerdeki gal ve yumurta sayısını azalttığını tespit etmişlerdir. Bazı bitki gelişim parametreleri açısından incelendiğinde ise en yüksek bitki boyu ve bitki biyokütle değerlerinin 1 mM zencefil katkılı nano gümüş nitrat uygulamasında elde ettiklerini bildirmişlerdir. Yaptığımız bu çalışma sonucunda da *M. incognita*'nın 2. dönem larvalarına karşı uygulanan nano gümüş katkılı *M. oleifera* su ekstraktının 72 saat sonunda larvaların %92.40'lık bir ölümüne sebep olduğu bulunmuştur. Dura ve ark. [6]'larının yürüttüğü başka bir çalışmada; *in vitro* koşullarda %1'lik *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) su ekstraktı katkılı nano gümüş (AgNPs) uygulamasının farklı dozlarının (0 ppm (su-kontrol), 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.5 mM) ve 168 ppm (1 mM)) çeltiğin önemli bir zararlısı olan çeltik beyaz uç nematodu (*Aphelenchoides besseyi*)'na etkisini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek larva ölüm oranları 72 saat sonunda 168 ppm uygulamasında (%97.50) olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda elde edilen veriler yaptığımız çalışma sonucunda elde edilen verilere paralellik göstermektedir.

## SONUÇ

Tarım alanlarının önemli bir zararlısı olan bitki paraziti nematodlar ile mücadele edilmezse önemli verim kayıpları meydana gelmektedir. Ülkemizde ve dünyada nematisitlerin birçoğu bu zararlı ile mücadelede kullanılmak üzere ruhsatlandırılmıştır. Kimyasal ilaçların sınırlı kullanımı ve organik tarım gibi üretimlerde kullanılmak üzere alternatif yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bitkilerin doğal bünyelerinde bulunan sekonder metabolitler sayesinde biyopestisit olarak kullanılma potansiyeli bulunmaktadır. Buna ek olarak yeni teknolojik gelişmeler farklı

formülasyonların sentezlenmesine imkân vermektedir. Kolloidal gümüş iyi bir bakterisit, fungusit ve dezenfektan olarak eski çağlardan beri başarılı bir şekilde insanlar tarafından kullanılmıştır. Antik Roma’da içme sularının dezenfekte edilmesi için gümüş paraların kullanıldığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Nano gümüş katkılı bitki ekstraktlarının çalışma prensibi kısaca bitki ekstraktları içerisinde yer alan etken fenol bileşiklerinin parçacık boyutlarını 1–50 nm arasında ayarlayarak zararlı mikroorganizmaların hücre çeperlerinden daha aktif olarak geçmelerini sağlayarak patojenlerin hücre duvarlarındaki protein yapılarını ve mtDNA’sını tahrip ederek enzim aktivitelerini in hibe etme esasına dayanmaktadır. Günümüzde nano gümüş katkılı bitki ekstraktlarının tarımda bitki patojenlerine ve zararlılarına karşı mücadelede kullanımı giderek popüler olan çalışma konuları arasında yer almaya başlamıştır. Bu konuyla ilgili gerek ülkemizde gerekse dünyada yapılan bilimsel araştırmaların sayısı gün geçtikçe artma eğilimindedir [14, 20, 2, 6]. Bu çalışmada da nano gümüş katkılı *M. oleifera* su ekstraktının etkinliği *M. incognita*’nın 2. dönem larvalarına karşı denenmiştir. Farklı zaman dilimlerinde ve farklı konsantrasyonlarda elde edilen ekstraktın *M. incognita*’nın 2. dönem larvalarına karşı başarılı bir şekilde baskılama potansiyeli olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda bu tür çalışmaların bitki paraziti nematodlarında dahil olduğu tarımsal alanlardaki zararlı organizmalara karşı daha fazla sayıda yapılarak elde edilen olumlu sonuçlar ışığı altında saksı ve sera koşullarındaki etkinliklerinin üretici koşullarında da denenmesi önem arz etmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265–267.
2. Ahmed Hammad, N.E.D. and Bahig Ahmed, E.D., 2018. Effectiveness of silver nanoparticles against root–knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting tomato under greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Science* 10(2):148–156.
3. Anonim, 2019. *Moringa oleifera*. (www.wikipedia.org/wiki/moringa\_oleifera). (Erişim Tarihi: Ocak 2019).
4. Benli, M., Güney, K., Bingöl, Ü., Geven, F. and Yiğit, N., 2007. Antimicrobial activity of some endemic plant species from Turkey. *Afr. J. Biotech.* 6:1774–1778.
5. Dorman, H.J.D. and Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88:308–316.
6. Dura, O., Tülek, A., Sönmez, İ. and 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. 5. *International Symposium on Multidisciplinary Studies (Tam Metin Bildiri)* (Yayın No: 4510831).
7. Ertürk, R., Çelik, C., Kaygusuz, R. ve Aydın, H., 2010. Ticari olarak satılan kekik ve nane uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri. *Cumhuriyet Tıp Dergisi* 32:281–286.
8. Hooper, D.J., 1986. Handling, fixing, staining and mounting nematodes, 59–80. *In: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes* (Ed: J.F. Southey). Her Majesty’s Stationery Office, London.
9. Hussey, R.S. and Barker, K.R., 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025–1028.
10. Irvani, S., 2011. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. *Green Chem.* 13:2638–50.
11. Jasy, T. and Koshy, P.K., 1992. Effect of certain plant extracts and *Glyricidia maculate* (H.B&K) Stend as green manure on *Radopholus similis*. *Indian J. Nematol.* 22:117–121.
12. Khan, S., Taning, C.N.T., Bonneure, E., Mangelinckx, S., Smagghe, G. and Shah, M.M., 2017. Insecticidal activity of plant–derived extracts against different

- economically important pest insects. *Phytoparasitica*, 45(1):113–124.
13. Khan, S.A., Javed, N., Khan, M.A., Haq, I.U. and Safdar, A., 2011. Use of plant extracts as bare dip root treatment for the management of *Meloidogyne incognita*. *Pak. Journal Phytopathol.* 23:9–13.
  14. Maggie, E.M.H., Hanaa, S.Z., Shereen, E.M.E. and Abeer, F.D., 2016. Comprasion study between silver nanoparticles and two nematicides against *Meloidogyne incognita* on tomato seedlings. *Plant Pathology Journal* 15:144–151.
  15. Mbikay, M., 2012. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: A Review. *Front Pharmacol.* 3:1–12.
  16. Miller, G. and Senjen, R., 2008. Out of the laboratory and on to our plates–nanotechnology in food and agriculture. *Friends of The Earth Australia, Europe & USA.* 68p.
  17. Mousa, E.M., Mahdy, M.E. and Younis, D.M., 2011. Evaluation of some plant extracts to control root knot nematodes, *Meloidogyne* spp. on tomato plants. *Egypt. J. Agronematol.* 10:1–14.
  18. Murslain, M., Javed, N., Khan, H.U., Abbas, H. and Muawar, M., 2013. Efficacy of *Moringa* leaves and *Trichoderma harzianum* on the invasion and development of *Meloidogyne javanica*. *Pak. J. Phytopathol.* 25:59–64.
  19. Nartop, P., 2017. Biyosentetik gümüş nanopartiküllerinin *Pyracantha coccinea* bitkisinin gövde eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi* 23:759–761.
  20. Nassar, A.M., 2016. Effectiveness of silver nano–particles of extracts of *Urtica urens* (Urticaceae) against root–knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Asian J. Nematol.* 5:14–19.
  21. Nouman, W., Maqsood, A.B.S., Siddiqui, M.T., Yasmeen, A., Gull, T. and Alcaide, M.A.C., 2014. Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: a review. *Turkish J. Agric. and Forestry* 38:1–14.
  22. Onu, P.N. and Aniebo, A.O., 2011. Influence of *Moringa oleifera* leaf meal on the performance and blood chemistry of starter broilers, Nigeria. *Int. J. Food Agric. and Vet. Sci.* 1(1):38–44.
  23. Panizzi, L., Flamini, G., Cioni, P.L. and Morelli, I., 1993. Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean Lamiaceae. *J. Ethnopharmacol.* 39:167–170.
  24. Stirling, G.R., 1991. Biological control of plant–parasitic nematodes. *CAB International, Wallingford, Oxon,* 50–85.
  25. Thorne, G., 1961. Principles of nematology. *New York,* 312–321.
  26. Tomaino A, Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. and Saija, A., 2005. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry* 89:549–554.
  27. Trudgill, D.L. and Blok, V.C., 2001. Apomictic, polyphagous root–knot nematodes: Exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 39:53–77.
  28. Uca, S., Sancaktaroğlu, S. ve Kumlay, A.M., 2017. Tıbbi ve aromatik bitkilerde yapılmış olan *in vitro* çalışmalarda bitki büyüme düzenleyici (BBD)’lerin bitkiye olan etkileri. *12. Tarla Bitkileri Kongresi, Kahramanmaraş.*
  29. Whitehead, A.G., 1998. Plant nematode control. *CAB International, New York, USA.* pp:209–236.
  30. Yeşilayer, A. ve Aslan, H.N., 2018. Bazı kekik türlerinden elde edilen uçucu yağların iki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch, Acari: Tetranychidae) üzerine repellent etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(2):13–20.