

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BAZI BİYOLOJİK PREPARATLARIN *Meloidogyne incognita*'ya
KARŞI ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Duru EROL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BAZI BİYOLOJİK PREPARATLARIN *Meloidogyne incognita*'ya
KARŞI ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Duru EROL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI BİYOLOJİK PREPARATLARIN *Meloidogyne incognita*'ya
KARŞI ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Duru EROL
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 28/01/2025 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN (Danışman)

Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Doç. Dr. Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR

ÖZET

BAZI BİYOLOJİK PREPARATLARIN *Meloidogyne incognita*'ya KARŞI ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Duru EROL

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN

Ocak 2025; 49 sayfa

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) kültür bitkilerinde zarar yapan önemli organizmaların başında gelmektedir. Kök-ur nematodlarına karşı farklı mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde biyolojik mücadele son yıllarda artan insan sağlığı ve çevre bilinci ile ön planda yer almaktadır. Kök-ur nematodlarına karşı biyolojik mücadele etmenleri içinde en çok fungus ve bakterilerden yararlanılmaktadır. Ülkemizde kök-ur nematodlarına ruhsatlı fungal etmen BioAct (*Purpureocillium lilacinum* suş 251) ve bakteriyel etmen Majestene (*Burkholderia rinojensis* suş A396) biyolojik preparatları ile abamectin etken maddeli (Abamax ve Tervigo) biyolojik kökenli preparatlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada biyolojik organizmalar ve biyolojik kökenli preparatların; nematod inokülasyonundan üç gün önce, nematod inokülasyonu ile eş zamanlı ve nematod inokülasyonundan üç gün sonra olmak üzere yapılan üç farklı uygulama yöntemlerinin *M. incognita*'ya karşı etkinlikleri kontrollü koşullarda (24 ± 1 °C sıcaklık, %65 nem oranı ve 16:8 fotoperiyot) araştırılmıştır. Çalışmada kontrol olarak ise herhangi bir uygulama yapılmayan bitkiler ile kimyasal nematosisit fluopyram (Velum Prime) uygulaması yapılan bitkiler kullanılmıştır. Her preparatın testlenmesi tesadüf parselleri deneme desenine göre, beş tekerrür iki tekrar olacak şekilde oluşturulmuştur. Bununla birlikte biyolojik organizmalar için ayrıca etikete uygun bir uygulama daha yapılmıştır. Hassas domates bitkisi Tueza F1 fideleri üç-dört gerçek yapraklı döneme geldiğinde her bir bitkiye *M. incognita* 1000 adet ikinci dönem larva (J2) inokülasyonu yapılmıştır. Bitkiler inokülasyondan 60 gün sonra sökülerek köklerinde oluşan ur, yumurta paketleri, gal ve yumurta paketi skalaları ve üreme potansiyelleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri yapılarak tüm preparatların *M. incognita* üzerindeki etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçları, biyolojik organizmaların etkinliğini belirlemek için başka araştırmaların yapılması gerektiğini göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Bakteri, Fungus, *Meloidogyne incognita*, Mücadele

JÜRİ: Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN

Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Doç. Dr. Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR

ABSTRACT

INVESTIGATION OF EFFICACY OF SOME BIOLOGICAL PREPARATIONS AGAINST *Meloidogyne incognita*

Duru EROL

M. Sc. Thesis in Plant Production

Supervisor: Prof. Dr. Zübeyir Devran

January 2025; 49 pages

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are among the most important organisms that cause damage to cultivated plants. Different control methods are used against root-knot nematodes. Among these methods, biological control has come to the forefront with the increasing human health and environmental awareness in recent years. Fungi and bacteria are the most used biological control agents against root-knot nematodes. In our country, biological preparations of the licensed fungal agent BioAct (*Purpureocillium lilacinum* strain 251) and bacterial agent Majestene (*Burkholderia rhinojensis* strain A396) and biological preparations containing Abamectin active ingredient (Abamax and Tervigo) are used against root-knot nematodes. In this study, the effectiveness of biological organisms and biological preparations against *M. incognita* in three applications including three days before nematode inoculation, simultaneously with nematode inoculation and three days after nematode inoculation were investigated under the controlled conditions (24±1 °C temperature, 65% humidity and 16:8 photoperiod). Plants that were not applied any treatment and plants that were applied the chemical nematicide fluopyram (Velum Prime) were used as controls. Each preparation was conducted according to the randomized plot design with 5 replications and repeated twice. In addition, an application was made according to the label for biological organisms. When the susceptible tomato plant Tuezra F1 seedlings reached the stage of three-four true leaves, 1000 second stage juveniles (J2s) of *M. incognita* were inoculated to each plant. Plants were removed 60 days after inoculation and the number of galls, egg masses, gall and egg mass scales formed on their roots and their reproductive potential were calculated. Statistical analyses of the obtained data was performed and the effectiveness of all preparations on *M. incognita* was compared. The study results indicate that further research should be conducted to determine the effectiveness of biological organisms.

KEYWORDS: Bacteria, Fungus, *Meloidogyne incognita*, Management

COMMITTEE: Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN

Assoc. Prof. Dr. Fatih DAĞLI

Assoc. Prof. Dr. Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR

ÖNSÖZ

Kimyasallar kullanılarak yapılan mücadele hem çevre hem insan sağlığına birçok olumsuz etki bırakmaktadır. Kök-ur nematodlarıyla mücadelede ağır kimyasallar kullanılmaktadır. Çevre ve insan sağlığını ön planda tutularak yapılan mücadeleler için ticareti yapılan biyopestisitlerin etkinliği konusunda çalışmalar hem sınırlı olmakta hem de farklı sonuçlar bulunmaktadır. Biyopestisitlerin uygulama zamanının farklılığının etkinliğinde bir değişiklik gösterip göstermeyeceğini görmek ve etkinlik durumunu değerlendirerek biyolojik mücadelenin başarıya ulaşmasına katkı sağlamak günümüz için önem arz etmektedir. Bu tez kapsamında ruhsatlı biyopestisitler farklı uygulama yöntemlerinin *Meloidogyne incognita* üzerinde etkinlik yönünden kontrollü iklim odası koşullarında incelenmiştir.

Yüksek lisans eğitim sürecimde bilgi birikimini, tecrübesini, destek ve sabrını benden esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN'a

Tez çalışmalarında bakteri ve fungus preparatlarının canlılık testlemesi için bilgi birikimi, ekipman ve desteğini sonuna kadar sunan Doç. Dr. Özer ÇALIŞ ve Doktora Öğrencisi Zir. Yük. Müh. Mümin İbrahim TEK'e

Tez çalışmamda kullanılan domates ve biber çeşitlerinin temin edilmesinde destek sağlayan Multi Tohum Tar. San. Tic. A. Ş ve Yüksel Tohum Tar. San. Tic. A. Ş.'ye,

Tez çalışmam boyunca bana her konuda destek olan Nematoloji ekibimizden; Zir. Yük. Müh. Gülsüm UYSAL'a, Dr. Tefik ÖZALP'e, Dr. İbrahim MISTANOĞLU'na, Dr. Mustafa ÇATALKAYA'ya, Zir. Yük. Müh. Demet BAYINDIR'a ve Zir. Müh. Meliha Rüya KİŞİ'ye,

Beni dünyaya getiren ve verdiğim kararlarda hep desteğini sunan sevgili annem Vahide GÜMÜŞ'e,

Yüksek lisans sürecimde tanıştığım ve her zaman yanımda olup desteğini veren değerli nişanlım Burak BÜYÜKKAYA'ya,

Minik kedilerim bana yaşama sevinci katan çocuklarım Toprak ve Dünya'ya teşekkürü borç bilir ve minnetimi belirtirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Kök-ur Nematodlarının Biyolojisi ve Zararı	3
2.2. Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıkları	4
2.3. Kök-ur Nematodları ile Mücadele.....	4
2.3.1. Karantina önlemleri	5
2.3.2. Kültürel önlemler.....	5
2.3.3. Fiziksel mücadele	6
2.3.4. Kimyasal mücadele.....	6
2.3.5. Biyolojik mücadele	7
2.3.5.1. Fungal etmenler	8
2.3.5.2. Bakteriyel etmenler	9
2.3.5.3. Biyolojik ve biyolojik kökenli nematisitler üzerine yapılan çalışmalar	9
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Ticari preparatlar	16
3.1.2. <i>Meloidogyne incognita</i> izolatu	16
3.1.3. Bitki materyali	17
3.2. Metot	17
3.2.1. Biyolojik preparatların canlılık testlemesi.....	17
3.2.2. Nematod türünün moleküler teşhisi.....	18
3.2.2.1. DNA izolasyonu.....	18
3.2.2.2. PCR çalışmaları	18

3.2.4. <i>Meloidogyne incognita</i> izolatının çoğaltılması.....	18
3.2.5. <i>Meloidogyne incognita</i> izolatının domates bitkisine inokulasyonu.....	19
3.2.6. Uygulanacak ticari preparatların dozlarının hesaplanması.....	19
3.2.7. Ruhsatlı preparatların <i>Meloidogyne incognita</i> ' ya karşı testlenmesi.....	20
3.2.8. Sonuçların değerlendirilmesi	21
3.2.8.1. Köklerdeki ur ve yumurta paketlerinin sayılması.....	21
3.2.8.2. Topraktaki larvaların elde edilmesi ve üreme değerinin (RF) belirlenmesi.....	22
3.2.9. İstatistiksel analizler	23
4. BULGULAR.....	24
4.1. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 İzolatının Moleküler Tanılanması	24
4.2. Biyolojik Preparatların Canlılık Testlemesi	24
4.3. Preparatların <i>Meloidogyne incognita</i> G7 İzolatına Etkisi	25
4.3.1. Nematod inokülasyonundan üç gün önce preparatların uygulanması	25
4.3.2. Nematod inokülasyonu ile eş zamanlı preparatların uygulanması	27
4.3.3. Nematod inokülasyonundan 3 gün sonra preparatların uygulanması	29
4.3.4. Etiketle belirtilen şekilde preparatların uygulanması	31
5. TARTIŞMA	34
6. SONUÇLAR	37
7. KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı Biyolojik Preparatların *Meloidogyne incognita*’ya Karşı Etkinliklerinin Araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

11/01/2025

Duru EROL

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%: Yüzde

°C: Santigrad derece

da: Dekar

ml: Mililitre

μM: Mikromolar

μL: Mikrolitre

mM: Milimolar

bp: Baz çifti

<: Küçüktür

>: Büyüktür

±: Artı eksi

“10,10”: Ondalık yazım kullanımı

Kisaltmalar

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

BKÜ: Bitki Koruma Ürünleri

DC: Disperse olabilen konsantre

DNA: Deoksiriboz Nükleik Asit

FAO: Food and Agriculture Organization

J2: İkinci dönem larva

NA: Nutrient Agar

NaOCl: Sodyum hipoklorit

PCR: Polymerase Chain Reaction

PDA: Potato Dextrose Agar

PL251: 251 suşu

RF: Üreme değeri

SC: Akıcı konsantre

SL: Suda çözülen konsantre

spp.: Türler

syn.: Sinonim

WG: Suda dağılabilen granül

WP: Islanabilir toz



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. a) Besi yerine çizim yapılması, b) Biyolojik preparatların konsantrasyonlarının hazırlanması.....	17
Şekil 3.2. Biber bitkisinde <i>Meloidogyne incognita</i> 'nın çoğaltılması.....	18
Şekil 3.3. İkinci dönem larvaların elde edilme süreçleri, a) Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemine yumurta kümelerinin konulması; b) İnkübatörde tutulması c) Falcon tüplere aktarılması d) Mikroskop altında sayım e) Domates bitkisine inokülasyon	19
Şekil 3.4. a) Şeffaf bardaklara şaşırtılmış domates bitkileri b) Uygulama yapılışı c) uygulama yapılmış bitkiler.....	20
Şekil 3.5. a) Bitki köklerinin tartılması b) köklerin Pholexine B ile boyanması.....	21
Şekil 3.6. a) Mikroskop altında nematod yumurtalarının görüntüsü, b) Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi ile toprakların eleğe alınmış hali, c) toprakların suyunun mezurlara alınmış hali	23
Şekil 4.1. Preparatların kolonizasyonunun kontrolü, a) Bio Act ve b) Majestene	24
Şekil 4.2. a) J2 inokulasyonu yapılmamış sağlıklı bitki kökü, b) J2 inokulasyonu yapılmış bitki kökü, c) BioAct uygulaması yapılmış bitki kökü, d) Majestene uygulaması yapılmış bitki kökü	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan nematisitler (BKÜ 2023)	16
Çizelge 3.2. <i>Meloidogyne incognita</i> izolat adı, lokasyonu ve özelliği	16
Çizelge 3.3. Preparatların farklı uygulama adları ve yöntemleri	20
Çizelge 3.4. Köklerde ur ve yumurta paketi oluşumunun 0-5 skala değerleri (Hartman ve Sasser 1985)	22
Çizelge 4.1. Biyolojik preparatların uygulamalar öncesi kolonizasyon sonuçları.....	24
Çizelge 4.2. Biyolojik preparatların uygulamalar sonrası canlılık sonuçları.....	25
Çizelge 4.3. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşan ur sayıları, yumurta paketi sayıları, topraktaki J2 sayıları, gal skalası ve üreme değerleri	26
Çizelge 4.4. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşturduğu gram kökteki ur ve gram kökteki yumurta paketi sayıları.....	27
Çizelge 4.5. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşan ur sayıları, yumurta paketi sayıları, topraktaki J2 sayıları, gal skalası ve üreme değerleri	28
Çizelge 4.6. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşturduğu gram kökteki ur ve gram kökteki yumurta paketi sayıları.....	29
Çizelge 4.7. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşan ur sayıları, yumurta paketi sayıları, topraktaki J2 sayıları, gal skalası ve üreme değerleri	30
Çizelge 4.8. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşturduğu gram kökteki ur ve gram kökteki yumurta paketi sayıları.....	31
Çizelge 4.9. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşan ur sayıları, yumurta paketi sayıları, topraktaki J2 sayıları, gal skalası ve üreme değerleri	32
Çizelge 4.10. <i>Meloidogyne incognita</i> G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşturduğu gram kökteki ur ve gram kökteki yumurta paketi sayıları.....	33

1. GİRİŞ

Bitki paraziti nematodlar, obligat parazit organizmalar olduklarından dolayı genellikle konukçusunun kökleri, gövdeleri, yumruları ve yaprakları üzerinde beslenerek zarar oluşturmaktadırlar (Kepenekçi 2012). Bitki paraziti nematodlar, çok sayıda tarımsal ürünün ekonomik olarak üretilmesini önemli ölçüde azaltmaktadırlar. Nematod nedeniyle oluşan yıllık verim kaybının dünyada 215 milyar ABD dolarının üzerine çıktığının tahmin edildiği belirtilmektedir (Ferreira vd. 2019). Bitki paraziti nematodlar arasında *Meloidogyne* spp. (Goeldi 1892 (Tylenchida: Meloidogynidae)) (kök-ur nematodları), kültür bitkilerinde ekonomik olarak kayıplar oluşturan başlıca bitki paraziti nematod grubu olarak karşımıza çıkmaktadır (Jones vd. 2013; Khan vd. 2023). Geniş konukçu spektrumuna sahip olan kök-ur nematodlarının şu ana kadar 105 türü tanımlanabilmiştir (Ghaderi ve Karssen 2020; Maleita vd. 2021). Türkiye’de *Meloidogyne incognita* (Kofoid ve White 1919) Chitwood 1949, *M. javanica* (Treub 1885) Chitwood 1949, *M. arenaria* (Neal 1889) Chitwood 1949, *M. hapla* Chitwood 1949, *M. chitwoodi* Golden, O’Bannon, Santo ve Finley 1980, *M. luci* Carneiro vd. 2014, *M. artiellia* Franklin 1961, *M. exigua* Goeldi 1892, *M. thamesi* Chitwood 1952, *M. graminis* (Sledge ve Golden 1964) Whitehead 1968 ve *M. ethiopica* Whitehead 1968 olmak üzere 11 tür tanımlanmıştır (Ertürk ve Özkut 1973; Yüksel 1974; Kepenekçi vd. 2002; Özarslandan vd. 2009; Devran ve Söğüt 2009; Aydın 2018; Uysal vd. 2023; Felek ve Akyazı 2024).

Kök-ur nematod türleri sabit endoparazitik beslenmeleri nedeniyle yaşamlarının büyük bir kısmını bitki dokusu içerisinde geçirmektedirler. Yumurtadan çıkan ikinci dönem larvalar kök dokusuna girerek iletim demetlerinde beslenmektedirler. Bu beslenme sonucu, larvalar köklerde farklı büyüklüklerde urların oluşmasına sebep olmaktadır. Köklerde meydana gelen bu farklı büyüklükteki urlar bu cinsin en tipik zarar şekli olarak karşımıza çıkmaktadır (Trudgill ve Blok 2001). Kökte direk beslenmeleri ve bu nedenle kökte açmış oldukları yaralardan çeşitli hastalık etmenlerinin girişi için bir yol oluşturmaktadırlar. Bu yüzden bu cinsin doğrudan zararları yanında, köke girerken açtıkları yaralardan toprak kökenli bakteriyel ve fungal hastalık etmenlerinin girişine fırsat sağlamaları da dolaylı yoldan yaptıkları zarar olarak karşımıza çıkmaktadır (Stirling 1991; Katı ve Mennan 2006; Devran ve Söğüt 2009).

Kök-ur nematodları dünyanın her yerinde dağılışı gösterirler. Özellikle tarıma yönelik sulamanın yapıldığı sıcak bölgelerde en başta sebzeler ve meyveler bulunmak üzere birçok bitki grubunda zarar yapmaktadırlar (Whitehead 1998; Katı ve Mennan 2006). Toprak altında son derece kompleks bir ekosistemde yaşayan ve zararlı olan kök-ur nematodlarının tek başlarına oluşturdukları zararın hesaplanması oldukça zordur. Kök-ur nematod türleriyle bulaşık sebze yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarında, kök-ur nematodlarıyla bulaşık sebze üreticiliği yapılan tarım arazilerinde, gereken mücadele yöntemleri uygulanmadığı takdirde ürün kayıpları, yetiştiriciliği yapılan bitkinin çeşidine, hassas ve dayanıklılık durumuna ve zararlı yoğunluğuna göre değişiklik gösterse de genellikle %15-85’e kadar ulaşabildiği belirtilmektedir (Netscher ve Sikora 1990). Oluşturdukları hasarın zararlı nematod türüne, popülasyon yoğunluğuna, yetiştirilen ürüne ve çevresel faktörlere bağlı olarak %100’e kadar ulaşabildiği bildirilmektedir (Seid vd. 2015).

Kök ur nematodlarına karşı mücadele, biyolojileri nedeniyle oldukça zordur. Kök-ur nematodlarının mücadelesinde çoğunlukla kimyasal nematosisitler tercih edilmektedir.

Ancak nematodların çevreye, insan sağlığına ve doğal yaşama olumsuz şekilde etkileri bulunmaktadır (Stirling 1991). Kimyasalların kalıntı oluşumu gibi olumsuz etkileri ve artan çevre bilinci ile gelişen teknolojinin tarımsal üretimde etkin kullanımı sonucu alternatif mücadele yöntemlerine yönelim söz konusu olmaktadır (Whitehead 1998). Kimyasallar hedef aldıkları zararlı organizmaya karşı etkinliklerinin zaman içinde azalması ve bu kimyasallara dayanıklı popülasyonların oluşmasıyla biyolojik mücadele teknikleri ön plana çıkmıştır (Lamovsek vd. 2013). Bu düşünceyle yola çıkıldığında biyolojik mücadele etmenlerini kullanımı hem çevreci hem de güvenilir mücadele yöntemidir (Boerma ve Hussey 1992; Lopez-Perez vd. 2006). Bu nedenlerle kök-ur nematodlarıyla mücadele kapsamında, doğal düşmanlardan yararlanılarak yapılan biyolojik mücadele yöntemi önem kazanmaktadır (Whitehead 1998).

Kök-ur nematodları toprakta yaşıyor olmaları sebebiyle birçok doğal düşmana sahiptir. Kök-ur nematodlarının başlıca doğal düşmanları fungal ve bakteriyel etmenlerdir (Ahmad vd. 2021). Bu etmenlerin mücadele de kullanımı hem çevreci hem de güvenilir bir mücadele yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır. Biyolojik ürünler; kullanımları sırasında çevreye, insan sağlığına ve gıda güvenliğine herhangi bir zarar yapmamaları ve sürdürülebilir üretim imkanına olanak sağlamaları açısından önem arz etmektedir (Cumagun ve Moosavi 2015).

Biyopestisitleri, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO); canlı bir organizma ya da doğal olan bir üründen elde edilerek formülasyonu oluşturulup uygulanmış ve zararlı bir organizmanın popülasyonunu düşürmüş ürünler olarak tanımlamaktadır (FAO 2017). Toplam pestisit pazarının %5-6 kısmında biyopestisitler yer almaktadırlar. Beş yılda %9-10 gibi bir oranda büyüme ile özellikle organik tarım üretiminde yoğun olarak tercih edilmektedirler (Ndolo vd. 2019). Dünya biyopestisit pazarı en çok bakteriyel ürünlerden oluşmakta ve onları sırasıyla funguslar, predatör canlılar ve virüslerden oluşan ürünler takip etmektedir. Çoğunluk olarak sebze ve meyve bahçelerinde tercih edilmektedirler (Marrone 2014).

Kök-ur nematodlarına karşı kullanılan biyolojik mücadele etmenleri kapsamında ülkemizde ruhsatlı preparatlar bulunmaktadır (BKÜ 2023). Kök-ur nematodlarına ruhsatlı biyolojik ürünlerin etkinlikleri biyotik ve abiyotik şartlardan etkilenebilmektedir. Doğal dengeye karşı koruyucu, onarıcı ve destek verici önlemler almak çevre için ehemmiyetli bir duruma gelmiştir. Söz konusu biyolojik preparatların etkinliği, etkinlik süresi, uygulama zamanı konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Bu çalışma kapsamında Türkiye’de ruhsatlı fungus *Purpureocillium lilacinum* suş 251 ve bakteri *Burkholderia rinojensis* suş A396 orijinli iki biyolojik mikroorganizma ile Abamectin içeren biyolojik kökenli iki nematod ve Fluopyram etken maddeli nematodun farklı uygulama yöntemlerinin *M. incognita* üzerine olan etkileri kontrollü iklim koşullarında araştırılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Kök-ur Nematodlarının Biyolojisi ve Zararı

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.), bitki köklerinde sabit endoparazit beslenen hayvansal organizmalardır. Yaklaşık 5500 bitki türünü enfekte edebilmeleri ve ekonomik açıdan ciddi zararlı olmaları nedeniyle en önemli bitki paraziti nematod gruplarından (Jaouannet vd. 2012). *Meloidogyne* (Goeldi 1892) cinsine ait olan kök-ur nematodlarının dünya genelinde çok fazla konukçusu olan ve iletim sistemine sahip bitkilerin nerdeyse tamamında enfeksiyon yapabildiği belirtilmektedir (Moens vd. 2009; Mıstanoglu ve Devran 2015).

Meloidogyne cinsine ait olan türlerde eşeyli üreme ve eşeysiz üreme olarak iki farklı üreme şekli görülmektedir. Üreme şekli türlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin; *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. ethiopica* türlerinde zorunlu eşeysiz üreme görülürken, *M. chiwoodi* ve *M. hapla* türünde eşeyli ve eşeysiz üreme gözlemlenmektedir (Castagnone-Sereno 2006). *Meloidogyne* cinslerine ait olan türlerde genel anlamda eşeysiz üreme görülmektedir. Kök-ur nematodu bireyleri eşeyli üreyen türlerde genelde 1:1 (dişi ve erkek) oranında bulunur, eşeysiz üreme gösteren türlerde bu oranda farklılık gözlenmektedir (Karssen ve Moens 2006).

Kök-ur nematodları birinci larva dönemini (J1) yumurtanın içinde geçirmekte, ikinci larva döneminde (J2) yumurtadan çıkmakta ve J2'ler bitki kök dokusuna giriş yaparak orada beslenmektedir (Netscher ve Sikora 1990). Bu türlerin yalnızca erkekleri ve ikinci dönem larvaları toprakta serbest şekilde hareket edebilen gelişim evreleridir (Eisenback ve Triantaphyllou 1991). İkinci dönem larvalar bitkiyi enfekte edebilme yeteneğine sahiptirler ve kendine uygun olan konukçu bitki kökünü bulabilmek için köke hareket etmektedirler. Kökü bulduğunda kökün uç kısmından bitki dokusuna giriş yaparlar, vasküler silindire ulaşana kadar bitkinin kök korteksi boyunca hareket edip kendilerine uygun olan beslenme yerine sabitlenirler. Sabitlendiği bölgede beslenmeye başlarlar sonrasında konukçu hücrede sitokinesis (sitoplazmanın ayrılması) gerçekleşmeden çekirdek bölünmesi gerçekleşir. Bu bir dizi bölünme işlemi sonucunda kök dokularında çok çekirdekli dev hücrelerin oluşması gerçekleşmektedir (Williamson ve Hussey 1996; Bleve-Zacheo ve Mellilo 1997; Williamson ve Gleason 2003; Karssen ve Moens 2006). Bu ilişki sonucu köklerde gözle görülebilen urlar oluşmaktadır. Kök-ur nematodları, üçüncü (J3) ve dördüncü larva (J4) dönemlerini konukçu bitkinin kök içinde tamamlarlar. Bu larva dönemleri esnasında boyu kısalıp vücudu şişmiş olan ve üreme organları belirginleşmeye başlayan larvaların dördüncü dönem larva aşamasından sonra erkek ve dişi bireyleri ayırt edilebilmektedir. Olgun dişi birey armut veya limon şeklini alıp yumurtalarını bıraktıktan sonra ölmektedirler (Eisenback ve Triantaphyllou 1991). Ergin dişi bireyler yumurtalarını "matrix" adı verilmiş olan jelatinimsi bir yapıya küme halinde biriktirirler (Bleve-Zacheo vd. 2007). Kümelerin içerisinde ortalama 500-2000 arası yumurta bulunmaktadır ve kümelerin bir kısmı kök içinde iken bir kısmı kök yüzeyinde yer almaktadır (Bleve-Zacheo vd. 2007). Yetişkin erkek bireylerde iplik formunu alır kökten ayrılıp toprakta serbest şekilde hareket eder ve çiftleşebilmek amacıyla hayatta kalırlar (Eisenback ve Triantaphyllou 1991). Yaşam döngüsünü tamamlama süresi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Bleve-Zacheo vd. 2007). Kök-ur nematodu türlerinin, 26-27 °C toprak sıcaklığında yaşam döngülerini 28 gün gibi bir sürede tamamlayabildikleri bildirilmektedir (Bleve-Zacheo vd. 2007).

Bitki köklerinde beslenerek oluşturdıkları irili-ufaklı urlar kök-ur nematodlarının en belirgin semptomudur. Konukçu bitkinin topraktan aldığı su ve besin bu urlardan dolayı engellenmekte, sonucunda da bitkinin büyümesinde durgunluk, bodurlaşma, yapraklarda sararma, verimde azalma ve meyve kalitesinde bozulmalar oluşmaktadır. Bitkiler özellikle fide döneminde daha hassas olduklarından dolayı kök-ur nematodları tarafından daha ciddi zararlara uğramaktadırlar. Aynı zamanda kök-ur nematodları bitkilere doğrudan zarar vermenin yanı sıra, köke giriş yapmak için açmış oldukları yaralardan fungal ve bakteriyel hastalık etmenlerinin bitkiye girişine olanak sağlamalarından dolayı dolaylı yoldan zararlanmalara da sebep olmaktadır (Stirling 1991).

2.2. Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıkları

Kök-ur nematodlarının konukçu spektrumu çok geniştir ve bunlar içerisinde Solanaceae familyasına ait kültür bitkileri önemli miktarda zarar yapmış oldukları büyük grubu oluşturmaktadır (Barbary vd. 2014). Kök-ur nematodlarının dünyada neden oldukları tarımsal kayıp miktarının 173 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir (Elling 2013).

Kök-ur nematodları bitki yetiştiriciliği yapılan ılıman, tropik ve subtropik bölgelerdeki ürünlerin birçoğunda ciddi miktarda kalite ve verim kaybına yol açmaktadır. (Moens vd. 2009). Zarar oranı domates bitkisinde çevre koşullarına göre %100'e ulaşabilmektedir (Seid vd. 2015). *Meloidogyne* spp., bitkilerde zarar oluşturduğu bilinen ilk on bitki paraziti nematodunun içerisinde birinci sırada yer almaktadır (Jones vd. 2013).

Günümüze kadar *Meloidogyne* spp.'nin tanımlanmış 105 türü bulunmaktadır (Maleita vd. 2021). Tanımlanan bu türlerin arasında, dünya çapında en yaygın bulunan 4 tür; *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. hapla* ve *M. javanica* olarak listelenmiştir (Sasser 1977; Trudgill ve Blok 2001; Jones vd. 2013; Ralmi vd. 2016; Saucet vd. 2016).

Türkiye'de farklı üretim alanları ve bitkilerle yapılan çalışmalar sonucu Ege, Marmara, Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. hapla*, *M. luci*, *M. ethiopica*, *M. chitwoodi* türlerinin varlığı raporlanmıştır (Pehlivan ve Kaşkavalcı 1993; Elekçiğlu ve Uygun 1994; Kaşkavalcı ve Öncüler 1999; Mennan ve Ecevit 2001; Devran ve Söğüt 2009; Özarslandan 2009; Akyazı ve Ecevit 2011; Aydınli 2014; Mıstanoglu vd. 2015; Ayhan ve Kaşkavalcı 2015; Aydınli ve Mennan 2016; Yağcı ve Kaşkavalcı 2016; Uysal vd. 2017; Devran vd. 2017; Sert Çelik vd. 2019; Gürkan vd. 2019; Ataş vd. 2021; Yıldız vd. 2021; Evlice ve Özdemir 2021; Felek ve Akyazı 2024). Araştırmalar incelendiğinde *M. incognita* türü *M. javanica* ve *M. arenaria* ile en yaygın türler olarak gözlemlenmektedir (Sasser ve Carter 1985). Ülkemizde de en yaygın türler olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

2.3. Kök-ur Nematodları ile Mücadele

Kök-ur nematodlarının mücadelesi için kültürel önlemler, karantina önlemleri,

kimyasal mücadele, fiziksel önlemler ve biyolojik mücadele yöntemleri tek başına veya entegre mücadele kapsamında birlikte kullanılmaktadır.

2.3.1. Karantina önlemleri

Kök-ur nematodları karantinaya dahil olan zararlılar içerisinde yer almaktadır (Anonim, 2024). Karantina önlemleri içinde ülkeye girişi yapılan tüm köklü ve yumrulu üretim materyallerinden analizi gerçekleştirilmekte ve karantinaya tabi olan nematodların ülkeye giriş ve çıkış yapılmasına izin verilmemektedir (Gürkan vd. 2019). Karantina uygulaması yapılarak kök-ur nematoduyla bulaşık üretim materyallerinin kullanılarak temiz üretim alanlarına nematod bulaşması engellenmektedir (Gürkan vd. 2019).

2.3.2. Kültürel önlemler

Kültürel önlemler kapsamında dayanıklı çeşit kullanımı, ekim nöbeti (münavebe), bulaşık olmayan temiz fide ve fidanların kullanılması, toprak işleme alet ve makinalarının temiz kullanılması, sulama suyunun bulaşık olmaması, gübreleme, sertifikalı tohum kullanımı, zamanında uygun toprak işleme ve tuzak bitkilerin yetiştirilmesi gibi uygulamalar sayılabilir. Nematod yönünden toprak örneği ve üretim materyali analiz edilmelidir. Önceki sezondan kalan bitki kökleri sökülerek imha edilmesi popülasyonu azaltabilmektedir. Münavebe yapmak kök-ur nematodlarının birçok konukçusu bulunduğu için zor olmaktadır. Münavebe kolay ve ekonomik yöntem olmasına rağmen en az 3-4 yıl uygulanması gerekmektedir. Bu yüzden pratik değildir.

Bitkinin dayanıklı olması taşıdığı genler aracılığıyla nematodun üremesini veya gelişmesini engellemesi olarak açıklanabilmektedir (Roberts 2002). Nematod dayanıklılığı ilk olarak Bailey (1941) tarafından yabancı domates *Solanum peruvianum*' da *Mi* geni olarak tespit edilmiş ve kültür domatesine embriyo kurtarma yoluyla aktarılmıştır (Bailey 1941; Smith 1944) Kök-ur nematodlarına dayanıklılık sağlayan *Mi-1* geni ile ortaya çıkan dayanıklı çeşitler hem üretimin bulaşık olmayan materyalle başlanması hem de maliyet açısından diğer yöntemlere göre daha fazla önem arz etmektedir (Cook ve Evans 1987; Boerma ve Hussey 1992; Lopez-Perez vd. 2006). Kök-ur nematodlarına dayanıklı anaç ve çeşitlerin ek uygulama gerektirmemesi, ekonomik olması ve kullanılmasının diğer mücadele yöntemlerine göre çevre dostu olması olumlu yönleri olmaktadır. Ancak dayanıklı çeşitlerin kullanımını sınırlandıran faktörler de bulunmaktadır. Bunlar bazı dayanıklılık genlerinin yüksek sıcaklıkta etkisini yitirmesi (Holtzman 1965), virü lent popülasyon oluşması (Roberts 1995), dayanıklı genlerin homozigot ya da heterozigot olarak bulunma durumu (Tzortzakakis vd. 1998), dayanıklı ticari çeşitlerin sınırlı olması, kök-ur nematod türlerinin farklı üreme şekillerinin bulunması (Djian-Caporalino 2011) ve bir ekim-dikim alanında birden fazla tür olan karışık popülasyonların bulunması bu dayanıklı üretim materyallerinin kullanımını sınırlandırmakta olduğu belirtilmektedir (Xiang vd. 2018; Aydın vd. 2022).

2.3.3. Fiziksel mücadele

Zararlıların yaşadıkları ortamın fiziksel koşullarını zararlıların yaşayamayacağı şekilde değiştirerek elemine edilmelerini hedefleyen yöntemlerin bulunduğu mücadele şekline fiziksel mücadele denilmektedir (Öncüler ve Durmuşoğlu 2008). Bunlar arasında; yüksek ve düşük sıcaklıktan yararlanma, mineral tuzlardan yararlanma, su altında bırakma, suya daldırma şeklinde uygulamalar bulunmaktadır (Öncüler ve Durmuşoğlu 2008).

Fiziksel mücadelede ülkemizde en yaygın kullanılan metotlardan biri solarizasyondur. Solarizasyonun temeli; nemli toprağı şeffaf bir polietilen örtüyle kapatarak toprak sıcaklığını artırmak ve bu sıcaklığı ekimden önce 4-6 hafta boyunca korumaktır. Solarizasyon yöntemi yaz aylarında sıcak bölgelerde uygulanmakta ve genelde güz ekiminde başarılı sonuçlar vermektedir (Devran 2006). 1970'lerde İsrail'de geliştirilen toprak solarizasyonu, birçok toprak kaynaklı zararlı ve yabancı ot için ekonomik kontrol sağlar, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirir, sonraki ürünlerin verimini arttırmaya yardımcı olur ve maliyet açısından uygun bir yöntemdir. (Katan ve De Vay 1991).

Solarizasyon uygulaması, kök-ur nematodlarının kontrolünde etkili bir yöntemdir. Serada kök-ur nematodlarının mücadelesinde üst üste 3 yıl yapılan toprak solarizasyonu sonucunda popülasyonun neredeyse tamamının baskılandığı bildirilmiştir (Candido vd. 2008). İlkbahar ekim-dikimlerinde ya da yılda iki ürün yetiştirilen seralarda uygulama süresi kısa olduğu için tam anlamıyla yapılamamaktadır (Devran 2006).

2.3.4. Kimyasal mücadele

İçeriğinde yer alan bileşiklerle hastalık ve zararlıları ekonomik zarar eşiğinin altında tutmak amacıyla yapılan mücadele yöntemidir. Bu yöntemde kullanılan kimyasallara genel isim olarak pestisit adı verilirken nematodlar için kullanılanlara nematisit denilmektedir (Haydock vd. 2013). Uygulamasının kolay olması, hızlı etki etmesi ve gözle görülebilir sonuçlar vermesinden dolayı en çok tercih edilen yöntem durumundadır.

Kök-ur nematodlarıyla yapılan mücadelede solarizasyon, ekim nöbeti ve dayanıklı çeşit kullanımı çok fazla tavsiye edilse de kimyasal mücadele yüksek etkinlik sağlaması nedeniyle sıklıkla başvurulmuş bir yöntemdir (Young 1992). Bu mücadele uygun zaman ve doğru teknikler ile yapıldığında kısa zamanda etki gösterir ve geniş alanlarda kolaylıkla uygulanabilir (Haydock vd. 2013).

Kimyasalların bir bölümü nematodları direkt öldürebilir bazıları ise bir süre boyunca larvaları paralyze edebilmektedir (Haydock vd. 2006). Başta nematisitlerin yüksek seviyelerde *Meloidogyne* spp.'yi kontrol etmede en etkili yöntem olduğu kanıtlanmıştır (Onkendi vd. 2014). Ancak piyasadaki nematisitlerin maliyetlerinin yüksek olması, bunların insan ve hayvan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri ve ayrıca toprakta bulunan çok sayıda faydalı organizmalara toksik etkileri sebebiyle kullanımlarını sınırlandırmaktadır (Mukhtar vd. 2013). Bu gibi nedenlerle kimyasal nematisitlerin yerini

alacak alternatif kontrol yöntemlerinin ve sürdürülebilir yaklaşımların geliştirilmesi gereklidir (Yılmaz 2023). Alternatif mücadele kapsamında da biyolojik etmenlerin kullanımı doğal dengeyi koruyucu olduğu için tercih edilmeli ve araştırılmalıdır.

2.3.5. Biyolojik mücadele

Doğada zararlı olarak bulunan canlıları tamamen yok etmeden doğal denge üzerinde koruyucu, onarıcı ve destek verici önlemler almaya biyolojik mücadele adı verilmektedir (Öncüler ve Durmuşoğlu 2008). Biyolojik mücadele toprak kaynaklı hastalık etmenleri ve zararlılar için umut verici bir mücadele yöntemidir. Bu yönetimin temelinde, patojenik bir organizmayı kontrol etmek için bir veya daha fazla faydalı antagonistik organizma kullanılır. Kök-ur nematodları toprakta yaşadıkları için birçok doğal düşmanı bulunmaktadır. Kök-ur nematodlarının başlıca parazitleri bakteriyel ve fungal etmenlerdir (Ahmad vd. 2021).

Doğal düşmanların mücadelede kullanımı hem çevreci hem de güvenilir bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır. Biyolojik ürünler; kullanımı esnasında çevre-insan sağlığı ile gıda güvenliğine herhangi bir zararının bulunmaması sürdürülebilir üretime olanak sağlaması yönünden önemlidir (Cumagun ve Moosavi 2015).

Mücadele için kullanılan biyolojik ürünlere biyopestisit adı verilir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) biyopestisit kavramını, canlı organizma ya da doğal ürünlerden elde ederek formüle edilmiş ve uygulanmış zararlı organizmanın popülasyonunu düşüren ürünler olarak tanımlamaktadır (FAO 2017). Toplam pestisit pazarının %5-6 kısmında biyopestisitler yer almaktadırlar. Her 5 senede %9-10 oranında bir büyüme göstererek özellikle organik tarımda yoğun şekilde tercih edilmektedir (Ndolo vd. 2019). Dünyadaki biyopestisit pazarının en büyük kısmını bakteriyel ürünler oluşturmakta bunu sırasıyla funguslar, predatör canlılar ve virüsler takip etmektedir. Biyopestisitler en çok sebze ve meyve bahçelerinde uygulanmaktadır (Marrone 2014).

Geleneksel mücadele yöntemleriyle kıyaslandığında, biyolojik mücadele özellikle çevre ve insan sağlığına zarar vermemesine rağmen daha geç etki gösteren ve etkisinde farklılıklar görülen bir yöntem olarak önümüze çıkmaktadır (Cumagun ve Moosavi 2015).

Sık olarak başvurulanan kimyasalların hedefteki zararlıya etkinliklerinin zamanla azalması ve bu kimyasalla dirençli popülasyonların oluşmasıyla biyolojik mücadele teknikleri öne çıkmıştır (Lamovsek vd. 2013). Kimyasalların kalıntı oluşumu gibi olumsuz etkileriyle son yıllarda artan çevre bilinci ve gelişen teknolojinin tarımsal üretimde etkin kullanımı sonucu alternatif mücadele yöntemlerine yönelim olmaktadır. Bu nedenlerle kök-ur nematodlarıyla mücadele için doğal düşmanlar kullanılarak yapılan biyolojik mücadele değer kazanmaktadır (Whitehead 1998).

Bitki paraziti nematodlar ile mücadele kapsamında yapılan çalışmada; etki gösteren etmenlerin %57 etki oranı ile tuzak oluşturan funguslar, %19 etki oranı ile endoparazitik funguslar ve bunları %7 ile avcı nematodlar, %5 ile bakteriler, %3 etki oranı ile de protozoaların takip ettiğini kayıt altına almıştır (Kerry 1987).

2.3.5.1. Fungal etmenler

Funguslar parazitik ve simbiyotik yaşam sergileyebilmektedirler. Topraktaki nematod yoğunluğunu düzenlemede en umut verici etmenlerdendirler. Nematodları parazitleyerek üzerinde çoğalan funguslar nematofag funguslar olarak adlandırılmaktadır. Nematofag funguslar kök-ur nematodlarına karşı antagonistik özelliğe sahiptirler (Ahmad vd. 2021; Uysal vd. 2021). Nematofag fungusların 700'den fazla türü tespit edilmiştir (Li vd. 2015; Uysal vd. 2021). Biyolojik kontrol için kullanılan fungal etmenler nematofag funguslar ve endofitik funguslar olarak iki başlık altında toplanabilirler (Ahmad vd. 2021; Uysal vd. 2021). Nematofag funguslar; a) Yumurta ve dişi paraziti funguslar, b) Nematod kapan funguslar, c) Endoparazitik funguslar d) Toksin üreten funguslar olarak adlandırılırlar (Ahmad vd. 2021; Uysal vd. 2021).

Endofitik funguslar; a) Mikorizal funguslar, b) Fusarium endofitler ve Neotyphodium endofitler olarak sınıflandırılmaktadır (Ahmad vd. 2021; Uysal vd. 2021).

***Purpureocillium lilacinum* (syn: *Paecilomyces lilacinus*)**

Gerçekleştirilen son çalışmalarla *Paecilomyces lilacinus*'un Luangsa-ard, Hywel-Jones, Houbaken ve Samson (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) sistematikteki yeri değişmiş ve Ophiocordycipitaceae familyasından *Purpureocillium lilacinum* olduğu belirtilmiş ve *Paecilomyces* cinsinin türü olarak belirlenmiştir (Luangsa-ard vd. 2011). *Paecilomyces lilacinus* fungal paraziti ilk; Peru'da *M. incognita* yumurtalarında bulunmuştur (Gomes ve Cayrol 1991). Bu fungal parazit *M. incognita* türünün yumurtalarının fakültatif parazitidir ancak başka *Meloidogyne* türlerini de parazitleyebildiği belirtilmektedir (Whitehead, 1998). Fungus izolatları yumurtalara bulaşarak larva çıkışını azaltmaktadır (Whitehead, 1998). Etki biçiminden dolayı bu fungal parazit nematofag fungusların yumurta ve dişi parazitleyen funguslar kısmında değerlendirilmektedir (Ahmad vd. 2021; Uysal vd. 2021). *Paecilomyces lilacinus* tarafından yumurtaya kabuğunu parçalayacak enzimlerin üretilmesi sonucu enfeksiyon meydana gelmektedir. Fungus serin proteaz enzimleri salgılayarak nematod yumurtalarının kabuklarında yapı değişiklikleri oluşturur (Katı ve Mennan 2006).

Ahmad ve Khan (2004) yaptıkları çalışmada *P. lilacinus* uygulanmış topraktaki domates bitkisi köklerindeki *M. incognita* popülasyonu %67-77 değerinde, köklerde oluşan urlar ise %30 değerinde azalmıştır. İkinci yılda elde edilen verim üç kat artmıştır. *Paecilomyces lilacinus* fungal parazitinin kök-ur nematodlarıyla yapılacak entegre mücadeleye dahil edilmesi ile başarılı sonuçların elde edileceği belirtilmiştir (Whitehead 1998). Ancak bu fungusun başarılı sonuçları yanında başarısız olduğu sonuçlarda bulunmaktadır. *Meloidogyne arenaria* bulunan toprakta yapılan uygulama sonucunda fungus yumurtaların tamamında kolonize olmuş ancak yalnızca %30 oranında yumurtayı parazitlediği kaydedilmiştir (Gomes ve Cayrol 1991).

2.3.5.2. Bakteriyel etmenler

Bakteriler mikroskobik ve tek hücreli canlılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprak ortamında en çok bulunan mikroorganizmalar içinde yer almaktadır. Parazitik ve simbiyotik yaşam sergileyebilirler (Ahmad vd. 2021). Nematodlarla biyolojik mücadelede en etkili olduğu belirtilmektedir. Nematofag bakterilerin bitki paraziti nematodlar üzerinde sinerjistik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Stirling 2014; Uysal vd. 2021). Bakteriyel etmenler 6 başlık altında ayrılabilir. Bunlar; a) Obligat parazit bakteriler, b) Fırsatçı parazit bakteriler, c) Rizobakteriler, d) Cry protein oluşturan bakteriler, e) Endofitik bakteriler, e) Simbiyotik bakteriler (Ahmad vd. 2021).

Burkholderia rinojensis

Burkholderia cinsi bakteriler Betaproteobakteri sınıfında Burkholderiaceae ailesinde yer almaktadırlar (Compant 2008). *Burkholderia rinojensis* türü bakteriler bitki gelişimini destekleyen rizobakteriler (PGPR) olarak adlandırılan grup içindedir ve etki mekanizmaları oldukça geniştir. Bu gruba ait bakteriler temel besin maddeleri için başka patojenlerle rekabet, antibiyotik üretimi, sistemik dayanıklılığın teşvik edilmesi, nematod davranışlarını düzenleyip popülasyonu azaltmak ve patojenlerin doğrudan antagonizmi gibi etki mekanizmaları olarak sıralanabilmektedir (Katı ve Mennan 2006; Uysal vd. 2021). Bakterilerin ürettiği toksinler nematodların çoğalmasını baskılamakta, yumurta çıkışına engel olmakta veya doğrudan ölümüne sebep olmaktadır (Siddiqui ve Mahmood 1999).

Bu gruptaki bakterilerin köklerde koloni oluşturduğu ve bu kolonileşmenin bitkinin nematod enfeksiyonunu azalttığı rapor edilmiştir. Bu şekilde bitkinin erken gelişme döneminde kökler korunabilmektedir (Dabire vd. 2000; Katı ve Mennan 2006).

N-2 Avermectinler (*Streptomyces avermitilis*)

Avermectinler, *Streptomyces avermitilis* (Aktinomycetales: Streptomycetaceae) gram pozitif bakterisinin fermentasyon ürünleri olarak 1975 yılında keşfedilmiştir (Pitterna vd. 2009). Avermectinler böcek, akar ve nematod öldürücü aktiviteye sahip olabilmektedirler. İnsanlarda düşük seviyelerde yan etki gösterdiği bildirilmiştir (Pitterna vd. 2009; Chen vd. 2016). Nematod mücadelesinde ergin ve larva döneminde glutamat reseptörü klor kanalı modülatörleri olarak etki etmektedir. Ülkemizde ruhsatlı avermectin içinde abamectin kök-ur nematodlarına karşı ruhsatlı olarak bulunmaktadır (BKÜ 2023).

2.3.5.3. Biyolojik ve biyolojik kökenli nematisitler üzerine yapılan çalışmalar

Ticari olarak satılan *Purpureocillium lilacinum* (Bioact) 251 suşu, başlangıçta Filipinler'deki nematod yumurtalarından izole edilmiştir (Davide ve Zorilla 1983) ve *P. lilacinum* etkili olan en önemli nematofag fungus olarak da belirtilmektedir (Park vd. 2004; Kiewnick vd. 2006). Ticareti yapılmakta olan mısır, pamuk, tatlı patates, salatalık,

domates ve çim gibi çeşitli ticareti yapılmakta olan ürünlerde nematodlara karşı kullanım için değerlendirilmiştir (Cabanillas vd. 1988; Khan ve Saxena 1997; Lawrence vd. 2008; Lawrence vd. 2010; Yan vd. 2011; Castillo vd. 2013; Crow 2013).

Holland vd. (1999), *P. lilacinum* 251 suşu'nun *Meloidogyne javanica*'nın tüm yaşam evrelerini enfekte ettiğini bildirmişlerdir.

Holland vd. (2003), yaptıkları çalışmada *P. lilacinum* 251 suşu'nun nematod yumurtasında bir parazit gibi davrandığını ancak bitki köklerinde parazit özellik göstermediğini belirtmişlerdir.

Kiewnick ve Sikora (2004), sera denemeleri ile domates üzerinde *M. incognita* ve *M. hapla* kullanarak duyarlı domates çeşidi Hellfrucht üzerinde çalışma yürütmüşler. BioAct WG olarak formüle edilen *P. lilacinum* 251 suşu, duyarlı domates çeşidi dikilmeden önce toprağa uygulanmıştır. Toprağa yapılan uygulamalar, dikimden 24 saat önce ve fide dikiminden 2 hafta sonra toprak ıslatma şeklinde uygulanmıştır. Test edilen uygulamaların sonucu dikimden 12 hafta sonra alınmış ve kontrole kıyasla ur oluşumu ile yumurta sayısını azalttığı görülmüştür.

Khan vd. (2004), *P. lilacinum* 251 suşu'nun sıvı kültüründen yarı saflaştırılmış, serin proteaz ve altı kitinazdan oluşan bir enzim preparatı, enzimlerin yumurta kabuğu yapıları üzerindeki etkisini incelemek için *M. javanica* yumurtalarına uygulanmıştır. Sonuçta proteaz ve kitinazların tek başlarına veya birlikte uygulandığında yumurta kabuğu yapılarını önemli ölçüde değiştirdiğini kayıt altına almışlardır.

Schenck (2004), Hawaii'de domates (Burpee "Orange Pixie" melezi) ve hıyar (Ferry-Morse "Marketmore 76") bitkisi üzerinde nematodların kontrolü için *P. lilacinum* 251 suşu'nun (MeloCon WG) ticari bir ürününün etkinliğini test etmek için deneme kurmuş ve MeloCon'un karşılaştırma için kullanılan toprak fümigantı kadar etkili olduğunu ve domateste nematodların kontrolü için önemli ölçüde iyi sonuç alındığını göstermiştir.

Rumbos ve Kiewnick (2006), *P. lilacinum* 251 suşu'nu 12 bitki türünde kök kolonizasyon durumu için değerlendirmişler ve en iyi kolonizasyon sonucunu arpada tespit etmişlerdir.

Kiewnick ve Sikora (2006a), *P. lilacinum* 251 suşu (PL251)'in, kök-ur nematodu *M. hapla*'ya karşı biyolojik kontrol aktivitesi için farklı sıcaklıklar altında araştırılmışlardır. PL251'in biyolojik kontrol aktivitesi sıcaklıktan ve nematod inokülasyon yoğunluğundan etkilenmiştir. Sıcaklık fungal parazit için uygun olduğunda (25°C), etkinliğin %90'a ulaştığı belirtilmiştir. *Meloidogyne hapla* gelişimi için uygun olmayan sıcaklıkların (25-33°C) olduğu sera deneylerinde, PL251 ile tekrar tekrar muamele edilen domates bitkileri önemli ölçüde yüksek meyve verimi gösterdiği bildirilmiştir.

Kiewnick ve Sikora (2006b), *P. lilacinum* 251 suşu, domateste *M. incognita*'yı kontrol etme potansiyeli açısından iklim odasında değerlendirilmiş ve kontrole kıyasla kök ur indeksinin %66, yumurta paketi sayısını %74 ve köklerdeki son nematod popülasyonunu %71 oranında azalttığı belirtilmiştir.

Rumbos vd. (2006), *P. lilacinum* 251 suşu' nun arbusküler mikorizal fungus *Glomus intraradices* ile etkileşimleri ve bunların domatesta *M. incognita*'nın kontrolü için etkinliği sera ortamında araştırılmıştır. *Purpureocillium lilacium* uygulamasının *G. intraradices* tarafından domates kök kolonizasyonunun yoğunluğu üzerinde hiçbir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Aynı zamanda toprakta tek uygulama sonrası nematofag fungus yoğunlukları mikorizal fungus varlığından etkilenmemiştir. *Purpureocillium lilacinum* 'un dikim öncesi toprak işleme sırasında tek uygulaması nematod hasarında önemli bir azalmaya yol açmıştır. Mikorizal fungus fidelerin köklerine sırasıyla ekimden 4 hafta ve 1 hafta önce fide ıslatma ve dikim öncesi *P. lilacinum* toprak uygulaması nematod yoğunluğunda en yüksek baskılamayı sağlamıştır. Bu sonuçların ticari *P. lilacinum* suşu 251 ve *G. intraradices* mikorizal fungusun nematod kontrol stratejilerine entegrasyon potansiyelini gösterdiği bildirilmiştir.

Kiewnick vd. (2010), yaptıkları çalışmada *P. lilacinum* 251 suşu'nun domatesta *M. incognita* popülasyonunu kontrol edebilmesi için farklı uygulama dozları ve farklı inokülasyon yoğunluklarını değerlendirmişlerdir. Sonucunda önemli doz-cevap ilişkileri kurulamadığı ancak ticari olarak formüle edilen etmeni en düşük dozuyla (2x10⁵ CFU/g toprak) kök çürümesi ve yumurta paketi sayısını azaltmada yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Kaşkavalcı ve Akkurt (2012) organik domates çeşidi Gökçe'nin üretiminde bazı biyolojik mücadele uygulamalarının birlikte kullanımının *M. javanica*'nın zararının azaltılmasındaki etkisini belirlemek için çalışma yapmışlardır. Uygulamalarda BioAct (*P. lilacinum* 251 suşu) ticari preparatı da dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda aşılı fidenin BioAct ile kombinasyonunun kök-ur nematodunun oluşturduğu urları kontrol bitkisine göre önemli derecede azalttığı rapor edilmiştir.

Peçen vd. (2013), organik domates Gökçe çeşidinde *M. incognita* ve *M. javanica*'ya karşı organik ve mikrobiyal gübre ile nematodidal etki gösteren bazı bitki ekstratlarının kullanılma olanaklarını ve etkinliklerini karşılaştırmak amacıyla çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda BioAct WG 400 (*P. lilacinum* 251 suşu) + QLAGri 35 (*Quillaja saponaria*) kombinasyonunun kök-ur nematodlarının oluşturduğu urları kontrol bitkisine kıyasla önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir.

Khalil (2013), yaptığı çalışmada kök-ur nematoduna karşı biyolojik kontrol denemesini saksılarda gerçekleştirmiştir. Sonuçlar, biyolojik ürün Dipel'in (*Bacillus thuringiensis*) urların oluşumunu ve yumurta kümelerini sırasıyla %71 ve %77 oranında azaltan en etkili uygulama olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Dipel (*B. thuringiensis*) ve Bio Nematon (*P. lilacinum*) kombinasyonun sürgün, kök uzunluğu ve kök ağırlığı üzerinde olumlu etkilerini göstermiştir.

Yankova vd. (2014), yaptıkları örtü altı denemelerde, hıyar Defense F1 çeşidinde kök-ur nematodlarınakarşı tek ve kombinasyon şeklinde uygulanan BioAct WG (*P. lilacinum* 251 suşu) ve *Trichoderma viride* T6 suşu'nun etkinliğini belirlemek için çalışmışlardır. Test edilen tüm ürünler nematod üremesi ile kök urlanmasını bastırması ve kontrolle karşılaştırıldığında bitki büyümesinde artış göstermiştir. Köklere en az nematod girişi ve en yüksek toplam verim, BioAct WG ve *T. viride* T6 suşu kombinasyonunda belirlendiği bildirilmiştir.

Parajuli vd. (2014), *P. lilacium* 251 suşu'nun ticari preparatının NemOut pamuk, fıstık ve mısır bitkisinde *M. incognita*'nın zararının baskılanmasını belirlemek için tarla toprağı kullanılan bir serada konsantrasyonlar hazırlanarak denemesi yapılmış ve tüm ürünlerde *Meloidogyne* spp. yumurta sayısını azalttığı bildirilmiştir.

Masheva vd. (2016), Belle F1 domatesleri ile saksı denemelerini toprak altı koşullarda yürütmüşler ve mikrobiyal ürünler olarak *B. thuringiensis* Bt1 suşu + *B. amyloliquefaciens* 2/7A suşu ve biyonematisit BioAct WG (*P. lilacium* 251 suşu), kök ur nematodlarını azaltmak için üç farklı aşamada eklenmiştir. En düşük kök urlanma oranını mikrobiyal ürünler ve biyonematisit ile yetiştirilen domates bitkilerinin gösterdiğini belirtmişlerdir.

Gine ve Sorribas (2016), dayanıklı domates çeşidi ile BioAct WG (*P. lilacium* 251 suşu) kombinasyonunun etkinliğini *M. incognita*'ya karşı iki yıl boyunca bir serada domates-hıyar rotasyonunda yumurta ve larva parazitlenmesi, sıcaklık, toprak yapısı, su etkisi, toprağın sterilizasyon durumu gibi etkenler göz önünde tutarak araştırmışlar ve dayanıklı çeşit kullanımının nematod yoğunluğunu baskılamada BioAct'a göre daha etkili olduğu bildirmişlerdir.

Gine Blasco (2016), bitki dayanıklılığının ve BioAct WG (*P. lilacinum* 251 suşu)'in *M. incognita*'ya karşı domates-hıyar rotasyonunda uygulamanın etkisini belirlemek için çalışma yürütmüşler ve dayanıklı bitkinin, BioAct WG'nin bir etkisi olmadan nematod yoğunluğunu, hastalık şiddetini ve verim kayıplarını baskılayabilen tek faktör olduğunu bildirmişlerdir.

Panayotova vd. (2016), hıyar çeşidi Kiara F1 ile biyolojik etmenlerin dahil edildiği çalışmada mikrobiyal ürünler *B. thuringiensis* Bt1 suşu + *B. amyloliquefaciens* 2/7A suşu ve biyonematisit BioAct WG (*P. lilacinum* 251 suşu) kullanmışlar ve en düşük kök uru oranı, BioAct WG ürününün uygulandığı bitkide belirlendiğini belirtmişlerdir.

Kepenekçi vd. (2017), Bruno tipi kivi fideleri üzerinde kök-ur nematodlarına (*M. incognita*) karşı bazı biyopestisitlerin nematisit etkilerini belirlemek için sera koşullarında çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada *P. lilacium* 251 suşu da denemeye dahil edilmiştir. Sonuçlar, kök-ur nematodlarının J2 leri üzerinden değerlendirilerek en iyi nematisit etkilerinin hint yağında (2013'te %77 ve 2014'te %73) ve *P. lilacium* 251 suşunda (2013'te %61 ve 2014'te %55) belirlendiği belirtilmiştir.

Dahlin vd. (2019), *M. incognita* ile bulaşık domates arazisinde mücadele potansiyellerini değerlendirmek için kimyasal Velum (Fluopyram) ve biyolojik kontrol preparatları birleştirilmiş BioAct WG (*P. lilacinum* suşu 251) ve Velum (Fluopyram) çalışılmıştır. Velum tek uygulama olarak *M. incognita* popülasyonunu bastırmada BioAct uygulamasına göre daha iyi sonuç göstermiştir. BioAct uygulamasının ise yetiştirme sezonu boyunca nematod popülasyonunu fluopyram kadar azaltmamış olsa da kontrol edebildiği belirtilmiştir. İki yıl üst üste yapılan sera denemeleri, iki nematisidin birlikte uygulanmasının *M. incognita* kontrol etkisinin güçlendirildiğini ve domates veriminin tek nematisit uygulamasına kıyasla arttığını göstermiştir. *Meloidogyne incognita* popülasyonu arttığında *P. lilacinum* 251 suşu'nun kontrol etkisi, daha düşük etkinlik göstermiştir. Sonuç olarak, kimyasal ve biyolojik nematisitlerin birleştirilmesinin kök-ur nematodu *M. incognita*'yı başarılı bir şekilde kontrol edebileceğini ve verimi

artırabileceğini gösterdiği belirtilmiştir.

Deaseger ve Watson (2019), Florida'da domateste *M. javanica* mücadelesi için üç yeni fumigant olmayan nematisidin (fluensulfone, fluopyram ve fluazaindolizine) ve iki biyonematisidin (*B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu) etkinliğini ve arazi performansını belirlemek için iki çalışma yürütmüşler diğer nematisitler kadar nematodu baskılama ve verimini arttırmada iyi sonuç vermediği bildirilmiştir.

Watson ve Deaseger (2019), Florida'da çilek üretimi yapılan iki alanda kimyasal ve biyolojik nematisitlerin (Majestene (*B. rinojensis* A396 suşu), Dazitol ve Nemakill) bitki canlılığı ve meyve verimi, bitki paraziti nematod popülasyonları ve serbest yaşayan nematod beslenme gruplarının popülasyonları üzerindeki etkileri değerlendirmişler ve biyolojik nematisitlerin ürünü artırmadığı ve bitki paraziti nematod popülasyonlarını baskılamadığını belirtmişlerdir.

Aljaafri vd. (2019), çalışmada mısır üzerinde bitki büyümesi ve *M. incognita* popülasyonunun mücadelesi çeşitli uygulamalar değerlendirilmiştir. Mısırdaki *M. incognita* mücadelesi için seçilen potansiyel biyolojik kontrol ürünlerinin (*B. rinojensis*, *Streptomyces avermentilis* ve *Bacillus firmus*) etkinliğini belirlemek için sera ortamında çalışmalar yapılmıştır. Bitki büyümesinde iyileşme yönünden sadece *B. rinojensis* ve *B. rinojensis* + *S. avermentilis* + *B. firmus* uygulamaları bitki büyüme hızına ilişkin anlamlı bir fark göstermiştir. Nematod gelişimi açısından ise kontrol uygulamasına kıyasla sadece *B. rinojensis* ve *B. rinojensis* + *S. avermentilis* + *B. firmus* uygulamalarının popülasyonda azaltma gösterdiği belirtilmiştir.

Zewain ve Ali (2019), *Meloidogyne* spp. tarafından doğal olarak enfekte edilmiş toprakta bir sera denemesi yürütmüşler ve iki dozda 8 l/ha ve 10 l/ha Tervigo 20 SC, Nematron, *P. lilacinum* ve bunların kombinasyonlarını hıyar bitkisinde *Meloidogyne* spp.'le mücadele için denemişler. Uygulamaların topraktaki nematod yoğunluğunu ve hıyar köklerindeki ur sayısını azaltmada etkili olduğunu gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmada *P. lilacinum*, nematod popülasyonunu ve ur indeksini sırasıyla %44,72 ve %88,92 oranında, 8 l/ha'daki Tervigo, kontrol uygulamasına kıyasla sırasıyla %37,89 ve %61,67 oranında azalttığı bildirilmiştir.

Shi vd. (2019), yaptıkları çalışmada, abamectin ve fludioxonilin toksisitesi sırasıyla laboratuvarda *M. incognita* ve *F. oxysporum*'a karşı araştırılmış ve abamectin ve fludioxonil kombinasyonu eş zamanlı olarak saha koşullarında değerlendirilmiş. Laboratuvar ve arazide etkili sonuç verdiği bildirilmiş. Kombine uygulamanın verimi artırma etkisi, her iki ürünün tek başına uygulanmasından önemli ölçüde daha iyi olduğu ve çalışmadan elde edilen sonuçlarda abamectin ve fludioxonilin eş zamanlı uygulanmasının hıyar üretiminde *M. incognita* ile *F. oxysporum* hastalık kompleksinin kontrolünde etkili olduğunu ve verimi artırdığını kaydetmişlerdir.

Khanal ve Desaegeer (2020), *M. javanica* ile yoğun şekilde bulaşık olan hıyar ve kavun yetiştiriciliği yapılan iki farklı alanda ve zamanda nematisit kombinasyonları ile yaptıkları çalışmada 30 gün boyunca iyi sonuç alınmış ancak daha sonra kök enfeksiyonu olduğu bildirilmiştir. 2019 yılında tek başına Majestene (*B. rinojensis* A396 suşu) ve fluopyram + Majestene uygulamaları hıyar yetiştirilen alanda popülasyonu önemli ölçüde azaltmıştır. 2017 ve 2019 yıllarında tarla denemelerinde, bitki canlılığı ve verimi,

nematisitlerin tek uygulamaları ile kombinasyonlarının uygulanmasından önemli derecede etkilenmediği yetiştirme mevsimi boyunca nematodları mücadele fırsatı sunmasına rağmen, toprak popülasyon yoğunluğunu veya ur oluşumunu azaltma açısından etkinliklerinin mevsime, yetiştirilen kabakgil türüne ve mevcut nematod türlerine bağlı olarak değişebileceğini gösterdiği belirtilmektedir. Nematisit kombinasyonları uygulandığında etkinliğin arttığına dair bazı kanıtlar gösterilmiştir, ancak bunun için daha fazla kombinasyon uygulamalarının araştırmaya ihtiyaç olduğu çalışmada vurgulanmıştır.

Dyrdahl-Young vd. (2020), farklı nematod mücadele stratejileriyle ilişkili ekonomik getirileri değerlendirmek için, ABD'nin Michigan eyaletinin merkezindeki temsili bir ticari patates çiftliği için tam maliyet tahminlerini değerlendirmişlerdir. Ekonomik getiriler, iki biyolojik kontrol ajanı [MeloCon ve Majestene (*B. rinojensis* A 396 suşu)], altı kimyasal kontrol (Mocap, Movento, Nimitz, Velum ve Vydate) ve iki toprak düzenleyicisi (kümes hayvanı ve inek gübresi) kullanılarak hesaplanmış ancak biyolojik nematisit Majestene'nin olumsuz sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir.

Giannakou vd. (2020), yaptıkları çalışmada *P. lilacinum* 251 suşu ile kitosan uygulamasının *M. javanica* J2'leri üzerine etkisini araştırmışlardır. Kitosan uygulamasında doz arttıkça etkisi artarken *P. lilacinum* uygulamasının J2'leri azaltmada kayda değer sonuç vermediğini rapor etmişlerdir.

Khanal vd. (2022), Güney Karolina'nın iki farklı coğrafi bölgesindeki şeftali bahçelerinde nematod popülasyonlarına karşı mevcut fumigant olmayan kimyasal (oxamyl ve fluopyram) ve bir biyonematisit (Majestene (*B. rinojensis* A396 suşu)) etkinliğini görmek için deneme kurulmuş ve Majestene'nin bitki paraziti nematodlar üzerinde önemli bir etkisinin gözlenmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Nnamdi vd. (2022), biyonematisitlerin biber ve kabak bitkilerinde *M. incognita*'ya karşı en iyi etki gösterenini bulmak amacıyla çalışma yapmışlardır. İlkbahar ve yaz aylarında arazi denemeleri kurulmuş *B. rinojensis* A396 suşu (Majestene) malç üzerine damlama sulama ile verilerek nematod popülasyonunu düşürmede kullanılabileceği sonucu bildirilmiştir.

Alam vd. (2023), fumigant olmayan üç nematisit ve bir biyonematisidin [Majestene (*B. rinojensis* A396 suşu)] tütün bitkisinde *M. enterolobii* kontrolündeki etkinlikleri üzerine bir saksı çalışması yürütmüşler ve biyonematisitten olumlu sonuç alınamadığını belirtmişlerdir.

Paula vd. (2024), yaptıkları çalışmada, iki ticari biyonematisidin *M. enterolobii*'ye karşı etkinliğini araştırmışlardır. Florida'da hıyar köklerine aynı anda uygulanan *P. lilacinum* 251 suşu ve *B. amyloliquefaciens* suşu D747 kombinasyonu, negatif kontrole kıyasla gram kök başına yumurta sayısını ve ur sayısını önemli ölçüde azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Schloemer (2024), biyolojik kontrol ürünleri kullanarak tatlı patatesten *M. incognita* mücadelesini incelemiştir. BotaniGard 22WP, entomopatojen nematod ve Majestene (*Burkholderia rinojensis* A396 suşu) kombinasyonu tarla koşullarında tatlı patateslere verilen nematod hasarını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir.

Göze Özdemir (2024), yaptığı çalışmada ticari preparat Bio Nematon (*P. lilacium* 251 suşu), Majestene (*B. rinojensis* A396 suşu, QI-Agri (*Quillaja saponaria*)’den oluşan üç biyonematisidi kitosan ile kombinasyon yaparak incelemiş ve biyonematisitlerin kitosan ile uygulamalarının köklerde ur ve yumurta paketi sayısını önemli oranda azalttığı ve kök ur nematodu ile mücadelede başarıyı artırabileceğini bildirmiştir.

Çipli ve Kaşkavalcı (2024), yaptıkları çalışmada hıyar bitkisinde salisilik asit ile, organik tarımda kullanımı yaygınlaşan Bio Nematon (*P. lilacium*) SL ve WP formülasyonlarının *M. incognita*’ya karşı kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Salisilik asit uygulaması pozitif kontrol (nematod inoküle edilmiş bitki) ile karşılaştırıldığında kökteki ur oluşumu üzerinde %53 oranında azaltıcı etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Salisilik asit + Bio Nematon WP uygulamasında bu oran %51,3 iken, salisilik asit + Bio Nematon SL uygulamasında ise %50,9 oranında azaltıcı etki saptanmıştır. Deneme sonunda toprakta bulunan J2 sayıları pozitif kontrol ile kıyaslandığında salisilik asit uygulaması ve salisilik asit + Bio Nematon SL uygulamasının topraktaki J2 sayısı üzerinde %34,1 oranında azaltıcı etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Göze Özdemir ve Çimenkaya (2024), Abamectin (*Streptomyces avermitilis*, Abamax) ve bitki aktivatörlerinin (harpin ve *Lactobacillus acidophilus*) tek başlarına veya kombinasyon halinde etkisi, kontrollü koşullar altında domates üzerinde *M. incognita*’ya karşı test etmişler. ProAct Plus (Harpin, 0.15 g/l), ISR-2000 (*L. acidophilus*, 1 ml/l) ve Crop-Set (*L. acidophilus*, 0.6 ml/l) yapraklara püskürtme yoluyla Abamax ise toprağa uygulanmıştır. Sonuç olarak sadece nematod ile muamele edilen bitkilerde ur indeksi 4/0-5 indeksi iken Abamax’ta 1.2/0-5 indeksi olarak bildirilmiş. Abamectinin tek başına bitki gelişimi üzerine olumlu etkisinin bitki aktivatörlerinden daha yüksek olduğu vurgulanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Ticari preparatlar

Yürütülen çalışmada Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı incelenmiş ve kök-ur nematodları için ruhsatlı biyolojik, biyolojik kökenli ve kontrol grubu olarak kimyasal ticari preparatlar belirlenerek temin edilmiş ve kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan nematisitler (BKÜ 2023)

Ticari Adı	Etken Madde	Formülasyon Şekli	Firma	Ruhsat Tarihi/ No
Majestene	954,05 g/l <i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396	SC	AMC-TR	16.06.2021/ 11949
Bio Act 216	4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l <i>Purpureocillium lilacinus</i> 251 (<i>Paecilomyces lilacinus</i> strain 251)	DC	Bayer	25.12.2018/ 11280
Tervigo 20	20 g/l Abamectin	SC	Syngenta	13.10.2011/ 8424
Abamax 50	50 g/l Abamectin	SC	Rotam	27.07.2021/ 11990
Velum Prime 400	400 g/l Fluopyram	SC	Bayer	14.10.2014/ 9865

SC: Akıcı konsantre/Süspansiyon konsantre DC: Disperse olabilen konsantre

3.1.2. *Meloidogyne incognita* izolatu

Çalışmada, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji Laboratuvarı'nın nematod kültür koleksiyonunda yer alan ve saf kültürü hassas biber çeşidinde devam ettirilen *M. incognita* G7 izolatu kullanılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. *Meloidogyne incognita* izolat adı, lokasyonu ve özelliği

Tür Adı	İzolat Adı	Lokasyon	Konukçu Bitki	Özellik	Referans
<i>Meloidogyne incognita</i>	G7	Gazipaşa, Antalya	Domates	Mi-1.2 Avirulent	Devran ve Söğüt (2009)

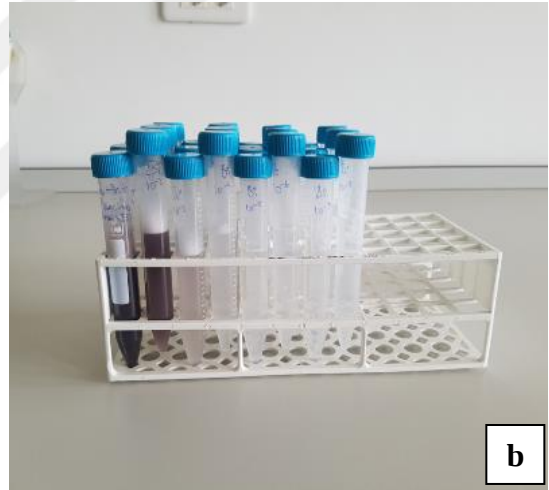
3.1.3. Bitki materyali

Çalışmada, hassas domates çeşidi Tueza F1 (Multi Tohum) biyolojik preparat testlemelerinde kullanılmıştır. Nematod izolatının çoğaltımı hassas biber bitkisi Safran F1 (Yüksel Tohum) üzerinde yapılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Biyolojik preparatların canlılık testlemesi

Biyolojik preparatlardan Bioact DC 216 fungus kültürü için en yaygın kullanılan besiyeri potato dextrose agar (PDA) ortamına, Majestene ise bakterilerin kültürü için en yaygın kullanılan besiyeri nutrient agar (NA) ortamına Akdeniz Üniversitesi Mikoloji Laboratuvarında konsantrasyonlar hazırlanarak steril kabin içinde çizimi yapılmış ve etüvde 28 °C' ye kaldırılarak 24 saat sonra kolonizasyonları gözlemlenmiştir (Griffith vd. 2007) (Çizelge 3.4.) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. a) Besi yerine çizim yapılması, **b)** Biyolojik preparatların konsantrasyonlarının hazırlanması

Biyopreparat uygulamaları yapıldıktan 60 gün sonra sökülü yapılan domates bitkilerinin toprağından örnek alınarak uygulanan mikroorganizmaların canlılığın devam edip etmediğini gözlemlemek için konsantrasyonlar oluşturulmuştur. Aynı şekilde besi yerlerine tekrar çizimi yapılarak kolonizasyonu kontrol edilmiştir.

3.2.2. Nematod türünün moleküler teşhisi

3.2.2.1. DNA izolasyonu

Çalışmalarda kullanılan nematod türünün yumurta kümesi kullanılarak DNA izolasyonu High Pure PCR Template Preparation Kit (Roche Diagnostics, Germany) kullanılarak firmanın önerdiği şekilde yapılmıştır.

3.2.2.2. PCR çalışmaları

Meloidogyne incognita moleküler doğrulaması için türüne özgü IncK14F/IncK14R primer kullanılmıştır (Randing vd. 2002). PCR içeriği; 2,5 µL DNA, 2 mM MgCl₂, 200 µM dNTPs, 0,4 µM her bir primer, 2,5 µL 10X PCR buffer, 1 Unit Taq DNA polymerase ve distile sudan oluşan toplam 25 µL hacimde oluşturulmuştur. PCR döngüsü PCR döngüsü; 94°C’de 3 dk, sonra 94°C’de 30 sn, 60°C’de 30 sn, 72°C’de 60 sn 35 döngü ve 72°C’de 7 dk olarak çalıştırılmıştır. PCR ürünleri 1X TAE içerisinde %1,5 agaroz jel kullanılarak elektroforezde yürütülmüştür. Daha sonra Xpert Green DNA Stain boyası kullanılarak UV ışık veren Gel iX Imager (İntas Gel IX Imager) cihazında görüntülenmiştir.

3.2.4. *Meloidogyne incognita* izolatının çoğaltılması

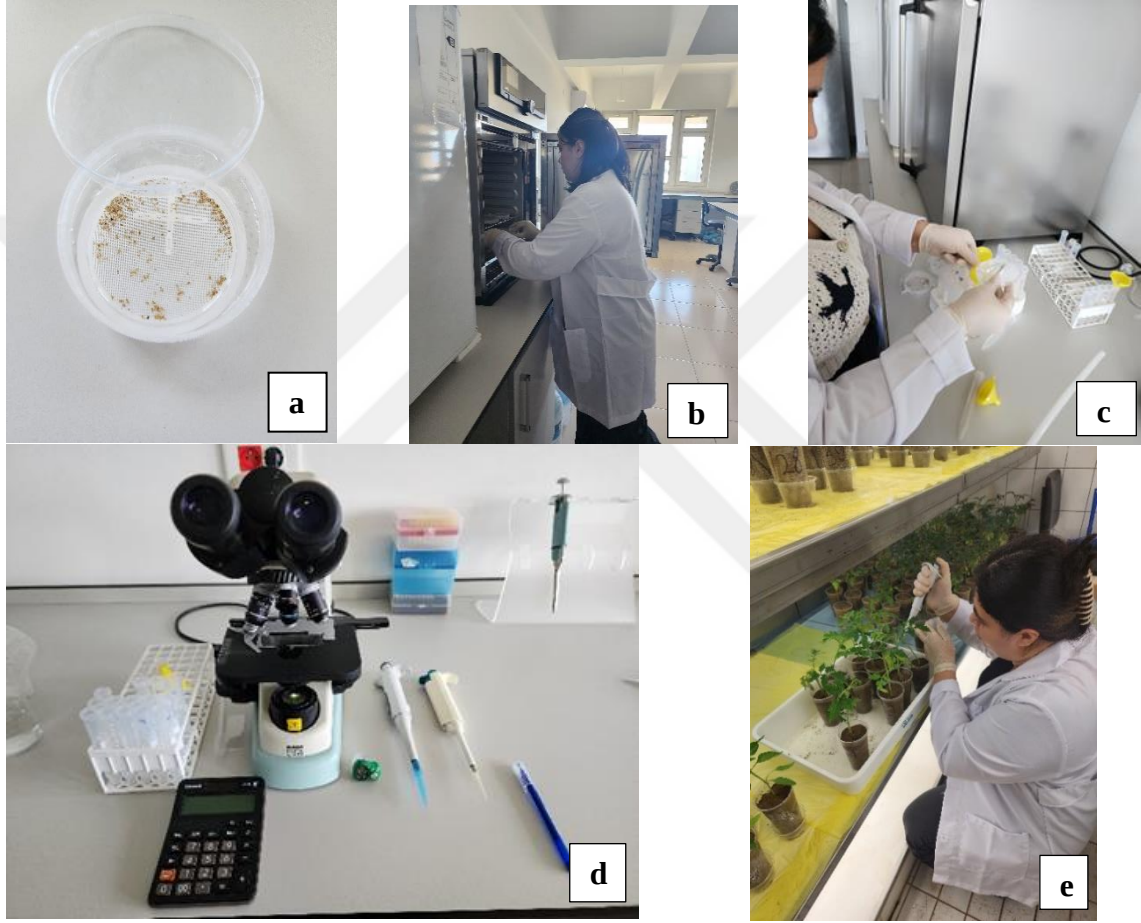
Meloidogyne incognita’nın avirülen G7 izolatı, hassas biber çeşidi Safran F1’de çoğaltılmıştır. Kumlu-tınlı toprak karışımı (>75 kum) otoklavda 121°C sıcaklıkta, 60 dk tutularak hazır hale getirilmiştir. Daha sonra 3-4 gerçek yapraklı dönemdeki biber fideleri, toprak karışımı içeren 250 ml’lik plastik şeffaf bardaklara şaşırtılmıştır (Şekil 3.2.). Dikimden 1 hafta sonra bitki kök boğazına yakınından açılan 2-3 cm derinliğindeki deliklere 1000 adet J2 bulaştırılmıştır. Bitkiler, Nematoloji Laboratuvarı’na ait 24±1 °C sıcaklık, %60±5 nem koşullarına sahip ve 16:8 saat fotoperiyot (aydınlık-karanlık) koşulları olan iklim kabininde yetiştirilmiştir. İnokülasyondan 60 gün sonra bitkilerinin sökümleri gerçekleştirilmiş ve bitki kökleri çeşme suyu altında yıkanarak topraktan arındırılmıştır. Yıkanmış köklerdeki yumurta paketleri steril bistüri ucu ve tıg yardımı ile toplanmış ve 1,5 ml’lik santrifüj tüplerine alınmıştır. Toplanan yumurta paketleri preparatların testleme çalışmasında kullanılmak üzere +4 °C’de dolaba kaldırılmıştır.



Şekil 3.2. Biber bitkisinde *Meloidogyne incognita*’nın çoğaltılması

3.2.5. *Meloidogyne incognita* izolatının domates bitkisine inokulasyonu

İnokulasyon aşaması için izolata ait çalışmada kullanılmak üzere buzdolabına kaldırılan yumurta paketlerinden ikinci dönem larvalar Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi (Hooper 1986) kullanılarak elde edilmiştir. Yumurta paketleri 9 cm çapındaki petrilerin içinde bulunan eleklerle konulmuş ve 27 ± 2 °C sıcaklıkta 48 saat inkübatörde bekletilmiştir (Şekil 3.3). Yumurta paketlerinden çıkan larvaların geçmiş olduğu su 15 ml'lik santrifüj tüplerine alınmıştır. Nematodlar mikroskop altında sayılmış ve 1000 J2/ml yoğunluğuna getirilmiştir.



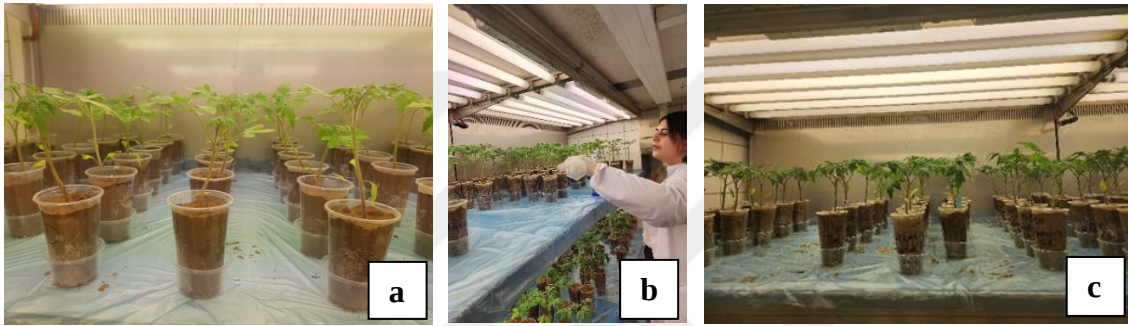
Şekil 3.3. İkinci dönem larvaların elde edilme süreçleri, a) Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemine yumurta kümelerinin konulması; b) İnkübatörde tutulması c) Falcon tüplere aktarılması d) Mikroskop altında sayım e) Domates bitkisine inokülasyon

3.2.6. Uygulanacak ticari preparatların dozlarının hesaplanması

Hesaplama işlemi her bir saksıdaki domates bitkisi için preparatların etiketleri üzerinde bulunan tavsiye dozlarına göre ve dekara 2500 adet domates fidesi dikimi yapıldığı bilgisine göre (firmalarla görüşülerek) yapılmış ve bitki başına 40 ml su ile karıştırılarak uygulanmıştır.

3.2.7. Ruhsatlı preparatların *Meloidogyne incognita*' ya karşı testlenmesi

Hassas domates çeşidi Tueza F1 dikime hazır 3-4 gerçek yapraklı dönemdeki biber fideleri, otoklavla dezenfeksiyonu yapılmış olan kumlu- tınlı toprak karışımı içeren 250 ml'lik plastik şeffaf bardaklara şaşırtılmıştır (Şekil 3.4.). Çalışma 5 tekerrür 2 tekrar şeklinde tesadüf parselleri deneme desenine göre tasarlanmıştır. Bitki dikiminden 1 hafta sonra deneme kurulmuştur. Çalışmada 4 farklı uygulama zamanı belirlenmiş ve preparatlar toprağa 40 ml su ile mezür yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.3). Sonra izolatına ait J2'ler kök boğazına yakın bir yerden açılan 2-3 cm derinliğindeki deliklere her bir bitkiye 1000 adet J2 olarak bulaştırılmıştır. Çalışma kontrollü iklim koşullarında ($24\pm 1^{\circ}\text{C}$, $60\pm 5\%$ nem, 16/8; aydınlık/karanlık) yürütülmüştür. Ayrıca her uygulama için 10 adet J2 uygulaması kontrol bitkisi, 10 adet Velum Prime (fluopyram) uygulaması yapılmış bitki ve bir adet sağlıklı bitki de denemeye dahil edilmiştir.



Şekil 3.4. a) Şeffaf bardaklara şaşırtılmış domates bitkileri b) Uygulama yapılışı c) uygulama yapılmış bitkiler

Çizelge 3.3. Preparatların farklı uygulama adları ve yöntemleri

Uygulama Adı	Uygulama Yöntemi
Nematod inokülasyonundan 3 gün önce uygulama (I. Uygulama)	Uygulanacak preparatların nematod larvaları (J2) ile inokülasyon yapılmadan önce (3 gün) domates bitkisine uygulanması
Nematod inokülasyonu ile eş zamanlı uygulama (II. Uygulama)	Uygulanacak preparatlar ile nematod larvalarının (J2) eş zamanlı olarak domates bitkisine uygulanması
Nematod inokülasyonundan 3 gün sonra uygulama (III. Uygulama)	Uygulanacak preparatların nematod larvaları (J2) ile inokülasyon yapıldıktan sonra (3 gün) domates bitkisine uygulanması

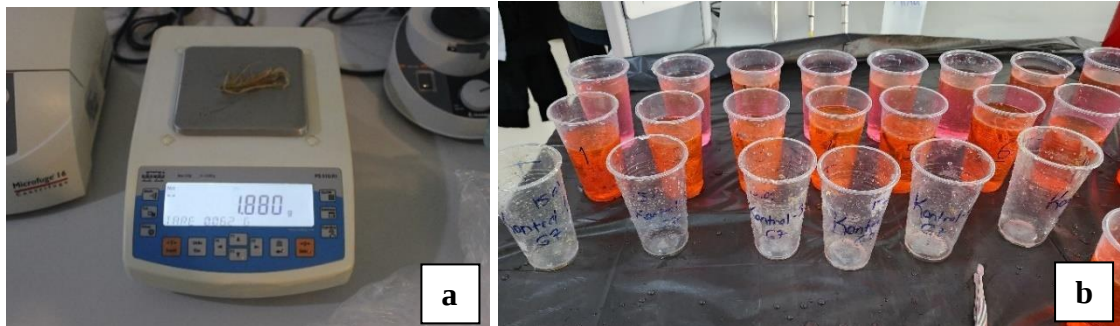
Etikette belirtilen uygulama (IV. Uygulama)	Biyolojik preparatın etiketinde belirtilen tavsiye uygulamasının yapılması <i>Purpureocillium lilacinum</i> suş 251 1. Uygulama fide dikiminden 2 hafta önce 2. Uygulama fide dikimi ile birlikte 3. Uygulama fide dikiminden 4 hafta sonra 4. Uygulama fide dikiminden 8 hafta sonra* <i>Burkholderia rinojensis</i> suş A396 1. Uygulama (2 L/da) fide şaşırtıldıktan sonra 2. Uygulama (1 L/da) ilk uygulamadan 15 gün sonra
---	--

*Tez kapsamında bu uygulama yapılmadı
Çizelge 3.3. devamı.

3.2.8. Sonuçların değerlendirilmesi

3.2.8.1. Köklerdeki ur ve yumurta paketlerinin sayılması

Bitkiler nematod inokülasyonundan sekiz hafta sonra sökümü yapılarak kök yıkama yapıp kök ağırlıkları gram olarak alınmak için hassas terazi kullanılarak tartılmıştır (Şekil 3.5.a). Daha sonra toprak altı aksamaları Pholexine B (Merck) (0.15 g/L) boyasında bekletilerek renklenme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.5.b) (Öçal vd. 2018). Bitkilerin toprak altı aksamında bulunan yumurta paketi ve urlar sayılarak 0-5 gal skalasına (Hartman ve Sasser 1985) göre değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.4.). Bu skala değerine göre 0-2 değer aralığındaki kökler için uygulanan preparatlar etkili, 3-5 değer aralığındaki kökler için uygulanan preparatlar etkisiz olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.5. a) Bitki köklerinin tartılması b) köklerin Pholexine B ile boyanması

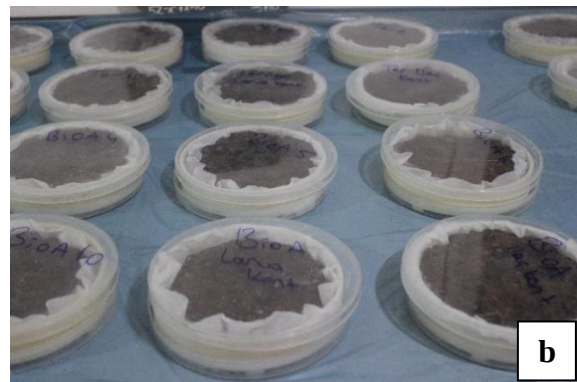
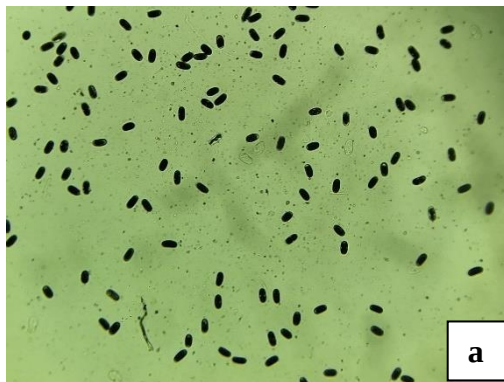
Çizelge 3.4. Köklerde ur ve yumurta paketi oluşumunun 0-5 skala değerleri (Hartman ve Sasser 1985)

Skala	Değer
0	Köklerde ur veya yumurta paketi oluşumu yok
1	Köklerde 1-3 adet ur veya yumurta paketi oluşumu var
2	Köklerde 3-10 adet ur veya yumurta paketi oluşumu var
3	Köklerde 11-30 adet ur veya yumurta paketi oluşumu var
4	Köklerde 31-100 adet ur veya yumurta paketi oluşumu var
5	Köklerde +100 adet ur veya yumurta paketi oluşumu var

3.2.8.2. Topraktaki larvaların elde edilmesi ve üreme değerinin (RF) belirlenmesi

Topraktan larvaları elde etmek için dikimi yapılan her bir bitkinin söküm sırasında toprak örnekleri ayrı ayrı poşetlenmiştir. Alınan toprakların tamamı tartılarak Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi (Hooper 1986) ile J2'ler elde edilmiş (Şekil 3.6.b, c) ve mikroskop altında sayımı yapılarak RF değeri hesaplanırken kullanılmıştır.

Meloidogyne incognita G7 izolatının biyonematisit uygulanmış domates bitkisindeki üreme durumunu belirlemek için inokulasyondan sekiz hafta sonra bitkiler sökülerek bitki başına üreme faktörü (RF) değeri hesaplanmıştır. RF değeri, bitkilerde inokulasyondan sonra elde edilen nematod sayısı (Pf)'nin bitkilere inokulasyon yapılan başlangıçtaki nematod sayısına (Pi) bölünmesi ile hesaplanmıştır (Oostenbrink 1966). Bu durumda saksıların toprağındaki J2 sayısı ile köklerde oluşan yumurta paketlerinden elde edilen yumurta sayılarının toplamının, başlangıçta verilen J2 sayısına (1000 J2) bölünmesi ile RF değeri hesaplanmıştır ($RF = Pf/Pi$). Köklerden toplanmış yumurta paketleri %2'lik NaOCl içerisinde 4-5 dakika tutularak yumurta paketleri çözdürülmüştür. Sonra, yumurta paketlerinden açılan yumurtaların mikroskop altında sayımı yapılmıştır (Hussey ve Barker 1973) (Şekil 3.6.a).





Şekil 3.6. a) Mikroskop altında nematod yumurtalarının görüntüsü, **b)** Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi ile toprakların eleğe alınmış hali, **c)** toprakların suyunun mezurlara alınmış hali

3.2.9. İstatistiksel analizler

Domates bitkilerinin kökünde oluşan yumurta paketi, urlar, topraktaki J2 sayısı, gram kökteki ur sayısı ile gram kökteki yumurta paketi sayısı, gal indeksi ve RF değerleri hesaplanarak uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Varyans analizi (ANOVA) yapılarak ortalamalar arasındaki farklar SAS (versiyon 9.00) programı kullanılarak Tukey's HSD testine ($P < 0.05$) göre karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada Tueza F1 hassas domates çeşidi üzerinde *M. incognita* G7 izolatı kullanılarak *B. rinojensis* A396 ve *P. lilacinum* 251 suşu içerikli biyolojik organizmalar ile Abamectin etken maddeli biyolojik kökenli preparatların etkinlikleri üç farklı biçimde uygulanarak test edilmiştir.

4.1. *Meloidogyne incognita* G7 İzolatının Moleküler Tanılanması

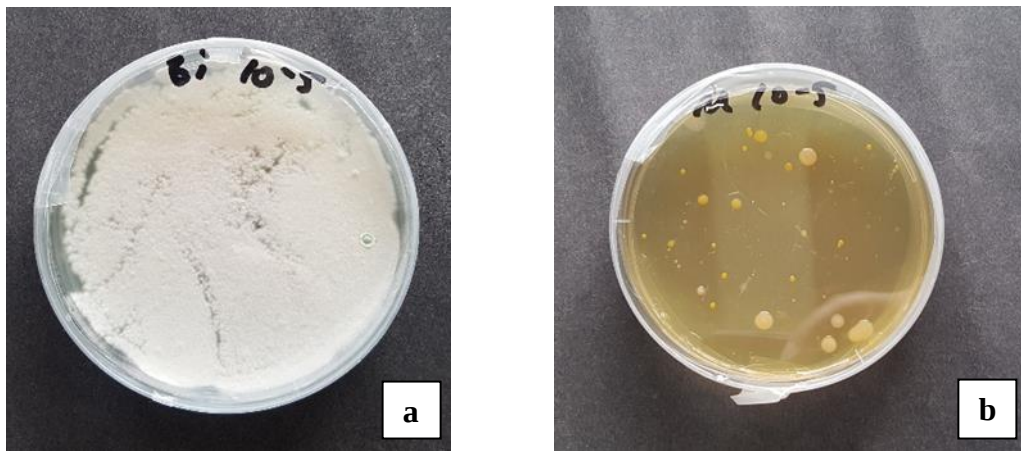
Meloidogyne incognita'nın moleküler tanılanması amacıyla türe spesifik primer çifti olan Inc-K14F ve Inc-K14R ile PCR yapılmıştır. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının PCR ürünleri beklenen yaklaşık 400 bp DNA bandını vermiştir ve örneklerin *M. incognita* olduğu doğrulanmıştır.

4.2. Biyolojik Preparatların Canlılık Testlemesi

Canlılık testlemesi için besi yerlerine çizilen örneklerin kolonizasyon durumu 48 saat sonra kontrol edilmiş ve canlılık gözlenmiştir (Çizelge 4.1; Şekil 4.1). Uygulamalar yapıldıktan 8 hafta sonra bitkiler söküldüğünde preparatların topraktaki canlılık durumu değerlendirilmiş ve canlı oldukları görülmüştür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Biyolojik preparatların uygulamalar öncesi kolonizasyon sonuçları

Preparat	Kolonizasyon Durumu
BioAct	Var
Majestene	Var



Şekil 4.1. Preparatların kolonizasyonunun kontrolü, a) Bio Act ve b) Majestene

Çizelge 4.2. Biyolojik preparatların uygulamalar sonrası canlılık sonuçları

Preparat	Canlılık Durumu
<i>Purpureocillium lilacinus</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	Var
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	Var

4.3. Preparatların *Meloidogyne incognita* G7 İzolatına Etkisi

4.3.1. Nematod inokülasyonundan üç gün önce preparatların uygulanması

Bitki dikiminden sonra toprağa önce denemeye alınan tüm preparatlar uygulanmış ve preparat uygulamasından üç gün sonra *Meloidogyne incognita* larva inokülasyonu gerçekleştirilmiştir. Değerler incelendiğinde en fazla ur sayısı kontrol (146,8)'de tespit edilirken en az ur sayısı fluopyram (0,2)'da gözlemlenmiştir. *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu uygulaması sonucu tespit edilen ur sayıları istatistiksel olarak farklılık göstermemiş fakat kontrol grubundan farklı bulunmuştur. *Burkholderia rinojensis* ve *P. lilacinum* ile abamectin ve fluopyram uygulamalarında ur sayısı istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Abamectin ve fluopyram etken maddeli preparatların uygulamaları sonucu elde edilen ur sayıları açısından istatistiksel farklılık görülmemiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.3.).

Kök başına yumurta paketi sayısı en fazla kontrol (104,9)'de, en az fluopyram (0,1)'da sayılmıştır. *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu uygulanmış bitkilerdeki yumurta paketi sayısı istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. *Purpureocillium lilacinum* 251 uygulaması yapılmamış bitkiler ise kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olduğu gözlemlenmiştir. Abamectin ve fluopyram arasında istatistiksel farklılık görülmemiştir. ($P<0.05$) (Çizelge 4.3.).

Toprakta bulunan J2 sayısı en az fluopyram (26)'da en fazla kontrol (7152)'de gözlemlenmiştir. J2 sayılarına göre preparatlar arasında istatistiksel farklılık oluşmuştur ($P<0.05$). Biyolojik preparatlar *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu istatistiksel olarak birbirinden farklı görülmemiştir. Buna karşın *P. lilacinum* 251 suşu ile kontrol arasında istatistiksel farklılık tespit edilmiştir. Abamectin ve fluopyram arasında istatistiksel farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.3.).

Bitki kökleri 0-5 gal skalasına göre değerlendirdiğinde, *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu ve kontrol uygulamaları arasında istatistiksel farklılık görülmemiştir. Abamectin ve fluopyram istatistiksel olarak farksızdır ($P<0.05$) (Çizelge 4.3.).

Üreme oranları değerlendirildiğinde, en yüksek değer kontrol grubunda (175,35)'de en düşük değer Abamectin 50 g/l (0,21)'da sayılmıştır. *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu arasında istatistiksel olarak fark

gözlemlenmemiş fakat kontrolden farklı oldukları belirlenmiştir. Abamectin ve fluopyram istatistiksel olarak farklılık göstermediği belirlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşan ur sayıları, yumurta paketi sayıları, topraktaki J2 sayıları, gal skalası ve üreme değerleri

I. Uygulama	Ur Sayısı/Kök	Yumurta Paketi Sayısı/Kök	Topraktaki J2 Sayısı	Gal Skalası *	Üreme Değeri**
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	101,1±7,6 b	84,9±9,0 ab	5276±797,6 ab	4,5±0,1 a	92,16±12,03 b
<i>Purpureocillium lilacinum</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	85,8±9,0 b	69,8±11,8 b	3058±904,5 b	4,3±0,1 a	75,30±18,60 b
Abamectin 50 g/l	0,4±0,2 c	0,2±0,2 c	44,0±19,9 c	0,3±0,1 c	0,21±0,18 c
Abamectin 20 g/l	2,8±0,7 c	1,5±0,5 c	34,0±13,3 c	1,3±0,2 b	1,29±0,46 c
Fluopyram 400 g/l	0,2±0,1 c	0,1±0,1 c	26,0±6,0 c	0,2±0,1 c	0,22±0,19 c
Kontrol	146,8±15,0 a	104,9±6,2 a	7152±951,5 a	4,8±0,1 a	175,35±15,53 a

*0-5 Skalası (Hartman ve Sasser 1985)

**Üreme değeri= son popülasyon (bitki başına yumurta ve J2 sayısı) / başlangıç popülasyonu (1000 J2)
Tablodaki sütunlar kendi içinde analiz edilmiş ve Tukey testine göre aynı harfleri gösteren değerler $P>0.05$ e göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. ±: Standart hata değerlerini göstermektedir.

Uygulamalar incelendiğinde gram kökteki ur sayısı en yüksek kontrol (51,23)'de en düşük fluopyram (0,09)'da belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu istatistiksel olarak farklıdır fakat *P. lilacinum* 251 suşu kontrolden farklı görülmüştür. Abamectin ve fluopyram etkinliği istatistiksel olarak kontrol grubundan farklı bulunmuş fakat Abamectin ve fluopyram arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.4.).

Gram kökteki yumurta paketi sayısı en fazla kontrol (36,5)'de, en az fluopyram (0,05)'da belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Abamectin ve fluopyram etkinliği istatistiksel olarak aynı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşturduğu gram kökteki ur ve gram kökteki yumurta paketi sayıları

I. Uygulama	Gram Kökteki Ur Sayısı	Gram Kökteki Yumurta Paketi Sayısı
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	39,82±2,54 ab	33,56±3,40 a
<i>Purpureocillium lilacinum</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	33,71±4,24 b	27,76±5,47 a
Abamectin 50 g/l	0,17± 0,09 c	0,08±0,08 b
Abamectin 20 g/l	1,06±0,26 c	0,56±0,22 b
Fluopyram 400 g/l	0,09± 0,06 c	0,05±0,05 b
Kontrol	51,23± 6,38 a	36,5±4,04 a

Tablodaki sütunlar kendi içinde analiz edilmiş ve Tukey testine göre aynı harfleri gösteren değerler $P>0.05$ 'e göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. $\pm$: Standart hata değerlerini göstermektedir.

4.3.2. Nematod inokülasyonu ile eş zamanlı preparatların uygulanması

Bitki dikiminden sonra toprağa preparatlar ve *M. incognita* larva inokülasyonu eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. En yüksek ur sayısı ve *P. lilacinum* 251 suşu (330)'da en düşük ur sayısı fluopyram (0)'da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5.). *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu uygulaması yapılmış bitkilerdeki ur sayısı preparat uygulaması yapılmamış kontrol grubu ile istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Abamectin ve fluopyram etkinliği istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. ($P<0.05$) (Çizelge 4.5.).

Yumurta paketi sayıları incelendiğinde, en yüksek *P. lilacinum* 251 suşu (333,3)'da en düşük fluopyram (0)'da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5.). *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu uygulanmış bitkilerdeki yumurta paketi sayısı arasında istatistiksel farklılık görülmemiştir. Buna karşın *P. lilacinum* 251 suşu kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Abamectin ve fluopyram istatistiksel olarak farklı bulunmamış fakat kontrolden farklı oldukları görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge 4.5.).

Toprakta bulunan en yüksek J2 sayısı *P. lilacinum* 251 suşu (68838)'da en düşük J2 sayısı fluopyram (70)'da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5.). *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu uygulaması yapılmış bitkilerdeki J2 sayıları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuş fakat kontrol grubundan farklı olmadıkları görülmüştür. Abamectin ve fluopyram arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu ile Abamectin arasında

istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.5.).

Bitki kökleri 0-5 gal skalasına göre değerlendirdiğinde *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu kontrol grubundan istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. Abamectin 50 g/l ve Abamectin 20 g/l arasında istatistiksel farklılık bulunmamış fakat fluopyram bunlardan istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Ayrıca bu üç kimyasal kontrolden farklı bulunmuştur ($P<0.05$). (Çizelge 4.5.).

Üreme değerleri incelendiğinde en yüksek değer *P. lilacinum* 251 suşu (589,94)'da en düşük değer fluopyram (0,07)'da tespit edilmiştir. *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu arasında istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmemiştir. *Burkholderia rinojensis* A396 suşu kontrolle istatistiksel olarak farksız, *P. lilacinum* 251 suşu ise kontrollerden farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Abamectin ve fluopyram istatistiksel olarak farksız bulunmuştur ($P<0.05$). (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşan ur sayıları, yumurta paketi sayıları, topraktaki J2 sayıları, gal skalası ve üreme değerleri

II. Uygulama	Ur Sayısı/Kök	Yumurta Paketi Sayısı/Kök	Topraktaki J2 Sayısı	Gal Skalası*	Üreme Değeri**
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	322,2±22,8 a	267,5±16,3 ab	41718±5829,8 b	5,0±0 a	501,47±43,20 ab
<i>Purpureocillium lilacinum</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	330,0±17,5 a	333,8±16,3 a	68838±7860,4 a	5,0±0 a	589,94±23,44 a
Abamectin 50 g/l	1,2±0,4 b	0,56±0,29 c	106,67±24,9 c	0,7±0,2 b	0,81±0,46 c
Abamectin 20 g/l	2,4±0,9 b	1,2±0,4 c	144,0±46,2 c	1,0±0,3 b	1,44±0,49 c
Fluopyram 400 g/l	0,0±0,0 b	0,0±0,0 c	70,0±23,8 c	0,0±0,0 c	0,07±0,02 c
Kontrol	266,9±30,6 a	237,7±35,5 b	44086±10742,4 ab	5,0±0,0 a	435,67±60 b

*0-5 Skalası (Hartman ve Sasser 1985)

**Üreme değeri= son popülasyon (bitki başına yumurta ve J2 sayısı) / başlangıç popülasyonu (1000 J2)
Tablodaki sütunlar kendi içinde analiz edilmiş ve Tukey testine göre aynı harfleri gösteren değerler $P>0.05$ ' e göre istatistiksel olarak birbirinden farksızdır. ±: Standart hata değerlerini göstermektedir.

Gram kökteki en yüksek ur sayısı kontrol (49,07)'de, en düşük ur sayısı fluopyram (0)'da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.6.). Analiz sonucunda *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu istatistiksel olarak kontrol grubundan farksız bulunmuştur. Abamectin ve fluopyram istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. ($P<0.05$) (Çizelge 4.6.).

Gram kökteki en yüksek yumurta paketi sayısı *P. lilacinum* 251 suşu (43,62)'da en düşük yumurta paketi sayısı fluopyram (0)'da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.6.). Analiz sonucuna göre *B. rinojensis* A396 suşu, *P. lilacinum* 251 suşu ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. Abamectin ve fluopyram istatistiksel olarak farklılık göstermediği fakat kontrolden farklı oldukları belirlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşturduğu gram kökteki ur ve gram kökteki yumurta paketi sayıları

II. Uygulama	Gram Kökteki Ur Sayısı	Gram Kökteki Yumurta Paketi Sayısı
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	41,07±1,55 a	35,1±2,88 a
<i>Purpureocillium lilacinum</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	42,69±1,88 a	43,62±2,61 a
Abamectin 50 g/l	0,16±0,05 b	0,07±0,03 b
Abamectin 20 g/l	0,32±0,11 b	0,15±0,06 b
Fluopyram 400 g/l	0,0±0,0 b	0,0±0,0 b
Kontrol	49,7±4,71 a	41,83±3,65 a

Tablodaki sütunlar kendi içinde analiz edilmiş ve Tukey testine göre aynı harfleri gösteren değerler $P>0.05$ ' e göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. ±: Standart hata değerlerini göstermektedir.

4.3.3. Nematod inokülasyonundan 3 gün sonra preparatların uygulanması

Bitki dikiminden sonra toprağa yapılan uygulamada *M. incognita* larva inokülasyonu yapıldıktan üç gün sonra preparatlar uygulanmıştır. En yüksek ur sayısı *B. rinojensis* A396 suşu (507,9)'de, en düşük ur sayısı fluopyram (25)'da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.7.). Analiz sonucuna göre *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu istatistiksel olarak kontrol grubu ile farklı bulunmuştur. Abamectin etken maddeli ürünler istatistiksel olarak farklı bulunmuş fakat fluopyram istatistiksel olarak bu iki üründen farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.7.).

Yumurta paketi sayısı incelendiğinde; en yüksek *P. lilacinum* 251 suşu (340,5)'da en düşük fluopyram (9,7)'da gözlemlenmiştir. Analiz sonucuna göre *B. rinojensis* A396 suşu, *P. lilacinum* 251 suşu ve kontrol arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Abamectin istatistiksel olarak farklı görülmüştür. Fluopyram, Abamectin'den istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.7.).

Toprakta bulunan en yüksek J2 sayısı *P. lilacinum* 251 suşu (43748)'da en düşük

J2 sayısı fluopyram (74)'da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.7.). *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu kontrol grubu ile istatistiksel olarak farksız çıkmıştır. Abamectin ve fluopyram arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Biyolojik organizmalar ve Abamectin arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.7.).

Bitki kökleri 0-5 gal skalasına göre değerlendirildiğinde, *Burkholderia rinojensis* A396 suşu, *P. lilacinum* 251 suşu abamectin 50 g/l ve Abamectin 20 g/l kontrol grubundan istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. Fluopyram hepsinden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.7.).

Üreme değerlerinde en yüksek değer *P. lilacinum* 251 suşu (654,87)'da en düşük değer fluopyram (15,99)'da gözlemlenmiştir. *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu uygulamaları, kontrol grubu ile istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. Abamectin ürünleri istatistiksel olarak birbirlerinden farksız fakat fluopyram ürününden ise farklılık göstermişlerdir ($P<0.05$). (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşan ur sayıları, yumurta paketi sayıları, topraktaki J2 sayıları, gal skalası ve üreme değerleri

III. Uygulama	Ur Sayısı/Kök	Yumurta Paketi Sayısı/Kök	Topraktaki J2 Sayısı	Gal Skalası*	Üreme Değeri**
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	507,9±37,1 a	311,4±36,3 a	29400,0±4937,8 a	5,0±0,0 a	487,62±52,39 a
<i>Purpureocillium lilacinum</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	444,8±27,4 a	340,5±21,2 a	43748±6071,2 a	5,0±0,0 a	654,87±49,52 a
Abamectin 50 g/l	248,9±6,0 b	184,5±20,0 b	3134,6±1019,2 b	5,0±0,0 a	295,81±50,91 b
Abamectin 20 g/l	190,1±15,6 b	150,8±16,5 b	2188,0±325,8 b	5,0±0,0 a	263,23±35,30 b
Fluopyram 400 g/l	25,0±6,7 c	9,7±4,6 c	74,0±33,6 b	3,1±0,2 b	15,99±7,95 c
Kontrol	488±18,0 a	317,5±25,6 a	39510,0±7073,5 a	5,0±0,0 a	497,66±36,22 a

*0-5 Skalası (Hartman ve Sasser 1985)

**Üreme değeri= son popülasyon (bitki başına yumurta ve J2 sayısı) / başlangıç popülasyonu (1000 J2)
Tablodaki sütunlar kendi içinde analiz edilmiş ve Tukey testine göre aynı harfleri gösteren değerler $P>0.05$ e göre istatistiksel olarak birbirinden farksızdır. ±: Standart hata değerlerini göstermektedir.

Gram kökteki ur sayısı değerlendirildiğinde en yüksek ur sayısı *B. rinojensis* A396 suşu (92,08)'de, en düşük ur sayısı fluopyram (6,39)'da gözlemlenmiştir (Çizelge 4.8.). Analiz sonucunda *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu istatistiksel olarak kontrol grubundan farksız çıkmıştır ($P\leq 0.05$). Abamectin ürünleri istatistiksel olarak farksız

bulunmuş ancak fluopyram ürününden istatistiksel olarak farklı oldukları görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge 4.8.).

Gram kökteki yumurta paketi sayısı incelendiğinde en yüksek *P. lilacinum* 251 suşu (61,19)'da en düşük fluopyram (2,57)'da gözlemlenmiştir. Analiz sonucuna göre *B. rinojensis* A396 suşu, *P. lilacinum* 251 suşu ve kontrol arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Abamectinler birbirinden istatistiksel olarak farksız bulunmuş ancak fluopyramdan istatistiksel olarak farklılık gösterdikleri belirlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşturduğu gram kökteki ur ve gram kökteki yumurta paketi sayıları

III. Uygulama	Gram Kökteki Ur Sayısı	Gram Kökteki Yumurta Paketi Sayısı
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	92,08±6,34 a	56,13±6,47 a
<i>Purpureocillium lilacinum</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	79,28±4,14 a	61,19±4,33 a
Abamectin 50 g/l	40,28±1,19 b	29,97±3,51 b
Abamectin 20 g/l	34,58±2,83 b	27,47±2,85 b
Fluopyram 400 g/l	6,39±1,63 c	2,57±1,21 c
Kontrol	91,65±5,96 a	60,18±6,43 a

Tablodaki sütunlar kendi içinde analiz edilmiş ve Tukey testine göre aynı harfleri gösteren değerler $P>0.05$ ' e göre istatistiksel olarak birbirinden farksızdır. $\pm$: Standart hata değerlerini göstermektedir.

4.3.4. Etiketle belirtilen şekilde preparatların uygulanması

Bu uygulamada biyolojik organizma içeren ürünler için firmalar tarafından önerilen bilgilere (etiketlere) göre deneme kurulmuş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Burada *P. lilacinum* suş 251 için etikette önerilen 4 kez önerilen uygulamanın üçü yapılmış birisi ise bitki söküm periyodun denk geldiği için (fide dikiminden 8 hafta sonra) yapılmamıştır. Bitki köklerinde oluşan ur sayılarına göre *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu ve kontrol grubu istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.9.).

Preparatların yumurta paketi sayıları üzerine etkisi incelendiğinde, *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmadığı fakat kontrolden farklı oldukları görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge 4.9.).

Topraktaki J2 sayısı açısından *B. rinojensis* A396 suşu, *P. lilacinum* 251 suşu ve kontrol grubu istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.9.).

Bitki köklerinde oluşan ur sayıları, skala değerine çevrildiğinde *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu kontrol ile istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($P<0.05$) (Çizelge 4.9.).

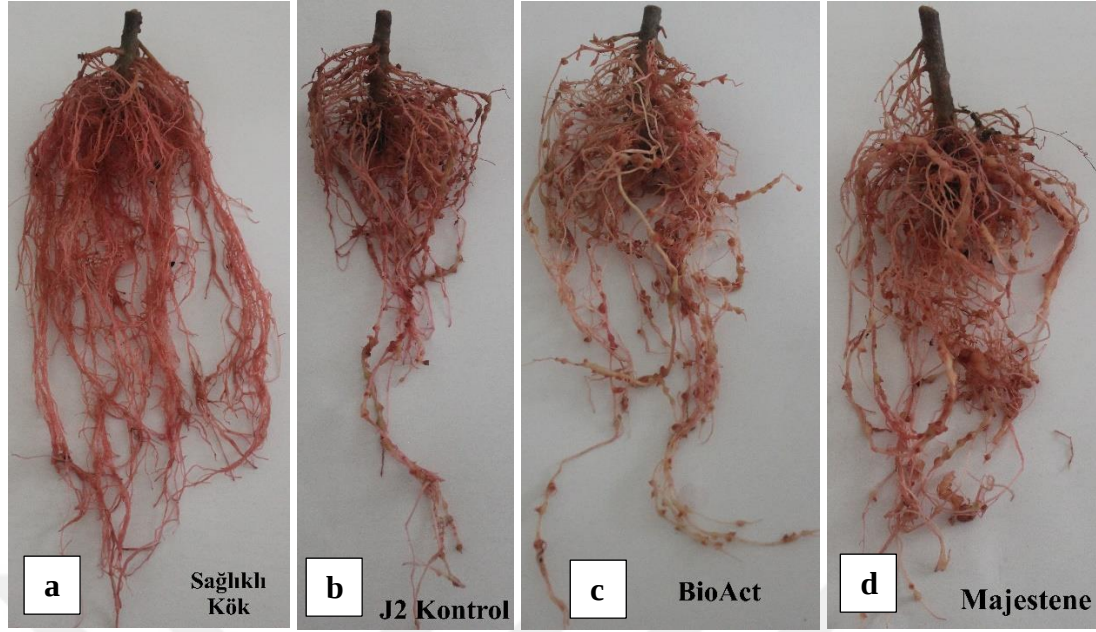
Üreme değerlerinde en yüksek değer kontrol (1033,27)'de gözlemlenmiştir. *Burkholderia rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamış fakat kontrol grubu ile istatistiksel olarak farklılık görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge 4.9.) (Şekil 4.2.).

Çizelge 4.9. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşan ur sayıları, yumurta paketi sayıları, topraktaki J2 sayıları, gal skalası ve üreme değerleri

IV. Uygulama	Ur Sayısı/Kök	Yumurta Paketi Sayısı/Kök	Topraktaki J2 Sayısı	Gal Skalası*	Üreme Değeri**
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	497,6±17,8 a	323±24,6 b	497,6±17,8 a	5,0±0,0 a	618,51±50,08 b
<i>Purpureocillium lilacinum</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	437,3±25,9 a	340,4±16,7 b	437,3±25,9 a	5,0±0,0 a	685,86±31,29 b
Kontrol	498,9±42,0 a	542,0±41,2 a	498,9±42,0 a	5,0±0,0 a	1033,27±77,02 a

*0-5 Skalası (Hartman ve Sasser 1985)

**Üreme değeri= son popülasyon (bitki başına yumurta ve J2 sayısı) / başlangıç popülasyonu (1000 J2)
Tablodaki sütunlar kendi içinde analiz edilmiş ve Tukey testine göre aynı harfleri gösteren değerler $P>0.05$ ' e göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. ±: Standart hata değerlerini göstermektedir.



Şekil 4.2. a) J2 inokulasyonu yapılmamış sağlıklı bitki kökü, b) J2 inokulasyonu yapılmış bitki kökü, c) BioAct uygulaması yapılmış bitki kökü, d) Majestene uygulaması yapılmış bitki kökü

Gram kökteki ur sayısına incelendiğinde, *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Bununla birlikte *P. lilacinum* 251 suşu kontrolden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.10.).

Burkholderia rinojensis A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu uygulanması sonrası gram kökteki yumurta paketi sayısında istatistiksel fark gözlemlenmemiş ancak kontrolden istatistiksel olarak farklı oldukları belirlenebilmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. *Meloidogyne incognita* G7 izolatının uygulamalar sonrası hassas domates çeşidi Tueza F1 üzerinde oluşturduğu gram kökteki ur ve gram kökteki yumurta paketi sayıları

IV. Uygulama	Gram Kökteki Ur Sayısı	Gram Kökteki Yumurta Paketi Sayısı
<i>Burkholderia rinojensis</i> strain A396 (954,05 g/l)	96,63±7,32 ab	63,69±7,08 b
<i>Purpureocillium lilacinum</i> 251 (4.7x10 üzeri 10 x216 adet spor/l)	82,86±3,29 b	65,52±4,53 b
Kontrol	108,32±8,62 a	118,61±9,15 a

Tablodaki sütunlar kendi içinde analiz edilmiş ve Tukey testine göre aynı harfleri gösteren değerler $P>0.05$ e göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. ±: Standart hata değerlerini göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Kök-ur nematodları sabit endoparazit beslenen canlılardır. Kök-ur nematodlarının fazla döl vermeleri ve yumurta sayılarının fazla olmaları nedeniyle mücadeleleri zorlaşmaktadır (Nyczepir ve Thomas 2009). Kök-ur nematodlarına karşı birçok mücadele yöntemi kullanılmaktadır. Kimyasal mücadelenin kök-ur nematodu popülasyonlarını kontrol etmede en etkili yöntem olduğu belirtilmiştir (Onkendi vd. 2014). Nematisitlerin maliyetleri, insan ve çevre üzerine olan olumsuz etkileri ve toprakta bulunan yararlı organizmalara toksik etkileri sebebiyle kullanımları sınırlanmaktadır (Mukhtar vd. 2013). Bu nedenle kimyasal nematisitlerin yerini alacak alternatif kontrol yöntemlerinin ve sürdürülebilir yaklaşımların geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Yılmaz 2023).

Kök-ur nematodlarıyla biyolojik mücadele kapsamında fungus ve bakteriler kullanılan başlıca organizmalardır (Ahmad vd. 2021). Bu mikroorganizmaların etkinlikleri; sıcaklık, nem, organik madde miktarı, uygulama zamanı gibi birçok etkene bağlı olarak değişmektedir. Biyolojik preparatların ve diğer biyolojik ürünlerin etkinliğinde uygulama zamanı etkinlik açısından önemli görülmektedir. Bu çalışma kapsamında Türkiye’de ruhsatlı fungus (*P. lilacinum* 251 suşu) ve bakteri (*B. rinojensis* A396 suşu) orijinli iki biyolojik mikroorganizma ile Abamectin içeren biyolojik kökenli iki nematisit ve kimyasal olarak ruhsatlı bir nematisit (fluopyram)’in farklı uygulama koşullarında *M. incognita* üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bunun için üç farklı uygulama yöntemi kullanılmıştır. Birinci uygulamada önce preparatlar uygulanmış ve uygulamadan üç gün sonra *M. incognita*’nın larva inokülasyonları gerçekleştirilmiştir. İkinci uygulamada preparatlar ve *M. incognita*’nın larva inokülasyonu eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Üçüncü uygulamada *M. incognita*’nın larva inokülasyonu yapıldıktan üç gün sonra preparatlar uygulanmıştır. Ayrıca yalnızca *B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu içeren ürünlerin kullanıldığı ilgili firmalar tarafından ürün etiketlerinde belirtilen tavsiyeleri içeren dördüncü uygulama yapılmıştır.

Nematod inokulasyondan üç gün önce yapılan uygulamada *P. lilacinum* 251 suşu ve *B. rinojensis* A396 suşu; ur sayısı, yumurta paketi sayısı, topraktaki J2 sayısı ve üreme değeri bakımından kontrol grubundan farklı olduğu görülmüştür. Abamectin ile fluopyram, *M. incognita* üzerinde benzer düzeyde etki göstererek çoğalmasını önemli düzeyde azaltmıştır. Kiewnick ve Sikora (2004), sera çalışmasında duyarlı domates üzerinde *M. incognita* ve *M. hapla* türlerine maruz kalan domates fidelerine BioAct WG olarak formüle edilen *P. lilacinum* 251 suşu’nu fide toprağa şaşırtılmadan önce uygulamış ur ve yumurta sayısını azalttığı bildirmişlerdir.

Ruhsatlı preparatlar ve *M. incognita* larva inokülasyonu eş zamanlı olarak gerçekleştirilen uygulamada, *P. lilacinum* 251 suşu ve *B. rinojensis* A396 suşu *M. incognita* üzerinde istatistiksel olarak kontrol grubuyla benzerlik göstermiştir. Buna karşın abamectin ile fluopyram etken maddesi kontrole kıyasla etkili bulunmuştur. Göze Özdemir (2024), yaptığı çalışmada Bio nematon (*P. lilacinum* 251 suşu), Majestene (*B. rinojensis* A396 suşu ve QI-Agri (*Quillaja saponaria*))’den oluşan üç biyonematisidi kitosan ile kombinasyon yaparak uygulamış ve köklerdeki ur ve yumurta paketi sayısının tekli uygulamalara kıyasla önemli oranda azalttığını ve kitosanın biyolojik preparatların etkinliği üzerine olumlu etkisini göstermiştir.

Meloidogyne incognita larva inokülasyonu yapıldıktan üç gün sonra preparatların

uygulamasında, *P. lilacinum* 251 suşu ve *B. rinojensis* A396 suşu ile *M. incognita*'nın için elde edilen parametreler kontrolden farklı bulunmamıştır. Önceki iki uygulamaya göre fluopyram etkisi bu uygulamada nispeten düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar kullanılan kimyasal preparatların sistemik etki özelliğe sahip olmadığını düşündürmektedir. Kök-ur nematodlarının bitkiye ilk 12-48 saat içinde giriş yaptıkları düşünüldüğünde (Dropkin vd. 1969; Mıstanoğlu ve Devran 2015) bitki köküne giren nematodların preparatların bu şekilde uygulanmasından etkilenmediğini ve nematodların çoğalmaya devam ettiğini göstermektedir. Schenck (2004), domates ve hıyar bitkisi üzerinde nematod kontrolü için *P. lilacinus* 251 suşu'nun (MeloCon WG) etkinliğini test etmek için yaptığı çalışmada toprak fümigantı [Vapam HL, (Sodium methylthiocarbamate)] kadar etkili olduğunu bildirmiştir. Kaşkavalı ve Akkurt (2012) organik domates çeşidi Gökçe'nin üretiminde aşılı fide ile BioAct (*Purpureocillium lilacinum* 251 suşu) kombinasyonunun *M. javanica*'nın neden olduğu urları kontrol bitkisine göre önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Peçen vd. (2013), *M. incognita* ve *M. javanica*'ya karşı mikrobiyal ve organik gübre ile nematisidal etki gösteren bazı bitki ekstratlarının kullanılma olanaklarını ve etkinliklerini karşılaştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada BioAct WG 400 (*P. lilacinus* 251 suşu) + QLAGri 35 (*Quillaja saponaria*) kombinasyonunun kök-ur nematodlarının oluşturduğu urları kontrol bitkisine kıyasla önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. Buna karşın Gine ve Sorribas (2016), dayanıklı domates çeşidi ile BioAct WG (*P. lilacinum* 251 suşu) kombinasyonunun etkinliğini *M. incognita*'ya karşı iki yıl boyunca bir serada domates-hıyar rotasyonunda yumurta ve larva parazitlenmesini birçok parametreyi (Sıcaklık, toprak yapısı, su etkisi, toprağın sterilizasyon gibi) dikkate alarak incelemişler ve dayanıklı çeşit kullanımının nematod yoğunluğunu baskılamada BioAct'a göre daha etkili olduğu bildirmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada Deaseger ve Watson (2019), *M. javanica* mücadelesi için üç yeni fumigant olmayan kimyasal nematisidin (fluensulfone, fluopyram ve fluazaindolizine) ve iki biyolojik nematisidin (*B. rinojensis* A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu) etkinliğini ve arazi performansını belirlemek için yürüttükleri çalışmada fluensulfone nematisidinin nematodu baskılama ve verimini arttırmada biyolojik nematisitlerden iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Dahlin vd. (2019), *M. incognita* ile bulaşık domates arazisinde kimyasal Fluopyram (Velum Prime) ile BioAct WG (*P. lilacinum* suşu 251) + Fluopyram (Velum) kullanmış ve Velum tek uygulama olarak *M. incognita* popülasyonunu bastırmada BioAct uygulamasına göre daha iyi sonuç göstermiştir. BioAct uygulamasının ise yetiştirme sezonu boyunca nematod popülasyonunu fluopyram kadar azaltmamış olsa da kontrol edebildiği belirtilmiştir. İki yıl üst üste yapılan sera denemeleri, iki nematisitin birlikte uygulanmasının *M. incognita* kontrol etkisinin güçlendirildiğini ve domates veriminin tek nematisit uygulamasına kıyasla arttığını göstermiştir. Giannakou vd. (2020), *P. lilacinum* 251 suşu ile kitosan uygulamasının *M. javanica* J2'leri üzerine etkisini araştırmışlar ve kitosan uygulamasında doz arttıkça etkisi artırdığı buna karşın *P. lilacinum* tek uygulamasının J2leri azaltmada kayda değer sonuç vermediğini belirtmişlerdir. Khanal ve Desaegeer (2020), *M. javanica* ile bulaşık hıyar ve kavun yetiştiriciliği yapılan iki farklı alanda nematisit kombinasyonları denemesi gerçekleştirmişlerdir. Tek Majestene (*B. rinojensis* A396 suşu ve fluopyram + Majestene kombinasyon uygulamaları hıyar yetiştirilen alanda nematod popülasyonunu önemli ölçüde azaltmıştır. Ancak çalışma sonucunda tek ve kombinasyon uygulamalarının yetiştirme dönemi boyunca nematod mücadelesi için fırsat sunmasına rağmen bir süre sonra yeterli sonuç alınamadığı daha fazla kombinasyon uygulamaları araştırmaya ihtiyaç olduğu çalışmada vurgulanmıştır. Khanal vd. (2022),

iki farklı coğrafı bölgesinde bulunan şeftali bahçelerinde nematod popülasyonlarına karşı mevcut fumigant olmayan kimyasal (oxamyl ve fluopyram) ve bir biyonematisit (Majestene (*Burkholderia rinojensis* A396 suşu)) etkinliğini görmek için deneme kurmuş ve Majestene'nin bitki paraziti nematodlar üzerinde önemli bir etkisinin gözlenmediğini belirtmişlerdir. Yapılan bir tez çalışmasında Schloemer (2024), biyolojik kontrol ürünleri kullanarak tatlı patatesten *M. incognita* mücadelesini incelemiştir. BotaniGard 22WP, entomopatojen nematod ve Majestene (*Burkholderia rinojensis* A396 suşu) kombinasyonu tarla koşullarında tatlı patateslere verilen nematod hasarını önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir.

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar; toprak özelliği, bitki dönemi, sıcaklık ve nem değerleri bakımından kontrolü koşullarda yrtlmştir. Bu veriler arazideki koşullardan önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir. Bu parametreler, sonuçlarda farklılıklara neden olabilecektir. Çünkü biyolojik organizmalar, iklim koşulları, toprak yapısı, toprakta bulunan başka organizma varlıkları, nematod türü, nematod popülasyon yoğunluğu, kullanılan bitki türü, bitkinin dikim ekim zamanı, sulama durumu, topraktaki organik madde miktarı durumu, uygulama yapılan mevsim, kolonizasyon durumu gibi farklı etkenlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye’de ruhsatlı olan *P. lilacinum* 251 suşu ve *B. rinojensis* A396 suşu içerikli iki biyolojik mikroorganizma ile abamectin içeren biyolojik kökenli iki nematisit ve fluopyram etken maddesiyle ruhsatlı bir nematisitin farklı uygulama koşullarında *M. incognita* üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı uygulama yöntemi kullanılmıştır. Birinci uygulamada önce preparatlar uygulanmış ve uygulamadan üç gün sonra *M. incognita*’nın J2 inokülasyonları gerçekleştirilmiştir. İkinci uygulamada preparatlar ve *M. incognita*’nın J2 inokülasyonu eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Üçüncü uygulamada *M. incognita*’nın J2 inokülasyonu yapıldıktan üç gün sonra preparatlar uygulanmıştır. Ayrıca sadece biyolojik organizma içeren ürünlerin kullanıldığı ilgili firmalar tarafından ürün etiketlerinde belirtilen tavsiyeleri içeren dördüncü uygulama yapılmıştır. Yapılan çalışmada her bir uygulama kendi içerisinde değerlendirilmiştir.

Çalışmada kullanılan üç uygulamada elde edilen parametreler incelendiğinde; nematod inokülasyonundan üç gün önce preparatların uygulanmasında, abamectin ve fluopyramın daha başarılı sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Bununla birlikte bu iki kimyasalın diğer 2 uygulamada etkinliklerinde farklılıklar olduğu görülmüştür. İncelenen parametreler açısından kimyasalların daha etkili bir sonuç sağlayabileceği gözlemlenmiştir. Kök-ur nematodları bitkiye girmeden önce yapılacak uygulamanın başarısını daha iyi olabileceği ve bunun mücadelede tercih edilebilir bir uygulama olabileceği düşünülmektedir.

Burkholderia rinojensis A396 suşu ve *P. lilacinum* 251 suşu kontrollü iklim odası koşullarda yapılan çalışmalarda farklılıklar göstermiştir.

Meloidogyne incognita larva inokülasyonu yapıldıktan üç gün sonra preparatların uygulanmasında etkinliklerin azaldığı görülmüştür. Kök-ur nematodu ile bulaşık alanda bitki dikiminden belirli süre geçtikten sonra yapılacak uygulamalarda başarı azalabilmektedir. Bu nedenle kök-ur nematodu ile bulaşık alanda dikim öncesi kimyasal uygulama yapmak daha etkili olabilecektir.

Çevre ve insan sağlığı bakımından daha güvenli olan biyopestisit özellikteki nematisitlerin mücadelede kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu hedef için bu tip özellik taşıyan nematisitlerin etkinliklerinin kontrolü koşullarda ve arazide araştırarak ortaya çıkarılması için araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez kapsamında yapılan çalışmada bu konuya katkı sunulması hedeflenmiştir.

Biyolojik ürünlerin etkinlikleri toprak yapısı, sıcaklık, mikroorganizmaların raf ömrünün kısa olması, ihtiyaç duyulan popülasyon miktarı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Biyolojik preparatların tek başına uygulamalarda yeterli etkinlik göstermediği durumlarda kombinasyon şeklinde yapılacak uygulamalar başarısını artıracaktır. Bu nedenle biyolojik mikroorganizmalar, farklı biyolojik ve biyolojik kökenli preparatlarla kombinasyon denemeleri, farklı doz uygulamaları, farklı zaman ve ortam denemeleri üzerinde etkinliklerini arttırmaya yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Ahmad, G. Khan, A. Khan, A.A. Ali, A. and Mohhammad, H.I. 2021. Biological control: a novel strategy for the control of the plant parasitic nematodes. *Antonie van Leeuwenhoek*, 114, 885-912, İsviçre.
- Ahmad, S.F. and Khan, T.A. 2004. Management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, by integration of *Paecilomyces lilacinus* with organic materials in chilli. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 37, 35-40.
- Akyazı, F. ve Ecevit, O. 2011. Tokat ili sebze alanlarındaki kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.)'lerinin yayılışları ve tür tespiti. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 26(1), 1-9.
- Alam, M.S. Khanal, C. Roberts, J. and Rutter, W. 2023. Impact of non-fumigant nematicides on reproduction and pathogenicity of *Meloidogyne enterolobii* and disease severity in tobacco. *Journal of Nematology*, 55.
- Aljaafri, W.A. Husain, E.R. Al-fadhal, F.A. 2019. Examination of *Burkholderia renjensis*, *Streptomyces avermentilis* and *Bacillus firmus* to management of *Meloidogyne incognita* on corn. *J. Pharm. Sci. And Res.*, 11(3), 942-947.
- Anonim 1: Tarım ve Orman Bakanlığı Karantina Etmen Listesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/1387> [Son erişim tarihi: 12.12.2024].
- Ataş, H. Uysal, G. Gözel, Ç. Özalp, T. Gözel, U. Devran, Z. 2021. First report of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on calendula in Turkey. *Journal of Nematology*, 53.
- Aydınlı, G. 2014. Orta Karadeniz Bölgesi seralarındaki kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.) popülasyonları üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, *OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı*.
- Aydınlı, G. ve Mennan, S. 2016. Orta Karadeniz Bölgesi seralarındaki kök-ur nematodlarının yayılış ve bulaşıklık oranı. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 189-198.
- Aydınlı, G. 2018. Detection of the root-knot nematode *Meloidogyne luci* Carneiro et al., 2014 (Tylenchida: *Meloidogynidae*) in vegetable fields of Samsun Province, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 42(3), 229-237.
- Aydınlı, G. Çaltepe, E. ve Mennan, S. 2022. Tuzak bitkilerin kök-ur nematodları ile mücadelede kullanım potansiyelleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1), 155-158, Bursa.
- Bailey, D.M. 1941. The seedling method for root-knot nematode resistance. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 38, 573-575.
- Barbary, A. Palloix, A. Fazari, A. Marteu, N. Castagnone-Sereno, P. and Djian-Caporalino, C. 2014. The plant genetic background affects the efficiency of the pepper major nematode resistance genes *Me1* and *Me3*. *Theoretical and Applied Genetics*, 127(2), 499-507.
- BKÜ 2023. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: Mart, 2023)

- Bleve-Zacheo, T. and Melillo, M.T. 1997. The biology of giant cells. In: F. Grundler, S. Ohl, C. Fenoll (Editors). *Cellular and Molecular Basis of Plant Nematode Interactions Kluwer Academic Publishers*, pp. 66-79, Dordrech.
- Bleve-Zacheo, T. Melillo, M.T. ve Castagnone-Sereno, P. 2007. The contribution of biotechnology to root-knot nematode control in tomato plants. *Pest Technology*, 1(1), 1-16.
- Boerma, H.R. and Hussey, R.S. 1992. Breeding plants for resistance to nematodes. *Journal of Nematology*, 24(2), 242-252.
- Cabanillas, E. Barker, K.R. and Daykin, M.E. 1988. Histology of the interactions of *Paecilomyces lilacinus* with *Meloidogyne incognita* on tomato. *Journal of Nematology*, 20(3), 362-365.
- Candido, V. d'Addabbo, T. Basile, M. Castronuovo, D. and Miccolis, V. 2008. Greenhouse soil solarization: effect on weeds, nematodes and yield of tomato and melon. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(2), 221-230.
- Carneiro, R.M.D.G: Correa, V.R. Almeida, M.R.A. Gomes, A.C.M.M. Deimi, A.M. Castagnone-Sereno, P. and Karssen, G. 2014. *Meloidogyne luci* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising different crops in Brazil, Chile and Iran. *Nematology*, 16(3), 289-301.
- Castagnone-Sereno, P. 2006. Genetic variability and adaptive evolution in parthenogenetic root-knot nematodes. *Heredity*, 96(4), 282-289.
- Castillo, J.D. Lawrence, K.S. and Kloepper, J.W. 2013. Biocontrol of the reniform nematode by *Bacillus firmus* GB-126 and *Paecilomyces lilacinus* 251 on cotton. *Plant Dis.*, 97, 967-976.
- Chen, J. Liu, M. Liu, X. Miao, J. Fu, C. Gao, H. Müller, R. Zhang, Q. Zhang, L. 2016. Interrogation of *Streptomyces avermitilis* for efficient production of avermectins. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 1, 7-16.
- Chitwood, B.G. 1949. 'Root-knot nematodes'. Part 1. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Proceedings of the Helminthological Society of Wahington*, 16(2), 90-114.
- Chitwood, B.G. Specht, A.W. and Hawis, L. 1952. Root-knot nematodes: III. Effects of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on some peach rootstocks. *Plant and Soil*, 77-95.
- Compant, S. Nowak, J. Coenye, T. Clement, C. and Barka, E.A. 2008. Diversity and occurrence of *Burkholderia* spp. in the natural environment. *FEMS Microbiol Rev*, 32, 607-626.
- Cook, R. and Evans, K. 1987. Resistance and tolerance. In: Brown, R.H. and Kerry, B.R. (Eds.) Principles and practice of nematode control in crops, *Academic Press*, N.S.W., 179-231, Sydney.
- Crow, W.T. 2013. Effects of a commercial formulation of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 on overseeded bermudagrass infested with *Belonolaimus longicaudatus*. *J. Nematol*, 45, 223.

- Cumagun C.J.R. Moosavi, M.R. 2015. Significance of biocontrol agents of phytonematodes. (Editor: T.H. Askary & P.R.P. Martinelli, Biocontrol Agents of Phytonematodes). *CAB International*, 50-78, Wallingford.
- Çipli, B. ve Kaşkavalcı, G. 2024. Hıyar (*Cucumis sativus*) bitkisinde kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile mücadelede salisilik asit ve *Paecilomyces lilacinus* strain PL1'un birlikte kullanımı. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 61(23), 335-344.
- Dabire, K.R. Duponnois, R. and Mateille, T. 2000. Indirect effects of the bacterial soil appregation on the distribution of *Pasteruria penetrans* on obligate bacterial parasite of plant-parasitic nematodes. *Geoderma*, 102, 139-152.
- Dahlin, P. Eder, R. Consoli, E. Krauss, J. and Kiewnick, S. 2019. Integrated control of *Meloidogyne incognita* in tomatoes using fluopyram and *Purpureocillium lilacinum* strain 251. *Crop Protection*, 124, 104874.
- Davide, R.G. and Zorilla, R.A. 1983. Evaluation of a fungus, *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson, for the biological control of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* Woll. As compared with some nematicides. *Philippine Agriculturist*, 66(4), 397-404.
- Deaseger, J.A. and Watson, T.T. 2019. Evaluation of new chemical and Biological nematicides for managing *Meloidogyne javanica* in tomato production and associated double-crops in Florida. *Pest Manag Sci*, 75, 3363-3370.
- Devran, Z. 2006. Hıyarda kök-ur nematodlarına karşı moleküler markırların geliştirilmesi. Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2006, Adana.
- Devran, Z. and Söğüt, M.A. 2009. Distribution and identification of root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology*, 41(2), 128-133.
- Devran, Z. Mıstanoglu, İ. and Özalp, T. 2017. Occurrence of mixed populations of root-knot nematodes in vegetable greenhouses in Turkey, as determined by PCR screening. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 124, 617-630.
- Djian-Caporalino, C. Molinari, S. Palloix, A. Ciancio, A. Fazari, A. Marteu, N. Ris, N. Castagnone-Sereno, P. 2011. The reproductive potential of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* is affected by selection for virulence against major resistance genes from tomato and pepper. *Eur J Plant Pathol*, 131, 431-440.
- Dropkin, V.H. Helgeson, J.P. and Upper, C.D. 1969. The hypersensitivity reaction of tomatoes resistant to *Meloidogyne incognita*: reversal by cytokinins. *Journal of Nematology*, 1, 1.
- Dyrdahl-Young, R. Cole, E. Tornel, M.Q. Weldon, R. and DiGennaro, P. 2020. Economic assessment of nematode biological control agents in a potato production model. *Nematology*, 22(7), 771-779.
- Elekçioğlu, İ.H. ve Uygun, N. 1994. Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes in cash crop in eastern mediterranean region of Turkey. *Proc. Of Phytopathological Union*, 409-410, Türkiye.
- Eisenback, J.D. and Triantaphyllou, H.H. 1991. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. *Manual of Agricultural Nematology*, 1, 191-274.

- Elling, A.A. 2013. Major emerging problems with minör *Meloidogyne* species. *Phytopathology*, 103, 1092-1102.
- Ertürk, H. ve Özkut, S. 1973. Ege Bölgesi şartlarında kök-ur nematodlarına (*Meloidogyne* spp.) dayanıklı asma anacı araştırması. IV. *Bilim Kongresi Bildiriler*. ss. 1-7, 5-8 Kasım, Ankara.
- Evlice, E. Özdemir, E. 2021. Batı Karadeniz Bölgesi kivi bahçelerinde kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.) yaygınlığı ve yoğunluğu. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.*, 24(5), 1093-1099.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2017. Sustainable management of the fall armyworm in Africa. FAO program for action. *Food and agriculture organisation of the united nations*. URL: <http://www.fao.org/3/a-bt417e.pdf> (Erişim tarihi: Nisan, 2023)
- Felek, A.F. Akyazı, F. 2024. First report of root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968 on kiwifruit *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang and A.R. Ferguson, 1984 in Türkiye. *Journal of Phytopathology*, 172, e13291.
- Ferreira, J.M. Carreira, D.N. Braga, F.R. and Soares, F.E. 2019. First report of the nematicidal activity of *Flammulina velutipes*, its spent mushroom compost and metabolites. *3 Biotech*, 9(11), 410.
- Franklin, M.T. 1961. A British root-knot nematode, *Meloidogyne artiellia* sp. *Journal of Helminthology*, 35(S1), 85-92.
- Ghaderi, R. and Karssen, G. 2020. An updated checklist of *Meloidogyne* Göldi, 1887 species, with a diagnostic compendium for second-stage juveniles and males. *Journal of Crop Protection*, 9(2), 183-193.
- Giannakou, İ.O. Tasoula, V. Tsafara, P. Varimpopi, M. and Antoniou, P. 2020. Efficacy of *Purpureocillium lilacinum* in combination with chitosan for the control of *Meloidogyne javanica*. *Biocontrol Science and Technology*, 30(7), 671-684.
- Gine, A., Sorribas, F. J. 2016. Effect of plant resistance and BioAct WG (*Purpureocillium lilacinum* (*Paecilomyces lilacinus*) strain 251) on *Meloidogyne incognita* in tomato-cucumber rotation in a greenhouse. *Pest. Manag. Sci.*, 73(5), 880-887.
- Gine Blasco, A. 2016. Population Dynamics of *Meloidogyne* spp. on tomato and cucumber and biologically-based management strategies. Doctoral Thesis. In: Royo, S. Javier, F. and Cesar, O.L. (Eds.). *Universitat Politècnica De Catalunya Barcelonatech Institute*, Castelldefels.
- Göldi, E.A. 1892. Relatoria sobre a molestia do cafeiro na provincia da Rio de Janerio. *Archos Mus. Nac.*, 8, 7-112.
- Göze Özdemir, F.G. 2024. Domateste kök-ur nematodu kontrolünde ticari biyonematisit ve kitosan kombinasyonları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(1), 35-41, Türkiye.
- Göze Özdemir, F.G. and Çimenkaya, H. 2024. Integrated management of *Meloidogyne incognita* on tomato using combinations of commercial abamectin and plant activator. *Karadeniz Tarım Dergisi*, <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1571516>

- Griffith, G.W. Easton, G.L. Detheridge, A. Roderick, K. Edwards, A. Worgan, H.J. Nicholson, J. and Perkins W.T. 2007. Copper deficiency in potato dextrose agar causes reduced pigmentation in cultures of various fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 276(2), 165-171.
- Gomes, C.R.M.D. and Cayrol, J.C. 1991. Relationship inoculum density of the nematophagous *Paecilomyces lilacinus* and control of *Meloidogyne arenaria* on tomato. *Rev. Nematol*, 14(4), 629-634.
- Gürkan, B. Çetintaş, R. ve Gürkan, T. 2019. Gaziantap ve Osmaniye sebze alanlarında bulunan kök-ur nematodu türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin teşhisi ile bazı nematod popülasyon ırklarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 114-125.
- Hartman, K.M. and Sasser, J.N. 1985. Identification of *Meloidogyne* species by differential host test and perineal pattern morphology. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*: Vol. II Methodology. Eds.: Baker, K.R. Carter, C.C. Sasser, J.N. North Carolina State University Graphics, Raleigh, Nort Carolina, pp. 223, USA.
- Haydock, P.P.J. Woods, S.R. Grove, I.G. and Hare, M.C. 2006. Chemical control of nematodes. In Perry, R.N. Moens, M. (Eds). *Plant Nematology*. UK, CABI Publishing, pp. 392-410, Wallingford.
- Haydock, P.P.J. Woods, S.R. Grove, I.G. and Hare, M.C. 2013. Chemical control of nematodes. Perry, R.N. Moens, M. (Eds). *Plant Nematology*, 2nd edn, 459-477, CABI, Wallingford, UK.
- Hooper, D.J. 1986. Extraction of free-living stages from soil laboratory methods for work with plant and soil nematodes. *Her Majesty's Stationery Office*, 5-30.
- Holland, R. Williams, K. and Khan, A. 1999. Infection of *Meloidogyne javanica* by *Paecilomyces lilacinus*. *Nematology*, 1(2), 131-139.
- Holland, R.J. Williams, K.L. and Nevalainen, K.M.H. 2003. *Paecilomyces lilacinus* strain Bioact251 is not a plant endophyte. *Australasian Plant Pathology*, 32, 473-478, Australia.
- Holtzman, O.V. 1965. Effect of soil temperature on resistance of tomato to rootknot nematode. *Phytopathology*, 55, 990-992.
- Hussey, R.S. and Barker, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter*, 57, 1025-1028.
- Jaouannet, M. Perfus-Brbeoch, L. Deleury, E. Magliano, M. Engler, G. Vieira, P. Danchin, E.G.J. Rocha, M.D. Coquillard, P. Abad, P. and Rosso, M.N. 2012. A root-knot nematode-secreted protein is injected into giant cells and targeted to the nuclei. *New Phytologist*, 194, 924-931.
- Jones, J.T. Haegeman, A. Danchin, E.G. Gaur, H.S. Helder, J. ve Jones, M.G. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14, 946-961.
- Karssen, G. and Moens, M. 2006. Root-knot nematodes. In: Perry, R.N. and Moens, M. (Ed.), *Plant Nematology*, CABI, London, pp. 59-90.

- Kaşkavalcı, G. and Öncüler, C. 1999. Investigations on the distribution and economic importance of *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Tylenchida: Meloidogynidae) species found in the major areas of hot climate vegetables in Aydın province. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 23, 149-160.
- Kaşkavalcı, G. Akkurt, H. D. 2012. Efficacy of the combined usage of several control methods against root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in organic tomato agriculture. *Turkish Journal of Entomology*, 36(3), 413-422.
- Katan, J. and DeVay, J.E. 1991. Soil solarization: historical perspectives, principles and uses. In: Soil solarization. Katan, J. and DeVay, J.E. (Eds). *CRC Press*, Boca Raton, 23-37, Florida.
- Katı, T. Mennan, S. 2006. Kök-ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile Biyolojik Mücadele. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(2), 265-274, Türkiye.
- Khanal, C. and Desaegeer, J.A. 2020. On-farm evaluations of non-fumigant nematicides on cucurbits. *Crop Protection*, 133, 105152.
- Kepenekci, İ. Öztürk, G. ve Evlice, E. 2002. Ülkemiz örtü altı sebze üretiminde sorun olan yeni bir kök-ur nematodu türü (*Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887) ve diğer kök-ur nematodu türleri. *IV. Sebze Tarımı Sempozyumu*, s. 55, Bursa.
- Kepenekçi, İ. 2012. Nematoloji (Bitki paraziti ve entomopatojen nematodlar) [Genel Nematoloji (cilt I), Taksonomik Nematoloji (cilt II)]. Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, *Tarım Bilim Serisi*, Yayın no: 3, 1155 s.
- Kepenekçi, İ. Dura, O. and Dura, S. 2017. Determination of nematicidal effects some biopesticides against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on kiwifruit. *Journal of Agricultural Science and Technology*, A7, 546-551.
- Kerry, B.R. 1987. Biological control. In: Brown, R.H. and Kerry, B.R. (Eds.). Principles and practice of nematode control in crops, *Academic Press*, 233-263, Orlando.
- Kiewnick, S. and Sikora, R.A. 2004. Optimizing the efficacy of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 for the control of root-knot nematodes. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 69(3), 373-380.
- Kiewnick, S. and Sikora, R.A. 2006a. Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 for the biological control of the northern root-knot nematode *Meloidogyne hapla* Chitwood. *Nematology*, 8(1), 69-78.
- Kiewnick, S. and Sikora, R.A. 2006b. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. *Biological Control*, 38, 179-187.
- Kiewnick, S. Neumann, S. Sikora, R.A. and Frey, J.E. 2010. Effect of *Meloidogyne incognita* inoculum density and application rate of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 on biocontrol efficacy and colonization of egg masses analyzed by Real-Time Quantitative PCR. *The American Phytopathological Society*, 101(1), 105-112.
- Khan, T. and Saxena, S. 1997. Integrated management of root knot nematode *Meloidogyne javanica* infecting tomato using organic materials and *Paecilomyces lilacinus*. *Bioresour Technol*, 61, 247-250.

- Khan, A. Williams, K.L. and Nevalainen, H.K. 2004. Effects of *Paecilomyces lilacinus* protease and chitinase on the eggshell structures and hatching of *Meloidogyne javanica* juveniles. *Biological Control*, 31(3), 346-352.
- Khan, A. Khan, A. Ali, A. Fatima, S. and Siddiqui, M.A. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.): biology, plant-nematode interactions and their environmentally benign management strategies. *Gesunde Pflanzen*, 75, 2187-2205.
- Khanal, C. Harshman, D. and Giles, C. 2022. On-farm evaluations of nonfumigant nematicides on nematode communities of peach. *The American Phytopathological Society*, 112(10), 2218-2223.
- Khalil, M.S. 2013. The potential of five eco-biorational products on the reproduction of root-knot nematode and plant growth. *ESci J. Plant Pathol.*, 02(02), 84-91.
- Kofoed, C.A. and White, W.A. 1919. A new nematode infection of man. *J. Am. Med. Ass.*, 72, 567-569.
- Lamovsek, J. Urek, G. and Trdan, S. 2013. Biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.): Microbes against the pests. *Acta Agricultura Slovenica*, 101(2), 263-275.
- Lawrence, G.W. Caceres, J. and Lawrence K.S. 2008. Effect of nematicide treatments for root-knot management on corn in Mississippi. *Plant Disease Management Reports*, 2, 2007.
- Lawrence, G.W. Caceres, J. Lawrence K.S. 2010. Effect of NemOut and Temik 15G for reniform nematode management in sweet potato Mississippi. *Plant Disease Management Reports*, 4, 2007.
- Li, J. Zou, C. and Xu, J. 2015. Molecular mechanisms of nematode-nematophagous microbe interactions: basis for Biological control of plant-parasitic nematodes. *Annu Rev Phytopathol*, 53, 67-95.
- Lopez-Perez, J.A. Strange, M.L. Kaloshian, I. and Ploeg, A.T. 2006. Differential response of Mi-gene resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Crop Protection*, 25, 382-388.
- Luangsa-Ard, J. Houbaken, J. Van Doorn, T. Hong, S.B. Borman, A.M. Hywel-Jones, N.L. Samson, R.A. 2011. *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS Microbiology Letters*, 321, 141-149.
- Maleita, C. Cardoso, J.M. Rusinque, L. Esteves, I. and Abrantes, I. 2021. Species-specific molecular detection of the root-knot nematode *Meloidogyne luci*. *Biology*, 10(775), 1-10
- Marrone, P.G. 2014. The market and potential for biopesticides. *American Chemical Society*, (In Biopesticides: state of the art and future opportunities), 245-258, California.
- Masheva, S. Yankova, V. Markova, D. Lazarova, Ts. Naydenov, M. Tomlekova, N. Sarsu, F. Dincheva, Ts. 2016. Use of microbiogents to reduce soil pathogens and root-knot nematodes in greenhouse-grown tomatoes. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22(1), 91-97, Bulgaria.

- Mennan, S. ve Ecevit, O. 2001. Bafra ve Çarşamba Ovaları'ndan elde edilen bazı *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) (Nematoda: Heteroderidae) popülasyonlarında ırk tespiti. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 25(1), 33-39.
- Mıstanoğlu, İ. Kaşkavalcı, G. ve Devran, Z. 2015. İzmir ve Manisa illerinde bağ alanlarında ekonomik öneme sahip bitki paraziti nematodların morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanınması. *Türk. Entomol. Derg.*, 39(3), 297-309.
- Mıstanoğlu İ. ve Devran, Z. 2015. Kök-ur nematodları ve konukçuları arasındaki ilişkiler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 37-46.
- Mıstanoğlu, İ. ve Devran, Z. 2017. Bitki paraziti nematodların beslenme stratejileri. *Türk. Entomol. Bült.*, 7(3), 249-258.
- Mıstanoğlu, İ. Uysal, G. ve Devran, Z. 2021. Bitki paraziti nematodlarla mücadelede kullanılan nematisitlerin etki mekanizmaları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2), 483-498.
- Moens, M. Perry, R.N. and Starr, J.L. 2009. *Meloidogyne* species- A diverse group of novel and important plant parasites. In: Perry, R.N. Moens, M. Starr, J.L. (Ed.) Root knot nematodes. UK: CAB International, pp. 1-17, Wallingford.
- Mukhtar, T. Kayani, M.Z. and Hussain, M.A. 2013. Response of selected cucumber cultivars to *Meloidogyne incognita*. *Crop Protection*, 44:13-17.
- Neal, J.C. 1889. The root-knot disease of the peach, orange and other plants in Florida, due to the work of *Anguillula*. U.S. Dept. Of Agriculture, *Division of Entomology*, Washington, DC, USA.
- Netscher, C. and Sikora, R.A. 1990. Nematode parasites of vegetables. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and tropical agriculture*, 237-283.
- Ndolo, D. Njugunaa, E. Adetunjib, C.O. Harbore, C. Rowea, A. Den Breeyend, A. Sangeethae, J. Singh, G. Szewczyk, B. Anjornh, T.S. Thangadurai, D. and Hospeti, R. 2019. Research and development of biopesticides: challenges and prospects. *Outlooks on pest Management*, 30(6), 267-276.
- Nnamdi, C. Grey, T.L. and Hajihassani, A. 2022. Root-knot nematode management for pepper and squash rotations using plasticulture systems with fumigants and non-fumigant nematicides. *Crop Protection*, 152, 105844.
- Nyczepir, A.P. and Thomas, S.H. 2009. Current and future management strategies in intensive crop production systems. In: Perry R.N., Moens M., Starr J.L. (Eds.), Rootknot Nematodes. UK: CAB International, 412-443, Wallingford.
- Onkendi, E. Kariuki, G.M. Marais, M. and Moleleki, L.N. 2014. The threat of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Africa: a review. *Plant Pathology*, 63(4), 727-737.
- Oostenbrink, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen*, 66-4, Hederland.
- Öçal, S. Özalp, T. and Devran, Z. 2018. Reaction of wild eggplant *Solanum torvum* to different species of root knot nematodes from Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125, 577-580.

- Öncüer, C. ve Durmuşoğlu, E. 2008. Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçları. *Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları*, 28, 472 s., Aydın.
- Özarslandan, A. Devran, Z. Mutlu, N. and Elekçioğlu İ.H. 2009. First report of Columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in potato in Turkey. *Plant Disease*, 93(3), 316.
- Panayotova, Y.V. Mateeva, M.D. Ivanova, D.T. and Kostadinov, N.M. 2016. Controlling the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in cucumber plants using soil bioagents and compost under greenhouse conditions. *Евразийский Союз Ученых*, 4-4(25), 15-17.
- Parajuli, G. Kemerait, R. and Timper, P. 2014. Improving suppression of *Meloidogyne* spp. by *Purpureocillium lilacinum* strain 251. *Nematology*, 16(6), 711-717.
- Park, J.O. Hargreaves, J.R. McConville, E.J. Stirling, G.R. Ghisalberti, E.L. and Sivasithamparan, K. 2004. Production of leucinostatins and nematocidal activity of Australian isolates of *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. *Lett. Appl. Microbiol*, 38, 271-276.
- Paula, L.L. Campos, V.P. Terra, W.C. Brum, D. Jacobs, D.C. Bui, H.X. and Desaegeer, J. 2024. The combination of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Purpureocillium lilacinum* in the control of *Meloidogyne enterolobii*. *Biological Control*, 189, 105438
- Peçen, A. Kaşkavalcı, G. Mıstanoğlu, İ. (2013). Organik domates yetiştiriciliğinde kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na karşı bazı organik ve mikrobiyal gübrelerin nematisidal etkileri. *Türk. Entomol. Derg.*, 37(4), 513-522, Türkiye.
- Pehlivan, E. ve Kaşkavalcı, G. 1993. Sanayi domatesi üretim alanlarında kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın yayılımı ve bulaşıklık oranı üzerinde araştırmalar. *SANDOM Çalışma Raporu*, 6, 61-68.
- Pitterna, T. Cassayre, J. Hüter, O.F. Jung, P.M.J. Mainfisch, P. Kessabi, F.M. Quaranta, L. Tobler, H. 2009. New ventures in the chemistry of avermectins. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 17, 4085-4095.
- Ralmi, N.H.A.A. Khandaker, M.M. ve Mat, N. 2016. Occurrence and control of root knot nematode in crops: a review. *Australian Journal of Crop Science*, 10(12), 1649-1654.
- Randing, O. Bongiovanni, M. Carneiro, R.M.D.G. and Castagnone-Sereno, P. 2002. Genetic diversity of root-knot nematodes from Brazil and development of SCAR marker specific for the coffee damaging species. *Genome*, 45(5), 862-870.
- Roberts, P.A. Frate, C.A. Matthews, W.C. and Osterli, P.P. 1995. Interactions of virulent *Meloidogyne incognita* and Fusarium wilt on resistant cowpea genotypes. *Phytopathology*, 85, 1288.
- Roberts, P.A. 2002. Concepts and consequences of resistance. In: Starr, J.L. Cook, R. and Bridge, J. (Eds) *Plant Resistance to Parasitic Nematodes*. CABI, pp. 23-41, Wallingford, UK.
- Rumbos, C.I. and Kiewnick, S. 2006. Effect of plant species on persistence of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 in soil and root colonization by the fungus. *Plant and Soil*, 283, 25-31, Germany.

- Rumbos, C. Reimanni, S. Kiewnick, S. and Sikora, R.A. 2006. Interactions of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 with the mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*: Implications for *Meloidogyne incognita* control on tomato. *Biocontrol Science and Technology*, 16(9), 981-986.
- Sasser, J.N. 1977. Worldwide dissemination and importance of the root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology*, 9(1), 26.
- Sasser, J.N. and Carter, C.C. 1985. Overview of the international *Meloidogyne* Project, 1974-1984. In: Sasser, J.N. Carter, C.C. (Eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*, biology and control. *State University Graphics*, 1, 19-24, North Carolina.
- Saucet, S.B. Van Ghelder, C. Abad, P. Duval, H. ve Esmenjaud, D. 2016. Resistance to root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. in woody plants. *New Phytologist*, 211(1), 41-56.
- Schenck, S. 2004. Control of nematodes in tomato with *Paecilomyces lilacinus* strain 251. *Hawaii Agriculture Research Center*, Vegetable Report, 5.
- Schloemer, C.M. 2024. Evaluation of winter cover crops and biological control products to manage *Meloidogyne incognita* and insect pest damage in organic sweetpotatoes. *Master of Science*, Auburn University, p. 107, Alabama.
- Seid, A. Fininsa, C. Mekete, T. Decraemer, W. and Wesemael, W.M. 2015. Tomato (*Solanum lycopersicum*) and root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) a century old battle. *Nematology*, 17(9), 995-1009.
- Sert Çelik, E. Özalp, T. Mistanoglu, İ. Devran, Z. 2019. Identification of plant-parasitic nematodes associated with cut flowers. *Journal of Plant Diseases and Production*, 126, 409-420.
- Shi, X. Qiao, K. Li, B. and Zhang, S. 2019. Integrated management of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* in cucumber by combined application of abamectin and fludioxonil. *Crop Protection*, 126, 104922.
- Siddiqui, Z.A. and Mahmood, I. 1999. Role of bacteria in the management of plant parasitic nematodes: a review. *Bioresource Technology*, 69, 167-179.
- Sledge, E.B. and Golden, A.M. 1964. *Hypsoperine graminis* (Nematoda: Heteroderidae), a new genus and species of plant-parasitic nematode. *Proceeding of the Helminthological Society of Washington*, 31, 83-88.
- Smith, P.G. 1944. Embryo culture of a tomato species hybrid. *Proceeding of the American Society for Horticultural Science*, 44, 413-416.
- Stirling, G.R. 1991. Biological control of plant-parasitic nematodes. *CAB International*, p. 282, Wallingford, UK.
- Stirling, G.R. 2014. Biological control of plant-parasitic nematodes: soil ecosystem management in sustainable agriculture, *CABI, Brisbane*, p. 501.
- Treub, M. 1885. Onderzoekingen over sereh-ziek suikerriet gedaan in 'slands plantentuin te Buitenzorg. *Meded. Pl. Tuin*, Batavia 2.

- Trudgill, D.L. and Blok, V.C. 2001. Apomictic polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 39, 53-57.
- Tzortzakakis, E.A. Trudgill, D.L. and Phillips, S. 1998. Evidence for a dosage effect of the Mi gene on partially virulent isolates of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 30, 76-80.
- Uysal, G. Söğüt, M.A. and Elekçioğlu, İ.H. 2017. Identification and distribution of root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.) in vegetable growing areas of Lakes Region in Turkey. *Türk. Entomol. Derg.*, 41(1), 105-122, Bolu.
- Uysal, G. Mıstanoglu, İ. Koca, M. Devran, Z. 2021. Bitki paraziti nematodların mücadelesinde kullanılan biyonematisitler. *Türk. Biyo. Mücadele Derg.*, 12(2), 141-156.
- Uysal, G. Mıstanoglu, I. and Devran, Z. 2023. Genetic variation and identification of *Meloidogyne graminis* populations from golf fields in Antalya province of Türkiye. *Journal of Phytopathology*, 171, 291-299.
- Whitehead, A.G. 1968. Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematodea: Heteroderidae) with descriptions of four new species. *The Transactions of the Zoological Society of London*, 31(3), 263-401.
- Whitehead, A.G. 1998. Plant nematode control. *CAB International*, 209-236, New York.
- Williamson, V.M. and Hussey, R.S. 1996. Nematode pathogenesis and resistance in plants. *The Plant Cell*, 8, 1735-1745.
- Williamson, V.M. and Gleason, C.A. 2003. Plant-nematode interactions. *Plant Biology*, 6, 327-333.
- Xiang, N. Lawrence K.S. and Donald, P.A. 2018. Biological control potential of plant growth-promoting rhizobacteria suppression of *Meloidogyne incognita* on cotton and *Heterodera glycines* on soybean: a review. *J. Phytopathol*, 166, 449-458.
- Yağcı, M. ve Kaşkavalcı, G. 2016. Ege bölgesi şeftali alanlarında görülen kök-ur nematodu türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin belirlenmesi ve yayılış alanlarının saptanması. *Türkiye 6. Bitki Koruma Kongresi*, ss. 451, 5-8 Eylül, Konya.
- Yan, X.N. Sikora, R.A. and Zheng, J.W. 2011. Potential use of cucumber (*Cucumis sativus* L.) endophytic fungi as seed treatment agents against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*, *J. Zhejiang Univ. Sci. B.*, 12, 219-225.
- Yankova, V. Markova, D. Naidenov, M. and Arnaoudov, B. 2014. Management of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in greenhouse cucumbers using microbial products. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2, Turkey
- Yılmaz, A. Çakmak, T. and Gözel, U. 2023. First report of root-knot nematode *Meloidogyne hapla* (Chitwood 1949) (Nematoda Meloidogynidae) on *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. ex AW Hill) in Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(6), 1312-1316.
- Yıldız, Ş. Gök, E. Özer, G. and İmren, M. 2021. Investigations on soil nematode diversity in three contrasting habitat types in Bolu. *Türk. Entomol. Derg.* 45(4), 451-461, Turkey.

- Young, L.D. 1992. Problems and strategies associated with long-term use of nematode resistant cultivars. *Journal of Nematology*, 24(2), 228-233.
- Yüksel, H. 1974. Kök ur Nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye'deki durumu ve bunların popülasyon problemleri üzerine düşünceler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 83–105.
- Zewain, Q.K. and Ali, S.F. 2019. Evalution of some organic formulations and their combinations as integrated management programs for root knot nematode *Meloidogyne* spp. on cucumber plants under greenhouse condition. *Plant Archives*, 19(2), 106-110.



ÖZGEÇMİŞ

Duru EROL

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2022-2024	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Ordu Üniversitesi
2017-2021	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Üretim Sorumlusu	Aktif Fide Üretim A.Ş.
2023-2024	Ziraat Mühendisi, Süs Bitkileri, Antalya
Ziraat Mühendisi	Baş İnovasyon Enerji San. Ltd. Şti.
2024-2025	Ziraat Mühendisi, Antalya