

T.C.

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



BAZI NEMATİSİTLERİN FARKLI UYGULAMA
ZAMANLARININ KÖK-UR NEMATODU, *Meloidogyne*
***javanica* (Treub) (Tylenchida: Meloidogynidae) ÜZERİNE**
ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FURKAN ULAŞ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Mustafa İMREN

BOLU, MART - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Furkan ULAŞ tarafından hazırlanan “BAZI NEMATİSİTLERİN FARKLI UYGULAMA ZAMANLARININ KÖK-UR NEMATODU, *Meloidogyne javanica* (Treub) (Tylenchida: Meloidogynidae) ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 18/03/2024

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Mustafa İMREN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman Sami KOCA
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir YÜKSEL
Erciyes Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

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

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....

FURKAN ULAŞ

ÖZET

**BAZI NEMATİSİTLERİN FARKLI UYGULAMA ZAMANLARININ
KÖK-UR NEMATODU, *Meloidogyne javanica* (Treub) (Tylenchida:
Meloidogynidae) ÜZERİNE ETKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
FURKAN ULAŞ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MUSTAFA İMREN)
BOLU, MART - 2024
XIII+49**

Nematisitler bitki paraziti nematodların mücadelesinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise bazı nematisitlerin Kök-ur nematodu *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) (Tylenchida: Meloidogynidae) üzerine etkisi araştırılmıştır. Denemelerde, kum ağırlıklı (%70 kum ve %30 torf) toprak karışımı içeren 500 ml'lik plastik şeffaf bardaklar kullanılmıştır. Denemeler (27±2°C sıcaklık, %60±10 orantılı nem ve 16:8 A: K) iklim odası koşullarında, 75 gün boyunca yürütülmüştür. Denemede kullanılan nematisitler; (A) dikimden 3-6 gün önce (B) dikimden hemen sonra (C) dikimden 15 gün sonra (D) dikimden 30 gün sonra (E) dikimden 45 gün sonra olmak üzere dört farklı zamanda uygulanmıştır. Çalışma 14 karakterli [(1) Abamectin 20 g/L (B) (2) Abamectin 20 g/L (C) (3) Abamectin 20 g/L (D) (4) Abamectin 20 g/L (E) (5) Fosthiazate 150 g/L (A) (6) Fosthiazate 150 g/L (C) (7) Fosthiazate 150 g/L (D) (8) Fosthiazate 150 g/L (E) (9) Fluopyram 400 g/L (B) (10) Fluopyram 400 g/L (C) (11) Fluopyram 400 g/L (D) (12) Fluopyram 400 g/L (E) (13) Kontrol (+) (14) Kontrol (-)] ile beş tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışma sonucunda, Kontrol (+) parseline oranla en düşük urlanma oluşumu sırasıyla, Fluopyram 400 g/L (B) (1.60±0.24), Fosthiazate 150 g/L (A) (2.20±0.20) ve Abamectin 20 g/L (B) (3.20±0.37), en yüksek urlanma oluşumu ise Abamectin 20 g/L (E) (5.60±0.24) uygulamasında gözlemlenmiştir. Fluopyram 400 g/L (B) (%94,62), Fosthiazate 150 g/L (A) (91,38) ve Abamectin 20 g/L (B) (%72,88) uygulamalarının nematodun ikinci dönem larva sayısını önemli seviyede azalttığı saptanmıştır. Çalışma sonucunda Ruhsatlı nematisitlerin Kök-ur nematodu *M. javanica*'nın ikinci nesli üzerine etkinliklerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kök-ur Nematodu, Nematisit, Abamectin, Fosthiazate, Fluopyram

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT APPLICATION TIMES OF SOME NEMATOCIDES ON ROOT-KNOT NEMATODE, *Meloidogyne javanica* (Treub) (Tylenchida: Meloidogynidae)

MSC THESIS

FURKAN ULAŞ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

(SUPERVISOR: PROF. DR. MUSTAFA İMREN)

BOLU, MARCH 2024

XIII+49

Nematicides have been widely used in the control of plant-parasitic nematodes. In this study, the effects of some nematicides on Root-knot nematode *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) (Tylenchida: Meloidogynidae) were investigated. The experiments were conducted in 500 ml plastic transparent glasses containing a sandy soil mixture (%70 sand and %30 peat). Experiments were conducted in a climate chamber under controlled conditions (27 ± 2 °C temperature, $60\pm 10\%$ relative humidity, 16:8 L:D) for 75 days. Nematicides used in the experiment were applied at four different times: (A) 3-6 days before planting (B) just after planting (C) 15 days after planting (D) 30 days after planting (E) 45 days after planting. The study was set up a randomized complete plot design with eight treatments [(1) Abamectin 20 g/L (B) (2) Abamectin 20 g/L (C) (3) Abamectin 20 g/L (D) (4) Abamectin 20 g/L (E) (5) Fosthiazate 150 g/L (A) (6) Fosthiazate 150 g/L (C) (7) Fosthiazate 150 g/L (D) (8) Fosthiazate 150 g/L (E) (9) Fluopyram 400 g/L (B) (10) Fluopyram 400 g/L (C) (11) Fluopyram 400 g/L (D) (12) Fluopyram 400 g/L (E) (13) Control (+) (14) Control (-)], each with five replications. According to the study results, the lowest gall formation compared to the Control (+) treatment was observed in the following order: Fluopyram 400 g/L (B) (1.60 ± 0.24), Fosthiazate 150 g/L (A) (2.20 ± 0.20) and Abamectin 20 g/L (B) (3.20 ± 0.37). The highest gall formation was observed in the Abamectin 20 g/L (E) treatment (5.60 ± 0.24). Fluopyram 400 g/L (B) (%94,62), Fosthiazate 150 g/L (A) (91,38) and Abamectin 20 g/L (B) (%72,88) significantly reduced the number of second-stage juveniles of the nematode. End of the study, it was observed that the efficacy of registered nematicides on the second generation of the root-knot nematode *M. javanica* decreased.

KEYWORDS: Root-knot Nematode, Nematicide, Abamectin, Fosthiazate, Fluopyram

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 <i>Meloidogyne</i> spp. Hakkında Genel Bilgiler.....	3
1.1.1 <i>Meloidogyne</i> spp.'nin Yaşam Döngüsü.....	4
1.2 <i>Meloidogyne</i> spp.'nin Mücadelesi	5
1.2.1 Kimyasal Olmayan Önlemler	5
1.2.2 Kimyasal Mücadele	6
1.2.3 Nematisitlerin Tarihçesi	6
1.2.4 Nematisitlerin Etki Şekilleri	8
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1 Materyal	15
3.2 Yöntem	16
3.2.1 Saf <i>Meloidogyne javanica</i> İnokulumunun Elde Edilmesi	16
3.2.2 Denemenin Kurulması	16
3.2.3 Denemenin Değerlendirilmesi	19
3.2.4 Urlanma / Gal indeksi	20
3.2.5 İkinci Dönem Larva Sayısı	21
3.2.6 Yumurta Paketi Sayısı	22
3.2.7 Kök Kuru ve Yaş Ağırlığı	23
3.2.8 Bitki Boyları	23
3.2.9 İstatistiksel Analiz.....	23
4. BULGULAR	24
4.1 Uygulamaların Köklerdeki Urlanma İndeksine Etkisi	24
4.2 Uygulamaların İkinci Dönem Larva Sayısına Etkisi	27
4.3 Yumurta Kümesi Reaksiyon Skalası	30
4.4 Bitki Boyları	33
4.5 Kök Yaş Ağırlığı	36
4.6 Kök Kuru Ağırlığı	39

5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
7. KAYNAKLAR	46



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Domates üretiminin ülkelere göre dağılımı (2020, %) (FAOSTAT, 2023).....	1
Şekil 1.2. Kök-ur nematodlarının yaşam döngüsü (Rothamsted Research Center,UK).....	5
Şekil 3.1. Kök-ur indeks çizelgesi (Root Evaluation Chart, Bridge ve Page 1980).....	19



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Türkiye'nin açık alan ve örtü altı domates üretimi (TUIK, 2023)....	2
Tablo 1.2. Nematisitlerin keşfinin kronolojik süreci (Rich vd., 2004; Desaeger vd., 2020).....	7
Tablo 3.1. Denemeyi oluşturan uygulamalar ve dozları.....	15
Tablo 3.2. Uygulama zamanı için kullanılan semboller.....	16
Tablo 3.3. Kök-ur indeks skalası (Bridge and Page, 1980).....	20
Tablo 3.4. Denemenin değerlendirilmesinde kullanılan yumurta paketi reaksiyon skalası (Sasser vd. 1984, Triantaphyllou 1981).....	23
Tablo 4.1. Uygulamaların köklerdeki urlanma indeksi üzerine etkisi.....	24
Tablo 4.2. Uygulamaların gal indeksini kontrol (+)'e göre azaltıcı etkisi (%)..	25
Tablo 4.3. Uygulamaların ikinci dönem larva üzerine etkisi.....	27
Tablo 4.4. Uygulamaların ikinci dönem larva sayısını kontrol (+)'e göre azaltıcı etkisi (%).....	28
Tablo 4.5. Uygulamalar bazında yumurta paketi skalası.....	30
Tablo 4.6. Uygulamaların yumurta paketi skalasını kontrol (+)'e göre azaltıcı etkisi (%).....	31
Tablo 4.7. Uygulamalar bazında bitki boyları.....	33
Tablo 4.8. Uygulamaların bitki boylarını kontrol (+)'e göre artırıcı etkisi (%)..	34
Tablo 4.9. Uygulanan bileşikler sonrası kök yaş ağırlığı değerleri.....	36
Tablo 4.10. Uygulamaların kök yaş ağırlığını kontrol (+)'e göre artırıcı etkisi (%).....	37
Tablo 4.11. Uygulanan bileşikler sonrası kök kuru ağırlığı değerleri.....	39
Tablo 4.12. Uygulamaların kök kuru ağırlığını kontrol (+)'e göre artırıcı etkisi (%).....	40

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 1.1. Kök-ur nematodlarının köklerde oluşturduğu belirti.....	4
Fotoğraf 3.1. İkinci dönem <i>Meloidoggyne javanica</i> larvalarının domates bitkilerine bulaştırılması.....	17
Fotoğraf 3.2. A. ve B. uygulanacak nematisit dozlarının hazırlanması C. ve D. nematisitlerin uygulanması	
Fotoğraf 3.3. Deneme deseninin genel fotoğrafı.....	18
Fotoğraf 3.4. A. bitkilerin hasat edilip polietilen torbalara konulması B. köklerin musluk altında yıkanması.....	20
Fotoğraf 3.5. Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi	22
Fotoğraf 3.6. İkinci dönem larvaların ışık mikroskopunda sayımı	22

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
µm	: Mikrometre
BPN	: Bitki Paraziti Nematodlar
Cm	: Santimetre
Dk	: Dakika
G	: Gram
kg	: Kilogram
Lt	: Litre
ml	: Mililitre
spp.	: Bir cinse ait tüm türler
vb.	: Ve benzeri
vd.	: Ve diğerleri
µL	: Mikrolitre
RKN	: Root-Knot Nematode
L2	: İkinci dönem larva
µL	: Mikrolitre
ha	: Hektar
L1	: Birinci dönem larva
L2	: İkinci dönem larva
L3	: Üçüncü dönem larva
L4	: Dördüncü dönem larva
EC	: Emülsiyon konsantre
SC	: Süspansiyon konsantre

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesiyle yolumu aydınlatan, danışman hocam Prof. Dr. Mustafa İMREN'e teşekkür ederim.

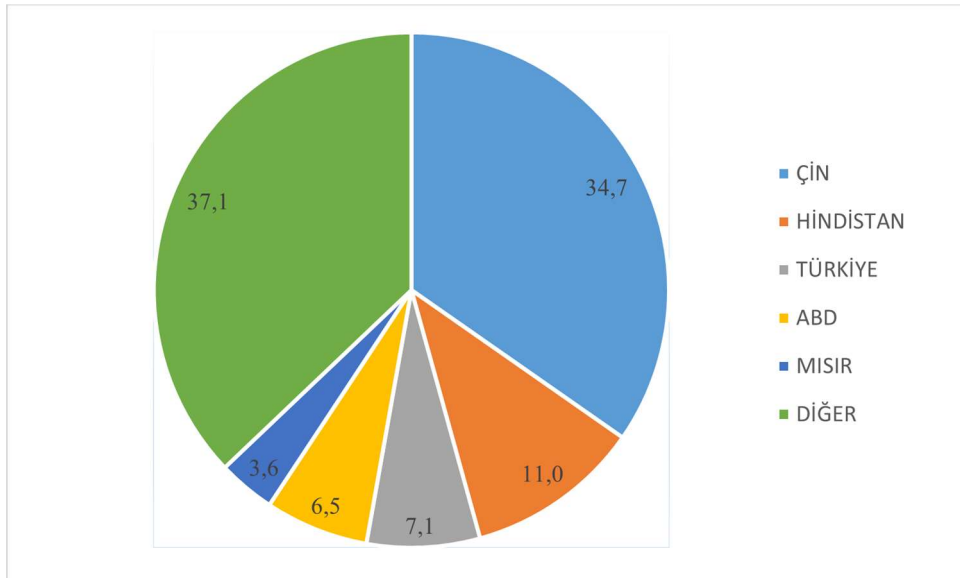
Bu süreçte her konuda yardımını esirgemeyen, Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyelerimiz Prof. Dr. Halil KÜTÜK ve Dr. Öğr. Üyesi A. Sami KOCA'ya teşekkür ederim. Ayrıca tez sürecim boyunca yaptığı değerli katkılardan dolayı Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir YÜKSEL'e teşekkür ederim.

Aynı zamanda tez çalışmam boyunca yardımını esirgemeyen arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.



1. GİRİŞ

Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) patlıcangiller (Solonaceae) familyası içerisinde tek yıllık sebze olup, anavatanı Orta ve Güney Amerika'dır. Domatesin ilk kültüre alındığı bölgenin Meksika olduğu düşünülmektedir. Türkiye'ye ise yaklaşık olarak 150 yıl önce Adana'dan girdiği tahmin edilmektedir (Yazgan ve Fidan, 1996). Domatesin yüksek likopen içeriği ve kolesterol düşürücü etkileri nedeniyle de birkaç kanser türüne ve kronik hastalıklara karşı antioksidatif etkisi belirlenmiştir. Güncel bulgularda domates, karpuz, kırmızı portakal gibi yüksek likopen barındıran besinlerin göğüs, kalp damar hastalıkları, bazı kanser tipleri, alzheimer hastalığı ve cilt sağlığı açısından koruyucu etkisi görülmektedir (Öztürk ve Candoğan, 2009). İçerisinde bulunan ve insan sağlığı açısından gerekli çeşitli vitamin, mineral ve diğer besin maddeleri nedeniyle önemi günden güne artan domates, açık alan ve örtü altında olmak üzere iki şekilde üretilmektedir. Taze olarak tüketiminin yanında, domates, salça ve ketçap sanayinde ham madde olarak birçok formda işlenebilmesi nedeni ile de ticarete en çok konu olan tarım ürünlerinin başında gelmektedir (Sevgican, 2002). Dünya domates üretiminde Çin, Hindistan, Türkiye, ABD, Mısır ve İtalya önemli ülkeler arasındadır (Şekil 1.1) (FAOSTAT, 2023).



Şekil 1.1. Domates üretiminin ülkelere göre dağılımı (2020, %) (FAOSTAT, 2023).

Türkiye’de yıllar itibariyle domates yetiştirilen alanlar ve üretim miktarları değişiklik içerisinde. Türkiye’nin domates ekim alanları 2021 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık olarak %5,5 azalış göstererek 165 bin ha olmuştur. Türkiye’nin 2021 yılı domates üretimi ise bir önceki yıla göre %0,8 azalarak 13,1 milyon ton olmuştur (FAOSTAT, 2023). Türkiye’nin 2021 yılı sofralık domates üretimi 8.581 bin ton salçalık domates üretimi ise 4.515 bin tondur. Türkiye’de domates üretiminde en önemli üretici bölgeler sırasıyla %32,7 ile Akdeniz, %24,4 ile Ege ve %12,5 ile Doğu Marmara Bölgesi’dir. Türkiye’nin 2021 yılında il bazında domates üretiminde Antalya 2.800 bin ton ile ilk sırada gelmektedir. Antalya’yı 1.349 bin ton ile Bursa, 1.099 bin ton ile Manisa takip etmektedir (TUIK, 2022). Türkiye’nin 2022 yılı örtü altı domates üretimi 4.139 bin ton ve açık alan domates üretimi ise 8.861 bin tondur. Türkiye’nin 2022 yılı örtü altı ve açık alan domates üretimi bir önceki yıla göre azalmıştır (Tablo 1.1). Türkiye domatesti ihracat yapan bir ülke konumundadır. En fazla domates ihraç edilen ülkeler sırasıyla Suriye, Ukrayna, Romanya, Rusya, Bulgaristan, İsrail, Polonya ve Almanya’dır. Türkiye’nin 2021/22 pazarlama yılında toplam domates ihracatı yaklaşık olarak 576 bin ton ve ihracat payı 392 milyon Amerikan dolarıdır (TUIK, 2022).

Tablo 1.1. Türkiye’nin açık alan ve örtü altı domates üretimi (TUIK, 2022)

Yıllar	Açık alan (Bin ton)	Örtü altı (Bin ton)
2016	8,986	3,614
2017	8,921	3,829
2018	8,262	3,888
2019	8,758	4,083
2020	9,105	4,099
2021	8,689	4,406
2022	8,861	4,139

Dünyada ve Türkiye’de verimi yüksek çeşitler üretmek, birim alandan alınan ürün miktarını arttırmak ve hastalık ve zararlıların meydana getirdiği ekonomik kayıpları engellemek için birçok çalışma yapılmaktadır. Bu kayıpları oluşturan etmenlerden Kök-ur nematodları ülkemiz açık alan ve örtü altı domates üretimini sınırlandıran başlıca sorunlardandır. Domates sebzelerde önemli zararlar oluşturabilen Kök-ur nematodlarına karşı oldukça duyarlıdır. Kök-ur nematodlarının kılcal köklerde

açmış olduğu yaralardan giren patojenler (bakteri, virus ve fungus) ciddi verim kayıplarına neden olabilmektedir. Yağışın fazla olduğu ve sulamanın fazla yapıldığı bulaşık bölgelerde yayılım daha da hızlanmaktadır. Kök-ur nematoduyla mücadelede zararlının temiz bölgelere bulaşmasını engellemek açısından kültürel önlemler ve özellikle de karantina tedbirlerine uyulması önemlidir. Örtü altı sebze üretimimizin yaklaşık olarak yarısını oluşturan domatesin, ülkemiz ihracat payını korumak amacıyla Kök-ur nematodları ile bulaşık bölgelerde mücadelenin ayrı bir yer tutması gereklidir.

1.1 *Meloidogyne* spp. Hakkında Genel Bilgiler

Kök-ur nematodları ilk defa 1850'lerde Miles Joseph Berkeley tarafından salatalıkta keşfedilmiştir. *Meloidogyne* cinsi içerisinde bugüne kadar yaklaşık 100 nematod türü tanımlanmıştır (Perry vd., 2009). Bu türler çok çeşitli bitki türlerine saldırarak yaklaşık 100 milyon dolar verim kaybına neden olur. Kök-ur nematodları 3000 den fazla bitki türünü enfekte edebilmektedir (Abad vd., 2003). Domateste 34'ten fazla Kök-ur nematodu türü rapor edilmiş olmasına rağmen, domates üretimi için özel ekonomik öneme sahip türler *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. hapla*'dır (Noling, 2014). Bu türler, dünya genelinde domateste %42-54 oranında verimde azalmaya neden olmakta, bu oran bazen %50 ve %60'a kadar yükselebilmektedir (Netscher ve Sikora, 1990).

Kök ur nematodlarının enfektif dönemi olan ikinci dönem larvaların bitkinin kök bölgesinde korteks dokusu içerisinde beslenmesi sonucu türlere özgü tipik irili ufaklı galler oluşmaktadır (Fotoğraf 1.1). Toprak altında meydana getirdiği belirtiler zararlıya ismini vermesinden anlaşılacağı üzere çok karakteristik olmasına rağmen toprak üstü belirtileri diğer birçok bitki besin noksanlıkları veya hastalıklar ile karıştırılabilir. Bu açıdan *Meloidogyne* spp. Nematodlar içerisinde en fazla üstünde durulan türlerdir (Trudgill ve Blok, 2001). Duyarlı bir bitkide oluşan urların büyüklüğü köklerde beslenen nematod türüne özgü olabilmekte ve ikinci dönem larva sayısına göre değişebilmektedir. Genel olarak *M. javanica*, *M. incognita* ve *M. arenaria* türlerinin oluşturdukları urlar morfolojik olarak birbirine benzerken, *M. hapla*'nın köklerde oluşturduğu urlar morfolojik olarak bu türlerden farklı ve küçüktür (Hussey, 1985).

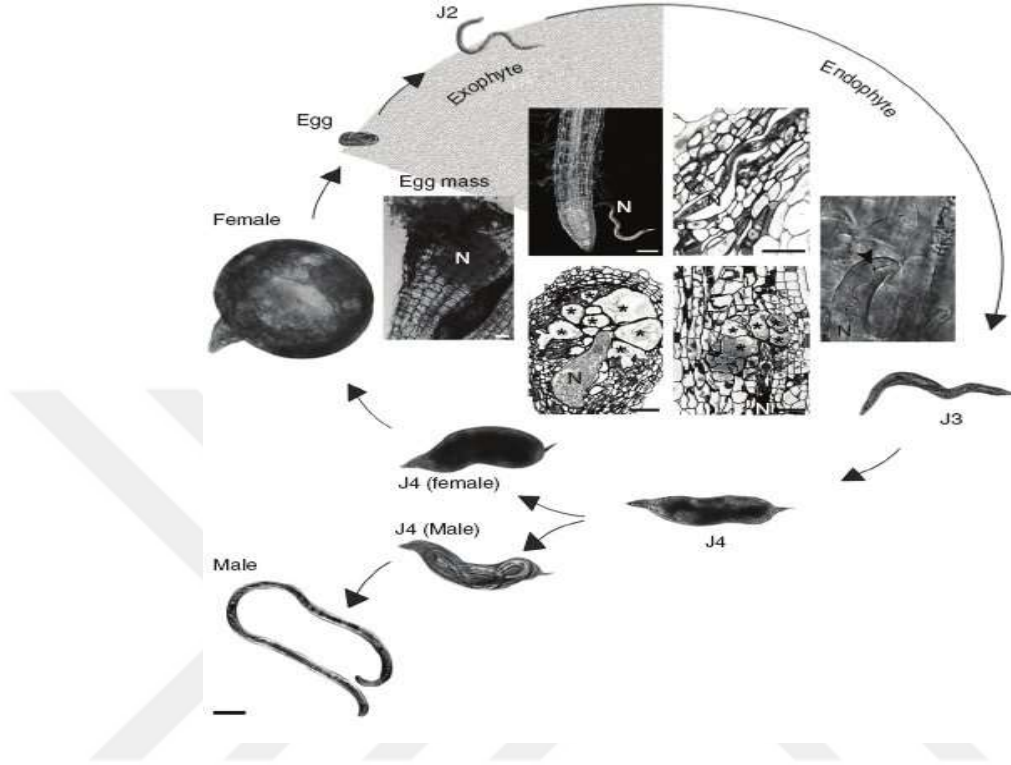


Fotoğraf 1.1. *Meloidogyne javanica*'nın hassas domates bitkisinde meydana getirdiği urlar

1.1.1 *Meloidogyne* spp.'nin Yaşam Döngüsü

Kök-ur nematodları yaşam döngüsünün büyük bir kısmını bitkinin kök kısmında geçiren zorunlu kalıcı endoparazitlerdir (Caillaud vd., 2008). Kök-ur nematodlarının bir yaşam döngüsü yumurta dönemi, dört larva dönemi ve ergin olmak üzere altı dönem sonunda tamamlanır (Wesemael vd., 2014). Kışı toprakta ya da enfekteli bitki artıklarında yumurta veya larva olarak geçirir. Kök-ur nematodlarının gelişimi için hafif yapılı kumlu-tınlı topraklar idealdir. Toprak sıcaklığı 10 °C altında seyrederse nematod gelişmesi durur, zararı 15°C'de başlar. (Kepenekçi, 2012). Dişiler yaklaşık olarak üç ay hayatta kalabilmekte ve türe bağlı olarak 500-1500 adet yumurta bırakabilmektedirler (Tiwari vd., 2019). Dişi yumurtaları genellikle glikoprotein yapısındaki jelatinimsi bir madde olan matriks tarafından çevrilip posterior kısımdan paket halinde bırakılmaktadır. Birinci dönem larva (L1) dönemi deri değiştirilerek yumurta içerisinde tamamlanır. Yumurtadan çıkan ikinci dönem larvalar beslenebilmek için konukçu bitki köklerini aramaya başlarlar (Eisenback ve Triantaphyllou, 1991). İkinci dönem larvalar (L2) bitki köklerini enfekte edebilmek için iyi donanımları vardır. Nematodların bitkiye yönelmesinde bazı organlar rol oynamaktadır. Kemoreseptör olarak adlandırılan bu organlar; amphid, phasmid ve sensilla olarak üç yapıdan oluşur (Stewart vd., 1993, Robinson ve Perry, 2006). Yumurtadan çıkan ikinci dönem larvalar kemoreseptörleri ile kökleri algılar ve enfekte ederler. (L3) ve (L4) dönemi kök içerisinde tamamlanır. Dişiler (L4) sonunda şişginleşir ve ur şekline dönüşür. Bu urlar bitkinin topraktan gerekli besin elementlerinin ve suyun alınmasını engeller.

Dişiler aseksüel üreyebilme özelliğine sahiptir bu sebeple erkekler dişiler kadar önemli değildir. Erkekler iplik formundadır. Dişileri 0.7-0.8 mm boyunda, 0.4-0.5 mm genişliğinde armut şeklindedir; erkekler ise 1.2-2.0 mm uzunluğunda, larvaları 0.3-0.5 mm boyundadır (Tiwari vd., 2019).



Şekil 1.2. *Meloidogyne* spp.'nin yaşam döngüsü (Abad vd., 2008)

1.2 *Meloidogyne* spp.'nin Mücadelesi

1.2.1 Kimyasal Olmayan Önlemler

Ekim nöbeti *Meloidogyne* spp.'ye karşı masrafsız ve pratik bir yöntem olmasına rağmen başarı şansı için en az 3-4 yıl uygulanması gereklidir. Sıcak havalarda özellikle örtü altında solarizasyon uygulaması nematod üremesini düşürebilmektedir. Ancak toprak solarizasyonunun üretim sezonu içerisinde uzun zaman gerektirmesi bazı dezavantajlar yaratabilmektedir. Domates bitkisinde *Meloidogyne* spp.'ye karşı Mi genlerinin keşfedilmesiyle ortaya çıkan dayanıklı çeşit ve anaçların tercih edilmesi üretime sağlıklı başlamak açısından önem arz etmektedir (Cook ve Evans, 1987; Boerma ve Hussey, 1992; Lopez-Perez vd., 2006).

1.2.2 Kimyasal Mücadele

Kök-ur nematodlarının mücadelesinde münavebe, solarizasyon ve dayanıklı çeşitlerin kullanılması gibi kültürel önlemler çok fazla tavsiye edilmesine rağmen kimyasal mücadele yüksek etkinliği nedeniyle sıklıkla başvurulanan yöntemdir. (Young, 1992; Roberts, 1992; Sijmons vd., 1994; Gheysen vd., 1996; Tzortzakakis vd., 1999; Tytgat vd., 2000). Kimyasal mücadele; uygun zamanda, doğru teknikler ile uygulandığında kısa sürede etkinlik gösterir ve geniş saha stratejileriyle kolay uygulanabilir bir yöntemdir (Haydock vd., 2013).

Nematodların mücadelesinde uygulanan kimyasallar nematisit olarak adlandırılmaktadır. Bu kimyasallardan bir kısmı direk olarak nematodları öldürebildiği gibi bazıları ise sadece larvaları bir süre boyunca paralyze eder. Nematodları bir süre paralyze eden bu kimyasallara nemasitatik veya nematistat adı verilmektedir. Fakat nematistatların BPN'lara karşı ölümcül olmamalarından dolayı canlılıklarına ilerleyen dönemlerde devam edebilmektedir (Haydock vd., 2013). Farklı mekanizmalara sahip olan nematisitler, genel olarak topraktaki nematod popülasyonunu baskılayarak zararlarını ekonomik zarar eşiği altına düşürmektedir. Böylece uygulandıkları bölgelerdeki bitkilerde verim ve kalite kaybını azaltmaktadırlar (Haydock vd., 2013).

1.2.3 Nematisitlerin Tarihçesi

Nematodlarla mücadelede kimyasalların kullanımı ilk olarak 1881 yılında ilk nematisit özelliği taşıyan carbon disulfide ile başlamıştır (Rich vd., 2003). Aynı zamanda bu yıllarda asmada (*Vitis vinifera* L.) *Filoxera* sp.'nin mücadelesinde kullanılmıştır (Taylor, 1979). Yine bu yüzyılda nematisit özelliği taşıyan diğer bir kimyasal chloropicrin bulunmuştur (Taylor, 1979). 1940'ların başına gelindiğinde ise metil bromide keşfedilmiş ve ABD'de en yaygın kullanılan nematisit olmuştur (Taylor, 2003). Metil bromide, Montreal protokolü tarafından Sınıf I ozon tabakasına zarar veren bir madde olarak tanımlandığı için 2005 yılından itibaren birçok gelişmiş ülkede üretimi ve kullanımı yasaklanmıştır (Fourie vd., 2017). Metil bromide'in yasaklanmasından itibaren alternatif kimyasallar için birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların birçoğu, 1,3- dikloropropen, metam sodyum ve chloropicrin gibi sınırlı kullanımı olan mevcut fümigantların yerine bazı yeni fümigantlara (dimetil disülfid ve alil izotiyosiyanat) odaklanılmıştır (Desaeger vd., 2017).

Tablo 1.2. Nematisitlerin keşfinin kronolojik süreci (Rich vd., 2004; Desaegeer vd., 2020)

Yaygın isim	İlk kullanım yılı	Kimyasal sınıf
Carbon disulfide	1881	Fumigant
Chloropierin	1920	Fumigant
Formaldehyde	1930	Fumigant
Methyl bromide	1932	Fumigant
D-D mixture	1943	Fumigant
DBCP	1954	Fumigant
1,3-Dichloropropene	1954	Fumigant
Metham	1954	MIT generator
V-C 13	1955	Organophosphate
Fensulfothion	1957	Organophosphate
Ethoprophos	1963	Organophosphate
Aldicarb	1965	Carbamate
Dazomet	1967	MIT generator
Fenamiphos	1968	Organophosphate
Carbofuran	1969	Carbamate
Oxamyl	1972	Carbamate
Enzone	1978	Fumigant
Abamectin	1881	Lakton
Cadusafos	1990	Organophosphate
Fosthiazate	1992	Organophosphate
Methyl iodide	2007	Fumigant
Spirotetramat	2008	Tetramik asit
Dimethyl disulfide	2010	Fumigant
Imicyafos	2010	Organophosphate
Allyl isothiocyanate	2013	Fumigant
Fluopyram	2013	Benzamide
Fluensulfone	2014	Thiazol
Tioxazafen	2017	Oxadiazol
Fluazaindolizine	2020	Carboxamid

Fumigant nematisitlerin yüksek etkinliğine rağmen uygulamadaki zorlukları ve yüksek toksik etkileri nedeniyle 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra organofosfatlar ve karbamatlar olarak iki yeni sınıf geliştirilmiştir (Galbieri ve Belot, 2016). Bu sınıf fumigant olmayan nematisitler olarak adlandırılmıştır. Fumigant olmayan nematisitlerin ilk aktif maddesi ise O₂,4-diklorofenil ve O, O-dietil fosforotiyoat'dır (Taylor, 2003). Organofosfat ve karbamatların en büyük avantajları fumigant nematisitlere kıyasla toprakda daha az kalıcı olmaları ve topraktaki diğer organizmalara toksik geniş etki içermemeleridir (Galbieri ve Belot, 2016). 1960'lı yıllardan 1990'lara kadar ise bu sınıfa ait kimyasalların keşfi devam etmiştir (Chitwood, 2003; Fourie, 2017).

Günümüzde ise dünyada kullanılan bitki koruma preparatlarının oransal dağılımı sırasıyla %48 herbisitler, %30 insektisitler, %18 fungusitler ve nematisitlerinde içerisinde bulunduğu %7'lik diğer kimyasallardır (Kang vd., 2016). Türkiye'de nematisitlerinde içerisinde bulunduğu diğer kimyasalların (fumigantlar, böcek cezbedicileri, bitki gelişim düzenleyicileri ve bitki aktivatörleri) kullanım miktarı 4.958 ton'dur (TÜİK, 2019). Nematisitlerin küresel pazardaki payı yaklaşık 1.3 milyar dolar değerindedir (Mordor Intelligence, 2020; Oka, 2020) ABD'deki nematisit pazarının yıllık değeri ise yaklaşık olarak 300 milyon dolar'dır (Haydock vd., 2013; Oka, 2020). Küresel ilaç şirketleri nematisitler üzerine her yıl yaklaşık 200 milyon dolar geliştirme maliyeti koyarak, yaklaşık 250.000-ton aktif maddenin nematisit pazarına girmesini sağlamaktadır (Haydock vd., 2013).

1.2.4 Nematisitlerin Etki Şekilleri

Nematisitler toprak içerisindeki hareketlerine göre fumigant ve fumigant olmayanlar olarak iki kısımdan oluşur. Genel olarak fumigant nematisitler hava ile temas ettiğinde buharlaşan sıvı formülasyonlardır. Genellikle toprakta derin hareket ederler ve toprakta bulunan su ile temas ettiklerinde doğrudan nematodun kutikulasına nüfuz ederek aminoasitler, oksidazlar ve proteinlerle hızlıca reaksiyona girerek metabolik fonksiyon bozukluklarına neden olurlar (Galbieri ve Belot, 2016). Fumigant nematisitler doğrudan nematodun vücut duvarına nüfuz eder ve nematod gövdesinin boşluğuna girdikten sonra farklı iç organlara etki ederler (Noling, 1997). Fumigant nematisitler, toprakta bulunan funguslar,

bakteriler, tohumlar ve diğer organizmalara kadar geniş bir spektruma sahiptir ve uygulandıkları alanda yüksek fitotoksiteye neden olabilirler (Spurr, 1985).

Organofosfatlar ve karbamatlar ise asetilkolinesteraz enzimini inhibe ederek sinir uyarılarının kesilmesine neden olarak nematodun ölümüne neden olurlar. Ayrıca abamectinde asetilkolinesterazı etkiler ve ATPaz aktivitesi üzerinde zararlı etkilere sahiptir, nörotoksin görevi görür ve solunum yetmezliğini tetikler (Nasr, 2013). Abamectinin asıl etki mekanizması ise, sinir hücresi ile kas arasındaki elektriksel impuls iletiminin, hücre zarlarındaki klorür kanallarının kesintisiz açılmasıyla bloke edilmesidir (Galbieri ve Belot, 2016). Ayrıca Abamectinin yumurtadan çıkmayı engellediği ve yavrularda felce neden olduğu, bu etkinin ise Kök-ur nematodlarında ölümcül olduğu bildirilmiştir (Cayrol vd., 1993). Nematisitlerin etki mekanizması abamectin gibi birçok kimyasalın nematodun farklı bölgelerinde birleşik etkileri olabileceğinden kolayca tespit edilememektedir (Galbieri ve Belot, 2016).

Fluensulfone, fluopyram ve fluazindolizine, moleküler yapılarında bir trifloro (3-F) grubuna sahip olan ve 3-F nematisitleri olarak anılan yeni nematisitlerdir. Bu nematisitlerin eski nemasitlerden (fümigantlar, organofosfatlar, karbamatlar) çok daha güvenli bir toksisite profili vardır. Bununla birlikte, kimyasal ve fiziksel özellikleri ve etki biçimleri açısından oldukça farklıdırlar (Desaeger vd., 2020). Fluensülfon'un yayınlanmamış etki şekli, bir yağ asidi beta oksidasyon inhibitörü olmasıdır (Kearn vd., 2017). Fluopyram, benzamid sınıfının bir üyesidir, ve süksinat enziminin (SDHI) bir inhibitörüdür (Veloukas ve Karaoglanidis, 2012). Fluazaindolizin, karboksamid sınıfının bir üyesidir ve etki şekli bilinmemektedir (Lahm vd., 2017).

Kök-ur nematodlarının neden olduğu kayıpları önlemek için kimyasal bileşikler yıllardır kapsamlı bir şekilde araştırılmakta ve nematisit pazarı hızla genişlemektedir. Kök-ur nematodlarına karşı kullanılacak kimyasallar ile mücadelenin etkin ve sürdürülebilir olması hedef zararlının biyolojisinin ve kullanılan kimyasalların etki mekanizmasının bilinmesine bağlıdır. Bu çalışma da Kök-ur nematodlarına karşı etkinliği bilinen bazı nematisitlerin farklı uygulama zamanlarının *M. javanica*'nın birinci ve ikinci nesli üzerine etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Bu sayede hedef zararlının nesilleri üzerine farklı uygulama zamanları ile strateji geliştirerek bilgi elde etmek, kimyasalların etkinliğini yükseltmek ve gereksiz kimyasal kullanımını sınırlandırmak amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Giannakou ve Anastasiadis (2005), *İn vitro* koşullarda cadusafos ve fenamiphos'un L2 ve yumurta paketleri üzerindeki etkinliğini *İn vivo* ve saha koşullarında ise cadusafos, fenamiphos, oxamyl ve fosthiazate'in farklı uygulama stratejilerinin kök-ur nematodu kontrolü üzerindeki etkilerini araştırmak ve çoklu azaltılmış dozlamının nematisit kalıcılığı üzerindeki etkisini incelemek için bir deneme gerçekleştirmişlerdir. Cadusafos ve fenamiphos'un etkinliği, maruz kalma süresinin artmasıyla önemli ölçüde artmıştır. Her iki nematisit de ikinci dönem larvalara karşı etkili bulunmuştur, ancak yumurta paketleri içindeki ikinci dönem larvaların kabul edilebilir kontrolünü sağlayamamışlardır. Cadusafos, fenamiphos, fosthiazate ve oksamil, tarla denemesinde mikro parsellere mahsul oluşumu sırasında tek bir tam doz olarak ya da mahsul periyodu boyunca 14 günlük aralıklarla çoklu azaltılmış oranlı uygulamalar olarak uygulanmış ve etkinlikleri ile kalıcılıkları belirlenmiştir. Biyoanalizler ve analitik çalışmalar kullanılarak fosthiazate üzerinde çalışılan en etkili nematisit olmuştur. Bu sonuçta esas olarak toprakta uzun süre kalıcı olmasına bağlanmıştır. Oxamyl ayrıca, kullanılan uygulama yöntemine ve nispeten hızlı alan dağılımına bakılmaksızın, uygulandıktan sonraki ilk 48-56 gün boyunca yeterli nematod kontrolü sağlamıştır. Fenamiphos ve cadusafos, test edilen nematisitlerin en kalıcısı olmasına rağmen yeterli nematod kontrolü sağlamada başarısız olmuştur.

Jayakumar vd. (2005), abamectin %100, abamectin %75 ve carbofuran %3'ün domates bitkisi üzerinde *M. incognita*'ya karşı etkinliğini fide kökü daldırması olarak sera koşullarında test etmişlerdir. Tüm uygulamalar arasında en yüksek azalma abamectin %100 tedavisinde kök-ur indeksi (1,3) ve L2 sayısı (132,8) gözlemlenmiştir. Bu tedaviyi carbofuran %3 ve abamectin %75 uygulamaları takip etmiştir.

Radwan vd. (2012), cadusafos, carbofuran, ethoprop, fosthiazate ve oksamil olmak üzere beş granül nematisitin *M. incognita* 'ya karşı etkinliğini domates bitkisi üzerinde değerlendirmişlerdir. Formülasyon oranları sırasıyla oksamil, carbofuran ve cadusafos 0.1g /kg toprak iken fosthiazate 0.125 g/kg toprak ve ethoprop 0.25 g/kg toprak'dır. *İn vivo* koşullarda yürütülen deneme sonucunda fosthiazate topraktaki urlarda %97,52 ve ikinci dönem larvalarda %96,45 azalma ile en yüksek

etkiyi göstermiştir. Cadusafos ise sırasıyla urlanma ve L2 popülasyonunda %77,51 ile %86,63 azalmaya neden olarak en az etkili uygulama olmuştur.

Saad vd. (2012), bazı doğal bileşiklerin ve nematisit tedavilerinin Kök-ur nematodu, *M. incognita*'ya karşı performans aktivitesini belirlemek için *İn vivo* saksı koşullarında domates bitkisi üzerinde bir deneme yürütmüşlerdir. Denemenin sonucunda Foshtiazate ve abamectinin, RKN popülasyonunu %82,1 oranında baskılayan en etkili tedaviler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca arbüsküler mikorhizal mantar 2 (AMF2), Kök-ur indeks oluşumu azaltan en etkili tedavi olmuştur. Bunu sırasıyla %72,5 ve %67,2 değerleri ile abamectin izlemiştir. Ayrıca kök uzunluğunda en yüksek artışı sırasıyla %55,8 ve %54,6 ile fosthiazate ve cadusafos uygulamasında gözlemlenmiştir.

Qiao vd. (2012), Çin'in Shandong eyaletindeki domates yetiştirilen alanlar ağır kök-ur nematodu istilasıyla karşı karşıyadır. Kontrol yöntemleri arasında bulunan cadusafos ve metil bromür'ün yüksek toksisitesi nedeniyle alternatif yöntemlere gerek duyulmuştur. Bu nedenle, abamectini Kök-ur nematodlarını kontrol etme potansiyelleri açısından değerlendirmişlerdir. Abamectin (2.5% EC), 10 L/ha 7,5 L/ha, 5,0 L/ha dozlarında deneme parsellerine uygulanarak etkinliklerini test etmişlerdir. Saha denemeleri sonucunda dikimden 60 gün sonra en başarılı uygulama abamectin 10 L/ha (2,14 skala değeri ve 18,2 L2 sayısı 100 cm³ toprakta) olmuştur. Bu uygulamayı ise sırasıyla abamectin 7.5 L/ha ve 5 L/ha takip etmiştir. Saha denemelerinde abamectinin kök-ur nematodlarına karşı kontrol potansiyeli kanıtlanırken, kontrol parselleri ile karşılaştırıldığında %19,3-39,0 arasında verim artışı olduğu gözlemlenmiştir.

d'Errico vd. (2017), *İn vitro* ve saksı denemelerinde Tervigo® ve iki yeni abamectin bazlı ürünün (CHA 2061-02 EW ve CHA 2080 SC) Kök-ur nemaotodu *M. incognita* üzerine etkinliğini test etmişlerdir. *İn vitro* olarak, hem Tervigo® hem de CHA 2061-02 EW ürünleri esas olarak güçlü bir nematisidal aktivite göstermiştir. *M. incognita*'nın ikinci dönem larvaları (L2) abamectin bazlı ürünlere bir günlük maruziyetten sonra yaklaşık (%51-69) hareketsiz kalmıştır. Abamectin bazlı ürünlerin hepsi kontrol karakterine kıyasla ikinci dönem larva sayısını önemli derecede azaltmıştır.

Yin vd. (2017), fluopyramın muz bitkisinde Kök-ur nematodlarına karşı etkinliğini belirlemek amacıyla yeni dikilen ve çok yıllık bitkilerde direk toğrağa (1 kez 0,4 mL/bitki) ve damlama ile (1 kez 0,4 mL/bitki ve 2 kez 0,2 mL/bitki)

olmak üzere iki farklı uygulama yapmışlardır. Sonuç olarak 60 gün ara ile iki kez damlama uygulamasının yeni dikilen bitkilerdeki kontrol etkisi sırasıyla %88,3 ve %82,1 olmuştur. Çok yıllık bitkilerde ise iki kez damlama uygulamasının kontrol etkisi sırasıyla %81,5 ve %78,4 olduğunu saptamışlardır.

Landi vd. (2018), bazı nematisitlerin farklı kombinasyonlarını (Fosthiazate 150 g L, Oxamyl 100 g L ve Abamectin 20 g L) hassas ve aşılı domates bitkileri üzerinde *M. incognita* ile bulaşık bir sera denemesinde test etmişlerdir. Denemenin değerlendirmesinde Kök-ur index 0–5 skalasını (Lamberti, 1971) ve topraktaki L2 sayılarını baz almışlardır. Denemenin dikimden 81 gün sonra değerlendirmesi sonucunda hassas bitkilerde en düşük L2 sayısı sırasıyla Fosthiazate + Oxamyl (1990,0) ve Fosthiazate + Abamectin (2140,0) kombinasyon tedavilerinde, en yüksek L2 sayısı ise sırasıyla Abamectin (5137,5) ve Fosthiazate (4100,0) tedavilerinde gözlenlenmiştir. En düşük Kök-ur index skala değeri sırasıyla Fosthiazate + Abamectin (2,7) ve Fosthiazate (2,9) tedavilerinde en yüksek skala değeri ise Oxamyl (4,2) ve Abamectin (3,8) tedavilerinde gözlemlenmiştir.

Dahlin vd. (2019), fluopyram etken maddeli Velum ve Bioact WG olarak formüle edilen *Purpureocillium lilacinum* (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) suşu 251'in Kök ur nematodları üzerine kombine etkinliğini araştırmışlardır. İki yıl üst üste yapılan sera denemelerinde, kombinasyon tedavilerinin kontrol parsellerine kıyasla nematodu baskıladığı ve verimi arttırdığını tespit etmişlerdir.

Silva vd. (2019), *M. incognita*'nın popülasyonlarının kontrolü ve bitki üretkenliği üzerindeki etkinliğini değerlendirmeyi amaçlayan denemede sera koşullarında domates bitkisinde fumigant olmayan yeni nesil nematisitleri (fluensulfone, fluopyram ve fluazaindolizine) test etmişlerdir. Red Gnome çeşidi bitkiler, 200 yumurta/100 cm³ toprak ile bulaştırılmıştır. Her bir saksıya iki farklı oranda fluensülfon, fluopyram ve fluazaindolizin uygulanmıştır. Sekiz haftalık gelişme periyodunda sonra bitkiler Kök-ur indeksi (0-10 Zeck skalası), yumurta paketi sayısı ve L2 popülasyon yoğunluğu açısından değerlendirilmiştir. Tüm nematisit tedavileri, kontrol ile karşılaştırıldığında kök-ur indeksini, L2 sayısını ve yumurta paketi sayısını azaltmıştır. Alt dozda fluensülfon (5.85 L/ha) tedavisinde, en düşük kök-ur indeksi indeksi (3.10) gözlemlenmiştir. Bunu fluopyram 0.95 L/ha uygulaması (3.50) takip etmiştir. Flüensülfon (5.85 L/ha) tedavi edilmeyen kontrole kıyasla yumurta kütlesi sayısında %75 ve L2 sayısında %68 azalma göstermiştir.

Fluopyram (0.95 L / ha) kontrol karakterine kıyasla yumurta paketi oluşumunda %68 ve L2 sayısında %40 azalma göstermiştir.

Ji vd. (2019), Çin'de fluopyramın *M. incognita*'ya karşı etkinliğini labaratuvar ve saha koşullarında araştırmışlardır. Labaratuvar koşullarında fluopyramın sırasıyla 2,78 ve 1,70 mg/L'lik öldürücü konsantrasyon (LC50) oranları ikinci dönem larvalar (L2) ve *M. incognita*'nın yumurtaları için oldukça toksik etki bıraktığını bildirmişlerdir. Saha koşullarında yürütülen denemeler sonucunda ise fluopyram 640 g/ha ile uygulanan tedavilerde kök-ur indeksi kontrol parsellerine kıyasla %43,1-75,3 oranında azaldığı, 320 g/ha'daki fluopyramın kök-ur indeksi, hem 640 g/ha hem de 480 g/ha'daki fluopyramdan önemli ölçüde daha yüksek bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, üç farklı dozda fluopyram ile yapılan tedavilerde, kontrole kıyasla %21,4-%58,5 arasında bir verim artışı olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, fluopyram'ın kök-ur nematodlarını baskıladığını ve domates verimini artırdığını göstermiştir.

Li vd. (2020), abamectin (1.8 % EC) ve fluopyram (41.7 % SC)'ın farklı kombinasyonlarının *M. incognita* üzerindeki etkinliğini *In vivo* ve saha koşullarında araştırmışlardır. Saksı denemeleri sonucunda fluopyram ve abamectin 1:3 kütle oranında kombinasyonunun kontrol etkinliğinin dikimden 30 gün sonra %74,06, dikimden 60 gün sonra ise %71,98 ile tüm tedaviler içerisinde en başarılı uygulama olduğunu tespit etmişlerdir. Saha denemeleri sonucunda ise yine en başarılı fluopyram ve abamectin 1:3 kombinasyonu (dikimden 30 gün sonra %53,04 dikimden 60 gün sonra ise %53,19) olduğunu gözlemlemişlerdir.

Khairy and Abdelfatah (2022), ethoprophos, fenamiphos, fosthiazate, cadusafos, oksamil, abamectin olmak üzere altı nematisitin etkinliğini değerlendirmek için bir saksı denemesi gerçekleştirmişlerdir. Nematisitler önerilen doz oranında toprağa uygulanmıştır. Tüm nematisitler kontrol karakterine kıyasla farklı etkinlik seviyeleri ile topraktaki L2 sayısı ve ur oluşumunda önemli bir azalmaya neden olmuştur. Bununla birlikte, ethoprophos (Todabeet ®) ve ethoprophos (Root Phos®), köklerdeki ırlanma ve topraktaki ikinci dönem larva sayısında %100 azalma ile en yüksek etkiye sahipken, oksamil ve cadusafos %63,2, %65.91 ile L2 popülasyonunda azalma ve %64,6, %69,5 ile sırasıyla ur oluşumunda azalmayla nispeten en az etkili tedavi olmuştur. Abamectin, fenamiphos ve fosthiazate sırasıyla L2 ve ur oluşumunda %89,4, %87,5 ile azalan sırada orta sırada; %88,3 %89,77; %68,9 ve %59,09 ile takip eden etkili tedaviler olmuştur.

Ayrıca, nematitlerin tümü bitki boyunu, taze ağırlığını ve sürgün kuru ağırlığını önemli ölçüde artırmıştır. Bununla birlikte, tüm nematitler kontrole kıyasla N, P, K ve toplam klorofil içeriğini önemli ölçüde azaltırken, abamectin en yüksek azaltma etkisine sahip olmuştur.

Yue vd. (2022), dört farklı nematitin *M. incognita* ırk 2 üzerine etkinliğini domates bitkisi üzerinde laboratuvar ve sera saksılarında değerlendirmişlerdir. Fluensulfone ve fluopyram, *M. incognita* ikinci dönem larva (L2) mortalitesi üzerine avermektin B1a (AV-B1a) ve fosthiazat'a göre, özellikle düşük konsantrasyonda, sırasıyla 0.29, 0.13, 0.68 EC50 değerleri ile daha büyük bir etki göstermiştir. B1a (AV-B1a) yumurtadan çıkmayı önemli ölçüde engellemiş, bu da yumurta kabuğu boyunca kolayca taşınabilen tek nematit olduğunu göstermiştir. Sera saksı denemelerinde ise fluensülfon ve fluopyramın sırasıyla %98,6, %96,2 oranları ile ur oluşumunu en fazla azaltan nematitler olduğunu tespit etmişlerdir.

Wang vd. (2023), foshtiazate (40%)'in kavun bitkisinde *Meloidogyne* spp.'ye karşı etkinliğini belirlemek amacıyla dikim günü ve tozlaşma döneminde (31 gün sonra) iki kez toprağa 400 ml/mu ($\mu = 666.7 \text{ m}^2$) dozunda püskürtme şeklinde uygulamışlardır. Deneme sonucunda kök-ur indeks değeri ilk püskürtmeden 31 gün sonra kontrol karakterine kıyasla %57,85 azaltıcı etki göstermiştir. Fakat ikinci uygulamadan 38 gün sonra etkinliğin %31,87'ye düştüğünü bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada bazı nematisitlerin farklı uygulama zamanlarının Kök-ur nematodu *M. javanica*'nın üremesi üzerine etkisi araştırılmıştır.

3.1 Materyal

Çalışmanın ana materyalini; hassas Falkon domates çeşidi, denemede kullanılacak saf *M. javanica* kültürü, Kök-ur nematodlarına karşı etkinliği bilinen nematisitler Fosthiazate 150 g/L, Fluopyram 400 g/L ve Abamectin 20 g/L oluşturmaktadır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Denemeyi oluşturan uygulamalar ve dozları.

No	Uygulama	Form.	Oran (ml/hL veya g/hL)	Zaman
1	Abamectin 20 g/L	SC	400 ml/da	B
2	Abamectin 20 g/L	SC	400 ml/da	C
3	Abamectin 20 g/L	SC	400 ml/da	D
4	Abamectin 20 g/L	SC	400 ml/da	E
5	Fosthiazate 150 g/L	EC	1000 ml/da	A
6	Fosthiazate 150 g/L	EC	1000 ml/da	C
7	Fosthiazate 150 g/L	EC	1000 ml/da	D
8	Fosthiazate 150 g/L	EC	1000 ml/da	E
9	Fluopyram 400 g/L	SC	60 ml/da	B
10	Fluopyram 400 g/L	SC	60 ml/da	C
11	Fluopyram 400 g/L	SC	60 ml/da	D
12	Fluopyram 400 g/L	SC	60 ml/da	E
13	Kontrol (+)	NA	NA	NA
14	Kontrol (-)	NA	NA	NA

NA: Uygulama yapılmayan, SC: Süspansiyon konsantre, EC: Emülsiyon konsantre, (A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

Bazı nematisitlerin Kök-ur nematodu *M. javanica*'nın üremesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada uygulamalar farklı zamanlarda uygulanmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Uygulama zamanı için kullanılan semboller.

Kod	Zamanlama
A	Dikimden 3-6 gün önce
B	Dikimden hemen sonra
C	Dikimden 15 gün sonra
D	Dikimden 30 gün sonra
E	Dikimden 45 gün sonra

3.2 Yöntem

3.2.1 Saf *M. javanica* İnokulumunun Elde Edilmesi

Denemede kullanılan *M. javanica* inokulumu (İkinci dönem larva) Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji laboratuvarına ait Kök-ur nematodu saf kültürlerinden elde edilmiştir.

Denemede kullanılan saf *M. javanica* kültürleri, yumurta paketlerinden başlatılmış ve Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji laboratuvarına ait iklim odasında (27 ± 2 C ve $\%60\pm 10$ bağıl nem) koşullarında hassas falcon domates çeşitlerinde çoğaltılmıştır. Enfekte olmuş urlu kökler topraktan arındırmak amacıyla nazıkçe musluk altında yıkanmıştır. Musluk altında yıkanarak temizlenen kökler kurutma kağıdında kurutulduktan sonra yumurta paketleri mikroskop altında pens ile toplanmıştır. Elde edilen yumurta paketlerinden ikinci dönem larvaları (L2) elde etmek için yumurta paketleri 28 ± 2 °C 'de bir BOD inkübatöründe tutulan damıtılmış suya yerleştirilmiştir. L2 süspansiyonu, damıtılmış suyun mililitresi başına 100 larvalık nihai konsantrasyonda standarize edilmiştir.

3.2.2 Denemenin Kurulması

Deneme iklim odasında (27 ± 2 °C sıcaklık ve $\%60\pm 10$ bağıl nem, 16:8 A: K) periyod koşullarında 14 karakter ve beş tekerrür olarak, köklerdeki ur gelişimini görmek amacıyla 500 ml'lik şeffaf plastik bardaklara tesadüf parselleri deneme

desenine göre kurulmuştur. Şeffaf bardaklarda kullanılan toprak karışımı %70 kum ve %30 torf içermekte olup, 121°C’de otoklav ile sterilize edildikten sonra hassas Falkon domates çeşitleri şaşırtılmıştır.

Domates bitkisinde kılcal köklerinin oluşmasını beklemek için inokulasyon hassas fideler şaşırtıldıktan 7 gün sonra yapılmıştır. Kılcal kökler oluştuğundan sonra bitki başına 500 adet larva olacak şekilde, her bir bitkinin kök boğazına yakın karşılıklı açılan 2 adet çukura pastör pipet kullanılarak inokulasyon yapılmıştır (Fotoğraf 3.1).



Fotoğraf 3.1. İkinci dönem *Meloidogyne javanica* larvalarının domates bitkilerine bulaştırılması

İkinci dönem larva’lar bulaştırıldıktan sonra dikimden hemen sonraki uygulamalar için preparat dozları mikropipet yardımı ile 15 ml’lik santrifüj tüplere hazırlanıp toprağa uygulanmış ve deneme kurulumu tamamlanmıştır (Fotoğraf 3.2). Uygulama zamanına göre ikinci (B), üçüncü (C) ve dördüncü (D) ilaçlamalar aynı şekilde yapılmıştır. İlaçlama sonrasında preparatların etkinliğini arttırmak amacı ile toprak sulanmıştır.



Fotoğraf 3.2. A. ve B. uygulanacak nematisit dozlarının hazırlanması C. ve D. nematisitlerin uygulanması

Deneme süresi boyunca domates bitkilerinin su ihtiyacı iki günde bir periyodik bir şekilde verilmiştir. Ayrıca domatesin örtü altı ve açık alanda ana zararlısı konumunda olan *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) karşı feromon tuzakları asılmıştır. Domates bitkilerine *M. javanica* bulaştırıldıktan 90 gün sonra bitki sökümü ile değerlendirmeler yapılarak deneme sonlandırılmıştır.



Fotoğraf 3.3. Deneme deseninin genel fotoğrafı

3.2.3 Denemenin Değerlendirilmesi

Deneme sonunda her saksıdaki bitki kök boğazından budama makası ile kesilerek ve toprak ve urlu köklerin her biri farklı polietilen torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir. Uygulamaların nematod üremesine olan etkinliklerini belirlemek için kök-ur indexi, ikinci dönem larva sayısı ve yumurta paketi sayısı değerlendirilmiştir. Ayrıca bitki gelişimine olan etkilerini belirlemek için bitkinin boyu, kök kuru ve yaş ağırlıkları değerlendirilmiştir.

3.2.4 Urlanma / Gal indeksi

Çalışmada her uygulamanın kökler üzerindeki ur indeksini belirlemek amacıyla kökler musluk altında dikkatli bir şekilde yıkanarak topraktan arındırılmıştır (Fotograf 3.4).

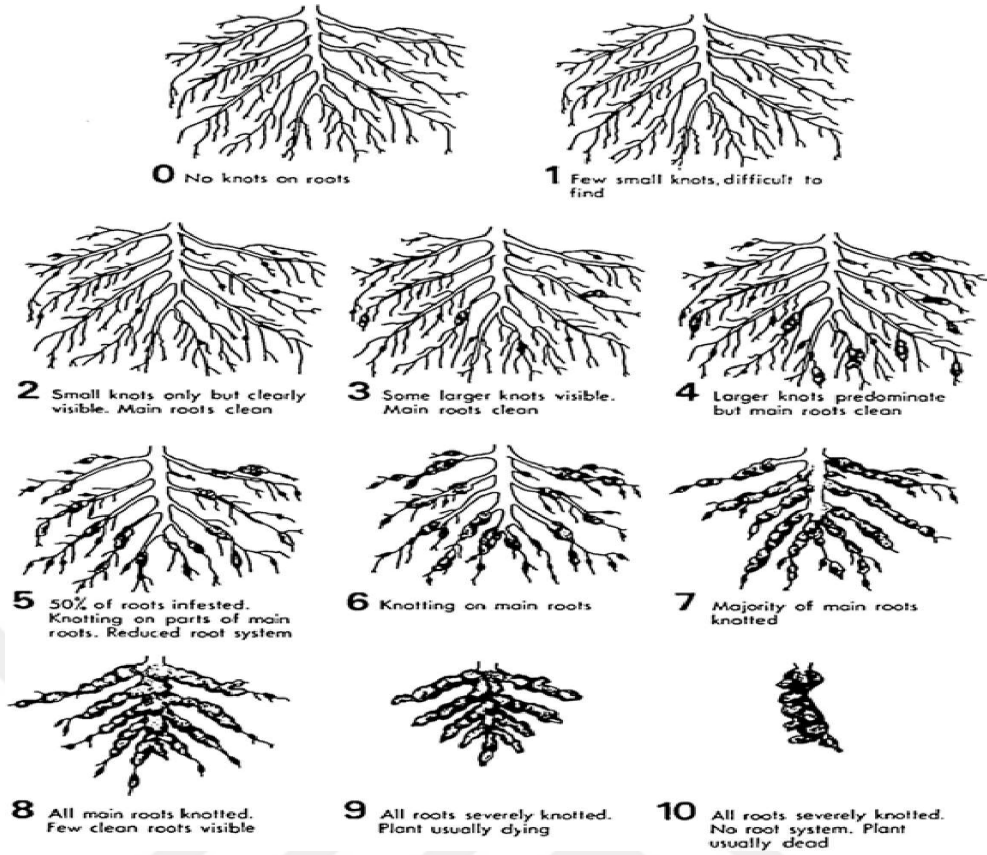


Fotograf 3.4. A. bitkilerin hasat ediliş polietilen torbalara konulması B. köklerin musluk altında yıkanması

Uygulamaların köklerde meydana getirdiği ur gelişimini derecelendirmek için Tablo 3.3'te belirtilen Kök-ur indeks skalası (Bridge ve Page 1980) ve Şekil 3.1'de belirtilen Kök-ur indeks çizelgesi (Bridge ve Page 1980) kullanılmıştır.

Tablo 3.3. Kök-ur indeks skalası (Bridge and Page, 1980).

Skala	Skala bazlı değerlendirme
0	Urlanma yok
1	Çok küçük urlar mevcut bulunması zor
2	Küçük urlar mevcut açıkça görülebilir
3	Bazı büyük urlar mevcut, ana kökler temiz
4	Büyük urlar baskın ama ana kökler temiz
5	Köklerin %50'sinde urlanma mevcut
6	Urlanma köklerin %60'ına yayılmış
7	Urlanma köklerin %70'ine yayılmış
8	Urlanma köklerin %80'ine yayılmış
9	Urlanma köklerin %91'ine yayılmış
10	Urlanma köklerin %100'üne yayılmış



Şekil 3.1. Kök-ur indeks çizelgesi (Bridge ve Page 1980)

3.2.5 İkinci Dönem Larva Sayısı

Uygulama karakterlerinin topraktaki ikinci dönem larva popülasyonuna etkisinin belirlenmesinde “Geliştirilmiş Baermann-Huni Yöntemi” kullanılarak her saksıdan 250 g toprak örneği alınmıştır (Hooper, 1986). Burada 12 cm çapında, 2 cm yüksekliğinde plastik petriler ve petrilerin içerisine girebilen elekler kullanılmıştır. Eleklerin yüzeyine bir çift kurutma kağıdı ıslatılıp elek üzerine örtülmüştür. Daha sonra her saksıdan tartılarak alınan 250 g toprak iyice karıştırılarak elek üzerine yerleştirilmiştir. Petri kutularının içerisinde elekte bulunan topraklar ıslanıncaya kadar alt taraftan piset ile su eklenmiş ve 2 gün boyunca suları kontrol edilmiştir. Bu şekilde 48 saat içerisinde toprakta bulunan nematodların petri içerisindeki suya geçişi sağlanmıştır (Fotoğraf 3.5). Daha sonra 48 saat bekleyen petri içerisindeki su, 100 ml’lik uzun mezürlere alınmış ve nematodların dibe çökmesi için 24 saat beklenmiştir. Mezürdeki su 24 saat bekledikten sonra 10 ml su kalacak şekilde ve dipteki nematodlara zarar gelmeden üst taraftan alınmıştır. Mezürdeki kalan 10 ml su 15 ml’lik santrifüj tüplere alınarak bu tüplerde en az 2 saat bekletilmiştir. Beklemeden sonra santrifüj tüpündeki su 1

ml'ye pastor pipet yardımıyla indirilerek nematodlar ışık mikroskopunda sayım için hazır hale getirilmiştir (Hooper, 1986).



Fotoğraf 3.5. Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi

Son olarak mikropipet 50 μ l'ye ayarlanarak örnekler ışık mikroskopunda sayılmıştır (Fotoğraf 3.6). Sayım sonuçları 20 ile çarpılarak 1 ml'ye oranlanmış ve 250 g topraktaki nematod yoğunlukları hesaplanmıştır.



Fotoğraf 3.6. İkinci dönem larvaların ışık mikroskopunda sayımı

3.2.6 Yumurta Paketi Sayısı

Kökler musluk altında dikkatli bir şekilde yıkandıktan sonra Stereo mikroskop ile yumurta paketleri sayılmıştır.

Uygulamaların köklerde meydana getirdiği yumurta gelişimini derecelendirmek için yumurta paketi reaksiyon skalası kullanılmıştır (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Denemenin değerlendirilmesinde kullanılan yumurta paketi reaksiyon skalası (Sasser vd., 1984; Triantaphyllou 1981).

Kökteki yumurta kümesi sayısı	Skala değeri	Sonuç
Yumurta kümesi yok	0	Dayanıklı
1-2	1	Dayanıklı
3-10	2	Dayanıklı
11-30	3	Hassas
31-100	4	Hassas
101-Üstü	5	Hassas

3.2.7 Kök Kuru ve Yaş Ağırlığı

Yıkanan kökler kurutma kağıdında durulandıktan sonra oda sıcaklığında yarım saat beklenmiş ve hassas terazi ile yaş ağırlıkları hesaplanmıştır. Son olarak, 70 °C'de 48 saat kurutma işlemi (Mohammad vd., 2007) yapıldıktan sonra her bitki için kök kuru ağırlıkları hesaplanmıştır.

3.2.8 Bitki Boyları

Uygulamaların bitki boyuna etkisini değerlendirmek için denemenin sökümlü sonrası bitki boyları kayda alınmıştır.

3.2.9 İstatistiksel Analiz

Uygulamaların *M. javanica*'nın üremesi üzerine etkisini değerlendirmek için bitkilerin köklerindeki ırlanma indeksi ve yumurta paketi sayısı, topraktaki ikinci dönem larva sayısı esas alınmıştır. Ayrıca bu uygulamaların domates bitkisinin gelişimine olan etkisini belirlemek için bitkinin boyu, kök yaş ve kuru ağırlığı esas alınmıştır.

Deneme sonucunda elde edilen tüm değerlerin varyans analizleri (ANOVA) için SPSS (Version 15.00; SPSS, Chicago, IL, USA) istatistik yazılım programı kullanılmış olup, ortalamaların karşılaştırması Duncan testine göre $p \leq 0.05$ düzeyinde yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Uygulamaların Köklerdeki Uurlanma İndeksine Etkisi

Uygulamaların *M. javanica*'nın urlanma indeksi üzerine etkisini belirlemek amacıyla bitkilerinin köklerinde oluşan urlanma derecesi Kök-ur indeks çizelgesi Bridge ve Page (1980) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Karakterlerin ortalama gal indeks değerlerine tek yönlü varyans analizi uygulanarak (One-way ANOVA) uygulamaların etkisi arasındaki farklılık istatistiksel olarak teyit edilmiştir. Karakterler arasındaki istatistiksel fark [$F(13,56) = 49,73$], $p = 0,0001$ ($p \leq 0.05$) önem derecesinden küçük olduğu için, önemli bulunmuştur (Tablo 4.1).

Çalışma sonucunda, Kontrol (+) parseline oranla en düşük urlanma oluşumu sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (A) (1.60 ± 0.24), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (2.20 ± 0.20) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (A) (3.20 ± 0.37) uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (2.80 ± 0.20), dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (3.20 ± 0.20), dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (3.40 ± 0.24), dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (4.20 ± 0.20), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (4.20 ± 0.37) ve dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (4.40 ± 0.24) uygulamaları takip etmiştir. En yüksek urlanma oluşumu ise dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (5.60 ± 0.24), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (5.00 ± 0.31) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (5.00 ± 0.31) uygulamalarında gözlemlenmiştir (Tablo 4.1).

Kontrol (+) parseline oranla gal indeksini en yüksek azaltan uygulamaların sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%78,57), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%70,00) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (57,14) olduğu gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (61,79), dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (%56,43), dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (%53,93), dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (42,86), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (%42,50) ve dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (%40,36) takip etmiştir. En az etkili uygulamaların ise dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (23,93), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (%31,79) ve

dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (%32,14) olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.1. Uygulamaların köklerdeki urlanma indeksi üzerine etkisi.

Deneme karakterleri	Urlanma skala değeri [Ortalama±St. Hata (min-max)]	
1. Abamectin 20 g/L (B)	3.20±0.37 (2.00-4.00)	d*
2. Abamectin 20 g/L (C)	3.40±0.24 (3.00-4.00)	d
3. Abamectin 20 g/L (D)	4.40±0.24 (4.00-5.00)	e
4. Abamectin 20 g/L (E)	5.60±0.24 (5.00-6.00)	f
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	2.20±0.20 (2.00-3.00)	bc
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	2.80±0.20 (2.00-3.00)	cd
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	4.20±0.20 (4.00-5.00)	e
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	5.00±0.31 (4.00-6.00)	ef
9. Fluopyram 400 g/L (B)	1.60±0.24 (1.00-2.00)	b
10. Fluopyram 400 g/L (C)	3.20±0.20 (3.00-4.00)	d
11. Fluopyram 400 g/L (D)	4.20±0.37 (3.00-5.00)	e
12. Fluopyram 400 g/L (E)	5.00±0.31 (4.00-6.00)	ef
13. Kontrol (+)	7.40±0.24 (7.00-8.00)	g
14. Kontrol (-)	0.00±0.00 (0.00-0.00)	a

*Aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir ($p \leq 0.05$). (A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

Tablo 4.2. Uygulamaların gal indeksini kontrol (+)'e göre azaltıcı etkisi (%).

Deneme karakterleri	Etki oranı %
1. Abamectin 20 g/L (B)	57.14
2. Abamectin 20 g/L (C)	53.93
3. Abamectin 20 g/L (D)	40.36
4. Abamectin 20 g/L (E)	23.93
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	70.00
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	61.79
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	42.86
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	31.79
9. Fluopyram 150 g/L (B)	78.57
10. Fluopyram 400 g/L (C)	56.43
11. Fluopyram 400 g/L (D)	42.50
12. Fluopyram 400 g/L (E)	32.14
13. Kontrol (+)	0.00
14. Kontrol (-)	0.00

(A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

4.2 Uygulamaların İkinci Dönem Larva Sayısına Etkisi

Uygulamaların *Meloidogyne javanica*'nın ikinci dönem larvaları üzerine etkisini belirlemek amacıyla topraktaki ikinci dönem larva sayısı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Karakterlerin ikinci dönme larva değerlerine tek yönlü varyans analizi uygulanarak (One-way ANOVA) uygulamaların etkisi arasındaki farklılık istatistiksel olarak tespit edilmiştir. Karakterler arasındaki istatistiksel fark [$F(13,56) = 167,83$], $P = 0,0001$ ($p \leq 0.05$) önem derecesinden küçük olduğu için, önemli bulunmuştur (Tablo 4.3).

Çalışma sonucunda, Kontrol (+) parseline oranla en düşük ikinci dönem larva sayısı sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (100.00 ± 15.16), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (158.00 ± 12.40) ve dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (226.00 ± 12.08) uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (286.00 ± 16.00), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (426.00 ± 24.20), dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (498.00 ± 31.52), dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (502.00 ± 51.12), dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (680.00 ± 33.01), dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (972.00 ± 52.38) uygulamaları takip etmiştir. En yüksek L2 sayısı ise dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (1270.00 ± 68.84), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (874.00 ± 42.61) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (726.00 ± 23.79) uygulamalarında gözlemlenmiştir (Tablo 4.3).

Kontrol (+) parseline oranla topraktaki L2 sayısını en yüksek azaltan uygulamaların sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%94,62), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%91,38) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (%72,88) olduğu gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (%87,70), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (%84,43), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (%76,82), dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (%72,66), dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (%62,87) ve dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (%46,77) takip etmiştir. En az etkili uygulamaların ise dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (%30,03), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (%52,53) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (%60,45) olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.3. Uygulamaların ikinci dönem larva üzerine etkisi.

Deneme karakterleri	Larva sayıları (L2) [Ortalama±St. Hata (min-max)]	
1. Abamectin 20 g/L (B)	502.00±51.12 (370-670)	e*
2. Abamectin 20 g/L (C)	680.00±33.01 (560-760)	f
3. Abamectin 20 g/L (D)	972.00±52.38 (800-1100)	g
4. Abamectin 20 g/L (E)	1270.00±68.84 (1120-1500)	h
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	158.00±12.40 (130-200)	bc
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	286.00±16.00 (250-330)	d
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	498.00±31.52 (400-570)	e
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	874.00±42.61 (760-990)	g
9. Fluopyram 400 g/L (B)	100.00±15.16 (50-140)	ab
10. Fluopyram 400 g/L (C)	226.00±12.08 (190-260)	cd
11. Fluopyram 400 g/L (D)	426.00±24.20 (350-500)	e
12. Fluopyram 400 g/L (E)	726.00±23.79 (650-790)	f
13. Kontrol (+)	1842.00±73.23 (1600-2040)	i
14. Kontrol (-)	0.00±0.00 (0.00-0.00)	a

* Aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir ($p \leq 0.05$). (A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

Tablo 4.4. Uygulamaların ikinci dönem larva sayısını kontrol (+)'e göre azaltıcı etkisi (%).

Deneme karakterleri	Etki oranı %
1. Abamectin 20 g/L (B)	72.88
2. Abamectin 20 g/L (C)	62.87
3. Abamectin 20 g/L (D)	46.77
4. Abamectin 20 g/L (E)	30.03
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	91.38
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	84.43
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	72.66
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	52.53
9. Fluopyram 400 g/L (B)	94.62
10. Fluopyram 400 g/L (C)	87.70
11. Fluopyram 400 g/L (D)	76.82
12. Fluopyram 400 g/L (E)	60.45
13. Kontrol (+)	0.00
14. Kontrol (-)	0.00

(A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

4.3 Yumurta Paketi Reaksiyon Skalası

Uygulamaların *Meloidogyne javanica*'nın yumurta paketine üzerine etkisini belirlemek amacıyla bitkilerin köklerindeki yumurta paketi sayısı esas alınarak değerlendirilmiştir.

Karakterlerin Yumurta paketleri değerlerine tek yönlü varyans analizi uygulanarak (One-way ANOVA) uygulamaların etkisi arasındaki farklılık istatistiksel olarak teyit edilmiştir. Karakterler arasındaki istatistiksel fark [$F(13,56) = 19,29$], $p = 0,0001$ ($p \leq 0.05$) önem derecesinden küçük olduğu için, önemli bulunmuştur (Tablo 4.5).

Çalışma sonucunda, Kontrol (+) parseline oranla en düşük yumurta paketi skala değeri sırasıyla sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (1.00 ± 0.00), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (1.40 ± 0.24) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (1.60 ± 0.24) uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise sırasıyla, dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (1.60 ± 0.24), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (1.80 ± 0.20), dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (1.80 ± 0.20), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (2.20 ± 0.20), dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (2.40 ± 0.24) ve dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (2.60 ± 0.24) uygulamaları takip etmiştir. En yüksek yumurta paketi skala değeri ise sırasıyla dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (3.00 ± 0.00), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (2.80 ± 0.20) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (2.60 ± 0.24) uygulamalarında gözlemlenmiştir (Tablo 4.5).

Kontrol (+) parseline oranla yumurta paketi sayısını en yüksek azaltan uygulamaların sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%66,67), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%53,33) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (%46,67) olduğu gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (%46,67), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (%40,00), dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (%40,00), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (%26,67), dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (%20,00) ve dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (%13,33) takip etmiştir. En az etkili uygulamaların ise sırasıyla, dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (%0,00), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (%6,67) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (%13,33) olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.5. Uygulamalar bazında yumurta paketi skalası.

Deneme karakterleri	Skala değerleri [Ortalama±St. Hata (min-max)]	
1. Abamectin 20 g/L (B)	1.60±0.24 (1.00-2.00)	cd*
2. Abamectin 20 g/L (C)	1.80±0.20 (1.00-2.00)	cd
3. Abamectin 20 g/L (D)	2.60±0.24 (2.00-3.00)	ef
4. Abamectin 20 g/L (E)	3.00±0.00 (3.00-3.00)	f
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	1.40±0.24 (1.00-2.00)	bc
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	1.80±0.20 (1.00-2.00)	cd
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	2.40±0.24 (2.00-3.00)	ef
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	2.80±0.20 (2.00-3.00)	ef
9. Fluopyram 400 g/L (B)	1.00±0.00 (1.00-2.00)	b
10. Fluopyram 400 g/L (C)	1.60±0.24 (1.00-2.00)	cd
11. Fluopyram 400 g/L (D)	2.20±0.20 (2.00-3.00)	de
12. Fluopyram 400 g/L (E)	2.60±0.24 (2.00-3.00)	ef
13. Kontrol (+)	3.00±0.00 (3.00-3.00)	f
14. Kontrol (-)	0.00±0.00 (0.00-0.00)	a

* Aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir ($P \leq 0.05$). (A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

Tablo 4.6. Uygulamaların yumurta paketi skalasını kontrol (+)'e göre azaltıcı etkisi (%).

Deneme karakterleri	Etki oranı %
1. Abamectin 20 g/L (B)	46.67
2. Abamectin 20 g/L (C)	40.00
3. Abamectin 20 g/L (D)	13.33
4. Abamectin 20 g/L (E)	0.00
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	53.33
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	40.00
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	20.00
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	6.67
9. Fluopyram 400 g/L (B)	66.67
10. Fluopyram 400 g/L (C)	46.67
11. Fluopyram 400 g/L (D)	26.67
12. Fluopyram 400 g/L (E)	13.33
13. Kontrol (+)	0.00
14. Kontrol (-)	0.00

(A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

4.4 Bitki Boyları

Uygulamaların bitki boyuna olan etkisini belirlemek amacıyla bitkilerin boyları esas alınarak değerlendirime yapılmıştır.

Karakterlerin bitki boyu değerlerine tek yönlü varyans analizi uygulanarak (One-way ANOVA) uygulamaların etkisi arasındaki farklılık istatistiksel olarak teyit edilmiştir. Karakterler arasındaki istatistiksel fark [$F(13,56) = 45,74$], $p = 0,0001$ ($p \leq 0.05$) önem derecesinden küçük olduğu için, önemli bulunmuştur (Tablo 4.7).

Çalışma sonucunda, en yüksek bitki boyu değerleri sırasıyla, Kontrol (-) (47.80 ± 0.86), dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (44.20 ± 0.58), dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (41.00 ± 1.41) ve dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (38.80 ± 0.80) uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise sırasıyla, dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (37.60 ± 1.02), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (35.20 ± 1.01), dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (35.00 ± 0.70), dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (32.00 ± 1.30) ve dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (31.60 ± 0.92) uygulamaları takip etmiştir. En düşük bitki boyu değerleri ise sırasıyla dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (24.80 ± 0.58), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (28.00 ± 0.83), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (29.20 ± 1.28) ve dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (30.40 ± 0.92) uygulamalarında gözlemlenmiştir (Tablo 4.7).

Kontrol (+) parseline oranla bitki boyu değerlerini en yüksek artıran uygulamaların sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%66,25), dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (%53,52) ve dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (%45,95) uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise sırasıyla, dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (%41,80), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (%32,37), dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (%31,99), dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (%20,60) ve dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (%19,63) uygulamaları takip etmiştir. En düşük artıran uygulamalar ise sırasıyla dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (%6,51), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (%9,81), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (%10,22) ve dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%14,54) uygulamalarında gözlemlenmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.7. Uygulamalar bazında bitki boyları.

Deneme karakterleri	Bitki boyları	
	[Ortalama±St. Hata (min-max)]	
1. Abamectin 20 g/L (B)	41.00±1.41 (36.00-44.00)	g*
2. Abamectin 20 g/L (C)	37.60±1.02 (34.00-40.00)	ef
3. Abamectin 20 g/L (D)	35.00±0.70 (33.00-37.00)	e
4. Abamectin 20 g/L (E)	31.60±0.92 (29.00-34.00)	d
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	30.40±0.92 (28.00-33.00)	cd
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	29.20±1.28 (25.00-33.00)	bcd
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	24.80±0.58 (23.00-26.00)	a
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	28.00±0.83 (25.00-30.00)	bc
9. Fluopyram 400 g/L (B)	44.20±0.58 (43.00-46.00)	h
10. Fluopyram 400 g/L (C)	38.80±0.80 (37.00-41.00)	fg
11. Fluopyram 400 g/L (D)	35.20±1.01 (33.00-39.00)	e
12. Fluopyram 400 g/L (E)	32.00±1.30 (28.00-35.00)	d
13. Kontrol (+)	26.80±1.28 (23.00-30.00)	ab
14. Kontrol (-)	47.80±0.86 (45.00-50.00)	i

*Aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir ($p \leq 0.05$). (A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

Tablo 4.8. Uygulamaların bitki boylarını kontrol (+)'e göre artırıcı etkisi (%).

Deneme karakterleri	Etki oranı %
1. Abamectin 20 g/L (B)	53.52
2. Abamectin 20 g/L (C)	41.80
3. Abamectin 20 g/L (D)	31.99
4. Abamectin 20 g/L (E)	19.63
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	14.54
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	10.22
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	6.51
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	9.81
9. Fluopyram 400 g/L (B)	66.25
10. Fluopyram 400 g/L (C)	45.95
11. Fluopyram 400 g/L (D)	32.37
12. Fluopyram 400 g/L (E)	20.60
13. Kontrol (+)	0.00
14. Kontrol (-)	0.00

(A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

4.5 Kök Yaş Ağırlığı

Uygulamaların *M. javanica*'nın bitkinin kök yaş ağırlığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla bitkilerin kök yaş ağırlıkları esas alınarak değerlendirilme yapılmıştır.

Karakterlerin kök yaş ağırlığı değerlerine tek yönlü varyans analizi uygulanarak (One-way ANOVA) uygulamaların etkisi arasındaki farklılık istatistiksel olarak teyit edilmiştir. Karakterler arasındaki istatistiksel fark [$F(13,56) = 57,31$], $p = 0,0001$ ($p \leq 0.05$) önem derecesinden küçük olduğu için, önemli bulunmuştur (Tablo 4.9).

Çalışma sonucunda, en yüksek kök yaş ağırlığı değerleri sırasıyla, Kontrol (-) (54.16 ± 2.10), dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (50.32 ± 0.80), dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (46.42 ± 1.21) ve dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (40.52 ± 1.06) uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise sırasıyla, dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (37.33 ± 0.71), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (36.34 ± 1.18), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (35.43 ± 1.57), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (33.79 ± 1.02) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (31.49 ± 0.66) uygulamaları takip etmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı değerleri ise sırasıyla dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (27.38 ± 1.26), dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (29.04 ± 0.19) ve dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (30.24 ± 1.04) uygulamalarında gözlemlenmiştir (Tablo 4.9).

Kontrol (+) parseline oranla kök yaş ağırlığı değerlerini en yüksek artıran uygulamaların sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%113,88), dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (%96,56) ve dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (%71,96) olduğu gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise sırasıyla, dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (%58,25), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (%54,12), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%50,06), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (%43,32) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (%33,73) uygulamaları takip etmiştir. En düşük artıran uygulamaların ise sırasıyla dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (%16,80), dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (%23,13) ve dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (%28,11) olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.9. Uygulanan bileşikler sonrası kök yaş ağırlığı değerleri.

Deneme karakterleri	Kök yaş ağırlığı [Ortalama±St. Hata (min-max)]	
1. Abamectin 20 g/L (B)	46.42±1.21 (43.24-49.33)	h*
2. Abamectin 20 g/L (C)	37.33±0.71 (35.44-39.65)	fg
3. Abamectin 20 g/L (D)	33.12±1.07 (30.63-36.56)	de
4. Abamectin 20 g/L (E)	29.04±0.19 (28.48-29.56)	bc
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	35.43±1.57 (29.99-38.33)	ef
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	33.79±1.02 (30.63-35.22)	def
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	30.24±1.04 (27.21-33.61)	bcd
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	27.38±1.26 (23.45-29.99)	b
9. Fluopyram 400 g/L (B)	50.32±0.80 (48.08-52.94)	i
10. Fluopyram 400 g/L (C)	40.52±1.06 (38.53-43.88)	g
11. Fluopyram 400 g/L (D)	36.34±1.18 (32.41-39.45)	ef
12. Fluopyram 400 g/L (E)	31.49±0.66 (29.98-33.40)	cd
13. Kontrol (+)	23.79±1.17 (20.45-27.65)	a
14. Kontrol (-)	54.16±2.10 (48.66-58.85)	ı

*Aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir ($p \leq 0.05$). (A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

Tablo 4.10. Uygulamaların kök yaş ağırlığını kontrol (+)'e göre artırıcı etkisi (%).

Deneme karakterleri	Etki oranı %
1. Abamectin 20 g/L (B)	96.56
2. Abamectin 20 g/L (C)	58.25
3. Abamectin 20 g/L (D)	40.23
4. Abamectin 20 g/L (E)	23.13
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	50.06
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	43.32
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	28.11
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	16.80
9. Fluopyram 400 g/L (B)	113.88
10. Fluopyram 400 g/L (C)	71.96
11. Fluopyram 400 g/L (D)	54.12
12. Fluopyram 400 g/L (E)	33.73
13. Kontrol (+)	0.00
14. Kontrol (-)	0.00

(A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

4.6 Kök Kuru Ağırlığı

Uygulamaların *M. javanica*'nın bitkinin kök kuru ağırlığı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla bitkilerin kök kuru ağırlıkları esas alınarak değerlendirilme yapılmıştır.

Karakterlerin kök kuru ağırlığı değerlerine tek yönlü varyans analizi uygulanarak (One-way ANOVA) uygulamaların etkisi arasındaki farklılık istatistiksel olarak teyit edilmiştir. Karakterler arasındaki istatistiksel fark [$F(13,56) = 38,18$], $p = 0,0001$ ($p \leq 0.05$) önem derecesinden küçük olduğu için, önemli bulunmuştur (Tablo 4.11).

Çalışma sonucunda, en yüksek kök kuru ağırlığı değerleri sırasıyla, Kontrol (-) (4.77 ± 0.20), dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (4.62 ± 0.10), dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (4.56 ± 0.01) ve dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (3.94 ± 0.10) uygulamalarında gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise sırasıyla, dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (3.57 ± 0.13), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (3.51 ± 0.10), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (3.38 ± 0.18), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (3.29 ± 0.11) ve dikimden 30 gün sonra Abamectin 20 g/L (D) (3.08 ± 0.17) uygulamaları takip etmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı değerleri ise sırasıyla dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (2.71 ± 0.11), dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (2.78 ± 0.11) ve dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (3.01 ± 0.97) uygulamalarında gözlemlenmiştir (Tablo 4.11).

Kontrol (+) parseline oranla kök kuru ağırlığı değerlerini en yüksek artıran uygulamaların sırasıyla, dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (%109,69), dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%107,45), ve dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (%79,21) gözlemlenmiştir. Bu uygulamaları ise sırasıyla, dikimden 15 gün sonra Abamectin 20 g/L (C) (%62,86), dikimden 30 gün sonra Fluopyram 400 g/L (D) (%60,41), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%53,51), dikimden 15 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (C) (%49,25) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (%33,73) uygulamaları takip etmiştir. En düşük artıran uygulamalar ise sırasıyla dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (%23,44), dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (%25,62) ve dikimden 30 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (D) (%36,80) olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.11. Uygulanan bileşikler sonrası kök kuru ağırlığı değerleri.

Deneme karakterleri	Kök kuru ağırlığı [Ortalama±St. Hata (min-max)]	
1. Abamectin 20 g/L (B)	4.62±0.10 (4.36-4.94)	f*
2. Abamectin 20 g/L (C)	3.57±0.13 (3.13-3.85)	d
3. Abamectin 20 g/L (D)	3.08±0.17 (2.83-3.76)	bc
4. Abamectin 20 g/L (E)	2.78±0.11 (2.34-2.98)	b
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	3.38±0.18 (2.71-3.81)	cd
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	3.29±0.11 (2.98-3.67)	cd
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	3.01±0.97 (2.76-3.16)	bc
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	2.71±0.11 (2.34-2.98)	b
9. Fluopyram 400 g/L (B)	4.56±0.01 (4.53-4.60)	f
10. Fluopyram 400 g/L (C)	3.94±0.10 (3.74-4.33)	e
11. Fluopyram 400 g/L (D)	3.51±0.10 (3.21-3.78)	d
12. Fluopyram 400 g/L (E)	3.04±0.91 (2.77-3.27)	bc
13. Kontrol (+)	2.21±0.94 (1.88-2.43)	a
14. Kontrol (-)	4.77±0.20 (4.19-5.22)	f

*Aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir ($p \leq 0.05$). (A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

Tablo 4.12. Uygulamaların kök kuru ağırlığını kontrol (+)'e göre artırıcı etkisi (%).

Deneme karakterleri	Etki oranı %
1. Abamectin 20 g/L (B)	109.69
2. Abamectin 20 g/L (C)	62.86
3. Abamectin 20 g/L (D)	39.49
4. Abamectin 20 g/L (E)	25.62
5. Fosthiazate 150 g/L (A)	53.51
6. Fosthiazate 150 g/L (C)	49.25
7. Fosthiazate 150 g/L (D)	36.80
8. Fosthiazate 150 g/L (E)	23.44
9. Fluopyram 400 g/L (B)	107.45
10. Fluopyram 400 g/L (C)	79.21
11. Fluopyram 400 g/L (D)	60.41
12. Fluopyram 400 g/L (E)	38.30
13. Kontrol (+)	0.00
14. Kontrol (-)	0.00

(A): Dikimden 3-6 gün önce, (B): Dikimden hemen sonra, (C): Dikimden 15 gün sonra, (D): Dikimden 30 gün sonra, (E): Dikimden 45 gün sonra, Kontrol (+): Nematod verilen, Kontrol (-): Sadece su verilen

5. TARTIŞMA

Bitki paraziti nematodlar, dünya çapında tahmini yıllık 100 milyon doların üzerinde verim kaybına neden olmakta ve tarım için büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Abad vd., 2008; Thoden vd., 2011). BPN'lar arasında ise verimi en çok sınırlayan grup, kök-ur nematodlarıdır. Kök-ur nematodları 3000'den fazla bitkiyi enfekte edebilen bitki köklerinde zorunlu kalıcı endoparazitlerdir (Abad vd., 2003). Tüm dünyaya yayılmış durumdadırlar (Jones vd., 2013). Uygun koşullardaki topraklarda döl sayılarının ve bırakılan yumurta sayılarının fazla olması nedeniyle popülasyonları kolayca artmaktadır (Calderón-Urrea vd., 2016; Hajihassani vd., 2018).

Bitki paraziti nematodlar ile mücadelede nematisitler çok yaygın kullanılmaktadır ve doğru zamanda doğru teknikler ile kullanıldığında kısa sürede etkinlik göstermektedirler (Haydock vd., 2013). Nematisitlerin topraktaki etkinlikleri çeşitli nedenlerden dolayı değişkenlik göstermektedir. Nematisitlerin etkinliklerini etkileyen başlıca faktörler arasında çevresel faktörler (toprak yapısı, toprak sıcaklığı ve nemi), populasyon yoğunluğu (L2 sayısı), beslenme davranışları (ekto, endo, yarı endoparazit), preparatın nematod türüne karşı seçiciliği ve preparatların etki mekanizması gelmektedir. Bu bağlamda, Silva vd. (2019), *M. incognita*'nın popülasyonlarının kontrolü ve bitki üretkenliği üzerindeki etkinliğini değerlendirmeyi amaçlayan denemede sera koşullarında domates bitkisinde fumigant olmayan yeni nesil nematisitleri (fluensulfone, fluopyram ve fluazaindolizine) test etmişlerdir. Flüensülfon (5.85 L / ha) tedavi edilmeyen kontrole kıyasla yumurta paketi sayısında %75 ve L2 sayısında %68 azalma göstermiştir. Fluopyram (0.95 L / ha) kontrol karakterine kıyasla yumurta paketi oluşumunda %68 ve L2 sayısında %40 azalma göstermiştir. Ji vd. (2019), Çin'de fluopyramın *M. incognita*'ya karşı etkinliğini labaratuvar ve saha koşullarında araştırmışlardır. Saha koşullarında yürütülen denemeler sonucunda ise fluopyram 640 g/ha ile uygulanan tedavilerde kök-ur indeksi kontrol parsellerine kıyasla %43,1-75,3 oranında azalmıştır. 320 g/ha'daki fluopyramın kök-ur indeksi, hem 640 g/ha hem de 480 g/ha'daki fluopyramdan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, üç farklı dozda fluopyram ile yapılan tedavilerde, kontrole kıyasla %21,4 - %58,5 arasında bir verim artışı olmuştur. Li vd. (2020), abamectin (1.8 % EC) ve fluopyram (41.7 % SC)'ın farklı kombinasyonlarının *M. incognita*

üzerindeki etkinliğini *In vivo* ve saha koşullarında araştırmışlardır. Saksı denemeleri sonucunda fluopyram ve abamectin 1:3 kütle oranında kombinasyonunun kontrol etkinliğinin dikimden 30 gün sonra %74,06, dikimden 60 gün sonra ise %71,98 ile tüm tedaviler içerisinde en başarılı uygulama olduğunu tespit etmişlerdir. Khairy ve Abdelfatah (2022), ethoprophos, fenamiphos, fosthiazate, cadusafos, oksamil, abamectin olmak üzere altı nematisitin etkinliğini değerlendirmek için bir saksı denemesi gerçekleştirmişlerdir. Denemenin sonucunda, abamectin, fenamiphos ve fosthiazate sırasıyla L2 ve ur oluşumunda %89,4, %87,5 ile azalan sırada orta sırada; %88,3 %89,77 ve %68,9 %59,09 ile takip eden etkili tedaviler olmuştur.

Bu tez çalışmasında ise bazı ruhsatlı nematisitlerin (Abamectin, fosthiazate ve fluopyram) farklı uygulama zamanlarının kök-ur nematodu *M. javanica* üzerine etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada bitkilerin köklerindeki urlanma indeksi, topraktaki ikinci dönem larva sayısı ve yumurta paketi sayısı esas alınarak nematod üremesi üzerine etkinlikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Kontrol (+) parseline oranla en düşük urlanma oluşumu sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (1.60 ± 0.24), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (2.20 ± 0.20) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (3.20 ± 0.37) uygulamalarında gözlemlenmiştir. En yüksek urlanma oluşumu ise dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (5.60 ± 0.24), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (5.00 ± 0.31) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (5.00 ± 0.31) uygulamalarında gözlemlenmiştir.

En düşük L2 sayısı sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (100.00 ± 15.16), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (158.00 ± 12.40) ve dikimden 15 gün sonra Fluopyram 400 g/L (C) (226.00 ± 12.08) uygulamalarında gözlemlenmiştir. En yüksek L2 sayısı ise dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (1270.00 ± 68.84), dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (874.00 ± 42.61) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (726.00 ± 23.79) uygulamalarında gözlemlenmiştir.

En düşük yumurta paketi skala değeri ise sırasıyla sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (1.00 ± 0.00), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (1.40 ± 0.24) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (1.60 ± 0.24) uygulamalarında gözlemlenmiştir. En yüksek yumurta paketi skala değeri ise sırasıyla dikimden 45 gün sonra Abamectin 20 g/L (E) (3.00 ± 0.00),

dikimden 45 gün sonra Fosthiazate 150 g/L (E) (2.80 ± 0.20) ve dikimden 45 gün sonra Fluopyram 400 g/L (E) (2.60 ± 0.24) uygulamalarında gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak nematisitler domates gibi hassas ve yüksek değerli sebzelerin tarımında kullanılan ana nematod kontrol yöntemi olmaya devam etmektedir. Metil bromür gibi geniş spektrumlu toprak fumigantlarının gelişmiş ülkelerde yasaklanmasıyla fumigant olmayan nemasitlerin kullanımı günümüze kadar sürmüştür. Ancak fumigant olmayan nematisitlerin büyük bir kısmını oluşturan organofosfatlar ve karbamatlara göre nispeten yüksek kontrol etkinliğine sahip ve hedef dışı organizmalara karşı düşük toksisite profiline sahip olan bir kaç nematisit piyasaya sürülmüştür. Fluensülfon, fluopyram ve fluazaindolizin üç ana ve en umut verici yeni nesil nemasitlerdir. Bu çalışmada ele alınan farklı etkinlik mekanizmasına sahip nematisitler, bu gereksinimlerin bazılarını karşılamaktadır ve nematod kontrol stratejilerinde önemli bir rol oynayacaktır. Bitki paraziti nematodlarda bu nemasitlere karşı direnç ve gelişmiş biyolojik parçalanmalar henüz rapor edilmemiş olsa da nematod türlerine, bitki türüne, uygulama zamanlamasına ve yöntemine bağlı olarak değiştirilerek kullanımları kesinlikle bu riskleri azaltacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, bazı ruhsatlı nematisitlerin farklı uygulama zamanlarının domates bitkisinde *M. javanica*'ya karşı etkinlikleri araştırılmıştır. Denemede kullanılan nematisitlerin *M. javanica*'nın üremesi üzerine etkisini değerlendirmek için kök-ur indexi, topraktaki ikinci dönem larva sayısı (L2) ve yumurta paketi sayısı esas alınmıştır.

In vivo koşullarda yürütülen deneme sonucunda;

1. Kontrol (+) parseline oranla gal indeksini en yüksek azaltan uygulamaların sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%78,57), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%70,00) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (%57,14) olduğu gözlemlenmiştir.
2. Topraktaki L2 sayısını en yüksek azaltan uygulamaların sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%94,62), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%91,38) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (%72,88) olduğu gözlemlenmiştir.
3. Yumurta paketi sayısını en yüksek azaltan uygulamaların ise sırasıyla, dikimden hemen sonra Fluopyram 400 g/L (B) (%66,67), dikimden 3-6 gün önce Fosthiazate 150 g/L (A) (%53,33) ve dikimden hemen sonra Abamectin 20 g/L (B) (%46,67) olduğu gözlemlenmiştir.
4. Özet olarak, Fluopyram test edilen nematisitler arasında hem bitki sağlığı kalitesini iyileştirme hem de nematod popülasyonunu azaltma açısından en etkili seçenek olmuştur. Fosthiazate ve Abamectin ise Fluopyram kadar etkili olmasa da kök-ur nematodu yönetimini sağlayabilir ve değerli araçlar olabilir.

Nematisitlerin etkinliğini yükseltmek ve gereksiz kimyasal kullanımının önüne geçmek için kök-ur nematodlarının biyolojileri iyi bilinmeli ve farklı stratejiler geliştirilmelidir. Toprakta kalıcı yüksek nematisitler yerine 3F (florlanmış nematisitler) olarak adlandırılan yeni nesil nematisitler (Fluopyram, Fluensulfone ve Fluazaindolizine) üzerine çalışmalar yoğunlaşmalı ve etki mekanizmaları anlaşılmalıdır. Sonuç olarak ideal bir nematisit, tüm bitki paraziti nematodlar için düşük maliyet ve dozda oldukça etkili olmalı, hedef olmayanlar organizmalar için toksik olmamalı, kolay uygulanabilmeli, çiftçiler ve çevre için güvenli olmalıdır.

7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA 7th Edition atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Abad, P., Favery, B., Rosso, M. N., & Castagnone-Sereno, P. (2003). Root-knot nematode parasitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular plant pathology*, 4(4), 217-224.
- Abad, P., Gouzy, J., Aury, J. M., Castagnone-Sereno, P., Danchin, E. G., Deleury, E., ... & Wincker, P. (2008). Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nature biotechnology*, 26(8), 909-915.
- Boerma, H. R., & Hussey, R. S. (1992). Breeding plants for resistance to nematodes. *Journal of Nematology*, 24(2), 242.
- Bridge, J., & Page, S. L. J. (1980). Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart. *International journal of pest management*, 26(3), 296-298.
- Caillaud, M. C., Dubreuil, G., Quentin, M., Perfus-Barbeoch, L., Lecomte, P., de Almeida Engler, J., ... & Favery, B. (2008). Root-knot nematodes manipulate plant cell functions during a compatible interaction. *Journal of plant physiology*, 165(1), 104-113.
- Calderón-Urrea, A., Vanholme, B., Vangestel, S., Kane, S. M., Bahaji, A., Pha, K., ... & Gheysen, G. (2016). Early development of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *BMC Developmental Biology*, 16(1), 1-14.
- Cayrol, J. C., Djian, C., & Frankowski, J. P. (1993). Efficacy of abamectin B1 for the control of *Meloidogyne arenaria*. *Fundamental and Applied Nematology*, 16(3), 239-246.
- Chitwood, D. J. (2003). Nematicides. *Encyclopedia of agrochemicals*.
- Cook, R., & Evans, K. (1987). Resistance and tolerance. *Principles and practice of nematode control in crops*, 179-231.
- Dahlin, P., Eder, R., Consoli, E., Krauss, J., & Kiewnick, S. (2019). Integrated control of *Meloidogyne incognita* in tomatoes using fluopyram and *Purpureocillium lilacinum* strain 251. *Crop Protection*, 124, 104874.
- d'Errico, G. I. A. D. A., Marra, R., Vinale, F., Landi, S., Roversi, P. F., & Woo, S. L. (2017). Nematicidal efficacy of new abamectin-based products used alone and in combination with indolebutyric acid against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Redia: Giornale di Zoologia*, 100.
- Desaeger, J., Dickson, D. W., & Locascio, S. J. (2017). Methyl bromide alternatives for control of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in tomato production in Florida. *Journal of Nematology*, 49(2), 140.
- Desaeger, J., Wram, C., & Zasada, I. (2020). New reduced-risk agricultural nematicides-rationale and review. *Journal of Nematology*, 52(1), 1-16.
- Eisenback, J. D., & Triantaphyllou, H. H. (1991). Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. *Manual of agricultural nematology*, 1, 191-274.
- FAO, (2023). Bitkisel Üretim İstatistikleri. [cited 2023 August 20]. Available from: <https://www.fao.org/faostat/en/>
- Fourie, H., Spaull, V. W., Jones, R. K., Daneel, M. S., & De Waele, D. (Eds.). (2017). *Nematology in South Africa: a view from the 21st century* (pp. 201-230). Springer International Publishing.
- Galbieri, R., & Belot, J. L. (Eds.). (2016). *Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle*. Instituto Mato-grossense do Algodão.

- Gheysen, G., Van der Eycken, W., Barthels, N., Karimi, M., & Van Montagu, M. (1996). The exploitation of nematode-responsive plant genes in novel nematode control methods. *Pesticide Science*, 47(1), 95-101.
- Giannakou, I. O., & Anastasiadis, I. (2005). Evaluation of chemical strategies as alternatives to methyl bromide for the control of root-knot nematodes in greenhouse cultivated crops. *Crop protection*, 24(6), 499-506.
- Hajihassani, A., Lawrence, K. S., & Jagdale, G. B. (2018). Plant parasitic nematodes in Georgia and Alabama. *Plant Parasitic Nematodes in Sustainable Agriculture of North America: Vol. 2- Northeastern, Midwestern and Southern USA*, 357-391.
- Haydock, P. P. J., Woods, S. R., Grove, I. G., & Hare, M. C. (2006). Chemical control of nematodes. In *Plant nematology* (pp. 392-410). Wallingford UK: CABI.
- Haydock, P. P. J., Woods, S. R., Grove, I. G., & Hare, M. C. (2013). Chemical control of nematodes. In *Plant nematology* (2nd ed.) (pp. 259-279). Wallingford UK: CABI.
- Hussey, R. S. (1985). Host-parasite relationships and associated physiological changes.
- Jayakumar, J., Rajendran, G., & Ramakrishnan, S. (2005). Bio-efficacy of avermectin against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in tomato. *Indian Journal of Nematology*, 35(2), 151-156.
- Ji, X., Li, J., Dong, B., Zhang, H., Zhang, S., & Qiao, K. (2019). Evaluation of fluopyram for southern root-knot nematode management in tomato production in China. *Crop Protection*, 122, 84-89.
- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G., ... & Perry, R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 14(9), 946-961.
- Kang, A. N. A. H. A. T., Kang, J., Kaur, J. A. G. R. O. O. P., Kaur, N., & Kaur, N. (2016). Herbicides are escalating severe public health problems but unavoidable for food security. *International Journal of Medicine and Pharmaceutical Science*, 6, 1-12.
- Kearn, J., Lilley, C., Urwin, P., O'Connor, V., & Holden-Dye, L. (2017). Progressive metabolic impairment underlies the novel nematicidal action of fluensulfone on the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 142, 83-90.
- Kepenekci, İ., 2012. Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatogen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I) ISBN 978- 605-4672-11-0, Taksonomik Nematoloji (Cilt-II) ISBN 978-605-4672-12-7] *Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3* (2012/3), LIV+1155 s
- Khairy, D., & Abdelfatah, R. M. (2022). Efficacy of Six Commercial Nematicides against Root-Knot Nematode, *Meloidogyne incognita* and Their Impacts on Sugar Beet Plant Growth and Chemical Constituents. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 13(12), 295-301.
- Lahm, G. P., Desaeager, J., Smith, B. K., Pahutski, T. F., Rivera, M. A., Meloro, T., ... & Wiles, J. A. (2017). The discovery of fluazaindoline: A new product for the control of plant parasitic nematodes. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 27(7), 1572-1575.
- Landi, S., d'ERRICO, G. I. A. D. A., Roversi, P. F., & d'ERRICO, F. P. (2018). Management of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato with different combinations of nematicides and a resistant rootstock: preliminary data. *Redia: Giornale di Zoologia*, 101.
- Li, J., Meng, Z., Li, N., Dong, B., Ji, X., Zhang, S., & Qiao, K. (2020). Evaluating a new non-fumigant nematicide fluopimomide for management of southern root-knot nematodes in tomato. *Crop Protection*, 129, 105040.

- Lopez-Perez, J. A., Le Strange, M., Kaloshian, I., & Ploeg, A. T. (2006). Differential response of Mi gene-resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Crop Protection*, 25(4), 382-388.
- Mordor Intelligence, (2020). Global Nematicides Market: Growth, Trends and Forecast Türkiye Veri Servisi. [cited 2023 August 25]. Available from: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/nematicides-market>.
- Nasr, H. M. (2013). TOXICITY AND BIOCHEMICAL EFFECT OF ORGANOPHOSPHATES AND BIOPESTICIDES AGAINST ROOT-KNOT NEMATODE, *Meloidogyne incognita*. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 4(6), 509-524.
- Netscher, C., & Sikora, R. A. (1990). Nematode parasites of vegetables. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*, 237-283.
- Noling, J. W. (1997). Movement and toxicity of nematicides in the plant root zone. *IFAS Extension—University of Florida*, 8.
- Noling, J. W. (2014). *Nematode management in tomatoes, peppers, and eggplant* (No. RESEARCH).
- Oka, Y. (2020). From old-generation to next-generation nematicides. *Agronomy*, 10(9), 1387.
- Öztürk, G. Y., & Candoğan, K. T. D. (2009). *Likopen içeren yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkisi* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı).
- Perry, R. N., Moens, M., & Starr, J. L. (Eds.). (2009). *Root-knot nematodes* (Vol. 488). Wallingford: CABI.
- Qiao, K., Liu, X., Wang, H., Xia, X., Ji, X., & Wang, K. (2012). Effect of abamectin on root-knot nematodes and tomato yield. *Pest Management Science*, 68(6), 853-857.
- Radwan, M. A., Farrag, S. A. A., Abu-Elamayem, M. M., & Ahmed, N. S. (2012). Efficacy of some granular nematicides against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* associated with tomato. *Pak. J. Nematol*, 30(1), 41-47.
- Rich, J. R., Dunn, R. A., Noling, J. W., Chen, Z. X., Chen, S. Y., & Dickson, D. W. (2004). Nematology: advances and perspectives.
- Roberts, P. A. (1992). Current status of the availability, development, and use of host plant resistance to nematodes. *Journal of Nematology*, 24(2), 213.
- Robinson, A. F., & Perry, R. N. (2006). Behaviour and sensory perception. In *Plant nematology* (pp. 210-233). Wallingford UK: CABI.
- Saad, A. S. A., Radwan, M. A., Mesbah, H. A., Ibrahim, H. S., & Khalil, M. S. (2017). Evaluation of some non-fumigant nematicides and the biocide avermectin for managing *Meloidogyne incognita* in tomatoes. *Pakistan Journal of Nematology*, 35(1), 85-92.
- Sijmons, P. C., Atkinson, H. J., & Wyss, U. (1994). Parasitic strategies of root nematodes and associated host cell responses. *Annual review of phytopathology*, 32(1), 235-259.
- Silva, J. D. O., Loffredo, A., da Rocha, M. R., & Becker, J. O. (2019). Efficacy of new nematicides for managing *Meloidogyne incognita* in tomato crop. *Journal of Phytopathology*, 167(5), 295-298.
- Spurr Jr, H. W. (1985). Mode of action of nematicides.
- Taylor, A. L. (2003). Nematocides and nematicides-a history. *Nematropica*, 225-232.

- Thoden, T. C., Korthals, G. W., & Termorshuizen, A. J. (2011). Organic amendments and their influences on plant-parasitic and free-living nematodes: a promising method for nematode management?. *Nematology*, 13(2), 133-153.
- Tiwari, S., Eisenback, J. D., & Youngman, R. R. (2019). Root-knot nematode in field Corn.
- Trudgill, D. L., & Blok, V. C. (2001). Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual review of phytopathology*, 39(1), 53-77.
- TÜİK, (2019). Tarımsal ilaç kullanım verileri, <https://www.tuik.gov.tr> [Erişim tarihi: 25.08.2023].
- TÜİK, (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://www.tuik.gov.tr> [Erişim tarihi: 25.08.2023].
- Tytgat, T., De Meutter, J., Gheysen, G., & Coomans, A. (2000). Sedentary endoparasitic nematodes as a model for other plant parasitic nematodes. *Nematology*, 2(1), 113-121.
- Tzortzakakis, E. A., Blok, V. C., Phillips, M. S., & Trudgill, D. L. (1999). Variation in root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in Crete in relation to control with resistant tomato and pepper. *Nematology*, 1(5), 499-506.
- Veloukas, T., & Karaoglanidis, G. S. (2012). Biological activity of the succinate dehydrogenase inhibitor fluopyram against *Botrytis cinerea* and fungal baseline sensitivity. *Pest Management Science*, 68(6), 858-864.
- Wang, H., Yan, W., Luo, J., Zeng, X., Zhao, Z., Dou, X., & Fu, M. (2023). Fosthiazate inhibits root-knot disease and alters rhizosphere microbiome of *Cucumis melo* var. *saccharinus*. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1084010.
- Wesemael, W. M., Tani, L. M., Khan, A., Viaene, N., & Moens, M. (2014). Life cycle of the root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* and *M. minor* on potato and consequences for damage development. *Nematology*, 12, 319-327.
- Yazgan, A., & Fidan, S. (1996). Tokat koşullarına uygun Kiraz domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. *cerasiforme*) çeşitlerinin belirlenmesi. *GAP*, 1, 7-10.
- Yin, K. S., Zheng, S. J., Xu, S. T., Yang, S. S., Guo, Z. X., Fan, H. C., ... & Li, X. D. (2017). (Title in Chinese) Control effects of fluopyram on root knot nematodes.
- Young, L. D. (1992). Problems and strategies associated with long-term use of nematode resistant cultivars. *Journal of Nematology*, 24(2), 228.
- Yue, X., Li, F., & Wang, B. (2020). Activity of four nematicides against *Meloidogyne incognita* race 2 on tomato plants. *Journal of phytopathology*, 168(7-8), 399-404.