



**BAZI NANOĞÜMÜŞ PARTİKÜLLÜ (AgNPs)
BİTKİ SU EKSTRAKLARININ
KÖK-UR NEMATODU *Meloidogyne incognita*
(Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)'ya
KARŞI *IN VİTRO* VE *IN VİVO* KOŞULLARDA
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

ONUR DURA

**DOKTORA TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
PROF. DR. İLKER KEPENEKÇİ**

Haziran - 2022

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

BAZI NANOĞÜMÜŞ PARTİKÜLLÜ (AgNPs) BİTKİ SU
EKSTRAKLARININ KÖK-UR NEMATODU *Meloidogyne incognita*
(Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)'ya KARŞI
IN VİTRO VE *IN VİVO* KOŞULLARDA ETKİNLİĞİNİN
BELİRLENMESİ

ONUR DURA

TOKAT
Haziran-2022

Her hakkı saklıdır.



Bu tez çalışması;

**Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından
TAGEM/BSAD/A/21/A2/P4/2533 no.lu proje ile desteklenmiştir.**

Onur DURA tarafından hazırlanan “**Bazı Nanogümüş Partiküllü (AgNPs) Bitki Su Ekstraktlarının Kök-ur Nematodu *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)’ya Karşı *In vitro* ve *In vivo* Koşullarda Etkinliğinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 22.06.2022 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çoğunluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

.....

Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

.....

Prof. Dr. Dürdane YANAR

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

.....

Prof. Dr. M. Mustafa İMREN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye

.....

Prof. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

.....

ONAY

.....
Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

---/---/202

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ danışmanlığında hazırlamış olduğum “BAZI NANOGÜMÜŞ PARTİKÜLLÜ (AgNPs) BİTKİ SU EKSTRAKLARININ KÖK-UR NEMATODU *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)’ya KARŞI *IN VİTRO* VE *IN VİVO* KOŞULLARDA ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ” adlı Doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

22/06/2022

ONUR DURA



ÖZET

BAZI NANOGÜMÜŞ PARTİKÜLLÜ (AgNPs) BİTKİ SU EKSTRAKLARININ KÖK-UR NEMATODU *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)'ya KARŞI *IN VİTRO* VE *IN VİVO* KOŞULLARDA ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Dura, Onur

Doktora Tezi, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

Haziran 2022, xii + 127 Sayfa

Bu çalışma, kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) (Tylenchida: Meloidogynidae)'na karşı bazı bitki su ekstraktlarının ve nanogümüş partiküllü (AgNPs) bitki su ekstraktlarının nematosisidal etkinliğini araştırmak amacıyla 2019-2021 yıllarında yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmaları Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yalova)'ne ait nematoloji laboratuvarında ve sera (doğa) çalışmaları ise Antalya ve Yalova Merkez ilçelerinde yer alan üretici seralarında 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 katkılı) bitkisel ekstraktların kök ur nematodlarına karşı etkileri araştırılmıştır. Laboratuvar denemelerinde *Meloidogyne incognita* saf kültüründen elde edilen 2. dönem larvalara (L2) karşı ekstraktlar 5 farklı konsantrasyonlarda (su ekstraktında %5, %10, %15, %20 ve %25; gümüş nanopartiküllü su ekstraktında ise 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm ve 200 ppm) uygulanmıştır. Denemeler sonucunda, *M. oleifera* ve *L. camara*'nın su ekstraktlarının %25 ve nanogümüş partiküllü su ekstraktının 200 ppm konsantrasyonları L2'lere karşı en yüksek etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. *M. oleifera* ve *L. camara*'nın bitki su ekstraktlarının %25 ve nanogümüş partiküllü ekstraktlarının 200 ppm konsantrasyonları sırasıyla L2'lere karşı en yüksek ortalama %65.80, %70.70 ve %95.10, %94.10 etkili olarak bulunmuştur. Sera-saksı ve doğa-sera denemeleri bu bitkilerden elde edilen ekstratlarla yürütülmüştür. Sera-saksı denemelerinde, kök ur skala değeri, bazı bitki büyüme parametre değerleri ve en etkili uygulama yöntem şekli değerlendirilmiştir. *M. incognita*'nın L2'lerine karşı toksisite çalışmalarında *M. oleifera* ve *L. camara*'nın 200 ppm'lik konsantrasyonu en yüksek etkiyi göstermiştir. Doğa-sera çalışmaları (*in vivo*) iki farklı lokasyonda 2021 yılında yürütülmüştür. İki bitki ekstraktı (*M. oleifera* ve *L. camara*) *M. incognita* ile doğal olarak bulaşık olduğu tespit edilen seralarda denenmiştir. Çalışmalar; topraktaki L2 sayısı, kök-ur skala değerine ve domates verimi (kg da⁻¹) açısından değerlendirilmiştir. Doğa-sera denemeleri sonucu, nanogümüş partiküllü su ekstraktlarından *M. oleifera* ve *L. camara*'nın köklerde meydana gelen urları baskıladığı ve verim açısından etkili olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Meloidogyne*, Nanogümüş partikül (AgNPs), Bitki ekstraktı, *Brassica carinata*, *Moringa oleifera*, *Euphorbia helioscopia*, *Lantana camara*, *Datura stramonium*, Biyoteknik mücadele, *Solanum lycopersicum*

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF SOME PLANT WATER EXTRACTS WITH NANOSILVER PARTICULATED (AgNPs) AGAINST ROOT-KNOT NEMATODES *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) chitwood (Nematoda: Meloidogynidae) *IN VITRO* AND *IN VIVO* CONDITIONS

Dura, Onur

Doctorate Thesis, Department of Plant Protection

Advisor: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

June, 2022, xii + 127 Page

This study was conducted to investigate the nematicidal effects of some plant water extract and nanosilver particles (AgNPs) plant water extracts against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) (Tylenchida: Meloidogynidae) in 2019-2021. Laboratory studies were carried out in the nematology laboratory of Atatürk Horticultural Central Research Institute (Yalova), and greenhouse studies were carried out in the producer greenhouses located in Antalya and Yalova districts. For this purpose, the effects of plant extracts (water and nanosilver particles) from *Brassica carinata* L. (Brassicaceae), *Moringa oleifera* L. (Moringaceae), *Euphorbia helioscopia* L. (Euphorbiaceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae) and *Datura stramonium* L. (Solanaceae) were investigated against root-knot nematodes. In the laboratory experiment, the extracts against 2. stage of larvae (J2) from *Meloidogyne incognita* pure culture were applied at 5 different concentrations (water extract 5%, 10%, 15%, 20% and 25%; nanoparticle water extracts 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm and 200 ppm). As a result of laboratory experiment, *M. oleifera* and *L. camara* the concentration of 25% water extract and 200 ppm nano silver particles were found to be highest effective respectively, 65.80%, 70.70% and 95.10%, 94.10% against J2 of *M. incognita* larvae. Greenhouse-pots and natural greenhouse experiments were carried out with the extracts obtained from these plants. Greenhouse-pods experiments, root knot scale value, some plant growth parameter values and the most effective methods of application were evaluated. As a result of the greenhouse-pods toxicity experiment against the J2 *M. incognita*, the concentration of 200 ppm *M. oleifera* and *L. camara* nanosilver particle water extract was found to be the highest effectiveness. The natural greenhouse experiment (*in vivo*) was conducted at two different places in 2021. The two plant extracts (*M. oleifera* and *L. camara*) were tested in greenhouses found to be naturally contaminated with *M. incognita*. This study was evaluated by the number of J2, root-knot scale value, and yield of tomatoes (kg da⁻¹). As a result of the natural greenhouse experiment, it was determined the nano silver particle of *M. oleifera* and *L. camara* plants extracts were suppressed gall development in the roots, and effective in terms of yield.

Keywords: *Meloidogyne*, Nanosilver particles (AgNPs), Plant extracts, *Brassica carinata*, *Moringa oleifera*, *Euphorbia helioscopia*, *Lantana camara*, *Datura stramonium*, Biotechnical control, *Solanum lycopersicum*

ÖNSÖZ

Kök-ur nematodları ile mücadelede günümüzde yoğun olarak sentetik nematisitler kullanılmaktadır. Kimyasal mücadelenin kolay uygulanabilmesi, maliyetinin düşük olması ve sonucunun kısa sürede alınabilmesi nedeniyle diğer mücadele yöntemlerine oranla daha fazla tercih edilmektedir. Günümüzde nematisitler çevresel kontaminatlar olarak değerlendirilmekte ve olumsuz ekotoksikolojik etkilerinden dolayı kullanımları yasaklanmaktadır. Son yıllarda uygulanan bitki ekstraktlarının etkinliğini artırmak için yeni bir yaklaşım olarak nanogümüş partikül (AgNPs) katkılı bitki özütlerinin bitki paraziti nematodlar (BPN) ile mücadelede kullanımı önem kazanmıştır. Bu tez çalışması ile ülkemizde ilk kez nanogümüş partikül katkılı bitki su ekstraktlarının (*in vivo*) koşullardaki kök-ur nematodlarına karşı etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır.

Tez konusunun belirlenmesinden doktora çalışmasının yazım aşamasına kadar her zaman tecrübe, bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ'ye, tez izleme komitesinde yer alan ve tezin yönlendirilmesinde ve değerlendirilmesinde verdikleri değerli katkılardan dolayı sayın Prof. Dr. Dürdane YANAR ve Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU'na verilerin istatistiki analizlerinin yapılmasında ve çalışmada kullandığım domates fidelerinin yetiştirilmesinde değerli katkılarından dolayı sayın Dr. İbrahim SÖNMEZ (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova)'e nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının sentezlerinin değerlendirilmesinde değerli ilgi ve katkılarından dolayı sayın Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem SAĞLAM ALTINKÖY (Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir)'e çalışmayı destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) (Ankara)'ne ayrıca tezin her aşamasında bana maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Narin DURA, abim Dr. Sami DURA'ya, sevgili eşim Sema DURA'ya ve biricik oğlum Ataberk DURA'ya en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunuyorum.

ONUR DURA

22.06.2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Nanoteknolojinin Tanımı ve Uygulama Alanları	11
1.2. Entomolojide Nanoteknolojinin Kullanım Olanakları	13
1.3. Kök-Ur Nematodlarının Sistematiği ve Önemli Türleri	16
1.3.1. Morfolojisi, biyolojisi ve zarar şekli	18
1.3.2. Ekolojisi	22
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	23
2.1. Bitki Su Ekstraktları ile İlgili Yapılan Çalışmalar	23
2.2. Nano Katkılı Bitki Ekstraktları ile İlgili Yapılan Çalışmalar	29
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	38
3.1. Materyal	38
3.2. Yöntem.....	38
3.2.1. Kök-ur nematodu (<i>Meloidogyne incognita</i>) saf kültürünün oluşturması ve denemelerde kullanılacak nematodların elde edilmesi.....	38
3.2.2. Laboratuvar çalışmaları	41
3.2.3. Sera-saksı çalışmaları	46
3.2.4. Doğa (<i>in vivo</i>) çalışmaları	50
3.2.5. Kök-ur nematodlarının tür teşhisi çalışmaları	54
3.2.6. Uygulamaların değerlendirilmesi istatistiksel analiz	54
4. BULGULAR.....	55
4.1. <i>In vitro</i> Koşullarda Bitki Su ve Bitki Nanogümüş Partikül Katkılı Ekstraktların Kök-ur Nematodu (<i>M. incognita</i>)’na Karşı Nematisidal Etkinliğinin Belirlenmesi (Laboratuvar Petri Çalışmaları).....	55
4.2. Sera-Saksı Çalışmaları ile Nanogümüş Partikül Katkılı Ekstraktların Kök-ur Nematodu (<i>M. incognita</i>)’na Karşı Etkin Uygulama Dozunun Belirlenmesi.....	60

4.2.1. <i>Moringa</i> çalışmaları.....	60
4.2.2. <i>Lantana</i> çalışmaları.....	71
4.3. Sera-Saksı Çalışmaları ile Nanogümüş Partikül Katkılı Ekstraktların Kök-ur Nematodu (<i>M. incognita</i>)’na Karşı Etkin Uygulama Yönteminin Belirlenmesi	82
4.4. Doğa-Sera (<i>in vivo</i>) Çalışmaları ile Nanogümüş Partikül Katkılı Bitki Su Ekstraktlarının Kök-ur Nematodu (<i>Meloidogyne incognita</i>)’na Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi	93
4.4.1. Antalya lokasyonu çalışmaları.....	93
4.4.2. Yalova lokasyonu çalışmaları.....	100
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	108
5.1. Laboratuvar (<i>in vitro</i>) Çalışmaları	108
5.2. Sera (Saksı) Çalışmaları.....	110
5.3. Doğa (<i>in vivo</i>) Çalışmaları	115
6. KAYNAKLAR	117
7. ÖZGEÇMİŞ.....	Error! Bookmark not defined.

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat derece
Cm	Santimetre
L	Litre
Mesh	1 inch ² 'deki delik (bölük) sayısı
ml	Mililitre
mg	Miligram
µm	Mikrometre
ppm	Milyonda bir kısım (mg/l)
SH	Standart hata

Kısaltmalar

Açıklama

ABKMAE	Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
İK(+)	İlaçlı Kontrol (+) Nematodlu Kontrol
KUN	Kök-ur Nematodu
K(+)	Pozitif Kontrol (+) Nematodlu Kontrol
K(-)	Negatif Kontrol (-) Nematodsuz Kontrol
L (+)	Mine çalısı (<i>Lantana camara</i>)
L2	2. larva dönemi
L 200 (+)	<i>Lantana camara</i> 200 ppm uygulaması
L 100 (+)	<i>Lantana camara</i> 100 ppm uygulaması
L 25 (+)	<i>Lantana camara</i> 25 ppm uygulaması
LBU (+)	<i>Lantana camara</i> bandırma uygulaması
LTU (+)	<i>Lantana camara</i> topraktan uygulaması
M (+)	<i>Moringa</i> (<i>Moringa oleifera</i>)
M 200 (+)	<i>Moringa oleifera</i> 200 ppm uygulaması
M 100 (+)	<i>Moringa oleifera</i> 100 ppm uygulaması
M 25 (+)	<i>Moringa oleifera</i> 25 ppm uygulaması
MBU (+)	<i>Moringa oleifera</i> bandırma uygulaması
MTU (+)	<i>Moringa oleifera</i> topraktan uygulaması

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Kök-ur nematodu (<i>M. hapla</i>)'na ait 2. dönem larvaların (L2) mikroskop altındaki görünüşü baş bölgesi ve kuyruk bölgesi (sol); kök-ur nematodu (<i>M. chitwoodi</i>)'na ait yumurta (üst) ve yumurtadan çıkan L2 (alt)'nin mikroskop altındaki görünüşü (orta); kök-ur nematodu (<i>M. incognita</i>)'nın olgun dişilerinin kökte görünüşü (sağ) (Foto: Sol, Sağ, İlker Kepenekci; Orta, Emre Evlice).....	19
Şekil 1.2. Kök-ur nematodu (<i>Meloidogyne</i> spp.)'nın yaşam döngüsü (Abad ve ark., 2008).....	21
Şekil 3.1. Kök-ur nematodu (<i>M. incognita</i>) saf kültürünün oluşturulması çalışmaları ve saf kültürün devamının sağlanması (A, B, C, D, E ve F)	40
Şekil 3.2. <i>Moringa</i> ve <i>Lantana</i> sentezlerinin UV-visible spektrometre okumaları (A, B)	42
Şekil 3.3. Bitki su ekstraktlarının hazırlanması aşamaları (A, B ve C)	44
Şekil 3.4. Laboratuvar-petri (<i>in vitro</i>) çalışma aşamaları (A, B ve C)	45
Şekil 3.5. Nanogümüş partiküllü (AgNPs) sulu ekstraktların hazırlanması (A, B ve C)	45
Şekil 3.6. Nanogümüşlü bitki ekstraktlarının 2. dönem larvalara karşı etkisi (A, B ve C)	46
Şekil 3.7. Toprakta bulunan kök-ur nematodu larvalarının sayım aşamaları (A, B ve C)	48
Şekil 3.8. Sera-saksı çalışmaları ve değerlendirilmesi ile ilgili bazı görseller (A, B ve C)	48
Şekil 3.9. Etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmalarının görselleri (A, B ve C)	49
Şekil 3.10. Sera-saksı çalışmaları boyunca yapılan ölçüm ve gözlemler (A, B ve C) ...	50
Şekil 3.11. Antalya ve Yalova lokasyonlarına ait doğa-sera çalışmaları (A, B ve C)	51
Şekil 3.12. Lokasyonlarda bitkisel preparatların uygulanma aşamaları (A, B ve C)	53
Şekil 3.13. Doğa (<i>in vivo</i>) çalışmaları sonlandırılması aşamaları görselleri (A, B ve C)	53
Şekil 4.1. Birinci tekrar <i>Moringa</i> uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi	61
Şekil 4.2. Birinci tekrar <i>Moringa</i> uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi	62
Şekil 4.3. Birinci tekrar <i>Moringa</i> uygulamalarının bitki boyu değişimine etkisi	63
Şekil 4.4. Birinci tekrar <i>Moringa</i> uygulamalarının yaprak sayısı değişimine etkisi	63
Şekil 4.5. İkinci tekrar <i>Moringa</i> uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi	66
Şekil 4.6. İkinci tekrar <i>Moringa</i> uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi	67
Şekil 4.7. İkinci tekrar <i>Moringa</i> uygulamalarının bitki boyu değişimine etkisi	68

Şekil 4.8. İkinci tekrar <i>Moringa</i> uygulamalarının yaprak sayısı değişimine etkisi	68
Şekil 4.9. Birinci tekrar <i>Lantana</i> uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi	71
Şekil 4.10. Birinci tekrar <i>Lantana</i> uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi	72
Şekil 4.11. Birinci tekrar <i>Lantana</i> uygulamalarının bitki boyu değişimine etkisi	73
Şekil 4.12. Birinci tekrar <i>Lantana</i> uygulamalarının yaprak sayısı değişimine etkisi	74
Şekil 4.13. İkinci tekrar <i>Lantana</i> uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi	77
Şekil 4.14. İkinci tekrar <i>Lantana</i> uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi	78
Şekil 4.15. İkinci tekrar <i>Lantana</i> uygulamalarının bitki boyu değişimine etkisi	79
Şekil 4.16. İkinci tekrar <i>Lantana</i> uygulamalarının yaprak sayısı değişimine etkisi	79
Şekil 4.17. Birinci tekrar uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi	83
Şekil 4.18. Birinci tekrar uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi	84
Şekil 4.19. Birinci tekrar uygulamalarının boy (cm) ve yaprak sayısına (adet) etkisi ...	85
Şekil 4.20. Birinci tekrar uygulamalarının yaş kök ve kuru kök ağırlığına etkisi	86
Şekil 4.21. Birinci tekrar uygulamalarının gövde çapı değişimine etkisi	87
Şekil 4.22. İkinci tekrar uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi	88
Şekil 4.23. İkinci tekrar uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi	89
Şekil 4.24. İkinci tekrar uygulamalarının boy (cm) ve yaprak sayısına (adet) etkisi	90
Şekil 4.25. İkinci tekrar uygulamalarının yaş kök ve kuru kök ağırlığına etkisi	91
Şekil 4.26. İkinci tekrar uygulamalarının gövde çapı değişimine etkisi	92
Şekil 4.27. Antalya lokasyonu uygulamaları sonrası kök-ur skala durumu	94
Şekil 4.28. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda köklerdeki urlar (A, B, C ve D)	95
Şekil 4.29. Antalya lokasyonu uygulamalar öncesi 2. dönem larva sayılarının durumu	96
Şekil 4.30. Antalya lokasyonu uygulamaları sonrası 2. dönem larva sayılarının durumu	97
Şekil 4.31. Antalya lokasyonu uygulamaları sonrası dekarda verim değerleri (kg/da) ..	99
Şekil 4.32. Antalya lokasyonu hasat sonrası tartım çalışmaları görselleri (A, B, C ve D)	100
Şekil 4.33. Yalova lokasyonu uygulamaları sonrası kök-ur skala durumu	101
Şekil 4.34. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda köklerdeki urlar (A, B, C ve D)	102
Şekil 4.35. Yalova lokasyonu uygulamalar öncesi 2. dönem larva sayılarının durumu	103
Şekil 4.36. Yalova lokasyonu uygulamaları sonrası 2. dönem larva sayılarının durumu	104
Şekil 4.37. Yalova lokasyonu uygulamaları sonrası dekarda verim değerleri (kg/da) .	106
Şekil 4.38. Yalova lokasyonu hasat sonrası tartım çalışmaları görselleri (A, B, C ve D)	107

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Dünyadaki bazı önemli domates üreticisi ülkeler (FAO, 2021).....	3
Çizelge 3.1. Ekstraktları çalışılacak bitkilerin bilimsel ve Türkçe adları ile toplandığı yerler.....	41
Çizelge 3.2. Kullanılan bitki ekstraktlarının okunan pH değerleri	42
Çizelge 3.3. Kök-ur nematodları ile bulaşıklılık durumlarını gösteren skala (Zeck, 1971).....	52
Çizelge 4.1. <i>In vitro</i> çalışmaları sonucunda <i>Moringa oleifera</i> , <i>Lantana camara</i> , <i>Datura stramonium</i> , <i>Euphorbia helioscopia</i> ve <i>Brassica carinata</i> bitkilerine ait su ekstraktlarının <i>Meloidogyne incognita</i> 'nın 2. dönem larvaları (L2)'na karşı etkinliği ve kontrol uygulamasına göre yüzde ölüm oranları [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)	56
Çizelge 4.2. <i>In vitro</i> çalışmaları sonucunda <i>Moringa oleifera</i> , <i>Lantana camara</i> , <i>Datura stramonium</i> , <i>Euphorbia helioscopia</i> ve <i>Brassica carinata</i> bitkilerine ait su ekstraktlarının <i>Meloidogyne incognita</i> 'nın 2. dönem larvaları (L2)'na karşı etkinliği ve kontrol uygulamasına göre yüzde ölüm oranları [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	57
Çizelge 4.12. Sera-saksı denemeleri <i>Moringa oleifera</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin köklerinde <i>Meloidogyne incognita</i> 'nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	66
Çizelge 4.13. Sera-saksı denemeleri <i>Moringa oleifera</i> L. dozları uygulaması sonucunda sera toprağında bulunan <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	67
Çizelge 4.14. Sera-saksı denemeleri <i>Moringa oleifera</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	68
Çizelge 4.15. Sera-saksı denemeleri <i>Moringa oleifera</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	69
Çizelge 4.16. Sera-saksı denemeleri <i>Moringa oleifera</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05).....	70

Çizelge 4.17. Sera-saksı denemeleri <i>Moringa oleifera</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05) 70	70
Çizelge 4.18. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin köklerinde <i>Meloidogyne incognita</i> ’nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05) 71	71
Çizelge 4.19. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda sera toprağında bulunan <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05) 72	72
Çizelge 4.20. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05) 73	73
Çizelge 4.22. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)..... 75	75
Çizelge 4.23. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05) 76	76
Çizelge 4.24. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin köklerinde <i>Meloidogyne incognita</i> ’nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05) 76	76
Çizelge 4.25. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda sera toprağında bulunan <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05) 77	77
Çizelge 4.26. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05) 78	78
Çizelge 4.27. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05) 80	80
Çizelge 4.28. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)..... 80	80

Çizelge 4.29. Sera-saksı denemeleri <i>Lantana camara</i> L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	81
Çizelge 4.32. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda sera toprağında bulunan <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)	84
Çizelge 4.33. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)	85
Çizelge 4.34. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)	86
Çizelge 4.35. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)	87
Çizelge 4.36. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin köklerinde <i>Meloidogyne incognita</i> ’nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	88
Çizelge 4.37. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda sera toprağında bulunan <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	89
Çizelge 4.38. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	90
Çizelge 4.39. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)	91
Çizelge 4.42. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar öncesi topraktaki <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [(X±SH)] (P<0.05)	96
Çizelge 4.43. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası topraktaki <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [(X±SH)] (P<0.05)	97

Çizelge 4.44. Antalya lokasyonu deneme karakterlerinin üreme oranına etkisi	98
Çizelge 4.45. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası toplam verim değeri (kg/da) [(X±SH)] (P<0.05).....	99
Çizelge 4.46. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası kök-ur nematodu skala değeri[(X±SH)] (P<0.05).....	101
Çizelge 4.47. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar öncesi topraktaki <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [(X±SH)] (P<0.05)	103
Çizelge 4.48. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası topraktaki <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [(X±SH)] (P<0.05)	104
Çizelge 4.49. Yalova lokasyonu deneme karakterlerinin üreme oranına etkisi.....	105

1. GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.)'in anavatanı; Orta ve Güney Amerika kıtasında yer alan ve aynı zamanda birçok sebze türlerinin de gen merkezi olan And dağlarını kapsayan Peru, Bolivya, Şili ve Ekvator ülkeleridir. Domates sözcüğü Güney Amerika'da yaşayan Aztek yerlilerinin yerel dillerinde kullandığı xitomate/zitotomate sözcüğünden türetilmiştir. Avrupa kıtasına yayılması ise İspanyol ve Portekiz ticaret kolonileri sayesinde 1545'li yılların ortalarına doğru gerçekleşmiştir (Peralta ve ark., 2005).

Domatesin uzun yıllar insanlar tarafından renginden dolayı zehirli olduğunun düşünülmesi tüketimini ve yaygınlaşmasını sınırlandırmıştır. Domates ABD'de 1800'lü yılların başlarında pişirilerek yemek olarak tüketilmeye başlanmıştır. Anadolu'da ise yaklaşık 150 yıldır tanınmakta ve tüketilmektedir. Osmanlı İmparatorluğu döneminde ilk olarak Halep'e getirilmiştir. İlk olarak buradan güney bölgelerimize daha sonra da diğer bölgelerimize yayılmıştır. Günümüzde hemen hemen tüm bölgelerimizde domates yetiştiriciliği gerçekleştirilmektedir (Güvenç, 2017).

Domates yüksek oranda antioksidan bileşenleri, C vitamini, folik asit, potasyum (K), likopen ve karotenler gibi lipofilik bileşikler ve hidrofobik özelliği orta seviyede olan kuersetin glikozitleri, narincenin-kalkon ve klorojenik asit gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Domates tüketiminin başta kardiyovasküler rahatsızlıklar, prostat kanseri, göğüs kanseri olmak üzere kandaki kötü kolesterol (LDL) seviyesinin azaltılmasında önemli bir faktör olarak görev aldığı vurgulanmaktadır (O'Kennedy ve ark., 2006).

Artan dünya nüfusuna paralel olarak gıda üretiminde de bir artış gerçekleşmemekte olup, her geçen gün gıda ihtiyacı artmakta, abiyotik ve biyotik faktörlerden kaynaklanan zararlardan dolayı birim alandan elde edilen tarımsal ürün miktarı azalmaktadır. Özellikle örtü altı üretiminde sorun olan toprak patojenleri içinde bitki paraziti nematodlar ve fungal hastalıklar önemli ürün kayıplarına neden olabilmektedirler. Hem örtü altı hem de açık alanda üretimi yapılan sebzelerden olan domates hem dünyada hem de ülkemizde üretimi yapılan önemli sebze türlerinden birisidir. Domates (*S. lycopersicum*), dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete en çok konu olan tarım ürünlerinin başında gelmesi,

insan beslenmesinde vazgeçilmez ürünlerden biri olması ve gıda sanayinde dondurulmuş, kurutulmuş domates, konserve, salça, ketçap, turşu gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olması nedeniyle önemli sebzelerin başında gelmektedir (Sevgican, 2002).

FAO 2021 verilerine göre, dünyada ortalama 1.2 milyar ton olan yaş sebze üretiminde domates 185 milyon ton ile %15'lik paya sahiptir. Dünya domates üretiminde 2020 yılı itibariyle 60.1 milyon tonluk üretim ile Çin ilk sırada, 21.3 milyon tonluk üretimi ile Hindistan ikinci, 13.2 milyon tonluk üretimi ile Türkiye üçüncü ve ABD 12.6 milyon tonluk üretimi ile dördüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1). Dünyada lider konumda olan Çin, toplam dünya domates üretiminin %32'lik kısmını karşılamaktadır (FAO, 2021).

Türkiye'de domates ekim alanları incelendiğinde 2016 yılında Türkiye'de domates ekim alanlarında %11.1'lik paya sahip olan Antalya 201.000 da ile birinci sırada yer alırken, %10.5'luk payla Bursa 190.000 da ile ikinci, Manisa ise %7.42'lük payla 134.000 da ile üçüncü, %3.5'luk payla Tokat 60.000 da ile sekizinci sırada yer almaktadır. Türkiye genelinde domates ekim alanlarında 2012 yılına oranla 2016 yılında %5 civarında düşüş yaşanmış olup 180.000 ha alanda ekimi gerçekleştirilmiştir. 2018 yılında ise domates ekilen alanlar yaklaşık 178.000 ha alana gerilemiştir (TUİK, 2018).

Türkiye'de iklim koşullarının domates yetiştiriciliğine uygun olması ve 1970'lerden itibaren domates işleme sanayisinin de gelişmiş olması ile dünya domates üretiminde ilk sıralara yükselmiştir. Beslenme açısından önemli bir sebze türü olan domates, sebze tarımında ilk sırayı almakta, açıkta ve örtü altında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye'de 12.750.000 ton domates üretilmekte ve bunun 8.250.000 tonu sofralık, 4.500.000 tonu ise salçalık üretimi içermektedir. Örtü altı sebze yetiştiriciliği, birim alandan yüksek verim ve gelir elde edilmesi ve aynı zamanda bitkisel üretimi yılın her mevsimine yayarak yıl içerisinde düzenli bir iş gücü kullanımı sağlaması nedeniyle tarım sektörümüz içerisinde önemli bir yere sahiptir (TUİK, 2018).

Çizelge 1.1. Dünyadaki bazı önemli domates üreticisi ülkeler (FAO, 2021)

Ülkeler	Üretim (1000 ton/yıl)
Çin	60.126.900
Hindistan	21.308.000
Türkiye	13.200.000
ABD	12.610.990
İran	6.835.290

Türkiye, 692.000 da örtüaltı alan varlığı ile Dünyada Çin, Güney Kore ve İspanya'nın ardından dördüncü, Avrupa'da ise İspanya'nın ardından ikinci sırada yer almaktadır. Toplam örtüaltı üretim alanı miktarı olan 692.000 dekarın 410.000 dekarı (cam + plastik), 282.000 dekarı ise yüksek ve alçak plastik tünel şeklinde yapılanmıştır. Sera işletmeciliğini kısıtlayıcı en büyük etmen, sera içinde bitki gelişmesi için en uygun sıcaklığı sağlamakta kullanılan yakıt ile ısıtma sistemleri bakım giderleridir. Bu nedenle seralar ağırlıklı olarak güney sahil şeridimizde yoğunlaşmış durumdadır. Bununla birlikte Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri ile uygun mikro ikliması olan yörelerde de seracılık yıl boyunca düzenli olarak yapılmaktadır. Ülkemizde 2016 yılı verilerine göre 30.267.000 ton yaş sebze üretilmiş olup, bu üretimin %22.3'üne tekabül eden 6.743.085 tonu örtüaltında gerçekleştirilmiştir. Sera varlığı bakımından; Antalya, Mersin, Adana, Muğla, Samsun, İzmir, Aydın, Hatay, Burdur, Bilecik, Bursa ve Yalova öne çıkan illerimiz arasında yer almaktadır (Anonim, 2018).

Dünyada ve ülkemizde tarımsal üretimdeki verim ve kalite miktarını arttırabilmek amacıyla birçok bilimsel araştırmalar yapılmaktadır. Yürütülen bu çalışmaların temel amacı verimi yüksek çeşitlerin daha iyi teknolojik tekniklerle yetiştirilmesi sonucunda birim alandan alınacak ürün miktarını ve kalitesini arttırmak ve aynı zamanda ekonomik kayıplara neden olan bitki hastalık ve zararlılarıyla etkili bir şekilde mücadele edebilmektir. Bu bağlamda bu mücadele içinde, bulunduğu tarım alanlarında önemli oranlarda ekonomik kayıplara neden olan kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) (Tylenchida: Meloidogynidae) (KUN) ile alternatif mücadele yöntemleri içerisinde yer alan ve faydalı organizmalara minimum düzeyde yan etkisi olan bitki ekstraktlarının ve biyolojik mücadele ajanlarının kullanım olanaklarının etkinliklerinin araştırılması önemli bir yer tutmaktadır. Bitki paraziti nematodlar (BPN) dünyada tropik ve subtropik iklim

bölgelerinde yer alan birçok ülkede en önemli toprak altı zararlılarının başında yer almaktadırlar (Luc ve ark., 2005).

Bitki paraziti nematod grupları içerisinde yer alan ve obligat bitki paraziti olan kök-ur nematodları ekonomik anlamda tarımsal ürünlerde büyük oranlarda verim ve kalite kaybına neden olmaktadır (Javed ve ark., 2006). Kök-ur nematodlarının günümüze kadar gerçekleştirilen çeşitli nematolojik çalışmalar sonucunda yaklaşık dünya genelinde 95 türü belirlenmiş olup, konukçu patojen ilişkilerine bağlı olarak gün geçtikçe yeni türleri bilim dünyasına tanıtılmaktadır (Skantar ve ark., 2008). Kök-ur nematodları obligat (zorunlu) bitki paraziti nematod guruplarından olup 5500'den fazla konukçusunun olduğu değişik araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Trudgill ve Blok, 2001). Kök-ur nematodları tropik, subtropik ve ılıman bölgelerde yetiştirilen kültür bitkilerinin bir çoğunda büyük ve ciddi boyutlarda tehditler oluşturmaktadır (Moens ve ark., 2009). Bu nematodların en zararlı türü olan *M. incognita*'nın dünya genelinde sebze yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda %52 oranında yoğun derecede 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).

Başta sebzeler (domates, hıyar, biber ve patlıcan) olmak üzere muz, patates ve bazı sert-yumuşak çekirdekli meyve ağaçları ile diğer kültür bitkilerinde kök ur nematodları; *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. exigua*, *M. acrita*, *M. hapla*, *M. javanica*, *M. thamesi*'nin tespit edildiği bildirilmektedir (Kepenekci, 2012). Ayrıca yürütülen çalışmalarda, Aydın ve ark. (2013) domates ve hıyarda *M. ethiopica*, İmren ve ark. (2014) buğdayda *M. artiellia*'ya rastlanıldığını bildirmektedirler.

Bitki paraziti nematodlar ve kök-ur nematodları kültür bitkilerine değişik yollarla bulaşırlar. Bunların en başında üretim materyali (fide, fidan, yumru, tohum, çelik vb.) ile sulama suyu gelmektedir. Ayrıca tarım alet ve ekipmanları, toprak nakli, rüzgâr, ulaşım araçları, böcekler hatta insanlar da bitki paraziti nematodların yayılmasına yardımcı olan ana etkenlerin başında yer almaktadır. Bitkileri "kemotaksi" (bitki köklerinden çıkan kimyasallara yönelme) yoluyla bulabilen bitki paraziti nematodlar en önemli toprak altı

zararlılarının başında yer almaktadır. Kök-ur nematodları ile mücadele çeşitli bakımlardan dolayı oldukça zordur. Genelde toprak altında zararlı oldukları için mücadelede her zaman iyi sonuç almak mümkün olmamaktadır. Özellikle çok yıllık plantasyonlardaki bulaşık alanlarda yıl boyunca topraktaki nematod popülasyonunun takibi gerçekleştirilerek uygun zamanlarda etkili bir mücadele yöntemi ile 2. dönem larva (L2) popülasyonunun kök dokusu içerisine girmeden önce baskı altına alınmasına çalışılmalıdır. Ayrıca bu zararlı nematodlara karşı kullanılan kimyasal nematisitlerin çok sınırlı olması ve ilaçlara çabuk direnç kazanmaları bu nematodlarla mücadeleyi daha da güçleştirmektedir. Bu gibi nedenlerden dolayı kök-ur nematodları ile mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek ve aynı zamanda türe özgü, etkili, ucuz, kolay uygulanabilen ve çevre dostu olan alternatif mücadele yöntemleri üzerindeki çalışmaların sayılarının artırılması gerekmektedir (Khan ve ark., 2004).

Kök-ur nematodları yaşamlarının bir kısmını toprakta yumurta veya L2 olarak geçirirler ve dünyada özellikle alüvyonlu (kumlu) topraklarda yetiştirilen kültür bitkilerinin köklerinde irili ufaklı urlar oluşturlar. Oluşturdukları urlar vasıtası ile kültür bitkilerinin topraktan yeterli miktarda su ve besin maddesi (makro ve mikro element) alınımını azaltarak kültür bitkilerinde büyük oranlarda verim ve kalite kayıplarına neden olurlar (Javed ve ark., 2006). Kök-ur nematodlarının kültür bitkilerinde meydana getirdikleri verim kayıpları, toprakta yer alan ikinci dönem larva popülasyonu (L2) yoğunluğuna, kültür bitkisinin çeşidine ve ekolojik şartlara bağlı olarak değişmekle birlikte, bu oran genel olarak sebzelerde %15-85 arasında değişim göstermektedir (Tsay ve ark., 2004). Yapılan çeşitli nematolojik çalışmalara dikkat edilecek olunursa, kök-ur nematodlarının dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan kültür sebzeleri içerisinde domateslerde %42-54, patlıcanlarda %30-60, kavunlarda %18-33 ve sera koşullarında yetiştirilen hıyarda ise %16-47 oranlarında verim kayıplarına neden oldukları rapor edilmiştir (Netscher ve Sikora, 1990).

Bitki paraziti nematodlardan dolayı Dünya genelinde toplam tarımsal üretimde meydana gelen ürün kayıplarının parasal değerinin yaklaşık 180 milyar ABD doları civarında olduğu tahmin edilmektedir (Adam ve ark., 2007). Kök-ur nematodlarının doğrudan zararları yanında, fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı bitkiyi hazırlamaları ve köke

girerken açtıkları yara yerlerinden patojen mikroorganizmaların girişine olanak sağlamaları da dolaylı zararları olarak ortaya çıkmaktadır. BPN'lerle mücadelede genellikle üreticiler tarafından diğer mücadele yöntemlerine göre daha etkili sonuçlar sergileyen kimyasal mücadele yöntemleri tercih edilmektedir (Stirling, 1991).

Kimyasal mücadelede daha çok geniş etki spektrumlu fumigantlar veya nematisitler kullanılmaktadır. Fakat kullanılan bu fumigant ve kimyasal nematisitlerin çevreye, doğal yaşama, tarımsal ürünlerde pestisit kalıntısına ve insan sağlığına olumsuz yan etkilerinin bulunduğu bilinmektedir. Kimyasal nematisit uygulamalarının son derece pahalı ve zor olması, aynı zamanda kullanılan kimyasalların toprakta yer alan bitki paraziti nematodların doğal düşmanları olan yararlı antagonistik mikroorganizma faunası üzerinde olumsuz yan etkilerinin bulunması ve taban suyuna karışma tehlikesi gibi olumsuz etkilerinden dolayı Avrupa Birliğinde bu aktif maddeler yasaklanmış ya da kısıtlanmıştır (Bello ve ark., 2006). Ülkemizde de aynı durum söz konusudur. Böylece, kimyasal mücadelenin uygulanabilirliğini azaltmaktadır. Bu gibi nedenlerden dolayı bitki paraziti nematodlarla mücadelede, doğal biyolojik kontrol ajanlarından yararlanılarak yapılan biyolojik mücadele yöntemleri, biyofumigasyon uygulamaları, bitki ekstraktları ve bitki eksdudatları (Allomonlar) kullanılarak gerçekleştirilen biyoteknik mücadele yöntemleri kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler arasında son derece önem taşımaktadır (Kepenekci, 2012; Çetintaş ve Kara, 2016; Dura ve ark., 2016).

Doğada yer alan birçok bitki, içermiş oldukları zengin biyoaktif fitokimyasal bileşikler ve çevre dostu olmaları nedeniyle sentetik olarak üretilen kimyasal nematisitlere karşı alternatif olarak düşünülmektedir. Bitkiler alemi, kimyasal pestisit olarak kullanılabilecek birçok sekonder metabolit yapıdaki bileşikleri kapsayan zengin bir depo vazifesi görmektedir. 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). Bitki paraziti nematodlara ve toprak kökenli patojenlere karşı mücadelede bitki su ekstraktlarının ve ekstudatları'nın hazırlanmasının ve uygulanmasının son derece kolay, pratik, etkili ve ucuz olmalarından dolayı dünya genelinde birçok üretici tarafından son zamanlarda kimyasal nematisitlere karşı alternatif mücadele de tercih edilmektedir (Mousa ve ark.,

2011). Pestisit ve nematisit özellik gösteren bitkilerde yer alan sekonder metabolitlerden en önemlilerinin alkaloidler, glikozitler, fenoller, terpenoidler, carvacrol, taninler, limonoidler ve saponinler olduğu bildirilmiştir (Shanker ve Solanki, 2000).

Nematisit ve fungusit etki gösteren bitkiler genel olarak Lamiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae, Compositae, Myrtaceae, Rutaceae, Lauraceae ve Meliaceae familyaları da dahil olmak üzere toplam 57 familyaya ait bir çok bitkide nematisit etkiye sahip biyokimyasal bileşenler tespit edilmiştir (Sukul, 1992; Chitwood, 2002; Kepenekci ve ark., 2017). Bitkilerde bulunan diğer önemli nematisidal etki gösteren temel yağların ana kimyasal bileşenlerinin ise thymol, carvacrol, ricinole, pulegone, eugenol, limonene, anethole, geranial ve artemisia keton olduğu bilinmektedir (Oka ve ark., 2000; Oka ve ark., 2007; Tan, 2011).

Ayrıca toprağa ilave edilen organik katkı maddelerinin ve bitkisel kökenli ekstraktların nematisidal etkilere sahip oldukları ve toprağın, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini ve su tutma kapasitesini iyileştirerek kültür bitkilerinde verim artışlarına neden olduğu ve toprakta yer alan bitki paraziti nematodların doğal düşmanları olan yararlı antagonistik mikroorganizmaların popülasyon yoğunluklarını artırdıkları değişik araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır (Alam ve ark., 1979; Rodriguez Kabana, 1986; Chavarria Carvajal ve Rodriguez Kabana, 1998; Guerrero ve ark., 2012). Dünya genelinde 2005 yılında toprak dezenfektanı olarak yoğun oranlarda kullanılan Metil Bromide ($\text{MeBr-CH}_3\text{Br}$)'in insan ve çevre sağlığına özellikle ozon tabakasına vermiş olduğu zararlardan dolayı kullanımı yasaklanmıştır. Güney İspanya'da yoğun şekilde örtüaltı yetiştiriciliği yapılmakta ve sera alanlarındaki toprakların %40'nın kök-ur nematodu *M. incognita* ile bulaşık olduğu ve mücadelesinde son zamanlarda bitki ekstraktlarının yoğun şekilde kullanıldığı bildirilmektedir (Ros ve ark., 2014).

Metil Bromide'nin yasaklanmasından sonra Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde özellikle örtü altı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı İspanya ve İtalya'da Metil Bromide alternatif olarak toprak fumigantı 1,3-dichloropropene + chloropicrin yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 2012 yılından sonra toprak fumigantlarının kullanımına getirilen bazı kısıtlamalar nedeniyle araştırmacılar farklı alternatif mücadele yöntem

stratejileri aramaya başlamışlardır (Colla ve ark., 2012). Bu bağlamda, ürün rotasyonu, biyofumigasyon, Brassicaceae familyasına ait ve diğer nematisidal etkiler gösteren bitkilerinin örtücü bitki veya bitki ekstraktı olarak kullanımı, bitkisel kökenli bazı yağların kullanımı ve bazı organik madde ilaveleri ile gerçekleştirilen biyosolarizasyon uygulamaları son yıllarda dünya genelinde en fazla çalışılan alternatif mücadele yöntemleri arasında yer almaktadır (Rudolph ve ark., 2015). Biyofumigasyon ve bitki ekstraktı uygulamalarının bitki paraziti nematodlar da dahil olmak üzere çeşitli zararlıların ve toprak kökenli patojenlerin (fungus, bakteri ve yabancı otların) kontrolünde Metil Bromide ($\text{MeBr-CH}_3\text{Br}$) alternatif olarak kabul edilen sürdürülebilir bir mücadele yöntemi olarak entegre zararlı mücadele yöntemlerinde etkin bir şekilde kullanıldığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Stirling ve Stirling, 2003).

Özellikle son 15 yılda biyofumigasyon ve bitki ekstraktı uygulamalarının yaygınlaşması ile birlikte farklı Brassicaceae familyasına ait bitkilerin biyofumigasyon etkisi ve bitki ekstraktı olarak etkin kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlı yapılan bilimsel çalışmaların sayısı gün geçtikçe artma eğilimindedir. Bu amaçla kullanılan Brassicaceae familyasına ait *Brassica carinata* (Etiyopya Hardalı) bitkisi diğer *Brassica* bitkilerine oranla içermiş olduğu zengin miktarlardaki gluko-isotiyosiyanat ve metil-isotiyosiyanat gibi biyosidal, fungisidal ve nematisidal özellik gösteren fitokimyasal bileşiklerinden ve aynı zamanda biodizel yapımında yaygın kullanımından dolayı son zamanlarda dünya genelinde üzerinde en çok çalışma yapılan bitkilerden biri haline gelmiştir (Bezzi ve ark., 2007; Lazzeri ve ark., 2010; Lazzeri ve ark., 2011; Thoden ve ark., 2011).

Günümüzde nanoteknolojik gelişmeler oldukça popüler olup, bilimsel araştırmalar için yeni bir alan oluşturmaktadır. Bitki ekstraktları dışında gelişen teknoloji ile birlikte endüstri, tekstil, gıda ve sağlık alanlarında olduğu gibi nanoteknolojide zararlı mücadelesinde yerini almaya başlamıştır. Nanopartiküller genellikle 1-100 nm büyüklüğünde olmaktadır. Çevre bilimi ve gıda işleme teknolojisi alanlarında bu konu ile ilgili araştırmaların yoğun olmasına rağmen, tarımda özellikle bitki koruma alanındaki pestisit olarak kullanımı ile ilgili çalışmaların sayısı oldukça azdır. Ülkemizde de olduğu gibi dünya genelinde sentetik kimyasallara dayalı konvansiyonel tarımdan yeşil tarıma geçiş olmakta, bu alanda da bitki ekstraktları kullanılarak sentezlenen ve yeşil sentez

olarak adlandırılan nano biyopestisitlerin ve biyolojik nano malzemelerin zararlı ve toprak kökenli bitki patojenlerine karşı mücadelede kullanım potansiyelleri gün geçtikçe yaygınlaşma eğilimindedir (Vivek ve ark., 2012).

Gerçekleştirilen bir çalışmaya göre Rooibos çayı özütünden elde edilen gümüş nanopartiküllerin (AgNPs) ucuz ve çevre dostu olduğu için kolaylıkla elde edilebileceği, yeşil sentez tekniğinin yakın zamanda çevre dostu olmayan ve pahalı olan kimyasal pestisitlerin yerini alabileceği vurgulanmıştır (Oyagi ve ark., 2014). Yeşil sentez tekniği kullanılmadan toprağa uygulanan nanogümüş partikül uygulamalarının toprakta yer alan azot nitrifikasyonunda görev alan toprak bakterisi fillumları üzerine etkilerini belirlemek amaçlı yapılan bir çalışmada ise, 50 mg kg⁻¹ (AgNPs) uygulama dozunda N döngüsünde önemli rol oynayan *Actinobacteria* spp. (%23.40-24.90), *Cyanobacteria* spp. (%0.41-2.58), *Nitrospirae* spp. (%1.56-2.16) ve *Firmicutes* spp. (%3.73-6.58) suşlarının değişen oranlarda hiç uygulama yapılmayan toprağa göre azaldığını, fakat fosfor döngüsünde önemli rol oynayan *Proteobacteria* spp. (%43.70), *Planctomycetes* spp. (%26.43) ve *Gemmatimonadetes* spp. (%17.56) suşlarında ise önemli derecede artışların gözlemlendiğini, ayrıca *Chloroflexi* spp. ve *Bacteroidetes* spp. sayılarında önemli bir değişime neden olmadığını tespit etmişlerdir (Juan ve ark., 2017). Ülkemizde de sebze alanlarında ruhsatlı olan organofosfor yapısındaki fenamiphos etken maddesi ile yapılan bir çalışmada ise, fenamiphos 10 mg kg⁻¹ uygulama dozunda topraktaki azot nitrifikasyonunda görev alan bakterilerinin sayısında %80 oranında azalma gözlenirken, topraktaki dehidrojenaz ve üreaz aktivitelerinde önemli bir seviyede değişim tespit edilmemiştir (Caceres ve ark., 2008). Sonuç olarak nano gümüşpartikül uygulamalarının ruhsatlı organofosfor yapıdaki nematisitlere göre toprak mikroorganizmalarına daha az bir toksik etki gösterdiği söylenebilmektedir.

Bu çalışmada, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova (ABKMAE) bünyesindeki peyzaj alanlarında ve arazisinde yer alan ve daha önce toprak altı patojenlerine karşı mücadelede kullanılmamış Türkiye’de yaygın olarak bulunan ve doğal olarak yetişen bazı bitki su ekstraktları (*Brassica carinata* L., *Moringa oleifera* L., *Euphorbia helioscopia* L., *Lantana camara* L. ve *Datura stramonium* L.) hazırlanarak kök-ur nematodlarına karşı etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ülkemizde bitki

ekstraktlarının kök-ur nematodlarına karşı etkileri konusunda yürütülmüş olan çalışmalarda kullanılan bitki ekstratlarının çoğu yurt dışı menşelidir (Anonim, 2010). Önerdiğimiz çalışma kapsamında kullanılacak bitki ekstratları ülkemiz kaynaklı olup daha önceki çalışmalarda insektisit ve akarisit özellikleri ortaya konmuş fakat gümüş nanopartikül katkılı nematisidal özellikleri bilinmemektedir. Bu çalışma ile ilk defa bu bitki ekstraktlarının *in vitro* ve *in vivo* çalışmaları ile kök-ur nematodlarına karşı nematisidal etkinliğinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

İkinci adımda ise, elde edilecek bitki su ekstraktlarının nanogümüş katkılı yeşil sentezleri gerçekleştirilerek kök-ur nematodlarına karşı etkinliklerinin petri (*in vitro*), sera-saksı ve doğa-sera (*in vivo*) çalışmaları ile ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmanın ilk yılında kontrollü sera koşullarında 2 tekrarlı olmak üzere sera-saksı çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Saksı çalışmaları sonucunda belirlenen en etkili bitkiler ve bu bitkilere ait uygulama dozları daha sonraki çalışmanın ilerleyen yıllarında doğa koşullarında yer alan sera çalışmalarında etkinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Dünya da bitki paraziti nematodların mücadelesinde kimyasal mücadele ön planda gelmektedir. Çok sayıda ruhsatlı pestisit nematisit olarak uygulamada yer almaktadır. Uzun yıllardır araştırmacılar söz konusu zararlı grubuna karşı kimyasal mücadeleye alternatif mücadele yöntemlerinin arayışı içerisinde. Bu bağlamda farklı konularda çalışmalar yapılmış olup bu çalışmalar içerisinde biyolojik mücadele ajanları EPF (Entomopatojen funguslar), EPN (Entomopatojen nematodlar), PGPR (Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler) bakterileri ve biyoteknik mücadele yöntemleri arasında yer alan bitkisel kökenli bitki koruma ürünlerinin kullanımı ön plana çıkmıştır. Ne yazık ki yürütülen çalışmaların birçoğu laboratuvar petri ve sera-saksı denemeleri olarak sürdürülmüş ve çok azı doğa koşullarında denenmiştir. Önerdiğimiz bu tez çalışmasının son aşamasında elde edilen sonuçlar ışığında doğa sera çalışmalarına geçilmesi çalışmanın önemli bir bölümünü oluşturmuştur. Ayrıca bu çalışma, ülkemizde gerçekleştirilen nanogümüş partikül katkılı bitki ekstraktlarının kök-ur nematodlarına karşı doğa-sera koşullarındaki (*in vivo*) kullanım olanaklarının etkinliğinin belirlenmesine yönelik ilk çalışma olması nedeni ile de önem arz etmektedir.

1.1. Nanoteknolojinin Tanımı ve Uygulama Alanları

Nanoteknoloji kelimesi Yunancada cüce anlamına gelen “nano” önekinden türetilmiş ve bilimsel olarak bir fiziksel büyüklüğün bir milyarda biri şeklinde tanımlanmaktadır. 1 nanometre (nm) metrenin bir milyarda biri olmakla birlikte aynı zamanda 6 karbon atomu eni kadardır. Nanoteknoloji deyimi 1-100 nm boyutlarındaki parçacıkları tanımlamak için kullanılan özel bir kavramdır. Bir insanın kırmızı kan hücresi molekülü olan hemoglobinin 7000 nm genişliğinde iken bir bitki virüsünün yaklaşık olarak 100 nm genişliğinde olduğu belirtilmektedir (Ananda ve ark., 2015).

Nanoteknolojiyi diğer bilim dallarından ayıran en önemli özelliği nano boyutlardaki malzemelerin yüzey/hacim oranlarının artmasıdır. Bu sayede yeni sentezlenen malzemenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde büyük değişiklikler sağlanabilmektedir (Çıracı ve ark., 2006). Nanoteknolojik özellik taşıyan materyaller, boyutlarının bir sonucu olarak mikrometrik veya daha büyük moleküllerden çok farklı özellikler gösterirler. Bunlar; optik, fiziksel dayanıklılık, kimyasal reaksiyon, elektriksel iletkenlik, biyolojik reaksiyon, hücresel geçirgenlik ve manyetizma gibi temel özelliklerdir (Kumari ve Yadav, 2014).

Nanoteknoloji özellikle son yıllarda büyüyen ve heyecan verici bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır. Kısaca nanoteknoloji, nanometre ölçeğinde şekil ve büyüklük kontrol edilerek yapıların, cihazların, moleküllerin ve sistemlerin tasarımı, karakterizasyonu, üretimi ve uygulamasıdır. Bu nedenle, nanopartiküllerin (NP) bitkiler üzerindeki etkileri bitki türlerine göre farklılık göstermekte, ortaya çıkan bu farklılık büyük ölçüde, bitkilerin morfolojik, kompozisyon ve fiziksel-kimyasal özelliklerine göre değişim göstermektedir (Ma ve ark., 2010). Gümüş nanoparçacıkları, insana toksik olmayan güvenli bir inorganik antibakteriyel ajan olarak tanımlanmaktadır. Çeşitli mikroorganizmaların neden olduğu yaklaşık 650 tip hastalığı etkili bir şekilde kontrol edebildiği belirtilmektedir (Zhao ve Stevens, 1998; Nair ve Laurencin, 2007).

Gümüş (Ag) ve gümüş iyonlarının güçlü antimikrobiyal etkiler gösterdiği eski Mısırlılar zamanından beri (M.Ö. 3000 yılı) bilinmekte olup, mikroorganizmalar ve böcekler

üzerindeki inhibitör etkisi birçok araştırmacı tarafından günümüzde araştırılmaktadır. Gümüş, hedef mikroorganizmaların DNA ve mtDNA moleküllerine etki ederek mikroorganizmaların çoğalma yeteneklerini kaybetmelerini ve bakteri ve mikroorganizmalardaki proteinlerde yer alan tiyol aminoasit-SH kükürt peptit gruplarıyla etkileşerek mitokondriyel yapılarının bozulmasını sağlayarak onların inaktif hale gelmelerini sağlamaktadır (Kim ve ark., 1998; Öztürk, 2004). Gümüş dışında bakır, çinko, titanyum, altın gibi diğer metal iyonlarının da antimikrobiyal özellikte oldukları bilinmekle birlikte, bakterilere, funguslara virüslere, nematodlara ve diğer ökaryotik mikroorganizmalara karşı en iyi etkinliği gümüşün gösterdiği tespit edilmiştir (Duncan, 2011). Güçlü bir antimikrobiyal etkiye sahip olmasının yanında sıcakkanlılara toksik etki göstermemesi nedeniyle gümüş iyonları, günlük hayatta sürekli kullanılan ve mikroorganizmaların yoğun olarak bulunduğu birçok malzeme yüzeyinin (seramik, cam, fayans, plastik, kâğıt, boya, tekstil vs.) üretimleri sırasında veya daha sonra kaplamalarda kullanılan materyallerde katkı maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. (Kawashita ve ark., 2000; Rai ve ark., 2009).

Nanoteknoloji terim olarak ilk kez 1974 yılında Norio Taniguchi tarafından, “ileri düzey duyarlılıkla mevcut teknolojilerin küçültülmesine dayalı bir teknoloji” olarak tanımlanmıştır (Ramsden, 2005). 1981 yılında, nanometre düzeyinde atom ve moleküllerin incelemesinde kullanılan “Taramalı Tünelleme Mikroskobu” ve 1985 yılında “Atomik Kuvvet Mikroskobu” nun geliştirilmesiyle nanoteknolojik çalışmalar dünya genelinde hızla gelişmeye başlamıştır (Duncan, 2011). Nanoteknolojinin uygulama alanlarına kısaca değinecek olursak, elektronik ve yarı iletken teknolojisinden biyosensörlere, nanokarbon tüplerinden, nanotanecik sistemlerine, katalizörlerden akıllı moleküllere, tekstil sanayisinde su geçirmez kumaşlara, gıda teknolojisinde ambalaj sistemlerine, ziraat biliminde akıllı salınım gübre, tohum kaplama ve pestisit üretimine, mikro cerrahiden nanorobotlara ve savunma sanayisinde üretilen askeri malzemelere kadar birçok alanda kullanım alanı bulmuş yeni bir teknolojidir (Doğan, 2006). Birçok pestisit, suda çözümleri için büyük miktarlarda organik çözücüye ihtiyaç duyduğu için suda çok az çözünür. Bu nedenle bu sınırlamalar, sentetik pestisitlerin yerini alabilecek yeni kontrol metodu arayışını gerektirmektedir. Ekolojik hasara neden olma olasılığı daha düşük düzeyde olan bitki ekstraktları kullanılarak sentezlenmiş yeşil nanopartiküller,

sentetik kimyasal pestisitlerin potansiyel alternatifi olarak son yıllarda tanımlanmışlardır (Thakkar ve ark., 2009).

1.2. Entomolojide Nanoteknolojinin Kullanım Olanakları

İnsanlar, tarihin ilk dönemlerinden beri doğrudan ve dolaylı zararları nedeniyle tarımsal zararlılar ile ilgilenmişlerdir. Bunların zararlarını ortadan kaldırmak veya azaltmak için değişik yöntemlere başvurmuşlardır. Tarımsal üretimde zararlı organizmalar bitkisel üretimi ekonomik düzeyde etkilemektedirler. Bitkileri korumak, tarımsal üretimi artırmak ve ürünlerin kalitesini yükseltmek amacıyla tarımsal zararlılar; böcekler, akarlar, nematodlar, salyangoz, sümüklü böcek, kemirgenler, memeliler ve kuşlara karşı kimyasal mücadele kolay uygulanabilmesi, maliyetinin düşük olması ve sonucunun kısa sürede alınabilmesi nedeniyle diğer mücadele yöntemlerine oranla daha fazla tercih edilmektedir (Öncüler, 2004).

Ancak son yıllarda sentetik kimyasalların yoğun ve bilinçsiz kullanımına bağlı olarak ekotoksikolojik etkilerinin ortaya çıkması ve zararlı organizmaların sentetik pestisitlere karşı çoklu ve çapraz dayanıklılık mekanizmaları geliştirmesi, alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara hız kazandırmıştır. Buna bağlı olarak günümüzde de teknolojik ilerlemelerle birlikte nanogümüş partikül (AgNPs) katkılı bitki ekstraktlarının entomolojide kullanım olanakları üzerinde yapılan bilimsel çalışmaların sayısı da artmıştır. Nanopartiküllerin sentezlenmesinde en çok kullanılan çevre dostu tekniklerden biri de yeşil sentezdir. Genellikle bitki ve çeşitli mikroorganizmalar bu tekniğin kaynağını oluşturmaktadır. Bitki olarak genellikle çok kolay temin edilebilen ve bol miktarda bulunabilen dolayısıyla çok miktarda nanopartikül biyosentezi yapılabilmektedir. Aynı zamanda bitkilerin sentezlenmesiyle elde edilen nanopartiküllerin hem çok hızlı ve istikrarlı hem de daha ekonomik olduğu bildirilmiştir (Packia ve Fazila, 2014).

Ekolojik olarak toksikolojik zarara neden olma olasılığı daha düşük düzeyde olan bitki ekstraktları kullanılarak sentezlenen yeşil nanopartikül uygulamalarının, sentetik kimyasal pestisitlerin potansiyel alternatifleri olarak kullanılabileceği belirtilmiştir

(Sankar ve Abideen, 2015). Bu bağlamda birçok yararlı organizmalar (bakteriler, mayalar ve entomopatojen funguslar gibi) kullanılmakla birlikte günümüzde insektisit, fungusit, akarisit ve nematisit özellik gösteren birçok bitkiye ait bitki ekstraktları yeşil nanogümüş partikül katkılı olarak ucuz ve kolayca sentezlene bilmektedir. Örnek olarak, *Aloe vera* (L.) Burm. f., *Azadirachta indica* A. Juss (Yalancı Tespih Ağacı), *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (Çay), *Jatropha curcas* L. (Hint Fıstığı), *Acalypha indica* L. (Hint Isırganı), *Ricinus communis* L. (Hintyağı) gibi bitkiler kullanılarak elde edilen yeşil nanogümüş partikül katkılı bitki ekstraktları tarımsal zararlılar ile mücadelede kimyasal pestisitlere alternatif olarak kullanılmaktadır (Kumar ve ark., 2013).

Literatür incelendiğinde nanogümüş partikül katkılı bazı bitki ekstraktlarının entomolojide değişik zararlılara karşı kullanıldığına dahil çok sayıda bilimsel çalışmalara rastlanılmaktadır. Jayaseelan ve ark. (2011), tarafından Hindistan'da gerçekleştirmiş bir çalışmada, yerel halk tarafından sinek kovucu olarak kullanılan *Tinospora cordifolia* (Ranunculales: Menispermaceae) bitkisi su ekstraktını nanogümüş katkılı olarak sentezlemişler ve insan biti *Pediculus humanus* ve zika virüsü taşıyan sivrisinek türlerine karşı etkinliklerini *in vitro* koşullarda araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, nanogümüş katkılı olarak sentezlenen ve yerel halk tarafından kullanılan *Tinospora cordifolia* bitkisinin sulu ekstraktının *Anopheles subpictus* ve *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) dördüncü dönem larvalarına karşı %90 etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Radhika ve Sahayaraj (2014), tarafından gerçekleştirmiş bir çalışmada, pamuk yaprak kurdu *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın üçüncü dönem larvalarına karşı monocrotophos ile harmanlanmış pungam yağı, neem yağı, vijayneem ve biosilver nanopartikülleri'nin (%10, %20, %30, %40 ve %50) farklı uygulama dozlarının sinerjistik etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda dermal toksisite değerlerine (LD₅₀) bakıldığında 8. gün sonunda %10'luk nanopartikül katkılı monocrotophos + neem oil ve monocrotophos + biosilver nanopartikül uygulamalarının %100 oranında ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir.

Subashini ve ark. (2016), *Anopheles* spp. ve *Culex* spp. cinsine ait sinek türlerinin, dünya genelinde Güney Afrika ülkeleri, Hindistan, Malezya, Maldivler ve Sri Lanka gibi

ülkelerde bu sivrisinek türlerinin hastalık etmenlerini inokule ettiği insan sayısının 120 milyon civarında olduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmada laboratuvar koşullarında *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) türüne karşı nanogümüş katkılı *Azadirachta indica* yaprak su ekstraktının değişik dozlardaki (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) etkinliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda belirlenen regresyon analizi sonuçlarına göre 24 saat sonunda 500 ppm uygulama dozunda %73 oranında larvasidal etki gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, Yang ve ark. (2009) yapmış oldukları laboratuvar çalışmalarında, önemli bir depo zararlısı olan un bitine *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)'a karşı sarımsaktan elde edilen esansiyel sarımsak yağının nanogümüş partikül kaplı uygulamalarının önemli bir depo zararlısı olan, un biti larva ve erginlerini %90 oranında baskıladıklarını belirtmişlerdir.

Rouhani ve ark. (2012), yapmış oldukları laboratuvar çalışmasında önemli bir depo zararlısı olan börülce böceği *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae)'ne karşı silika ve gümüş katkılı nanopartiküllerinin börülce böceği son dönem larva ve ergin bireylerine karşı etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, yapılan uygulamalar sonucunda 200 ppm dozunda sırasıyla son dönem larvalar için %81-85 ölüm oranları tespit etmişlerdir. Ergin bireylerde ise %100 ölüm oranı belirlemişlerdir.

Debnath ve ark. (2011), yapmış oldukları çalışmada silika katkılı nanogümüş partiküllerinin geleneksel insektisitlerin yerine gelecekte kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiş oldukları ön çalışmalarda önemli bir depo zararlısı olan pirinç biti *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)'ne karşı etkinliklerini içlemiştir. Çalışma sonucunda son dönem larvalara karşı %90 ölüm oranı tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Gopal ve ark. (2012) gerçekleştirmiş oldukları laboratuvar çalışmasında, önemli bir akar zararlısı olan iki noktalı kırmızı örümceğe *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) karşı mücadelede kullanılan ticari kükürdün nanogümüş katkılı olarak sentezleyerek iki noktalı kırmızı örümceğe karşı etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda

nanogümüş partikül katkılı olarak üretilen nanosülfürün ticari kükürt uygulamasına göre kırmızı örümcek popülasyonunu baskılamada daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Şahin (2019), gerçekleştirmiş olduğu yüksek lisans tez çalışmasında *Tagetes patula* L. (Asterales: Asteraceae)'nın gümüş nanopartiküllü su ekstraktını, depolarda önemli bir zararlı olan buğday biti *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) ergin evresine karşı kontak, davranış ve mide zehiri etkileri bakımından laboratuvar koşullarında araştırmıştır. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre *T. patula* gümüş nanopartiküllü su ekstraktı, *S. granarius* ergin evresi üzerinde toksik olduğunu belirlemiştir. %100 dozunda 3. gün sonunda %62.92'lik bir ölüm oranı tespit etmiştir. LD₅₀ değeri ise 49.937 µl/ergin olarak hesaplamıştır. Bitki ekstraktının davranışa etkisi seçenek testi ile değerlendirilmiştir. %100 dozunda en düşük ağırlık kaybı (%15.56) ve en yüksek ölüm oranı (%61.67) tespit etmiştir. Mide zehiri etkisinde beslenmeye etki %23.33 ve buna bağlı ölüm oranı ise %57.61 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; *T. patula*'nın gümüş nanopartiküllü su ekstraktının *S. granarius* ergin evresi mücadelesinde kullanılma potansiyeline sahip biyopestisit olabileceğini bu çalışma ile tespit etmişlerdir.

1.3. Kök-Ur Nematodlarının Sistematigi ve Önemli Türleri

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ilk defa İngiltere'de yer alan hıyar seralarında Berkeley tarafından 1885 yılında tespit edilmiştir. Önceleri, *Heterodera* cinsi içinde kabul edilen kök-ur nematodları 1887 yılında Goeldi'nin *M. exiqua*'yı bilim dünyasına yeni bir cins ve tür olarak tanıtmalarıyla, *Meloidogyne* cinsi içinde yer alması gerektiği 1949 yılında Chitwood tarafından bildirilmiştir (Jepson, 1987). *Meloidogyne* cinsinin sistematikteki yeri Siddiqi (2000) ve Jepson (1987)'a göre aşağıdaki gibidir.

Alem : Animalia
Şube : Nematoda Rudolphi, 1808 (Lankester, 1887)
Sınıf : Secernentea Von Linstow, 1905
Alt Sınıf : Tylenchia Inglis, 1983
Takım : Tylenchida Thorne, 1949
Familya : Meloidogynidae Skarbilovich, 1959
Cins : *Meloidogyne* Goeldi, 1887

Dünya genelinde tropik ve subtropik iklim bölgelerinde, özellikle kumlu alüvyonlu topraklarda yetiştirilen kültür ve süs bitkilerinde, ekonomik anlamda büyük zararlara ve kalite kayıplarına neden olan obligat zorunlu bitki paraziti nematod gruplarından birisi ve en önemlisi de kök-ur (*Meloidogyne* spp.) nematodlarıdır. Kök-ur nematodları Dünya’da geniş bir alanda dağılım gösteren, çok polifag türler olmaları sebebiyle üzerinde çeşitli ülkelere mensup değişik araştırmacılar tarafından çok sayıda bilimsel araştırmalar yapılmıştır. Günümüze kadar gerçekleştirilmiş nematolojik çalışmalar sonucunda *Meloidogyne* cinsine ait 95’in üzerinde tür tespit edilmiştir (Kepenekci, 2012).

Kök-ur nematodları obligat (zorunlu) bitki paraziti nematod guruplarından olup 5500’den fazla konukçusunun olduğu değişik araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Trudgill ve Blok, 2001). Kök-ur nematodları tropik, subtropik ve ılıman bölgelerde yetiştirilen kültür bitkilerinin bir çoğunda büyük ve ciddi boyutlarda tehditler oluşturmaktadır (Moens ve ark., 2009). Bu nematodların en zararlı türü olan *M. incognita*’nın dünya genelinde sebze yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda %52 oranında yoğun derecede bulaşık olduğu bildirilmektedir (Khan ve ark., 2000).

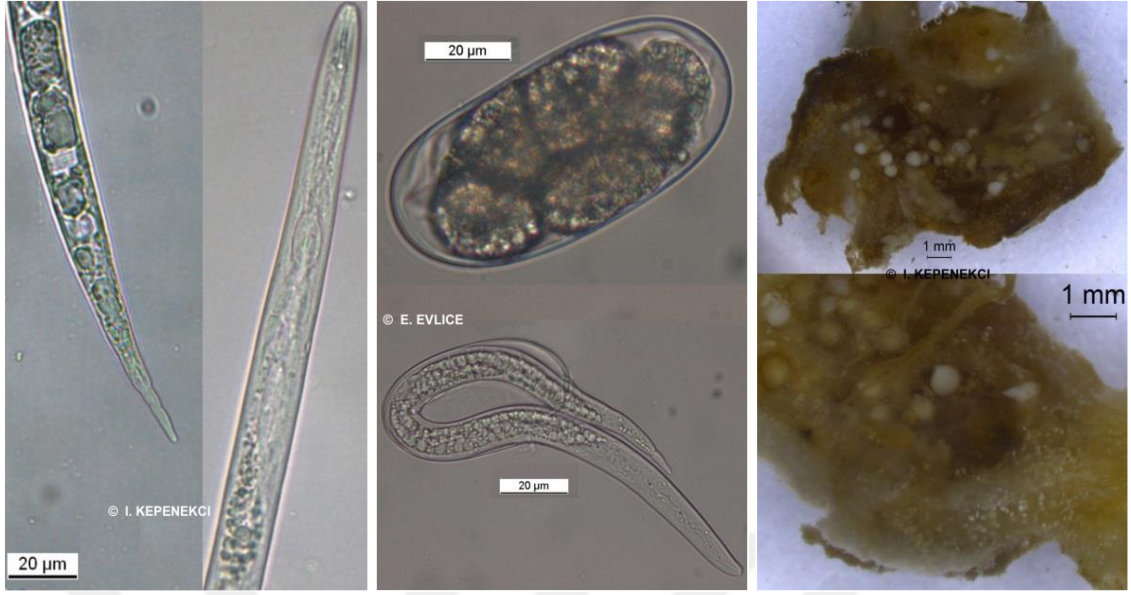
Dünya genelinde en çok karşılaşılan ve ekonomik olarak en önemli dört türün ise *M. incognita* Kofoid ve White, 1919, *M. javanica* Treub, 1885, *M. arenaria* Neal, 1889, *M. hapla* Chitwood 1949 olduğu ve bu türlerin birçok fizyolojik ırklarının tespit edildiği bildirilmiştir (Netscher ve Sikora, 1990; Karssen ve Moens, 2006). Türkiye’de yapılan çalışmalarda ise değişik konukçularda benzer şekilde değişik araştırmacılar tarafından *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. thamesi*, *M. chitwoodi*, *M. exiqua*, *M. acrita*, *M. ethiopica* ve *M. artiellia*’nın bulunduğu, *M. incognita* ve *M. javanica*’nın ise en yaygın ve ekonomik olarak en önemli türler olduğu, *M. arenaria*, *M. hapla* ve *M. thamesi*’nin ender rastlanan türler olduğu bildirilmektedir (Yüksel, 1974; Elekçioğlu ve Uygun, 1994; Elekçioğlu ve ark., 1994; Mennan ve Ecevit, 1996; Kaşkavalcı ve Öncüler, 1999; Kepenekci, 2012; Aydınli ve ark., 2013; İmren ve ark., 2014).

Dünya üzerindeki ılıman iklim bölgelerinde kök-ur nematodu türleri olarak *M. chitwoodi*, *M. fallax* ve *M. hapla* yaygın iken, sıcak iklim bölgelerinde Daha çok baskın kök-ur nematodu türleri olarak *M. incognita*, *M. arenaria* ve *M. javanica* görülmektedir. Bu

türler içerisinde yer alan ve dünya genelinde en çok yayılış gösteren ve kültür bitkilerinde önemli derecelerde zararlara yol açan kök-ur nematodu türü ise *M. incognita*'dır (Brown ve ark., 2006).

1.3.1. Morfolojisi, biyolojisi ve zarar şekli

Kök-ur nematodları, gözle görülemeyen mikroskobik yapıda canlılar olup zorunlu bitki paraziti nematodlardır. Kök-ur nematodlarına ait ergin dişilerin ve erkeklerin vücut yapıları belirgin bir şekilde bir birinden farklı yapılara sahiptirler (Şekil 1.1). Ergin dişiler şeffaf, armut, limon ya da küre şeklinde olup yaklaşık 440-1300 µm boyunda ve 325-700 µm enindedirler (Jepson, 1987). Kök-ur nematodları seksüel dimorfizm gösterirler. Ergin dişiler 3 adet stylet yumrularına (tokmaklara) sahip olup, stylet uzunlukları yaklaşık 12-25 µm boyundadır. Ergin erkekler ise, 800-2000 µm boyunda olup ipliksi formda bulunmaktadırlar. Kuyruk kısa olup ucu küttür ve keskin bir yuvarlaklaşma vardır. Spicula genellikle 2 adet olup ince ve eğri yapıda bulunmaktadır. Testis türlere göre değişmekle birlikte genellikle 1 ya da 2 adettir (Hirschmann, 1985). Özafagal bezler çoğunlukla bağırsağın ventralinde bulunmaktadır. Erkek nematodlarda spicul'ler ince, 25-33 µm, gubernaculum 7-11 µm uzunluktadır. Testisler tektir. Phasmidler nokta şeklinde, cloac açıklığına yakın uçta yer almaktadır. Bursa mevcut değildir. Larvaların ilk döneminde kuyruk ucu kör yapıdadır, yumurta içinde deri değiştirilir, 2. döneminin kütikülası içinde 3. deri değiştirilir. İkinci dönem (L2) solucan şeklinde kısa ve ince iplik şeklinde hareketli, enfektiftirler. Vücut cansız haldeyken düzden hafif kıvrığa kadar değişen şekilde ekseriyetle 0.6 mm daha kısadır (Jepson, 1987).



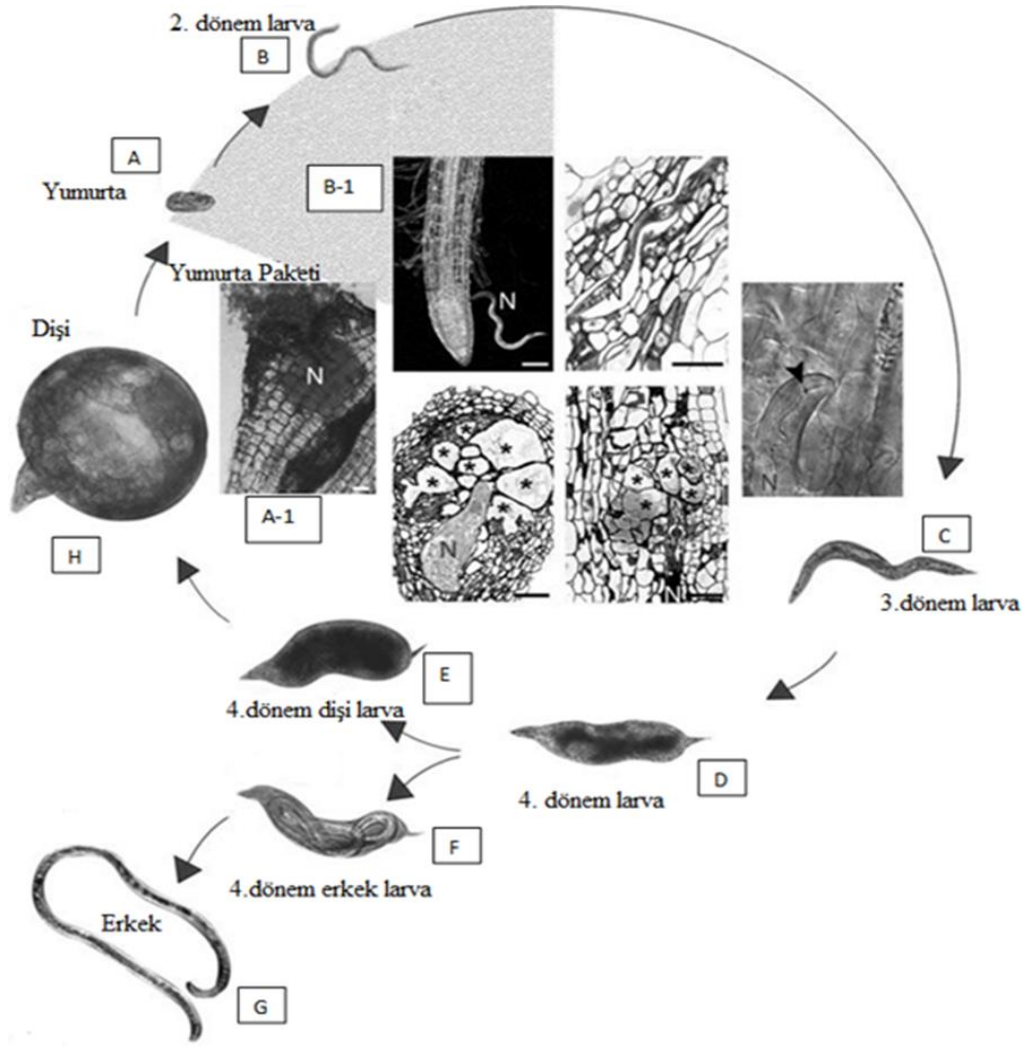
Şekil 1.1. Kök-ur nematodu (*M. hapla*)'na ait 2. dönem larvaların (L2) mikroskop altındaki görünüşü baş bölgesi ve kuyruk bölgesi (sol); kök-ur nematodu (*M. chitwoodi*)'na ait yumurta (üst) ve yumurtadan çıkan L2 (alt)'nin mikroskop altındaki görünüşü (orta); kök-ur nematodu (*M. incognita*)'nın olgun dişilerinin kökte görünüşü (sağ) (Foto: Sol, Sağ, İlker Kepenekci; Orta, Emre Evlice).

Kök-ur nematodlarının 2. dönem larvaları (L2)'nin vücutları 250-650 µm uzunluğundadır. Stylet dip yumruları (tokmakları) genellikle küçük yapıda olup, stylet türlerin çoğunda 10-15 µm boyunda olup, 3. ve 4. dönem larvalarda ise stylet bulunmamakta ve beslenme görülmemektedir. Boşaltım deliği hemizonid'in posteriyör'ündedir. Kuyrukta belirgin bir zarsal alan (hyaline portion) mevcuttur, kuyruk ucu dar ve düzensiz çizgili yapıdadır (Siddiqi, 2000). Ovariler çift, prodelphic ve kıvrık yapıdadır. Rektumda yer alan bezler 6 adet ve geniş yapıdadır. Yumurtalar dişilerin rectal bezlerinden anüs aracılığıyla salgıladıkları jelatinimsi matrix olarak adlandırılan yapı içinde gizlenmiş halde depolanırlar, vücutları içerisinde yumurtayı tutmazlar genellikle kök dokusu dışarısına bırakırlar. Yumurta kümesi içerisindeki yumurta sayısı türlere göre değişmekle birlikte genellikle 400-800 adettir (Decker, 1969). Bazı türlerde 500-1500 arası yumurta bulunmaktadır (Bleve-Zacheo ve ark., 2007). Yumurta genellikle saydam, elips şeklinde, 78-97 µ boyunda, 35-42 µ enindedir (Wallace, 1963).

Dişi kök-ur nematodları, yumurtalarını bıraktıktan ( ekil 1.2.A) kısa bir zaman sonra içerisindeki embriyo gelişir ve gelişmesini bitirdikten sonra 1. larva dönemine ulaşır. Daha sonra larva gömlek değiştirerek 2. döneme yumurta içinde ulaşırlar 2. dönem larva, toprakta istenilen sıcaklık ve nem düzeyine ulaştığında styleti ile yumurta kabuğunu delerek dışarı çıkar ve toprağa geçerek toprakta 2. dönem larva (L2) olarak bitki buluncaya kadar toprakta aktif olarak kalırlar ( ekil 1.2.B).

Konukçu bitkinin rizosfer bölgesi tarafından salgılanan bazı semiokimyasal maddeleri algılayıp bitkiye yönelirler, bitkiyi bulunca bitkinin kök uçlarından kılcal kökün büyüme noktasının hemen gerisinden styletini sokarak kök dokusu içine giriş yapar ( ekil 1.2.B-1). Dokulara ulaşıp kökte kambiyum tabakasında ve bu bölgedeki doku hücrelerinde beslenmeye başlarlar ve larva kendini burada sabitler ozmos yoluyla bitki besin maddelerini almaya başlarlar.

Kök-ur nematodları sadece 2. larva (L2) döneminde bitkiyi enfekte edebilir. Bitki kökü içinde 3. ( ekil 1.2.C) ve 4. larva ( ekil 1.2.D) dönemlerini tamamlayan nematodun bu süreç içerisinde boyu kısalır, vücudu şişer, üreme organları belirginleşmeye başlar, 4. larva döneminden sonra ise erkek ve dişi birbirlerinden ayırt edilebilir ( ekil 1.2.E ve 1.2.F) beslenme 4. larva döneminin sonunda erer ve dişi beslenmeyi tamamen bitirip kendi özel gelişmesine devam ederek ergin dişi birey olur. Dişinin boyu daha da kısalır, vücudu şişer ve sosis şekline dönüşür ve bir torba şeklinde armut veya limon şeklini alır ( ekil 1.2.H). Dişiler vücudunun hemen arkasında yer alan ve bir kısmı köke gömülü bir kısmı kök yüzeyinde olan jelatinimsi matriks bir kese içinde yumurtalarını bıraktıktan sonra ölürlür. Erkek bireyler ise iplik formunda ( ekil 1.2.G) olur ve kökten ayrılarak toprakta serbest olarak dolaşmaya başlar ve çiftleşmek için hayatta kalırlar (Eisenback ve Triantaphyllou, 1991; Wyss ve ark., 1992; Kepenekci, 2012; Mışanoğlu ve Devran, 2015).



Şekil 1.2. Kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.)'nin yaşam döngüsü (Abad ve ark., 2008)

Kış ırlu bitki halinde veya kök artıklarında ve toprakta yumurta veya 2. dönem larva döneminde geçirir. Konukçusu olduğu bitkinin kök sisteminde irili ufaklı urlara neden olurlar, bitkinin iletim dokularında zarar yaparlar ve bozulan dokular su ve besin alışverişini tam yapamaz. Köklerde saçaklanma azalır. Bitki gelişimi yavaşlar bodurlaşır ve durur, verim azalır, meyve kalitesi düşer, sararma ve bodurlaşma görülür. Yapraklar sararır çiçek ve meyve dökülmeleri görülür. Ağır bulaşma şartlarında ise bitki tamamen kuruyabilir. Kökte oluşan urun büyüklüğü ve şekli, bitki türü ve yaşına göre değişiklik gösterir. Hıyar ve domates bitkisi köklerinde büyük urlar oluşurken, biber bitkisinde oluşan urlar diğer bitkilere nazaran daha küçük yapıda oluşmaktadır. Kök-ur nematodlarının ikincil zararı ise kılcal köklerde açmış olduğu yaralardan giren toprak

kökenli patojenlerin bitkide oluşturduğu çeşitli bakteriyel ve fungal hastalıklardır (Kepenekci, 2012).

1.3.2. Ekolojisi

M. incognita tropik ülkelerde ve sıcak iklimlerin görüldüğü alanlarda dünya genelinde en çok kültür bitkilerinde zarara neden olan kök-ur nematodu türlerinin başında gelmektedir. *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* dünya genelinde en yaygın türler olup, 35° Güney ve 35° Kuzey enlemleri arasında en çok rastlanan kök-ur nematodu türleri arasında yer almaktadırlar. Hafif ve orta karakterleri kumsal topraklarda yaşarlar. Larvalar toprak partikülleri arasındaki boşluklarda hareket ederler, ağır bünyeli toprakları sevmezler. Toprak sıcaklığı 10°C'den aşağı ise gelişemezler ve zararı 15°C'de başlar. İklimle bağlı olarak sulama ve toprak nemi önemlidir. *M. hapla* ise daha çok soğuk iklimlerin görüldüğü sıcaklığın 0°C ile 15°C arasında değiştiği iklim koşullarında en çok zarara yol açan kök-ur nematodu türlerinin başında gelmektedir (Sasser, 1978).

Birçok araştırmacı tarafından sıcak iklimlerde en çok karşılaşılan ve tarımsal açıdan sorunlara yol açan en önemli kök-ur nematodu türlerinin *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* olduğu bildirilmiştir (Taylor ve Sasser, 1978). Dünya genelinde kök-ur nematodu türlerinden *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. hapla*'nın en yaygın türler olduğu ve kültür bitkilerinde zarara yol açan bu nematod türlerinin zararının kültür bitkilerinde %80 dolaylarında olduğu rapor edilmiştir (Sasser, 1978).

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Bitki Su Ekstraktları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Malik ve ark. (1988), gerçekleştirmiş oldukları petri çalışmalarında, domuz pıtrağı *Xanthium strumarium* L. (Asteraceae) fidelerinin yapraklarındaki uçucu yağların, kök ve gövdesinden elde edilen sulu bitki ekstraktların ve saflaştırılmış uçucu yağlarının *M. incognita*'nın ikinci dönem larvalarında değişik oranlarda ölüme neden olduğunu saptamışlardır.

Akhtar ve Mahmood (1993), gerçekleştirmiş oldukları saksı çalışmasında çıplak domates köklerine uygulanan Neem (*Azadirachta indica*), Hintyağı (*Ricinus communis*), roket salatası (*Eruca sativa*), hardal (*Brassica juncea*) gibi bazı bitki yağlarının ve bitki su ekstraktlarının domates bitkisinde *M. incognita* tarafından oluşturulan kök ur oluşumunu engellediğini ve bitki gelişimini artırdığını belirtmişlerdir.

Korayem ve ark. (1993), ise gerçekleştirmiş oldukları laboratuvar çalışmasında, *Punica granatum*, *Thymus vulgaris* ve *Artemisia absinthium* bitkilerinin kabukları ve yaprakları kullanılarak hazırlanan standart su solüsyonlarının *M. incognita* 2. dönem larvalarına uygulanmasından 72 saat sonra %100 oranında ölüm elde edildiğini, aynı bitkilerin yarı yarıya saf su ile seyreltilmiş solüsyonlarının ise, aynı süre sonunda sırasıyla %100, %77.3 ve %72.7 oranında ölüm meydana getirdiğini ifade etmişlerdir.

Philip ve ark. (1993), gerçekleştirmiş oldukları laboratuvar ve arazi çalışmalarında, nematisit etkisi denenilen bitkilerden olan *Carica papaya*, *Euphorbia synadenium*, *Calotropis gigantea* ve *Sesamum indicum*'un %10'luk konsantrasyonlarının yumurta açılımını baskı altına aldığını ve yapraklarının dut bahçelerinde yeşil malç olarak kullanıldığında kök-ur nematodlarından dolayı meydana gelen ur miktarlarını azalttığını bildirilmişlerdir. Hatta *C. papaya* ve *E. synadenium*'un %10'luk konsantrasyonu uygulandıktan 48 saat sonra sırasıyla %100 ve %96 oranında 2. dönem larva ölümleri (L2) oluşmuştur ki, bu oran nematod popülasyonunun kontrolü için oldukça yüksek bir değer olduğunu bildirmişlerdir.

Liebanas ve Castillo (2004), Güney İspanya’da gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, *M. arenaria* ırk 2, *M. incognita* ırk 1 ve *M. javanica*’ya karşı mücadelede sera koşullarında altı adet lahanagil bitki türü (*Brassica carinata*, *B. rapa*, *Eruca vesicaria*, *Moricandia moricandioides*, *Raphanus sativus* ve *Sinapis alba*) örtü bitkisi ve bitki ekstraktı olarak denemeye almışlar ve kullanılan lahanagil bitkilerinin kök-ur nematodlarını çeşitli oranlarda baskı altına aldığı ve bitki kök gelişimini olumlu bir şekilde artırdığını ortaya koymuşlardır.

Siddiqui ve ark. (2005), *Asteraceae* familyasına ait *Gaillardia aristata*, *Cosmos bipinnatus*, *Helianthus annuus*, *Tagetes erecta*, *Tagetes patula*, *Chamomilla recutita*, *Matricaria discoidea*, *Calendula officinalis*, *Zinnia elegans* bitkilerinin bitki veya kök ekstraktlarının *M. javanica*’nın yumurta ve larvalarına karşı öldürücü etkileri araştırmışlardır. *M. javanica* larvalarında en yüksek ölümün *T. erecta* bitkisinin üst kısımlarının uygulanmasıyla olduğunu bildirmişlerdir.

Bello ve ark. (2006), Nijerya’da gerçekleştirdikleri bir petri çalışmasında ise, *M. incognita*’nın yumurta paketlerine karşı beş farklı bitkinin (*Tamarindus indica*, *Cassia siamea*, *Isobertinia doka*, *Dolnix regia* ve *Cassia sieberiana*) yaprak ve kabuklarından elde edilen bitki su ekstraktlarının etkilerini laboratuvar koşullarında petri denemeleri olarak ortaya koymuşlardır. Söz konusu bitki ekstraktları 1:2, 1:10 ve 1:100 konsantrasyonlarında 500 *M. incognita* yumurtasına karşı 5 cm çapındaki petrilere uygulanmıştır. 3, 6, 12, 24, 48 ve 96 saat sonra sayımlar yapılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan bitkilerin ekstraktlarının değişik oranlarda kök-ur nematodu yumurtalarına karşı etkili olduklarını vurgulamışlardır.

Tariq ve ark. (2006), Pakistan’da yapılan diğer bir çalışmada fasulye ve bamya bitkilerinde zararlı olan *M. javanica*’ya karşı *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh bitkilerinin farklı parçalarından (gövde, yaprak ve pneumatophore) elde edilen bitki ekstraktlarını denemişlerdir. Çalışma sonucunda en etkili uygulamaların gövde ve yaprak kısımlarından elde edilen bitki ekstraktlarından elde ettiklerini vurgulamışlardır.

Taba ve ark. (2008), gerçekleştirdikleri bir çalışmada Okinawa adasında yaygın olarak bulunan 29 yabancı otun bitki ekstraktlarını *M. incognita*'ya karşı denemişlerdir. Ümitvar olan bitki ekstraktlarının elde edildiği bitkilerin, *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff, *Hydrocotyle dichondroides* Makino, *Oxalis corymbosa* D.C., *Oxalis corniculata* L. ve *Stenactis annus* (L.) olduğunu bildirmişlerdir.

Kaşkavalcı ve Civelek (2009), gerçekleştirmiş oldukları saksı ve sera çalışmalarında, *Euphorbia myrsinites* L. (Euphorbiaceae) ve *Urginea maritima* L. (Liliaceae)'nin su ekstraktlarının domates bitkilerinde *M. incognita* (Nematoda: Heteroderidae) zararını kontrol altına alma etkilerini araştırmışlardır. Denemeler, iklim odalarında ve sera koşullarında olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Hem laboratuvar hem de sera denemelerinin sonuçları birbiriyle paralellik göstermiştir. Uygulama yapılmayan pozitif kontrol ile kıyaslandığında, toprağa uygulanan ekstraktların tüm konsantrasyonları (1:100, 2:100 ve 4:100 hacim hacim⁻¹), köklerde *M. incognita*'nın neden olduğu ırlanmayı azaltmış ve serada domates verimini artırmıştır. Her iki ekstraktın en yüksek konsantrasyonlarının (4:100 hacim hacim⁻¹) *M. incognita*'yı kontrol etme etkililiği, kimyasal pozitif kontrole (Oxamyl) yakın değerlere sahip olmuştur. *U. maritima*'nın en yüksek konsantrasyonu *E. myrsinites* ekstraktlarından daha üstün bulunmuştur. Bu iki bitkinin sulu ekstraktları kök-ur nematodlarının domates bitkisindeki zarar oranını azalttığını bildirmişlerdir.

Claudius-Cole ve ark. (2010), laboratuvarında gerçekleştirdikleri bir petri çalışmasında kök-ur nematodu *M. incognita* ırk 2'ye karşı bazı bitkilerin bitki su ekstraktlarının yumurta açılımlarına ve ikinci dönem larvalarına karşı etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada *Ocimum gratissimum*, *Azadirachta indica*, *Vernonia amygdalina* ve *M. oleifera* bitkileri kullanılmıştır. Kullanılan bitkilerin bitki su ekstraktlarının yumurta açılımına %40-63.70 etki gösterirken, ikinci dönem larvalara karşı 72 saat sonra gerçekleştirilen canlı-ölü sayım sonuçlarına göre %82-93.8 oranlarında etkilere sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Douda ve ark. (2010), Çek Cumhuriyeti'nde gerçekleştirdikleri bir çalışmada kök-ur nematodlarından *M. hapla*'ya karşı bazı bitki ekstraktlarını [tatlı fesleğen (*Ocimum*

basilicum), tarla nanesi (*Mentha arvensis*), Meksika kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), neem ağacı *Azadirachta indica*, güvey otu (*Origanum majorana*)] havuç bitkisi dikilmiş saksılarda denemişler. Çalışma sonucunda kullanılan bitki ekstraktlarının değişik oranlarda ırlanmaya ve yumurta sayısına etkili olduğunu kaydetmişlerdir. Araştırmacılar ümitvar sonuçlar elde etmekle birlikte çalışmaların *in vivo* koşullarda tarla koşullarında yenilenmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Bashir ve ark. (2014), Nijerya’da domates bitkisinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada *M. oleifera* L. bitkisi kurutulmuş yaprakları kullanılarak elde edilen 5 farklı bitki su ekstraktı dozu (%100, %80, %60, %40 ve %20) uygulamalarının domates bitkisinde bazı gelişim ve büyüme parametrelerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kontrol uygulamasına göre en etkili uygulamanın stok solüsyon olarak hazırlanan (50 g kuru yaprak / 200 ml saf su = %100) uygulamasında daha fazla çiçek sayısı, yaprak sayısı, bitki boyu ve daha fazla yan dal oluşumu ile daha kaliteli ve sağlıklı verim değerlerinin elde edildiğini vurgulamışlardır.

Murslain ve ark. (2014), Pakistan’da gerçekleştirdikleri bir çalışmada patlıcan bitkisinde zararlı olan kök-ur nematodu *M. incognita*’ya karşı *M. oleifera* bitkisi yaprakları kullanılarak hazırlanan bitki su ekstraktlarının 3 farklı uygulama konsantrasyonunda ($S_0=25$ g/250 ml su, $S_0/2$ ve $S_0/4$) ve *Trichoderma harzianum* ile birlikte ve tekli uygulamalarının *in vitro* ve *in vivo* koşullarındaki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, elde edilen verilere göre topraktaki kök-ur nematodu ikinci dönem larva sayısı, köklerde oluşan gal sayılarını baskılamada ve bitki gelişimi ve büyüme parametrelerine olan pozitif etkilerinden dolayı (S_0) uygulaması ile *Trichoderma harzianum* uygulamalarının bitki yokken önce toprağa birlikte uygulanmasının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğunu vurgulamışlardır.

El-Nagdi ve Youssef (2015), Mısır’da gerçekleştirilen bir saksı çalışmasında şeker pancarında (*Beta vulgaris* L.) zararlı kök-ur nematodu *M. incognita*’ya karşı bazı bitkilerin farklı kısımlarından elde edilen bitki su ekstraktlarının %5’lik konsantrasyonlarının *Hyphaene thebaica*, *Punica granatum*, *Stevia rebniana*, *M. oleifera* ile *Micronema* 0.5 ml/saksı (*Serratia* sp., *Pseudomonas* sp., *Azotobacter* sp.,

Bacillus circulans ve *B. thuringiensis*) adında özel olarak hazırlanmış bir biopreparatın etkinliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda sırasıyla pozitif kontrole göre gerçekleştirilen uygulamaların saksı toprağındaki kök-ur nematodu ikinci dönem larva popölasyonlarına karşı baskılayıcı etkilerini sırasıyla %67.2, %83.7, %76.7, %85.0 ve %88.5 olarak tespit etmişlerdir.

Feyisa ve ark. (2015), Etiyopya’da yapmış oldukları bir çalışmada kök-ur nematodu *M. incognita*’nın ikinci dönem larvalarına (L2) karşı bazı bitkilerin tohum ve yaprak su ekstraktlarının nematisidal etkileri ve *Trichoderma harzianum* içerikli bir biopreparatın %5’lik konsantrasyonunun *in vitro* ve *in vivo* koşullarındaki etkinliğini araştırmışlardır. Denemede kullanılan bitkiler olarak kolza tohumu (*B. napus* L.), mine alıısı (*L. camara* L.), Afrika kadife ieğı (*Tagetes erecta* L.) ve yalancı tespih ağıacı (*A. indica* L.) bitkilerinin %10’luk ve %5’lik bitki su ekstraktlarının etkileri araştırılmıştır. 24, 48, 72 saat sonucunda elde edilen canlı-ölü sayımlarına göre sırasıyla %10’luk konsantrasyon uygulamalarında kolza tohumu uygulamasında (%84.7), mine ieğı uygulamasında (%87), Afrika kadife ieğı uygulamasında (%86.3) ve yalancı tespih ağıacı yaprağı uygulamasında (%85) etki tespit edilmiştir. %5’lik konsantrasyon uygulamasında ise sırasıyla 72 saat sonunda (%75, %62, %73 ve %70) etkiler tespit edilmiştir. *In vivo* koşullarda gerçekleştirilen çalışmalarda ise en iyi toprakta kök-ur nematodlarının 2. dönem larva popölasyonlarını baskılaması açısından *L. camara* %10’luk bitki su ekstraktı ile *Trichoderma harzianum* içerikli bir biopreparatın %5’lik uygulama konsantrasyonunun birlikte kombine uygulamalarından elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Matthew (2016), Nijerya Ekiti Üniversitesinde gerçekleştirilen bir saksı çalışmasında, biber bitkisinde *M. oleifera* L. yaprak su ekstraktlarının %10’luk ve %5’lik konsantrasyonlarındaki yapraktan ve kök bölgesine topraktan uygulamalarının biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde yer alan bazı büyüme ve gelişme parametrelerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yapraktan uygulanan %5’lik uygulama dozunun diğere uygulamalara göre biber bitkisinde yüksek kök gelişimi ile daha fazla sayıda verim değereğine sahip olduğunu tespit etmiştir.

Kepenekci ve ark. (2017), bu çalışmada, biber (*Capsicum frutescens* L.), ban otu (*Hyoscyamus niger* L.) (Solanaceae), pıtrak (*Xanthium strumarium* L.), civanperçemi (*Achillea wilhelmsii* C. Koch) (Asteraceae) ve tespih ağacı (*Melia azedarach* L.) (Meliaceae) bitkilerinden elde edilen ekstraktların 3 farklı konsantrasyonunun (%3, %6 ve %12) kök-ur nematod (*M. incognita* ırk 2 ve *M. arenaria* ırk 2)'larına karşı etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında domates fidelerinin köklerine, *M. incognita* ve *M. arenaria*'ya ait 1000 larva (L2) ve 3000 yumurta ile birlikte bitkisel ekstraktlar uygulanmıştır. Denemeler sonunda; *M. arenaria*'nın yumurta açılımına *H. niger*'in %12 (14.8 ± 4.4) ve *X. strumarium*'un %12 (15 ± 4.6)'lik konsantrasyonları etkili bulunmuş, *M. incognita*'nın yumurta açılımına ise *X. strumarium*'un %12 (11.4 ± 5.1)'lik konsantrasyonu etkili olduğu belirlenmiştir. *M. arenaria* ve *M. incognita*'nın L2'lerine karşı *M. azedarach*'ın %12 (7.4 ± 3.4 ve 7.4 ± 2.5 sırasıyla)'lik konsantrasyonunun etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Kepenekci ve ark. (2017), gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, organik preparat, susam yağı (Devalone® EC), bitkisel yağ, hintyağı (*Ricinus communis*) ve bazı mikrobiyal gübrelerin [(*Myrothecium verrucaria* strain AARC-0255 (Inferno® DF), Endomycorrhizal (VAM) fungi *Glomus* spp. (Endo Roots Soluble® SP), *Paecilomyces lilacinus* strain PL1 (Bionematon® SL)] Bruno çeşidi kivi çöğürlerinde zararlı olan kök-ur nematodu (*M. incognita*)'na karşı nematisidal etkilerini belirlemek amacıyla Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yalova) serasında 2013-2014 yıllarında saksı denemesi şeklinde yapılan çalışmada Fenamiphos etken maddeli (Nemacur® EC 400) nematisit kontrol ilacı olarak kullanılmış ve denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 2 tekrarlı 7 karakter ve 10 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemedeki tüm uygulamalarda ur skala değerleri ve topraktaki kök-ur nematodu 2. dönem larva sayılarına göre üreme oranı belirlenmiştir. Deneme sonucunda kontrolle göre kök-ur nematodu *M. incognita*'ya karşı en iyi nematisidal etkiler sırasıyla %77.92, %73.61, %61.03 ve %55.55 olarak hintyağı bitkisi özütü (*Ricinus communis*)'nün 400 ml/5 L konsantrasyonu ve *Paecilomyces lilacinus* strain PL1 (Bionematon® SL) 75 ml/5 L konsantrasyonundan elde etmişlerdir.

Sidhu ve ark. (2017), Hindistan’da gerçekleştirdikleri bir çalışmada bamyada (*Abelmoschus esculentus* L.) zararlı olan kök-ur nematodu *M. javanica*’ya karşı bazı alternatif mücadele olanaklarının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmalar *in vitro* ve *in vivo* koşullarda sürdürülmüştür. Çalışmada *Datura stramonium* L. bitkisinin hazırlanan stok %20’lik yaprak su ekstraktları değişik konsantrasyonlarda saf su ile seyreltilerek (1/5, 1/10, 1/20, 1/40 ve 1/80) ön petri çalışmaları denemişlerdir. Petri çalışmaları sonucunda elde edilen sonuçlara göre 72 saat sonunda en etkili uygulamaların 1/5 ve 1/10 konsantrasyon dozlarında sırayla %75.92 ve %61.12 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmanın ikinci aşamasında saksı çalışmalarında *in vivo* koşullarda *Trichoderma viride* yararlı fungusu (5 g/kg, 10 g/kg, 15 g/kg ve 20 g/kg) dozunda ve *A. indica* yaprakları her bir kg saksı toprağı başına (10 g/kg, 20 g/kg, 30 g/kg ve 40 g/kg) dozunda uygulamışlardır. Saksı çalışmaları sonucunda en etkili uygulamaların sırasıyla *Trichoderma viride* 20 g/kg uygulama dozunda topraktaki ikinci dönem larva sayısını %51.80 oranında azaltırken, *A. indica*’nın 40 g/kg dozun uygulanmasında %63.83 oranında pozitif kontrol uygulamasına göre ölüm oranları saptamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre her üç uygulamanın yüksek dozlarının da kök-ur nematodları ile alternatif mücadelede kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

2.2. Nano Katkılı Bitki Ekstraktları ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Ardakani (2013), gerçekleştirmiş olduğu *in vitro* laboratuvar çalışmalarında bazı nanoelement partikül katkı AgNPs ve TiO₂ uygulamalarının kök-ur nematodu *M. incognita* ikinci dönem larvalarına (L2) karşı etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda tüm nanoelement katkı uygulamaların pozitif uygulamalarına göre kök-ur nematodu ikinci dönem larvalarını %100 öldürdüğünü bildirmiştir. Yapılan saksı çalışmasında ise, 200, 400 ve 800 mg/lt uygulamalarının domates köklerindeki ırlanma miktarlarını değişik oranlarda azalttığı fakat SiO₂ hariç diğer uygulamalarının domates kök gelişimini negatif kontrol uygulamasına göre azalttığını bildirmiştir.

Cromwell ve ark. (2014), Amerika Birleşik Devletleri Teksas’ta yer alan golf alanlarında yaygın olarak kullanılan Bermuda çim çeşitlerinde zararlı olan kök-ur nematodu *M. graminis*’nin mücadelesinde nanogümüş (AgNPs) uygulamalarının etkilerini

incelemişlerdir. Çalışmada oluşturulan 20 m²'lik parsellerde 4 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre nanogümüş uygulamalarının farklı dozlarını denemişlerdir. Çalışma sonucunda en etkili doz olarak 90.04 mg/m² uygulamasında toprakta yer alan kök-ur nematodu *M. graminis* ikinci dönem larva popülasyon yoğunluğunda pozitif kontrol uygulamasına göre %82-92 oranında azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca iki yıl boyunca Bermuda çimlerinde yaptıkları gözlemler sonucunda herhangi bir fitotoksik etkinin saptanmadığını rapor etmişleridir.

Cao ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada, Abamectin içerikli bir kimyasal nematisitin topraktaki etkinliğini ve dağılımını artırmak için kırmızı yonca nekrotik mozaik virüsü (RCNMV) kullanmışlardır. Öncelikle bitki virüsü bir tütün çeşidi olan *Nicotiana clevelandii* çeşidine aktararak çoğaltılmış ve daha sonra virüs bitki yapraklarından serolojik yöntemler kullanılarak elde edilmiştir. Nanogümüş katkı olarak üretilen bitki virüsü Abamectin etken maddeli ilacın etkinliğini artırmak için EDTA ve CaCl₂ nanopartikül katkı olarak üretilmiştir. Yapılan saksı denemesi çalışmalarına göre bitki virüsü kullanılarak zenginleştirilmiş Abamectin formülasyonu domateste kök-ur nematodu *M. hapla* zararını büyük oranda baskılamış ve nematisidin topraktaki dağılım etkinliğini uzun süre etkili olacak şekilde artırmıştır.

Abdellatif ve ark. (2016), Mısır'da gerçekleştirilen bir saksı çalışmasında, patlıcanda (*Solanum melongena* L.) zararlı kök-ur nematodu *M. javanica*'ya karşı Kızıldeniz'den toplanarak elde edilen iki tür deniz yosunun (*Ulva lactuca* ve *Turbinaria turbinata*)'nın değişik konsantrasyonlarında (17 mg 100 ml⁻¹, 12.75 mg 100 ml⁻¹, 8.5 mg 100 ml⁻¹ ve 4.25 mg 100 ml⁻¹) nanogümüş partikül katkı uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda bitkiler 45 gün sonunda hasat edilerek değerlendirmeye alınmış ve değerlendirme sonucunda en etkili uygulamanın nanogümüşün yeşil sentezi sonucunda elde edilen 17 mg 100 ml⁻¹ *Ulva lactuca* uygulamasında topraktaki ikinci dönem kök-ur nematodunu popülasyon oranının pozitif kontrol uygulamasına göre %69.44 oranında azaldığını ve bitki köklerindeki ırlanmanın daha az oranda görüldüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca kök-ur nematodları ile mücadelede makro ve mikro deniz yosunlarından elde dillecek ekstraktlarının nanogümüş katkı olarak yeşil sentez üretimlerinin bitki paraziti

nematodlarla mücadelede kimyasal nematisitlere karşı alternatif olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Maggie ve ark. (2016), gerçekleştirmiş oldukları laboratuvar ve saksı çalışmalarında ilk aşama olarak öncelikle laboratuvar şartlarında iki farklı etken maddeli nematisit (fenamiphos ve oxamyl) ile polyvinylpyrrolidon (PVP) katkılı nanogümüş nitrat bileşiğinin (AgNPs) kök-ur nematodu *M. incognita*'ya karşı 3 farklı konsantrasyondaki (%25, %50 ve %90) etkinliğini petri çalışması şeklinde her bir petride 500 juvenile içeren kök-ur nematoduna karşı 3 tekerrürlü olacak şekilde denemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen 24, 48 ve 72 saatlik ölüm oranı sayım sonuçlarına göre 72 saat sonunda sırasıyla oxamyl uygulamasının en yüksek dozunda %100, fenamiphos uygulamasının en yüksek dozunda %98, gümüş nanopartikül uygulamasının en yüksek dozunda %95 ve polyvinylpyrrolidon (PVP) uygulamasının en yüksek dozunda %88 ölüm oranlarını tespit etmişlerdir. Çalışmanın ikinci aşaması olarak gerçekleştirmiş oldukları saksı çalışmalarında ise bitki başına 1000 adet *M. incognita* larvası ile bulaştırılan domates bitkisinde iki farklı etken maddeli nematisit (fenamiphos ve oxamyl) ile yarım doz nanogümüş katkılı kombinasyonlarının birlikte uygulamalarında topraktaki 2. dönem larva popülasyonu sayısı, ırlanma oranı ve bitki gelişim parametreleri açısından en etkili sonucun tavsiye edilen fenamiphos dozunun yarısı ile nanogümüş partikül (1:1) ile birlikte kombinasyon uygulamasının olduğunu bildirmişlerdir.

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* kök-ur nematodu türünün ikinci dönem larvalarına 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.

Taha ve Abo-Shady (2016), laboratuvar koşullarında gerçekleştirmiş oldukları petri çalışmasında bazı entomopatojen nematod türlerine karşı (*Heterorhabditis indica*, *Steinernema arenarium* ve *S. abbasi*) değişik dozlardaki (1500 ppm, 500 ppm, 200 ppm, 40 ppm ve 20 ppm) nanogümüş uygulamalarının (AgNP) yararlı entomopatojen nematodlar (EPN) üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Canlı ölüm sayımlarını (1., 2., 3., 4. ve 5. günlerde) gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda uygulanan nanogümüş konsantrasyon dozlarına ve zaman bağlı olarak en fazla ölüm oranları (1500 ppm ve 500 ppm) dozlarında 5. gün sayımlarında *S. arenarium* ve *S. abbasi* entomopatojen nematodlarında görülürken en az ölüm oranları *H. indica* entomopatojen nematodunda tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçların entomopatojen nematodlarla simbiyotik yaşayan bakterilerin ve bazı entomopatojen nematod türlerinin nanogümüş uygulamalarına karşı dirençli olduklarını ve aynı zamanda düşük dozlarda yapılan uygulamalarda EPN'lerin nanogümüş uygulamalarından etkilenmediklerini ve entomopatojen nematodlarla birlikte nanogümüş içeren bitki ekstraktlarının düşük dozlarının birlikte kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Taha (2016), gerçekleştirmiş olduğu petri çalışmalarında, tek başına sadece nanogümüş partiküllerinin kök-ur nematodu *M. incognita* ikinci dönem larvalarına karşı toksik etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla önce petri denemelerinde nanogümüş partiküllerinin (AgNPs) 20, 40, 200, 500 ve 1500 ppm ml⁻¹ dozlarının etkinliğini çalışmıştır. İlk gün sayımlarında 200 ppm ml⁻¹ uygulamasında %52 ölüm oranı görülürken 500 ppm ml⁻¹ uygulamasında %51 ölüm oranı tespit etmiştir. 72 saat sonundaki sayımlarda ise sırasıyla 200 ppm, 500 ppm ve 1500 ppm ml⁻¹ dozlarında %89, %93 ve %96.5 ölüm oranlarını saptamıştır. Saksı 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.

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 kök-ur nematodu *M. incognita*'ya karşı araştırmışlardır. Çalışmada, *A. indica*'nın (1 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm ve 10 ppm) AgNO₃ içeren %5'lik yaprak su ekstraktlarının ve *C. longa*'nın (0.01

ppm, 0.03 ppm, 0.05 ppm, 0.07 ppm ve 0.1 ppm) AgNO₃ içeren %2.5'luk bitki su ekstraktlarını her bir petride 200 adet yer alan kök-ur nematodu ikinci dönem larvalarına karşı 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 (AgNO₃) içeren %5'lik uygulama dozunda elde ettikleri ve sırasıyla nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının LC₅₀ değerlerinin 6.22 mg L⁻¹ ve 0.54 mg L⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir.

Sharma ve ark. (2017), gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarda, bamya (*Abelmoschus esculentus* L.) bitkisinde zara yol açan kök-ur nematodu *M. incognita*'nın zararını engellemek için gerçekleştirilen *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda, 2 mM FeSO₄ nano Fe parçacıklarının seçilmiş bakteri izolatu (*Stenotrophomonas maltophilia* KBS 2.4) süpernatant çözeltisi ile sentezlenen farklı demir nanoparçacık konsantrasyonları (20 ile 120 mg/ml)'nın kök-ur nematodu *M. incognita*'ya etkilerini araştırmışlardır. *In vitro* deneylerde 10 saat sonunda değişik konsantrasyonlardaki (20 ile 120 mg ml⁻¹) nanodemir partiküllerinin kök-ur nematodu 2. dönem larvalarını (J2) %99 oranında öldürdüğünü tespit etmişlerdir. *In vivo* çalışmalarda ise bamya fideleri 100 adet bitki başına olmak üzere *M. incognita* 2. dönem larvası ile bulaştırılmış ve en yüksek doz olan 120 mg/ml dozunda uygulamadan 30 ve 40 gün sonra topraktaki larva popülasyonu kontrol uygulamasına göre %88 oranında azalmış olduğunu tespit etmişlerdir. Düşük doz uygulamasında 20 mg ml⁻¹'da az sayıda popülasyon varken en etkili uygulama olarak 120 mg L⁻¹ uygulaması kaydedilmiştir. Uygulama yapılan bamya bitkilerinde herhangi bir fitotoksite de gözlenmemiştir.

Soliman ve ark. (2017), Mısır'da gerçekleştirmiş oldukları *in vitro* çalışmalara göre, kök-ur nematodu *M. incognita*'nın 2. dönem larvalarına (L2) ve yumurta açılımlarına karşı *Artemisia judaica* L. bitkisi kullanılarak sentezledikleri nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının değişik konsantrasyonlardaki nematisidal (125, 250, 500 ve 1000 µg m⁻¹) etkilerini laboratuvar koşullarında incelemişlerdir. Nanoparçacıkların yeşil sentezi, bitkilerin ham özütlerini güvenli ve çevre dostu pestisit alternatifleri olarak etkili bir şekilde kullanan yeni bir teknolojidir. Bu çalışma ile *A. judaica* L. bitki ekstraktı kullanılarak sentezlenen gümüş nanoparçacıkları (Ag-NP) karakterizasyonu UV-Visible

spektrofotometrisi ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca, ekstraktların fitokimyasal içerikleri ve (Ag-NP) formülasyonları, gaz kromatografi-kütle spektroskopisi (GCMS) ile karakterize edilmiştir. Çalışma sonucunda, kullanılan konsantrasyon dozlarının artış oranlarına paralel olarak yeşil sentez olarak sentezlenen nanogümüş katkılı *A. judaica* bitkisinin nanogümüş partikül içeren bitki ekstraktlarının kök-ur nematodu *M. incognita*'nın 2. dönem larva popülasyonlarına ve yumurta açılımlarına yüksek oranda etkili olduklarını bildirmişlerdir. Aynı zamanda doğal bitki özlerinin kullanılarak sentezlenen gümüş nanoparçacıklarının, güvenli, etkili ve uygun fiyatlı nematosis alternatifleri üretmek için uygun bir yöntem olarak düşünülebileceğini vurgulamışlardır.

Ahmed ve Bahig (2018), gerçekleştirdikleri saksı çalışmasında biyolojik olarak ve kimyasal olarak gümüş nitrat ile zencefil (*Zingiber officinale*) rizomu sulu ekstresi ve sodyum borohidrid ile kimyasal nanogümüş 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* 2000 L2 bitki⁻¹ ile inokule edilmiş domates bitkisinde denemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre zencefil (*Zingiber officinale*) bitkisi kullanılarak elde edilen biyolojik (yeşil) sentezin 1 mM dozu diğer uygulamalara ve kontrol uygulamasına göre topraktaki kök-ur nematodu 2. dönem larva popülasyon sayısını, köklerdeki gal ve yumurta sayısını azalttığını tespit etmişlerdir. Bitki gelişim parametreleri açısından incelendiğinde ise en yüksek bitki boyu ve bitki biyokütle değerlerinin 1 mM zencefil (*Zingiber officinale*) katkılı nanogümüş nitrat (AgNPs) uygulamasında elde edildiğini bildirmişlerdir.

Dura ve ark. (2018), yapmış oldukları çalışmada, *in vitro* koşullarda %1'lik *L. 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)) çeltik beyaz uç nematodu *Aphelenchoides besseyi* larvalarının ölüm oranları üzerine etkilerini belirlemek için yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrür ve dört karakterli olarak Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Nematoloji laboratuvarında petri çalışması şeklinde yürütülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre en yüksek larva ölüm oranları 72 saat sonunda 168 ppm uygulamasında (%97.5) kaydedilmiştir.

Khan ve Siddiqui (2018), Hindistan’da gerçekleştirilen bir çalışmada patlıcan (*Solanum melogena* L.) bitkisinde zararlı olan fungal hastalık *Phomopsis vexans*, bakteriyel hastalık etmeni *Rastonia solanacearum* ile patlıcan da büyük verim kayıplarına neden olan kök-ur nematodu *M. incognita* zararlısına karşı çinko oksit nanopartikül (ZnO NPs) uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada çinko oksit nanopartikül uygulaması 3 farklı şekilde (tohumla uygulama, bitkiye spreyleme şeklinde uygulama ve toprağa içme suyu ile birlikte uygulama) ve iki farklı dozda (100 ppm ve 200 ppm) denemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre en etkili uygulama karakterinin ve dozunun yapraktan 200 ppm uygulama dozunda spreyleme şeklinde gerçekleştirilen uygulama olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan gözlemler sonucunda 200 ppm uygulama dozunda patlıcan bitkisinde kök-ur nematodun dan dolayı köklerde oluşan gal sayısında azalma gözlemlendiği ve diğer hastalık etmenlerinde de kontrol uygulamasına göre değişik oranlarda hastalık şiddetlerinde azalmaların gözlemlendiği belirtmişlerdir. Ayrıca 200 ppm uygulama dozunda bitki büyüme gelişim parametrelerinde artışların gözlemlendiğini ve toplam klorofil miktarı ile toplam karotenoid miktarlarında önemli derecelerde artışların kaydedildiğini vurgulamışlardır.

Thakur ve ark. (2018), gerçekleştirdikleri laboratuvar ve saksı çalışmalarında altın nanopartiküllerinin (AuNPs) kök-ur nematodu *M. incognita*’ya karşı etkinliklerini araştırmışlardır. Petri denemelerinde 3 saat sonunda kök-ur nematodu *M. incognita* 2. dönem larvalarının (L2) %100 oranında altın nanopartikülleri (AuNPs)’nden etkilendiklerini ve öldüklerini tespit etmişlerdir. İkinci aşama olarak gerçekleştirdikleri saksı çalışmalarında ise uygulanan altın nanopartiküllerinin (AuNPs) domates bitkisindeki Kök-ur nematodu zararını ve köklerdeki urlanma miktarını azaltarak domates bitkilerindeki gelişme parametrelerine olumlu yönde etki ettiklerini belirlemişlerdir.

Dura ve ark. (2019), gerçekleştirmiş oldukları petri çalışmasında, buğday gal nematodu *Anguina tritici*’nin ikinci dönem larvaları (L2)’na karşı nanogümüş katkılı (AgNPs) *L. camara* L. (Lamiales: Verbenaceae)’nın su ekstraktını nematisidal etkinlik bakımından

değerlendirmişlerdir. Nanogümüş katkılı *L. camara* su ekstraktının 42 ppm (0.25 mM), 84 ppm (0.50 mM) ve 168 ppm (1 mM) nanogümüş katkılı konsantrasyonlarda ve 5 tekerrürlü olarak *in vitro* koşullarda denemişlerdir. 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. Nanogümüş katkılı *L. camara* su ekstraktının 168 ppm (1 mM) 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 araştırılmasının önem arz ettiğini vurgulamışlardır.

Kalaiselvi ve ark. (2019), bu çalışmada, gümüş nanopartiküllerin bir çeşit sütlegan otu olan *Euphorbia tirucalli* L. (Et-AgNP’ler) kullanılarak gerçekleştirilen yeşil sentezinin Kök-ur nematodu *M. incognita*’ya karşı nematisidal etkinlikleri *in vitro* ve *in vivo* koşullarda belirlenmeye çalışılmıştır. *M. incognita* kök-ur nematodu türüne karşı *E. tirucalli*’nin lateks ekstresi kullanılmıştır. Fiziko-kimyasal yeni sentezlenen Et-AgNP’lerin özellikleri UV-Visible spektroskopisi, Alan Emisyonu, Taramalı Elektron Mikroskopu (FE-SEM), Fourier-Transform, Infrared Spektroskopisi (FTIR) ve X-Işını Kırınımı (XRD) kullanılarak belirlenmiştir. Et-AgNP’lerin *M. incognita*’nın ikinci dönem larvalarına (L2) karşı farklı konsantrasyonlarda *in vitro* koşullarda (larva mortalitesi ve yumurta açılımı) nematisidal aktivitesi test edilmiştir. Sera saksı denemelerinde ise domates bitkisinde zarara neden olan *M. incognita*’ya karşı (köklerdeki ırlanma miktarını azaltma ve ürün koruması) etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen Bulgulara göre, Et-AgNP’lerin (L2)’ye öldürücü olduğunu ve ayrıca yumurtadan çıkmayı (*in vitro*) koşullarda inhibe ettiğini göstermişlerdir. 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 ikinci dönem larva popölasyonu sayılarının pozitif kontrol uygulamasına göre azaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, Et-AgNP’lerin *M. incognita*’nın mücadelesinde yardımcı

olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca sentetik kimyasal nematisitler için etkili bir alternatif olacağını vurgulamışlardır.

Sağlam Altinky ve ark. (2020), gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, *in vitro* koşullarda %1’lik *M. oleifera* L. (Brassicales: *Moringaceae*) 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 (0.50 mM) ve 168 ppm (1 mM)] kök lezyon nematodu *Pratylenchus thornei* larvalarının ölüm oranları üzerine etkilerini belirlemek için yürütmüşlerdir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrür ve beş karakterli olarak Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji Laboratuvarı (Kırşehir)’nda petri çalışması şeklinde yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek larva ölüm oranları 96 saat sonunda 168 ppm uygulamasında (%90.55) olarak tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini, kök-ur nematodu [*M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)] ile bulaşık saf “Rio Grande” domates kültürden ekstrakte edilmiş *M. incognita*’nın ikinci dönem larvaları (L2), sofralık sırık çeşidi domates (Şencan-9) fideleri ve Nanogümüş katkılı bitki ekstraktı sentezlenmesinde kullanılan %99.99 saflıkta Macron Fine Chemicals® Firmasına ait kimyasal (AgNO_3), ilaçlı kontrol (QL Agri 35 SL®) 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 ile Antalya ve Yalova illerinde yer alan ve kök-ur nematodları ile yoğun bulaşık olan domates seraları, çeşitli laboratuvar malzemeleri ve UV-Visible Spektrofotometre oluşturmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) saf kültürünün oluşturması ve denemelerde kullanılacak nematodların elde edilmesi

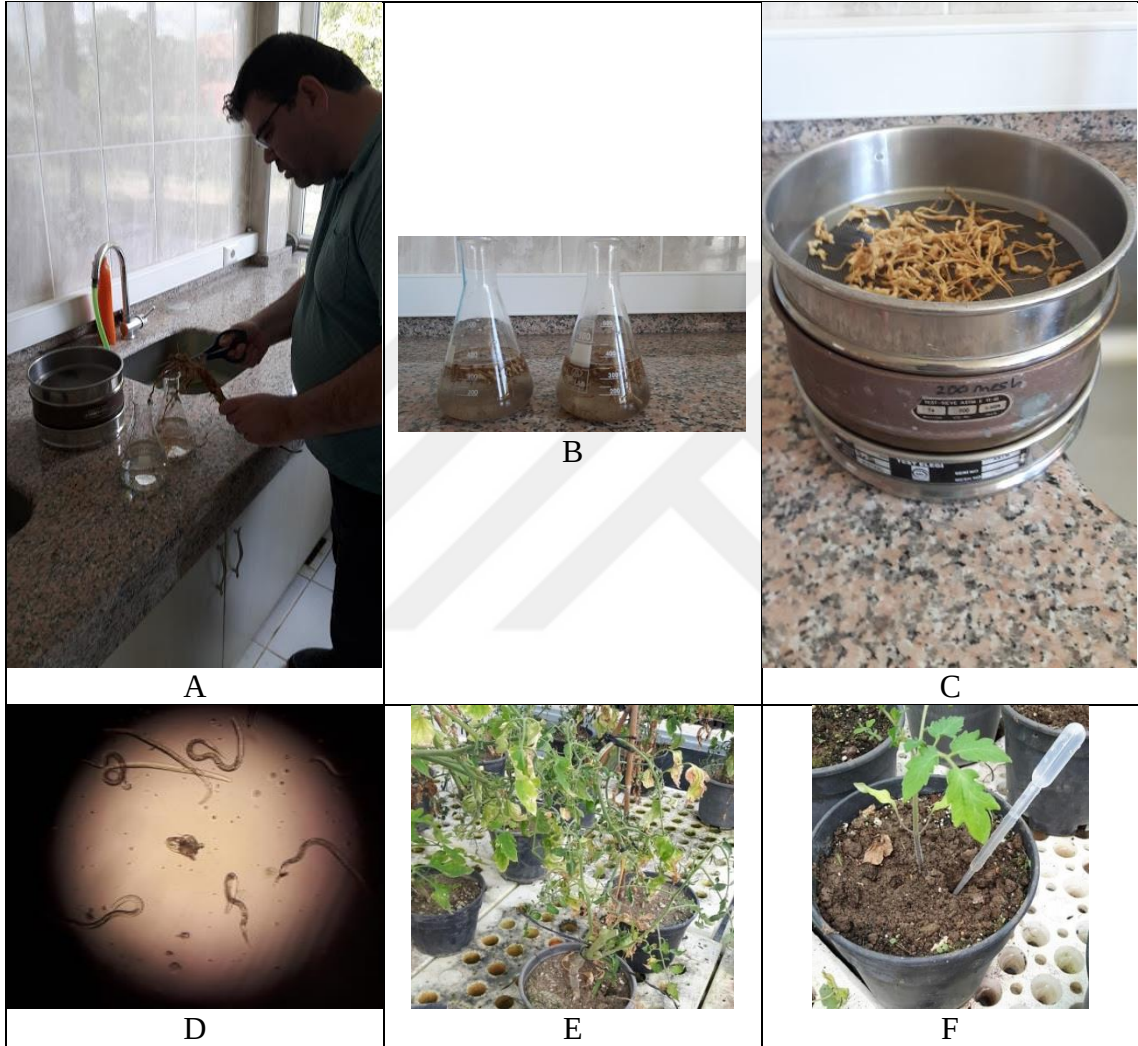
Kök-ur nematodu (*M. incognita*) saf kültürlerinin oluşturulması, yenilenmesi ve üretimi aşamasında nematod saf kültürünün oluşturulmasında kullanılmak üzere, kök-ur nematodlarına hassas olduğu bilinen “Rio Grande” çeşidi domates (*Solanum lycopersicum* L.) tohumları, $25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklığa sahip sera koşullarında steril toprak ve kum içeren saksılarda fide haline getirilmiştir. Fide haline getirilen domates bitkilerine Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (ABKMAEM) Bitki Sağlığı Bölümü Nematoloji Laboratuvarında bulunan *M. incognita* saf kültürü bulaştırılmıştır. Daha sonra urlu köklerden kök-ur nematodu 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 (Şekil 3.1). Daha sonra elde edilen urlu köklerden binoküler mikroskop altında yumurta kümeleri tek tek çıkartılarak saf kültürün oluşturulmasında kullanılmıştır (Melakeberhan, 1997). Saf kültürün devamının sağlanması için kök-ur nematoduna hassas "Rio Grande" domates tohumları kullanılmıştır. Tohumlar 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 tohumlar ekilmiştir. Viyoller 23±2°C'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. Tohumların şaşırtılacağı saksılarda kullanılan kum ve toprak karışımı iki kere 121°C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiş ve iki işlem arasında 24 saat beklenilmiştir (Smith ve Onions, 1994) ve her iki ayda bir saf kültürün devamının sağlanması için yeni domates fideleri ile düzenli olarak değiştirilmiştir.

Nematod yumurtalarını elde etmek üzere *M. incognita* ile bulaşık domates kökleri yıkanarak 1 litrelik kavanoz içine yaklaşık 1 cm uzunluğunda doğranarak konulduktan sonra üzerine 200 ml %0,525 yoğunlukta NaOCl çözeltisi eklenmiş ve ağzı kapatılarak 3,5 dakika çalkalanmıştır. Bu işlemden sonra 500 mesh (delik genişliği 25 µm)'lik elek üzerine yerleştirilmiş 200 mesh (delik genişliği 75 µm) elek üzerine kavanoz içindeki nematodlu NaOCl çözeltisi dökülerek elek temiz suyla durulanmış ve üstteki elek ayrıldıktan sonra alttaki elek üzerinde biriken kök-ur nematodu yumurtaları beherlere

alınmıştır (Hussey ve Barker, 1973). Elde edilen nematod yumurtaları gerektiğinde kullanılmak üzere buzdolabında +4°C’de muhafaza edilmiştir. Daha sonra elde edilen nematod yumurtaları inkübasyona bırakılmış ve yumurtadan çıkan 2. dönem larva (L2)’lar toplanmıştır. Elde edilen L2’ler aynı gün denemelerde kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Kök-ur nematodu (*M. incognita*) saf kültürünün oluşturulması çalışmaları ve saf kültürün devamının sağlanması (A, B, C, D, E ve F)

3.2.2. Laboratuvar çalışmaları

.Ekstraktların (*Brassica carinata*, *Moringa oleifera*, *Euphorbia helioscopia*, *Lantana camara* ve *Datura stramonium*) hazırlanması

Bitkisel su ekstraktların hazırlanması

Çizelge 3.1’de liste halinde verilen bitkiler ABKMAEM’de yer alan üretim seralarından ve peyzaj alanlarından çiçeklenme döneminde bitki yaprakları 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 aksamını oluşturan yaprakları 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 ekstraktları (%25) hazırlanmıştır (So). Daha sonra elde edilen ekstraktlar 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 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Ekstraktları çalışılacak bitkilerin bilimsel ve Türkçe adları ile toplandığı yerler

Türkçe Adlar	Bilimsel Adlar	Toplandığı Yer*
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)

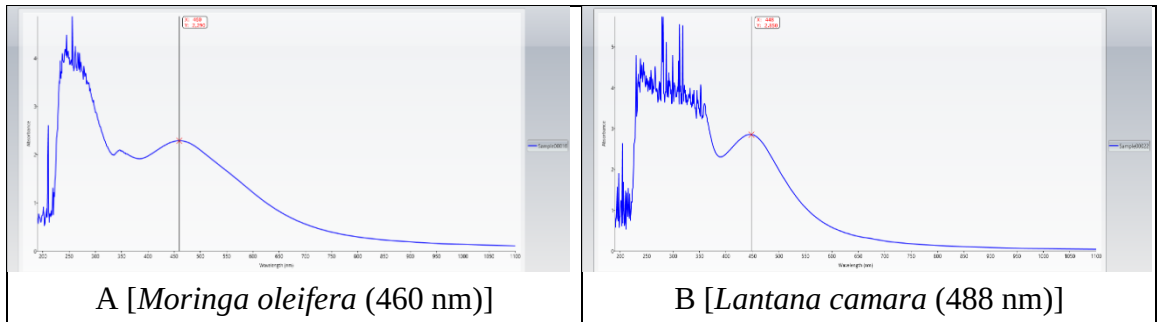
Çizelge 3.2. Kullanılan bitki ekstraktlarının okunan pH değerleri

Bitkiler	Bitki ekstraktı pH değerleri	Nano gümüş katkılı bitki ekstraktı pH değerleri*
<i>Lantana camara</i>	7.06	5.95
<i>Moringa oleifera</i>	5.32	4.92

*Gümüş Nitrat pH=3.01

Nanogümüş katkılı bitkisel ekstraktların hazırlanması aşamaları

Denemede AgNPs’li bitkisel ekstraktlar hazırlanırken en yüksek etkiye sahip (%63.20 ve %72.40) bitki su ekstraktları (sırasıyla *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 3.6) ve dijital pH metre ile ilk karışım anında ve 24 saat sonra pH ölçümleri yapılmıştır (Nartop, 2017) (Çizelge 3.2). Laboratuvar petri çalışmaları ile ilgili görseller Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.2. *Moringa* ve *Lantana* sentezlerinin UV-visible spektrometre okumaları (A, B)

Kök-ur nematodu (*M. incognita*)'na karşı ekstraktlarının *in vitro* (petri) etkinlik çalışmaları

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

Bu kapsamında ilk olarak bitkisel ekstraktların doz belirleme denemeleri 2 tekrarlı olacak şekilde kurulmuştur (ekstrakt-doz denemeleri). Bu çalışma için bütün ekstraktların So (%25), S₁ (%20), S₂ (%15), S₃ (%10), S₄ (%5), oranlarındaki konsantrasyonları kullanılmıştır. Nematod kültüründen, *M. incognita*'nın L2'leri 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 (- 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±2°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.

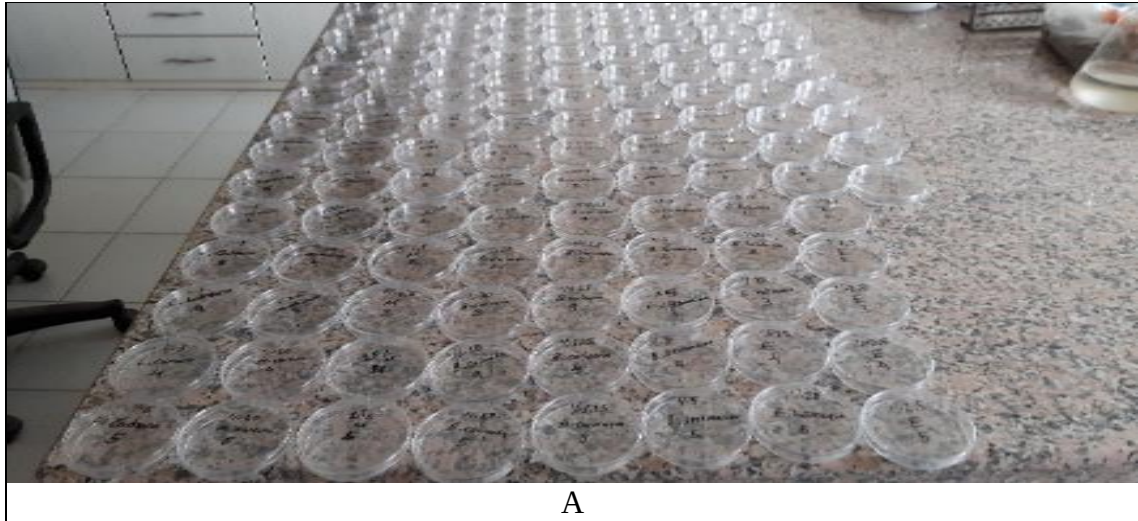
Bazı bitkisel (M. oleifera ve L. camara) nanogümüş partiküllü (AgNPs) sulu ekstraktların in vitro ortamında nematisidal etkileri

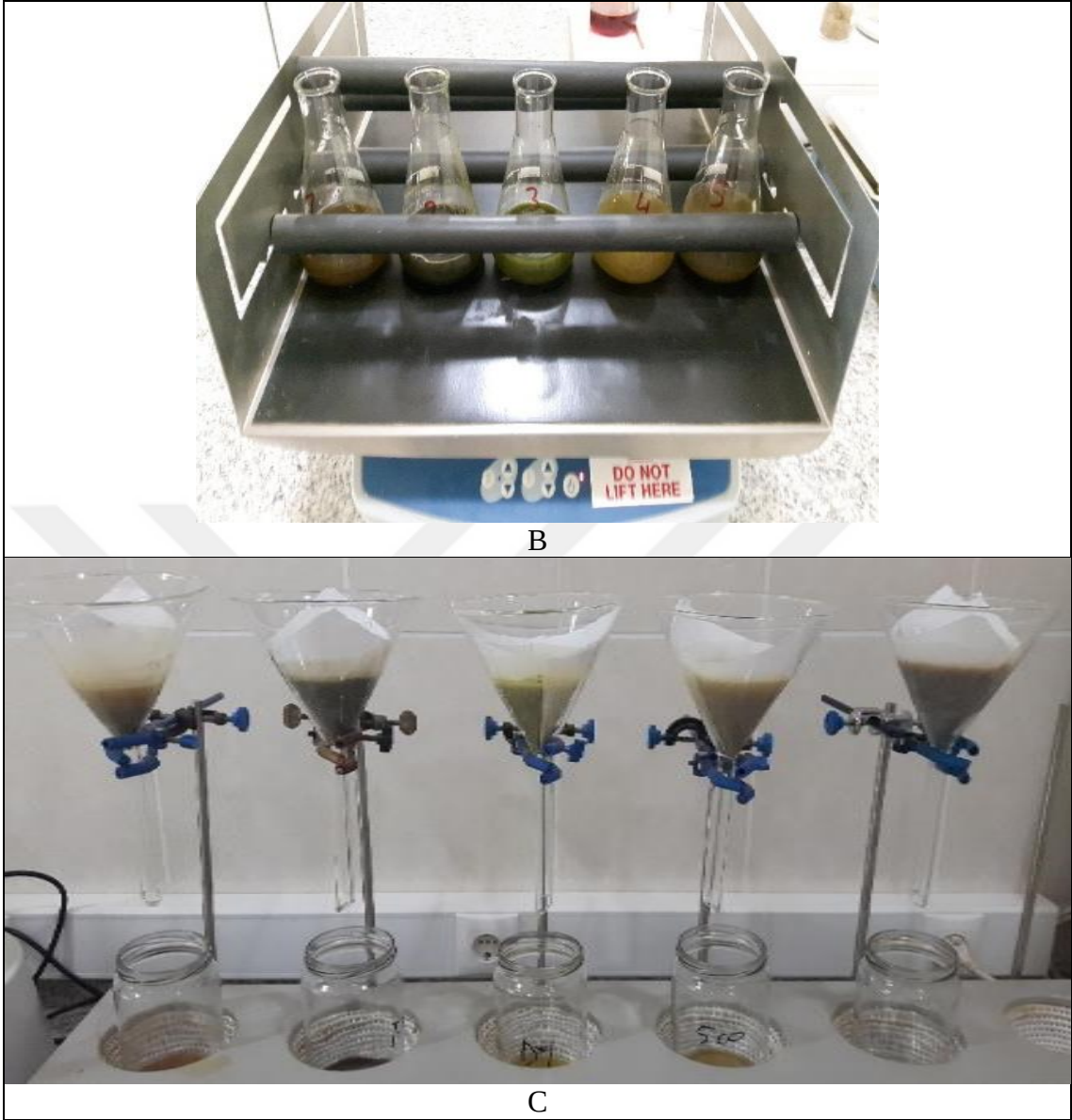
Denemelerde bitki su ekstraktları çalışmalarında elde edilen ölüm oranları dikkate alınarak en yüksek etkiye sahip (%63.20 ve %72.40) bitki su ekstraktları (sırasıyla *M. oleifera* ve *L. camara*) dozları nanogümüş katkılı olarak sentezlenmiş ve denemelerde kullanılmıştır. Denemeler bitki su ekstrakt denemelerinde olduğu gibi tesadüf parselleri

deneme desenine göre 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak laboratuvar koşullarında (*in vitro*) gerçekleştirilmiştir.

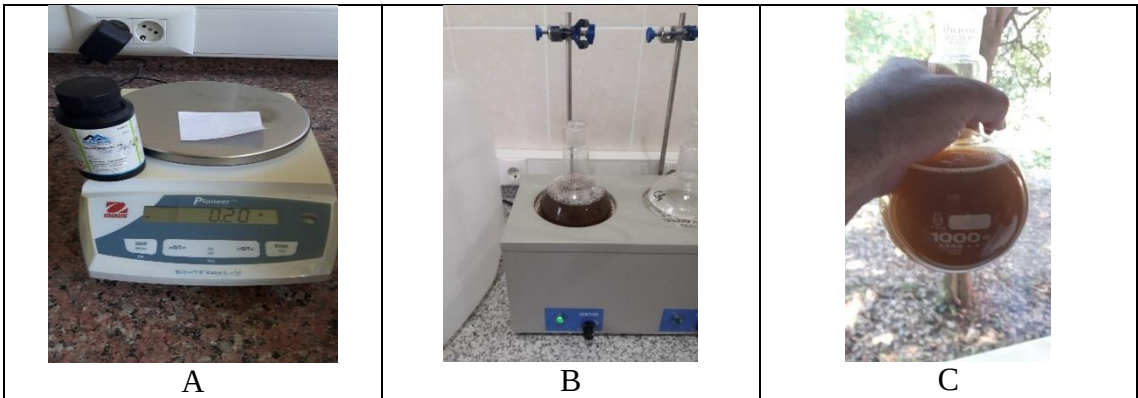


Şekil 3.3. Bitki su ekstraktlarının hazırlanması aşamaları (A, B ve C)

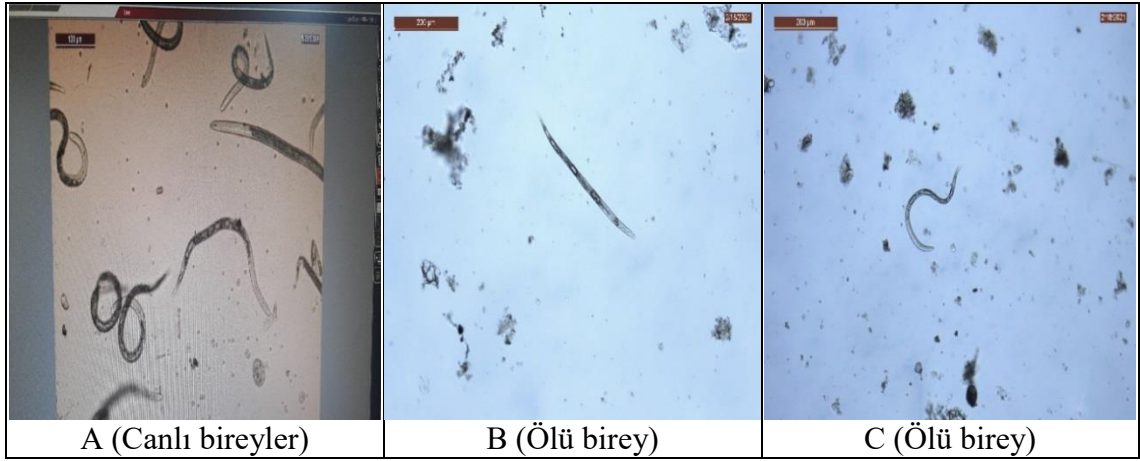




Şekil 3.4. Laboratuvar-petri (*in vitro*) çalışma aşamaları (A, B ve C)



Şekil 3.5. Nanogümüş partiküllü (AgNPs) sulu ekstraktların hazırlanması (A, B ve C)



Şekil 3.6. Nanogümüşlü bitki ekstraktlarının 2. dönem larvalara karşı etkisi (A, B ve C)

3.2.3. Sera-saksı çalışmaları

Nanogümüş katkılı bitkisel ekstraktların sera-saksı denemeleri ile etkin uygulama dozunun belirlenmesi

Nanogümüş katkılı bitki ekstraktları kök-ur nematodu bulaştırılmış saksılardaki domates (Şencan-9 cv.) fidelerine sera-saksı (ABKMAE serası) koşullarında uygulanmıştır. Kurulan saksı denemeleri sonucu ümitvar etkiyi gösteren nanogümüş katkılı konsantrasyonlar ortaya konulmuştur. Saksı denemeleri ile elde edilecek sonuçlar örtü altı domates yetiştiriciliği yapılan (Antalya ve Yalova illerindeki seralarda) ve kök-ur nematodları ile bulaşık doğa koşullarındaki sera çalışmalarına temel oluşturmuştur.

Öncelikle saksı toprakları otoklavda pastörize edilerek bütün etmenlerden arındırılmıştır. Çapı 20 cm, yüksekliği 18 cm olan 4.2 L hacme sahip yaklaşık 1 kg toprak harcı alan plastik saksılara sterilize edilen topraklar dikkatlice doldurulmuştur.

Saksılardaki bitkilerin kök-ur nematodları ile bulaştırılmasında ABKMAE Nematoloji laboratuvarında bulunan kök-ur nematodu (*M. incognita*)'na ait saf kültürden elde edilmiş L2 (*M. incognita*'nın 2. dönem larvaları)'ler kullanılmıştır. Bu amaçla saksıda bulunan fidelerin kök boğazına yakın 3 ayrı noktadan 3-5 cm derinliğe (1-2 L2 gram⁻¹ toprak

olacak şekilde konsantrasyon hazırlanmış) ve bitki başına 1000 adet olacak şekilde L2'ler verilmiştir (Melakeberhan, 1997).

Kök-ur nematodu ile bulaşık bitkilere nanogümüş katkılı bitki ekstratları ve konsantrasyonları sulama suyuyla uygulanmıştır. Deneme 2 bitki türünü (*M. oleifera* ve *L. camara*) içeren nanogümüş katkılı ekstraktın etkili dozları 200 ppm, 100 ppm ve 25 ppm ve 0 (distile su), negatif kontrol (nematod verilmemiş), pozitif kontrol (sadece nematod verilmiş) ve ilaçlı kontrol (QL Agri 35 SL® 5000 ml da⁻¹ 4000 bitki olduğu varsayılarak 1.25 ml bitki⁻¹ dozunda) olmak üzere 9 karakter ile tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur. İnokulasyondan 60 gün sonra bitkiler hasat edilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Değerlendirmede (0-10) Zeck skalasına göre her bir tekerrürü oluşturan saksıdaki bitkilerin köklerinde ur indekslemesi yapılmıştır (Zeck, 1971).

Deneme sonunda her bir saksıdan alınan toprak örneklerinden 2. dönem kök ur nematodu larva sayıları “Geliştirilmiş Bermann Huni Yöntemi” kullanılarak analiz edilmiştir (Hooper, 1986). Bu yöntemde kullanılan düzenek, 12 cm çapında, 2 cm yüksekliğinde, tabanı 0.5 mm çubuklar ile yükseklik kazandırılmış petri, bu petri içerisine girebilecek çapta bir elek ve filtre kâğıdından oluşmaktadır. Filtre kâğıdı eleklerin üzerine ıslatılarak yerleştirilmiştir. Her bir saksıdan alınan 100 g toprak (Şekil 3.7.A) laboratuvara getirilerek, filtre kâğıdı yerleştirilmiş elek üzerine konulmuş ve petri içerisine yerleştirilmiştir. Sonra toprak yüzeyi ıslanıncaya kadar petriye su ilave edilmiş 48 saat bekletilmiştir (Şekil 3.7.A). Bu süre sonunda topraktaki nematodlar, su içerisinde toplanmaktadır. Sonra petri içerisindeki su, 100 ml'lik mezürlere (Şekil 3.7.B) alınmış ve nematodların dibe çökmesi için 4 saat beklenmiştir. Bu süre sonunda mezürün dibinde 10 ml su kalacak şekilde üstteki su dikkatlice serum lastiği yardımı ile alınmış ve kalan nematodlu su, 15 ml'lik santrifüj tüplerine alınmıştır (Şekil 3.7.C). Bu tüplerde de en az 2 ila 4 saat nematodların çökmesi için beklendikten sonra pastör pipetleri yardımıyla tüpün dibinde 1 ml'lik su kalacak şekilde üstteki su alınarak, örnekler nematod sayımına hazır hale getirilmiştir. Son aşamada ışık mikroskopu altında 50 µl üzerinden sayımlar yapılarak 1 ml'ye oranlanmış ve 100 g (250 cm³) topraktaki nematod yoğunlukları belirlenmiştir. 15 gün ara ile de düzenli olarak yaprak sayıları ve boy uzunlukları da

kaydedilmiştir. Sera-saksı çalışmaları ve değerlendirilmesi ile ilgili bazı görseller Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Toprakta bulunan kök-ur nematodu larvalarının sayım aşamaları (A, B ve C)

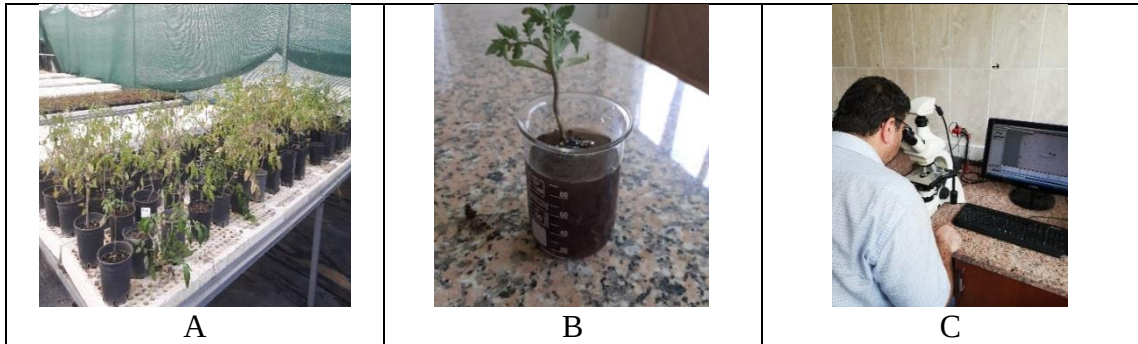


Şekil 3.8. Sera-saksı çalışmaları ve değerlendirilmesi ile ilgili bazı görseller (A, B ve C)

Bitki ekstratlarının etkileri saksılardaki bitkilerin urluluk durumları göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Her bir tekerrürdeki ortalama urluluk indeksi değerlerinden Abbott formülü yardımı ile % etkiler saptanmıştır (Abbott, 1925). Ayrıca bulunan ortalama kök-ur indeks değerlerine JMP 8.0 İstatiksel paket programında varyans analizi (ANOVA) uygulanarak ekstratlar arasındaki farklılıklar kontrol edilmiştir. Urluluk yönünden karakterler gruplandırılarak, denemeye alınan bitki ekstratlarının kontrole göre durumları ortaya konulmuş. Deneme sonucunda bazı bitki büyüme parametrelerine ait ortalama değerler arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile kıyaslanmıştır.

Nanogümüş katkılı bitkisel ekstraktların sera-saksı denemeleri ile etkin uygulama yönteminin belirlenmesi

Saksı-sera çalışmaları ile belirlenen etkili uygulama dozlarına ait etkin uygulama yöntemlerinin (bandırma ve yüzey uygulaması) etkinliğinin belirlenmesi için tekrardan sera-saksı çalışmaları 15 Haziran-15 Ağustos 2020 tarihinde kurulmuştur. Etkili çıkan 200 ppm’lik dozlarda *M. oleifera* ve *L. camara* bitkilerine ait nanogümüş partikül katkılı bitki ekstraktları 2 tekrarlı olmak üzere tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olacak şekilde ABKMAEM’ne ait sebzeçilik bölümü bünyesinde yer alan ısıtmasız naylon serada denemeler kurulmuştur. Denemenin karakterlerini K(+), K(-), İK(+) 200 ppm bandırma *Moringa* uygulaması, 200 ppm yüzey *Moringa* uygulaması, 200 ppm bandırma *Lantana* uygulaması ve 200 ppm yüzey *Lantana* uygulaması oluşturmuştur. Deneme boyunca sadece rutin bakım işlemleri uygulanmıştır. Deneme 60 gün sonunda sonlandırılarak kök-ur nematodu indeksi, toprakta yer alan 2. dönem larva sayısı, bitki boyu, bitki yaprak sayısı, bitki kök yaş ağırlığı ve bitki kuru kök ağırlığı ve gövde çapı (mm) değerleri üzerinden değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda da doğa-sera çalışmaları için en etkili uygulama yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır. Etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmalarına ait görseller Şekil 3.9’da verilmiştir.

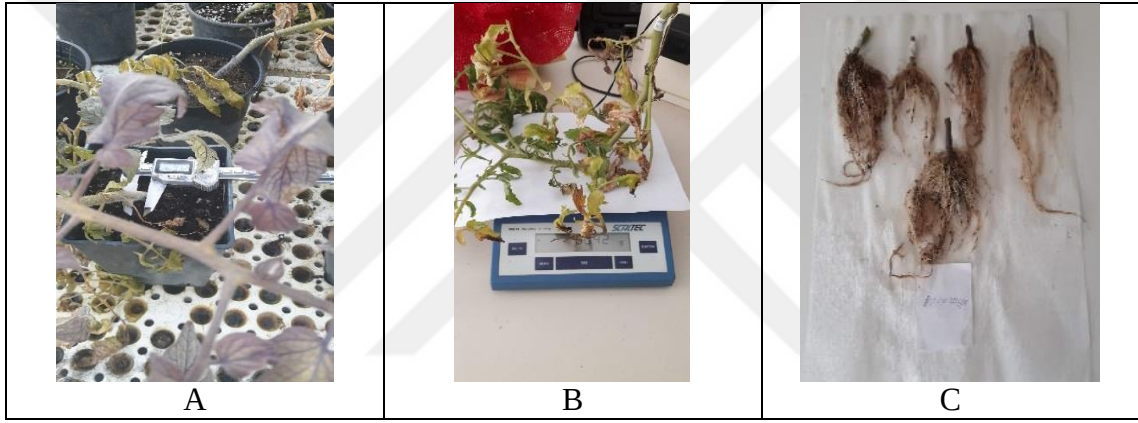


Şekil 3.9. Etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmalarının görselleri (A, B ve C)

Saksı denemelerindeki bitkilerde yapılan ölçüm ve gözlemler

Nanogümüş içeren saksı denemelerinde domates fidelerinde şu ölçümler yapılmıştır:

- Gövde çapı (mm): toprak seviyesinden 1 cm yukarıdan olmak üzere dijital kumpas yardımıyla ölçülmesi,
- Bitki boyu (cm),
- Bitki yaş ve kuru kök ağırlığı (g),
- Yaprak sayısı (adet/bitki),
- Bitki yaş ve kuru ağırlığı (g): Toprak seviyesinden 1 cm üzerinden kesilen bitki üst aksamının tamamı 65°C’de ortalama Etüvde 48 saat tutularak ağırlık kaybı durana kadar kurutulmuştur. Sera-saksı çalışmaları boyunca yapılan ölçüm ve gözlemler Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.10. Sera-saksı çalışmaları boyunca yapılan ölçüm ve gözlemler (A, B ve C)

3.2.4. Doğa (*in vivo*) çalışmaları

Doğa (sera) *in vivo* çalışmaları aşamaları

Nanogümüş partikül katkılı bitki ekstraktlarından sera-saksı çalışmaları ile belirlenen kök-ur nematodlarına karşı en etkin 2 nanogümüş katkılı bitkisel su ekstraktları seçilerek doğa koşullarında domates yetiştirilen seralarda Antalya ili Aksu ilçesi Hacıaliler Köyü (36°92'62.90"K-30°84'06.85"D) ve Yalova ili Çiftlikköy ilçesi Kazımiye Köyü (40°62'94.62"K-29°30'86.35"D)’nde üreticilere ait iki farklı lokasyonda denemeler aynı yıl içinde 2021 yılında “Standart İlaç Deneme Metodu” temel alınarak yürütülmüştür (Anonim, 2009). Doğada nematodlar homojen bir dağılım göstermediğinden ve ilaçlamalarda kolaylık sağlanması amacıyla denemeler şerit parsel deneme desenine

uygun olarak önceden bulaşık olduğu bilinen ve domates yetiştiriciliği yapılan seralarda 4 karakterli ve 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Kurulan denemelerin karakterlerini laboratuvar koşullarında ve sera-saksı denemeleri sonucunda en etkili 2 adet nanogümüş katkılı bitkisel ekstraktı dozu (*Moringa* 200 ppm ve *Lantana* 200 ppm), karşılaştırma ilacı (QL Agri 35 SL®) ve pozitif kontrol uygulaması K(+) oluşturmuştur. Deneme Parselleri 10 m² alınmış ve pişkin konumdaki domates fideleri sıra arası mesafe 70 cm, sıra üzeri mesafe 50 cm ve her bir parselde 20 bitki olacak şekilde dikimler Antalya lokasyonunda 20.02.2021 ve Yalova lokasyonunda ise 05.05.2021 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.11). Deneme boyunca parsellere sadece rutin bakım işlemleri uygulanmıştır. Parsellerde çıkan yabancı otlara karşı herhangi bir herbisit uygulaması yapılmamış, sadece çapalama ile kültürel mücadele yöntemi yapılmıştır.



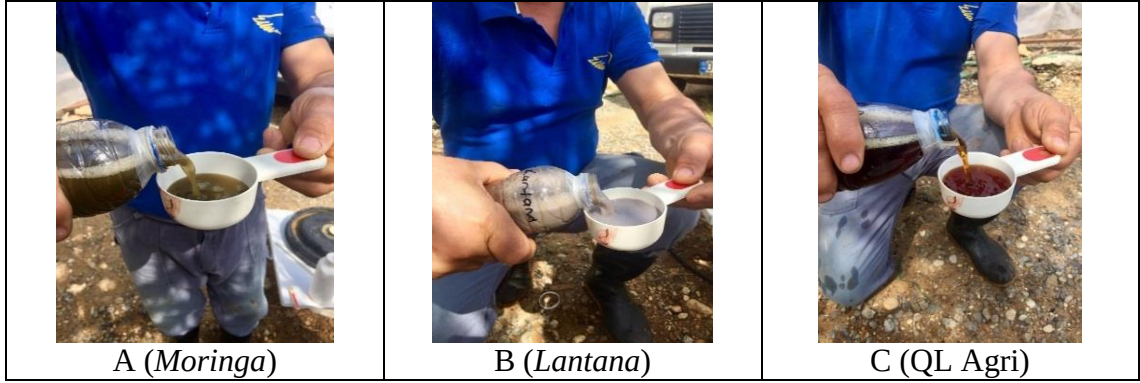
Şekil 3.11. Antalya ve Yalova lokasyonlarına ait doğa-sera çalışmaları (A, B ve C)

Deneme kurulmadan önce seralarda hazırlanan deneme parsellerindeki kök-ur nematodu başlangıç popülasyonları (Pi) tespit edilmiştir (Hooper, 1986) ve kök-ur nematodlarının tür teşhisleri Prof. Dr. İlker KEPENEKCİ (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat) tarafından yapılmıştır. Denemeler, Antalya ve Yalova’da bir dönem önce 0-10 Zeck skalasına (Zeck, 1971) (Çizelge 3.3) göre ortalama en az 5 skala değerinde bulaşık bulunan domates seralarında yürütülmüştür. Denemelerde domates çeşidi olarak (Şencan-9) kullanılmıştır. Antalya lokasyonu çalışmalarında kullanılmak üzere domates tohumları 1 ay önce üreticinin fide temin ettiği özel bir fide firmasına gönderilerek viyollerde yetiştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Kök-ur nematodları ile bulaşıklılık durumlarını gösteren skala (Zeck, 1971)

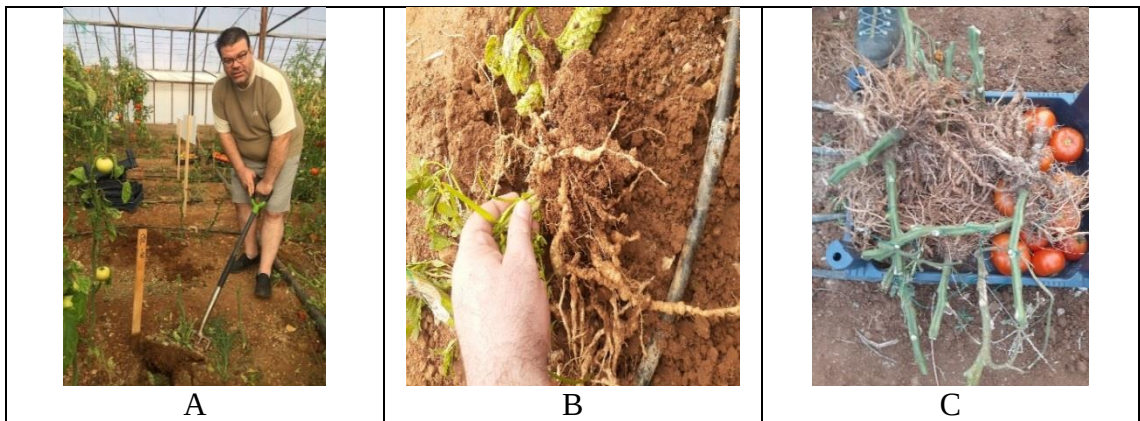
Bulaşma Derecesi	Bitkilerin Belirtileri
0	Kök sistemi tümüyle sağlam.
1	Kökler dikkatle incelendiğinde çok az ur var.
2	Urlar küçük, fakat 1.dereceye oranla çok.
3	Kök sisteminde çok sayıda ur vardır. Urların bazıları birleşerek büyümüştür. Fakat köklerin vazifesini aksatmaz.
4	Çok sayıdaki urlara ilaveten büyük urlar mevcut, fakat köklerin çoğu görevlerine devam eder.
5	Urlardan dolayı köklerin yaklaşık olarak %25'i görev yapamaz.
6	Kök sisteminin yaklaşık %50'si görev yapamaz
7	Kök sisteminin yaklaşık %75'i urlu, ürün kaybı var.
8	Sağlam kök kalmamıştır, bitkinin beslenme düzeni bozulmuştur. Fakat bitki hala yeşildir.
9	Kök sistemi tamamen urla kaplı olup kök çürür.
10	Bitki ve kök ölür.

Deneme parselleri 10 m² (2 m × 5 m) alınmıştır. Parsellere 20 bitki dikilmiş ve her parselden 10 bitki değerlendirmeye alınmıştır. Parsel aralarında 2 metre emniyet şeridi bırakılmıştır. Deneme kurulacak alanın etrafında en az 1 sıra olmak üzere kenar tesiri bırakılmıştır. Deneme süresince kullanılan bitkisel preparatların bitkilerde fitotoksik etkisinin olup olmadığı gözlenmiştir. Uygulama aşamasında damlama sulama sistemi çalıştırılarak seraya 1-2 saat su verildikten sonra saksı denemeleri sonucu belirlenen konsantrasyondaki bitkisel preparatlar bitki başına 1 ml olacak şekilde fide dikiminden itibaren 15 gün arayla toplam dört kez olacak şekilde süzgeçli kova yardımı ile uygulanmıştır Kontrol olan ticari preparat ise tavsiye edilen uygulama dozunda (1.25 ml bitki⁻¹) uygulanmıştır (Şekil 3.12). Uygulamadan önce bir parselde kullanılacak su miktarı kalibrasyon yapılarak belirlenmiştir (Anonim, 2009). Ayrıca yetiştirme sezonu boyunca elde edilen toplam verim (kg da⁻¹) değerleri hasat boyunca düzenli olarak kaydedilerek değerlendirilmiştir (Vural ve ark., 2000).



Şekil 3.12. Lokasyonlarda bitkisel preparatların uygulanma aşamaları (A, B ve C)

Deneme yaklaşık 120 gün sonunda bitirildiğinde, her bir parselde işaretlenen 10 adet bitki kılcal köklerine zarar verilmeden bel küreği yardımı ile dikkatlice sökülerek ve kök kısımları kesilerek ayrı ayrı polietilen torbalar içerisinde nematoloji laboratuvarına getirilmiştir (Şekil 3.13). Getirilen köklerin her biri musluk suyu altında yıkanarak üzerlerinde bulunan toprakların uzaklaştırılması sağlanmıştır. Bu bitkilerin 0-10 Zeck (1971) skalasına göre ırlanma durumları tespit edilmiştir. Çalışma sonunda topraktaki nematod sonuç popülasyon sayılarını (Pf) belirlemek amacıyla 20 cm derinlikten toprak örnekleri toprak burgusu yardımı ile alınmış ve sonuç popülasyonları “Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi” ne göre belirlenmiştir (Hooper, 1986). Uygulama öncesi ve uygulama sonrası her örnekleme periyodunda belirlenen ikinci dönem larva popülasyon yoğunluklarından kök-ur nematodunun üreme oranları tespit edilmiştir. Üreme oranının hesaplanmasında $R_o = Pf$ (sonuç popülasyonu) / P_i (başlangıç popülasyonu) formülü kullanılmıştır (Ferris ve Noling, 1987). Üreme oranı 1’den büyük bir değer ise nematodların gelişip çoğaldığı ve popülasyon oluşturabildiği anlamına gelmektedir.



Şekil 3.13. Doğa (*in vivo*) çalışmaları sonlandırılması aşamaları görselleri (A, B ve C)

3.2.5. Kök-ur nematodlarının tür teşhisi çalışmaları

Kök-ur nematodlarının tür ayrımlarında en önemli morfolojik kriterlerinden biriside dişi bireylerin vulva-anüs kısımlarını içeren perineal bölgeleridir (Hooper, 1986; Jepson, 1987). Bu amaçla, hasat sonrası elde edilen urlu bitki köklerindeki ergin dişilerin elde edilmesinde Cavaness ve Jensen (1955)'in "Santrifüj" tekniğinden yararlanılarak Coolen ve D'Herde (1972) tarafından geliştirilen "Blendor-Elek-Santrifüj Metodu" kullanılmıştır. Elde edilen kök-ur nematodu dişilerinin saklanması için +4°C'de içinde TAF [Triethanolamin 2 ml, Formalin (%40'lık Formaldehyd) 7 ml, Saf su 90 ml] olan tüplere aktarılmıştır. Kök-ur nematodlarının teşhisi için 20-30 adet dişi alınmış ve daimi preparatları Taylor ve Netsher (1974) tarafından verilen ve Hartman ve Sasser (1985) tarafından geliştirilen "Perineal Örneklerin Preparasyon Yöntemi"nden ve ikinci dönem larvalardan (L2) yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu preparatlardaki örneklerin teşhis işlemi ise Jepson (1987) esas alınarak sayın Prof. Dr. İlker KEPENEKCİ (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat) tarafından yapılmıştır.

3.2.6. Uygulamaların değerlendirilmesi istatistiksel analiz

Elde edilen verilerin, kontrole göre % ölüm oranları Abbott formülü ile değerlendirilmiştir. (Abbott, 1925). Elde edilen yüzde ölüm oranlarına ise Arcsin $\sqrt{x}$ açısı transformasyonu uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere JMP 8.0 İstatistik yazılım programı ile (ANOVA) çoklu karşılaştırma TUKEY testi uygulanmıştır. Ayrıca, kök-ur skalası değerlerine log₁₀ (x+1) transformasyonu uygulanarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. *In vitro* Koşullarda Bitki Su ve Bitki Nanogümüş Partikül Katkılı Ekstraktların Kök-ur Nematodu (*M. incognita*)'na Karşı Nematisidal Etkinliğinin Belirlenmesi (Laboratuvar Petri Çalışmaları)

Kök-ur nematodlarından, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood (Nematoda: Meloidogynidae)'nın ikinci dönem larva (L2)'larına karşı laboratuvar-petri (*in vitro*) çalışmaları sonucunda farklı dozlarda ve 24, 48 ve 72 saat zaman dilimlerinde uygulanan bitki [*M. oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae), *B. carinata* L. (Rhodales: Brassicaceae), *L. camara* L. (Lamiales: Verbenaceae), *E. helioscopia* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae), *D. stramonium* L. (Solanales: Solanaceae)] su ekstraktlarının ve nanogümüş partikül katkılı bitki su ekstraktlarının farklı düzeylerde nematisidal etkinlik gösterdiği, bitki su ekstraktlarının nanogümüş katkılı olarak yeşil sentezlenmesinin nematisidal etkinliklerini artırdığı belirlenmiştir.

Bitki su ekstraktlarının uygulanması çalışmalarının 1. tekrar sonuçları incelendiğinde 72 saat sonunda elde edilen % ölüm oranları sırasıyla, *M. oleifera*, *L. camara* ve *D. stramonium*'un %25'lik konsantrasyon uygulamalarında %63.20±0.86 [F(2.62) 367.55 P<0.05], %69.20±1.15 [F(2.62) 489.31 P<0.05] ve %52.60±1.28 [F(2.62) 269.56 P<0.05] olmuştur (Çizelge 4.1). 2. tekrar sonuçlarında ise en etkili uygulamalar aynı bitkilere (*M. oleifera*, *L. camara* ve *D. stramonium*) ait su ekstraktlarında 72 saat sonunda ve %25'lik konsantrasyonlarda sırasıyla, %68.40±0.76 [F(2.62) 672.37 P<0.05], %72.20±1.19 [F(2.62) 427.56 P<0.05] ve %54.20±1.34 [F(2.62) 273.56 P<0.05] olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Bitki su ekstraktlarının uygulanması çalışmalarının sonucunda en etkili sonuçlar %63.20-72.20 ile *M. oleifera* ve *L. camara* uygulamalarında ortaya konulmuştur. Bu sonuçlara göre *M. oleifera* ve *L. camara* uygulamaları nanogümüş partikül katkılı olarak sentezlenerek kök-ur nematodu (*M. incognita*) L2'lerine karşı ikinci aşamada toksisite çalışmalarına alınmıştır (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4).

Çizelge 4.1. *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)

Su Ekstraktı	Konsantrasyonlar (%)	24 Saat	48 Saat	72 Saat
<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 sütunda aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, p<0.05 (TUKEY Testi).

Çizelge 4.2. *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)

Su Ekstraktı	Konsantrasyonlar (%)	24 Saat	48 Saat	72 Saat
<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 sütunda aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, p<0.05 (TUKEY Testi).

Nanogümüş partikül katkılı bitki su ekstraktı uygulamalarının 1. tekrar sonuçları incelendiğinde 72 saat sonucunda elde edilen % ölüm oranlarına göre en etkili uygulamalar sırasıyla, *M. oleifera*, *L. camara* ve AgNO₃'ün 200 ppm uygulamalarında %94.00±1.76 [F(2.62) 367.55 P<0.05], %92.80±1.86 [F(2.62) 489.31 P<0.05] ve

%56.20±1.49 [F(2.62) 269.56 P<0.05] ile elde edilmiştir (Çizelge 4.3). 2. tekrar sonuçlarında ise en yüksek etkiler 72 saat sonucunda ve 200 ppm uygulamalarında elde edilmiştir. *M. oleifera*, *L. camara* ve AgNO₃'e ait sonuçlar sırasıyla, %96.20±1.84 [F(2.62) 1465.34 P<0.05], %95.40±1.94 [F(2.62) 1578.13 P<0.05] ve %58.60±1.38 [F(2.62) 416.37 P<0.05] olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.4). Çalışmaların sonucunda en etkili sonuç %94.00-96.20 ölüm ile *M. oleifera* uygulamalarında ortaya konmuştur.

Çizelge 4.3. *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)

Nano Ekstrakt	Konsantrasyonlar (ppm)	24 Saat	48 Saat	72 Saat
<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).

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 nitrat (AgNO₃)'ın da bir miktar nematisidal aktivitesi olmakla birlikte tek başına önemli oranda nematod ölümüne neden olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.4. *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)

Nano Ekstrakt	Konsantrasyonlar (ppm)	24 Saat	48 Saat	72 Saat
<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).

Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda sera-saksı çalışmalarında kullanılmak üzere %2 bitkisel ekstrakt içeren 200 ppm dozundaki *M. oleifera* ve *L. camara*'nın nanogümüş partikül katkılı bitkisel ekstraktların stok solüsyonları çalışmalarda kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Sera-saksı çalışmalarında laboratuvar-petri çalışmaları sonucunda tespit edilen *M. oleifera* ve *L. camara*'nın 200 ppm, 100 ppm ve 25 ppm uygulama dozları denemeye tabi tutulmuşlardır. Laboratuvar-petri çalışmalarının 1. ve 2. tekrar sonuçlarının ortalamalarına baktığımızda, *M. oleifera* ve *L. camara*'nın bitki su ekstraktlarının %25 ve nanogümüş partikül katkılı bitki su ekstraktlarının 200 ppm konsantrasyonları sırasıyla ortalama 2. dönem kök-ur nematodu larvalarına karşı en yüksek %65.80, %70.70, %95.10, %94.10 etkili olarak tespit edilmiştir. Petri çalışmaları sonucunda bitkisel ekstraktların nanogümüş partikül katkılı olarak sentezlenmesi ve uygulanması bitkisel ekstraktların nematisidal etkinliklerini artırmada sinerjistik etki

sağlamış ve 2. dönem kök-ur nematodu larvalarına karşı daha etkili % ölüm oranlarının elde edilmesine neden olmuştur.

4.2. Sera-Saksı Çalışmaları ile Nanogümüş Partikül Katkılı Ekstraktların Kök-ur Nematodu (*M. incognita*)’na Karşı Etkin Uygulama Dozunun Belirlenmesi

Sera-saksı çalışmaları Haziran-Ağustos 2019 tarihlerinde (ABKMAEM-Yalova) bünyesinde yer alan Sebzecilik Bölümüne ait olan ısıtmasız naylon serada yürütülmüştür. Çalışmanın karakterlerini laboratuvar-petri çalışmaları ile önceden belirlenen *M. oleifera* ve *L. camara* bitkilerine ait olan nanogümüş partikül katkılı bitki su ekstraktlarının 200 ppm, 100 ppm ve 25 ppm uygulama dozları ile pozitif kontrol uygulaması (nematod verilmiş), negatif kontrol uygulaması (nematod verilmemiş) ve ilaçlı kontrol uygulaması (QL Agri 35 SL®) oluşturmuştur. Deneme 9 karakter ve 5 tekerrürlü olmak üzere tesadüf parselleri deneme desenine göre 2 tekrarlı olacak şekilde kurulmuştur. Denemeyi oluşturan karakterler ve simgeleri aşağıda yer alan Çizelge 4.5’de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.5. Sera-saksı denemesini oluşturan karakterler ve simgeleri

No	Denemeyi Oluşturan Karakterler	Karakter Simgesi
1	Pozitif Kontrol Uygulaması (+)	K(+)
2	Negatif Kontrol Uygulaması (-)	K(-)
3	İlaçlı Kontrol Uygulaması (+)	İK(+)
4	<i>Lantana camara</i> 200 ppm Uygulaması	L200 (+)
5	<i>L. camara</i> 100 ppm Uygulaması	L100 (+)
6	<i>L. camara</i> 25 ppm Uygulaması	L25 (+)
7	<i>Moringa oleifera</i> 200 ppm Uygulaması	M200 (+)
8	<i>M. oleifera</i> 100 ppm Uygulaması	M100 (+)
9	<i>M. oleifera</i> 25 ppm Uygulaması	M25 (+)

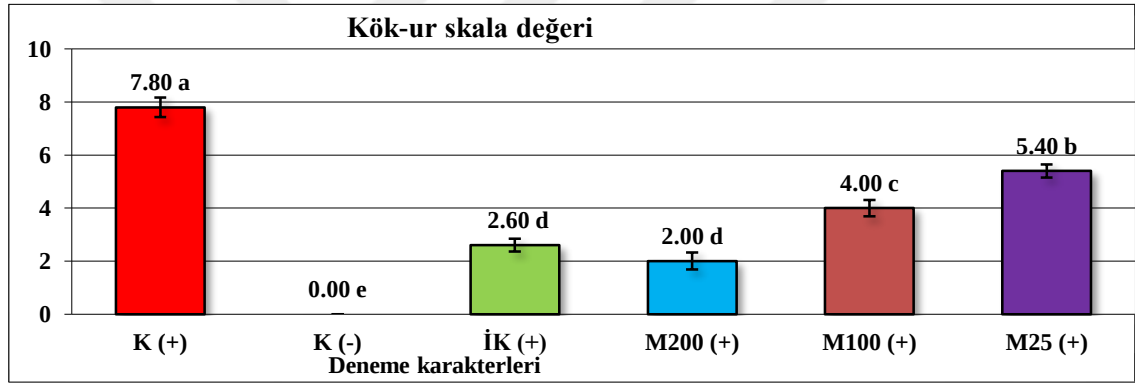
4.2.1. *Moringa* çalışmaları

Sera-saksı çalışmalarının 1. tekrar ve 2. tekrar toplu sonuçları aşağıda yer alan Çizelgeler ve Şekiller dizini şeklinde toplu olarak özetlenmeye çalışılmıştır. İlk öncelikle *Moringa* çalışmasının 1. tekrar ve 2. tekrar sonuçlarını özetleyecek olursak, kök-ur skala değerine etkisi aşağıda yer alan Çizelge 4.6 ve Şekil 4.1’de toplu olarak verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.6. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Kök-ur Skala Değeri F(2.62) 97.96 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	7.80±0.37 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 e	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	2.60±0.24 d	66.67
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	2.00±0.32 d	74.35
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	4.00±0.31 c	48.71
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	5.40±0.25 b	30.77
	CV (%)	3.51	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



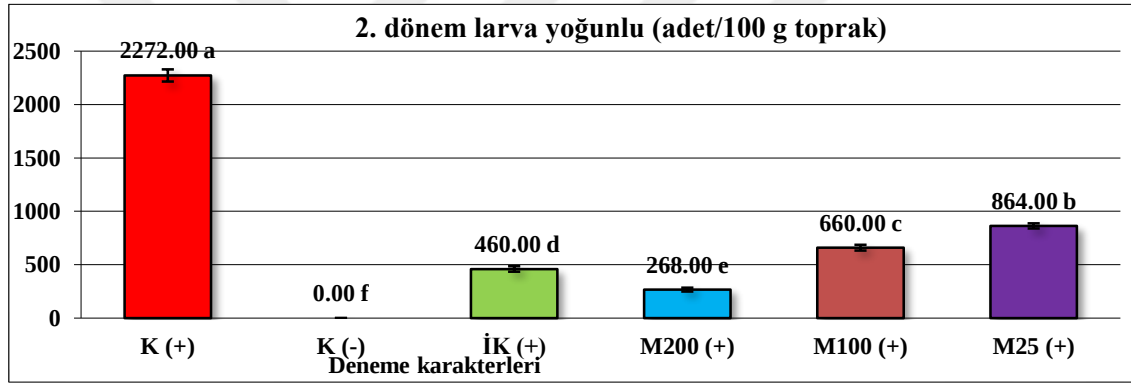
Şekil 4.1. Birinci tekrar *Moringa* uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi

Moringa çalışmasının 1. tekrar sonuçlarına göre en iyi uygulama karakteri olarak köklerdeki urlanmayı baskılaması açısından *Moringa* 200 ppm uygulamsı ilaçlı kontrol uygulaması kadar etkili olmuş ve aynı istatistiksel grupta yer almıştır. *Moringa* 200 ppm uygulaması köklerdeki urlanmayı kontrol uygulamasına göre %74.35 [F(2.62) 97.96 P<0.05] oranında baskılıyarak en etkili uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Saksı toprağında yer alan nematod sayısına yapılan uygulamaların etkilerini inceleyecek olursak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7 ve Şekil 4.2'de toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.7. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda sera toprağında bulunan *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod Sayısı F(2.62) 701.25 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	2272.00±57.13a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 f	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	460.00±26.07 d	79.75
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	268.00±18.54 e	88.20
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	660.00±26.07 c	70.95
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	864.00±23.15 b	61.97
	CV (%)	4.62	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



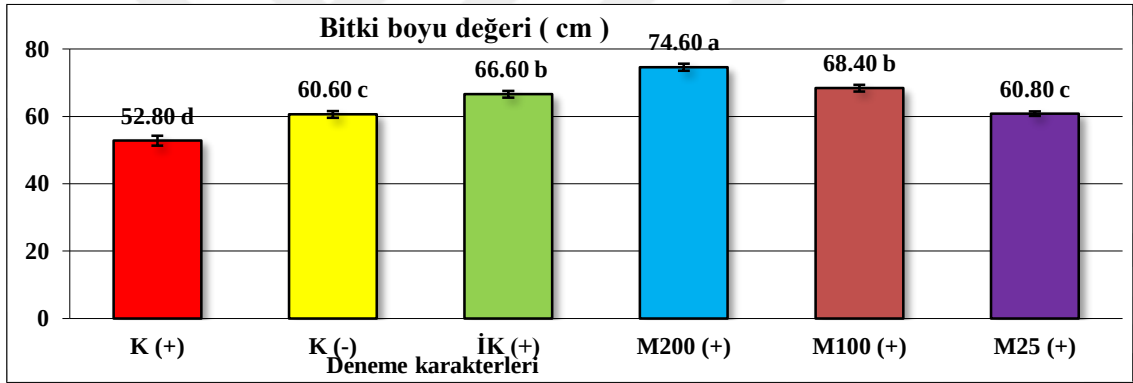
Şekil 4.2. Birinci tekrar *Moringa* uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.2 beraber incelendiğinde saksı toprağında yer alan 2. dönem larva yoğunluğuna karşı en etkili uygulama karakterinin *Moringa* 200 ppm uygulaması olduğu ve kontrol uygulamasına göre larva popülasyonunu %88.20 [F(2.62) 701.25 P<0.05] oranında baskıladığı ve istatistiksel olarak ayrı bir grup oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların bitki boyu (cm) ve yaprak sayısına etkileri Çizelge 4.8, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

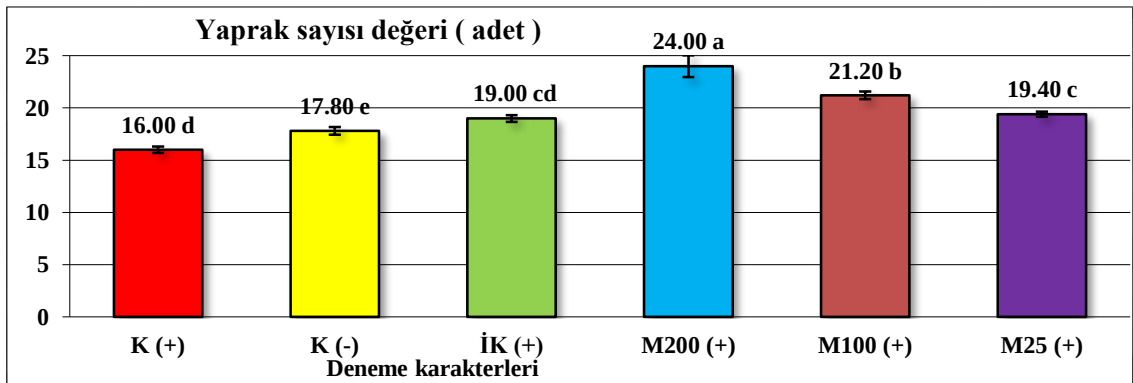
Çizelge 4.8. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Bitki Boyu (cm) F(2.62) 44.99 P<0.05	Yaprak Sayısı F(2.62) 44.43 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Boy	Yaprak
1	Pozitif Kontrol K(+)	52.80±1.49 d*	16.00±0.30 d*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	60.60±1.32 c	17.80±0.37 e	14.77	11.25
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	66.60±0.97 b	19.00±0.32 cd	26.13	18.75
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	74.60±1.07 a	24.00±1.03 a	41.28	50.00
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	68.40±1.02 b	21.20±0.37 b	29.54	32.50
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	60.80±0.66 c	19.40±0.24 c	15.15	21.25
	CV (%)	3.94	4.76		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.3. Birinci tekrar *Moringa* uygulamalarının bitki boyu değişimine etkisi



Şekil 4.4. Birinci tekrar *Moringa* uygulamalarının yaprak sayısı değişimine etkisi

Çizelge 4.8, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 birlikte değerlendirildiğinde en etkili uygulama karakterlerinin *Moringa* 200 ppm uygulaması olduğu ve bitki boyu ve yaprak sayısında kontrol uygulamasına göre boy uzunluğunda %41.28 [F(2.62) 44.99 P<0.05] yaprak sayısında ise %50.00 [F(2.62) 44.43 P<0.05] artışın olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak *Moringa*'nın içermiş olduğu stikonin enziminin hücre bölünmesinde ve büyümesinde pozitif bir etki göstererek bitki büyüme hormonu gibi çalıştığını söyleyebiliriz. Çalışmada diğer bitki büyüme parametreleri açısından elde edilen sonuçları incelediğimizde yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değerlerinde elde edilen değişimler aşağıda yer alan Çizelge 4.9'da özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.9. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş Kök Ağırlığı F(2.62) 39.22 P<0.05	Kuru Kök Ağırlığı F(2.62) 78.48 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif Kontrol K(+)	22.06±1.51 c*	2.65±0.10 c*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	29.64±0.43 e	3.35±0.06 e	34.36	26.41
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	27.29±1.00 cd	2.96±0.05 d	23.70	11.70
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	41.66±0.99 a	5.06±0.09 a	88.85	90.94
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	33.29±0.95 b	4.48±0.13 b	50.90	69.05
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	25.63±1.39 d	3.37±0.14 c	16.18	27.17
	CV (%)	8.23	6.45		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.9 incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Moringa* 200 ppm uygulama karakterinin kontrol uygulamasına göre bitki yaş kök ağırlığını %88.85 [F(2.62) 39.22 P<0.05] ve bitki kuru kök ağırlığını ise %90.94 [F(2.62) 78.48 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel olarak farklı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir. Çizelge 4.10'da ise çalışma sonucunda bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı değerlerindeki meydana gelen değişimler özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.10. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş Bitki Ağırlığı F(2.62) 36.28 P<0.05	Kuru Bitki Ağırlığı F(2.62) 79.28 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif Kontrol K(+)	16.82±2.20 e*	7.85±1.31 d*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	25.76±1.34 d	11.63±0.69 c	53.15	48.15
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	33.32±4.02 bc	15.65±2.26 b	98.09	99.36
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	48.62±2.09 a	21.54±0.59 a	189.06	212.61
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	37.89±0.93 bc	15.35±0.41 b	125.26	95.54
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	31.22±1.14 cd	10.12±0.13 cd	85.61	28.91
	CV (%)	6.14	7.71		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.10 incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Moringa* 200 ppm uygulamasının kontrol uygulama karakterine göre bitki yaş ağırlığını %189.06 [F(2.62) 36.28 P<0.05] ve bitki kuru ağırlığını ise %212.61 [F(2.62) 79.28 P<0.05] oranında artırarak istatistiksel olarak farklı bir grup oluşturmuşlardır. *Moringa* yapılan uygulamalar sonucunda bitki gelişim düzenleyicisi gibi davranarak bitki biyokütlesinde artışlara sebep olmuştur. Aşağıda yer alan Çizelge 4.11 incelendiğinde çalışma sonucunda yapılan uygulamaların domates bitkisi gövde çapı değerlerine (mm) etkileri özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.11. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Gövde Çapı Değeri (mm) F(2.62) 102.34 P<0.05	Artırıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	6.02±0.16 c*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	9.35±0.33 e	55.31
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	11.03±0.24 b	83.22
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	13.40±0.40 a	122.60
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	7.46±0.27 d	23.92
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	6.76±0.31 e	12.29
	CV (%)	7.52	

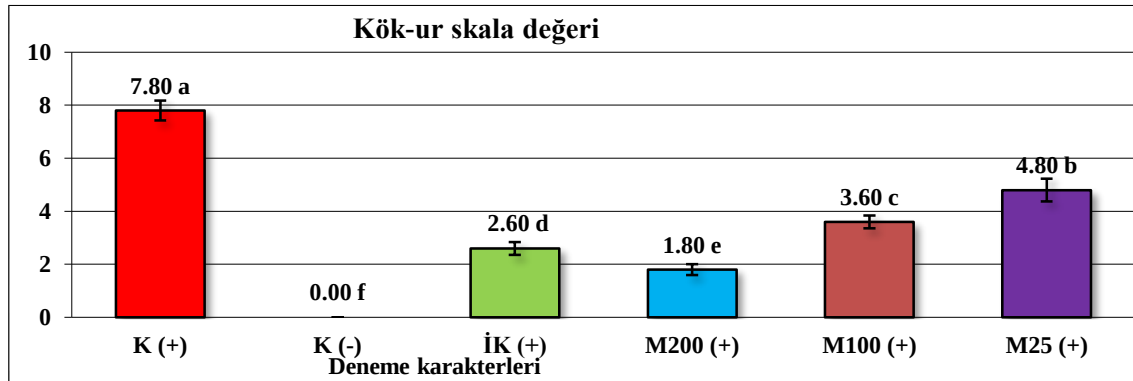
*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde yapılan uygulamaların domates gövde çapına artırıcı etkisi bakımından *Moringa* 200 ppm uygulamasının kontrol uygulamasına göre gövde çapını %122.60 [F(2.62) 102.34 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel açıdan farklı bir grup oluşturduğu belirlenmiştir. *Moringa* çalışmasının 2. tekrar sonuçları aşağıda yer alan Çizelge 4.12 ve Şekil 4.5 halinde özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.3. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Kök-ur Skala Değeri F(2.62) 181.96 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	7.80±0.37 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 f	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	2.60±0.24 d	66.66
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	1.80±0.20 e	76.92
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	3.60±0.24 c	53.84
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	4.80±0.43 b	38.46
	CV (%)	6.59	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.5. İkinci tekrar *Moringa* uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi

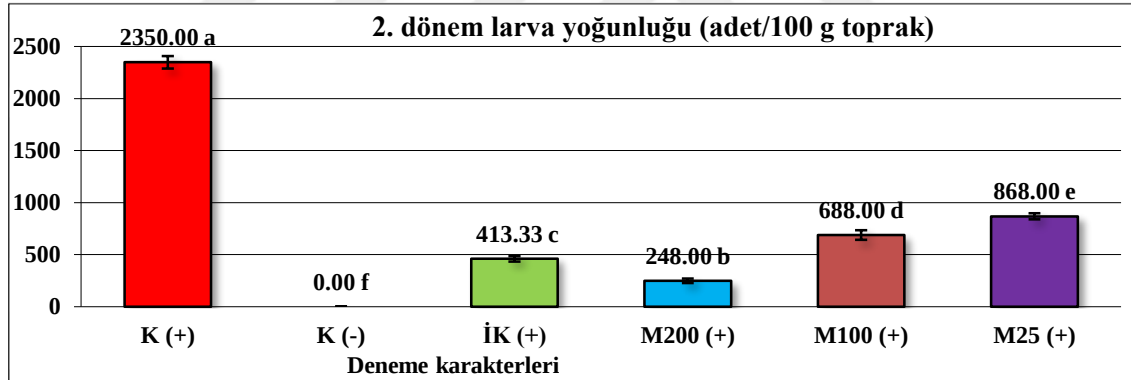
Moringa çalışmasının ikinci tekrar sonuçlarına göre en iyi uygulama karakteri olarak köklerdeki ırlanmayı baskılaması açısından *Moringa* 200 ppm uygulamsı ilaçlı kontrol uygulaması kadar etkili olmuş ve ayrı bir istatistiksel grupta yer almıştır. *Moringa* 200 ppm uygulaması köklerdeki ırlanmayı kontrol uygulamasına göre %76.92 [F(2.62) 181.96 P<0.05] oranında baskılıyarak en etkili uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Saksı toprağında yer alan nematod sayısına yapılan uygulamaların etkilerini inceleyecek

olursak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.13 ve Şekil 4.6’da toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.4. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda sera toprağında bulunan *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod Sayısı F(2.62) 418.45 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	2350.00±60.13 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 f	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	413.33±57.75 c	82.42
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	248.00±21.54 b	89.45
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	688.00±46.30 d	70.72
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	868.00±28.70 e	63.07
	CV (%)	7.85	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



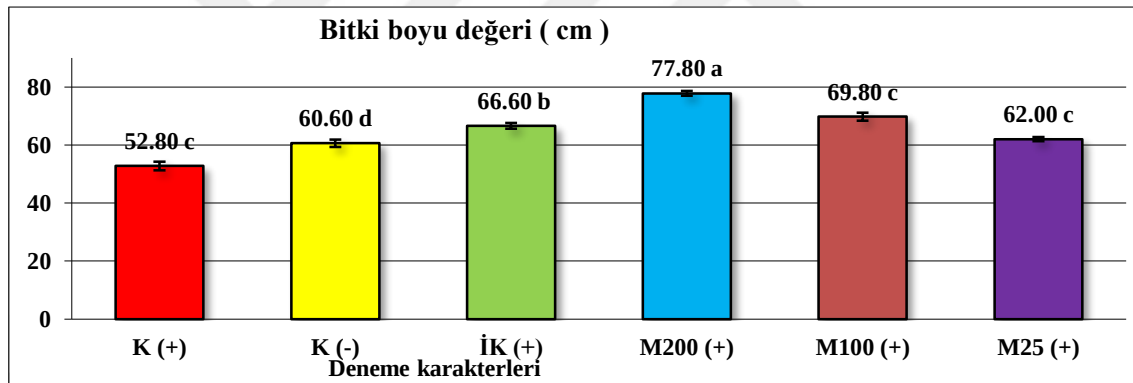
Şekil 4.6. İkinci tekrar *Moringa* uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi

Çizelge 4.13 ve Şekil 4.6 beraber incelendiğinde saksı toprağında yer alan 2. dönem larva yoğunluğuna karşı en etkili uygulama karakterinin *Moringa* 200 ppm uygulaması olduğu ve kontrol uygulamasına göre larva popülasyonunu %89.45 [F(2.62) 418.45 P<0.05] oranında baskıladığı ve istatistiksel olarak ayrı bir grup oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların bitki boyu (cm) ve yaprak sayısına etkileri Çizelge 4.14, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

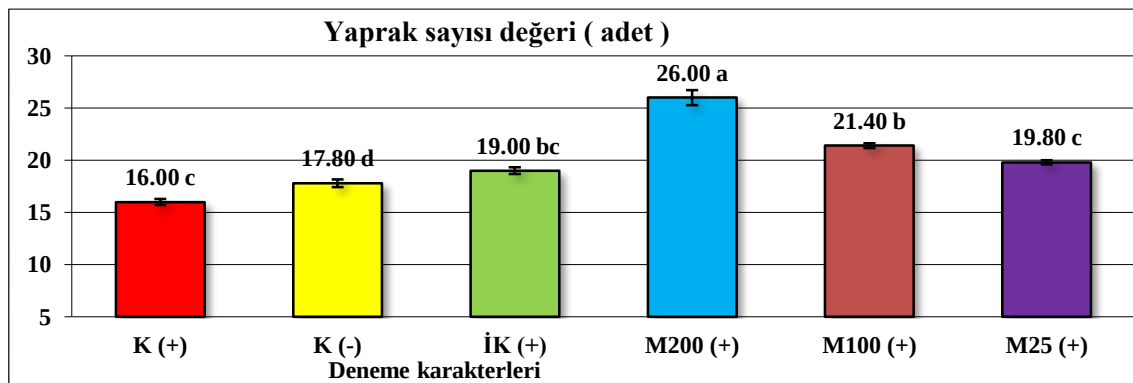
Çizelge 4.5. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Bitki Boyu (cm) F(2.62) 73.28 P<0.05	Yaprak Sayısı F(2.62)38.93 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Boy	Yaprak
1	Pozitif Kontrol K(+)	52.80±1.49 c*	16.00±0.30 c*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	60.60±1.32 d	17.80±0.37 d	14.77	11.25
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	66.60±0.97 b	19.00±0.32 bc	26.13	18.75
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	77.80±0.86 a	26.00±0.71 a	47.34	62.50
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	69.80±1.39 b	21.40±0.24 b	32.20	33.75
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	62.00±0.70 c	19.80±0.20 c	17.42	23.75
	CV (%)	3.31	5.07		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.7. İkinci tekrar *Moringa* uygulamalarının bitki boyu değişimine etkisi



Şekil 4.8. İkinci tekrar *Moringa* uygulamalarının yaprak sayısı değişimine etkisi

Çizelge 4.14, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8 birlikte değerlendirildiğinde en etkili uygulama karakterlerinin *Moringa* 200 ppm uygulaması olduğu ve bitki boyu ve yaprak sayısında kontrol uygulamasına göre boy sayısında %47.34 [F(2.62) 73.28 P<0.05] yaprak sayısında ise %62.50 [F(2.62) 38.93 P<0.05] oranında artışın olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak *Moringa*'nın içermiş olduğu stikonin enziminin hücre bölünmesinde ve büyümesinde pozitif bir etki göstererek bitki hormonu gibi çalıştığını tekrar söyleyebiliriz. Çalışmada diğer bitki büyüme parametreleri açısından elde edilen sonuçları incelediğimizde yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değerlerinde elde edilen değişimler aşağıda yer alan Çizelge 4.15'de özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.6. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş Kök Ağırlığı F(2.62) 70.81 P<0.05	Kuru Kök Ağırlığı F(2.62) 68.82 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif Kontrol K(+)	22.06±1.49 c*	3.35±0.06 cd*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	29.64±0.43 d	3.95±0.10 e	34.36	17.91
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	27.29±1.00 c	3.96±0.05 c	23.70	18.20
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	44.40±0.38 a	6.76±0.22 a	101.27	101.79
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	34.39±0.76 b	5.28±0.13 b	55.89	57.61
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	26.41±1.37 c	4.05±0.21 d	19.71	20.89
	CV (%)	7.12	8.90		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.15 incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Moringa* 200 ppm uygulama karakterinin kontrol uygulamasına göre bitki yaş kök ağırlığını %101.27 [F(2.62) 70.81 P<0.05] ve bitki kuru kök ağırlığını ise %101.79 [F(2.62) 68.82 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel olarak farklı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir. Çizelge 4.16'da ise çalışma sonucunda bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı değerlerindeki meydana gelen değişimler özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.7. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş Bitki Ağırlığı F(2.62) 89.18 P<0.05	Kuru Bitki Ağırlığı F(2.62) 243.38 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif Kontrol K(+)	16.82±2.20 d*	7.85±1.31 d*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	25.76±1.34 e	11.63±0.69 e	53.15	48.15
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	33.32±4.02 c	15.65±2.26 b	98.10	99.36
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	61.74±2.60 a	30.17±0.52 a	267.07	284.33
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	47.94±1.49 b	17.87±0.63 b	185.01	127.64
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	32.57±0.94 c	16.01±0.42 c	93.63	103.94
	CV (%)	9.29	6.11		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.16 incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Moringa* 200 ppm uygulamasının kontrol uygulama karakterine göre bitki yaş ağırlığını %267.07 [F(2.62) 89.18 P<0.05] ve bitki kuru ağırlığını ise %284.33 [F(2.62) 243.38 P<0.05] oranında artırarak istatistiksel olarak farklı bir grup oluşturmuşlardır. *Moringa* bitkisi yapılan uygulamalar sonucunda bitki gelişim düzenleyicisi gibi davranarak bitki biyokütlesinde artışlara sebep olduğu ikinci kez belirlenmiştir. Aşağıda yer alan Çizelge 4.17 incelendiğinde çalışma sonucunda yapılan uygulamaların domates bitkisi gövde çapı değerlerine (mm) etkileri özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.8. Sera-saksı denemeleri *Moringa oleifera* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Gövde Çapı Değeri (mm) F(2.62) 352.17 P<0.05	Artırıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	6.02±0.16 e*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	9.35±0.33 f	55.31
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	11.03±0.24 b	83.22
4	<i>Moringa</i> 200 ppm	14.60±0.27 a	142.52
5	<i>Moringa</i> 100 ppm	11.15±0.08 c	85.21
6	<i>Moringa</i> 25 ppm	10.01±0.10 d	66.27
	CV (%)	2.96	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.17 incelendiğinde yapılan uygulamaların domates gövde çapına artırıcı etkisi bakımından *Moringa* 200 ppm uygulamasının kontrol uygulamasına göre gövde çapını %142.52 [$F(2.62) 352.17 P<0.05$] oranında artırdığı ve istatistiksel açıdan farklı bir grup oluşturduğu belirlenmiştir. Kısaca *Moringa* çalışmalarının 1. tekrar ve 2. tekrar sonuçlarını özetleyecek olursak 200 ppm’lik uygulama dozunun saksı çalışmaları sonucunda en etkili doz olduğu saptanmıştır.

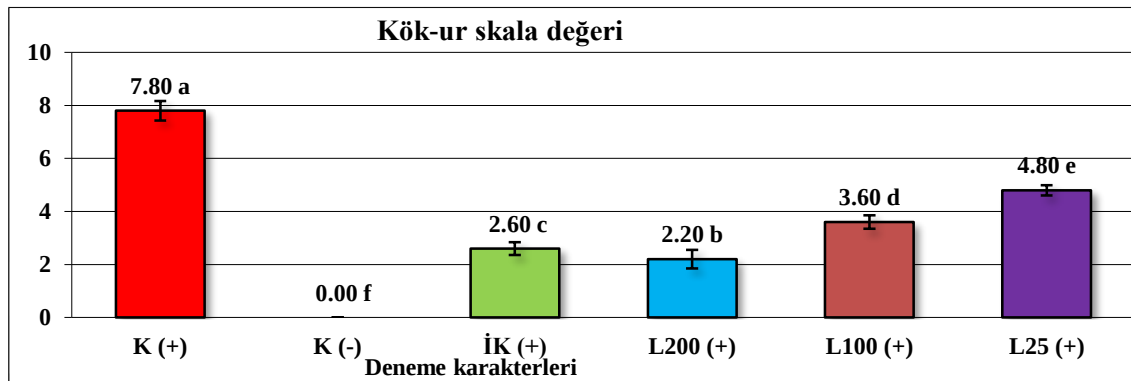
4.2.2. *Lantana* çalışmaları

Sera-saksı *Lantana* çalışmalarının 1. tekrar ve 2. tekrar toplu sonuçları aşağıda yer alan Çizelgeler ve Şekiller dizini şeklinde toplu olarak özetlenmeye çalışılmıştır. İlk olarak kök-ur skala değerine etkisi aşağıda yer alan Çizelge 4.18 ve Şekil 4.9’da toplu olarak verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.9. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin köklerinde *Meloidogyne incognita*’nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) ($P<0.05$)

No	Deneme Karakterleri	Kök-ur Skala Değeri $F(2.62) 95.29 P<0.05$	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	7.80 ± 0.37 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00 ± 0.00 f	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	2.60 ± 0.24 c	66.67
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	2.20 ± 0.35 b	71.80
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	3.60 ± 0.25 d	53.85
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	4.80 ± 0.19 e	38.46
	CV (%)	3.54	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



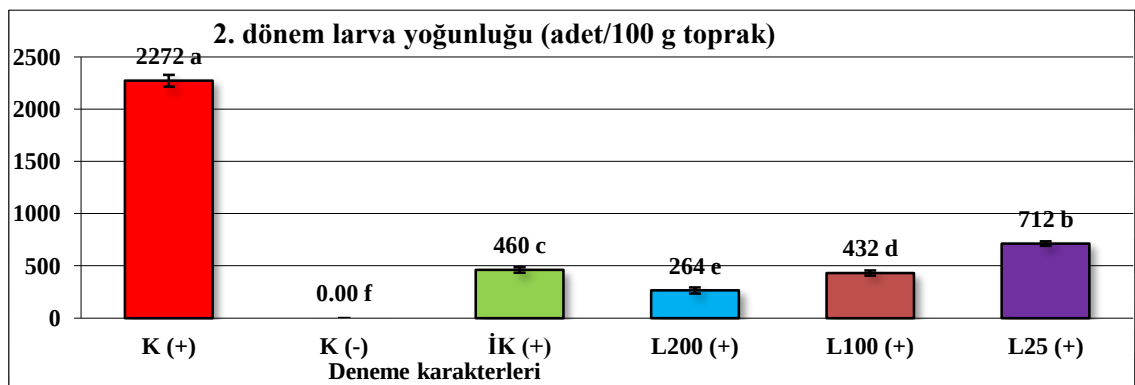
Şekil 4.9. Birinci tekrar *Lantana* uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi

Lantana çalışmasının 1. tekrar sonuçlarına göre en iyi uygulama karakteri olarak köklerdeki ırlanmayı baskılaması açısından *Lantana* 200 ppm uygulamsı ilaçlı kontrol uygulaması kadar etkili olmuş ve aynı istatistiksel grupta yer almıştır. *Lantana* 200 ppm uygulaması köklerdeki ırlanmayı kontrol uygulamasına göre %71.80 [F(2.62) 95.29 P<0.05] oranında baskılıyarak en etkili uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Saksı toprağında yer alan nematod sayısına yapılan uygulamaların etkilerini inceleyecek olursak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.19 ve Şekil 4.10’da toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.10. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda sera toprağında bulunan *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod Sayısı F(2.62) 664.01 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	2272.00±57.13 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 f	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	460.00±26.07 c	79.75
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	264.00±30.06 e	88.38
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	432.00±24.81 d	80.99
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	712.00±21.54 b	68.66
	CV (%)	5.75	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.10. Birinci tekrar *Lantana* uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi

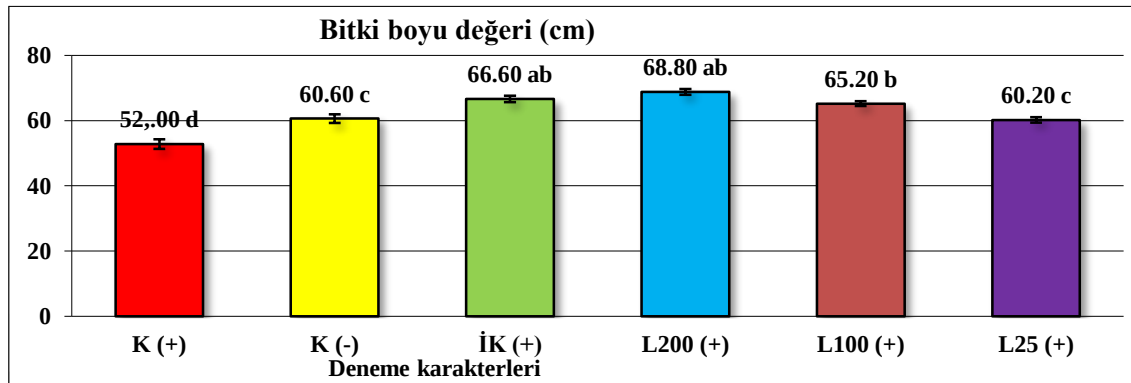
Çizelge 4.19 ve Şekil 4.10 beraber incelendiğinde saksı toprağında yer alan 2. dönem larva yoğunluğuna karşı en etkili uygulama karakterinin *Lantana* 200 ppm uygulaması

olduğu ve kontrol uygulamasına göre larva popülasyonunu %88.38 [F(2.62) 664.01 P<0.05] oranında baskıladığı ve istatistiksel olarak ayrı bir grup oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların bitki boyu (cm) ve yaprak sayısına etkileri Çizelge 4.20, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

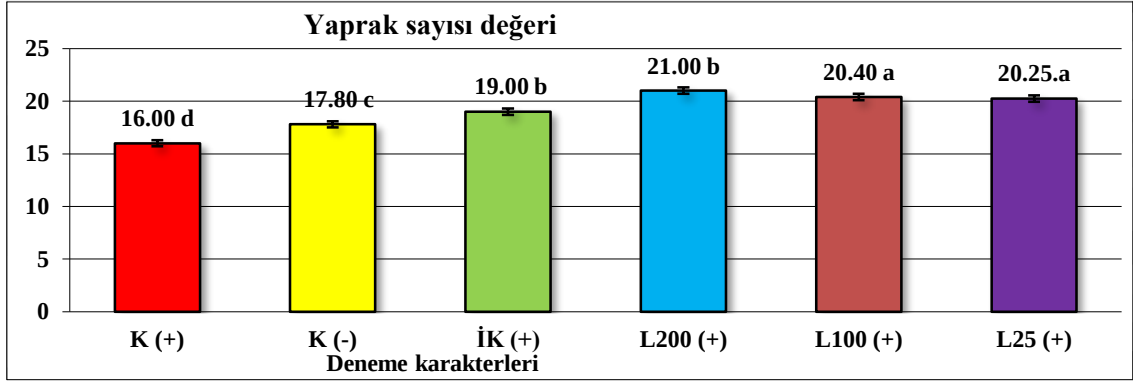
Çizelge 4.11. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Bitki Boyu (cm) F(2.62) 29.07 P<0.05	Yaprak Sayısı F(2.62)29.36 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Boy	Yaprak
1	Pozitif Kontrol K(+)	52.80±1.49 d*	16.00±0.30 d*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	60.60±1.32 c	17.80±0.37 c	14.77	11.25
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	66.60±0.97 ab	19.00±0.32 b	26.13	18.75
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	68.80±0.86 ab	21.00±0.31 b	30.30	31.25
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	65.20±0.73 b	20.40±0.24 a	23.48	27.50
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	60.20±0.79 c	20.25±0.74 a	14.01	26.56
	CV (%)	3.84	3.95		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.11. Birinci tekrar *Lantana* uygulamalarının bitki boyu değişimine etkisi



Şekil 4.12. Birinci tekrar *Lantana* uygulamalarının yaprak sayısı değişimine etkisi

Çizelge 4.20, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 birlikte değerlendirildiğinde en etkili uygulama karakterlerinin *Lantana* 200 ppm uygulaması olduğu ve bitki boyu ve yaprak sayısında kontrol uygulamasına göre boy sayısında %30.30 [F(2.62) 29.07 P<0.05] yaprak sayısında ise %31.25 [F(2.62) 29.36 P<0.05] oranında artışın olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada diğer bitki büyüme parametreleri açısından elde edilen sonuçları incelediğimizde yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değerlerinde elde edilen değişimler aşağıda yer alan Çizelge 4.21’de özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.21. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş kök ağırlığı F(2.62) 42.49 P<0.05	Kuru kök ağırlığı F(2.62) 105.86 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif Kontrol K(+)	22.06±1.51 c*	2.65±0.10 e*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	29.64±0.43 b	3.35±0.06 c	34.36	26.41
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	27.29±1.00 b	2.96±0.05 d	23.70	11.70
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	39.00±1.01 a	4.86±0.15 a	72.56	83.40
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	37.50±0.94 a	4.12±0.04 b	65.93	55.47
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	29.32±0.67 b	2.87±0.09 de	32.91	8.30
	CV (%)	7.12	5.13		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.21 incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Lantana* 200 ppm uygulama karakterinin kontrol uygulamasına göre bitki yaş kök ağırlığını %72.56 [F(2.62) 42.49 P<0.05] ve bitki kuru kök ağırlığını ise %83.40 [F(2.62) 105.86 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel olarak kontrol uygulamasından farklı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir. Çizelge 4.22’de ise çalışma sonucunda bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı değerlerindeki meydana gelen değişimler özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.12. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş bitki ağırlığı F(2.62) 23.69 P<0.05	Kuru bitki ağırlığı F(2.62) 32.00 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif Kontrol K(+)	16.82±2.20 e*	7.85±1.31 d*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	25.76±1.34 d	11.63±0.69 c	53.15	48.15
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	33.32±4.02 bc	15.65±2.26 b	98.09	99.36
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	48.62±2.09 a	21.54±0.59 a	189.06	174.39
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	37.89±0.93 bc	15.35±0.41 b	125.26	95.54
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	31.22±1.14 cd	10.12±0.13 cd	85.61	28.91
	CV (%)	8.35	5.15		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.22 incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Lantana* 200 ppm uygulamasının kontrol uygulama karakterine göre bitki yaş ağırlığını %189.06 [F(2.62) 23.69 P<0.05] ve bitki kuru ağırlığını ise %174.39 [F(2.62) 32.00 P<0.05] oranında artırarak istatistiksel olarak farklı bir grup oluşturmuşlardır. *Lantana* ile ilgili yapılan uygulamalar sonucunda bitki gelişim düzenleyicisi gibi davranarak bitki biyokütlesinde artışlara sebep olmuştur. Aşağıda yer alan Çizelge 4.23 incelendiğinde çalışma sonucunda yapılan uygulamaların domates bitkisi gövde çapı değerlerine (mm) etkileri özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.13. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Gövde Çapı Değeri (mm) F(2.62) 53.58 P<0.05	Artırıcı Etki (%)
1	Pozitif kontrol K(+)	6.02±0.16 d*	0.00
2	Negatif kontrol K(-)	9.35±0.33 c	55.31
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	11.03±0.24 b	83.22
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	12.37±0.46 a	105.48
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	9.51±0.43 c	57.97
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	6.92±0.40 d	14.95
	CV (%)	8.85	

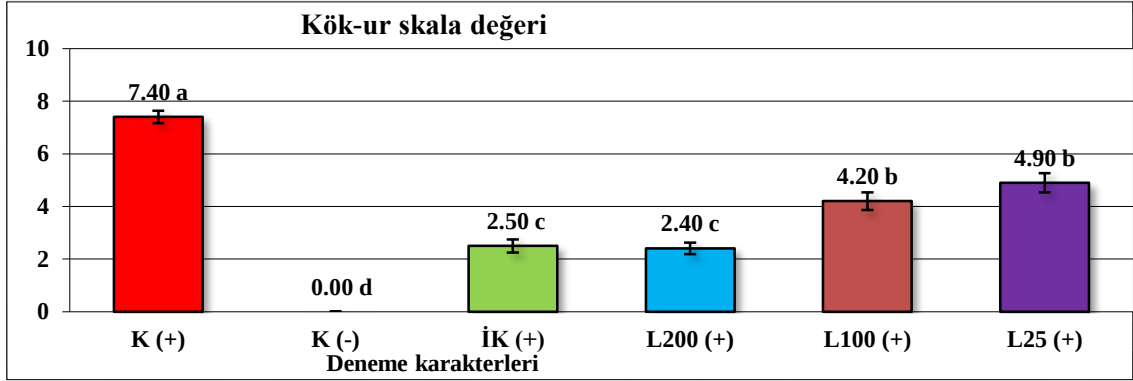
*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.23 incelendiğinde yapılan uygulamaların domates gövde çapına artırıcı etkisi bakımından *Lantana* 200 ppm uygulamasının kontrol uygulamasına göre gövde çapını %105.48 [F(2.62) 53.58 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel açıdan farklı bir grup oluşturduğu belirlenmiştir. *Lantana* çalışmasının 2. tekrar sonuçları 1. tekrar sonuçlarında olduğu gibi aşağıda yer alan Çizelge 4.24 ve Şekil 4.13'de özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.14. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Kök-ur Skala Değeri F(2.62) 105.44 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	7.40±0.24 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 d	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	2.50±0.25 c	66.21
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	2.40±0.22 c	67.56
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	4.20±0.33 b	43.24
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	4.90±0.37 b	33.78
	CV (%)	5.35	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



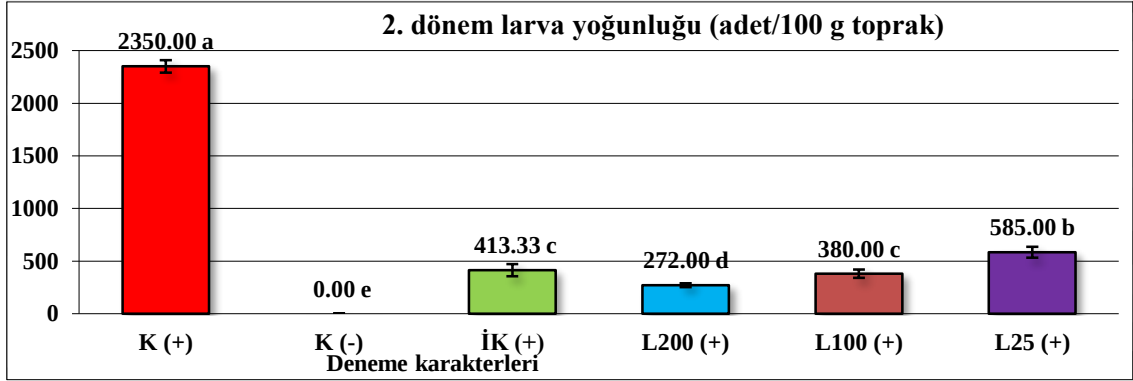
Şekil 4.13. İkinci tekrar *Lantana* uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi

Lantana çalışmasının 2. tekrar sonuçlarına göre en iyi uygulama karakteri olarak köklerdeki urlanmayı baskılaması açısından *Lantana* 200 ppm uygulaması ilaçlı kontrol uygulaması kadar etkili olmuş ve aynı istatistiksel grupta yer almıştır. *Lantana* 200 ppm uygulaması köklerdeki urlanmayı kontrol uygulamasına göre %67.56 [F(2.62) 105.44 P<0.05] oranında baskılıyarak en etkili uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Saksı toprağında yer alan nematod sayısına yapılan uygulamaların etkilerini inceleyecek olursak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.25 ve Şekil 4.14’de toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.15. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda sera toprağında bulunan *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod Sayısı F(2.62) 157.69 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	2350.00±60.13 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 e	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	413.33±57.75 c	82.42
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	272.00±18.54 d	88.42
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	380.00±39.70 c	83.82
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	585.00±51.61 b	75.10
	CV (%)	6.97	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



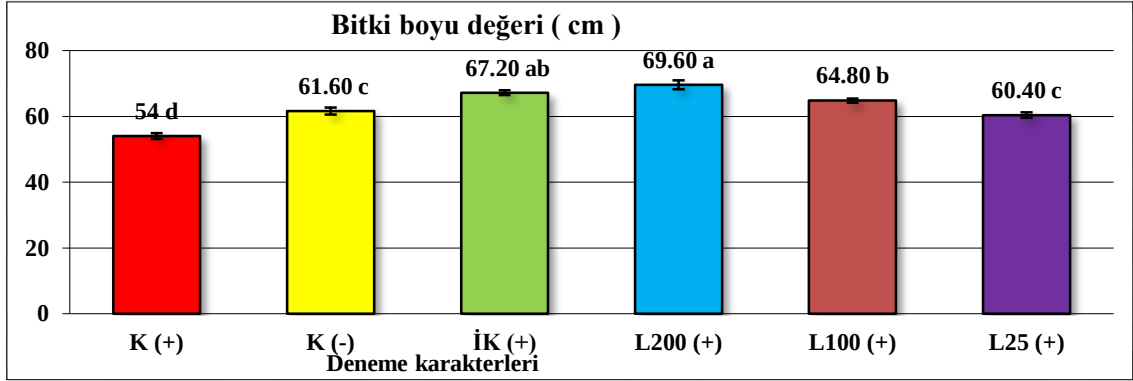
Şekil 4.14. İkinci tekrar *Lantana* uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi

Çizelge 4.25 ve Şekil 4.14 beraber incelendiğinde saksı toprağında yer alan 2. dönem larva yoğunluğuna karşı en etkili uygulama karakterinin *Lantana* 200 ppm uygulaması olduğu ve kontrol uygulamasına göre larva popülasyonunu %88.42 [F(2.62) 157.69 P<0.05] oranında baskıladığı ve istatistiksel olarak ayrı bir grup oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların bitki boyu değişimine (cm) ve yaprak sayısına etkileri Çizelge 4.26, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

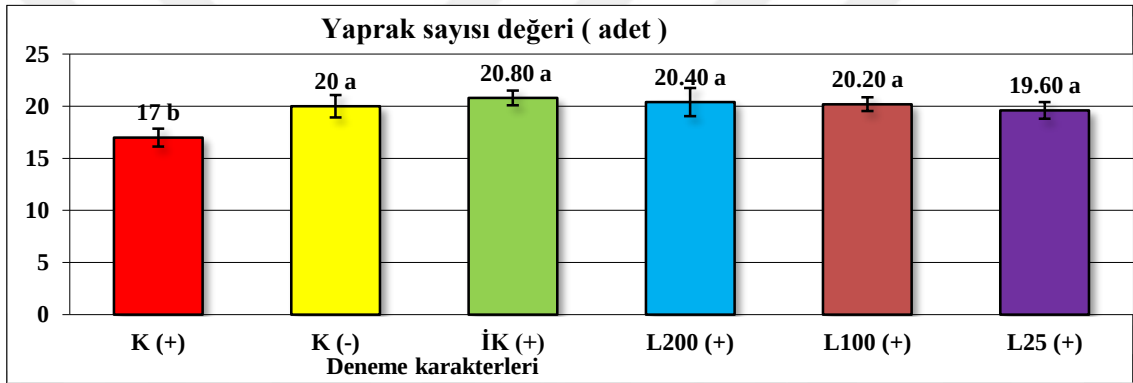
Çizelge 4.16. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Bitki Boyu (cm) F(2.62) 35.29 P<0.05	Yaprak Sayısı F(2.62) 8.71 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Boy	Yaprak
1	Pozitif Kontrol K(+)	54.00±0.86 d*	17.00±0.31 b*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	61.60±1.07 c	20.00±0.32 a	14.07	17.64
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	67.20±0.70 ab	20.80±0.73 a	24.44	22.35
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	69.60±1.36 a	20.40±0.50 a	28.88	20.00
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	64.80±0.66 b	20.20±0.30 a	20.00	18.82
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	60.40±0.81 c	19.60±0.40 a	11.85	15.29
	CV (%)	3.37	5.22		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.15. İkinci tekrar *Lantana* uygulamalarının bitki boyu değişimine etkisi



Şekil 4.16. İkinci tekrar *Lantana* uygulamalarının yaprak sayısı değişimine etkisi

Çizelge 4.26, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16 birlikte değerlendirildiğinde en etkili uygulama karakterlerinin *Lantana* 200 ppm uygulaması olduğu ve bitki boyu ve yaprak sayısında kontrol uygulamasına göre boy uzunluğunda %28.88 [F(2,62) 35.29 P<0.05] yaprak sayısında ise %20.00 [F(2,62) 8.71 P<0.05] oranında artışın olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada diğer bitki büyüme parametreleri açısından elde edilen sonuçları incelediğimizde yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değerlerinde elde edilen değişimler aşağıda yer alan Çizelge 4.27’de özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.17. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş Kök Ağırlığı F(2.62) 49.05 P<0.05	Kuru Kök Ağırlığı F(2.62) 52.67 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif kontrol K(+)	21.05±1.24 b*	2.59±0.12 c*	0.00	0.00
2	Negatif kontrol K(-)	27.29±0.60 c	3.95±0.10 d	29.64	52.50
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	28.97±1.06 b	4.40±0.21 b	37.62	69.88
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	37.91±0.66 a	5.77±0.16 a	80.09	122.77
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	36.34±1.01 a	4.67±0.13 b	72.63	80.30
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	29.59±0.40 b	3.60±0.14 c	40.57	38.99
	CV (%)	6.54	7.94		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.27 incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Lantana* 200 ppm uygulama karakterinin kontrol uygulamasına göre bitki yaş kök ağırlığını %80.09 [F(2.62) 49.05 P<0.05] ve bitki kuru kök ağırlığını ise %122.77 [F(2.62) 52.67 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel olarak farklı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir. Çizelge 4.28’de ise çalışma sonucunda bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı değerlerindeki meydana gelen değişimler özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.18. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin yaş bitki ağırlığı, kuru bitki ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş Bitki Ağırlığı F(2.62) 54.44 P<0.05	Kuru Bitki Ağırlığı F(2.62) 114.04 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif Kontrol K(+)	19.17±0.97 d*	8.95±0.40 d*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	26.61±0.93 e	11.93±0.52 e	38.81	33.29
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	33.36±2.33 c	18.00±1.47 b	74.02	101.11
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	47.49±1.80 a	21.50±0.57 a	147.73	140.22
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	40.93±0.22 b	18.91±0.13 b	113.51	111.28
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	31.57±0.79 c	14.55±0.44 c	64.68	62.56
	CV (%)	9.19	6.27		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.28 incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Lantana* 200 ppm uygulamasının kontrol uygulama karakterine göre bitki yaş ağırlığını %147.73 [F(2.62) 54.44 P<0.05] ve bitki kuru ağırlığını ise %140.22 [F(2.62) 114.04 P<0.05] oranında artırarak istatistiksel olarak farklı bir grup oluşturmuşlardır. *Lantana* bitkisi yapılan uygulamalar sonucunda bitki gelişim düzenleyicisi gibi davranarak bitki biyokütlesinde artışlara sebep olduğu ikinci kez belirlenmiştir. Aşağıda yer alan Çizelge 4.29 incelendiğinde çalışma sonucunda yapılan uygulamaların domates bitkisi gövde çapı değerlerine (mm) etkileri özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.19. Sera-saksı denemeleri *Lantana camara* L. dozları uygulaması sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Gövde Çapı Değeri (mm) F(2.62) 104.29 P<0.05	Artırıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	6.42±0.19 c*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	9.83±0.39 e	53.11
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	12.42±0.53 a	93.45
4	<i>Lantana</i> 200 ppm	12.57±0.28 a	95.79
5	<i>Lantana</i> 100 ppm	10.85±0.12 b	69.00
6	<i>Lantana</i> 25 ppm	8.93±0.23 d	39.09
	CV (%)	0.50	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.29 incelendiğinde yapılan uygulamaların domates gövde çapına artırıcı etkisi bakımından *Lantana* 200 ppm uygulamasının kontrol uygulamasına göre gövde çapını %95.79 [F(2.62) 104.29 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel açıdan kontrol uygulamasına göre farklı bir grup oluşturduğu belirlenmiştir. Kısaca *Lantana* çalışmalarının 1. tekrar ve 2. tekrar sonuçlarını özetleyecek olursak 200 ppm'lik uygulama dozunun saksı çalışmaları sonucunda en etkili doz olarak ortaya çıktığını söyleyebiliriz.

4.3. Sera-Saksı Çalışmaları ile Nanogümüş Partikül Katkılı Ekstraktların Kök-ur Nematodu (*M. incognita*)’na Karşı Etkin Uygulama Yönteminin Belirlenmesi

Etkin uygulama yönteminin belirlenmesine yönelik sera-saksı çalışmaları Haziran-Ağustos 2020 tarihlerinde Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde yer alan Sebzeçilik Bölümüne ait olan ısıtmasız naylon serada yürüt÷lmüştür. Çalışmanın karakterlerini sera-saksı çalışmaları ile önceden belirlenen *Moringa oleifera* ve *Lantana camara* bitkilerine ait olan nanogümüş partikül katkılı bitki su ekstraktlarının 200 ppm bandırma ve topraktan uygulama dozları ile pozitif kontrol uygulaması (nematod verilmiş), negatif kontrol uygulaması (nematod verilmemiş) ve ilaçlı kontrol uygulaması (QL Agri 35 SL®) oluşturmuştur. Deneme 7 karakter ve 5 tekerrürlü olmak üzere tesadüf parselleri deneme desenine göre 2 tekrarlı olacak şekilde kurulmuştur. Denemeyi oluşturan karakterler ve simgeleri aşağıda yer alan Çizelge 4.30’da toplu olarak vermeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.30. Denemeyi oluşturan karakterler ve simgeleri

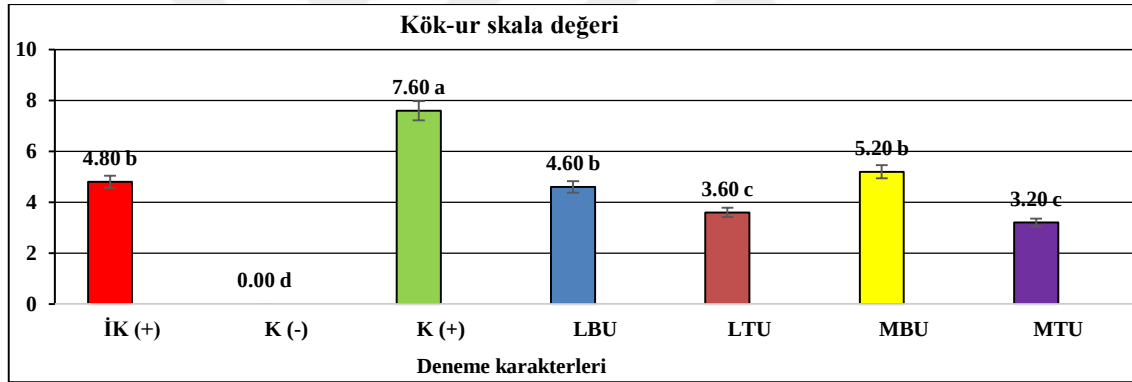
No	Denemeyi Oluşturan Karakterler	Karakter Simgesi
1	Pozitif Kontrol Uygulaması (+)	K(+)
2	Negatif Kontrol Uygulaması (-)	K(-)
3	İlaçlı Kontrol Uygulaması (+)	İK(+)
4	<i>Lantana camara</i> Bandırma Uygulaması	LBU (+)
5	<i>L. camara</i> Toprak Uygulaması	LTU (+)
6	<i>Moringa oleifera</i> Bandırma Uygulaması	MBU (+)
7	<i>M. oleifera</i> Toprak Uygulaması	MTU (+)

Sera-saksı etkin uygulama yönteminin belirlenmesi 1. tekrar çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular aşağıda yer alan çizelgeler ve şekiller dizini şeklinde toplu olarak özetlenmeye çalışılmıştır. 1. tekrar çalışmalarının kök-ur skala değerine etkisi aşağıda yer alan Çizelge 4.31 ve Şekil 4.17’de toplu olarak vermeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.31. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Kök-ur Skala Değeri F(2.45) 74.80 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	7.60±0.24 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 d	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	4.80±0.37 b	36.84
4	<i>Lantana</i> Bandırma uygulaması	4.60±0.25 b	39.47
5	<i>Lantana</i> Toprak uygulaması	3.60±0.27 c	52.63
6	<i>Moringa</i> Bandırma uygulaması	5.20±0.20 b	31.57
7	<i>Moringa</i> Toprak uygulaması	3.20±0.38 c	57.89
	CV (%)	2.97	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



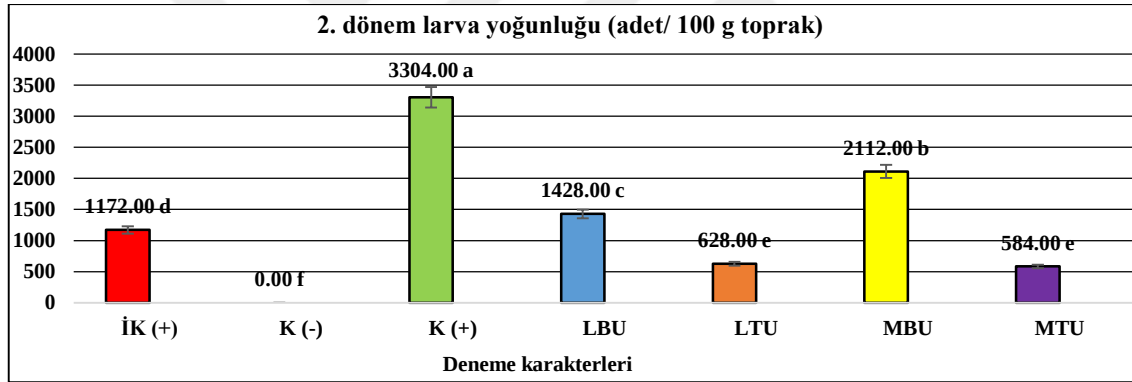
Şekil 4.17. Birinci tekrar uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi

Etkin uygulama yönteminin belirlenmesi 1. tekrar sonuçlarına göre en iyi uygulama karakteri olarak köklerdeki ırlanmayı baskılaması açısından *Moringa* 200 ppm topraktan uygulaması *Lantana* 200 ppm topraktan uygulaması kadar etkili olmuş ve aynı istatistiksel grupta yer almışlardır. *Moringa* 200 ppm uygulaması köklerdeki ırlanmayı kontrol uygulamasına göre %57.89 [F(2.45) 74.80 P<0.05] oranında baskılıyarak en etkili uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Saksı toprağında yer alan nematod sayısına yapılan uygulamaların etkilerini inceleyecek olursak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.32 ve Şekil 4.18'de toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.20. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda sera toprağında bulunan *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod Sayısı F(2.45) 241.41 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	3304.00±107.97 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 f	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	1172.00±48.00 d	64.52
4	<i>Lantana</i> Bandırma uygulaması	1428.00±59.86 c	56.78
5	<i>Lantana</i> Toprak uygulaması	628.00±67.70 e	80.99
6	<i>Moringa</i> Bandırma uygulaması	2112.00±79.40 b	36.07
7	<i>Moringa</i> Toprak uygulaması	584.00±84.47 e	82.32
	CV (%)	7.20	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



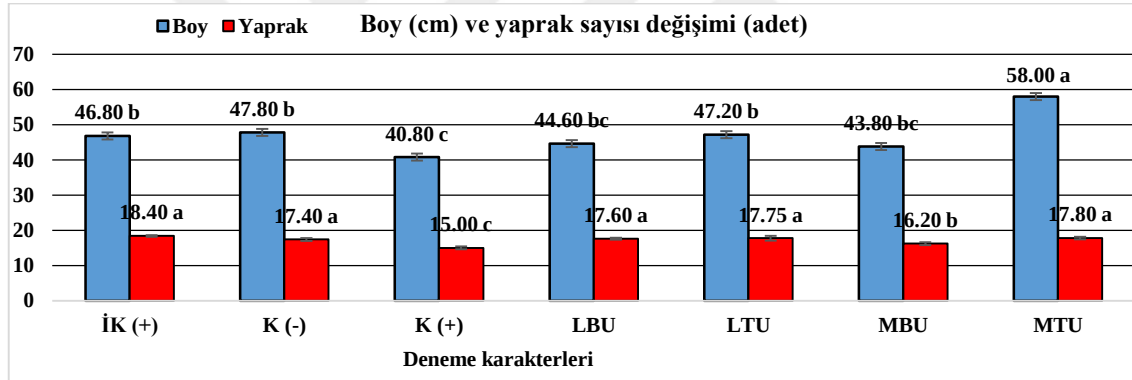
Şekil 4.18. Birinci tekrar uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi

Çizelge 4.32 ve Şekil 4.18 beraber incelendiğinde saksı toprağında yer alan 2. dönem larva yoğunluğuna karşı en etkili uygulama karakterinin *Moringa* 200 ppm topraktan uygulama olduğu ve kontrol uygulamasına göre larva popülasyonunu %82.32 [F(2.45) 241.41 P<0.05] oranında baskıladığı ve *Lantana* 200 ppm topraktan uygulama karakteri ile aynı istatistiksel grup oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların bitki boyu (cm) ve yaprak sayısına etkileri Çizelge 4.33 ve Şekil 4.19'da toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.21. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Bitki Boyu (cm) F(2.45) 8.57 P<0.05	Yaprak Sayısı F(2.45) 11.69 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Boy	Yaprak
1	Pozitif Kontrol K(+)	40.80±0.86 d*	15.00±0.44 b*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	47.80±0.96 c	17.40±0.40 a	17.15	16.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	46.80±2.05 ab	18.40±0.24 a	14.70	22.66
4	<i>Lantana</i> Bandırma uyg.	44.60±2.16 a	17.60±0.25 a	9.32	17.33
5	<i>Lantana</i> Toprak uyg.	47.20±1.77 b	17.75±0.66 a	15.68	18.33
6	<i>Moringa</i> Bandırma uyg.	43.80±2.81 c	16.20±0.37 a	7.35	8.00
7	<i>Moringa</i> Toprak uyg.	51.00±1.51 c	17.80±0.38 a	42.15	18.67
	CV (%)	8.80	4.72		

*Aynı harf içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



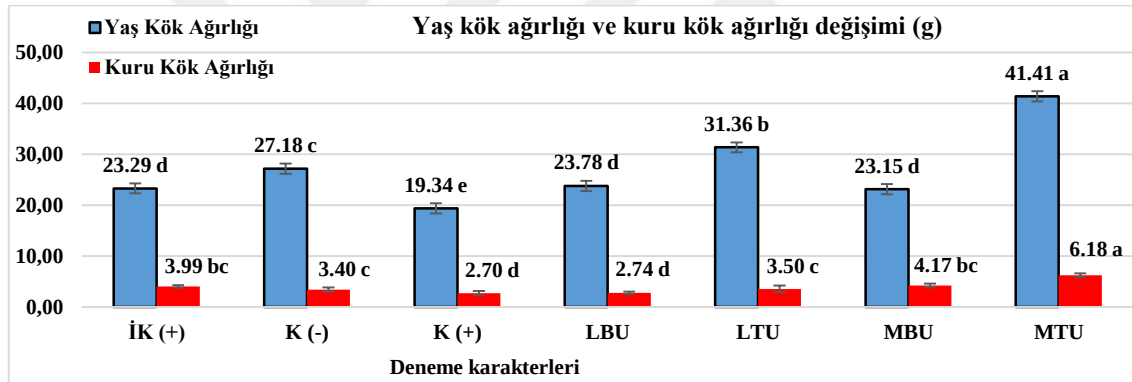
Şekil 4.19. Birinci tekrar uygulamalarının boy (cm) ve yaprak sayısına (adet) etkisi

Çizelge 4.33 ve Şekil 4.19 birlikte değerlendirildiğinde en etkili uygulama karakterlerinin *Moringa* 200 ppm topraktan uygulaması olduğu ve bitki boyu ve yaprak sayısında kontrol uygulamasına göre boy uzunluğunda %42.15 [F(2.45) 8.57 P<0.05] ve yaprak sayısında ise %18.67 [F(2.45) 11.69 P<0.05] oranında artışın olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada diğer bitki büyüme parametreleri açısından elde edilen sonuçları incelediğimizde yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değerlerinde elde edilen değişimler aşağıda yer alan Çizelge 4.34 ve Şekil 4.20'de özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.22. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş Kök Ağırlığı F(2.45) 74.30 P<0.05	Kuru Kök Ağırlığı F(2.45) 29.65 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif kontrol K(+)	19.34±0.64 d*	2.70±0.11 bc*	0.00	0.00
2	Negatif kontrol K(-)	27.18±1.06 c	3.40±0.07 c	40.53	25.92
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	23.29±0.67 e	3.99±0.25 d	20.42	47.77
4	<i>Lantana</i> Bandırma uyg.	23.78±0.69 d	2.74±0.22 d	22.96	1.48
5	<i>Lantana</i> Toprak uyg.	31.36±1.18 b	3.50±0.29 c	62.15	29.62
6	<i>Moringa</i> Bandırma uyg.	23.15±0.37 d	4.17±0.27 bc	19.70	54.44
7	<i>Moringa</i> Toprak uyg.	41.41±2.42 a	6.18±0.20 a	114.12	128.88
	CV (%)	6.67	12.67		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



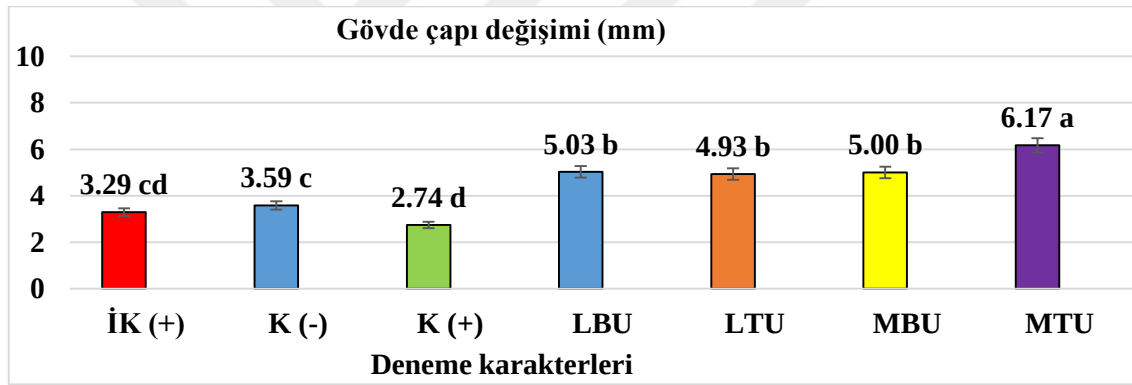
Şekil 4.20. Birinci tekrar uygulamalarının yaş kök ve kuru kök ağırlığına etkisi

Çizelge 4.34 ve Şekil 4.20 birlikte incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Moringa* 200 ppm topraktan uygulama karakterinin kontrol uygulamasına göre bitki yaş kök ağırlığını %114.12 [F(2.45) 74.30 P<0.05] ve bitki kuru kök ağırlığını ise %128.88 [F(2.45) 29.65 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel olarak farklı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir. Aşağıda yer alan Çizelge 4.35 ve Şekil 4.21'de birinci tekrar çalışma sonucunda yapılan uygulamaların domates bitkisi gövde çapı değerlerine (mm) etkileri özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.23. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (1. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Gövde Çapı Değeri (mm) F(2.45) 32.88 P<0.05	Artırıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	2.74±0.24 c*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	3.59±0.33 e	31.02
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	3.29±0.16 a	20.07
4	<i>Lantana</i> Bandırma uygulaması	5.03±0.46 a	83.57
5	<i>Lantana</i> Toprak uygulaması	4.93±0.43 b	79.92
6	<i>Moringa</i> Bandırma uygulaması	5.00±0.47 d	82.48
	<i>Moringa</i> Toprak uygulaması	6.17±0.40 b	125.18
	CV (%)	10.71	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.21. Birinci tekrar uygulamalarının gövde çapı değişimine etkisi

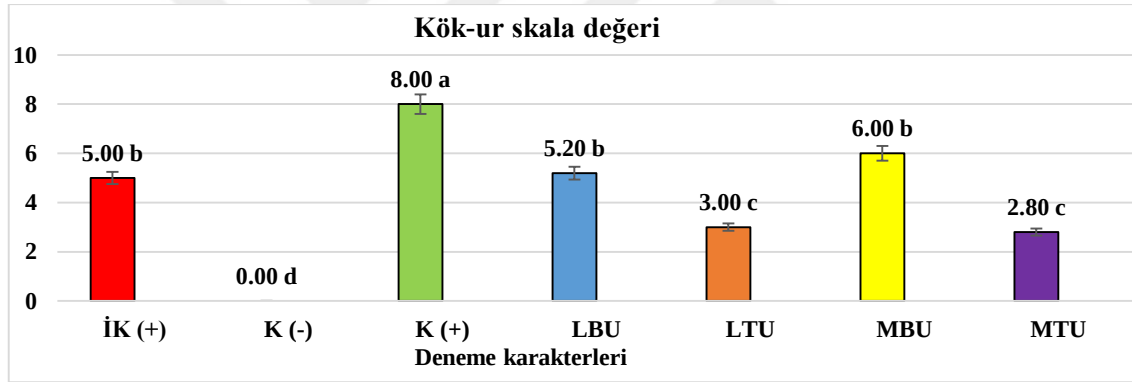
Çizelge 4.35 ve Şekil 4.21 birlikte incelendiğinde yapılan uygulamaların domates gövde çapına artırıcı etkisi bakımından *Moringa* 200 ppm topraktan uygulamasının kontrol uygulamasına göre gövde çapını %125.18 [F(2.45) 32.88 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel açıdan kontrol uygulamasına göre farklı bir grup oluşturduğu belirlenmiştir.

Sera-saksı etkin uygulama yönteminin belirlenmesi 2 tekrar çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular aşağıda yer alan çizelgeler ve şekiller dizini şeklinde toplu olarak özetlenmeye çalışılmıştır. 2. tekrar çalışmalarının kök-ur skala değerine etkisi aşağıda yer alan Çizelge 4.36 ve Şekil 4.22’de toplu olarak verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.24. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın oluşturduğu ur miktarı ve köklerdeki ur oluşumunun kontrol uygulaması K(+)'na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Kök-ur Skala Değeri F(2.45) 69.15 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	8.00±0.31 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 d	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	5.00±0.33 b	37.50
4	<i>Lantana</i> Bandırma uygulaması	5.20±0.38 b	35.00
5	<i>Lantana</i> Toprak uygulaması	3.00±0.28 c	62.50
6	<i>Moringa</i> Bandırma uygulaması	6.00±0.37 b	25.00
7	<i>Moringa</i> Toprak uygulaması	2.80±0.41 c	65.00
	CV (%)	3.38	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



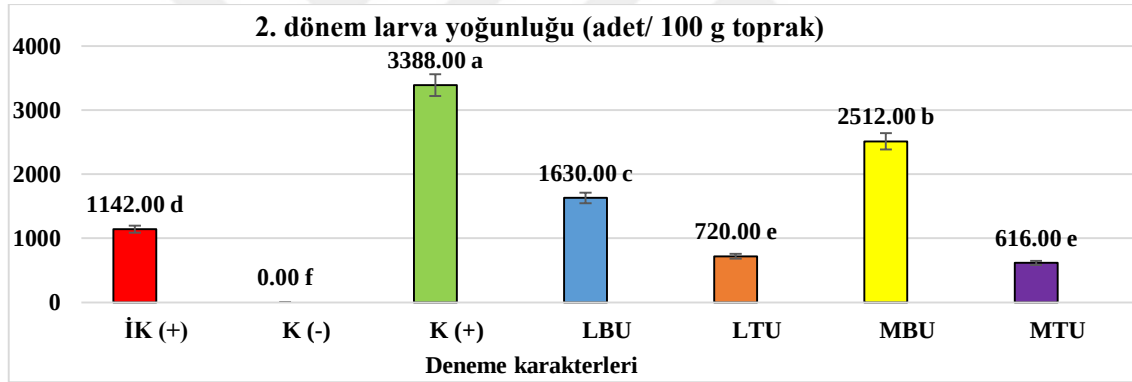
Şekil 4.22. İkinci tekrar uygulamalarının kök-ur skala değerine etkisi

Etkin uygulama yönteminin belirlenmesi 2. tekrar sonuçlarına göre en iyi uygulama karakteri olarak köklerdeki urlanmayı baskılaması açısından *Moringa* 200 ppm topraktan uygulaması *Lantana* 200 ppm topraktan uygulaması kadar etkili olmuş ve aynı istatistiksel grupta yer almışlardır. *Moringa* 200 ppm uygulaması köklerdeki urlanmayı kontrol uygulamasına göre %65.00 [F(2.45) 69.15 P<0.05] oranında baskılıyarak en etkili uygulama olarak ortaya çıkmıştır. Saksı toprağında yer alan nematod sayısına yapılan uygulamaların etkilerini inceleyecek olursak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.37 ve Şekil 4.23'de toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.25. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda sera toprağında bulunan *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva yoğunluğu ve deneme karakterlerinin topraktaki 2. dönem larva sayısını kontrol uygulaması K(+)’na göre azaltıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod Sayısı F(2.45) 219.87 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	3388.00±123.88 a*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	0.00±0.00 f	0.00
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	1142.00±35.27 d	66.30
4	<i>Lantana</i> Bandırma uygulaması	1630.00±51.96 c	51.89
5	<i>Lantana</i> Toprak uygulaması	720.00±72.94 e	78.75
6	<i>Moringa</i> Bandırma uygulaması	2512.00±112.28 b	25.85
7	<i>Moringa</i> Toprak uygulaması	616.00±85.18 e	81.82
	CV (%)	7.01	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



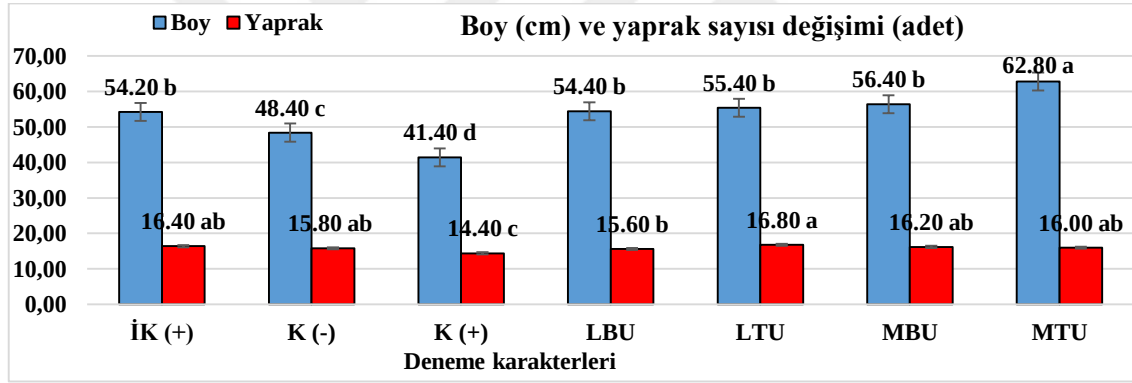
Şekil 4.23. İkinci tekrar uygulamalarının larva yoğunluğuna etkisi

Çizelge 4.37 ve Şekil 4.23 beraber incelendiğinde saksı toprağında yer alan 2. dönem larva yoğunluğuna karşı en etkili uygulama karakterinin *Moringa* 200 ppm topraktan uygulama olduğu ve kontrol uygulamasına göre larva popülasyonunu %81.82 [F(2.45) 219.87 P<0.05] oranında baskıladığı ve *Lantana* 200 ppm topraktan uygulama karakteri ile aynı istatistiksel grup oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların bitki boyu (cm) ve yaprak sayısına etkileri Çizelge 4.38 ve Şekil 4.24’de toplu olarak aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.26. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin boy (cm), yaprak sayısı (adet) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)’na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Bitki Boyu (cm) F(2.45) 77.75 P<0.05	Yaprak Sayısı F(2.45) 4.54 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Boy	Yaprak
1	Pozitif Kontrol K(+)	41.40±0.92 d*	14.40±0.24 c*	0.00	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	48.40±0.50 c	15.80±0.37 ab	16.90	9.72
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	54.20±0.86 b	16.40±0.28 ab	30.92	13.88
4	<i>Lantana</i> Bandırma uyg.	54.40±0.24 b	15.60±0.40 b	31.40	8.33
5	<i>Lantana</i> Toprak uyg.	55.40±0.67 b	16.80±0.48 a	33.82	16.66
6	<i>Moringa</i> Bandırma uyg.	56.40±0.74 b	16.20±0.20 ab	36.23	12.50
7	<i>Moringa</i> Toprak uyg.	62.80±1.06 a	16.00±0.42 ab	51.69	11.11
	CV (%)	3.20	5.05		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



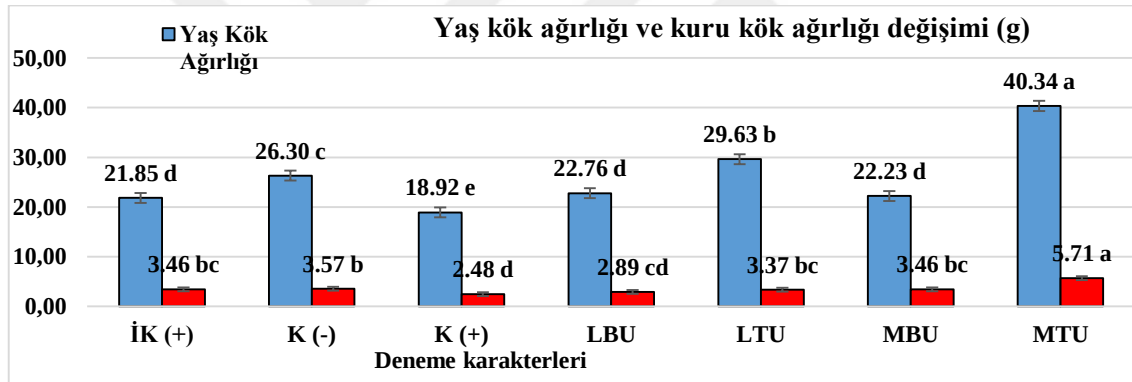
Şekil 4.24. İkinci tekrar uygulamalarının boy (cm) ve yaprak sayısına (adet) etkisi

Çizelge 4.38 ve Şekil 4.24 birlikte değerlendirildiğinde en etkili uygulama karakterlerinin *Moringa* 200 ppm topraktan uygulaması olduğu ve bitki boyu ve yaprak sayısında kontrol uygulamasına göre boy uzunluğunda %51.69 [F(2.45) 77.75 P<0.05] ve yaprak sayısında ise %11.11 [F(2.45) 4.54 P<0.05] oranında artışın olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada diğer bitki büyüme parametreleri açısından elde edilen sonuçları incelediğimizde yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değerlerinde elde edilen değişimler aşağıda yer alan Çizelge 4.39 ve Şekil 4.25’de özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.27. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı (g) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi [(X±SH)] (2. tekrar) (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Yaş Kök Ağırlığı F(2.45) 89.07 P<0.05	Kuru Kök Ağırlığı F(2.45) 21.67 P<0.05	Artırıcı Etki (%)	
				Yaş	Kuru
1	Pozitif kontrol K(+)	19.34±0.64 d*	2.70±0.11 bc*	0.00	0.00
2	Negatif kontrol K(-)	27.18±1.06 c	3.40±0.07 c	40.53	25.92
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	23.29±0.67 e	3.99±0.25 d	20.42	47.77
4	<i>Lantana</i> Bandırma uyg.	23.78±0.69 d	2.74±0.22 d	22.96	1.48
5	<i>Lantana</i> Toprak uyg.	31.36±1.18 b	3.50±0.29 c	62.15	29.62
6	<i>Moringa</i> Bandırma uyg.	23.15±0.37 d	4.17±0.27 bc	19.70	54.44
7	<i>Moringa</i> Toprak uyg.	41.41±2.42 a	6.18±0.20 a	114.12	128.88
	CV (%)	6.20	13.79		

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



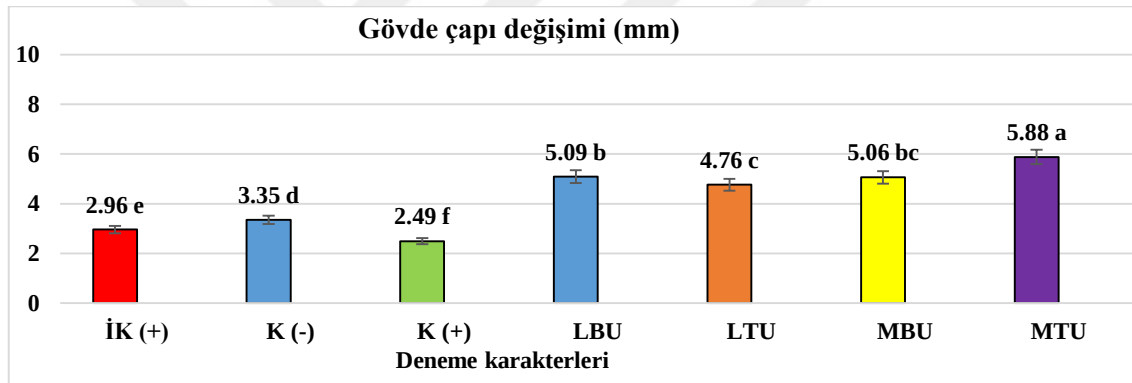
Şekil 4.25. İkinci tekrar uygulamalarının yaş kök ve kuru kök ağırlığına etkisi

Çizelge 4.39 ve Şekil 4.25 birlikte incelendiğinde en etkili uygulama karakteri olarak *Moringa* 200 ppm topraktan uygulama karakterinin kontrol uygulamasına göre bitki yaş kök ağırlığını %114.12 [F(2.45) 74.30 P<0.05] ve bitki kuru kök ağırlığını ise %128.88 [F(2.45) 29.65 P<0.05] oranında artırdığı ve istatistiksel olarak farklı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir. Aşağıda yer alan Çizelge 4.40 ve Şekil 4.26'da ikinci tekrar çalışma sonucunda yapılan uygulamaların domates bitkisi gövde çapı değerlerine (mm) etkileri özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.40. Sera-saksı denemeleri ile gerçekleştirilen etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda domates bitkilerinin gövde çapı (mm) değerleri ve deneme karakterlerinin kontrol uygulaması K(+)'na göre artırıcı etkisi $[(X \pm SH)]$ (2. tekrar) ($P < 0.05$)

No	Deneme Karakterleri	Gövde Çapı Değeri (mm) F(2.45) 149.87 P<0.05	Artırıcı Etki (%)
1	Pozitif Kontrol K(+)	2.49±0.08 c*	0.00
2	Negatif Kontrol K(-)	3.35±0.10 e	34.53
3	İlaçlı Kontrol İK(+)	2.96±0.18 a	18.87
4	<i>Lantana</i> Bandırma uygulaması	5.09±0.28 a	104.41
5	<i>Lantana</i> Toprak uygulaması	4.76±0.37 b	91.16
6	<i>Moringa</i> Bandırma uygulaması	5.06±0.16 d	103.21
	<i>Moringa</i> Toprak uygulaması	5.88±0.37 b	136.14
	CV (%)	5.54	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.26. İkinci tekrar uygulamalarının gövde çapı değişimine etkisi

Çizelge 4.40 ve Şekil 4.26 birlikte incelendiğinde yapılan uygulamaların domates gövde çapına artırıcı etkisi bakımından *Moringa* 200 ppm topraktan uygulamasının kontrol uygulamasına göre gövde çapını %136.14 $[F(2.45) 149.87 P < 0.05]$ oranında artırdığı ve istatistiksel açıdan kontrol uygulamasına göre farklı bir grup oluşturduğu belirlenmiştir. Etkin uygulama yönteminin belirlenmesi çalışmaları sonucunda, Doğa-sera çalışmalarında kullanılmak üzere topraktan uygulama yönteminin bandırma yöntemine göre daha başarılı olduğu ortaya koyularak doğa-sera (*in vivo*) çalışmalarında bu yöntemin kullanılmasının daha sağlıklı olacağına karar verilmiştir.

4.4. Doğa-Sera (*in vivo*) Çalışmaları ile Nanogümüş Partikül Katkılı Bitki Su Ekstraktlarının Kök-ur Nematodu (*Meloidogyne incognita*)'na Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi

Doğa-sera (*in vivo*) çalışmaları 2021 yılında Antalya ve Yalova illerine ait iki farklı lokasyonda yer alan ve yoğun olarak örtüaltı domates yetiştiriciliği yapılan seralarda şerit parsel deneme desenine göre 4 karakterli ve 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Denemeler sonunda elde edilen urlu köklerde yeralan kök-ur nematodlarının dişilerine ait anal kesitlerin ve ikinci dönem larvaların (L2) incelenmesi sonucunda sadece *M. incognita* bireyleri Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat) tarafından teşhis edilmiştir. Yapılan uygulamaların kök-ur nematodları üzerindeki etkinliğini belirlemek için köklerde *M. incognita* tarafından oluşturulan ur miktarı ile topraktakta yeralan 2. dönem larva sayıları tespit edilmiştir. Ayrıca nanogümüş katkıli bitkisel ekstrakt uygulamaların domates bitkilerinin gelişimine olan etkilerini saptamak amacıyla toplam parsel verim değerleri belirlenmiştir. Elde edilen tüm sonuçlar çizelge ve şekiller halinde istatistiksel değerlendirmeye birlikte Antalya lokasyonu çalışmaları ve Yalova lokasyonu çalışmaları başlığı altında aşağıda yer alan açıklamalarda toplu olarak verilmeye çalışılmıştır.

4.4.1. Antalya lokasyonu çalışmaları

Antalya lokasyonunda yer alan doğa-sera çalışmaları 20.02.2021 tarihinde kurulmuş olup çalışmalar 04.07.2021 tarihinde sonlandırılmıştır. Çalışma sonunda her bir parselden dikkatlice bel küreği yardımı ile sökülen bitki örnekleri ve alınan toprak örnekleri dikkatlice poşetlenerek kargo ile Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü (ABKMAE) Bitki Sağlığı Bölümü Nematoloji laboratuvarına gönderilmiştir. Aynı gün içersinde Nematoloji laboratuvarına gelen örnekler zaman kaybetmeden incelenmek üzere işlemlere alınmıştır. Ayrıca hasat boyunca toplam parsel verim değerlerinin belirlenmesi amacıyla üretici tarafından düzenli olarak verim değerleri kaydedilmiştir.

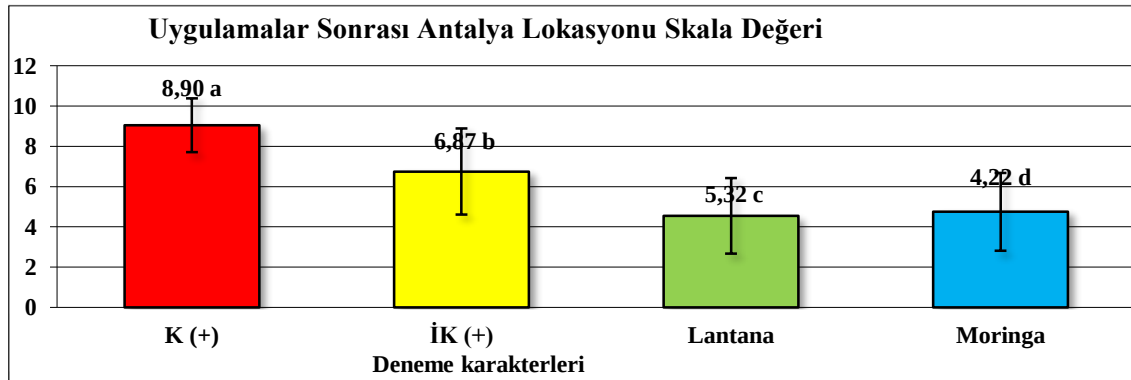
Antalya lokasyonu köklerdeki ırlanma miktarının belirlenmesi alışmaları

Yapılan uygulamaların domates bitkilerinin köklerinde oluşturduğu ırlanmaya etkisinin incelenmesi amacıyla, denemeden elde edilen kök ır indeks değerlerine tekerrürler esas alınarak varyans analizi yapılmıştır (izelge 4.41) varyans analizi sonrası yapılan uygulamaların Varyans analizi sonucunda köklerdeki ırlanma miktarı yoğunluğuna etkilerinin hangi seviyelerde olduğunun belirlenmesi amacıyla Tukey (ANOVA) oklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (izelge 4.41 ve şekil 4.27). Lokasyon parsellerinden elde edilen kök-ır nematodu ile bulaşık ırlu bitki görselleri aşağıda yer alan şekil 4.28’de toplu olarak verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.41. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası kök-ır nematodu skala değeri[(X±SH)] (P<0.05)

No	Deneme karakterleri	Skala değeri F(3.49) 202.62 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif kontrol K(+)	8.90±1.38 a*	0.00
2	İlaçlı Kontrol İK(+)	6.87±2.21 b	22.80
3	<i>Lantana</i> 200 ppm (+)	5.32±1.24 c	40.23
4	<i>Moringa</i> 200 ppm (+)	4.22±0.87 d	52.60
	CV (%)	1.77	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



şekil 4.27. Antalya lokasyonu uygulamaları sonrası kök-ır skala durumu

Çizelge 4.41 ve şekil 4.27 birlikte incelendiğinde, yapılan tüm lokasyon uygulamaları istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşturmuşlardır. Domates bitkilerinin köklerindeki ırlanma miktarının incelenmesi sonucunda, deneme karakterleri içinde en yüksek

urlanma miktarı pozitif kontrol K(+) deneme karakterinde (8.90 ± 1.38) görülmüş ve tek başına ayrı bir grup oluşturmuştur. Bunu ilaçlı kontrol İK(+) (6.87 ± 2.21) ve *Lantana* 200 ppm (5.32 ± 1.24) deneme karakterleri izlemiş ve farklı istatistiksel grupta yer almışlardır. Antalya lokasyonu çalışmalarında son olarak en etkili uygulama karakteri olarak karşımıza *Moringa* 200 ppm (4.22 ± 0.87) uygulaması çıkarak köklerdeki urlanmayı kontrol uygulamasına göre %52.60 [F(3,49) 202.62 P<0.05] oranında baskılamıştır. Çalışma sonucunda, kök-ur skala değerleri açısından değerlendirildiğinde, *Moringa* 200 ppm uygulamasının kontrol deneme karakterine göre köklerdeki ur oluşumunu daha fazla baskı altına aldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.28. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda köklerdeki urlar (A, B, C ve D)

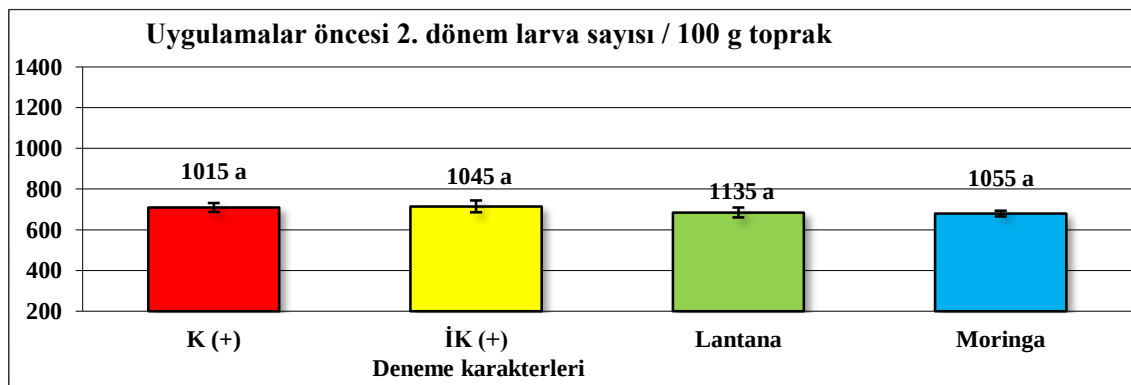
Antalya lokasyonu topraktaki kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) 2. dönem larva sayılarının belirlenmesi çalışmaları

Uygulamalar öncesi ilk önce denemenin kurulacağı parsellerin toprağında yeralan kök-ur nematodu (*M. incognita*) 2. dönem larva sayılarının belirlenmesi amacıyla, Çizelge 4.42’de yeralan deneme karakterlerine ait olan sayım değerleri kullanılmıştır. Deneme başlangıcında elde edilen bu değerlere tekerrürler esas alınarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda başlangıç popülasyonunun toprakta yeralan kök-ur nematodu yoğunluğuna etkilerinin hangi seviyelerde olduğunun belirlenmesi amacıyla Tukey testi uygulanmıştır (Çizelge 4.42 ve Şekil 4.29).

Çizelge 4.28. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar öncesi topraktaki *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [(X±SH)] (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod Sayısı F(3.49) 7.85 P<0.05
1	Pozitif Kontrol (+)	1015.00±68.70 a *
2	İlaçlı Kontrol (+)	1045.00±95.23 a
3	<i>Lantana</i> 200 ppm (+)	1135.00±71.20 a
4	<i>Moringa</i> 200 ppm (+)	1055.00±69.77 a
	CV (%)	6.42

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.29. Antalya lokasyonu uygulamalar öncesi 2. dönem larva sayılarının durumu

Çizelge 4.42 ve Şekil 4.29 birlikte incelendiğinde, uygulamalar öncesi tüm deneme karakterleri arasında topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu açısından

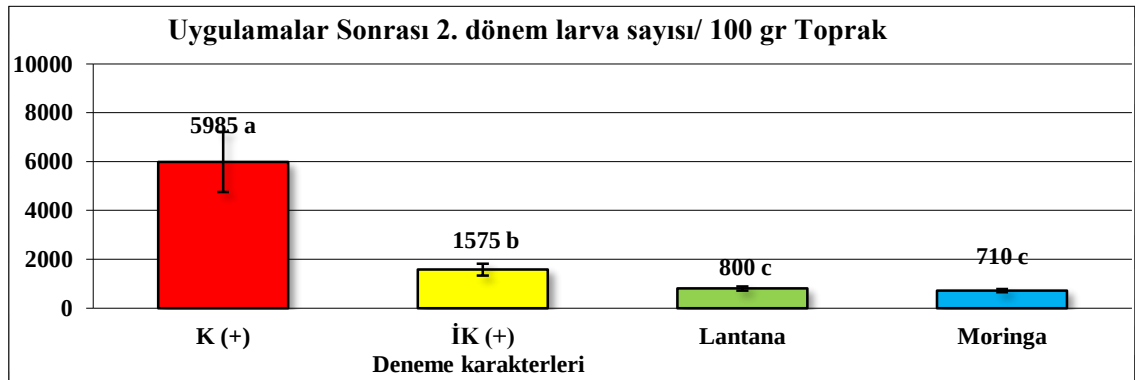
farklılıklar bulunmamış ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Uygulamalar öncesi tüm deneme karakterleri arasında en fazla *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu *Lantana* 200 ppm deneme karakterinin yer alacağı deneme parsellerinde saptanmıştır.

Uygulamalar sonrası denemenin kurulduğu parsel topraklarında yeralan kök-ur nematodu (*M. incognita*) 2. dönem larva sayılarının belirlenmesi amacıyla, Çizelge 4.43’de yeralan deneme karakterlerine ait olan sayım değerleri kullanılmıştır. Deneme sonunda elde edilen bu değerlere tekerrürler esas alınarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda sonuç populasyonunun toprakta yeralan kök-ur nematodu yoğunluğuna etkilerinin hangi seviyelerde olduğunun belirlenmesi amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 4.43 ve Şekil 4.30).

Çizelge 4.29. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası topraktaki *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [(X±SH)] (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod değeri F(3,49) 265.23 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif kontrol K(+)	5985.00±1236.00 a*	0.00
2	İlaçlı Kontrol İK(+)	1575.00±238.00 b	73.68
3	<i>Lantana</i> (+)	800.00±84.00 c	86.63
4	<i>Moringa</i> (+)	710.00±67.00 c	88.20
	CV (%)	8.51	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.30. Antalya lokasyonu uygulamaları sonrası 2. dönem larva sayılarının durumu

Çizelge 4.43 ve Şekil 4.29 birlikte incelendiğinde, tüm deneme karakterleri arasında, topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu açısından farklılıklar bulunmuş ve

istatistiksel olarak 3 farklı gruba oluşturmuştur. Deneme karakterleri arasında en fazla *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu pozitif kontrol K(+) (5985.00±1236.00) deneme karakterinde görülmüş ve istatistiksel açıdan farklı bir gruba oluşturmuştur. Bunu sırasıyla ilaçlı kontrol uygulaması İK(+) (1575.00±238.00) ve *Lantana* 200 ppm (800.00±84.00) uygulaması izlemiş ve farklı istatistiksel grupta yer almışlardır. Tüm deneme karakterleri arasında en düşük *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu *Lantana* uygulama karakteriyle aynı istatistiksel grupta yer almak suretiyle *Moringa* 200 ppm (710.00±67.00) uygulama karakterinde saptanmıştır. Ayrıca, tüm deneme karakterlerinin kontrol deneme karakterine göre topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva sayısını azaltıcı etkileri araştırılmış. En etkili uygulama olarak *Moringa* 200 ppm uygulama karakterinin %88.20 [F(3.49) 265.23 P<0.05] oranında topraktaki nematod yoğunluğunu baskıladığı tespit edilmiştir.

Deneme sonucunda tüm deneme karakterlerinin üreme oranına etkisi incelendiğinde (Çizelge 4.44), *Moringa* (0.67) ve *Lantana* (0.70) deneme karakterlerinde nematodların gelişip çoğalamadığı ve popülasyon oluşturamadığı saptanmıştır. En yüksek üreme oranı değerleri kontrol (5.90) ve ilaçlı kontrol (1.50) deneme karakterlerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.30. Antalya lokasyonu deneme karakterlerinin üreme oranına etkisi

Deneme karakterleri	(Başlangıç popülasyon sayısı) Pi	(Sonuç popülasyon sayısı) Pf	R ₀ (üreme oranı) Pf/Pi
Kontrol (+)	1015	5985	5.90
İlaçlı Kontrol (+)	1045	1575	1.50
<i>Lantana</i> 200 ppm	1135	800	0.70
<i>Moringa</i> 200 ppm	1055	710	0.67

Antalya lokasyonu dekara verim değerleri (kg/da) çalışmaları

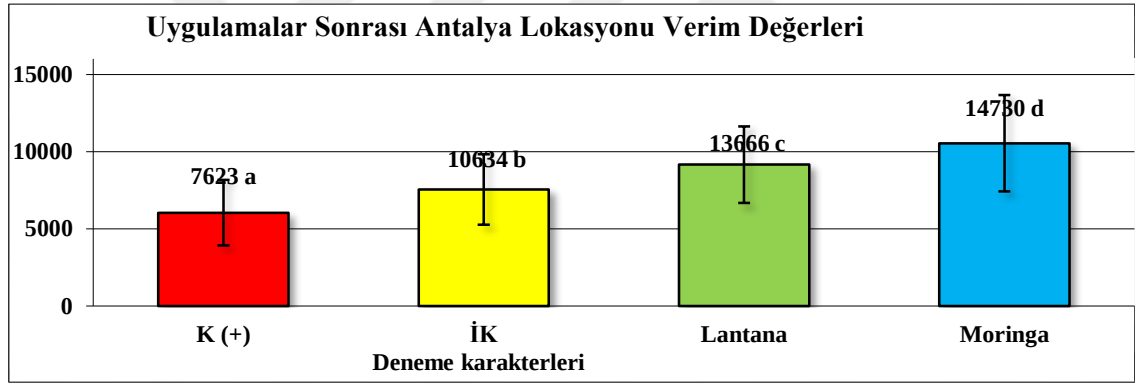
Yapılan uygulamaların Antalya lokasyonu domates bitkilerinin dekar verim değerlerine olan etkilerini belirlemek amacıyla Çizelge 4.45’de verilen deneme karakterlerine ait dekar verim değerleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bu değerlere tekerrürler esas alınarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonrasında yapılan uygulamaların domates bitkisinin dekar verim değerlerine etkilerinin hangi

seviyelerde olduğunun belirlenmesi amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 4.45 ve Şekil 4.31). Lokasyon parsellerinden elde edilen domates hasat tartım görselleri aşağıda yer alan Şekil 4.31’de toplu olarak verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.31. Antalya lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası toplam verim değeri (kg/da) [(X±SH)] (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Verim değeri F(3.49) 259.90 P<0.05	Artırıcı Etki (%)
1	Pozitif kontrol K(+)	7623.75±2384.06 a*	0.00
2	İlaçlı Kontrol İK(+)	10643.75±2587.04 b	28.38
3	<i>Lantana</i> (+)	13666.25±3125.84 c	44.22
4	<i>Moringa</i> (+)	14730.00±3468.25 d	48.25
	CV (%)	7.20	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.31. Antalya lokasyonu uygulamaları sonrası dekarda verim değerleri (kg/da)

Çizelge 4.45 ve Şekil 4.30 birlikte incelendiğinde tüm deneme karakterleri dekara verim değerleri bakımından istatistiksel olarak 4 farklı grupta yer almışlardır. Deneme karakterleri arasında en yüksek dekara verim değeri *Moringa* (14730.00±3468.25) deneme karakterinde görülmüştür. Bu deneme karakterini sırasıyla *Lantana* (13666.25±3125.84) ve ilaçlı kontrol (10643.75±2587.04) deneme karakterleri izlemiştir. En az verim değeri kontrol (7623.75±2384.06)uygulamasında tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak çok sıcak geçen yaz aylarının topraktaki yumurta kümesi açılımlarına pozitif etki yaparak toprakta yer alan 2. dönem larva sayısını ekonomik zarar eşiğinin üstünde olan bir değere çıkartmasını (Pf=5985) söyleyebiliriz. Çalışma sonucunda, aynı zamanda *Moringa* uygulamasının bitki gelişim düzenleyicisi sitokinin hormonu etkisi

göstererek pozitif kontrol uygulamasına göre dekara verimi %48.25 [F(3.49) 259.90 P<0.05] oranında artırdığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.32. Antalya lokasyonu hasat sonrası tartım çalışmaları görselleri (A, B, C ve D)

4.4.2. Yalova lokasyonu çalışmaları

Yalova lokasyonunda yer alan doğa-sera çalışmaları 05.05.2021 tarihinde kurulmuş olup çalışmalar 15.09.2021 tarihinde sonlandırılmıştır. Çalışma sonunda her bir parselden dikkatlice bel küreği ve toprak burgusu yardımı ile sökülen bitki örnekleri ve alınan toprak örnekleri dikkatlice poşetlenerek Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü (ABKMAE) Bitki Sağlığı Bölümü Nematoloji laboratuvarına getirilmiştir. Aynı gün içersinde Nematoloji laboratuvarına gelen örnekler zaman kaybetmeden incelenmek üzere nematolojik işlemlere alınmıştır. Ayrıca hasat boyunca toplam parsel verim değerlerinin belirlenmesi amacıyla sezon boyunca düzenli olarak verim değerleri kaydedilmiştir.

Yalova lokasyonu köklerdeki ırlanma miktarının belirlenmesi çalışmaları

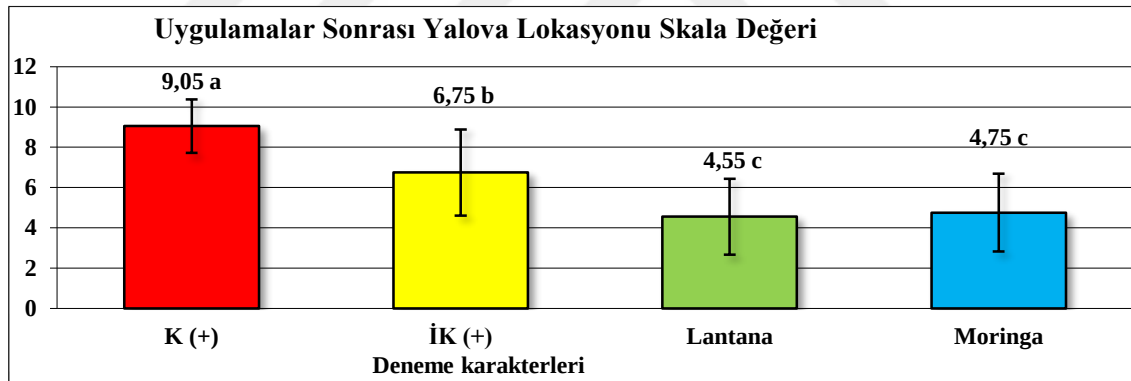
Yapılan uygulamaların domates bitkilerinin köklerinde oluşturduğu ırlanmaya etkisinin incelenmesi amacıyla, denemeden elde edilen ur indeks değerlerine tekerrürler esas alınarak varyans analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.46) Yapılan uygulamaların domates bitkilerinin köklerinde oluşturduğu ırlanmaya etkisinin incelenmesi amacıyla, denemeden elde edilen ur indeks değerlerine tekerrürler esas alınarak varyans analizi

yapılmıştır (Çizelge 4.46) varyans analizi sonrası yapılan uygulamaların Varyans analizi sonucunda köklerdeki ırlanma miktarının yoğunluğunun etkilerinin hangi seviyelerde olduğunu belirlenmesi amacıyla Tukey testi uygulanmıştır (Çizelge 4.46 ve Şekil 4.33). Lokasyon parsellerinden elde edilen kök-ur nematodu ile bulaşık ırlu bitki görselleri aşağıda yer alan Şekil 4.33’de toplu olarak verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.32. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası kök-ur nematodu skala değeri[(X±SH)] (P<0.05)

No	Deneme karakterleri	Skala değeri F(3.49) 66.49 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif kontrol K(+)	9.05±1.33 a*	0.00
2	İlaçlı Kontrol İK(+)	6.75±2.14 b	25.41
3	<i>Lantana</i> 200 ppm (+)	4.55±1.88 c	49.73
4	<i>Moringa</i> 200 ppm (+)	4.75±1.93 c	47.52
	CV (%)	4.52	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.33. Yalova lokasyonu uygulamaları sonrası kök-ur skala durumu

Çizelge 4.46 ve Şekil 4.33 birlikte incelendiğinde, yapılan tüm lokasyon uygulamaları istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşturmuşlardır. Domates bitkilerinin köklerindeki ırlanma miktarının incelenmesi sonucunda, deneme karakterleri içinde en yüksek ırlanma miktarı pozitif kontrol K(+) deneme karakterinde (9.05±1.33) görülmüş ve tek başına ayrı bir grup oluşturmuştur. Antalya lokasyonu çalışmalarında olduğu gibi bunu ilaçlı kontrol İK(+) (6.75±2.14) deneme karakterleri izlemiş ve farklı istatistiksel grupta yer almıştır. Bunları sırasıyla *Moringa* 200 ppm (4.75±1.93) ve *Lantana* 200 ppm (4.55±1.88) deneme karakterleri izleyerek aynı istatistiksel grupta yer almışlardır.

Yalova lokasyonu çalışmalarında son olarak en etkili uygulama karakteri olarak karşımıza *Lantana* 200 ppm (4.55 ± 1.88) uygulaması çıkarak köklerdeki urlanmayı kontrol uygulamasına göre %49.73 [F(3.49) 66.49 $P < 0.05$] oranında baskılamıştır. Çalışma sonucunda, kök-ur skala değerleri açısından değerlendirildiğinde, *Lantana* 200 ppm uygulamasının kontrol deneme karakterine göre köklerdeki ur oluşumunu daha fazla baskı altına aldığı tespit edilmiştir. Her iki lokasyon çalışmaları sonuçları beraber değerlendirildiğinde köklerdeki urlanma miktarına *Moringa* 200 ppm ve *Lantana* 200 ppm uygulamalarının ilaçlı kontrol uygulamasına göre köklerdeki ur oluşumunu daha fazla baskıladığı, pozitif kontrol uygulamasına göre ise %53-50 oranında daha etkili olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.34. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda köklerdeki urlar (A, B, C ve D)

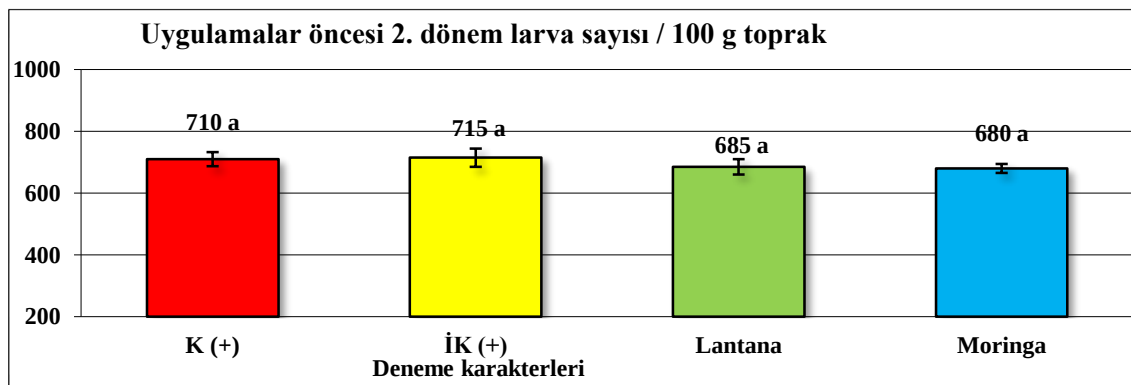
Yalova lokasyonu topraktaki kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) 2. dönem larva sayılarının belirlenmesi çalışmaları

Uygulamalar öncesi ilk önce denemenin kurulduğu parsellerin toprağında yeralan kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) 2. dönem larva sayılarının belirlenmesi amacıyla, Çizelge 4.47’de yeralan deneme karakterlerine ait olan sayım değerleri kullanılmıştır. Deneme başlangıcında elde edilen bu değerlere tekerrürler esas alınarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda başlangıç popülasyonunun (Pİ) toprakta yeralan kök-ur nematodu yoğunluğuna etkilerinin hangi seviyelerde olduğunun belirlenmesi amacıyla Tukey testi uygulanmıştır (Çizelge 4.47 ve Şekil 4.35).

Çizelge 4.33. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar öncesi topraktaki *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [(X±SH)] (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod Sayısı F(3.49) 4.57 P<0.05
1	Pozitif Kontrol (+)	710.00±22.36 a *
2	İlaçlı Kontrol (+)	715.00±29.58 a
3	<i>Lantana</i> 200 ppm (+)	685.00±24.47 a
4	<i>Moringa</i> 200 ppm (+)	680.00±14.16 a
	CV (%)	7.24

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.35. Yalova lokasyonu uygulamalar öncesi 2. dönem larva sayılarının durumu

Çizelge 4.47 ve Şekil 4.35 birlikte incelendiğinde, uygulamalar öncesi tüm deneme karakterleri arasında topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu açısından önemli

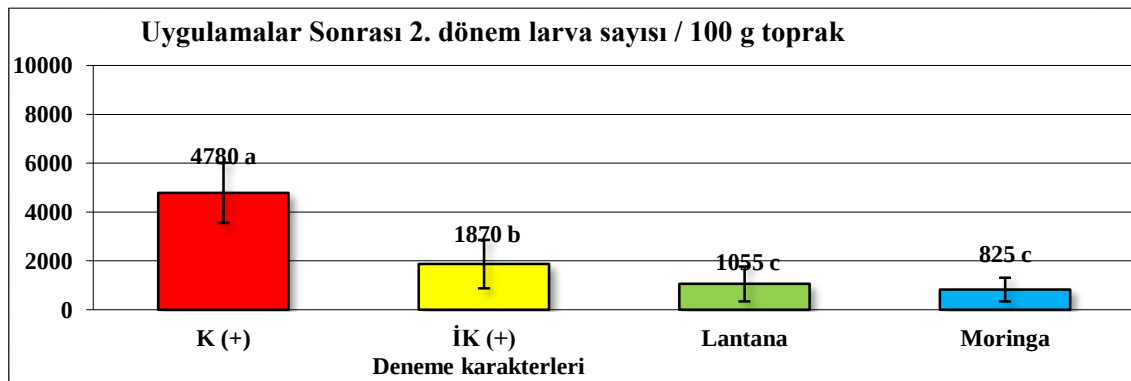
bir farklılıklar bulunmamış ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Uygulamalar öncesi tüm deneme karakterleri arasında en fazla *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu *Lantana* 200 ppm deneme karakterinin yer alacağı deneme parsellerinde saptanmıştır. Başlangıç nematod popülasyonunun düşük çıkması olarak üreticinin kış aylarında serada marul yetiştiriciliği yapması ve bu yetiştiricilik süresi boyunca serada nematodlara karşı yoğun ruhsatlı nematisitler kullanması neden olarak gösterilebilir.

Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda denemenin kurulduğu parsel topraklarında yeralan kök-ur nematodu (*M. incognita*) 2. dönem larva sayılarının belirlenmesi amacıyla, Çizelge 4.48'de yeralan deneme karakterlerine ait olan sayım değerleri kullanılmıştır. Deneme sonunda elde edilen bu değerlere tekerrürler esas alınarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda sonuç popülasyonunun toprakta yeralan kök-ur nematodu yoğunluğuna etkilerinin hangi seviyelerde olduğunun belirlenmesi amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 4.48 ve Şekil 4.36).

Çizelge 4.34. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası topraktaki *Meloidogyne incognita* 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [(X±SH)] (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Nematod değeri F(3,49) 45.23 P<0.05	Azaltıcı Etki (%)
1	Pozitif kontrol K(+)	4780.00±1230.81 a*	0.00
2	İlaçlı Kontrol İK(+)	1870.00±986.36 b	60.81
3	Lantana (+)	1055.00±714.14 c	77.93
4	Moringa (+)	825.00±483.25c	82.74
	CV (%)	7.76	

*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.36. Yalova lokasyonu uygulamaları sonrası 2. dönem larva sayılarının durumu

Çizelge 4.48 ve Şekil 4.36 birlikte incelendiğinde, tüm deneme karakterleri arasında, topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu açısından farklılıklar bulunmuş ve istatistiksel olarak 3 farklı grup oluşturmuştur. Deneme karakterleri arasında en fazla *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu pozitif kontrol K(+) (4780.00 ± 1230.81) deneme karakterinde görülmüş ve istatistiksel açıdan farklı bir grubu oluşturmuştur. Bunu sırasıyla ilaçlı kontrol uygulaması İK(+) (1870.00 ± 986.36) ve *Lantana* 200 ppm (1055.00 ± 714.14) uygulama karakterleri izlemiş ve farklı istatistiksel grupta yer almışlardır. Tüm deneme karakterleri arasında en düşük *M. incognita* 2. dönem larva yoğunluğu *Lantana* uygulama karakteriyle aynı istatistiksel grupta yer almak suretiyle *Moringa* 200 ppm (825.00 ± 483.25) uygulama karakterinde saptanmıştır. Ayrıca, tüm deneme karakterlerinin kontrol deneme karakterine göre topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva sayısını azaltıcı etkileri araştırılmış. En etkili uygulama olarak *Moringa* 200 ppm uygulama karakterinin %82.74 [$F(3,49) 45.23 P < 0.05$] oranında topraktaki nematod yoğunluğunu baskıladığı tespit edilmiştir.

Deneme sonucunda tüm deneme karakterlerinin üreme oranına etkisi incelendiğinde (Çizelge 4.49), tüm deneme karakterlerinde nematodların gelişip çoğaldığı ve popülasyon oluşturduğu saptanmıştır. En yüksek üreme oranı değeri kontrol (6.73) ve ilaçlı kontrol (2.62) deneme karakterlerinde tespit edilmiştir. En az üreme oranı değeri ise *Moringa* (1.21) uygulama karakterinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.35. Yalova lokasyonu deneme karakterlerinin üreme oranına etkisi

Deneme karakterleri	(Başlangıç popülasyon sayısı) P_i	(Sonuç popülasyon Sayısı) P_f	R_o (Üreme oranı) P_f/P_i
Kontrol (+)	710	4780	6.73
İlaçlı Kontrol (+)	715	1870	2.62
<i>Lantana</i> 200 ppm	685	1055	1.54
<i>Moringa</i> 200 ppm	680	825	1.21

Yalova lokasyonu dekar verim değerleri çalışmaları (kg/da)

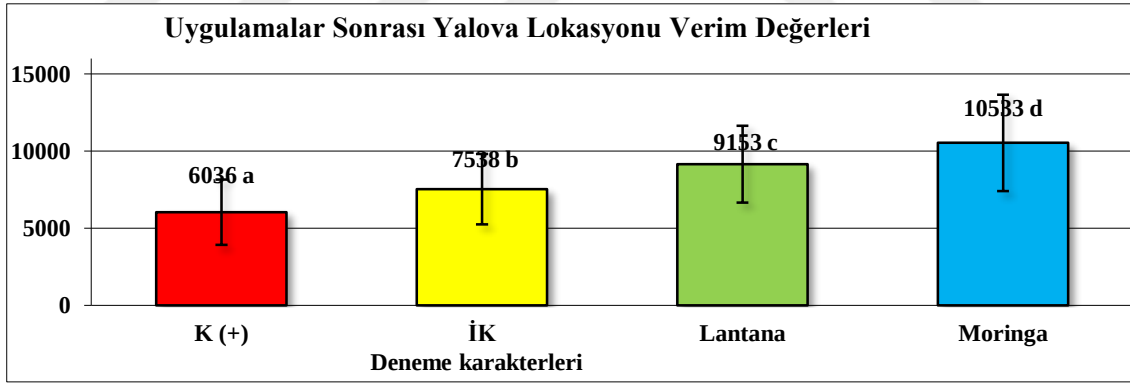
Yapılan uygulamaların Yalova lokasyonu domates bitkilerinin dekar verim değerlerine olan etkilerini belirlemek amacıyla Çizelge 4.50’de verilen deneme karakterlerine ait

dekar verim değerleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bu değerlere tekerrürler esas alınarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonrasında yapılan uygulamaların domates bitkisinin dekar verim değerlerine etkilerinin hangi seviyelerde olduğunun belirlenmesi amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 4.50 ve Şekil 4.37). Yalova lokasyon parsellerinden elde edilen domates hasat tartım görselleri aşağıda yer alan Şekil 4.38’de toplu olarak verilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.50. Yalova lokasyonu çalışmaları sonucunda uygulamalar sonrası toplam verim değeri (kg/da) [(X±SH)] (P<0.05)

No	Deneme Karakterleri	Verim değeri F(3,49) 29.01 P<0.05	Artırıcı Etki (%)
1	Pozitif kontrol K(+)	6036.50±2123.86 a*	0.00
2	İlaçlı Kontrol İK(+)	7538.50±2284.12 b	19.92
3	Lantana (+)	9153.70±2486.32 c	34.01
4	Moringa (+)	10533.52±3125.27 d	42.70
	CV (%)	6.22	

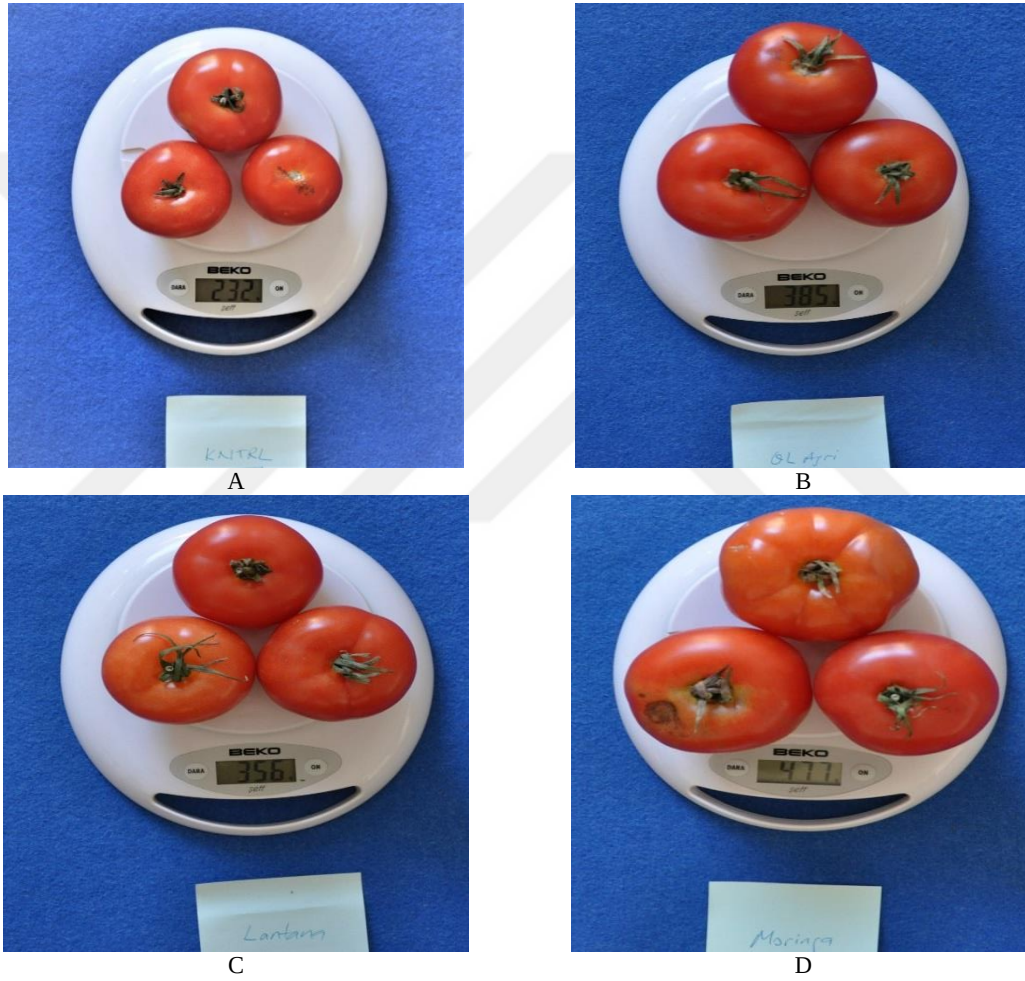
*Aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistiksel olarak farklı değildir.



Şekil 4.37. Yalova lokasyonu uygulamaları sonrası dekarda verim değerleri (kg/da)

Çizelge 4.50 ve Şekil 4.37 birlikte incelendiğinde tüm deneme karakterleri dekara verim değerleri bakımından istatistiksel olarak 4 farklı grupta yer almışlardır. Yalova lokasyonu deneme karakterleri arasında en yüksek dekara verim değeri *Moringa* (10533.52±3125.27) deneme karakterinde görülmüştür. Bu deneme karakterini sırasıyla *Lantana* (9153.70±2486.32) ve ilaçlı kontrol (7538.50±2284.12) deneme karakterleri izlemiştir. En az verim değeri ise Antalya lokasyonu çalışmalarında olduğu gibi kontrol (6036.50±2123.86) uygulamasında tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak çok sıcak geçen

yaz aylarının topraktaki yumurta kümesi açılımlarına pozitif etki yaparak toprakta yer alan 2. dönem larva sayısını ekonomik zarar eşiğinin üstünde olan bir değere çıkartmasını (Pf=4780) tekrar söyleyebiliriz. Çalışma sonucunda, aynı zamanda *Moringa* uygulamasının bitki gelişim düzenleyicisi sitokinin hormonu etkisi göstererek pozitif kontrol uygulamasına göre Antalya lokasyonu çalışmalarında olduğu gibi dekara verimi %42.70 [F(3,49) 29.01 P<0.05] oranında artırdığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.38. Yalova lokasyonu hasat sonrası tartım çalışmaları görselleri (A, B, C ve D)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Laboratuvar (*in vitro*) Çalışmaları

Gerçekleştirilen *in vitro* laboratuvar çalışmalarında sulu bitkisel ekstraktların tek başına nematisidal etkinliklerinin düşük oldukları gözlenmiştir. Sulu bitkisel ekstrakt çalışmalarında %50 ve %60 oranlarında nematisidal etkinlik gösteren *M. oleifera* L., *L. camara* L. ve *D. stramonium* L. en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. Çalışmalar, bütün ekstraktların S_0 (%25), S_1 (%20), S_2 (%15), S_3 (%10), S_4 (%5), oranlarındaki konsantrasyonları dikkate alınarak iki tekrarlı olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bundan sonraki aşamada ise *M. oleifera* L., *L. camara* L. ve *D. stramonium* L. bitki su ekstraktları nanogümüş katkılı olarak yeşil sentez ile sentezlenerek etkinlikleri yukarıda bahsedilen yöntemle tekrar laboratuvar (*in vitro*) petri çalışmaları şeklinde 2 tekrarlı olacak şekilde laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Uygulama dozları olarak ise 200, 150, 100, 50 ve 25 ppm'lik dozlar denenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, Laboratuvar-petri çalışmalarının 1. ve 2. tekrar sonuçlarının ortalamalarına baktığımızda, *M. oleifera* ve *L. camara*'nın bitki su ekstraktlarının %25 ve nanogümüş partikül katkılı bitki su ekstraktlarının 200 ppm konsantrasyonları sırasıyla ortalama 2. dönem kök-ur nematodu larvalarına karşı en yüksek 65.80 ± 0.81 , 70.70 ± 1.17 ; 95.10 ± 1.80 94.10 ± 1.90 etkili olarak tespit edilmişlerdir. Bundan sonraki çalışmalarda en etkili çıkan *M. oleifera* ve *L. camara* bitkileri çalışmalarda kullanılmıştır *D. stramonium* L. bitkisi etkili çıkmadığı için bu bitkinin denenmesine gerek görülmemiştir. Petri çalışmaları sonucunda bitkisel ekstraktların nanogümüş partikül katkılı olarak sentezlenmesi ve uygulanması bitkisel ekstraktların nematisidal etkinliklerini artırmada sinerjistik etki sağlamış ve 2. dönem kök-ur nematodu larvalarına karşı daha etkili % ölüm oranlarının elde edilmesine neden olmuştur. Bu sonuçlara paralel olarak Murslain ve ark. (2014), Pakistan'da gerçekleştirdikleri bir çalışmada patlıcan bitkisinde zararlı olan kök-ur nematodu *M. incognita*'ya karşı *M. oleifera* bitkisi yaprakları kullanılarak hazırlanan bitki su ekstraktlarının 3 farklı uygulama konsantrasyonunda ($S_0=25$ g 250 ml su⁻¹, $S_0/2$ ve $S_0/4$) ve *Trichoderma harzianum* ile birlikte ve tekli uygulamalarının *in vitro* ve *in vivo* koşullarındaki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, elde edilen verilere göre

topraktaki kök-ur nematodu ikinci dönem larva sayısı, köklerde oluşan gal sayılarını baskılamada ve bitki gelişimi ve büyüme parametrelerine olan pozitif etkilerinden dolayı *M. oleifera* (S₀) uygulaması ile *T. harzianum* uygulamalarının bitki yokken önce toprağa birlikte uygulanmasının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Nanogümüş partikül içerikli gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise; bu elde edilen sonuçlara paralel olarak bazı nanoelement partikül katkılı bitkisel ekstraktların kök-ur nematodlarına karşı etkinlik çalışmaları incelendiğinde; Ardakani (2013), gerçekleştirmiş olduğu *in vitro* laboratuvar çalışmalarında bazı nanoelement partikül katkılı AgNPs ve TiO₂ uygulamalarının kök-ur nematodu, *M. incognita* ikinci dönem larvalarına (L2) karşı etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda tüm nanoelement katkılı uygulamaların pozitif kontrole göre nematodu %100 öldürdüğünü bildirmiştir. 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-petrol eteri (PE) ve Rugby® uygulamalarının diğer uygulamalar kadar etkili olduklarını ve tek başına nematisit uygulamasına göre daha çevreci bir yaklaşım olduğunu bildirmiştir. 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. Saksı 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 gerçekleştirdikleri bir petri çalışmada bazı bitkilerin (*Azadirachta indica* ve *Curcuma longa*) nanogümüş partikül katkılı su ekstraktlarının nematisidal etkinliklerini laboratuvar koşullarında *M.*

incognita'ya karşı araştırmışlardır. Çalışmada, *A. indica*'nın (1 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm ve 10 ppm) AgNO₃ içeren %5'lik yaprak su ekstraktlarının ve *C. longa*'nın (0.01 ppm, 0.03 ppm, 0.05 ppm, 0.07 ppm ve 0.1 ppm) AgNO₃ içeren %2.5'luk 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 (AgNO₃) içeren %5'lik uygulama dozunda elde ettikleri ve sırasıyla nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının LC₅₀ değerlerinin 6.22 mg L⁻¹ ve 0.54 mg L⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir.

Bu konu ile ilgili olarak Türkiye'de farklı Bitki paraziti nematod (BPN)'lara karşı nanoelement partikül katkılı olan ekstrakt çalışmaları incelendiğinde; Dura ve ark. (2018), yapmış oldukları çalışmada, *in vitro* koşullarda %1'lik *L. camara* 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 gerçekleştirmiş 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) *L. camara*'nın 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 (1 mM) 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.

5.2. Sera (Saksı) Çalışmaları

Laboratuvar petri çalışmalarından sonra sera-saksı çalışmalarına geçilmiştir. Bu çalışmalarda ise ilk önce etkili bulunan *Moringa oleifera* ve *Lantana camara* bitkilerine ait en yüksek doz olan 200 ppm, orta doz olan 100 ppm ve en düşük doz olan 25 ppm uygulamalarının etkinliklerine bakılmıştır. alışmalar diğerk çalışmalarda olduğu gibi iki tekrarlı 9 karakter ve 5 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda rlanma indeksi, topraktaki 2. dönem kök-ur nematodu sayısı açısından ve gerekse bazı bitki büyüme gelişim parametreleri (bitki boyu, yaprak sayısı, yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı, bitki yaş ağırlığı ve bitki gövde çapı) değerleri açısından *Moringa* ve *Lantana* uygulamaları nematodlu pozitif kontrol (+) uygulamasına göre çok daha iyi değerler sergilemiştir. Bu değerlerin değişimleri bulgular kısmında ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Daha sonra etkin uygulama yönteminin belirlenmesi amacıyla *Moringa* ve *Lantana* alışmaları iki tekrarlı 7 karakter ve 5 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre Haziran 2020 tarihinde bandırma ve yüzey uygulaması şeklinde tekrarlanmış ve çalışma sonucunda yüzey uygulamasının bandırma uygulamasına göre daha etkili bir yöntem olacağı ve doğa-sera (*in vivo*) alışmalarında 15 gün ara ile elde edilen bitkisel kökenli preparatların uygulanmasının daha etkili bir yöntem olacağı tez izleme komitesi tarafından da uygun görülmüştür. Bandırma yönteminin etkisiz olması ile ilgili çok uzun süre kök bölgesinde bulunamaması ve çabuk dekompeze olarak sulamayla birlikte kök bölgesinden uzaklaştığını düşünebiliriz. Oysa 15 gün ara ile gerçekleştirilen yüzey uygulamalarında etkinlik söz konusu olup kök bölgesinde daha iyi koruma sağlanabilmiştir. Nanogümüş partikül katkılı yapılan literatür çalışmalarına bakacak olursak bu tür çalışmaların yeni yeni yapıldığını ve petri-laboratuvar çalışmaları ile sera-saksı çalışmaları şeklinde dünya genelinde az sayıda çalışmanın yapıldığını görebiliriz. Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmalara paralel olarak yapılan diğerk bir çalışmada ise, Soliman ve ark. (2017), Mısır'da gerçekleştirmiş oldukları *in vitro* alışmalara göre, kök-ur nematodu *M. incognita*'nın 2. dönem larvalarına (L2) ve yumurta açılımlarına karşı *Artemisia judaica* bitkisi kullanılarak sentezledikleri nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının değişik konsantrasyonlardaki nematisidal (125, 250, 500 ve 1000 $\mu\text{g m}^{-1}$) etkilerini laboratuvar koşullarında incelemişlerdir. Nanoparçacıkların yeşil sentezi, bitkilerin ham özütlerini güvenli ve evre dostu pestisit alternatifleri olarak etkili bir şekilde kullanan yeni bir teknolojidir. Bu alışma ile *A. judaica* bitki ekstraktı kullanılarak sentezlenen gümüş

nanoparçacıkları (Ag-NP) karakterizasyonu UV-Visible spektrofotometrisi ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca, ekstraktların fitokimyasal içerikleri ve (Ag-NP) formülasyonları, gaz kromatografi-kütle spektroskopisi (GCMS) ile karakterize edilmiştir. Çalışma sonucunda, kullanılan konsantrasyon dozlarının artış oranlarına paralel olarak yeşil sentez olarak sentezlenen nanogümüş katkılı *A. judaica* bitkisinin nanogümüş partikül içeren bitki ekstraktlarının kök-ur nematodu *M. incognita*'nın 2. dönem larva popülasyonlarına ve yumurta açılımlarına yüksek oranda etkili olduklarını bildirmişlerdir. Aynı zamanda doğal bitki özlerinin kullanılarak sentezlenen gümüş nanoparçacıklarının, güvenli, etkili ve uygun fiyatlı nematisit alternatifleri üretmek için uygun bir yöntem olarak düşünülebileceğini vurgulamışlardır.

Diğer gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, Sharma ve ark. (2017), gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarda, bamya (*Abelmoschus esculentus*) bitkisinde zara yol açan kök-ur nematodu *M. incognita*'nın zararını engellemek için gerçekleştirilen *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda, 2 mM FeSO₄ nano Fe parçacıklarının seçilmiş bakteri izolatu (*Stenotrophomonas maltophilia* KBS 2.4) süpernatant çözeltisi ile sentezlenen Farklı demir nanoparçacık konsantrasyonları (20 ile 120 mg ml⁻¹)'nin kök-ur nematodu *M. incognita*'ya etkilerini araştırmışlardır. *In vitro* deneylerde 10 saat sonunda değişik konsantrasyonlardaki (20 ile 120 mg ml⁻¹) nanodemir partiküllerinin kök-ur nematodu 2. dönem larvalarını (L2) %99 oranında öldürdüğünü tespit etmişlerdir. *In vivo* çalışmalarda ise bamya fideleri 100 adet bitki başına olmak üzere *M. incognita* 2. dönem larvası ile bulaştırılmış ve en yüksek doz olan 120 mg ml⁻¹ dozunda uygulamadan 30 ve 40 gün sonra topraktaki larva popülasyonu kontrol uygulamasına göre %88 oranında azalmış olduğunu tespit etmişlerdir. Düşük doz uygulamasında 20 mg/ml da az sayıda popülasyon varken en etkili uygulama olarak 120 mg L⁻¹ uygulaması kaydedilmiştir. Uygulama yapılan bamya bitkilerinde herhangi bir fitotoksite de gözlenmemiştir. *M. oleifera* bitkisi içermiş oldukları besin maddeleri çeşitli aminoasitler ve gerekse büyüme hormonu olan oksin gurubundan stikonin yüzünden bitkilere uygulandığında hem nematisit hem de bitki hormonu özelliği göstermektedir. Bu çalışmada da bu bitkinin özel olarak seçilme nedeni bu yüzdendi. Ayrıca nanogümüş katkılı olarak doğa-sera çalışmalarında kullanıldığına dahil herhangi bir bilimsel makaleye de rastlanılmamıştı. Bu bilgiler ışığı altında gerçekleştirilen başka bir çalışmada bizim düşüncelerimizi destekler durumda idi.

Matthew (2016), Nijerya Ekiti Üniversitesinde gerçekleştirdiği bir saksı çalışmasında, biber bitkisinde *M. oleifera* yaprak su ekstraktlarının %10'luk ve %5'lik konsantrasyonlarındaki yapraktan ve kök bölgesine topraktan uygulamalarının biber (*Capsicum annum*) bitkisinde yer alan bazı büyüme ve gelişme parametrelerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yapraktan uygulanan %5'lik uygulama dozunun diğer uygulamalara göre biber bitkisinde yüksek kök gelişimi ile daha fazla sayıda verim değerlerine sahip olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmalara paralel olarak, Feyisa ve ark. (2015), Etiyopya'da yapmış oldukları bir çalışmada kök-ur nematodu *M. incognita*'nın ikinci dönem larvalarına (L2) karşı bazı bitkilerin tohum ve yaprak su ekstraktlarının nematisidal etkileri ve *Trichoderma harzianum* içerikli bir biopreparatın %5'lik konsantrasyonunun *in vitro* ve *in vivo* koşullarındaki etkinliğini araştırmışlardır. Denemede kullanılan bitkiler olarak kolza tohumu (*Brassica napus*), mine çalısı (*L. camara*), Afrika kadife çiçeği (*Tagetes erecta*) ve Yalancı tespih ağacı (*Azadirachta indica*) bitkilerinin %10'luk ve %5'lik bitki su ekstraktlarının etkileri araştırılmıştır. 24, 48, 72 saat sonucunda elde edilen canlı-ölü sayımlarına göre sırasıyla %10'luk konsantrasyon uygulamalarında kolza tohumu uygulamasında (%84.7), mine çiçeği (*Lantana*) uygulamasında (%87), Afrika kadife çiçeği uygulamasında (%86.3) ve Yalancı tespih ağacı yaprağı uygulamasında (%85) etki tespit edilmiştir. %5'lik konsantrasyon uygulamasında ise sırasıyla 72 saat sonunda (%75, %62, %73 ve %70) etkiler tespit edilmiştir. *In vivo* koşullarda gerçekleştirilen çalışmalarda ise en iyi toprakta kök-ur nematodlarının 2. dönem larva popülasyonlarını baskılaması açısından *L. camara* %10'luk bitki su ekstraktı ile *T. harzianum* içerikli bir biopreparatın %5'lik uygulama konsantrasyonunun birlikte kombine uygulamalarından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz bulguları destekleyen bir başka çalışmada ise kök lezyon nematodlarına karşı nanogümüş katkılı *M. oleifera* bitki su ekstraktı denenmiş ve farklı bitki paraziti nematod gruplarına da karşı son derece bu yöntemin etkili olabileceği ortaya bir kez daha konulmuştur. Diğer başka bir çalışmada ise, Ahmed ve Bahig (2018), gerçekleştirdikleri saksı çalışmasında biyolojik olarak ve kimyasal olarak gümüş nitrat ile zencefil (*Zingiber officinale*) rizomu sulu ekstresi ve sodyum borohidrid ile kimyasal nanogümüş 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* 2000 L2 bitki⁻¹ ile inokule edilmiş

domates bitkisinde denemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre zencefil (*Zingiber officinale*) bitkisi kullanılarak elde edilen biyolojik (yeşil) sentezin 1 mM dozu diğer uygulamalara ve kontrol uygulamasına göre topraktaki kök-ur nematodu 2. dönem larva popülasyon sayısını, köklerdeki gal ve yumurta sayısını azalttığını tespit etmişlerdir. Bitki gelişim parametreleri açısından incelendiğinde ise en yüksek bitki boyu ve bitki biyokütle değerlerinin 1 mM zencefil (*Zingiber officinale*) katkılı nanogümüş nitrat (AgNPs) uygulamasında elde edildiğini bildirmişlerdir. Sağlam Altıncı ve ark. (2020), gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, *in vitro* koşullarda %1'lik *M. oleifera*. 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. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrür ve beş karakterli olarak Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji Laboratuvarında petri çalışması şeklinde yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek larva ölüm oranları 96 saat sonunda 168 ppm uygulamasında (%90.55) olarak tespit etmişlerdir. Diğer başka bir çalışmada ise, Abdellatif ve ark. (2016), Mısır'da gerçekleştirilen bir saksı çalışmasında, patlıcanda (*Solanum melongena*) zararlı kök-ur nematodu *M. javanica*'ya karşı Kızıldeniz'den toplanarak elde edilen iki tür deniz yosunun (*Ulva lactuca* ve *Turbinaria turbinata*)'nın değişik konsantrasyonlarında (17 mg 100 ml⁻¹, 12.75 mg 100 ml⁻¹, 8.5 mg 100 ml⁻¹ ve 4.25 mg 100 ml⁻¹) nanogümüş partikül katkılı uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda bitkiler 45 gün sonunda hasat edilerek değerlendirmeye alınmış ve değerlendirme sonucunda en etkili uygulamanın nanogümüşün yeşil sentezi sonucunda elde edilen 17 mg 100 ml⁻¹ *Ulva lactuca* uygulamasında topraktaki ikinci dönem kök-ur nematodunu popülasyon oranının pozitif kontrol uygulamasına göre %69.44 oranında azaldığını ve bitki köklerindeki ırlanmanın daha az oranda görüldüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca kök-ur nematodları ile mücadelede makro ve mikro deniz yosunlarından elde diledik ekstraktlarının nanogümüş katkılı olarak yeşil sentez üretimlerinin bitki paraziti nematodlarla mücadelede kimyasal nematisitlere karşı alternatif olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

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 (AuNPs)'nden etkilendiklerini ve öldüklerini tespit etmişlerdir. İkinci aşama olarak gerçekleştirdikleri saksı çalışmalarında ise uygulanan altın nanopartiküllerinin (AuNPs) domates bitkisindeki kök-ur nematodu zararını ve köklerdeki ırlanma miktarını azaltarak domates bitkilerindeki gelişme parametrelerine olumlu yönde etki ettiklerini kaydetmişlerdir.

5.3. Doğa (*in vivo*) Çalışmaları

Tezin önemli bir noktasını oluşturan nanogümüş partiküllü sentezlenen bitki su ekstraktlarının doğal koşullarda sera ortamında (*in vivo*) nasıl bir etki göstereceğine ait yeterli bir bilimsel çalışmanın bulunmaması sadece ABD'nde golf alanlarında gerçekleştirilmiş bir tek çalışmanın olması tezin daha da önemini artıran önemli bir noktası olmuştur. Yapılan bu çalışmada ise sadece golf alanlarında kök-ur nematoduna karşı nanogümüş nitrat (AgNPs) bileşiği uygulanmıştır. Bu çalışmaya göre, Cromwell ve ark. (2014), Amerika Birleşik Devletleri Teksas'ta yer alan golf alanlarında yaygın olarak kullanılan Bermuda çim alanlarında zararlı olan kök-ur nematodu *M. graminis*'nin mücadelesinde nanogümüş nitrat (AgNPs) uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada oluşturulan 20 m²'lik parsellerde 4 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre nanogümüş nitrat uygulamalarının farklı dozlarını denemişlerdir. Çalışma sonucunda en etkili doz olarak 90.04 mg m⁻² uygulamasında toprakta yer alan kök-ur nematodu *M. graminis* ikinci dönem larva popülasyon yoğunluğunda pozitif kontrol uygulamasına göre %82-92 oranında azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca iki yıl boyunca Bermuda çimlerinde yaptıkları gözlemler sonucunda herhangi bir fitotoksik etkinin saptanmadığını rapor etmişleridir. Gerçekleştirdiğimiz doğa-sera (*in vivo*) çalışmalarına göre, her iki farklı lokasyonda da elde edilen veriler ışığı altında Pozitif Kontrol (+) ve İlaçlı Kontrol (+) uygulamalarına göre uygulamış olduğumuz nanogümüş katkılı *M. oleifera* ve *L. camara* bitkisel su ekstraktlarının ilaçlı kontrol (+) uygulaması (QL Agri 35 SL®)'ndan daha etkili oldukları ve istenilen seviyede gerek köklerdeki ırlanmayı baskılamada gerekse toprakta yer alan ikinci dönem larva popülasyonlarını baskılamada yüksek bir etki gösterdikleri tespit edilmiş bulunmaktadır.

Bunun nedeni olarak 15 gün ara ile 4 kez yapılan uygulamaların yeterli olması gösterilebiliriz. Uygulamalar 7 gün ara ile gerçekleştirilseydi şayet daha da etkili

olabilirlerdi. Sonuçta çokta kötü bir sonuç olmasa da köklerdeki urlanma oranını gerekse topraktaki 2. dönem kök-ur nematodu larva yoğunluğunun ortalama olarak pozitif kontrol uygulamasına göre %40-55 ve %70-80 oranında baskılanması umut verici bir sonuç olarak doğa (*in vivo*) çalışmaları sonucunda karşımıza çıkmaktadır.

Domates verimi açısından her iki lokasyonda gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılan nanogümüş partikül katkılı bitki su ekstraktların pozitif kontrol K(+) uygulamasına göre domates veriminde artışlara neden oldukları özellikle *Moringa* uygulamalarının verim değerlerinde gözle görünür bir oranda artışlara neden olduğu çalışma sonucunda kaydedilmiştir. Bundan sonra gerçekleştirilecek bu yöndeki bilimsel çalışmalar için literatüre katkı sağlanmış ve daha etkili nematisit özellik gösteren bitkiler ile mesela hintyağı *Ricinus communis*, *Tagetes erecta* gibi nematisit özellik gösteren bitkiler yada nematisidal esansiyel yağlar kullanılarak nanogümüş partikül katkılı bitki su yada bitki etanol ekstraktlarının sentezlenerek bu tür çalışmalarda daha fazla oranlarda çalışılması son derece önem arz etmektedir. Ya da *Trichoderma* spp. suşları gibi entomopatojen funguslar (EPF) ile nanogümüş'ün olumsuz etkileşimleri bulunmadığından nanogümüş katkılı bitkisel ekstraktlar ile birlikte de sentezlenerek entegre uygulamalarda kullanılabilirler ya da düşük doz abamectin içeren kimyasal nematisitler ile birlikte kullanılarak kimyasal nematisitlerin çevreye, ürünlerdeki kalıntı sorununa ve taban suyuna vermiş oldukları zarar miktarları azaltılabilir.

Sonuç olarak gerçekleştirilen bu tez çalışması sonuçlarına göre nanogümüş partikül katkılı bitkisel su ekstraktlarının iyi tarım uygulamalarında ve entegre zararlı mücadele ve entegre nematod mücadele programlarında kullanılmasının ülke ekonomisine katkı sağlayacağı, iyi bir formülasyon dahilinde hazırlandıklarında kimyasal nematisitlere alternatif olarak yaygın bir şekilde kullanılabilecekleri ortaya çıkmaktadır. Netice olarak Ülke ekonomisine katkı sağlamak amaçlı bu tür çalışmaların yoğun bir şekilde gerçekleştirilmesi son derece Türk tarımı açısından önem arz etmektedir. Bu yöndeki çalışmaların sayısının her geçen gün artırılarak doğa-sera (*in vivo*) çalışmaları kapsamında denenmesi son derece önemli olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abad, P., Gouzy J., Aury, J.M., Castagnone-Sereno, P., Danchin, E.G., Deleury E., Perfus-Barbeoch, L., Anthouard, V., Artiguenave, F., Blok, V.C., Caillaud M.C., Coutinho, P.M., Dasilva, C., De Luca, F., Deau F., Esquibet, M., Flutre T., Goldstone, J.V., Hamamouch, N., Hewezi, T., Jaillon, O., Jubin, C., Leonetti, P., Magliano, M., Maier, T.R., Markov, G.V., McVeigh, P., Pesole, G., Poulain, J., Robinson-Rechavi, M., Sallet, E., Ségurens, B., Steinbach, D., Tytgat, T., Ugarte, E., Van Ghelder, C., Veronico, P., Baum, T.J., Blaxter, M., Bleve-Zacheo, T., Davis, E.L., Ewbank, J.J., Favery, B., Grenier, E., Henrissat, B., Jones, J.T., Laudet, V., Maule, A.G., Quesneville, H., Rosso, M.N., Schiex, T., Smant, G., Weissenbach, J. ve Wincker, P., 2008. Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. Nature Biotechnology, 26 (8), 909-915.
- Abbasi M.W., Ahmed, N., Zaki, M.J. ve Shaukat, S.S., 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, W.S., 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. Journal of Economic Entomology, 18, 265-267.
- Abdellatif, K.F., Hamouda, R.A. ve El-Ansary, M.S.M., 2016. Green Nanoparticles Engineering on Root-knot Nematode Infecting Eggplants and Their Effect on Plant DNA Modification. Iran Journal Biotechnology, 14 (4), 250-259.
- Adam, M.A.M., Phillips, M.S. ve Blok, V.C., 2007. Molecular diagnostic key for the identification of single juveniles of seven common and economically important species of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Plant Pathology, 56, 190-197.
- Ağdacı, M., 1978. Güney Anadolu Bölgesinde Seralarda Yetiştirilen Kabakgillerde (Cucurbitaceae) Zarar Yapan Kök Ur Nematodu Türlerinin (*Meloidogyne* spp.) Tespiti ile Zarar Dereceleri ve Yayılış Alanları Üzerine Araştırmalar. Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No:47, 56s.
- Ahmed Hammad, N.E.D. ve 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.
- Ahmed, S. ve Grainge, M., 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley and Sons Limited, New York, 470p.
- Akhtar, M. ve Mahmood, I., 1993. Control of plant-parasitic nematodes with “Nimin” and some plant oils by bare-root dip treatment. Nematology Mediterranean, 21, 89-92.
- Alam, M.M., Khan, A.M. ve Saxena, S.K., 1979. Mechanism of control of plant parasitic nematodes as a result of the application of organic to the soil. IV Role of formaldehyde and acetone. Indian Journal Nematology, 8, 172-174.
- Ananda, D., Babu, S.T.V., Joshi, C.G. ve Shantaram, M., 2015. Synthesis of gold and silver nanoparticles from fermented and non-fermented betel leaf. Int. Journal of Nanomaterials and Biostructures, 5, 20-23.
- Anonim, 2009. Zirai Mücadele Standart İlaç Deneme Metotları. Bitki Zararlıları, 162 s, Ankara,

- Anonim, 2010. Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Pulat Basımevi, 398s., Ankara.
- Anonim, 2018. Türk Tarım ve Orman Dergisi. <http://www.turktarim.gov.tr/haber/11/ortualti-uretiminde-dunyada-dorduncu-siradayiz>, (30.12.2018).
- Anonim, 2021. FAO Statistical Database (<http://faostat3.fao.org/home/E>), (10.08.2021).
- Ardakani, A.S., 2013. Toxicity of silver, titanium and silicon nanoparticles on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* and growth parameters of tomato. *Nematology*, 15, 671-677.
- Aydınlı, G., Mennan, S., Devran, Z., Sirca, S. ve Urek, G., 2013. First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*, 97 (9), 1262.
- Bashir, K.A., Bava, J.A. ve Mohammed, I., 2014. Efficacy of Leaf Extract of Drumstick Tree (*Moringa oleifera* Lam.) on The Growth of Local Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS)*, 9 (4), 74-79.
- Bello, L.Y., Chindo, P.S., Marley, S. ve Alegbejo, M.D., 2006. Effects of some plant extracts on larval hatch of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 39 (4), 253-257.
- Bezzi, G., Lazzeri, L., Monti, A. ve Venturi, G., 2007. Brassica carinata: un'interessante coltura oleaginosaper Bioraffineria (Brassica carinata: aninteresting oilseedcrop for biorefineries). *Dal Seme* 2, 56-63 (in Italian).
- Bleve-Zacheo, T., Melillo, M.T. ve Castagnone-Sereno, P., 2007. The contribution of biotechnology to root-knot nematode control in tomato plants. *Pest Technology*, 1 (1), 1-16.
- Brown, C.R., Mojtahedi, H., James, S., Novy, R.G. ve Love, S., 2006. Development and Evaluation of Potato Breeding Lines with Introgressed Resistance to Columbia Root-Knot Nematode (*Meloidogyne chitwoodi*). *American Journal of Potato Research*, 83, 1-8.
- Caceres, T.P., He, W., Megharaj, M. ve Naidu, R., 2008. Effect of insecticide fenamiphos on soil microbial activities in Australian and Ecuadorean soils. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes* 44 (1), 13-17.
- Cao, J., Guenther, R.H., Sit, T.L., Lommel, S.A., Opperman, C.H. ve Willoughby, J.A., 2015. Development of abamectin loaded plant virus nanoparticles for efficacious plant parasitic nematode control. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 13 (7), 9546-9553.
- Cavaness, F.R. ve Jensen, H.J., 1955. Modification of the centrifugal- flotation technique for isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 22, 87-89.
- Chavarria-Carvajal, J.A. ve Rodriguez-Kabana, R., 1998. Changes in soil enzymatic activity and control of *Meloidogyne incognita* using four organic amendments. *Nematropica*, 280 (1), 7-18.
- Chitwood, D.J., 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology*, 40, 221-249.
- Claudius-Cole, A.O., Aminu, A.E. ve Fawole, B., 2010. Evaluation of plant extracts in the management of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on cowpea [*Vigna unguiculata* (L) Walp]. *Mycopath*, 8, 53-60.

- Colla, P., Gilardi, G. ve Gullino, M.L., 2012. A review and critical analysis of the European situation of soilborne disease management in the vegetable sector. *Phytoparasitica*, 40, 515-523.
- Coolen, W.A. ve D'Herde, C.J., 1972. A Method for The Quantitative Extraction of Nematodes from Plant Tissue, Publication of the State Nematology and Entomology Research Station, Merelbeke, Belgium, 77p.
- Cromwell, W.A., Yang, J., Starr, J.L. ve Ki Jo, Y., 2014. Nematicidal effects of silver nanoparticles on root knot nematode in bermuda grass. *Journal of Nematology*, 46 (3), 261-266.
- Çetintaş, R. ve Kara, H., 2016. Arthrobacter (ROA) ve Kadife Çiçeği (*Tagetes patula*) Ekstraktlarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Popülasyonuna Karşı Etkinliği. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (2), 221-226.
- Çıracı, S., Özbay, E., Gülseren, O., Demir, H.V., Bayındır, M., Oral, A., Senger, T., Aydın, A. ve Dana, A., 2006. Yeni Ufuklar, Türkiye'de Nanoteknoloji. *Bilim ve Teknik Dergisi TÜBİTAK*, Aralık Sayısı Eki (1), 1-24.
- Debnath N, Mitra S., Das. S. ve Goswami, A., 2012. Synthesis of surface functionalized silica nanoparticles and their use as entomotoxinanocides. *Powder Technology* 221, 252-256.
- Decker, H., 1969. Plant Nematodes and Their Control (Phytonematology) (Ed. N.M. Sveshnikova). Translated from Russian by USDA and NSF, Washington D.C. Amerind Publ. Co. Put. Ltd., New Delhi, 540p.
- Doğan M., 2006. Nanoteknoloji ve Uygulamaları Kimya ile İlişkisi. *Kimya ve Sanayi Dergisi*, 39, 12-18.
- Douda, O., Zouhar, M., Mazakova, J., Novakova, E. ve Pavela, R., 2010. Using essences as alternative mean for northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) management. *Journal Pest Science*, 83, 217-221.
- Duncan, T.V., 2011. Applications of Nanotechnology in Food Packaging and Food Safety: Barrier Materials, Antimicrobials and Sensors. *Journal Colloid Interface Science*, 363 (1), 1-24.
- Dura, O., Sönmez, İ. ve Yıldırım, K.C., 2016. Biberde (*Capsicum annuum* L.) Salisilik Asit Uygulamalarının Kök-ur Nematodu (*Meloidogyne incognita*)'na ve Bazı Büyüme Parametreleri Üzerine Etkileri. *Bahçe*, 45 (1), 31-39.
- Dura, O., Tülek, A., Sönmez, I. ve Kepenekci, I., 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*, pp:187-193.
- Dura, O., Tülek, A., Sönmez, İ., Erdoğan, F.D., Yeşilayer, A. ve Kepenekci, I., 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 (2), 49-53.
- Eisenback, D.E. ve Triantaphyllou, H.H., 1991. *Meloidogyne* species and Race. pp:191-250. Eds. W.R. Nickle. *Manual of Agricultural Nematology*. New York, USA. Marcel Dekker Inc.

- Elekçioğlu, İ.H. ve Uygun, N., 1994. Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes in cash crop in Eastern Mediterranean Region of Turkey. Proc. of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. Aydın. ss. 409-410.
- Elekçioğlu, İ.H., Ohnesorge, B., Lung, G. ve Uygun, N., 1994. Plant parasitic nematodes in the Mediterranean region of Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 22, 59-63.
- El-Nagdi, W. ve Youssef, M.M.A., 2015. Nematicidal effect of some aqueous extracts of botanicals and a commercial bacterial byproduct for biocontrolling root knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting sugar beet. *Scientia Agriculturae*, 10 (2), 55-58.
- Ferris, H. ve Noling, J.W., 1987. Analysis and Prediction as a Basis for Management Decisions. R.H., Brown (ed). Principles and Practice of Nematode Control in Crops. Academic Pres, Sydney, New York, London, Montreal, Tokyo, pp: 49-81.
- Feyisa, B., Lencho, A., Selvaraj, T. ve Getahne, G., 2015. Evaluation of Some Botanicals and *Trichoderma harzianum* for the Management of Tomato Root-knot Nematode (*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chit Wood). *Advances and Crop Science and Technology*, 4 (1), 1-10.
- Gopal, M., Kumar, R. ve Goswami, A., 2012. Nano-pesticides - A recent approach for pest control. *The Journal of Plant Protection Sciences*, 4 (2), 1-7.
- Guerrero, M.M., Lacasa, C.M., Hernández, A., Martínez, V., Martínez, M.A. ve Ros, C., 2012. Biosolarización e injerto para el manejo integrado de los patógenos del suelo en cultivos de pimiento en invernadero. *Acta Horticulture*, 60, 321-326.
- Güvenç, İ., 2017. Sebzeçilik: Temel Bilgiler, Muhafaza ve Yetiştiricilik (1. Basım). Ankara, Nobel Yayınları, s:288.
- Hartman, K.M. ve Sasser, J.N., 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology, pp:69-77. (In: "An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Vol:2. Methodology" Eds. K.R. Barker, C.C. Carter and J.N. Sasser). Printed by North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, 223 p.
- Hirschmann, H., 1985, The Genus *Meloidogyne* and Morphological Characters Differentiating Its Species. pp: 79-93. (In: "An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Vol. I. Biology and Control" Eds. J.N. Sasser and C.C. Carter). Printed by North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, 422 p.
- Hooper, D.J., 1986. Extraction of Free Living Stages from Soil, 5-30. In: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. (Ed. Southey, J.F.). Her Majesty's Stationery Office, London.
- Hussey, R.S. ve Barker, K. R. A., 1973. Comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Pl. Dis. Repr.*, 57, 1025-1028.
- Hussey, R.S., 1985. Host Parasite Relationship and Associated Physiological Changes, pp:143-153. (In: "An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Vol: 1. Biology and Control" Eds. J.N. Sasser and C.C. Carter), Printed by North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, 422p.
- İmren, M., Özarslandan, A., Kasapoğlu, B.E., Toktay, H. ve Elekçioğlu, İ.H., 2014. Türkiye buğday faunası için yeni bir tür *Meloidogyne artiellia* Franklin, 1961. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38 (2), 189-196.
- Javed, N., Anwar, S.A., Inam-ul-haq, M., Ahmad, R. ve Khan, H.U., 2006. Effect of neem formulations applied as soil drenching on invasion and development of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, 244-247. *Proceeding of International*

- Symposium on Sustainable Crop Improvement and Integrated Management. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, 14-16.
- Jayaseelan, C., Rahuman, A.A., Rajakumar, G., Vishnu, A. K., Santhosh, T., Marimuthu, S., Bagavan, A., Kamaraj, C., Zahir, A.A. ve Elango, G., 2011. Synthesis of pediculocidal and larvicidal silver nanoparticles by leaf extract from heartleaf moonseed plant, *Tinospora cordifolia* Miers. Parasitology Research, 109, 185-194.
- Jepson, S.B., 1987. Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International Institute of Parasitology, Wallingford, Oxon, UK, 265 p.
- Juan, W., Kunhui, S., Li, Z. ve Youbin, S.I., 2017. Effects of Silver Nanoparticles on Soil Microbial Communities and Bacterial Nitrification in Suburban Vegetable Soils. Pedosphere, 27 (3), 482-490.
- Kalaiselvi, D., Sundararaj, P., Premasudha, P. ve Hafez, S.L., 2017. Nematicidal activity of green synthesized silver nanoparticles using plant extracts against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. International Journal of Nematology, 27 (1&2), 81-94.
- Kalaiselvi, D., Mohankumar, A., Shanmugam, Nivitha, S. ve 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.
- Karssen, G. ve Moens, M., 2006. Root-knot nematodes: Plant nematology, Ed: Perry, R. 283. (In: "Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture." Eds. M., Luc, R.A., Sikora, J., Bridge), CAB International, 629p.
- Kaşkavalcı, G. ve Civelek, H.S., 2009. Effects of Two Plant Extracts on the Damage of *Meloidogyne incognita* in Tomato Plants. Ecology, 18 (72), 16-22.
- Kaşkavalcı, G. ve Öncüer C., 1999. Aydın ilinin yazlık sebze yetiştirilen önemli bölgelerinde bulunan *Meloidogyne goeldi* (Tylenchida: Meloidogynidae) türlerinin yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 23 (2), 149-160.
- Kawashita, M., Tsuneyama, S., Miyaji, F., Kokubo, T., Kozuka, H. ve Yamamoto, K., 2000. Antibacterial silver-containing silica glass prepared by sol-gel method. Biomaterials, 21, 393-398.
- Kepenekci, I., 2012. Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt:1) ISBN 978-605-4672-11-0, Taksonomik Nematoloji (Cilt:2) ISBN 978-605-4672-12-7] [Nematology (Plant parasitic and Entomopathogenic nematodes) (General Nematology, Vol:1) (Taxonomic Nematology, Vol:2) pp:1155.] Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), LIV+1155 sayfa.
- Kepenekci, I. ve Sağlam, H.D., 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.
- Kepenekci, İ., Dura, O. ve Dura, S., 2017. Determination of Nematicidal Effects of Some Biopesticides against Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) on Kiwifruit. Journal of Agricultural Science and Technology A, 7, 546-551.
- Kepenekci, İ., Katı Çekengil, T., Erdoğan, F.D., Erdoğan, P. ve Sağlam, H.D., 2017. Beş Farklı Bitki Ekstraktının Domateste Zararlı Kök-Ur Nematod (*Meloidogyne incognita* Irk 2 ve *M. arenaria* Irk 2) (Tylenchida: Meloidogynidae)'larına Karşı

- Sera Koşullarındaki Etkisinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Weed Science, 20 (1), 36-47.
- Khan, A., Williams, K.L. ve Nevalainen, H.K.M., 2004. Effects of *Paecilomyces lilacinus* protease and chitinase on the eggshell structures and hatching of *Meloidogyne javanica* juveniles. Biological Control, 31, 346-352.
- Khan, H., Ahmad, R., Akhtar, A.S., Mahmood, A., Basit, T. ve 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, 20 (2), 360-363.
- Khan, M. ve Siddiqui, Z.A., 2018. Zinc oxide nanoparticles for the management of *Ralstonia solanacearum*, *Phomopsis vexans* and *Meloidogyne incognita* incited disease complex of eggplant. Indian Phytopathology, 71 (3), 355-364.
- Kim, T.N., Feng, Q.L., Wu, J., Wang, H., Chen, G.C. ve Cui, F.Z., 1998. Antimicrobial effects of metal ions (Ag^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+}) in hydroxyapatite, Journal of Materials Science Materials in Medicine 9, 129-134.
- Korayem, A.M., Hasabo, S.A. ve Ameen, H.H., 1993. Effects and mode of action of some plant extracts on certain plant parasitic nematodes. Journal of Pest Science, 66 (2), 32-36.
- Kumar, A., Chisti, Y. ve Banerjee, U., 2013. Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts: Biotechnology Advances, 31, 346-356.
- Kumari, A. ve Yadav, S.K., 2014. Nanotechnology in Agri-Food Sector. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54, 975-984.
- Lazzeri, L., D'Avino, L. ve Gies, D., 2010. Additional benefits of the efficacy in containing soilborne pest and pathogens with biofumigant plants and materials. Acta Horticulturae, 883, 323-329.
- Lazzeri, L., D'Avino, L., Ugolini, L., De Nicola, G.R., Cinti, S., Malaguti, L., Bagatta, M., Patalano, G. ve Leoni, O., 2011. Bio-based products from *Brassica carinata* A. Braun oils and defatted meals by a second generation biorefinery approach. Proc. 19th European Biomass Conference. Berlin, Germany, 1080-1092.
- Liebanas, G. ve Castillo, P., 2004. Host Suitability of some Crucifers for Root-knot Nematodes in Southern Spain. Nematology, 6 (1), 125-128.
- Luc, M., Sikora, R.A. ve Bridge, J., 2005. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, UK, CABI Publishing, 871p.
- Ma, X., Geiser-Lee, J., Deng, Y. ve Kolmakov, A., 2010. Interactions between Engineered Nanoparticles (ENPs) and Plants: Phytotoxicity Uptake and Accumulation. Science of the Total Environment, 408, 3053-3061.
- Maggie, E.M.H., Hanaa, S.Z., Shereen, E.M.E. ve Abeer, F. D., 2016. Comparison study between silver nanoparticles and two nematicides against *Meloidogyne incognita* on tomato seedlings. Plant Pathology Journal, 15, 144-151.
- Malik, M. S. N., Sanfwan, K. ve Bahatti, K. S. D. S., 1988. Nematicidal activity of extracts of *Xanthium strumarium* L. Weeb. 37(5), 16733.
- Matthew, A., 2016. *Moringa* Leaf Extract on the Growth and Yield of Pepper (*Capsicum annuum* L.). ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science, 11 (3), 107-109.
- Melakeberhan, H., 1997. Effect of temperature and nitrogen source on tomato genotypes response to *Meloidogyne incognita* infection. Fundamental and Applied Nematology, 20 (5), 1-8.

- Mennan, S. ve Ecevit, O., 1996. Bafra ve Çarşamba ovaları yazlık sebze ekim alanlarındaki kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın biyolojisi, yayılışı ve bulaşık oranları üzerine araştırmalar. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 700-705.
- Mistanoğlu, I. ve Devran, Z., 2015. Kök-ur Nematodları ve Konukçuları Arasındaki İlişkiler. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (1), 37-46.
- Mitkowski, N.A. ve Abawi, G.S., 2003. Root-Knot Nematodes. The Plant Health Instructor. Doi:10.1094/PHI-I-2003-0917-01 Revised2011. N., Moens, M., Wallingford, UK, CABI Publishing, pp: 59-90.
- Moens, M., Perry, R.N. ve Starr, J.L., 2009. *Meloidogyne* species - a diverse group of novel and important plant parasites. In: Perry R.N., Moens M., Starr J.L. (eds): Root-knot Nematodes. Chapter 1. Wallingford, CAB International, pp:1-17.
- Mousa, E.M., Mahdy, M.E. ve Younis Dalia, M., 2011. Evaluation of some plant extracts to control root knot nematodes, *Meloidogyne* spp. on tomato plants. Egypt. Journal Agronomatology, 10 (1), 1-14.
- Murslain, M., Javed, N., Khan, S.A., Khan, H.U., Abbas, H. ve Kamran, M., 2014. Combined Efficacy of *Moringa oleifera* Leaves and a Fungus, *Trichoderma harzianum* Against *Meloidogyne javanica* on Eggplant. Pakistan Journal Zoology, 46 (3), 827-832.
- Nair, L.S. ve Laurencin, C.T., 2007. Silver nanoparticles synthesis and therapeutic applications. Journal of Biomedical Nanotechnology, 3, 301-316.
- Nartop, P., 2017. Biyosentetik gümüş nanopartiküllerinin *Pyraecanthia coccinea* bitkisinin gövde eksplantlarının yüzey sterilizasyonunda kullanımı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi, 23, 759-761.
- Nassar, A.M., 2016. Effectiveness of silver nano-particles of extracts of *Urtica urens* (Urticaceae) against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Asian Journal of Nematology, 5(1), 14-19.
- Netscher, C. ve Sikora, R.A., 1990. Nematode parasites on vegetables: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, 2nd Edition, Ed: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J., CABI Publishing, pp:231-283., UK.
- O'Kennedy, N., Crosbie, L., Whelan, S., Luther, V., Horgan, G., Brom, J.I., Webb, D.J. ve Duttaroy, A.K., 2006. Effects of tomato extract on platelet function: a double-blinded crossover study in healthy humans. The American Journal of Clinical Nutrition, pp: 561-569.
- Oka, Y., Nacar, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z. ve Spiegel, Y., 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematodes. Journal of Phytopathology, 90, 710-715.
- Oka, Y., Tkachi, N., Shuker, S. ve Yerumiyahu, U., 2007. Enhanced Nematicidal Activity of Organic and Inorganic Ammonia-Releasing Amendments by *Azadirachta indica* Extracts. Journal of Nematology, 39 (1), 9-16.
- Oyagi, M.O., Michira, I.N., Guto, P., Baker, P.G.L., Kamau, G. ve Iwuoha, I., 2014. Polydisperse Low Diameter 'Non-toxic' Silver Nanoparticles. Nano Hybrids, (8), 57-72.
- Öncüer, C., 2000. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntem ve İlaçları (4. Baskı). Adnan Menderes Üniversitesi Yayın No:13, 333 sayfa, Aydın.
- Öncüer, C., 2004. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayın No:19, 424 sayfa, Aydın.

- Öztürk, R., 2004. Antiseptik ve Dezenfektan Maddeler Karşı Direnç Sorunu, Sterilizasyon Dezenfeksiyon ve Hastane İnfeksiyonları, Simad Yayınları, 1, 41-60.
- Packia, L.N. ve Fazila, B.H., 2014. Green Synthesis of Silver Nanoparticle Using *Argyrea cymosa* (Roxb) Leaf Extract and its Antibacterial Activity. American Journal of Ethnomedicine, 1 (4), 216-225.
- Peralta, I.E., Knapp, S. ve Spooner, D.M., 2005. New species of wild tomatoes (*Solanum section Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru. Systematic Botany, 30, 424-434.
- Philip, T., Govindaiah, Bajpai, A.K. ve Datta, R.K., 1993. Effect of certain leaf extracts on hatching and mortality of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, infesting mulberry. Indian Journal of Sericulture, 32 (1), 37-41.
- Prakash, A. ve Rao, J., 1996. Botanical Pesticides in Agriculture. CRC Pres, Lewis Publishers, 461 p.
- Radhika, S.A. ve Sahayaraj, K., 2014. Synergistic effects of monocrotophos with botanical oils and commercial neem formulation on *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). Journal Biopesticides, 7, 152-159.
- Rai, M.K., Yadav, A.P., Gade, A.K., 2009. Silver nanoparticles as a new generation of Antimicrobials. Biotechnology Advances, 27 (1), 76-82.
- Ramsden, J. J., 2005. What Is Nanotechnology? Department of Advanced Materials, Cranfield University, Bedfordshire, UK. Nanotechnology Perceptions 1, 3-17.
- Rodriguez-Kabana, R., 1986. Organic and inorganic amendments to soil as nematode suppressants. Journal Nematology, 18, 129-135.
- Ros, C., Robertson, L., Martínez, M.C. ve Lacasa, A., 2014. Development of virulence to *Meloidogyne incognita* on resistant pepper rootstocks. Spanish Journal Agriculture Research, 12 (1), 225-232.
- Rouhani, M., Samih, M. A. ve Kalantari, S., 2012. Insecticidal effect of silica and silver nanoparticles on the cowpea seed beetle, *Callosobruchus maculatus* F. (Col.: Bruchidae). Journal of Entomological Research, 4 (4), 297-305.
- Rudolph, R.E., Sams, C., Steiner, R., Thomas, S.H. ve Walker, S., Uchanski, M.E., 2015. Biofumigation performance of four Brassica crops in a green Chile pepper (*Capsicum annuum*) rotation system in southern New Mexico. Hortscience, 50 (2), 247-253.
- Sağlam Altinköy, H.D., Dura, O. ve 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 Agricultural and Social Science, 8 (1), 19-22.
- Sankar, M. V. ve Abideen, S., 2015. Pesticidal effect of green synthesized silver and lead nanoparticles using *Avicennia marina* against grain storage pest *Sitophilus oryzae*. Int. Journal Nanomaterial Biostructure, 5, 32-39.
- Sevgican, A., 2002. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım). Cilt 2, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Shanker, C. ve Solanki, K.R., 2000. Botanical insecticides: A historical perspective. India, Asian Agrihistory, 4, 21-30.

- Sharma, H., Dhirta, B. ve Shirkot, P., 2017. Evaluation of biogenic iron nano formulations to control *Meloidogyne incognita* in okra. International Journal of Chemical Studies, 5 (5), 1278-1284.
- Siddiqi, M.R., 2000. Tylenchida Parasites of Plants and Insects. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, UK. 2nd Editon, 805 p.
- Siddiqui, I.A., Shaukat, S.S. ve Zarina, A., 2005. Suppression of *Meloidogyne javanica*, the root-knot nematode by some asteraceous plants in Pakistan. International Journal of Biology and Biotechnology, 2 (2), 409-413.
- Sidhu, H.S., Kumar, V. ve Madhu, M.R., 2017. Eco-Friendly Management of Root-knot Nematode, *Meloidogyne javanica* in Okra (*Abelmoschus esculentus*) Crop. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 5 (1), 569-574.
- Skantar, A.M., Carta, L.K. ve Handoo, Z.A., 2008. Molecular and morphological characterization of an unusual *Meloidogyne arenaria* population from traveler's tree *Ravenala madagascariensis*. Journal Nematology, 40 (3), 179-189.
- Smith, D. ve Onions, A.H.S., 1994. The Preservation and Maintenance of Living Fungi. CAB International Bakeham Lane Egham-England, 122p.
- Soliman, B.S. M., Abbassy, M.A., Abdel-Rasoul, M.A. ve Nassar, A.M.K., 2017. Efficacy of Silver Nanoparticles of Extractives of *Artemisia judaica* Against Root-Knot Nematode. Journal of Environmental Studies and Researches, 7 (2), 1-13.
- Stirling, G.R. ve Stirling, A.M., 2003. The potential of Brassica green manure crops for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on horticultural crops in a subtropical environment. Australian Journal of Experimental Agriculture, 43, 623-630.
- Stirling, G.R., 1991. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. CAB International, Wallingford, Oxon, pp: 50-85.
- Subashini, K., Jeyasankar, A., Ramesh, N. ve Sivakami, R., 2016. Larvicidal activity of Silver Nanoparticle synthezed by the leaf extracts of *Azadirachta indica* against *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera: Culicidae). International Journal of Zoology Studies, 1 (6), 7-11.
- Sukul, N.C., 1992. Plant antagonistic to plant parasitic nematodes. Indian Review of Life Sciences, 12, 23-52.
- Şahin, Z., 2019. *Tagetes patula* L. (Asterales: Asteraceae)'nın Gümüş Nanopartiküllü Su Ekstraktının *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) Karşı Laboratuvar Koşullarında Etkinliğinin Belirlenmesi (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 50 sayfa.
- Taba, S., Sawada, J. ve Moromizato, Z., 2008. Nematicidal activity of Okinawa Island plants on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. Plant Soil, 303, 207-216.
- Taha, E.H. ve Abo-Shady, N.M., 2016. Effect of Silver Nanoparticles on the Mortality Pathogenicity and Reproductivity of Entomopathogenic Nematodes. International Journal of Zoological Research, 12 (3-4), 47-50.
- Taha, E.H., 2016. Nematicidal effects of silver nanoparticles on root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*) in laboratory and screenhouse. Mansoura Journal of Plant Protection and Pathology, 7, 333-337.
- Tan, A.N., 2011. Nematisit Etkili Bitkiler ve Bitki Ekstraktları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48 (2), 165-173.

- Tariq, M., Dawar, S., Mehdi, F.S. ve Zaki, M.J., 2006. Use of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh in the Control of Root Knot Nematode *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood on Okra and Mash Bean. Turkish Journal Biology, 31, 225-230.
- Taylor, A.L. ve Sasser, J.N., 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). North Carolina University Graphics, 111 p.
- Taylor, D.P. ve Netscher, C., 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Nematologica, 20, 268-269.
- Thakkar, K.N., Mhatre, S.S. ve Parikh, R.Y., 2009. Biological synthesis of metallic nanoparticles. Nanomed. Nanotech. Biologi Medical, 6, 257-262.
- Thakur, R.J., Dhirta, B. ve 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), 1-7.
- Thoden, T.C., Korthals, G.W. ve Termorshuizen, A.J., 2011. Organic amendments and their influences on plant-parasitic and free-living nematodes: a promising method for nematode management. Nematology, 13, 133-153.
- Trudgill, D.L. ve Blok, V.C., 2001. Apomictic, Polyphagous Root-Knot Nematodes: Exceptionally Successful and Damaging Biotrophic Root Pathogens. Annual Review of Phytopathology, 39, 53-77.
- Tsay, T.T., Wu, S.T. ve Lin, Y.Y., 2004. Evaluation of Asteraceae plants for control of *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology, 36, 36-41.
- TÜİK, 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, (21.12.2018).
- Vivek, R., Thangam, R., Muthuchelian, K., Gunasekaran, P., Kaveri, K. ve Kannan, S., 2012. Green biosynthesis of silver nanoparticles from *Annona squamosa* leaf extract and it's *in vitro* cytotoxic effect on MCF-7 cells. Process Biochemistry, 47, 2405-2410.
- Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, I., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basımevi, 350 s., İzmir.
- Wallace, H.R., 1963, The Biology of Plant Parasitic Nematodes. Edw. Arnd. LTD: London, 280 p. UK.
- Wallace, H.R., 1971. Abiotic influences in the soil environment. pp: 257-280. (In: Plant Parasitic Nematodes. Eds. B.M. Zuckermann, W.R. Mai and R.A. Rohde), Academic Press, New York and London.
- Wyss, U., Grundler, F.M.W. ve Munch, A., 1992. The parasitic behavior of second stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in root of *Arabidopsis thaliana*. Nematologica, 38, 98-111.
- Yang, F.L., Li, X.G., Zhu, F. ve Lei, C.L., 2009. Structural characterization of nanoparticles loaded with garlic essential oil and their insecticidal activity against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal Agricultural Food Chemistry, 57, 10156-10162.
- Yüksel, H.Ş., 1974. Kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye'deki durumu ve bunların popülasyon problemi üzerinde düşünceler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (1), 83-105.
- Zeck, W.M., 1971. A Rating Scheme for Field Evaluation of Root Nematodes Infestation. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer. 14, 141-144.
- Zhao, G. ve Stevens, S.E., 1998. Multiple Parameters for the Comprehensive Evaluation of the Susceptible of *Escherichia coli* to the Silver Ion, Biomaterials, 11, 27-32.

