



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
ENTOMOLOJİ BİLİM DALI**

**KÖK-UR NEMATODU *MELOIDOGYNE INCOGNITA* VE
MELOIDOGYNE LUCI'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE
BAZI *TRICHODERMA* TÜRLERİNİN POTANSİYELLERİNİN
FARKLI UYGULAMALARLA ARAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Hatice Beyza EREN

Danışman
Prof. Dr. Sevilhan MENNAN

SAMSUN
2021

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
ENTOMOLOJİ BİLİM DALI



**KÖK-UR NEMATODU *MELOIDOGYNE INCOGNITA* VE
MELOIDOGYNE LUCI'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE
BAZI *TRICHODERMA* TÜRLERİNİN POTANSİYELLERİNİN
FARKLI UYGULAMALARLA ARAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Hatice Beyza EREN

Danışman

Prof. Dr. Sevilhan MENNAN

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Hatice Beyza EREN tarafından, **Prof. Dr. Sevilhan MENNAN** danışmanlığında hazırlanan “**Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne incognita* ve *Meloidogyne luci*’nin Biyolojik Mücadelesinde Bazı *Trichoderma* Türlerinin Potansiyellerinin Farklı Uygulamalarla Araştırılması**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 11.8.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Sevilhan MENNAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Gökhan AYDINLI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Dönem Projesi tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

25 / 08 / 2021

Hatice Beyza EREN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne incognita* ve *Meloidogyne luci*'nin Biyolojik Mücadelesinde Bazı *Trichoderma* Türlerinin Potansiyellerinin Farklı Uygulamalarla Araştırılması

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 02/07/2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 6

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

İmza

02 / 07 / 2021

Prof. Dr. Sevilhan MENNAN

ÖZET

KÖK-UR NEMATODU *MELOIDOGYNE INCOGNITA* VE *MELOIDOGYNE LUCI*'NİN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE BAZI *TRICHODERMA* TÜRLERİNİN POTANSİYELLERİNİN FARKLI UYGULAMALARLA ARAŞTIRILMASI

Hatice Beyza EREN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Ağustos/2021

Danışman: Prof. Dr. Sevilhan MENNAN

Kök-ur nematod (*Meloidogyne* spp.)'ları yeryüzünün tamamında yayılış gösteren, geniş konukçu dizisine sahip, önemli bitki zararlıları konumundadır ve mücadelesi oldukça zordur. Mücadele yöntemlerinin uygulanmasındaki çeşitli dezavantajlar, alternatif yöntemleri ve özellikle biyolojik mücadele çalışmalarını ön plana çıkarmıştır. Bu çalışmada kök-ur nematodlarından *M. incognita* ve yeni tür konumunda olan *M. luci*'nin biyolojik mücadelesinde entomopatojen fungusların başında gelen *Trichoderma*'nın 4 farklı türü (*T. atroviride*, *T. asperellum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*) kullanılmıştır. Laboratuvar denemelerinde *Trichoderma* izolatlarının yumurta açılımına ve 2. dönem larvalarına (L2) olan etkinlikleri araştırılmış ve *M. incognita* ve *M. luci*'de kontrole kıyasla yumurta açılımını en fazla engelleyen izolatlar sırasıyla %88.71 ve %83.67 oranı ile *T. harzianum* olmuştur. Kontrole kıyasla L2'lerde öldürücü etkiye en fazla sahip olan izolatlar *M. incognita* ve *M. luci*'de sırasıyla %85.58 oranı ile *T. atroviride* ve %80.38 oranı ile yine *T. harzianum* olmuştur. Sera denemelerinde ise *Trichoderma* izolatlarının üreticilere önerilebilmesi için uygulama zamanları hassas domates fidesi üzerinde denenmiştir. Bunun için ilk uygulama zamanında, nematod ve fungusun aynı anda toprakta bir hafta bekletilmesi ve sonrasında fideye şaşırtılması, ikinci uygulama zamanında nematod ve fungus toprakta karıştırılıp hemen fideye şaşırtılması ve son uygulamada ise izolatlar fidelere uyganıp 3 gün bekletildikten sonra şaşırtılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Genel olarak her üç uygulamada da bitki gelişimi artarken, nematodun değişen oranlarda baskılandığı saptanmıştır. En fazla etkinin görüldüğü uygulama zamanı nematodun fungus ile toprakta bir hafta bekletildiği uygulama olmuştur. *M. incognita* ve *M. luci*'de yumurta açılımını en fazla engelleyen izolat sırasıyla %99.44 ve %96.75 oranı ile *T. harzianum* olmuştur. L2'lerde en fazla öldürücü etki *M. incognita* ve *M. luci*'de sırasıyla %97.60 ve %98.29 oranı ile yine *T. harzianum* olmuştur. Elde edilen sonuçlar *Trichoderma*'nın; *M. incognita* ve *M. luci* yumurtaları ve L2'leri üzerinde etkisini ortaya koymuş olup bundan sonraki çalışmalara temel teşkil edecektir.

Anahtar Sözcükler: *Meloidogyne luci*, *Meloidogyne incognita*, *Trichoderma* spp., biyolojik mücadele.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE POTENTIALS OF SOME *TRICHODERMA* SPECIES IN DIFFERENT APPLICATIONS IN THE BIOLOGICAL STRUGGLE OF THE ROOT-KNOT NEMATODE *MELOIDOGYNE INCOGNITA* AND *MELOIDOGYNE LUCI*

Hatice Beyza EREN

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Plant Protection

Master, August/2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sevilhan MENNAN

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are important pests which spread throughout the world, have a large host range and difficult to control. Various disadvantages in the application of methods of control have highlighted alternative methods in particular biological control studies. In this study, 4 different species of *Trichoderma* (*T. atroviride*, *T. asperellum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*), one of the leading entomopathogenic fungi, were used in the biological control of eggs and second stage juveniles of *M. incognita* and the new species *M. luci*. In *in-vitro* experiments, the activities of *Trichoderma* isolates on egg hatching and second stage larvae (L2) were investigated and *T. harzianum* was the isolates that inhibited egg hatch the most in *M. incognita* and *M. luci* compared to control, with 88.71% and 83.67%, respectively. Compared to the control, the isolates with the highest lethal effect in L2's were *T. atroviride* with 85.58% and *T. harzianum* with 80.38%, respectively, in *M. incognita* and *M. luci*. In an *in-vivo* trial, the application times were tested on sensitive tomato seedlings so that *Trichoderma* isolates could be recommended to producers. For this, at the first application, the nematode and the fungi were kept in the soil at the same time and waited for a week and then susceptible tomato seedlings were transplanted, at the second application, the nematode and the fungi were mixed in the soil and tomato seedlings were transplanted immediately and in the last application, isolates were applied to the seedlings and waited 3 days before transplantings. In general, it was found that plant development increased and nematodes were suppressed in all three applications. The application time in which the most effect was observed was the application in which the nematode remained in the soil with the fungus for a week. *T. harzianum* was the most effective isolates for egg hatching preventing for *M. incognita* and *M. luci* as a rates of 99.44% and 96.75%, respectively. The most lethal effect of second stage juveniles of *M. incognita* and *M. luci* was *T. harzianum* again as a rates of 97.60% and 98.29%, respectively. The findings revealed the effects of *Trichoderma* isolates on *M. incognita* and *M. luci* eggs and second stage juveniles, and will serve as a basis for future research.

Keywords: *Meloidogyne luci*, *Meloidogyne incognita*, *Trichoderma* spp., biological control.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinden yazım aşamasına kadar her zaman bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Sevilhan MENNAN'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Gökhan AYDINLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Değerli ablam Araş. Gör. Elif YILDIRIM'a sürekli yanımda olduğu, desteğini her daim gösterdiği, ablalarımın yokluğunu bana hissettirmedeği ve en önemlisi beni de küçük kardeşi olarak gördüğü için çok teşekkür ederim.

Şu an aramızda olmasa da selam göndermeyi asla eksik etmediğim Nedim YILDIRIM'a ve değerli eşi Yurdagül YILDIRIM'a manevi desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Su ve Ay'ın Güneş'i olan Zehra Eda GEZGİÇ'e çocuklarıyla yüzümü güldürdüğü için çok teşekkür ederim.

Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Enstitü Sekreteri Alparslan ÖZTÜRK'e sorularıma her daim cevap verdiği için çok teşekkür ederim.

Değerli arkadaşım Sosyolog Makbule ÇİÇEK'e ve Avukat Pınar ÖKSÜZ'e lise hayatımdan bu yana yanımda oldukları ve varlıklarını her daim arkamda hissettirdikleri için teşekkürü bir borç bilirim.

Arkadaşlarım Esmâ BÖLÜK'e, Sibel MAKBUL'e, Abdullah Esat ALTINIŞIK'a, Sine KAYA'ya, Hatice DEMİR'e, Çağlar KALKAN'a ve Nematoloji ekip arkadaşlarımdan Fadime ŞEN başta olmak üzere tezimin çalışma süresince bana yardımcı olan herkese teşekkür ederim.

Lise hayatım boyunca yanımdaki varlığını her daim hissettiğim Kimya öğretmenim Sülhan KENARBAĞ'a bana öğrettiği her şey için çok teşekkür ederim.

Ablalarım Semra ve Kevser ŞAHİN'e her zaman benden esirgemedikleri manevi desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Abim Fatih EREN'e, eşi Esranur SAKARYA EREN'e ve o güzel çocukları Bilge ve Alp EREN'e her daim yanımda oldukları ve yüzümü güldürdükleri için çok teşekkür ederim.

Son olarak beni yetiştiren, sürekli yanımda olan ve her türlü desteğini benden esirgemeyen aileme; annem Zayriye ve babam Şenol EREN'e, ablam Zeynep Merve ve eşi Ahmet Faruk UNUTUR'a, ablam Rümeysa Büşra EREN'e ve kardeşim Alperen EREN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hatice Beyza EREN

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Nematod Popülasyonu	14
3.1.2. Fungus İzolatları	14
3.1.2.1 <i>Trichoderma</i> Taksonomisi.....	14
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Toprak Sterilizasyonu	15
3.2.2. Nematod Popülasyonuna Ait Seri Kültür Bitkilerinin Oluşturulması.....	15
3.2.3. Seri Kültür Bitkilerinden Yumurtaların Elde Edilmesi	17
3.2.4. Seri Kültür Bitkilerinden 2. Dönem Larvaların Elde Edilmesi	18
3.2.5. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Elde Edilmesi ve Gelişimlerinin Sağlanması.....	19
3.2.6. <i>Trichoderma</i> İzolatlarından Spor Solüsyonlarının Elde Edilmesi	19
3.3. Laboratuvar Denemelerinin Kurulması	20
3.3.1. Nematod Yumurtalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması	20
3.3.2. Nematod 2. Dönem Larvalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması.....	22
3.3.3. Laboratuvar Denemelerinin Değerlendirilmesi	22
3.4. Sera Denemelerinin Kurulması	23
3.4.1. Denemede Kullanılacak Fidelerin Yetiştirilmesi.....	23
3.4.2. Hassas Domates Bitkilerinin, <i>Trichoderma</i> ve Nematodun Aynı Anda Verilerek Bir Hafta Bekletildiği Topraklara Şaşırtılması.....	24
3.4.2.1. Nematod Yumurtalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması	24
3.4.2.2. Nematod 2. Dönem Larvalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması ...	26
3.4.3. Hassas Domates Bitkilerinin, <i>Trichoderma</i> ve Nematod Bulaştırılmış Topraklara Hemen Şaşırtılması.....	27
3.4.3.1. Nematod Yumurtalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması	27
3.4.3.2. Nematod 2. Dönem Larvalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması ...	28
3.4.4. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Hassas Domates Fidelerine Uygulanması.....	29
3.4.4.1. Domates Fidelerinin Köküne Fungus Solüsyonlarının Uygulanması ve Yumurta ile Bulaştırılması	29

3.4.4.2. Domates Fidelerinin Köküne Fungus Solüsyonlarının Uygulanması ve 2. Dönem Larva ile Bulaştırılması	30
3.4.5. Sera Denemelerinin Değerlendirilmesi	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1. Bulgular	34
4.1.1. Laboratuvar Denemelerinin Bulguları.....	34
4.1.1.1. İzolatların, <i>Meloidogyne luci</i> ve <i>Meloidogyne incognita</i> Yumurta Açılımına Etkileri.....	34
4.1.1.2. İzolatların, <i>Meloidogyne luci</i> ve <i>Meloidogyne incognita</i> 2. Dönem Larvasına Öldürücü Etkileri.....	40
4.1.2. Sera Denemelerinin Bulguları.....	43
4.1.2.1. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Farklı Uygulama Zamanlarına Göre <i>Meloidogyne luci</i> Yumurtası Bulaştırılmış Hassas Domates Bitkilerinin, Gelişime ve Nematod Zararına Etkileri	43
4.1.2.2. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Farklı Uygulama Zamanlarına Göre <i>Meloidogyne luci</i> 2. Dönem Larvaları Bulaştırılmış Hassas Domates Bitkilerinin, Gelişime ve Nematod Zararına Etkileri	51
4.1.2.3. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Farklı Uygulama Zamanlarına Göre <i>Meloidogyne incognita</i> Yumurtası Bulaştırılmış Hassas Domates Bitkilerinin, Gelişime ve Nematod Zararına Etkileri.....	59
4.1.2.4. <i>Trichoderma</i> İzolatlarının Farklı Uygulama Zamanlarına Göre <i>Meloidogyne incognita</i> 2. Dönem Larvası Bulaştırılmış Hassas Domates Bitkilerinin, Gelişime ve Nematod Zararına Etkileri	66
4.2. Tartışma.....	74
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
6. KAYNAKLAR.....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
l	Litre
ml	Mililitre
mg	Miligram
sn	Saniye
µm	Mikrometre
µl	Mikrolitre
BPN	Bitki Paraziti Nematod
PDA	Potato Dextrose Agar
Rf	Üreme Faktörü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Seri kültür için ekilen domates tohumları ve 5-6 yapraklı dönemi	15
Şekil 3.2. Seri kültür için şaşırtılan domates fideleri	16
Şekil 3.3. a) <i>Meloidogyne luci</i> Çr-34 popülasyonu ile bulaşık seri kültür bitkileri, b) <i>Meloidogyne incognita</i> Çr-20 popülasyonu ile bulaşık seri kültür bitkileri.....	16
Şekil 3.4. a) Köklerin yıkanması, b) Köklerin 1-2 cm boyutunda kesilmesi, c) Köklerin çamaşır suyunda 3 dk boyunca çalkalanması, d) Köklerin elekten geçirilmesi, e) Alt elekte toplanan yumurta solüsyonunun bir araya toplanması, f) Mikroskop altında yumurta görüntüsü.....	17
Şekil 3.5. a) Süzgeç içerisine 10 ml yumurta solüsyonu eklenmesi, b) Yumurta solüsyonunun görüntüsü, c) Çoklu yumurta solüsyonlarından 2. dönem larva elde edilmesi için hazırlanmış tepsî yöntemi, d) Mikroskop altında 2. dönem larva görüntüsü.....	18
Şekil 3.6. a) <i>Trichoderma atroviride</i> , b) <i>Trichoderma asperellum</i> , c) <i>Trichoderma hamatum</i> , d) <i>Trichoderma harzianum</i> petrideki görüntüleri	19
Şekil 3.7. a) <i>Trichoderma</i> izolatu üzerine 100 ml steril su dökülerek spatül ile kazınması, b) Spor süspansiyonları iki katlı tülbent ile 1000 ml'lik steril cam otoklav şişelerine süzülmesi, c) Tüm izolatların 1×10^8 spor ml^{-1} hazırlanmış konsantrasyonları	19
Şekil 3.8. a) Fungusun yumurtaya etkisini değerlendirmek amacıyla hazırlanan uygulamaların karıştırılması, b) Uygulamaların $24 \pm 3^\circ\text{C}$ 'de 1 hafta bekletilmesi	20
Şekil 3.9. Nematod yumurtası ve <i>Trichoderma</i> solüsyonu verilen kumdan 1 hafta sonra nematodun Baerman Huni yöntemi ile elde edilmesi a) Uygulama yapılan kumun süzgeç üzerindeki peçeteye yerleştirilmesi b) Uygulamaların huniye konulması, c) Her 48 saatte bir musluk açılarak, huniden tüp içerisine 10 ml su çekilmesi, d) Sayım için hazırlanan örnekler	21
Şekil 3.10. Sera denemesi için yetiştirilen domates fideleri	24
Şekil 3.11. Fungusun sera denemelerdeki etkinliği tespit etmek amacıyla hazırlanmış örnekler a) 10 ml'de 1000 yumurta olarak hazırlanmış yumurta solüsyonu, b) 300 g toprağa 10 ml fungus solüsyonu verilmesi, c) Yumurta ve fungus solüsyonu verilen toprağın nemini %20'ye tamamlamak için 40 ml musluk suyunun verilmesi, d) Poşetlerin bir hafta boyunca bekletilmesi.....	25
Şekil 3.12. <i>Trichoderma</i> ve nematodun toprakta bir hafta bekletildikten sonra bitkiye şaşırtılması sonucu kurulan yumurta denemesi.....	25
Şekil 3.13. <i>Trichoderma</i> ve nematodun toprakta bir hafta bekletildikten sonra bitkiye şaşırtılması sonucu kurulan 2. dönem larva denemesi	26
Şekil 3.14. <i>Trichoderma</i> ve nematodun toprakta karıştırılıp hemen bitkiye şaşırtılması sonucu kurulan yumurta denemesi	27
Şekil 3.15. <i>Trichoderma</i> ve nematodun toprakta karıştırılıp hemen bitkiye şaşırtılması sonucu kurulan 2. dönem larva denemesi.....	28
Şekil 3.16. Domates fidelerinin köklerine fungus bulaştırılması.....	29
Şekil 3.17. Etüv içerisinde gövde kuru ağırlığını hesaplamak için kurutulan bitkiler	30
Şekil 3.18. Bridge and Page (1980)'nin uyarladıkları 0-10 skalası.....	31
Şekil 3.19. a) Çamaşır suyu solüsyonlarının hazırlanması, b) Köklerin blenderda çalkalanması, c) Çalkalanan köklerin eleklerle aktarılması, d) Alt elekte (500 mesh) biriken yumurtaların piset ile kaplara aktarılması, e) Eleklerden toplanan yumurtalar	32
Şekil 4.1. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde uzunluğuna etkileri	44

Şekil 4.2. <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının, bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi	44
Şekil 4.3. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yaprak sayısına etkileri	45
Şekil 4.4. <i>Meloidogyne luci</i> yumurtası ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının, aynı gün içerisinde toprağa bulaştırıldıktan hemen sonra fidelere şaşırtılmasıyla yetiştirilen hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi	45
Şekil 4.5. <i>Trichoderma</i> izolatlarının fidelere uygulanmasından uygulamasından üç gün sonra <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları bulaştırılan hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi	45
Şekil 4.6. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde yaş ağırlığına etkileri.....	46
Şekil 4.7. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığına etkileri.....	46
Şekil 4.8. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin kök ağırlığına etkileri	47
Şekil 4.9. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin 0-10 skalasına etkileri.....	48
Şekil 4.10. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yumurta sayısına etkileri.....	49
Şekil 4.11. <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma harzianum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	50
Şekil 4.12. <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma atroviride</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	50
Şekil 4.13. <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma asperellum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	50
Şekil 4.14. <i>Meloidogyne luci</i> yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma hamatum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	51
Şekil 4.15. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde uzunluğuna etkileri.....	51
Şekil 4.16. <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamadaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi.....	52
Şekil 4.17. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yaprak sayısına etkileri	53
Şekil 4.18. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde yaş ağırlığına etkileri ..	53
Şekil 4.19. <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının, aynı gün içerisinde toprağa bulaştırıldıktan hemen sonra fidelere şaşırtılmasıyla yetiştirilen hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi	54
Şekil 4.20. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığına etkileri .	54
Şekil 4.21. ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının fidelere uygulanmasından üç gün sonra <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları bulaştırılan uygulamalardaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi	55

Şekil 4.22. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin kök ağırlığına etkileri.....	55
Şekil 4.23. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin 0-10 skalasına etkileri.....	56
Şekil 4.24. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yumurta sayısına etkileri.....	56
Şekil 4.25. <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma harzianum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	58
Şekil 4.26. <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma atroviride</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	58
Şekil 4.27. <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma asperellum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	58
Şekil 4.28. <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma hamatum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	59
Şekil 4.29. <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinde <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının gövde uzunluğuna etkileri.....	59
Şekil 4.30. <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının, bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi.....	60
Şekil 4.31. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yaprak sayısına etkileri.....	60
Şekil 4.32. <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının, aynı gün içerisinde toprağa bulaştırıldıktan hemen sonra fidelere şaşırtılmasıyla yetiştirilen hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi.....	61
Şekil 4.33. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinde gövde yaş ağırlığına etkileri.....	61
Şekil 4.34. <i>Trichoderma</i> izolatlarının fidelere uygulanmasından üç gün sonra <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları bulaştırılan uygulamalardaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi.....	62
Şekil 4.35. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığına etkileri.....	62
Şekil 4.36. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin kök ağırlığına etkileri.....	63
Şekil 4.37. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin 0-10 skalasına etkileri.....	64
Şekil 4.38. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yumurta sayısına etkileri.....	64
Şekil 4.39. <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma harzianum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	65

Şekil 4.40. <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma hamatum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	65
Şekil 4.41. <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma atroviride</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	66
Şekil 4.42. <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma asperellum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	66
Şekil 4.43. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde uzunluğuna etkileri.....	67
Şekil 4.44. <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının, bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamadaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi.....	67
Şekil 4.45. ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının fidelere uygulamasından üç gün sonra <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları bulaştırılan uygulamadaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi.....	67
Şekil 4.46. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yaprak sayısına etkileri.....	68
Şekil 4.47. <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları ve <i>Trichoderma</i> izolatlarının, aynı gün içerisinde toprağa bulaştırıldıktan hemen sonra fidelere şaşırtılmasıyla yetiştirilen hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi.....	68
Şekil 4.48. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde yaş ağırlığına etkileri.....	69
Şekil 4.49. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığına etkileri.....	69
Şekil 4.50. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin kök ağırlığına etkileri.....	70
Şekil 4.51. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin 0-10 skalasına etkileri.....	71
Şekil 4.52. <i>Trichoderma</i> izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yumurta sayısına etkileri.....	71
Şekil 4.53. <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma atroviride</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	72
Şekil 4.54. <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma harzianum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	73
Şekil 4.55. <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma hamatum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	73
Şekil 4.56. <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, <i>Trichoderma asperellum</i> izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki urlanmaya etkileri.....	73

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Denemede kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatlarının türleri, izolat kodları ve izole edildiği bölge.....	14
Tablo 4.1. <i>Meloidogyne luci</i> yumurtası ile bulaşık topraklara (300 yumurta/100 g toprak) <i>Trichoderma</i> türleri uygulandıktan bir hafta sonra topraktan elde edilen 2. dönem larva sayıları*.....	35
Tablo 4.2. <i>Meloidogyne incognita</i> yumurtası ile bulaşık topraklara (300 yumurta/100 g toprak) <i>Trichoderma</i> türleri uygulandıktan bir hafta sonra topraktan elde edilen 2. dönem larva sayıları*	36
Tablo 4.3. <i>Trichoderma</i> spp. uygulamalarının <i>Meloidogyne luci</i> (300 yumurta/100 g toprak) yumurta açılımını engelleme oranları (%)*.....	38
Tablo 4.4. <i>Trichoderma</i> spp. uygulamalarının <i>Meloidogyne incognita</i> (300 yumurta/100 g toprak) yumurta açılımını engelleme oranları (%)*.....	39
Tablo 4.5. <i>Trichoderma</i> spp. uygulamalarının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvalarına (500 L2/100 g toprak) öldürücü etkisi (%)*.....	41
Tablo 4.6. <i>Trichoderma</i> spp. uygulamalarının <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvalarına (500 L2/100 g toprak) öldürücü etkisi (%)*.....	42
Tablo 4.7. <i>Trichoderma</i> spp. uygulamalarının <i>Meloidogyne luci</i> yumurta sayılarındaki azalma oranları (%)	49
Tablo 4.8. <i>Trichoderma</i> spp. uygulamalarının <i>Meloidogyne luci</i> 2. dönem larvalarında, 8 hafta sonundaki yumurta sayılarındaki azalma oranları (%)	57
Tablo 4.9. <i>Trichoderma</i> spp. uygulamalarının <i>Meloidogyne incognita</i> yumurta sayılarındaki azalma oranları (%)	65
Tablo 4.10. <i>Trichoderma</i> spp. uygulamalarının <i>Meloidogyne incognita</i> 2. dönem larvalarında, 8 hafta sonundaki yumurta sayılarındaki azalma oranları (%)	72

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşamının devamlılığı için tarımsal üretim vazgeçilmez bir zorunluluktur. Tarımsal üretim faaliyetleri içerisinde en önemlisi ise şüphesiz bitkisel üretimdir. Bitkisel üretimin her kademesinde ürünlere zarar verecek çok sayıda zararlı, hastalık ve yabancı ot mevcuttur. Bu zararlı organizmalardan biri olan nematodlar; hayvanlar alemine bağlı, dünyada her türlü iklimde karasal ve sucul ortamlara uyum sağlayan; bitkilerde, hayvanlarda ve insanlarda parazit olarak yaşayabilen türlerinin yanı sıra mikroorganizmalarla beslenen saprofitik grupları olan bir canlı organizmadır (Freckman and Baldwin, 1990).

Nematodların bugüne kadar 25.000'den fazla türü tanımlanmış olup (Zhang, 2013), bunların yaklaşık olarak %15'ini bitki paraziti nematodlar (BPN) oluşturmaktadır (Decraemer and Hunt, 2006). BPN'ler toprak kaynaklı olan önemli zararlılar arasında yer almaktadır (Bird and Kaloshian, 2003). Dünya üzerindeki dağılımı ve konukçuları en geniş olan türlerin başında ise *Meloidogyne* Goeldi cinsini oluşturan kök-ur nematodları gelmektedir (Trudgill and Blok, 2001). Kök-ur nematodları dünyada çeşitli bitki türlerinde zarar oluşturmaktadır (Jones, et al., 2013). Yumurtadan çıkan ikinci dönem larvaların (L2) kök dokusuna girmesiyle korteks bölgesinde beslenmelerinin sonucu, köklerde L2 sayısının artışına bağlı olarak değişen büyüklüklerde ırların oluşmasına sebep olurlar. Köklerde meydana gelen ırlar ise cinse ismini de veren en tipik zarar şeklidir. Toprak üstü belirtileri, birçok hastalık etmeni ve bitki besin maddesi eksikliklerine benzediği halde, toprak altında neden oldukları irili ufaklı ırlar ile kolayca tanınırlar (Trudgill and Blok, 2001).

Kök-ur nematodlarının 100'den fazla türü tanımlanmış olmasına rağmen, *Meloidogyne arenaria* Neal, *M. javanica* Treub, *M. incognita* Kofoid and White ve *M. hapla* Chitwood dünyada en çok dağılım gösteren türlerdir (Seid, et al., 2015). Bunların aksine daha sınırlı dağılım alanına sahip olan *M. chitwoodi*, *M. enterolobii*, *M. ethiopica*, *M. exigua*, *M. fallax*, *M. graminicola*, *M. minor* ve *M. paranaensis* olduğu bilinmektedir (Hunt and Handoo, 2009; Wesemael, et al., 2011; Elling, 2013; Jones, et al., 2013). Bu türlerden *M. ethiopica*, ilk defa Afrika kıtasında (Tanzanya) tespit edilmiştir (Whitehead, 1968). Ülkemizde ise bu tür ilk defa 2009 yılında, hıyar ve domates bitkisinde tespit edilen 2 popülasyon ile rapor edilmiştir (Aydınlı, vd., 2013). Buna karşın, Carneiro, et al., (2014a), tarafından literatür için yeni bir kök-ur

nematodu türü olarak *M. luci*'nin tanımlanması ile birlikte Gerič Stare, et al., (2017) tarafından Avrupa kıtasında daha önce *M. ethiopica* olarak tespit edilen popülasyonlar tekrar analiz edilmiş ve ülkemizde tespit edilen popülasyon da dahil hepsi *M. luci* olarak yeniden adlandırılmıştır. Ülkemizde bu tür Orta Karadeniz Bölgesi sahil kesimindeki illerde (Samsun, Sinop ve Ordu) tespit edilmiştir (Aydınlı ve Mennan, 2016). Ayrıca, son olarak Akdeniz Bölgesindeki Osmaniye ilinde varlığı belirlenmiştir (Gürkan, et al., 2019). Tropik bir kök-ur nematodu türü olan *M. luci* uygun çevre koşullarında, hassas konukçu üzerinde kısa hayat devrine ve yüksek üreme gücüne sahiptir (Strajnar, et al., 2011; Maleita, et al., 2018). Domates, patates, gibi insan beslenmesinin temelini oluşturan bitkilerde ekonomik açıdan önemli zarara neden olabilecek potansiyele sahiptir (Strajnar, et al., 2011; Maleita, et al., 2018; Aydın ve Civelek, 2018). Bu nedenle, zararlı ile bulaşık alanlarda yetiştirilecek bitkilerin nematod ile mücadelede kullanılacak yöntem ve stratejilerin belirlenmesi önemlidir.

Kök-ur nematodları ile mücadelede; ekim nöbeti, solarizasyon, dayanıklı çeşit ve kimyasal savaş önerilmektedir (Gheysen, et al., 1996; Sijmons, et al., 1994). Ekim nöbeti, kök-ur nematodunun polifag zararlı olması ve sebze üretimi yapılan alanlarda ekonomik olmamasından tercih edilmemektedir. Toprak solarizasyonunun toprak kökenli patojen ve nematodlara karşı etkilerine rağmen; uzun süre alması ve üretimin yoğun olduğu dönemde uygulanması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Dayanıklı çeşit araştırmaları, nematodun üremesini tamamen engellemesi veya çok az seviyede tutması, maliyetinin diğer yöntemlere göre daha düşük olması ve çevre dostu bir yöntem olmasından dolayı tercih edilmektedir. Ancak her bitki için dayanıklı çeşit bulunmaması bu uygulamanın kullanımını sınırlandırmaktadır (Cook and Evans, 1987; Boerma and Hussey, 1992; Lopez and Perez, 2006). Zararlı organizmalarla mücadelede en yaygın yöntemlerden biri de kimyasal ilaçlardır. Nematodlarla mücadelede geniş etkili fumigantlar veya nematisitler kullanılabilir. Nematisitler ekonomik olmamakla birlikte çevreye verdikleri zarar ve yüksek maliyet gibi dezavantajlara sahiptir (Delen, 1991; El-Alfy and Schlenk, 2002; Mukhtar, et al., 2014). Özellikle artan çevre hassasiyeti nedeniyle tarımsam üretimde nematisit kullanımının azaltılması arzu edilen bir amaç haline gelmiştir. Bu amaca ulaşmak için en ümitvar seçeneklerden biri de biyolojik mücadeledir. Biyolojik mücadele etmenlerinin tek başına veya farklı etmenlerle birlikte hastalık ve zararlılara karşı kullanarak, çevre üzerindeki kimyasal kirliliğin en aza indirilmesi hedeflenmektedir.

(Bora ve Özaktan, 1998). Bu nedenle biyolojik mücadele gibi alternatif yöntemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Noling and Becker, 1994; Oka, 2010; Huang, et al., 2016). Ayrıca bitki patojenlerini kontrol etmek için antagonistik bir fauna oluşturmada, bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmaların kullanılabileceği bildirilmiştir (Wang, et al., 2019).

Biyolojik mücadelede kullanılan etmenler içerisinde entomopatojen fungusların türce fazla olmaları, konukçularına özelleşmiş olmalarının yanı sıra birçok fungus türünün suni besi ortamlarında kolayca geliştirilebilmesi ve ticari üretim için uygun olmaları gibi nedenler, biyolojik mücadele için bu etmen grubunun önemini artırmaktadır. Bunların içerisinde *Trichoderma* Persoon türleri, Dünya’da geniş yayılış göstermekte olup, hemen hemen tüm toprak ve doğal habitatlarda bulunmaktadır. Bu fungus çeşitli bitkilerin kök yüzeylerinden, çürüyen kabuktan, sklerotlardan veya fungusların diğer üreme organlarının üzerinden izole edilebilmektedir (Papavizas, 1985). Bu nedenle *Trichoderma* spp. doğada çok fazla bulunması, kolayca izole edilebilmesi, patojenlerin çoğunu etkileyebilmesi ve antibiyotik üretebilmesi (Nusaibah and Musa, 2019) gibi özelliklerinden dolayı biyolojik mücadelede öne çıkmaktadır. Ayrıca bitki patojenlerinin gelişimlerini engelleyerek üründe oluşabilecek zararı veya hastalığı azaltması, hormon benzeri metabolitler üretmesi, toprak veya organik maddeden besinleri çözebilmesiyle (demiri indirgemesi) bitki gelişimlerinde önemli rol oynamaktadır. *Trichoderma*’ların ırkına bağlı olarak; bitki kök bölgesini kolonize edebilme (Meng, et al., 2019) ve başka patojenlere karşı bitkiyi koruma altına alabilme, diğer patojenlerle rekabet halinde olması ile birlikte bitki savunma mekanizmasını uyararak patojen kontrolünü sağlayabilme ve bitki sağlığını, kök gelişimini teşvik edebilme özellikleri vardır (Harman, et al., 2004; Anam, et al., 2019). Nematodlara karşı ise *Trichoderma* türlerinin kullanımı ile ilgili iki mekanizma bulunmaktadır. Birincisi; *Trichoderma* türlerinin kitinaz ve proteaz enzimleri ile yumurtaları ve larvaları parazitleyebilmesidir. Diğeri ise bitki savunma mekanizmalarını etkileyerek, bitkiye dayanıklılık sağlayabilmesidir (Sharon, 2001; Suarez, 2004).

Bu çalışmada da kök-ur nematodlarından *M. incognita*’nın ve yeni bir tür konumunda olan *M. luci*’nin yumurtası ve larvası üzerinde *Trichoderma* (*T. atroviride*, *T. asperellum*, *T. hamatum* ve *T. harzianum*) türlerinin potansiyelleri ve etki mekanizmalarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Al-Ani and Salleh, (2010); Mohammed, et al., (2011, 2012, 2013); Al-Ani and Al-Ani, (2011); Al-Ani. et al., (2012, 2013, 2018); (Al-Ani 2017a, b); Al-Ani and Albaayit, (2018a, b); (Al-Ani 2018a, b); Al-Ani, (2019a, b, c, d, e, f)'ye göre *Trichoderma*, bitkiyi; bitki hastalık ve zararlılarının etkisinden kurtarmaya yardımcı bir patojendir. Bu nedenle *Trichoderma*, kimyasal pestisitlere karşı alternatif bir yöntem olarak biyolojik mücadelede oldukça önemlidir.

Ibrahim, et al., (2010); Sharon, Chet and Spiegel, (2011); Izuogu and Abiri, (2015)'ye göre; *Trichoderma* türleri toprak ve kök ekosisteminde yaygın olarak serbest yaşayan funguslar olup, kök-ur nematodlarına karşı mücadelede *Trichoderma*'nın antagonistik etkisinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Tjamos, et al., (2010), Bezuidenhout, et al., (2012); Hermosa, et al., (2012); Fu, et al., (2015); Al-Ani (2017b); Mukherjee, et al., (2018); Zhou, et al., (2018); Al-Ani, et al., (2019a), sideroforlar, Indole-3-asetik asit ve gibberellinler gibi bitki büyümesini artırıcı yararlı olan bazı bileşiklerin, *Trichoderma* türleri tarafından üretildiğini bildirmişlerdir.

Affokpon, et al., (2011), serbest yaşayan toprak funguslarından biri olan *Trichoderma* spp.'nin bir çok sebze ve meyvede potansiyel nematod biyolojik mücadele etmeni olduğunu bildirmişlerdir ve *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf & Nirenberg'un kök-ur nematodlarının yumurtaları ve L2'lerin üremesine engel olduğunu belirtmişlerdir.

Azarmi, et al., (2011), Harman, et al., (2011); Shukla, et al., (2012); Doni, et al., (2014); Anam, et al., (2019), *Trichoderma*'nın kökleri kolonize edebildiğini, bitki beslenmesini, büyümesini ve gelişimini iyileştirebildiğini ve ayrıca abiyotik streslere karşı bitki direncini arttırabildiğini bildirmişlerdir. *Trichoderma harzianum* Rifai'nin; hıyar ve domates fideleri için hem sürgünlerde hem de köklerde Fe, Zn, Cu, Mn, Mg, Ca, N, P, K ve Na gibi elementlerin konsantrasyonunu arttırdığını tespit etmişlerdir.

Collange, et al., (2011); Contreras-Cornejo, et al., (2020), sebze üretiminde, nematodları kontrol altına almak için toprak yapısı, organik gübreleme, biyolojik mücadele ve ısıya dayalı yöntemler gibi kimyasal olmayan ve çevre dostu alternatifleri belirtmişlerdir.

Druzhinina, et al., (2011), mikoparazitizmin, patojeni parazitleyerek, tespit ederek ve kolonize ederek çalışan biyolojik kontrol için doğrudan bir mekanizma olduğunu belirtmişlerdir. Fungusların mikoparazitizm yeteneğinin, tarımsal zararlıların (esas olarak patojenik funguslar ve nematodlara karşı) biyolojik kontrolü için yaygın olarak kullanıldığını ve *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. virens* ve *T. harzianum* 'un bu biyolojik kontrol etmenlerinin başında geldiğini bildirmişlerdir.

Hermosa, et al., (2011), *Trichoderma*'nın, *Arabidopsis thaliana* bitkisinde yaprak sayısının ve fotosentez etkinliğinin artışına, CO₂ alınımına veya abiyotik stresin iyileşmesine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Lopez-Mondejar, et al., (2011), *Trichoderma* ırklarının, temel olarak kitinazlar, glukanaazlar ve patojenlerin hücre duvarlarını hidrolize eden proteazlar gibi enzimleri salgılama özellikleriyle karakterize edildiklerini bildirmişlerdir.

Naserinasab, et al., (2011), laboratuvar çalışmalarında, *M. javanica* yumurtalarının *T. harzianum* BI tarafından parazitlendiğini; bunun sonucunda kontrolde %21 ve antagonistik fungus uygulananlarda ise %84 oranında yumurta açılımının engellediği belirlenmiştir.

Anis, et al., (2012), *Trichoderma*'nın ayçiçeği tohum çimlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada *T. viride* ve *T. reseei* ile muamele edilmiş bitkilerde kontrol bitkilerine kıyasla ayçiçeği tohumlarının çimlenmesini sırasıyla %75 ve %80 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Mervat, et al., (2012); Al-Shammari, et al., (2013); Jindapunnapat, et al., (2013); Al-Hazmi and Tariq Javeed (2016), *T. harzianum*'un çekirdeksiz üzüm bitkisinde *Meloidogyne* spp. yumurtaları üzerinde %78.7 oranında baskılayıcı etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Mukherjee, et al., (2012), *Trichoderma* spp.'nin diğer bitki patojeni funguslarını parazitlemek, baskılamak ve hatta öldürmek için biyolojik kontrol etmeni olarak önemli mekanizmalara sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Nzanza, et al., (2012), *Trichoderma harzianum*'un, domatesin (*Solanum lycopersicum* L.) besin içeriğini ve verim üretimini %79.8 oranında arttırdığını belirtmişlerdir.

Radwan, et al., (2012), serada domates fideleriyle yaptıkları çalışmada, kök- ur nematodu *M. incognita*'ya karşı nematisidal etkiye sahip dört ticari *Bacillus megaterium* (Bioarc), *Trichoderma album* (Biozeid), *T. harzianum* (Plant Gard) ve *Ascophyllum nodosum* (Algaefol)) ürününü carbofuran ve oxamil ile kıyaslamışlardır. Bu biyolojik ürünler arasında L2'lerde en fazla azalmayı gösteren %89.20 ile *B. megaterium* olurken bunu sırasıyla; *T. album* (%87.77), *A. nodosum* (%86.96) ve *T. harzianum* (%69.79) takip ettiğini bildirmişlerdir.

Sharma, Arunab and Ramesh, (2012), Kumar, (2013); Zhang, et al., (2017); Nusaibah and Musa, (2019)'ya göre *Trichoderma* çeşitli fitopatojenlere karşı antagonistik davranışlarda bulunur. Bakteriler, nematodlar ve funguslar da dahil olmak üzere organizmaların ya büyümelerini engelleyerek doğrudan etkileşimler (hiperparazitizm, besin ve yer için rekabet ve antibiyoz) veya dolaylı olarak bitki büyümesini teşvik ederek, stres toleransını, besin maddelerinin aktif alımını artırmanın yanı sıra bitkilere birkaç ikincil metabolit, enzim ve protein sağladığını da ortaya koymuşlardır.

Shukla, et al., (2012), çeltikte *T. harzianum* kullanımının kontrole göre su tutma kapasitesini %45, kuraklık stres direncini %70 oranında arttırdığını, bitki yaşlanmasını %89 oranında geciktirdiğini ortaya koymuşlardır.

Yang, et al., (2012), *Trichoderma* spp.'nin *Bursaphelenchus xylophilus* larvalarında %41.53, *Panagrellus redivius*'ta %53 ve *Caenorhabditis elegans*'ta %72.82 oranında öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Al-Shammari, et al., (2013), *Trichoderma longibrachiatum* Rifai ve *Mortierella alpina*'nın, domates bitkilerinde kök-ur nematodu *M. javanica*'ya karşı 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 spor ml⁻¹ konsantrasyonları kullanılmış ve her iki fungusunda en etkili dozunun 1×10^7 spor ml⁻¹ konsantrasyonu olduğunu bildirmiştir. *Trichoderma longibrachiatum* ve *M. alpina*'nın 1×10^7 spor ml⁻¹ konsantrasyonu sırasıyla *M. javanica* yumurtasını %89.3 ve %90.3 oranında enfekte etmiş, kültür filtratları ise *M. javanica* L2'lerini 72 saat içerisinde, %64.5 ve %54.3 oranında öldürmüştür.

Jindapunnapat, et al., (2013), guava bitkisi ile yaptıkları çalışmada *T. harzianum*'un 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 ve 1×10^7 spor ml⁻¹ konsantrasyonlarını kullanmışlardır. Bu bitkinin kök bölgesinin, özellikle 1×10^6 spor ml⁻¹'den yüksek

konsantrasyonlarında uygulanan *T. harzianum* ile taze ve kuru sürgün ağırlıklarının arttırdığı saptanmıştır.

Mukhtar, et al., (2013), *M. incognita*'ya karşı *T. harzianum*'u ilk olarak bamya bitkisinde denemişler ve etkili bulmuşlardır. Sonrasında *T. harzianum* ve *T. viride*'yi domates bitkisindeki kök-ur nematodu *M. incognita*'ya karşı uygulamışlardır. *T. harzianum* ve *T. viride*'nin 8×10^3 ve 1×10^4 spor ml⁻¹ konsantrasyonlarının sürgün ağırlığında maksimum artış ve kök ağırlığında azalmaya sebep olduğu ve *M. incognita*'nın; yumurta paketinin ve üreme faktörlerinin azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Bhattacharjee and Dey, (2014); Belay, et al., (2016), Chavez, et al., (2017), *Trichoderma* türlerinin poliketidler, alkaloidler, terpenoidler ve peptaiboller dahil olmak üzere biyoaktif ikincil metabolitler üretebildiğini ayrıca bunların kök-ur nematodunun yumurta açılımını azalttığını, L2'leri hareketsizleştirmesi için kullanıldığını belirtmişlerdir.

Dallemole-Giaretta, et al., (2014), *T. longibrachiatum*, *Purpureocillium lilacinus* ve *Pochonia chlamydosporia* gibi biyolojik kontrol etmenlerinin umut verici sonuçları ile, nematod mücadelesinde mevcut birçok ticari ürünün temelini oluşturduklarını bildirmişlerdir.

Murslain, et al., (2014), *T. harzianum*'un 1×10^7 ml⁻¹ spor kolonizasyonu ve *Moringa oleifera*'nın sulu özütünün patlıcan bitkisi üzerinde *M. javanica* yumurta açılımını %40.2 oranında engellediğini saptamışlardır.

Naher, et al., (2014), *Trichoderma* türlerinin, demiri toprakta suda çözünemeyen (Fe³⁺) formda bulurlar ve siderofor adı verilen bir madde demiri kullanılabilir (Fe²⁺) forma indirgediğini ve böylece; diğer fungus patojenlerinin büyümesini ve gelişmesini engellediklerini tespit etmişlerdir.

Woo, et al., (2014), *Trichoderma* spp.'nin geniş kök sistemi, sürgün ve hasat sonrası patojenlere karşı en yaygın kullanılan biyolojik mücadele etmenleri olduğunu bildirmişlerdir.

Vinale, et al., (2014), bitkiler için biyolojik kontrol etmenlerinin yararları; antagonistik mikroorganizmalar oluşturmaları, bitkiler için zararlı organizmaları önlemesi, bitki sağlığını iyileştirmesi, bitki büyümesini teşvik etmesi, besin kaynağı

sağlaması ve alımı arttırması ve konukçularda hem biyotik hem de abiyotik streslere karşı artan direnci sağlaması olarak belirtmişlerdir.

Zhang, et al., (2014), *Trichoderma* cinsinin biyolojik mücadele etmeni olarak sadece kök-ur nematodlarına karşı değil, aynı zamanda hem yumurtaların hem de larvaların doğrudan parazitlenmesi ile kist oluşturan nematodlara karşıda önemli bir potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir. Nematod yumurtası kabuğunun yapısal bileşenlerini doğrudan etkileyerek, fungusun yumurtalara nüfuz etmesini sağlayan kitinaz ve proteaz gibi hücre dışı enzimlerin seviyesini arttırır, yumurta sayısını ve dolayısıyla enfektif larva sayısını azaltırlar. Özellikle, *T. longibrachiatum*, *H. avenae* tarafından üretilen kistlerin yumurtalarında parazitleşme etkisi gösterdiğini ve bunun sonucunda *Trichoderma* sporları; kistlerinin yüzeyini tamamen kaplayarak, kistlerin ölmesine neden olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ahluwalia, et al., (2015); Aleandri, et al., (2015), *Trichoderma* türlerinin bitki rizosferindeki besinler için, biyolojik nişler veya patojenlerle rekabet ettiğini bildirmişlerdir.

Al-Hazmi and TariqJaveed, (2015), *T. harzianum* ve *T. viride*'nin 1×10^4 , 1×10^6 , 1×10^8 ve 1×10^{10} spor ml^{-1} konsantrasyonları domateste konukçu olan *M. javanica* yumurtasına uygulamış ve 1×10^8 ve 1×10^{10} spor ml^{-1} konsantrasyonunu en etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Candelerio, et al., (2015); Sokhandani, et al., (2016), *Trichoderma* türlerinin, özellikle *Meloidogyne* cinsi nematodlara karşı biyolojik kontrol etmeni olarak önemini bildirmişlerdir.

Contreras-Cornejo, et al., (2015), *T. viride*'nin 1×10^6 ile spor ml^{-1} konsantrasyonu *Arabidopsis thaliana* bitkisine uygulanmış ve kontrol grubuna göre, uygulama yapılan bitkilerin kök sayılarının 4 katına kadar arttırdığı saptanmıştır.

El-Sayed and Mahdy, (2015), toprak patojenlerinin kontrol edilmesinin zor olduğunu ve kök-ur nematodlarının geniş konukçu dizileri, kısa yaşam döngüleri, yüksek üreme oranları ve endoparazitik yapıları nedeniyle mücadelesinde zorluklarının olduğunu ortaya koymuşlardır.

Moosavi and Zare, (2015), toprak dokusunun kök-ur nematodlarının üremesini etkileyen antagonist fungusların etkinliğinde yer alan önemli faktörlerden biri olduğunu belirtmişlerdir.

Braithwaite, et al., (2016), *Trichoderma* ırklarını, domates bitkisinde *M. hapla*'nın yumurtalarına etkisini araştırmış, ilk sera denemelerinde (1.1 yumurta ml⁻¹ toprak) konidial süspansiyon olarak uygulanan *Trichoderma* ırklarının, kök-ur nematodunun köklerde neden olduğu zararı %42-88 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Uygulanan yumurta sayısı arttıkça (6.2 yumurta ml⁻¹ toprak); izolatların, köklerdeki ırlanmayı %21-32 oranında baskılayabilmiştir. Denemedeki en yüksek yoğunlukta (30 yumurta ml⁻¹ toprak), *Trichoderma*'nın ırlanmayı baskılayamadığı saptanmıştır.

Heidari and Olia, (2016), *Trichoderma*'nın biyolojik kontrol etmeni olarak kullanılmasıyla nematod yumurtalarını enfekte ederek ve L2'leri öldürerek, kök-ur ve kist nematodlarına karşı kullanılabildiğini bildirmişlerdir.

Huang, et al., (2016), bitki paraziti nematodların mücadelesinde kimyasal nematisitlerin kullanımının, çevre üzerindeki olumsuz sonuçları ve uzun süreli kullanımlarından sonra etkinliklerinin azalması sonucunda nematod mücadelesi için kimyasal olmayan alternatif yöntemlerin geliştirilmesinin öne çıkan bir ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

Schouten, (2016); Poveda, (2020), endofitik fungusların nematod mücadelesi ile ilgili olarak, nematodları antagonize ettiği spesifik mekanizmalar hakkında çok fazla seçenek olduğunu bildirmiştir. Endofitik fungusların nematodlara doğrudan saldırılabildiği, onları öldürebildiği, hareketsiz hale getirebildiği veya geri püskürtebildiği, konukçularını bulurken yanlış yönlendirme yaptırabildiği, hücre gelişimine müdahale edebildiği, konukçular için rekabet edebildiği veya bunların kombinasyonlarını kullanabileceklerini ortaya koymuştur.

Contina, et al., (2017), *T. harzianum*'un topraktan elde edilen patates kist nematodu *Globodera pallida*'yı etkileyerek üremesini %60 oranında azalttığını ve mikroskopik gözlemler sonucunda *T. harzianum*'un, *G. pallida*'nın L2'lerini ve kistlerini kolonize ettiğini ve patatesin kök bölgesinde çoğaldığını belirtmişlerdir.

De Medeiros, et al., (2017), *T. atroviride*'yi sera denemesinde domates bitkisinde *M. javanica*'ya karşı uygulamışlar ve gal sayısının %42, yumurta sayısının %60 ve larva sayısının %87 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Singh, et al., (2017), *T. harzianum*'un, toprakta bulunan *M. incognita* yumurtasını %69.32 oranında enfekte ettiğini ve L2'sini %81.66 oranında öldürdüğünü tespit etmişlerdir.

Fiorentino, et al., (2018), *Trichoderma* spp.'nin bitki köklerinde besin kullanım verimliliğini arttırdığı ortaya koymuşlardır.

Kiriga, et al., (2018), *Trichoderma asperellum* M₂RT₄, *T. atroviride* F₅S₂₁, *Trichoderma* sp. MK₄ izolatları, *M. javanica* bulaştırılmış ananas kökünü kolonize edebildiğini ve *T. asperellum* M₂RT₄'un, en etkili izolat olduğu ve ur, yumurta paketi, yumurta sayısını sırasıyla %81.8, %78.5 ve %88.4 oranında azalttığını bildirmişlerdir. İzolatların köklerdeki ağırlığı; *T. asperellum* M₂RT₄'da %91.5, *Trichoderma* sp. MK₄'de %63.8 ve *T. atroviride* F₅S₂₁'de %50 oranında arttığını ortaya koymuşlardır.

D'Addabbo, et al., (2019)'ne göre, günümüzde çok çeşitli organizmaların, funguslar, bakteriler, virüsler, protistalar ve nematod antagonistleri gibi bitki paraziti nematodlara karşı biyolojik mücadele etmenleri olduğu bilinmektedir. Biyolojik mücadele etmenleri, solarizasyon ve nadasa bırakma gibi fiziksel yöntemler veya rotasyon gibi kültürel uygulamalar, entegre zararlı mücadelesi gibi çoğu durumda kombinasyon halinde ve/veya azaltılmış kimyasal dozları ile uygulanabilir olduğu ortaya koymuşlardır.

El-Naghi, et al., (2019), *T. harzianum*, *T. viride* ve *T. vierns* ile rezene (*Foeniculum vierns*), kimyon (*Carum carvi*) ve toz haline getirilmiş fesleğen yapraklarını (*Ocimum basilicum*); *M. incognita*'ya karşı bezelye (*Pisum sativum*) kökünde denemiştir. Rezene ve kimyon, L2 sayısında sırasıyla; %73,9 ve %72,4 azalmaya neden olmuştur. Kombine uygulamalarda; fesleğen+*T. harzianum* %86.4, kimyon+*T. vierns* %86.3 ve kimyon+*T. harzianum* %86.2 oranlarında en fazla yumurta açılımının engellendiği uygulamalar olmuştur.

Fernando, et al., (2019), yaptıkları çalışmada iki *Trichoderma saturnisporum* (T1 ve T2) izolatlarının kavun (*Cucumis melo*) tohum ve fidelerinin büyüme teşviki üzerindeki etkisinin yanı sıra, toprak altında yetiştirilen "Charentais" kavun çeşidi üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Kontrole kıyasla kök uzunluğu için *T. saturnisporum* T1 izolatının %93.50 ve T2 izolatının ise %93.75 oranında olduğunu belirtmişlerdir.

Meng, et al., (2019), *Trichoderma guizhouense* fungusunun, hıyarda; büyümeyi desteklediğini, kök yoğunluğunu ve kök kolonizasyonunu arttırdığını test etmişlerdir.

Sato, et al., (2019), BPN'ler arasında bulunan kist nematodları ve kök-ur nematodlarının en zararlı tarımsal zararlılar grubunda olduğunu belirtmişlerdir.

Wang, et al., (2019), bitki patojenlerini kontrol etmek için kimyasal pestisitlerin ve gübrelerin uygulaması ile antagonistik, bitki büyümesini teşvik eden mikroorganizmaların kullanımının yer değiştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Azeem, et al., (2020), *T. harzianum* ve antagonistik bir bitki olan *Azadirachta indica*'nın etkinliğini domates bitkisinde *M. incognita*'ya karşı denedikleri çalışmada, *T. harzianum* ve *A. indica*, *M. incognita*'nın yumurta açılımını %100 engellediği ve larva ölümünde %25 oranında etkili olduğunu test etmişlerdir.

Fan, et al., (2020), *T. citrinoviride* Snf 1910'yi, *M. incognita* yumurtası ve L2'sine karşı domates bitkisinde denemişler ve *T. citrinoviride* Snf 910 ile yapılan laboratuvarda kurulan yumurta denemesi sonucuna göre yumurta açılımının 48, 72, 96 saat sonra sırasıyla %90.27, %77.50 ve %67.06 oranında engellediğini tespit etmişlerdir. *Trichoderma citrinoviride* Snf 910 uygulamasının L2 öldürme oranları ise 24, 48 ve 72 saat sonra sırasıyla %93.79, %98.20 ve %100 oranında belirlenmiştir. Sera denemesinde Snf 910 uygulanmış domates fide köklerine, sonrasında *M. incognita* L2'leri toprağa verilerek gelişmesi beklenmiştir. Kontrol grubunda (sadece larva verilmiş) kök ur sayısı oranı %48.15 iken, larva ve fungusun birlikte uygulandığı köklerde kök ur sayısı oranı %16.05 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, *T. citrinoviride* Snf 910 ile uygulanmış bitkiler kontrol ile karşılaştırıldığında, sürgün uzunluğunda, kök uzunluğunda, kök taze ağırlığında ve kuru kök ağırlığında sırasıyla %15.61, %23.32, %35.08 ve %33.33 oranında artış olduğunu ortaya koymuşlardır.

Khan, et al., (2020), *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum*, *Pochonia chlamydosporia*, *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens*'i, kök-ur nematodu *M. graminicola*'ya karşı çeltik bitkisinde denedikleri çalışmada, *M. graminicola*'nın yumurta sayısını %21-29 ve üreme faktörünü %63-70 oranında azalttığını ve tane verimini %11-21 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Khan, et al., (2020a), *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum*, *Verticillium chlamydosporium*, *Pochonia* spp., *Fusarium* spp. gibi toprakta yaşayan birçok fungus ve *Penicillium* spp.'nin etkili biyolojik mücadele etmenleri olduğunu

kanıtlanmışlardır. Bu fungusların ve bakterinin nematodları öldürerek topraktaki yoğunluklarını azalttıklarını bildirmişlerdir.

Osman, et al., (2020), *Saccharomyces cerevisiae*, *B. thuringiensis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *T. harzianum* ve *P. lilacinus*'u; *M. javanica* ile bulaşık yer fıstığı tarlasında uyguladıkları çalışmada, yer fıstığı bitkilerinin toprak ve köklerindeki *M. javanica* popülasyonlarında önemli azalmalara neden olduğunu belirtmişlerdir. *Saccharomyces cerevisiae*, *T. harzianum*, *B. thuringiensis*, *P. lilacinus* ve *B. amyloliquefaciens* uygulamalarının sırasıyla, kontrole kıyasla %81.9, %76.1, %71.4, %60.0 ve %59.1 oranında nematodu azalttığını tespit etmişlerdir.

Pereira, et al., (2020), *M. incognita*'nın yumurtaları ve 2. dönem larvalarını uyguladıkları biber ve domates bitkilerine, solucan humusunu tek olarak ve *T. asperellum* veya *T. virens* ile birlikte kullandıklarında, kontrol bitkilerine kıyasla biber bitki köklerinde sırasıyla %62, %53 ve %55 oranında, domates köklerinde ise sırasıyla %46, %26 ve %21 oranında azalmayı tespit etmişlerdir.

Pocurull, et al., (2020), *T. asperellum* (T34) ve *T. harzianum* (T22) izolatlarını domates bitkisinde *M. incognita*'ya karşı denemiş ve domatesta bitki başına düşen yumurta sayısını *T. asperellum*'un %54, *T. harzianum*'un ise %48 oranında azalttığını tespit etmişlerdir.

Temitope, et al., (2020), topraklara 0.4×10^7 , 4.4×10^7 ve 6.6×10^7 spor ml^{-1} konsantrasyonlarında *T. asperellum* ile aşıladıktan iki gün sonra, *Celosia argentea* tohumlarını ekmişler ve bir hafta sonra saksı başına *M. incognita*'nın yaklaşık 1000 adet 2. dönem larvasını uyguladıkları çalışmada, nematod inokulasyonundan 6 hafta sonra fungusun 6.6×10^7 spor ml^{-1} konsantrasyonunun *M. incognita* üremesini en fazla engellediğini bildirmişlerdir.

Bazeem, et al., (2021), *T. hamatum* FB10 tarafından sentezlenen ikincil metaboliti fasulye bitkisinde bulunan *M. incognita* yumurtasına uygulamışlar ve FB10'un yumurta açılımının engellenme oranını %78, larva ölüm oranı %89 olarak tespit etmişlerdir. Fasulyeye aşılanan *T. hamatum* FB10'un, kontrole kıyasla bitki boyunda %11, gövde yaş ağırlığında %34, gövde kuru ağırlığında %18 oranında artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Mosahaneh, et al., (2021), *M. javanica*'nın domates bitkilerindeki kontrolü için *T. harzianum* ve *Pseudomonas fluorescens*'i (CHA0) *in-vivo* koşullarda denedikleri

Çalışmada, saksılara domates ekiminden dört hafta sonra saksı başına *T. harzianum* 'un 10^6 spor/ml⁻¹ ve *P. fluorescens* 'in (CHA0) 10^8 spor/ml⁻¹ konsantrasyonlarını uyguladıktan 7 gün sonra, kontrol grubu hariç diğeri saksılara *M. javanica* yumurtasını 1, 2 ve 4 yumurta/cm³ olarak vermişlerdir. *Trichoderma harzianum* 'un uygulaması yapılan bitkide nematodun Rf değeri 1, 2 ve 4 yumurta/cm³ 'te sırasıyla, %11, %33 ve %12 oranında ve *P. fluorescens* (CHA0) uygulamasında ise Rf değeri sırasıyla, %43, %55 ve %49 oranında azaldığını tespit etmişlerdir.

Mukhtar, et al., (2021), *Trichoderma* 'nın yedi farklı türünü (*T. hamatum*, *T. viride*, *T. pseudokoningii*, *T. koningii*, *T. harzianum*, *T. atroviride*, *T. asperellum*) 1×10^4 ml⁻¹ spor konsantrasyonlarında domates bitkisinde *M. javanica* 'ya karşı uygulamışlardır. Sürgün uzunluğ en yüksek olan bitkiler *T. harzianum* (%45.5) uygulananlar olmuştur. Sürgün ağırlığını; *T. viride* uygulanan bitkiler %56.1 ve *T. harzianum* uygulananlar ise %55 oranında arttırmıştır. Kk en uzun olan bitkiler *T. hamatum* (%46.2) uygulananlar olmuştur. Uygulamalar sonucunda *M. javanica* ur ve yumurta sayısında en çok azalma sırasıyla, *T. viride* 'de %49 ve %53 oranında, *T. harzianum* 'da %46 ve %53 oranlarında olmuştur. *T. viride* 'nin *M. javanica* ile olan uygulamasında Rf değeri %81 azalırken *T. harzianum* 'da %78 ve *T. asperellum* 'da %75 olarak saptanmıştır.

Trichoderma harzianum, *M. incognita* yumurtasına etkisini laboratuvar koşullarında araştıran Singh, et al., (2021), *T. harzianum* 'un, yumurtadan çıkmayı %89 oranında engellediğini tespit etmişlerdir.

Yan, et al., (2021), domates bitkilerinde bulunan *M. incognita* 'ya karşı *T. harzianum* 'u denemişler ve %61.88 oranında yumurtadan çıkmayı engellediğini tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Nematod Popülasyonu

Çalışmada, kök-ur nematodu *M. luci* Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 popülasyonları kullanılmıştır. Bu popülasyonlar Aydın ve Mennan, (2016), tarafından Samsun ilinin Çarşamba ilçesindeki bulaşık bir seradan elde edilmiş ve tek yumurta kümesi kullanılarak saflaştırılarak Samsun, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) Nematoloji Laboratuvarına ait serada, saksı kültürü olarak nematoda hassas domates (*Lycopersicum esculentum* L.) çeşidi Falcon (Bursa Tohumculuk)'da muhafaza edilmiştir. Çalışma için gerekli nematod materyalleri, bu saf kültür popülasyonlarının çoğaltılması ile bulaşık domates köklerinden elde edilmiştir.

3.1.2. Fungus İzolatları

Çalışmanın diğer materyali; *Trichoderma* cinsine ait *T. atroviride*, *T. asperellum*, *T. hamatum* ve *T. harzianum* türleridir. Funguslar OMÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. İsmail Erper tarafından topraktan izole edilmiş ve Viyana Üniversitesi'nden Dr. Irina S. Druzhinina tarafından teşhisleri tamamlanmıştır.

3.1.2.1. *Trichoderma*'nın Taksonomisi

Trichoderma Persoon, Ascomycota alt bölümü, Hypocreales takımı ve Hypocephaleae familyasında yer almaktadır. Denemede kullanılmış olan *Trichoderma* izolatlarının türleri, izolat kodları ve izole edildiği bölge Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Denemede kullanılan *Trichoderma* izolatlarının türleri, izolat kodları ve izole edildiği bölge

İzolat Kodu	Türler	İzolat Edildiği Bölge
T-4-5	<i>T. atroviride</i>	Türkiye, Karadeniz Bölgesi
T-11-25	<i>T. asperellum</i>	Türkiye, Karadeniz Bölgesi
T-4-4	<i>T. hamatum</i>	Türkiye, Karadeniz Bölgesi
11-TTR-2	<i>T. harzianum</i>	Türkiye, Karadeniz Bölgesi

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Sterilizasyonu

Laboratuvar denemesinde kullanılacak kum ve sera denemesinde kullanılacak kumlu toprak, (3 toprak: 2 kum); 3 kg'lık fırın torbalarının içerisinde 165°C sıcaklıktaki etüvde 3 saat bekletilerek steril edilmiştir (McDonnell, 2007).

Laboratuvar denemesindeki steril kum ve sera denemelerindeki steril kumlu toprak 3 kg tartıldıktan sonra fırın torbalarının içerisinde, 105±5°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat boyunca bekletilerek kurutulmuş ve sonrasında tekrar tartılarak nemi %20 olarak ölçülmüş ve denemeler buna uygun şekilde kurulmuştur (Kırda and Sarıyev, 2002).

3.2.2. Nematod Popülasyonuna Ait Seri Kültür Bitkilerinin Oluşturulması

Denemede gerekli nematod inokulumunu sağlamak amacıyla *M. luci* Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 popülasyonlarına ait seri kültürler oluşturulmuştur. Seri kültürlerin oluşturulmasında, kök-ur nematodlarına hassas Falcon (Bursa Tohumculuk) domates çeşidi kullanılmıştır. İçerisinde torf bulunan viyollere domates tohumu ekilmiş ve 24±3°C sıcaklık ve yaklaşık %70 nem içeren kontrollü cam serada, 5-6 yapraklı fide dönemine gelene kadar yetiştirilmiştir (Şekil 3.1).



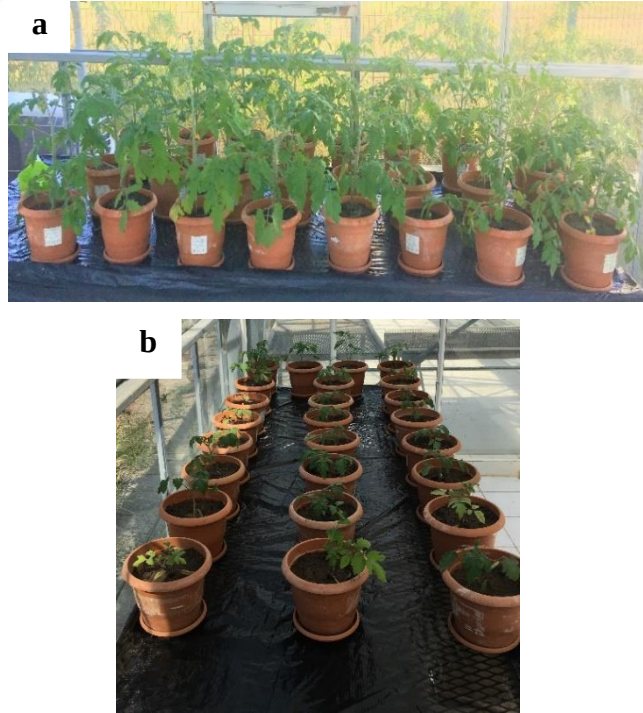
Şekil 3.1. Seri kültür için ekilen domates tohumları ve 5-6 yapraklı dönemi

Steril kumlu toprak 2.5 l hacmindeki plastik saksılara konulmuştur. Her saksı başına 1 adet fide olacak şekilde şaşırtılmış ve günlük bakım işlemleri yapılarak, 24±3°C sıcaklık ve yaklaşık %70 nem içeren kontrollü cam serada yetiştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Seri kültür için şaşırtılan domates fideleri

Nematod materyalleri olarak kullanılan *M. luci* Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 popülasyonlarına ait saf kültür olarak muhafaza edilen domates bitkilerinden yeterli miktar sökülerek, yumurta kümeleri köklerden stereo mikroskop altında pens yardımıyla toplanmış ve seri kültür oluşturmak için kullanılmıştır. Seri kültür için yetiştirilen domates fidelerinin kök bölgesinde 1-2 cm yakınlarna açılan deliklere, saksı başına 20 adet olacak şekilde yumurta kümeleri bulaştırılmıştır. Böylece her iki tür için de çok sayıda seri kültür bitkisi oluşturulmuş, bunlar $24\pm3^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki cam serada günlük bakımları yapılarak yetiştirilmiştir (Şekil 3.3).



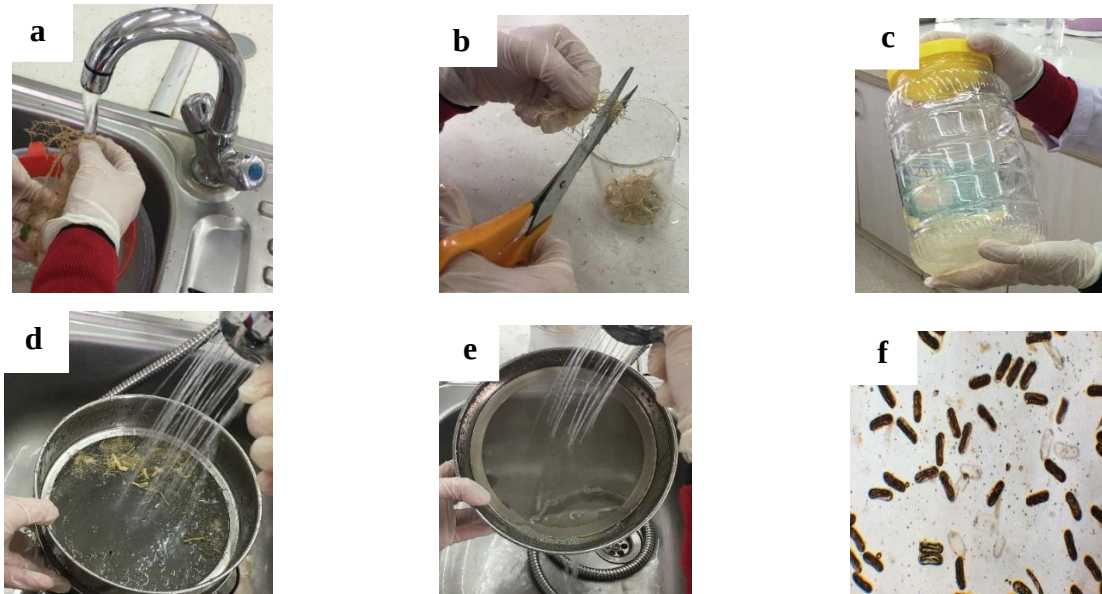
Şekil 3.3. a) *Meloidogyne luci* Çr-34 popülasyonu ile bulaşık seri kültür bitkileri,
b) *Meloidogyne incognita* Çr-20 popülasyonu ile bulaşık seri kültür bitkileri

Deneme süresince gerekli olan inokulumu temin etmek için, 15-20 saksılık seri kültür bitkileri her iki tür için devamlı olarak serada muhafaza edilmiştir. Ayrıca kültürler 2.5-3.0 ayda bir yukarıda açıklandığı gibi yenilenmiştir.

3.2.3. Seri Kültür Bitkilerinden Nematod Yumurtalarının Elde Edilmesi

Çalışmada gerekli olan *M. luci* Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 yumurtaları, seri kültür bitkilerinden elde edilmiştir. Bunun için seri kültürlerden yeteri kadar domates bitkisi sökülüp, kökleri musluk altında dikkatlice yıkanmıştır (Şekil 3.4a).

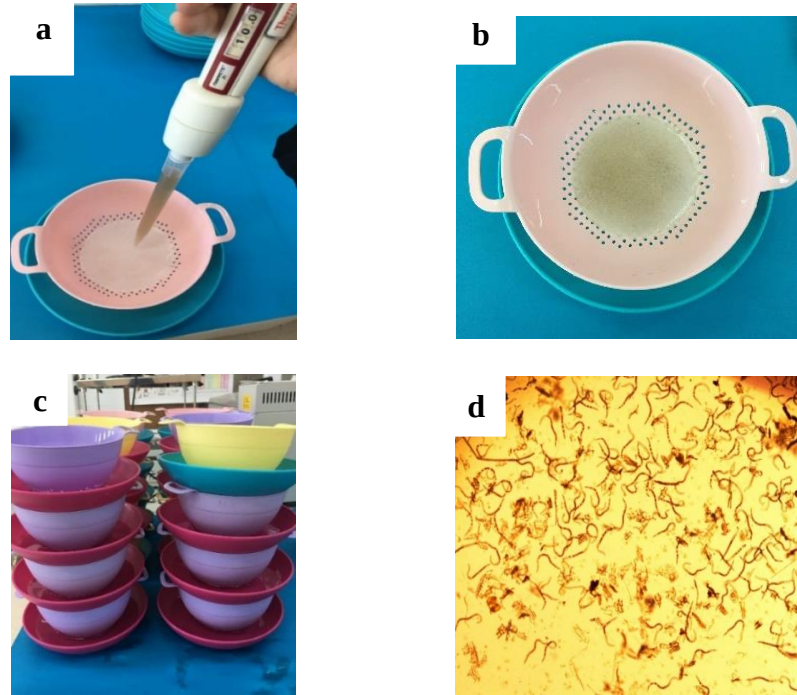
Yıkanan kökler 1-2 cm boyutunda kesilerek (Şekil 3.4b), içerisinde %5'lik çamaşır suyu (%0,25 NaOCl) solüsyonu bulunan 2,5 litrelik plastik şişeye yerleştirilmiş ve 3 dk boyunca kuvvetlice çalkalanmıştır (Şekil 3.4c). Daha sonra bu kök solüsyonu, üstte 200 mesh (75µm) ve altta 500 mesh (25 µm) olan elek setinden geçirilmiştir (Şekil 3.4d). Üst elekte takılan kök parçalarından ayrılan nematod yumurtaları, (Şekil 3.4e), piset yardımıyla alt elekten cam behere toplanmıştır (Hussey and Barker, 1973). Bu şekilde elde edilen yumurta solüsyonları, stereo mikroskop altında sayılarak (Şekil 3.4f) laboratuvar denemesi için 5 ml'de yaklaşık 300 yumurta ve sera denemesi için 10 ml'de yaklaşık 1000 yumurta olacak şekilde her iki tür için de ayrı ayrı hazırlanmıştır. Ayrıca L2'lerin elde edilmesi amacıyla; 10 ml'de yaklaşık 10.000 yumurta olacak şekilde ayrı beherlerde yumurta solüsyonları hazırlanmıştır.



Şekil 3.4. a) Köklerin yıkanması, b) Köklerin 1-2 cm boyutunda kesilmesi, c) Köklerin çamaşır suyunda 3 dk boyunca çalkalanması, d) Köklerin elekten geçirilmesi, e) Alt elekte toplanan yumurta solüsyonunun bir araya toplanması, f) Mikroskop altında yumurtaların görüntüsü

3.2.4. Seri Kültür Bitkilerinden 2. Dönem Larvaların Elde Edilmesi

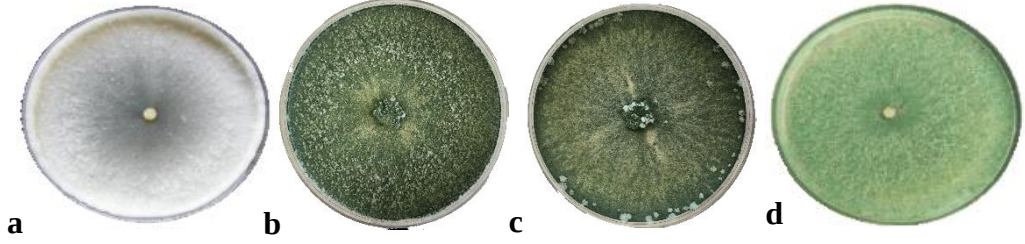
Çalışmada gerekli olan *M. luci* Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 2. dönem larvaları seri kültür bitkilerinden elde edilen yumurta solüsyonlarından sağlanmıştır. Bunun için tepsi içerisine bir plastik süzgeç yerleştirilmiş, süzgecin içerisine Whatman No. 2 filtre kağıdı konulmuştur. Tepsi içerisindeki kağıdı nemli bırakacak şekilde, 100 ml musluk suyu eklenmiştir. Mikropipet yardımıyla, 10.000 yumurta, kağıt üzerine yavaşça eklenmiştir (Şekil 3.5a). Altı saat sonunda süzgeç dikkatlice kaldırılıp tepsi içerisindeki erken açılmış 2. dönem larva solüsyonu uzaklaştırılmıştır. Tepsi içerisine tekrar 100 ml musluk suyu eklendikten sonra, süzgeç yerleştirilmiştir (Şekil 3.5b). Deneme için yeteri kadar 2. dönem larva elde edilmesi için çok sayıda tepsi kullanılmıştır (Şekil 3.5c). Yumurtalar yerleştirildikten 48 saat sonunda süzgeç kaldırılıp, altındaki tepside biriken 2. dönem larvalar, piset yardımıyla cam behere aktarılmıştır. Cam beher içerisindeki 2. dönem larvaların dibe çökmesi ve fazla suyun mikropipet yardımıyla atılması için 24 saat beklenmiştir. Süre sonunda üst suyun fazlası atılmış ve geri kalan 2. dönem larvalar stereo mikroskop altında sayılmıştır (Şekil 3.5d). Laboratuvar denemesi için 5 ml’de yaklaşık 500 adet L2 ve sera denemesi için 10 ml’de yaklaşık 750 adet L2 olacak şekilde inokulum yoğunluğu, her iki tür için de ayrı ayrı hazırlanmıştır.



Şekil 3.5. a) Süzgeç içerisine 10 ml yumurta solüsyonu eklenmesi, b) Yumurta solüsyonunun görüntüsü, c) Çoklu yumurta solüsyonlarından 2. dönem larva elde edilmesi için hazırlanmış tepsi yöntemi, d) Mikroskop altında 2. dönem larva görüntüsü

3.2.5. *Trichoderma* İzolatlarının Elde Edilmesi ve Gelişimlerinin Sağlanması

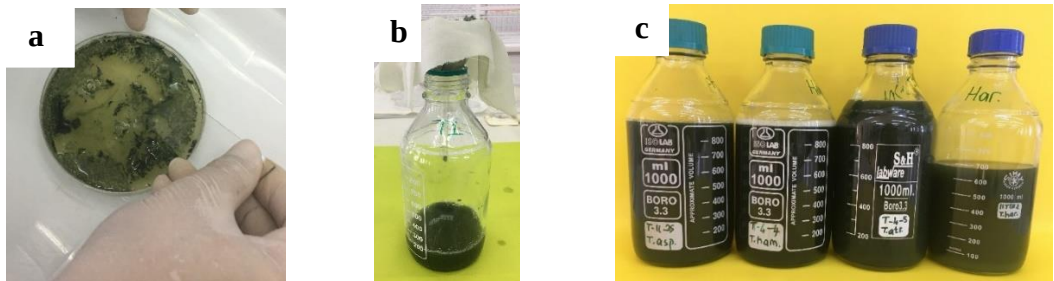
Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarından temin edilen 4 *Trichoderma* türü laboratuvar koşullarında Potato Dextrose Agar (PDA) besi ortamına alınarak gelişmeleri ve çoğaltılmaları sağlanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. a) *Trichoderma atroviride*, b) *Trichoderma asperellum*, c) *Trichoderma hamatum*, d) *Trichoderma harzianum* petrideki görüntüleri

3.2.6. *Trichoderma* İzolatlarından Spor Solüsyonlarının Elde Edilmesi

Potato Dextrose Agar ortamında geliştirilen 4 *Trichoderma* türü izolatu üzerine 100 ml steril su dökülerek spatül ile kazınmış ve sporların suya geçmeleri sağlanmıştır (Şekil 3.7a). Spor süspansiyonları iki katlı tülbent ile 1000 ml'lik steril cam otoklav şişelerine süzülerek, misel ve agar parçaları uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.7b). Hazırlanan bu süspansiyondaki sporların homojen hale gelmesi için %0.1'lik Tween 80 ilave edilerek karıştırılmıştır. Spor konsantrasyonları Neubauer hemositometresi ile sayılarak, istenilen konsantrasyonlara ayarlanmıştır. Denemelerde, tüm izolatların 1×10^8 spor ml^{-1} konsantrasyonu kullanılmıştır (Şekil 3.7c). Laboratuvar denemesinin her bir uygulaması için 5 ml, sera denemesinin her bir uygulaması için ise 10 ml fungus spor süspansiyonu kullanılmıştır.



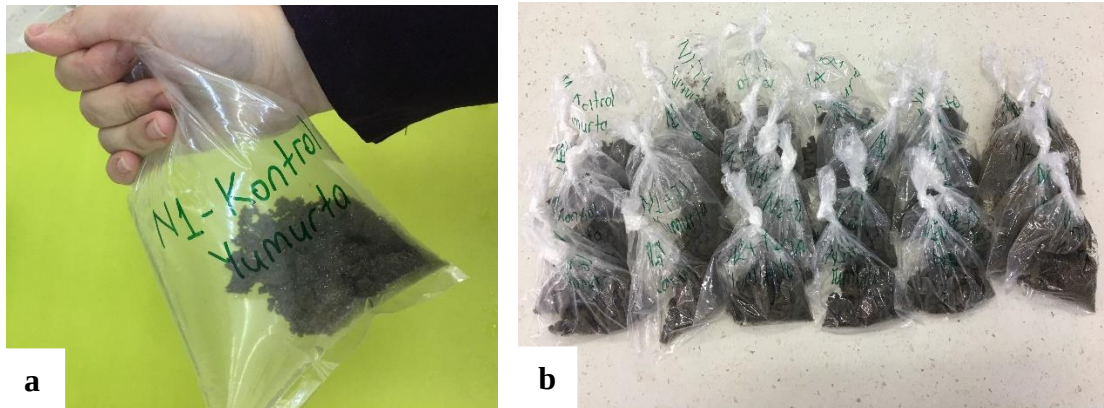
Şekil 3.7. a) *Trichoderma* izolatu üzerine 100 ml steril su dökülerek spatül ile kazınması, b) Spor süspansiyonları iki katlı tülbent ile 1000 ml'lik steril cam otoklav şişelerine süzülmesi, c) Tüm izolatların 1×10^8 spor ml^{-1} hazırlanmış konsantrasyonları

3.3. Laboratuvar Denemelerinin Kurulması

Bu çalışmada, fungus solüsyonlarının yumurta ve L2'ye parazitik etkinin saptanması amaçlanmıştır. Yöntem, fungus ve nematod bulaştırılan topraktan Baermann Huni yöntemi (Hooper, 1986) kullanılarak nematodların elde edilmesi esasına dayanmaktadır.

3.3.1. Nematod Yumurtalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması

Deneme için gerekli steril kum etüvde bekletilerek içerisindeki nem tamamen uzaklaştırıldıktan (%0) sonra, hassas terazide 100 gr tartılarak 0.5 kg'lık plastik poşetlere konulmuştur. Poşet içerisindeki steril kuma ilk önce *M. luci* Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20'nin 5 ml'de yaklaşık 300 yumurta olarak ayrı ayrı hazırlanmış solüsyonu mikropipet yardımıyla verilerek karıştırılmıştır. Sonrasında aynı poşet içerisine *Trichoderma* türlerinden biri, yine mikropipet yardımıyla 5 ml eklenmiş ve karıştırılmıştır. Nemi %20'ye tamamlamak için, 10 ml musluk suyu eklenip; poşetin ağzı kapatıldıktan sonra tekrar karıştırılmıştır (Şekil 3.8a). Fungusun yumurta açılımına etkisini görmek ve yumurta üzerindeki parazitizmi tespit etmek amacıyla, poşetler bir hafta boyunca $24\pm3^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ağzı kapalı şekilde bekletilmiş (Şekil 3.8b) ve her gün alt-üst edilerek karıştırılmıştır. Denemenin kontrol grubu olarak, steril kumun içerisine 5 ml yumurta solüsyonu ile birlikte 15 ml musluk suyu verilmiştir. İlaç uygulaması olarak da; steril kumun içerisine 5 ml yumurta solüsyonu ile birlikte 5 ml suyun içerisine 6,75 µl Fenamiphos etki maddeli (Safa Tarım 400 g/l Nemafer EC 400) ilaç ve 10 ml musluk suyu verilmiştir.



Şekil 3.8. a) Fungusun yumurtaya etkisini değerlendirmek amacıyla hazırlanan uygulamaların karıştırılması, b) Uygulamaların $24\pm3^{\circ}\text{C}$ 'de 1 hafta bekletilmesi

Bir hafta sonra poşet içerisinde bulunan bulaşık kum nematodun geçişinin sağlanabildiği tek katlı peçete üzerine yerleştirilmiş ve süzgece konulmuştur (Şekil 3.9a). Süzgeç ise Baermann Huni Yöntemi'ndeki musluğu kapalı ve içerisinde 200 ml musluk suyu bulunan huniye yerleştirilmiştir (Şekil 3.9b). Her 48 saatte bir musluk açılarak, tüp içerisine 10 ml su çekilmiştir (Şekil 3.9c, d). Su çekildikten sonra süzgeç dikkatlice kaldırılıp, huni içerisindeki su tamamen boşaltılmış ve yeni su doldurulan hunilere süzgeç tekrar yerleştirilmiştir. Falcon tüp içerisinde bulunan su ise, içerisinde bulunan nematodların dibe çökmesi ve mikroskop altında sayımının yapılması için 2 saat bekletilmiştir.



Şekil 3.9. Nematod yumurtası ve Trichoderma solüsyonu verilen kumdan 1 hafta sonra nematodun Baerman Huni yöntemi ile elde edilmesi a) Uygulama yapılan kumun süzgeç üzerindeki peçeteye yerleştirilmesi b) Uygulamaların huniye konulması, c) Her 48 saatte bir musluk açılarak, huniden tüp içerisine 10 ml su çekilmesi, d) Sayım için hazırlanan örnekler

İki saat sonunda falcon içerisindeki suyun üstünden yavaşça 9 ml su, mikropipet yardımıyla kontrollü şekilde çekilerek uzaklaştırılmıştır. Geriye kalan 1 ml su alt-üst edilerek karıştırıldıktan sonra tüp içerisindeki 2. dönem larvalar stereo mikroskopda sayılarak kaydedilmiştir. Denemenin sonlandırılması için, kontrol grubu olarak

belirlenen ve sadece *M. luci* Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 yumurtası verilen grupta, huniden elde edilen larva sayısı sonlanana kadar aynı işlemlere devam edilmiştir.

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 *in-vitro* yumurta denemesi; her fungus türü için 3 tekerrür olacak şekilde (4 fungus türü×3 tekerrür×2 nematod türü=24) kurulmuştur. Ayrıca deneme kontrol grubu olarak sadece yumurta verilen (3 tekerrür×2 nematod türü) 6 örnek ve yumurta ile birlikte Fenamiphos etki maddeli ilaç uygulanmış olan (3 tekerrür×2 nematod türü) 6 örnek olmak üzere toplam; 36 örnek ile deneme kurulmuştur.

3.3.2. Nematodun 2. Dönem Larvalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması

Deneme için gerekli steril kum etüvde bekletilerek içerisindeki nem tamamen uzaklaştırıldıktan sonra (%0), hassas terazide 100 gr tartılarak 0.5 kg'lık plastik poşetlere konulmuştur. Poşet içerisine ilk önce *M. luci* Çr-34 veya *M. incognita* Çr-20'nin 2. dönem larvası 5 ml'de 500 adet larva olacak şekilde mikropipet yardımıyla verilmiş ve karıştırılmıştır. Sonrasında hazırlanmış olan *Trichoderma* türlerinden biri, mikropipet yardımıyla 5 ml çekilmiş ve larva verilmiş kum içerisine eklenip, karıştırılmıştır. Nemi %20'ye tamamlamak için 10 ml musluk suyu eklenip, poşetin ağzı kapatılıp, tekrar karıştırılmıştır. Fungusun, larvalar üzerindeki etkisini tespit amacıyla; poşetler bir hafta boyunca uygun koşullarda ($24\pm3^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta) ağzı kapalı şekilde bekletilmiştir ve her gün alt-üst edilerek karıştırılmıştır. Denemenin kontrol grubuna ise steril kumun içerisine 5 ml 2. dönem larva solüsyonu ile birlikte 15 ml musluk suyu verilmiştir. İlaç uygulaması olarak ise steril kumun içerisine 5 ml'deki 2. dönem larva solüsyonu ile birlikte 5 ml suyun içerisine 6,75 µl Fenamiphos etki maddeli ilaç ve 10 ml musluk suyu verilmiştir. Bundan sonraki aşamalar yukarıdaki yumurta denemesinde açıklandığı şekilde 36 örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir.

3.3.3. Laboratuvar Denemelerinin Değerlendirilmesi

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20'nin yumurta denemesi sırasıyla 12 gün ve 8 gün sürmüştür. Her iki nematod türünün 2. dönem larva denemesi ise 8 günde sonlandırılmıştır.

Trichoderma izolatlarının, kök-ur nematodunun her iki türünde de yumurta açılımına etkisinin değerlendirilmesi amacıyla; yumurtadan çıkan canlı larvaların görülmediği güne kadar sayım devam etmiştir ve bu sayımlar mikroskop altında

yapılmıştır. *Trichoderma* izolatlarının, L2'ler üzerindeki öldürücü etkisini görmek amacıyla larvaların hareketsiz olup olmadıkları ok uçlu iğne yardımıyla teyit edilmiştir.

Fungus uygulanan yumurtaların; yumurta açılımını engellemesi üzerine etkilerini ortaya koymak için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Misiha, et al., 2013):

$$\% \text{ Engelleme} = \frac{\text{Kontrolde açılan yumurta sayısı} - \text{Elde edilen L2 sayısı}}{\text{Kontrolde açılan yumurta sayısı}} \times 100$$

Fungusun L2'lere öldürücü etkisini ortaya koymak için ise aşağıdaki formül kullanılmıştır (Schneider and Orelli, 1947):

$$\% \text{ Ölüm} = 100 - \frac{\text{Uygulamadan elde edilen L2 sayısı}}{\text{Kontrolde elde edilen L2 sayısı}} \times 100$$

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 1 defa daha tekrar aynı koşullar altında tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar SAS İstatistik Programı (SAS Institute, Cary, NC) kullanılarak, varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılık, Tukey çoklu karşılaştırma testine göre %5 önem seviyesinde değerlendirilmiştir.

3.4. Sera Denemelerinin Kurulması

Bu çalışmada temel amaç *Trichoderma* fungusunun kök-ur nematodlarına karşı en etkili uygulama zamanının tespit edilmesidir. Bunun için arazi koşullarında da uygulanabilecek 3 farklı yöntem sera koşullarda denenmiştir. Bunlar sırasıyla;

1. Hassas domates bitkilerinin, *Trichoderma* ve nematodun aynı anda verilerek bir hafta bekletildiği topraklara şaşırtılması,
2. Hassas domates bitkilerinin, *Trichoderma* ve nematod bulaştırılmış topraklara hemen şaşırtılması ve
3. *Trichoderma* izolatlarının hassas domates fidelerine uygulanması zamanı olarak belirlenmiştir.

3.4.1. Denemede Kullanılacak Fidelerin Yetiştirilmesi

Denemede kök-ur nematodlarına hassas Falcon (Bursa Tohumculuk) domates çeşidi kullanılmıştır. İçerisinde torf bulunan viyollere domates tohumu ekilmiş ve $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve yaklaşık %70 nem içeren kontrollü cam serada 5-6 yapraklı fide dönemine gelene kadar yetiştirilmiştir (Şekil 3.10).



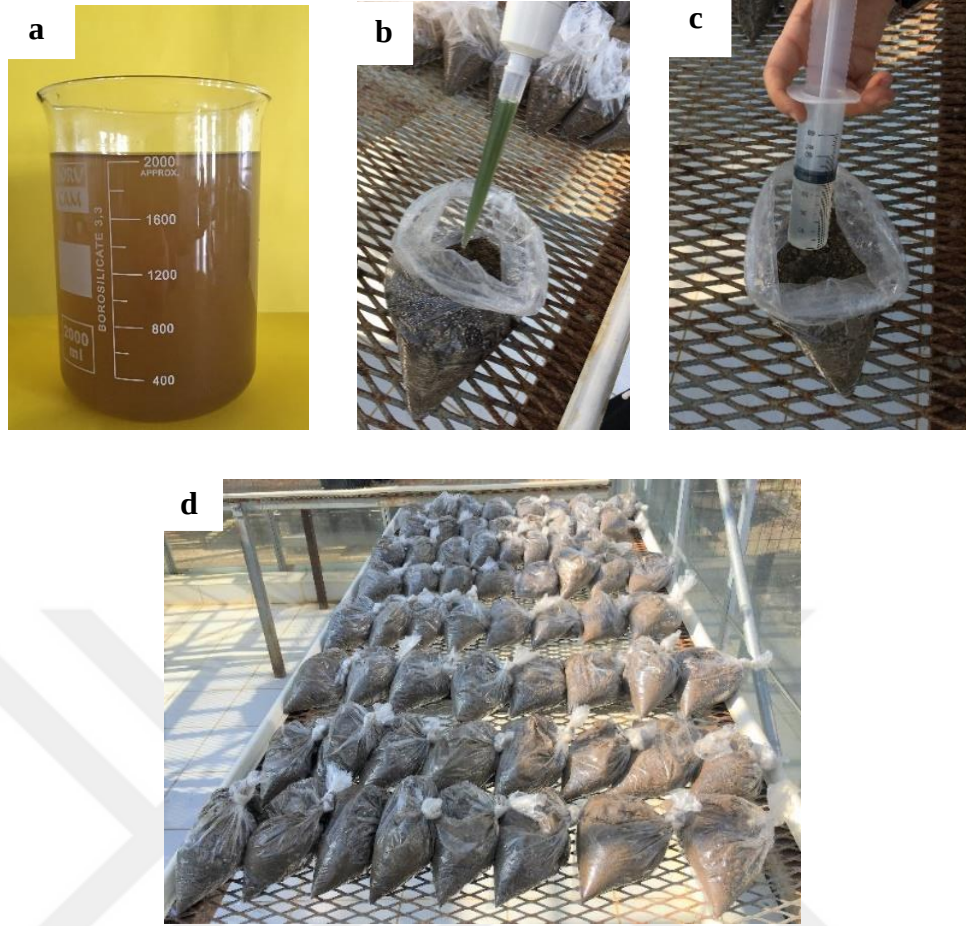
Şekil 3.10. *İn-vivo* ortam denemesi için yetiştirilen domates fideleri

3.4.2. Hassas Domates Bitkilerinin, *Trichoderma* ve Nematodun Aynı Anda Verilerek Bir Hafta Bekletildiği Topraklara Şaşırtılması

Bu uygulamada *Trichoderma* fungusu ile kök-ur nematodunu aynı anda toprağa verilip, toprakta bir hafta boyunca bekletildikten sonra, uygulama yapılan toprağa domates bitkileri şaşırtılmıştır. Denemenin aşamaları aşağıdaki gibidir:

3.4.2.1. Nematodun Yumurtalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması

Nemi %0 olan steril kumlu toprak hassas terazide 300 gr tartılarak, 0.5 kg'lık plastik poşetlere konulmuş ve içerisine mikropipet yardımıyla 10 ml'de yaklaşık 1000 yumurta içeren yumurta solüsyonu (Şekil 3.11a) eklenmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra 1×10^8 spor/ml⁻¹ oranında hazırlanmış fungus konsantrasyonundan her bir poşete 10 ml verilmiş ve alt-üst edilerek karıştırılmıştır (Şekil 3.11b). Nemi %20'ye tamamlamak için, 40 ml musluk suyu eklenmiş ve iyice çalkalanmıştır (Şekil 3.10c). Poşetlerin ağzı kapatıldıktan sonra, bir hafta boyunca alt-üst karıştırılmış, poşetler $24 \pm 3^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %70 nem içeren serada bekletilmiştir (Şekil 3.11d).



Şekil 3.11. Fungusun in-vivo denemelerdeki etkinliği tespit etmek amacıyla hazırlanmış örnekler a) 10 ml’de 1000 yumurta olarak hazırlanmış yumurta solüsyonu, b) 300 g toprağa 10 ml fungus solüsyonu verilmesi, c) Yumurta ve fungus solüsyonu verilen toprağın nemini %60 tamamlamak için 40 ml musluk suyunun verilmesi, d) Poşetlerin bir hafta boyunca bekletilmesi

Bir haftanın sonunda plastik poşet içerisinde bulunan toprak, 300 ml’lik plastik saksılara konulmuş, saksılara 5-6 yapraklı hassas domates fideleri şaşırtılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. *Trichoderma* ve nematodun toprakta bir hafta bekletildikten sonra bitkiye şaşırtılması sonucu kurulan yumurta denemesi

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 yumurtalarının kullanıldığı denemeler; her fungus türü için 4 tekerrür olacak şekilde (4 fungus türü×4 tekerrür×2 nematod türü=32 saksı) üzerine kurulmuştur. Kontrol olarak; 10 ml yumurta ile birlikte 50 ml musluk suyu verilmiştir (4 tekerrür×2 nematod türü=8 saksı). İlaç uygulamasına ise; 10 ml yumurta ile birlikte 10 ml suyun içerisine 27.5 µl Fenamiphos etki maddeli ilaç uygulanmıştır. Üzerine nemi %60'a tamamlamak için 40 ml musluk suyu verilmiş (4 tekerrür×2 nematod türü=8 saksı) ve deneme toplam 48 saksı kullanılarak yürütülmüştür.

3.4.2.2. Nematodun 2. Dönem Larvalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 yumurtalarının kullanıldığı deneme, aynı şekilde L2 kullanılarak da kurulmuştur. Bu kez *Trichoderma*'lar ile *Meloidogyne* türlerinin L2'leri aynı anda toprağa bulaştırılıp, bir hafta bekletilmiştir. Bu amaçla; nemi %0 olan steril kum-toprak karışımı 0.5 kg'lık poşetlere tartılarak boşaltılmıştır. İçerisine mikropipet yardımıyla 10 ml yaklaşık 750 L2 içeren larva solüsyonu her bir poşete eklenmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra 1×10^8 spor/ml⁻¹ fungus konsantrasyonundan 10 ml verilmiş ve tekrar alt-üst edilmiştir. Nemi %20'ye tamamlamak için, 40 ml musluk suyu eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır. Poşetlerin ağzı kapatıldıktan sonra bir hafta boyunca alt-üst karıştırılmış, 24±3°C sıcaklık ve %70 nem içeren serada bekletilmiştir. Bir haftanın sonunda plastik poşet içerisinde bulunan toprak, 300 ml'lik plastik saksılara konulup, saksılara 5-6 yapraklı hassas domates fideleri şaşırtılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. *Trichoderma* ve nematodun toprakta bir hafta bekletildikten sonra bitkiye şaşırtılması sonucu kurulan 2. dönem larva denemesi

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 L2'lerinin kullanıldığı denemelerde de toplam 48 saksı kullanılmıştır.

3.4.3. Hassas Domates Bitkilerinin, *Trichoderma* ve Nematod Bulaştırılmış Topraklara Hemen Şaşırtılması

Bu uygulamada *Trichoderma* fungusu ve kök-ur nematodu aynı anda toprağa uygulanmış ve hiç bekletilmeden domates fidesi şaşırtılmıştır. Denemenin aşamaları aşağıda sırasıyla verilmiştir:

3.4.3.1. Nematodun Yumurtalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması

İlk olarak nemi %0 olan steril kum-toprak karışımı, hassas terazide 300 g tartılarak 0.5 kg'lık plastik poşetlere konulmuştur. İçerisine mikropipet yardımıyla 10 ml yaklaşık 1000 yumurta içeren yumurta solüsyonu eklenerek karıştırılmıştır. Hemen sonra 1×10^8 spor/ml⁻¹ fungus, poşetlere 10 ml verilmiş ve alt-üst edilerek karıştırılmıştır. Nemi %20'ye tamamlamak için 40 ml musluk suyu eklenmiş ve iyice çalkalanmıştır. Plastik poşet içerisinde bulunan toprak, hiç bekletilmeden 300 ml'lik plastik saksılara boşaltılmış ve 5-6 yapraklı hassas domates fideleri şaşırtılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. *Trichoderma* ve nematodun toprakta karıştırılıp hemen bitkiye şaşırtılması sonucu kurulan yumurta denemesi

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 yumurta denemesi tekrerr sayıları aşağıdaki gibidir:

Trichoderma atroviride + 2 Nematod Türünün Yumurtaları = 8 tekrerr

Trichoderma asperellum + 2 Nematod Türünün Yumurtaları = 8 tekrerr

Trichoderma hamatum + 2 Nematod Türünün Yumurtaları = 8 tekerrür

Trichoderma harzianum + 2 Nematod Türünün Yumurtaları = 8 tekerrür

Pozitif Kontrol + 2 Nematod Türünün Yumurtaları = 8 Tekerrür

Negatif Kontrol + 2 Nematod Türünün Yumurtaları = 8 Tekerrür

Toplam 48 saksı üzerinden deneme yürütülmüştür.

Negatif kontrol grubu olan saksılara; 10 ml yumurta ile birlikte 50 ml musluk suyu verilmiş ve fungus uygulanmamıştır. Pozitif kontrol uygulamaları ise; 10 ml yumurta ile birlikte 10 ml suyun içerisine 27.5 µl Fenamiphos etki maddeli ilaç karıştırılıp verilmiştir. Üzerine ise nemi %20'ye tamamlamak için 40 ml musluk suyu verilmiştir.

3.4.3.2. Nematodun 2. Dönem Larvalarına Fungus Solüsyonlarının Bulaştırılması

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 yumurtalarının kullanıldığı denemelerinin aynısı L2'ler kullanılarak da kurulmuştur. Nemi %0 olan steril kumlu toprak, 300 g tartılarak poşetlere konulmuştur. İçerisine mikropipet yardımıyla 10 ml yaklaşık 750 adet L2 içeren larva solüsyonu eklenmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra 10 ml 1×10^8 spor/ml⁻¹ fungus konsantrasyonu verilmiş ve tekrar alt-üst edilmiştir. Nemi %20'ye tamamlamak için 40 ml musluk suyu eklenmiş ve iyice çalkalanmıştır. Plastik poşet içerisinde bulunan toprak, hiç bekletilmeden 300 ml'lik plastik saksılara boşaltılmış ve üzerine 5-6 yapraklı hassas domates fideleri şaşırtılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. *Trichoderma* ve nematodun toprakta karıştırılıp hemen bitkiye şaşırtılması sonucu kurulan 2. dönem larva denemesi

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20'nin L2 denemesinin tekerrür sayıları, yumurta denemesiyle aynı olup toplam 48 saksı kullanılmıştır.

3.4.4. *Trichoderma* İzolatlarının Hassas Domates Fidelerine Uygulanması

Bu uygulamada, fungus solüsyonu domates fidesinin köküne verilip, 3 gün bekletildikten sonra, nematodlu toprağa şaşırtılmıştır. Bu denemenin aşamaları aşağıdaki gibidir:

3.4.4.1. Domates Fidelerinin Köküne Fungus Solüsyonlarının Uygulanması ve Yumurta ile Bulaştırılması

İlk önce viollerde bulunan domates fidesi köklerine mikropipet yardımıyla 10 ml 1×10^8 spor/ml⁻¹ fungus konsantrasyonu uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.16) ve 3 gün boyunca $24 \pm 3^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki sera içerisinde bekletilmiştir.



Şekil 3.16. Domates fidelerinin köklerine fungus bulaştırılması

Dördüncü günde, 0.5 kg'lık her bir plastik poşete nemi %0 olan steril kumlu toprak karışımı, hassas terazide 300 g tartılarak konulmuştur. İçerisine 10 ml yaklaşık 1000 yumurta solüsyonu mikropipet yardımıyla verilmiştir ve iyice çalkalanmıştır. Nemi %20'ye tamamlamak için 40 ml musluk suyu eklenip tekrar karıştırılmıştır. 300 ml'lik plastik saksılara poşetlerdeki bulaşık toprak boşaltılmış ve üzerine torfundan arındırılmadan domates fidesi şaşırtılmıştır.

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20 yumurtalarının kullanıldığı denemeler her fungus türü için 4 tekerrür olacak şekilde (4 fungus türü $\times$ 4 tekerrür $\times$ 2 nematod türü = 32 saksı) kurulmuştur. Kontrol grubu olarak; 10 ml yumurta ile birlikte 50 ml musluk suyu verilmiştir (4 tekerrür $\times$ 2 nematod türü = 8 saksı). İlaç uygulaması olarak; 10 ml yumurta ile birlikte 10 ml suyun içerisine 27.5 μl Fenamiphos etki maddeli ilaç uygulanmıştır. Üzerine nemi %20'ye tamamlamak için 40 ml musluk suyu verilmiş (4 tekerrür $\times$ 2 nematod türü = 8 saksı) olup, böylece deneme toplam 48 saksı kullanılarak yürütülmüştür.

3.4.4.2. Domates Fidelerinin Köküne Fungus Solüsyonlarının Uygulanması ve 2. Dönem Larva ile Bulaştırılması

Bölüm 3.4.4.1’de açıklandığı şekilde domates fidelerine *Trichoderma* izolatları uygulanmış ve üç gün bekletilmiştir (Şekil 3.16).

Dördüncü günde 0.5 kg’lık her bir plastik poşete nemi %0 olan steril kumlu toprak 300 g olacak şekilde konulmuştur. İçerisine 10 ml’de yaklaşık 750 adet L2 solüsyonu, mikropipet yardımıyla verilerek iyice çalkalanmıştır. Nemi %20’ye tamamlamak için 40 ml musluk suyu eklenip, tekrar karıştırılmıştır. bulaşık toprak 300 ml’lik plastik saksılara boşaltılmış ve torfundan arındırılmayan domates fidesi şaşırtılmıştır.

Meloidogyne luci Çr-34 ve *M. incognita* Çr-20’nin L2 denemesinin tekerrür sayıları, yumurta denemesiyle aynı olup, denemeler toplam 48 saksı yürütülmüştür.

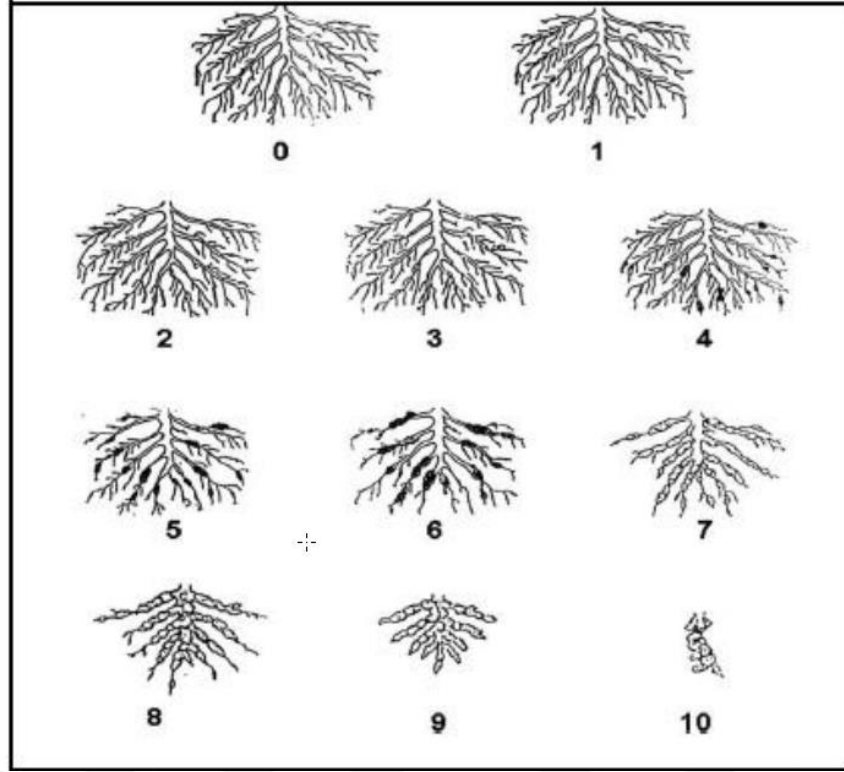
3.4.5. Sera Denemelerinin Değerlendirilmesi

Nematod inokulasyonlarından 60 gün sonra denemedeki tüm bitkiler sökülüştür. *Trichoderma*’nın bitki gelişimine etkisini saptamak amacıyla, bitkilerin gelişim kriterleri; gövde boyu (cm), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g) ve kök yaş ağırlığı (g) elde edilmiştir. Bitkilerin gövde kuru ağırlığını belirlemek için bitki üst kısımları etüv içerisinde 80°C sıcaklıkta 48 saat boyunca tutulmuştur (Şekil 3.17).



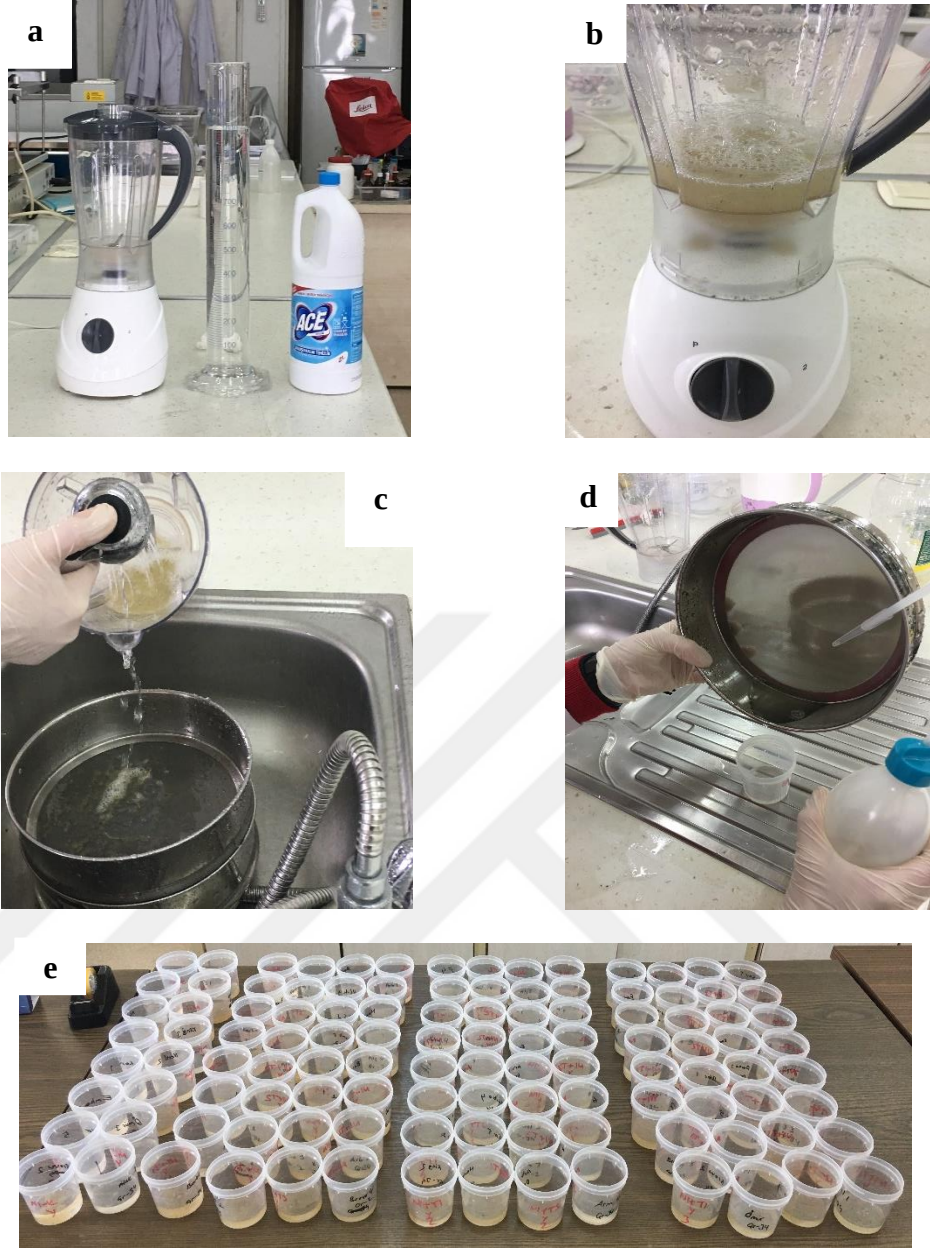
Şekil 3.17. Etüv içerisinde gövde kuru ağırlığını hesaplamak için kurutulan bitkiler

Köklerdeki ırlanma oranının değerdendirilmesinde (Piedro-Bueno, et al., 2011), Bridge and Page (1980)'nin uyardıdıkları 0-10 ur skalası kullanılmıştır (şekil 3.17).



şekil 3.18. Bridge and Page (1980)'nin uyardıdıkları 0-10 ur skalası

Bitki köklerindeki yumurta sayısını belirlemek için Blender-Elek yöntemi (şekil 3.19a) kullanılmıştır (Cortada, et al., 2008). Kökler, 1-2 cm boyutunda kesilerek blendere yerleştirilmiş ve %20'lik şamaşır suyu (%1 NaOCl) solüsyonu eklenmiştir. Blender 10 sn süre ile, 3 kez aralıklarla şalıştırılmıştır (şekil 3.19b). Blender ile çalkalanan kökler 200 ve 500 mesh elekten geçirilmış (şekil 3.19c) ve üst elekte (200 mesh) takılan köklerden ayrılan yumurtalar, alttaki elekten (500 mesh) piset yardımıyla toplanmıştır (şekil 3.19d). Her bitki kökünden elde edilen yumurtalar (şekil 3.19e), stereo mikroskop altında sayılarak ve kaydedilmiştir.



Şekil 3.19. a) Çamaşır suyu solüsyonun hazırlanması, b) Köklerin blenderda çalkalanması, c) Çalkalanan köklerin eleklerle aktarılması, d) Alt elekte (500 mesh) biriken yumurtaların piset ile kaplara toplanılması, e) Eleklerden toplanan yumurtalar

Trichoderma izolatları uygulanan, kök-ur nematodunun her iki türünün yumurta ve L2 denemesinde; yumurta sayısındaki azalmayı daha net ortaya koyabilmek için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Misiha, et al., 2013):

$$\% \text{ Engelleme} = \frac{\text{Kontroldeki yumurta sayısı} - \text{Fungus Uygulamasındaki yumurta sayısı}}{\text{Kontroldeki yumurta sayısı}} \times 100$$

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş ve denemeler aynı koşullarda 1 defa da tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlara SAS istatistik programı (SAS Institute, Cary, NC) kullanılarak, varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılık, Tukey çoklu karşılaştırma testine göre %5 önem seviyesinde belirlenmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

Trichoderma türünün 4 farklı (*T. atroviride*, *T. asperellum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*) izolatının, *M. luci* ve *M. incognita* türlerinin yumurtaları ve L2'leri üzerindeki etkileri, laboratuvar denemesi huni yöntemiyle ve sera denemesi olarak 3 farklı uygulama zamanı ile araştırılmıştır.

4.1.1. Laboratuvar Denemelerinin Bulguları

Laboratuvar denemelerinde, izolatların yumurta açılımına ve L2'lere olan etkileri değerlendirilmiştir.

4.1.1.1. *Trichoderma* İzolatlarının, *Meloidogyne luci* ve *Meloidogyne incognita* Yumurta Açılımına Etkileri

Toprakten L2 elde etme işleminin son bulduğu 12. güne kadar iki günde bir topraklardan larva elde edilerek sayımları yapılmıştır. Buna göre nematisit uygulaması yapılan topraklardan hiç L2 elde edilmezken, fungus uygulamaları arasında 2. günde en az L2 sayısı *T. atroviride* uygulamasında ve en çok ise *T. hamatum* uygulamasında saptanmıştır. Buna karşın, 4., 6. ve 8. günde en az L2 *T. harzianum* uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Meloidogyne incognita yumurtaları ile bulaştırılan topraklardan elde edilen L2 8. günde son bulmuştur. İlk sayımdan son sayıma kadar 4 izolat türünde de elde edilen L2 sayısı kontrole göre daha azdır. Nematodun elde edildiği tüm sayımlarda, en az L2 sayıları *T. atroviride* ve *T. harzianum* izolatlarından elde edilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.1. *Meloidogyne luci* yumurtası ile bulaşık topraklara (300 yumurta/100 g toprak) *Trichoderma* türleri uygulandıktan bir hafta sonra topraktan elde edilen 2. dönem larva sayıları*

Uygulamalar	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün	10. Gün	12. Gün	Toplam
<i>T. atroviride</i>	2.50 c	10.00 cd	10.00 cd	7.50 b	0.00 b	0	30.00 c
<i>T. asperellum</i>	36.67 a	15.00 c	40.00 a	5.00 b	0.00 b	0	96.67 b
<i>T. hamatum</i>	45.83 a	36.67 a	20.83 bc	5.00 b	0.00 b	0	108.33 b
<i>T. harzianum</i>	7.50 c	5.00 de	7.50 d	0.00 b	0.00 b	0	20.00 c

*Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre sütun içerisinde aynı harflere sahip değerler $P \leq 0.05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tablo 4.2. *Meloidogyne incognita* yumurtası ile bulaşık topraklara (300 yumurta/100 g toprak) *Trichoderma* türleri uygulandıktan bir hafta sonra topraktan elde edilen 2. dönem larva sayıları*

Uygulamalar	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün	Toplam
<i>T. atroviride</i>	15.00 d	5.00 d	0.00 c	0	20.00 d
<i>T. asperellum</i>	25.00 c	15.00 bc	0.00 c	0	40.00 c
<i>T. hamatum</i>	43.33 b	22.50 b	7.50 b	0	73.33 b
<i>T. harzianum</i>	10.00 d	7.50 cd	0.00 c	0	17.50 d

*Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre sütun içerisinde aynı harflere sahip değerler $P \leq 0.05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Denemede açılan toplam yumurta sayılarına bakıldığında; en az *M. luci* larvasının sayıldığı uygulama *T. harzianum* olmuş ve onu istatistiksel olarak aynı gruba giren *T. atroviride* izlemiştir. En çok larvanın sayıldığı uygulamalar ise yine aynı gruba giren *T. hamatum* ile *T. asperellum*'dur (Tablo 4.1).

Meloidogyne incognita türü ile yapılan denemelerde en fazla yumurta açılımı kontrolde saptanırken, yine *T. harzianum* ve *T. atroviride* aynı istatistiksel gruba girmiştir. *T. hamatum* uygulanan yumurtalarda ise en fazla larva çıkışı olmuştur (Tablo 4.2). Bu durum *M. luci* içinde (Tablo 4.1) aynı olmuş ve yine *T. harzianum* ve *T. atroviride* aynı grupta yer alarak en az yumurtanın sayıldığı uygulamalar olmuştur.

Meloidogyne luci yumurta açılımının engellenme yüzdeleri kontrol grubundaki musluk suyu uygulanan yumurtalarla karşılaştırıldığında; 8. günde *T. harzianum* %100 engelleme gösterirken, *T. asperellum* ve *T. hamatum* %87.50, *T. atroviride* %81.25 engelleme göstermiştir. *T. harzianum* %83.67 oranı ile toplam yumurta açılımını engellemede ilk sırayı almış ve onu sırasıyla; *T. atroviride* (%75.51) ve *T. asperellum* (%21.08) izolatları izlemiştir. Yumurta açılımını en az etkileyen fungus izolatı ise %11.56 oranıyla *T. hamatum* olmuştur (Tablo 4.3).

Meloidogyne incognita yumurta açılımını engelleme oranları kontrol ile karşılaştırıldığında; 2. günde *T. harzianum* (%86.21) en yüksek, *T. hamatum* %40.24 ile en az engelleme oranına sahiptir. Altıncı günde 4 izolat türünün de %100 engelleme gösterdiği saptanmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.3. *Trichoderma* spp. uygulamalarının *Meloidogyne luci* (300 yumurta/100 g toprak) yumurta açılımını engelleme oranları (%)*

Uygulamalar	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün	10. Gün	12. Gün	Toplam	Yumurta Açılımının Engellenmesi (%)*
<i>T. atroviride</i>	87.50 c	60 cd	55.56 cd	81.25 b	100 b	0	30.00 c	75.51
<i>T. asperellum</i>	-83.34 a	40 c	-77.78 a	87.50 b	100 b	0	96.66 b	21.08
<i>T. hamatum</i>	-129.17 a	-83.34 a	7.40 bc	87.50 b	100 b	0	108.33 b	11.56
<i>T. harzianum</i>	62.50 c	80 de	67 d	100 b	100 b	0	20.00 c	83.67

*Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre sütun içerisinde aynı harflere sahip değerler $P \leq 0.05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tablo 4.4. *Trichoderma* spp. uygulamalarının *Meloidogyne incognita* (300 yumurta/100 g toprak) yumurta açılımını engelleme oranları (%)*

Uygulamalar	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün	Toplam	Yumurta Açılımının Engellenmesi (%)*
<i>T. atroviride</i>	79.32 d	91.31 d	100 c	0	20.00 d	87.10
<i>T. asperellum</i>	65.52 c	73.92 bc	100 c	0	40.00 c	74.20
<i>T. hamatum</i>	40.24 b	60.87 b	100 b	0	73.33 b	52.69
<i>T. harzianum</i>	86.21 d	86.96 cd	100 c	0	17.50 d	88.71

*Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre sütun içerisinde aynı harflere sahip değerler $P \leq 0.05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Dört farklı *Trichoderma* türünden, *M. luci* yumurta açılımını en fazla engelleyen %83.67'lik bir oranla *T. harzianum* olurken onu; %75.51 oranı ile *T. atroviride* izlemiştir. *M. luci* yumurta açılımını *T. asperellum* %21.08 ve *T. hamatum*'da %11.56 oranı ile engellemiştir (Tablo 4.3).

İzolatların, *M. incognita* türünde yumurta açılımını engelleme oranlarına bakıldığında *M. luci*'ye benzer bir oran ile yine *T. harzianum*(%88.71) ilk sırayı almış ve onu çok yakın bir oran ile *T. atroviride* (%87.10) izlemiştir. *T. asperellum* uygulamaları *M. incognita* türünde yumurta açılımını %74.20 ve *T. hamatum* ise %52.69 oranında engellemiştir (Tablo 4.4). Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'te görüldüğü gibi genel olarak izolatların tamamı *M. incognita* yumurta açılımı üzerinde daha etkili olmuştur.

4.1.1.2. *Trichoderma* İzolatlarının, *Meloidogyne luci* ve *Meloidogyne incognita* 2. Dönem Larvalarına Etkileri

Trichoderma izolatlarının, *Meloidogyne luci* L2'lerine etkisi; kontrol ile kıyaslandığında; etkinin 2. günde en fazla *T. asperellum*'da (%94.24) olduğu ve onu *T. harzianum* ile aynı etkiyi gösteren *T. hamatum*'un (%88.47) izlediği saptanmıştır. *T. atroviride* ise 2. gün en az etkiyi (%71.16) göstermiştir. Altıncı günde en fazla etkiyi *T. atroviride* ve *T. harzianum* gösterirken, en az etkiyi *T. hamatum*'da saptanmıştır. Toplamda kontrole göre yüzde ölüme bakıldığında; en yüksek öldürücü etkiye sahip izolatın *T. harzianum* (%80.38), en az etkili olanın ise *T. hamatum* (%66.36) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.5).

Trichoderma izolatlarının, *Meloidogyne incognita* L2'lerine etkisi; 2. günde yine en fazla *T. harzianum*'da (%80.55) olmuştur. Toplamda kontrole göre yüzde ölüme bakıldığında; en yüksek öldürücü etkiye sahip izolat %85.58 oranı ile *T. atroviride*'dir (Tablo 4.6).

Sonuç olarak *T. harzianum* her iki nematod türünde de en az yumurta açılımının saptandığı izolat olmuştur. Larvalarda en fazla öldürücü etkiye sahip izolat *M. luci*'de *T. harzianum* ve *M. incognita*'da *T. atroviride* olurken, ilaç uygulaması her iki türde de %100 etkili olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.5. *Trichoderma* spp. uygulamalarının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvalarına (500 L2/100 g toprak) öldürücü etkisi (%)*

Uygulamalar	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün	Toplam	Kontrole Göre Ölüm (%)*
<i>T. atroviride</i>	71.16 b	75.68 bc	83.34 bc	0	22.50 bc	74.77
<i>T. asperellum</i>	94.24 c	59.46 b	33.34 ab	0	25.00 bc	71.96
<i>T. hamatum</i>	88.47 bc	59.46 b	16.67 a	0	30.00 b	66.36
<i>T. harzianum</i>	88.47 bc	67.56 b	83.34 bc	0	17.50 c	80.38

*Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre sütun içerisinde aynı harflere sahip değerler $P \leq 0.05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tablo 4.6. *Trichoderma* spp. uygulamalarının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvalarına (500 L2/100 g toprak) öldürücü etkisi (%)*

Uygulamalar	2. Gün	4. Gün	6. Gün	8. Gün	Toplam	Kontrole Göre Ölüm (%)*
<i>T. atroviride</i>	75.68 b	90.17 bc	100 a	0	12.50 d	85.58
<i>T. asperellum</i>	67.57 b	75.41 b	100 a	0	27.50 b	68.27
<i>T. hamatum</i>	67.57 b	76.40 b	100 a	0	22.50 bc	74.04
<i>T. harzianum</i>	80.55 b	76.40 b	100 a	0	18.00 cd	79.24

*Veriler 8 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre sütun içerisinde aynı harflere sahip değerler $P \leq 0.05$ göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

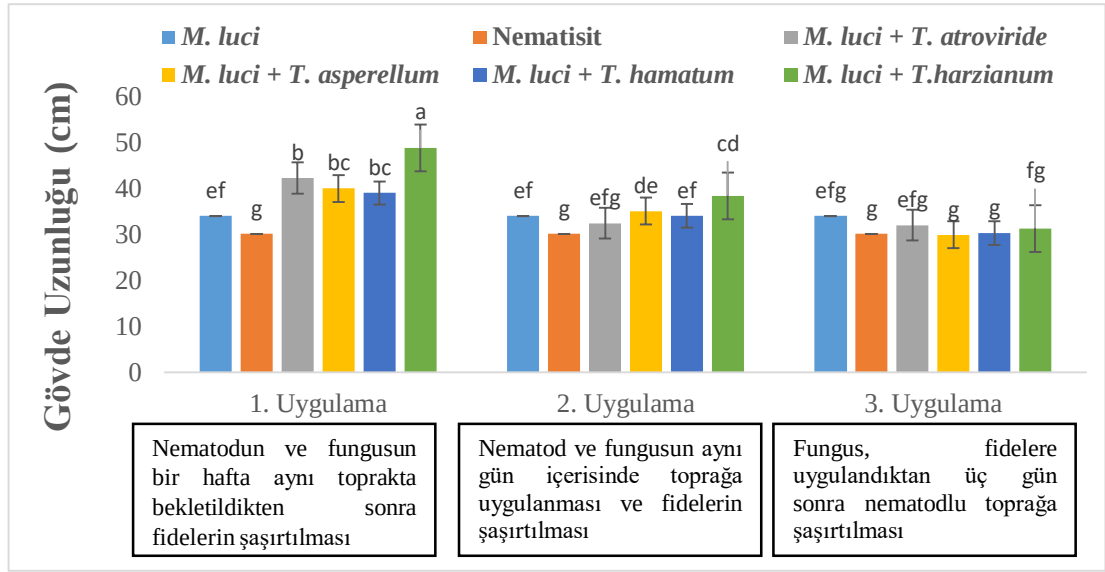
4.1.2. Sera Denemelerinin Bulguları

Dört farklı *Trichoderma* izolatının, kök-ur nematodları mücadelesinde kullanım olanaklarının saptanması amacıyla gerçekleştirilen saksı denemelerinde *M. luci* ve *M. incognita* türleri kullanılmıştır. İzolatların bitkili ortamda en uygun uygulama zamanının tespiti için 3 farklı uygulama zamanı kullanılmıştır. Bu amaçla, her iki nematod türünün yumurtası ve L2'si ile bulaştırılan hassas domates bitkilerinin bitki gelişim kriterleri ve köklerdeki ırlanma oranı ile yumurta sayısı değerlendirilmiştir.

4.1.2.1. *Trichoderma* İzolatlarının Farklı Uygulama Zamanlarına Göre *Meloidogyne luci* Yumurtası Bulaştırılmış Hassas Domates Bitkilerinin, Gelişime ve Nematod Zararına Etkileri

Meloidogyne luci yumurtaları ile bulaştırılan hassas domates bitkilerinde 3 uygulama zamanı bakımından kıyaslama yapıldığında; gövde uzunluğu bakımından (Şekil 4.1); fungusun, fide torfuna verildikten üç gün sonra nematodlu toprağa şaşırtılmasıyla oluşturulan (üçüncü) uygulamada; tüm izolatların, kontrolden daha düşük etki oluşturduğu saptanmıştır.

Nematod ve fungusun aynı gün içerisinde toprağa verilmesi ve fidenin şaşırtılmasıyla oluşturulan uygulamada (ikinci) ise; *T. hamatum*, kontrol ile aynı gruba girmiştir. Etkisi en fazla olan uygulama; bitki gelişimini pozitif yönde etkileyerek nematodun fungus ile beraber bir hafta toprakta bekletilip, fidelerin şaşırtıldığı (birinci) uygulama olmuştur. Gövde uzunluğunda *T. harzianum* etkisi en yüksek izolat olurken (Şekil 4.2), etkisi en az olan izolatlar; aynı grupta yer alan *T. asperellum* ve *T. hamatum* olmuştur. 2. uygulamada; bitki gelişiminde etkisi diğerlerinde fazla olan yine *T. harzianum* olmuştur.

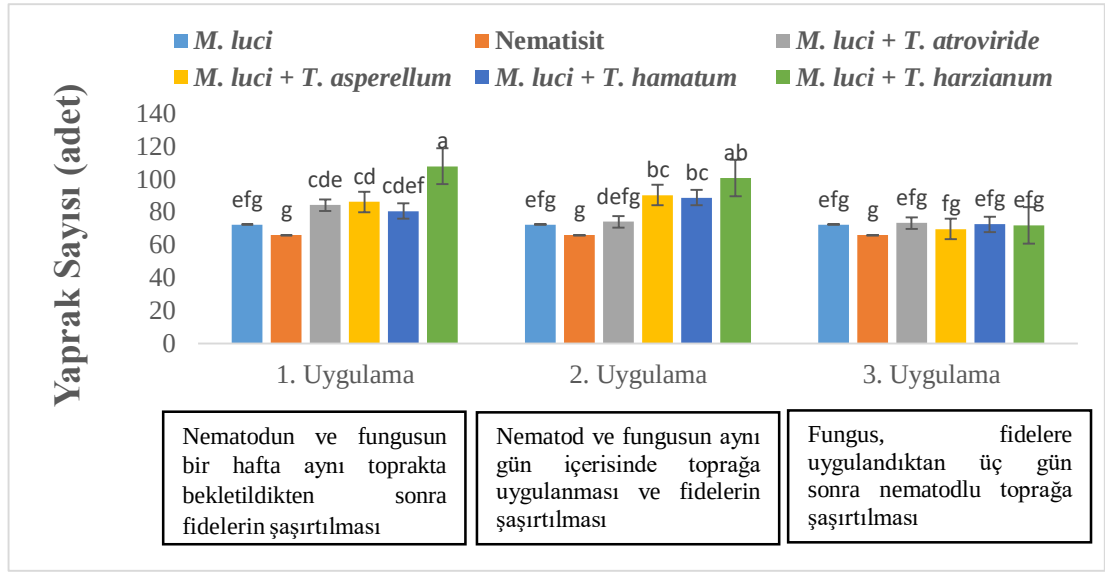


Şekil 4.1. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde uzunluğuna etkileri

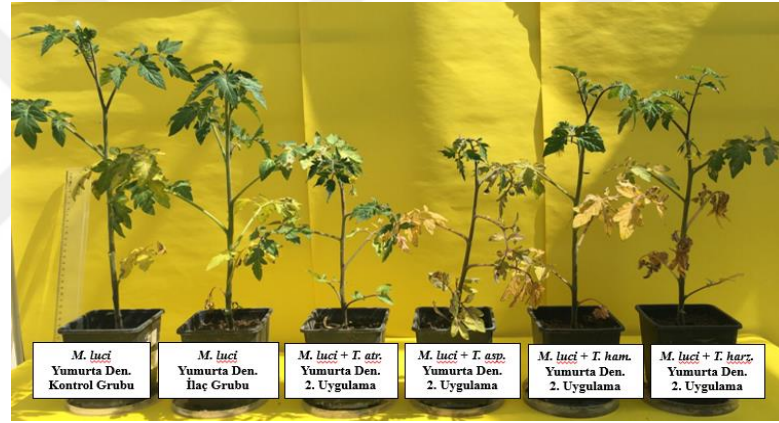


Şekil 4.2. *Meloidogyne luci* yumurtaları ve *Trichoderma* izolatlarının, bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamadaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Yaprak sayısı kriterinde (Şekil 4.3) ise; 1. ve 2. uygulama zamanlarında en fazla katkı sağlayan *T. harzianum* izolatı olmuştur (Şekil 4.4). Üçüncü uygulamadaki *T. asperellum* izolatı hariç, diğer üç izolat ile birlikte kontrol aynı gruba girmiştir (Şekil 4.5). En az yaprak sayısına sahip grup ise, ilaçlı uygulama olarak belirlenen nematod yumurtası ile birlikte ilacın verildiği bitkilerdir.



Şekil 4.3. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yaprak sayısına etkileri

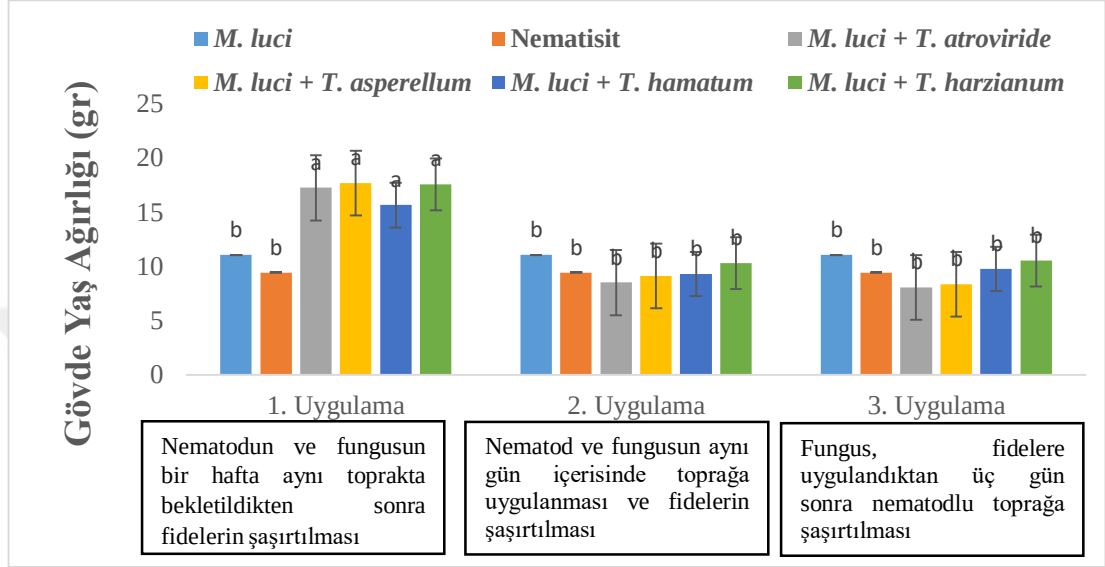


Şekil 4.4. *Meloidogyne luci* yumurtaları ve *Trichoderma* izolatlarının, aynı gün içerisinde toprağa bulaştırıldıktan hemen sonra fidelere şaşırtılmasıyla yetiştirilen hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi



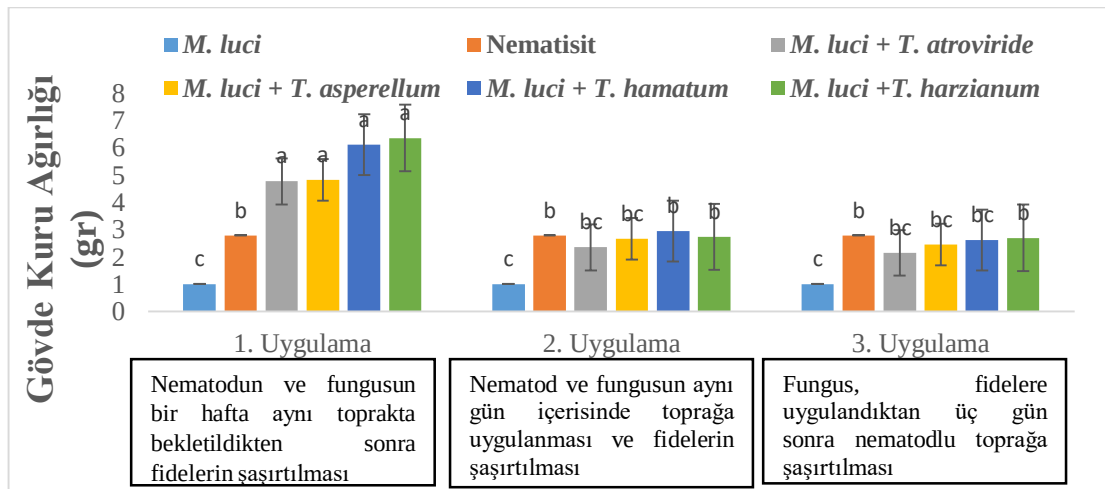
Şekil 4.5. *Trichoderma* izolatlarının fidelere uygulanmasından üç gün sonra *Meloidogyne luci* yumurtaları bulaştırılan uygulamalardaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Gövde yaş ağırlığı en fazla olan uygulama 1. uygulama olup, kontrol grubundan bile daha fazladır. Uygulamalar içinde en etkili olan nematodun fungusla birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra, fidelerin şaşırtılmasıyla oluşturulan 1. uygulamadır. 2. ve 3. uygulamalardaki tüm izolatlara; kontrol ve ilaçlı uygulamalarla aynı gruba girmiştir (Şekil 4.6).



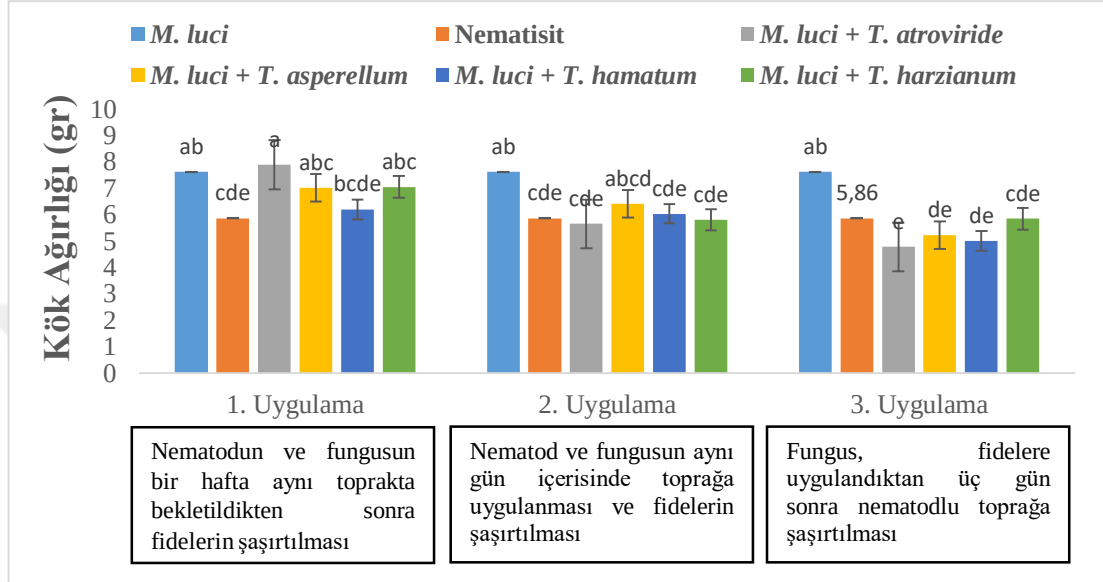
Şekil 4.6. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde yaş ağırlığına etkileri

Gövde kuru ağırlığında; uygulamalardaki tüm izolatlara, kontrol uygulamasını geçerken yine en etkili 1. uygulama zamanı olmuştur. Birinci uygulama zamanındaki tüm izolatlara aynı gruba girerken, bunu 2. uygulamadaki *T. hamatum* ve *T. harzianum* ve 3. uygulamadaki *T. harzianum* izlemiştir (Şekil 4.7).



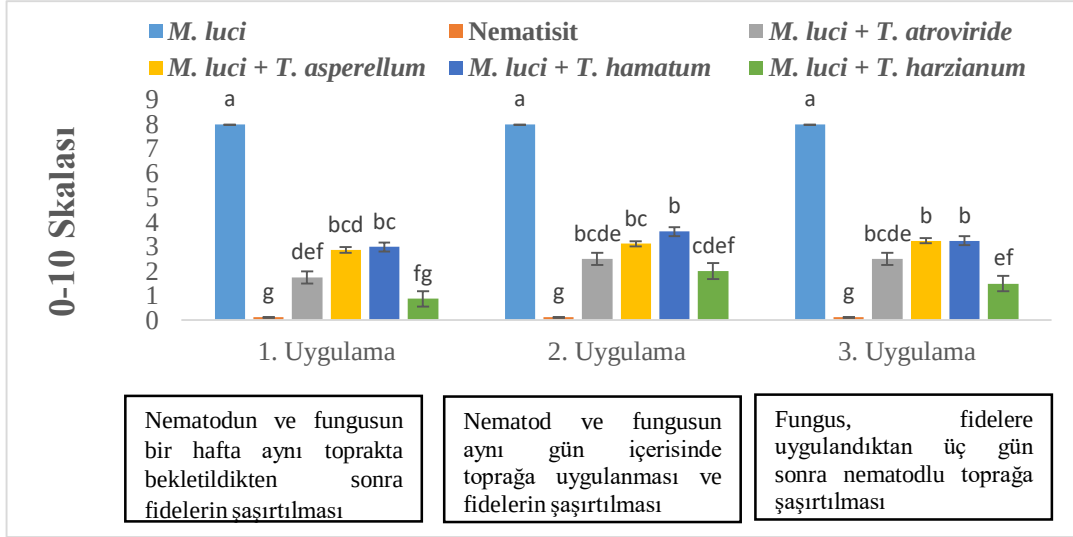
Şekil 4.7. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığına etkileri

Kök ağırlığında; 2. ve 3. uygulamada *T. atroviride* uygulanan bitkiler en az ağırlık değerine sahipken, 1. uygulama olarak belirlenen; nematodun fungusla birlikte toprakta bir hafta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamada kök ağırlığı en fazladır. İlaçlı uygulama; 2. uygulamadaki *T. atroviride*, *T. hamatum*, *T. harzianum* ve 3. uygulamadaki *T. harzianum* ile aynı grupta yer almıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin kök ağırlığına etkileri

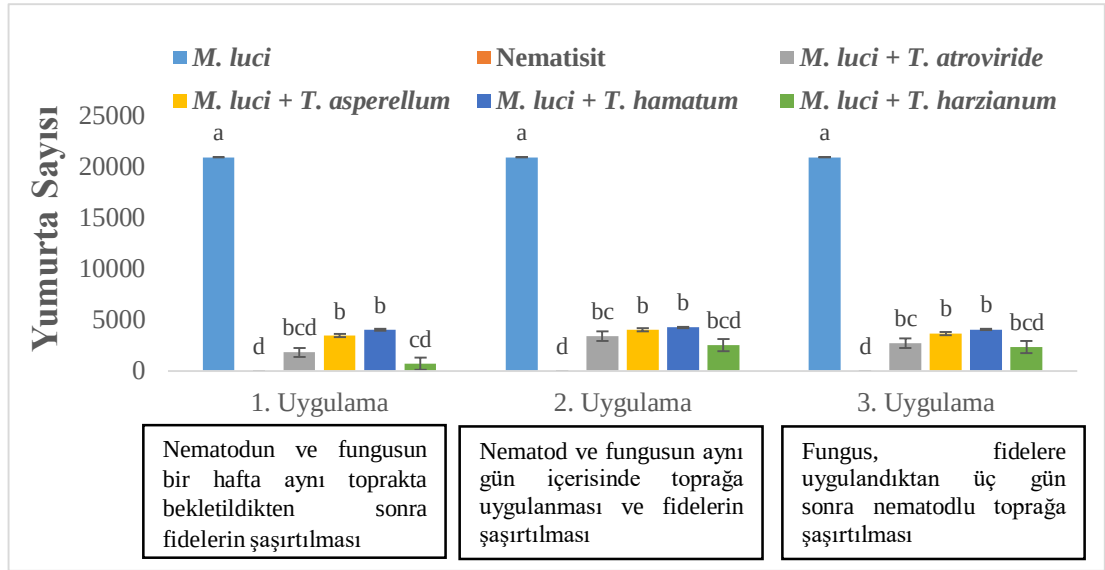
Köklerdeki ırlanma oranını en fazla azaltan uygulamaların başında ilaçlı uygulama gelmektedir. İlaç uygulamasını *T. harzianum* izolatı izlemiştir. Urlanmayı en az etkileyen ise *T. hamatum* olmuştur. Üç farklı uygulama zamanı, ırlanma oranına etkisi bakımından kıyaslandığında 1. uygulamanın (nematodun ve fungusun bir hafta aynı toprakta bekletildikten sonra fidelere şaşırtıldığı uygulama zamanı) en etkili olduğu saptanmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin 0-10 skalasına etkileri

Ayrıca uygulamalar arasında etkisi yüksek olan uygulama; nematodun fungus ile birlikte bir hafta aynı toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamadır. Bunu takiben fungusun, fidelere uygulandıktan üç gün sonra nematodlu toprağa şaşırtıldığı uygulama ve son olarak da nematod ve fungusun aynı anda toprağa verilip, hemen fidelere şaşırtıldığı uygulamalar gelmektedir (Şekil 4.10).

Meloidogyne luci yumurtalarının kullanıldığı denemelerde izolatların farklı uygulama zamanlarında bitkiye verilmesi sonucunda urlanmanın en az 1. uygulamada olduğu saptanmıştır. Uurlanma oranlarına bakıldığında; tüm uygulamalarda en az ura sahip olup, en etkili sonucu veren izolat, *T. harzianum* (Şekil 4.11) olurken, bunu *T. atroviride* (Şekil 4.12), *T. asperellum* (Şekil 4.13) ve *T. hamatum* (Şekil 4.14) izlemiştir.



Şekil 4.10. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yumurta sayısına etkileri

Trichoderma'nın 4 farklı izolatının uygulandığı *Meloidogyne luci* yumurtalarında, etkinin daha iyi ortaya konulması için yumurta sayısındaki azalma oranları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. *Trichoderma* spp. uygulamalarının, *Meloidogyne luci* yumurta sayılarındaki azalma oranları (%)*

Uygulamalar	1. Uygulama	2. Uygulama	3. Uygulama
<i>T. atroviride</i>	91.34 bcd	83.78 bc	86.96 bc
<i>T. asperellum</i>	83.45 b	80.68 b	82.47 b
<i>T. hamatum</i>	80.73 b	79.66 b	80.58 b
<i>T. harzianum</i>	96.75 cd	87.82 bcd	88.71 bcd

*Veriler 2 denemenin ortalaması olarak verilmiştir.

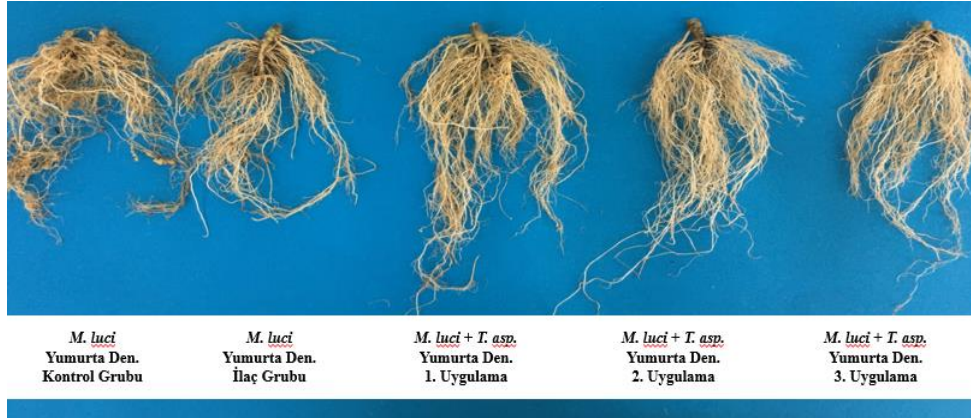
Yumurta sayısındaki azalma tüm uygulamalarda en yüksek *T. harzianum*'da olurken bunu sırasıyla; *T. atroviride*, *T. asperellum* ve *T. hamatum* takip etmiştir. Uygulamalar arasında *T. harzianum*; 1. uygulamada %96.75 ile en yüksek değeri alırken bunu takiben 3. uygulamada %88.71 ve 2. uygulamada %87.82 oranıyla izlemiştir.



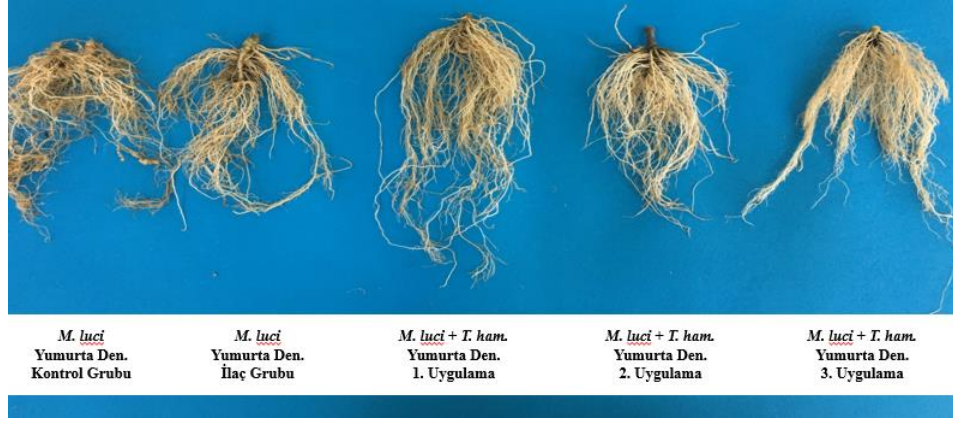
Şekil 4.11. *Meloidogyne luci* yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma harzianum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



Şekil 4.12. *Meloidogyne luci* yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma atroviride* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



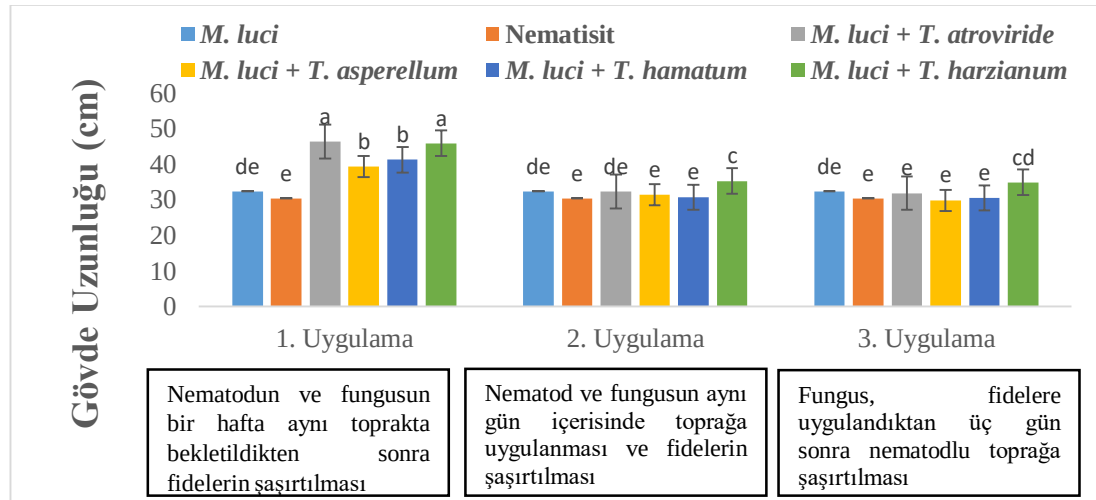
Şekil 4.13. *Meloidogyne luci* yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma asperellum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



Şekil 4.14. *Meloidogyne luci* yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma hamatum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri

4.1.2.2. *Trichoderma* İzolatlarının Farklı Uygulama Zamanlarına Göre *Meloidogyne luci* 2. Dönem Larvaları Bulaştırılmış Hassas Domates Bitkilerinin, Gelişime ve Nematod Zararına Etkileri

Meloidogyne luci L2'leri ile bulaştırılan hassas domates bitkilerinin gövde uzunluğu değerlendirildiğinde; en uzun gövde, kontrol ile 2. uygulamada bulunan *T. atroviride* uygulaması olarak saptanmıştır. İlaç uygulaması ile 2. ve 3. uygulamalardaki *T. asperellum*, *T. hamatum* izolatları ayrıca 3. uygulamadaki *T. atroviride* izolatları aynı gruba girerek gövde uzunluğu kriterinde en az etkiyi göstermiştir (Şekil 4.15). Birinci uygulamadaki *T. atroviride* izolatı uzunlukta ilk sırayı alırken, *T. asperellum* son sırayı almıştır (Şekil 4.16). İkinci ve 3. uygulamalarda etki sıralaması aynı olurken *T. harzianum*, *T. atroviride*, *T. hamatum* ve *T. asperellum* şeklindedir.



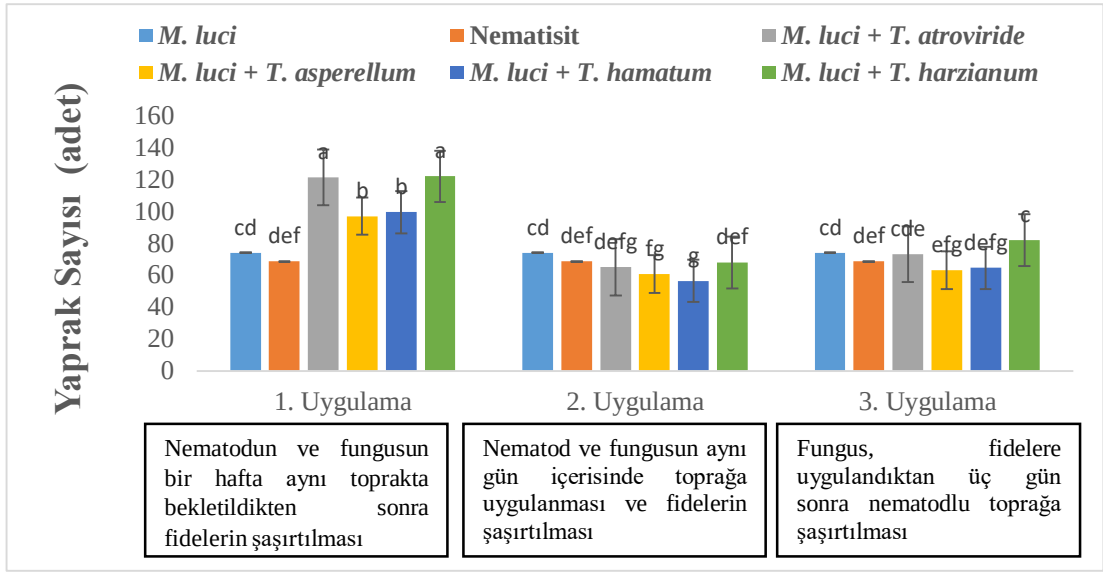
Şekil 4.15. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde uzunluğuna etkileri

Uygulamalar kendi arasında kıyaslandığında; gövde uzunluğunda en yüksek değerleri gösteren; nematod ve fungusun bir hafta aynı toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı 1. uygulama olmuştur. Bunu takiben; fungusun, fidelere uygulandıktan üç gün sonra nematodlu toprağa şaşırtıldığı 3. uygulama gelmiştir (Şekil 4.15).



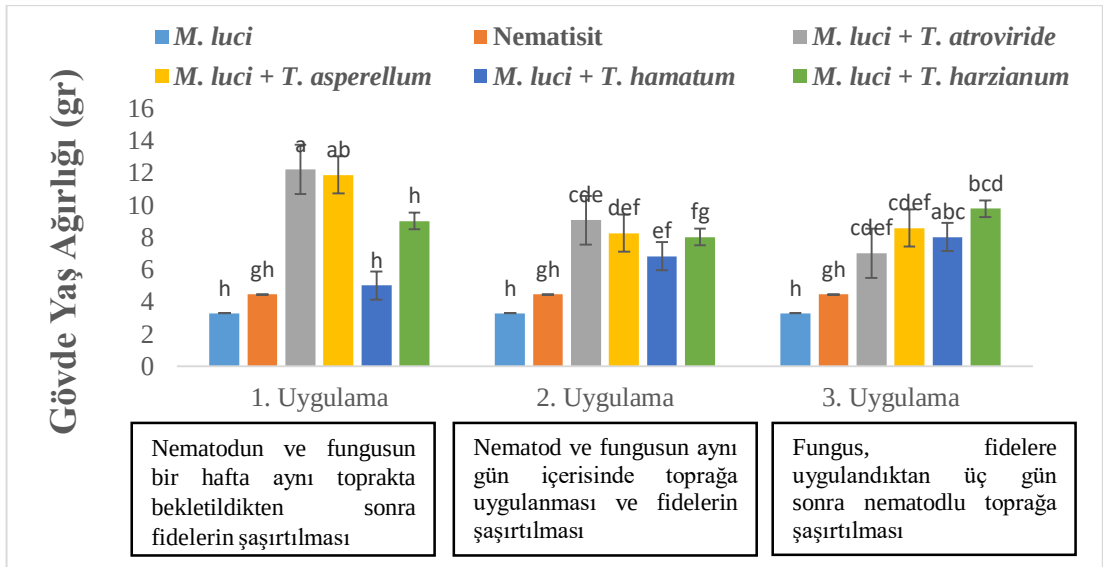
Şekil 4.16. *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ve *Trichoderma* izolatlarının, bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamadaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Yaprak sayısının; nematod ile fungusun birlikte toprakta bir hafta bekletildikten sonra fidenin şaşırtılmasıyla oluşturulan 1. uygulamada, istatistiksel anlamda etkisi en fazla olarak saptanmıştır. Burada en fazla yaprak sayısı sıralamaları; *T. harzianum*, *T. atroviride*, *T. hamatum* ve *T. asperellum* şeklindedir. Üç uygulamada da en yüksek değeri *T. harzianum* gösterirken, 1. ve 3. uygulamada en düşük değer *T. asperellum*'da olurken, 2. uygulamada ise *T. hamatum* izolatında olmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yaprak sayısına etkileri

Gövde yaş ağırlığı kriterinde; tüm uygulamalardaki izolatların, kontrolden daha ağır olduğu saptanmıştır. Birinci ve 2. uygulamalardaki en yüksek değer *T. atroviride*'de iken 3. uygulamadaki en düşük değer *T. atroviride*'de belirlenmiştir (Şekil 4.18). Nematod ile fungusun aynı anda toprağa uygulanıp, hemen fidelerin şaşırtıldığı 2. uygulamada yaş ağırlığı en fazla olan izolat *T. atroviride*'den sonra sırasıyla; *T. asperellum*, *T. hamatum* ve *T. harzianum* gelmektedir (Şekil 4.19).

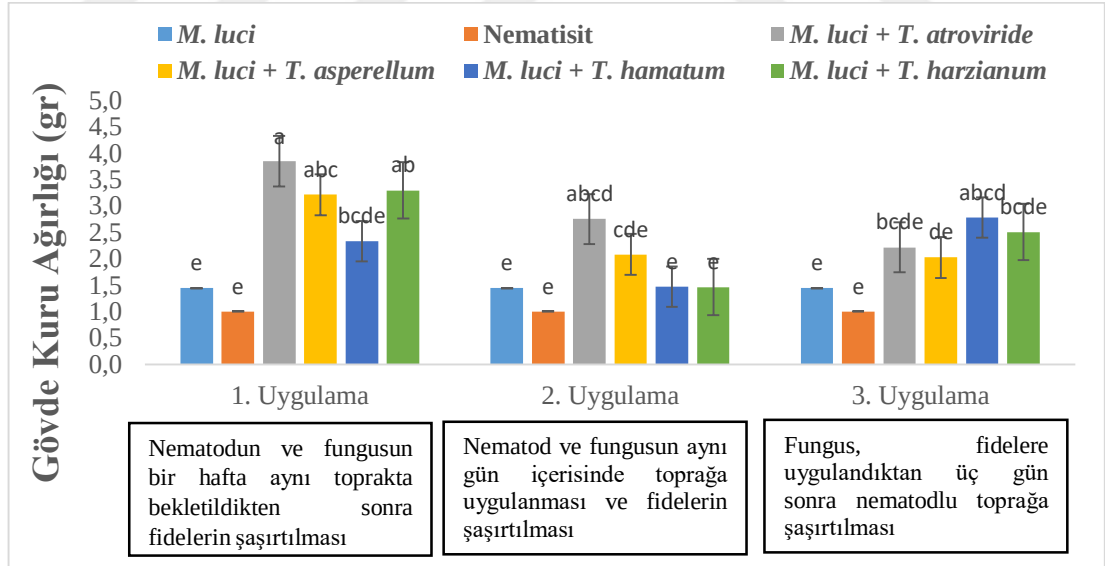


Şekil 4.18. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde yaş ağırlığına etkileri



Şekil 4.19. *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ve *Trichoderma* izolatlarının, aynı gün içerisinde toprağa bulaştırıldıktan hemen sonra fidelere şaşırtılmasıyla yetiştirilen hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Gövde kuru ağırlığında da gövde yaş ağırlığında olduğu gibi uygulamalardaki etkili izolatlar değişmemiştir. Sadece gövde yaş ağırlığının 3. uygulamasında düşük etki gösteren izolat *T. atroviride* iken; gövde kuru ağırlığında *T. asperellum* olmuştur (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığına etkileri

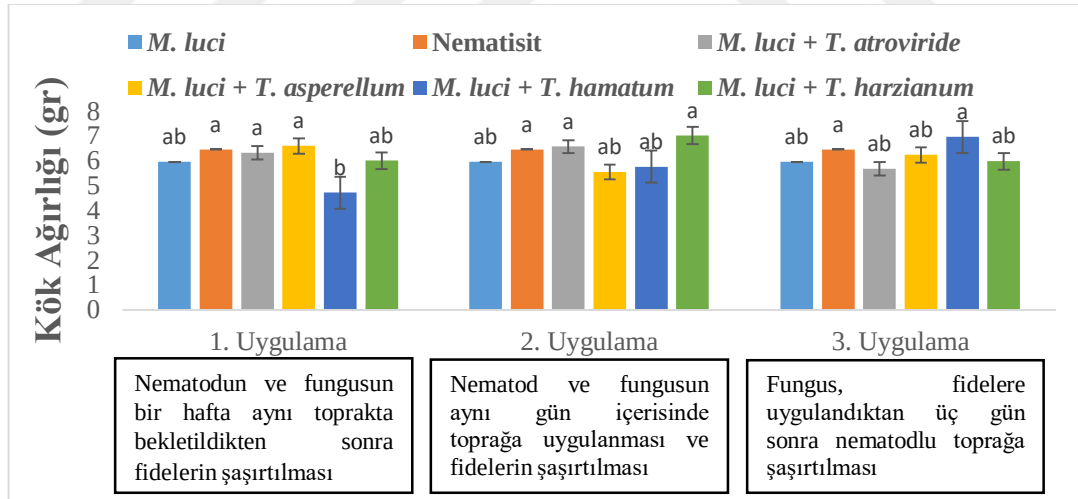
Gövde kuru ağırlığı kriterinde; fungus, hassas domates fidelerine uygulandıktan üç gün sonra nematodlu toprağa şaşırtılmasıyla oluşturulan 3.

uygulamada; *T. hamatum* uygulanan bitkiler en ağır iken bunu sırasıyla; *T. harzianum*, *T. atroviride*, *T. asprellum*, kontrol ve ilaç uygulaması izlemiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. *Trichoderma* izolatlarının fidelere uygulanmasından üç gün sonra *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları bulaştırılan uygulamalardaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Kök ağırlığına bakıldığında; 1. uygulamada en ağır kök *T. asperellum*, 2. uygulamada *T. harzianum* ve 3. uygulamada *T. hamatum* olmuştur (Şekil 4.22).

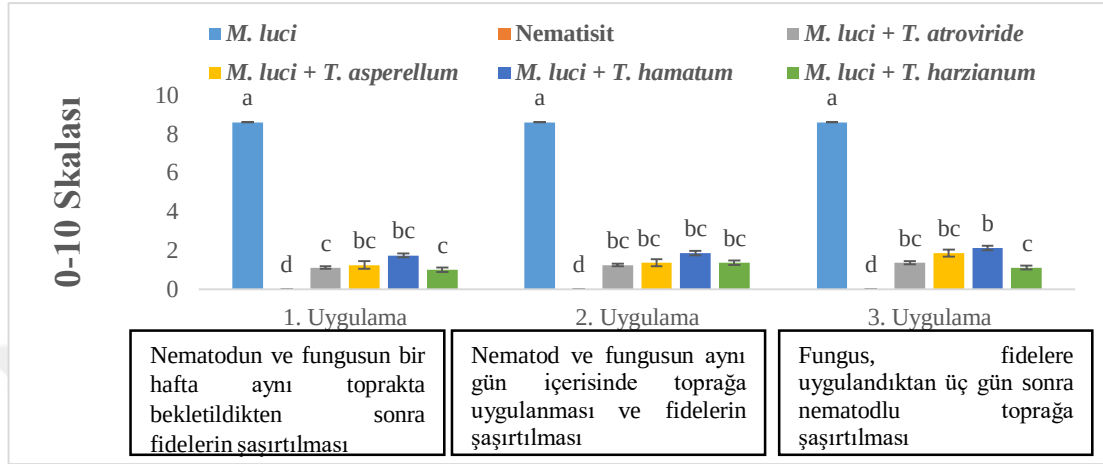


Şekil 4.22. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin kök ağırlığına etkileri

Bitki köklerindeki ırlanma oranlarında; ilaç uygulamasının %100 etkili olduğu saptanmıştır. İkinci uygulamada tüm izolatlar aynı gruba girerken, 1. uygulamada *T. harzianum* ve *T. atroviride* bir grup, *T. asperellum* ve *T. hamatum* bir grupta yer almıştır. Üçüncü uygulamada ise ırlanmanın en az olduğu bitkiler *T. harzianum* izolatı

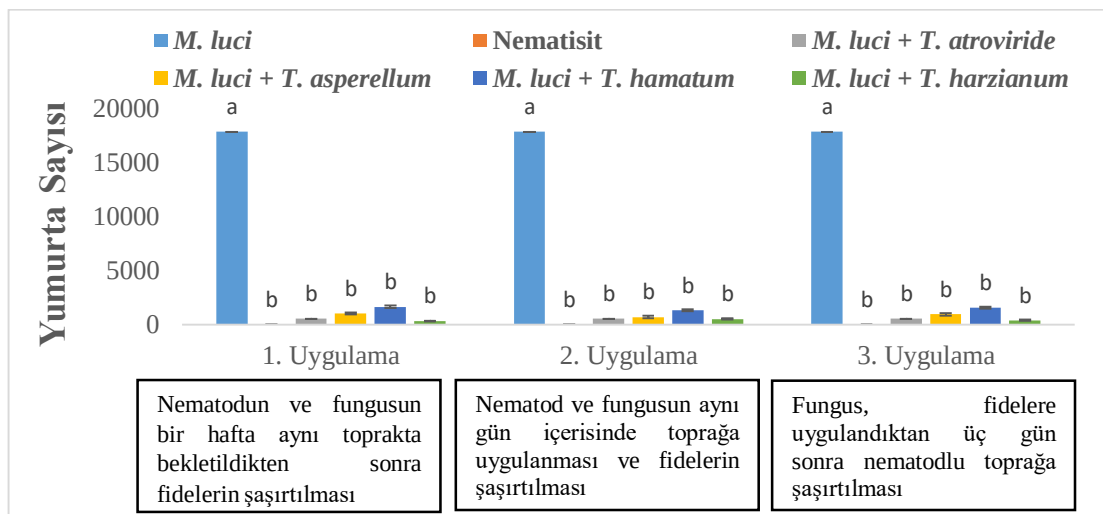
uygulananlar iken, ırlanmanın en fazla olduğu bitkiler *T. hamatum* izolatu verilenlerdir (Şekil 4.23).

Üç uygulama zamanının tümünde ırlanma oranları kontrole kıyasla azalmıştır (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin 0-10 skalasına etkileri

Yumurta sayısında; kontrol grubu hariç, tüm uygulamalardaki izolatlar arasında istatistiksel anlamda bir fark olmamış, hepsi ilaçlı uygulama ile aynı grupta yer almıştır (Şekil 4.24). Yumurta sayısının en fazla olduğu uygulama; kontrol grubu olmuştur. Üç uygulama zamanında da tüm izolatlar köklerdeki yumurta sayılarını kontrole kıyasla azaltmıştır.



Şekil 4.24. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yumurta sayısına etkileri

Trichoderma'nın 4 farklı izolatının uygulandığı *Meloidogyne luci* L2'lerinde, etkinin daha iyi ortaya konulması için 8 hafta sonundaki yumurta sayısındaki (%) azalma Tablo 4.8'deki gibidir.

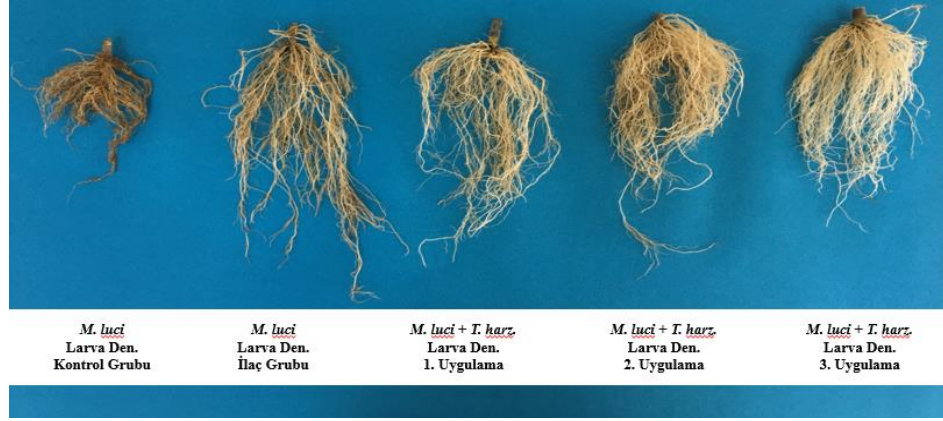
Tablo 4.8. *Trichoderma* spp. uygulamalarının *Meloidogyne luci* 2. dönem larvalarında, 8 hafta sonundaki yumurta sayısındaki azalma oranları (%)*

Uygulamalar	1. Uygulama	2. Uygulama	3. Uygulama
<i>T. atroviride</i>	97.13 b	97.02 b	97.02 b
<i>T. asperellum</i>	94.32 b	96.17 b	94.77 b
<i>T. hamatum</i>	90.85 b	92.74 b	91.40 b
<i>T. harzianum</i>	98.29 b	97.22 b	97.92 b

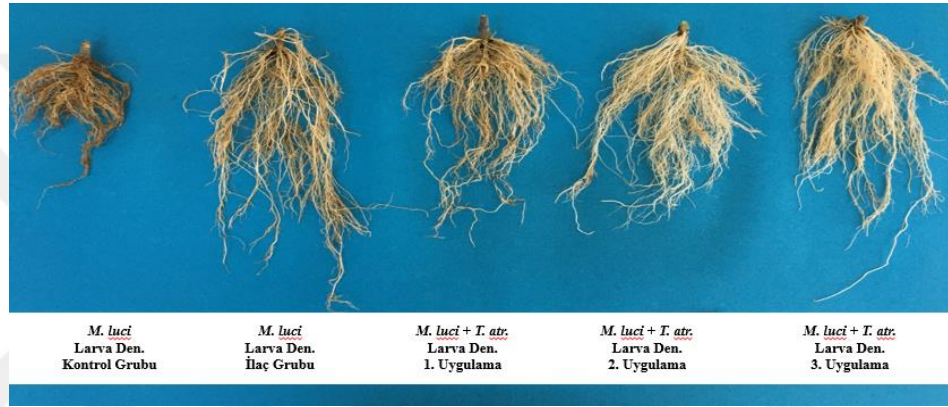
*Veriler 2 denemenin ortalaması olarak verilmiştir.

Trichoderma spp. uygulanan L2'lerin 8 hafta sonundaki yumurta sayısındaki azalması tüm uygulamalarda; yumurta denemesinde olduğu gibi en yüksek *T. harzianum*'da olurken bunu sırasıyla; *T. atroviride*, *T. asperellum* ve *T. hamatum* takip etmiştir. Ayrıca uygulamalar arasında en fazla yumurta sayısında engellemeyi gösteren; nematodun fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletilip sonrasında fideye şaşırtıldığı 1.uygulama olmuştur. İkinci olarak yumurta sayısını en fazla etkileyen uygulama ise fungusun, fidelere uygulandıktan üç gün sonra nematodlu toprağa şaşırtıldığı 3. uygulama olmuştur.

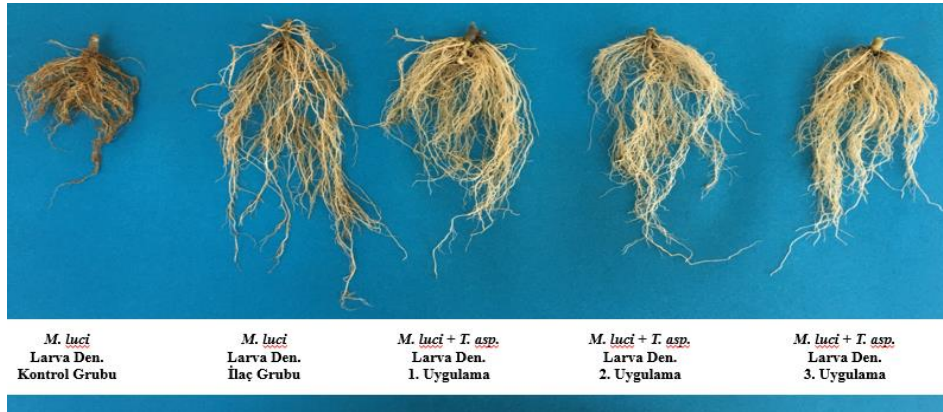
Nematodun fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtılmasıyla gerçekleştirilen uygulamada; *T. harzianum* en az yumurta sayısı ile en fazla etkiyi gösteren izolat olmuştur (Şekil 4.25). Bu durum 2. ve 3. uygulamalarda da aynı olmuştur. Genel olarak tüm uygulamalarda *T. harzianum*'u takiben sırasıyla; *T. atroviride* (Şekil 4.26), *T. asperellum* (Şekil 4.27) ve *T. hamatum* (Şekil 4.28) gelmektedir.



Şekil 4.25. *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma harzianum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



Şekil 4.26. *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma atroviride* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



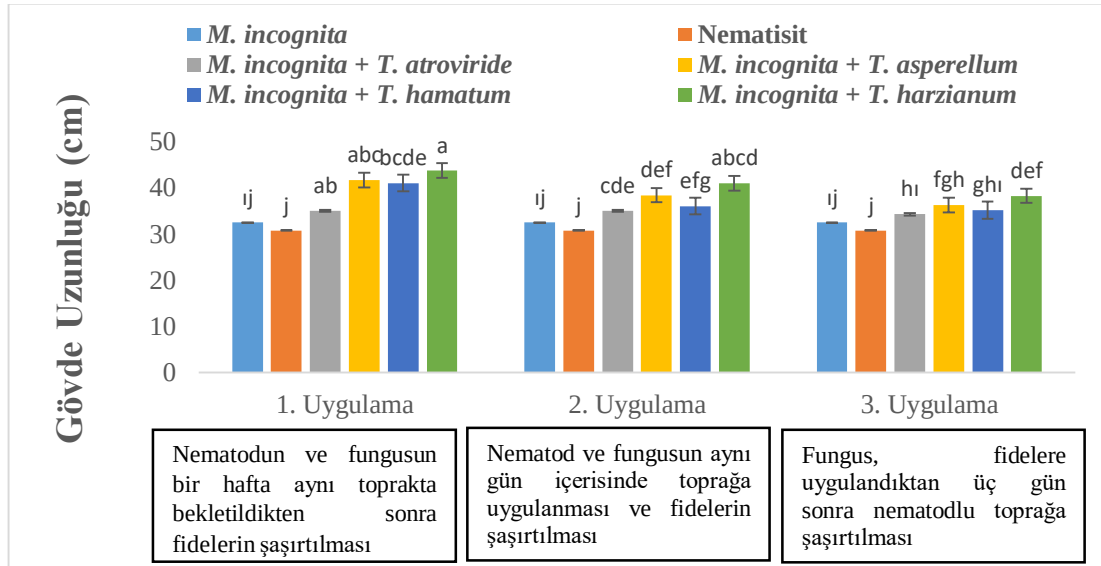
Şekil 4.27. *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma asperellum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



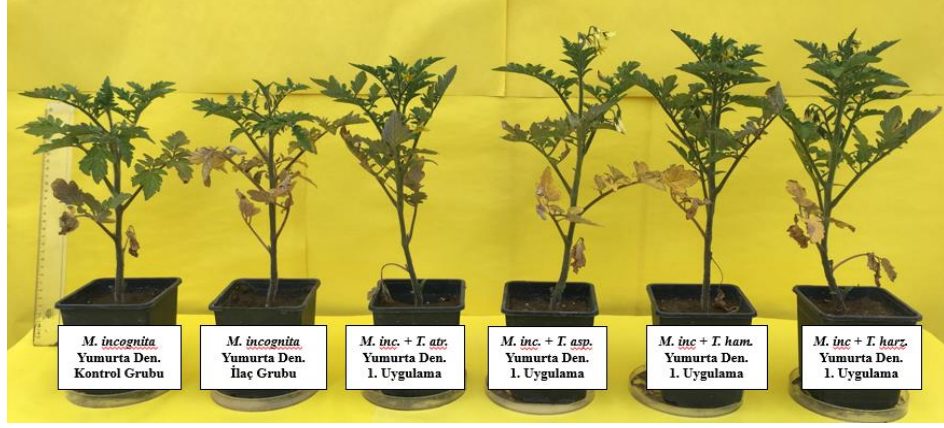
Şekil 4.28. *Meloidogyne luci* 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma hamatum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri

4.1.2.3. *Trichoderma* İzolatlarının Farklı Uygulama Zamanlarına Göre *Meloidogyne incognita* Yumurtası Bulaştırılmış Hassas Domates Bitkilerinin, Gelişime ve Nematod Zararına Etkileri

Meloidogyne incognita yumurtaları ile bulaştırılan hassas domates bitkilerinde 3 uygulama zamanı bakımından karşılaştırıldığında; gövde uzunluğunda, tüm uygulamalardaki izolatların, bitkilerin daha fazla uzamasını sağlayarak, kontrol ve ilaç uygulamalarını geçtiği saptanmıştır (Şekil 4.29). Birinci ve 2. uygulamada en uzun gövde uzunluğuna sahip bitkiler *T. harzianum* uygulamaları iken, en kısa boya sahip bitkiler *T. atroviride* uygulananlardır (Şekil 4.30).

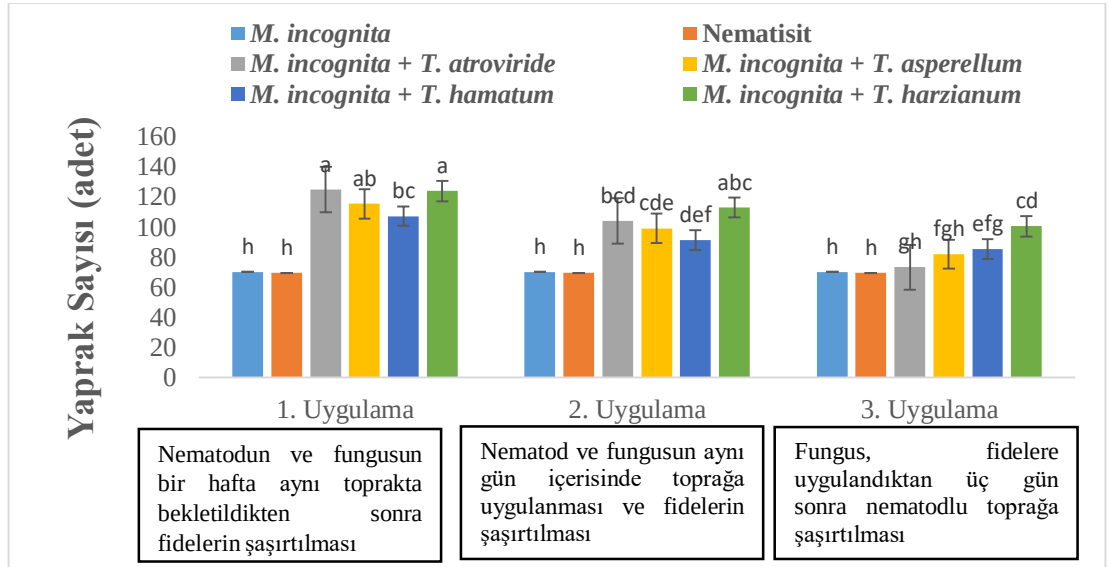


Şekil 4.29. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde uzunluğuna etkileri



Şekil 4.30. *Meloidogyne incognita* yumurtaları ve *Trichoderma* izolatlarının, bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamadaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Yaprak sayısı kriterinde; gövde uzunluğunda olduğu gibi, izolat uygulanan bitkilerdeki yaprak sayıları, kontrol ve ilaç uygulamalarından daha fazladır (Şekil 4.31). Nematodun fungusla birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamada, *T. atroviride* ve *T. harzianum* aynı grupta iken, bunları sırasıyla *T. asperellum* ve *T. hamatum* izlemiştir. 2. ve 3. uygulamalarda yaprak sayısı en fazla olan izolat *T. harzianum*'dur. Bunu takiben yaprak sayısı az olan izolatlar sırasıyla; *T. hamatum* ve *T. atroviride* gelmektedir (Şekil 4.32).

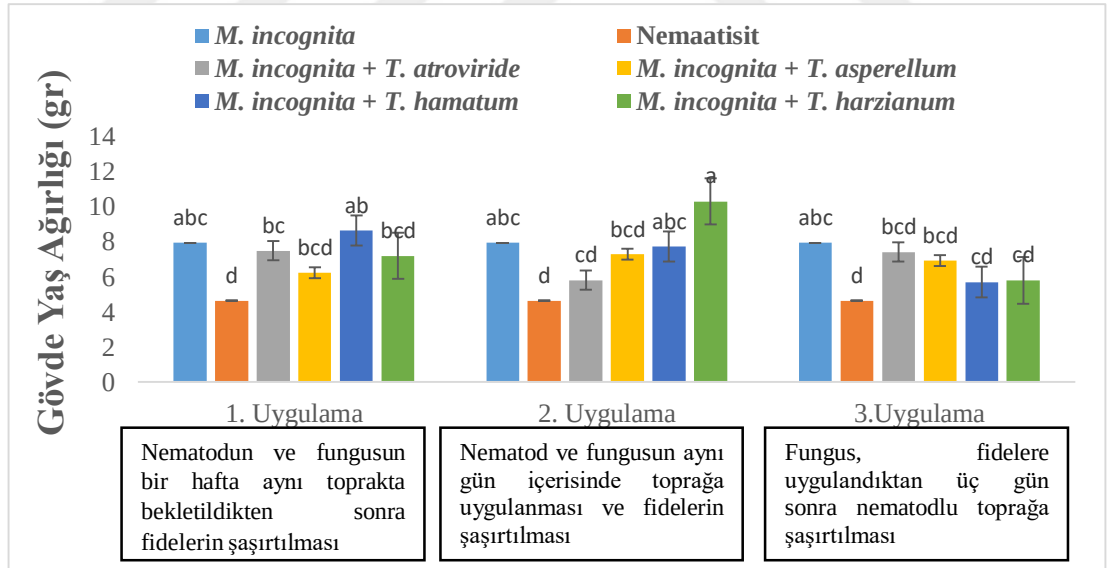


Şekil 4.31. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yaprak sayısına etkileri

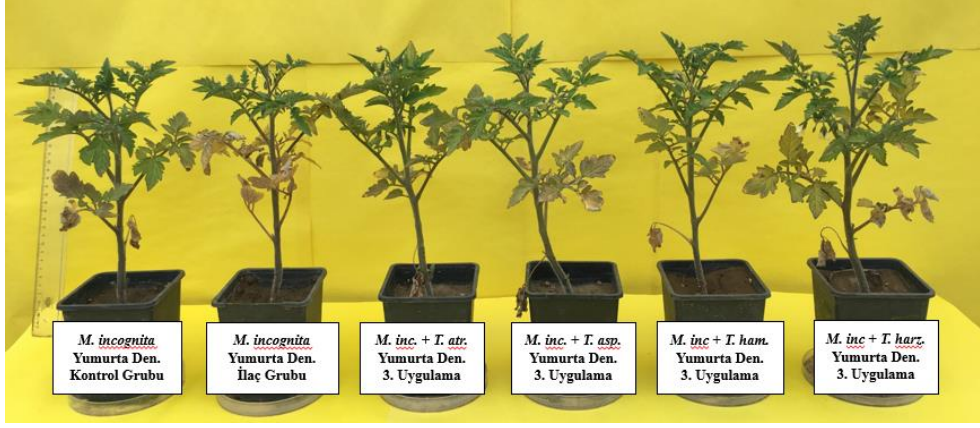


Şekil 4.32. *Meloidogyne incognita* yumurtaları ve *Trichoderma* izolatlarının, aynı gün içerisinde toprağa bulaştırıldıktan hemen sonra fidelere şaşırtılmasıyla yetiştirilen hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Gövde yaş ağırlığında (Şekil 4.33); 1. uygulamada en ağır bitkiler *T. atroviride* izolatı uygulananlar iken, 2. uygulamada en ağır bitkiler *T. asperellum* izolatı uygulananlardır. *T. hamatum* uygulanan bitkilerin gövde yaş ağırlığının en fazla olduğu uygulama 1. uygulama iken, ağırlığının en az olduğu uygulama 3. uygulamadır. *T. harzianum*'un ise en fazla yaş ağırlığı 2. uygulamada gösterirken, en düşük yaş ağırlığını 3. uygulamada gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.34).

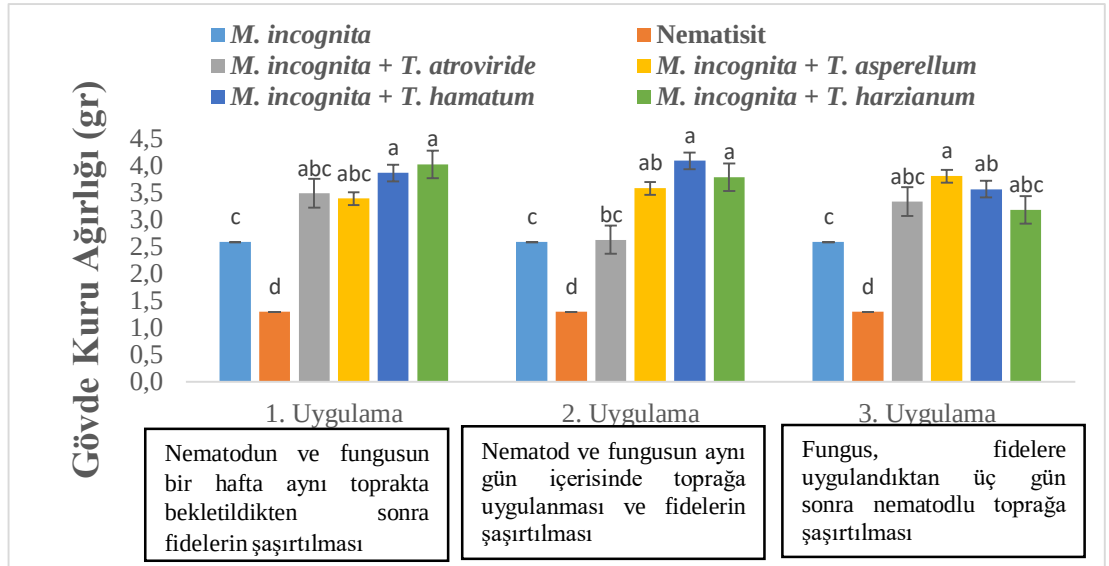


Şekil 4.33. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde yaş ağırlığına etkileri



Şekil 4.34. *Trichoderma* izolatlarının fidelere uygulanmasından üç gün sonra *Meloidogyne incognita* yumurtaları bulaştırılan uygulamalardaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

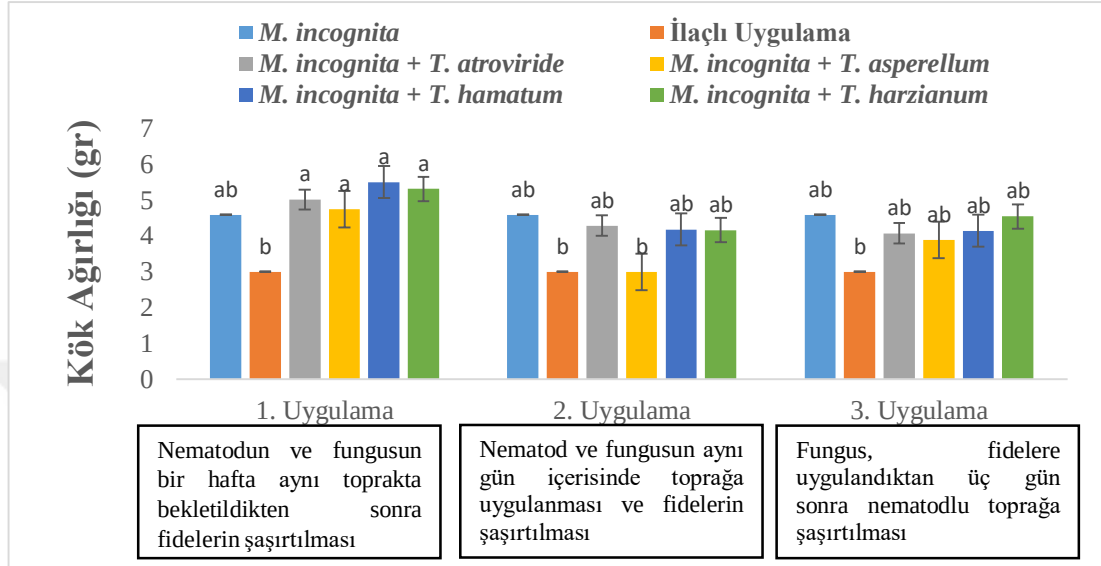
Nematod ve fungusun bir hafta bekletildiği toprağa şaşırtılan fidelerde, 8 hafta sonra gövde kuru ağırlığının en fazla olduğu uygulama *T. harzianum* ve *T. hamatum* olmuştur. *T. atroviride* ve *T. asperellum* bir grupta yer almıştır. Nematod ve fungusun aynı anda verildiği toprağa aynı zamanda fidelerin şaşırtıldığı uygulamada ise *T. hamatum* ve *T. harzianum* bir grupta iken bunları sırasıyla *T. asperellum* ve *T. atroviride* izlemiştir. 3. uygulamada etkisi fazla olan *T. asperellum* olurken, aynı grupta yer alıp etkisi düşük olan izolatlar *T. harzianum* ve *T. atroviride* olmuştur (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığına etkileri

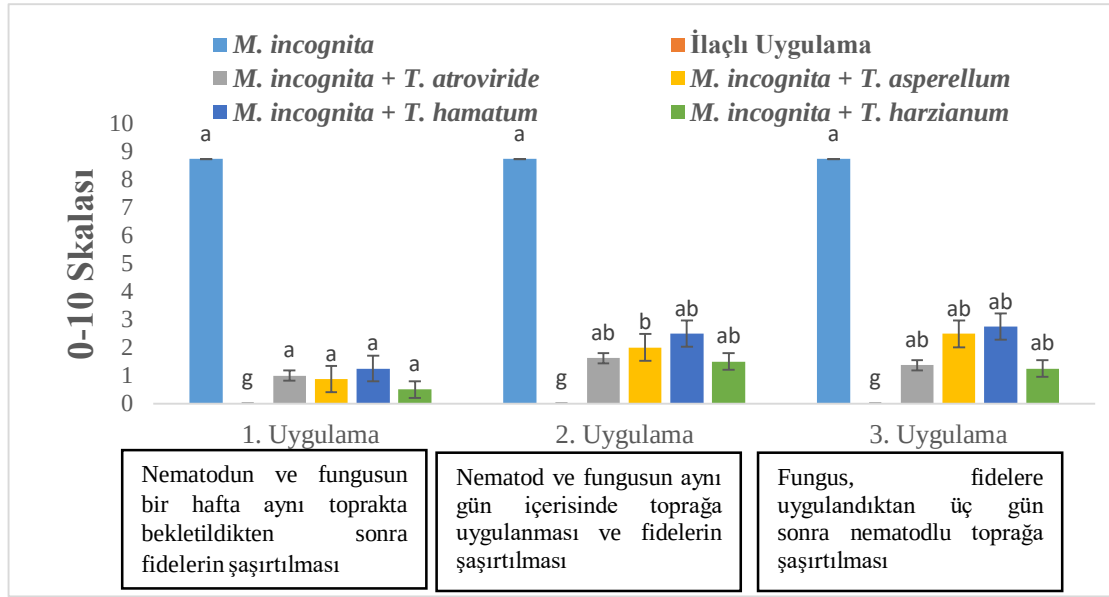
Tüm uygulama zamanları ve izolatlar içinde, kök ağırlığının en fazla olduğu bitkiler; nematod ve fungusun bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin

şasırtıldığı uygulama zamanında, dört izolatta aynı gruba girerek en ağır kök grubu oldukları saptanmıştır. İlaç ve 2. uygulamadaki *T. asperellum* aynı grupta yer alarak en hafif kök ağırlığına sahiptir. Bunlar dışındaki tüm uygulamalardaki izolatlar, kontrol ile aynı gruba girmiştir.



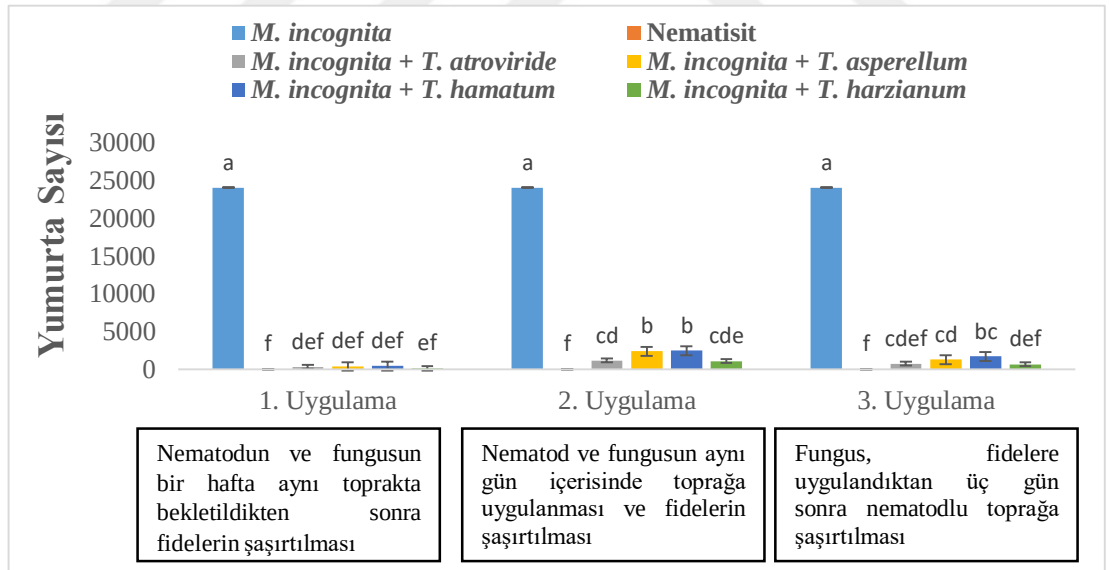
Şekil 4.36. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin kök ağırlığına etkileri

Köklerdeki ırlanma oranını tüm izolatlar değişen seviyelerde azaltmışken; en fazla azaltan uygulamaların başında *M. luci* yumurta ve L2 denemesinde olduğu gibi ilaçlı uygulamadır. İlaç uygulamasını ise *T. harzianum* izlemiştir. Urlanmayı en az etkileyen *T. hamatum* izolatu olmuştur. *T. atroviride* ikinci sırayı alırken, *T. asperellum* ise üçüncü sırayı almıştır. Kontrol uygulaması ise nematod gelişiminde en yüksek etkiyi göstermiştir. Üç farklı uygulama zamanı ırlanma oranına etkisi bakımından kıyaslandığında 1. uygulamanın en etkili olduğu görülmektedir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin 0-10 skalasına etkileri

Yumurta sayılarında ise; skala değerlerinde olduğu gibi en az yumurta saptanan bitkiler; nematodu en fazla engelleyerek bitki gelişimi istatistiksel anlamda pozitif yönde etkilemiş olanlardır (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* yumurtaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yumurta sayısına etkileri

İzolatların tamamı, tüm uygulamalarda yumurta sayısını belirgin oranda azaltmıştır. Skala değerlerinde olduğu gibi, tüm uygulamalardaki en az yumurta saptanan bitkiler, *T. harzianum* (Şekil 4.39) izolatı uygulananlar iken, en fazla yumurta saptanan bitkiler ise, *T. hamatum* (Şekil 4.40) izolatı verilenler olmuştur. *T. atroviride*

izolatı, tüm uygulamalarda *T. harzianum*'dan sonra gelerek, en az yumurtaya sahip ikinci izolat (Şekil 4.41) olurken bunu *T. asperellum* izolatı izlemiştir (Şekil 4.42).

Trichoderma'nın 4 farklı izolatının uygulandığı *Meloidogyne incognita* yumurtalarında, etkinin daha iyi ortaya konulması için, köklerdeki yumurta sayısındaki kontrole göre azalma değerleri Tablo 4.9'daki gibidir.

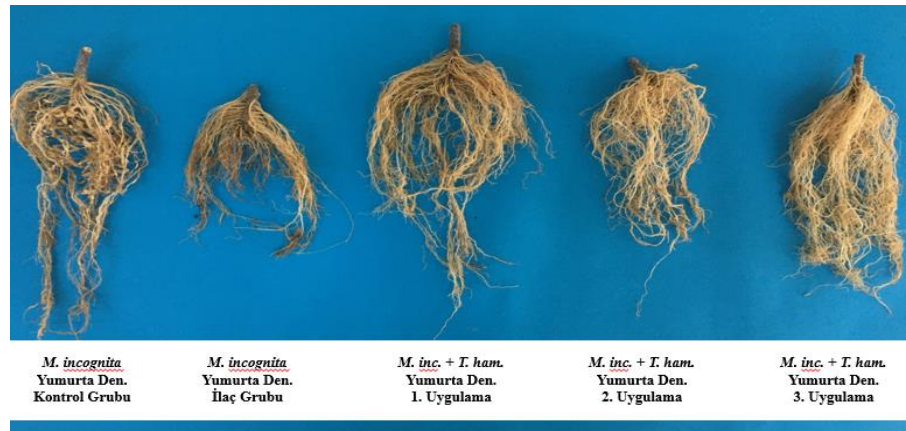
Tablo 4.9. *Trichoderma* spp. uygulamalarının *Meloidogyne incognita* yumurta sayısındaki azalma oranları (%)*

Uygulamalar	1. Uygulama	2. Uygulama	3. Uygulama
<i>T. atroviride</i>	98.39 def	95.10 cd	96.91 cdef
<i>T. asperellum</i>	98.70 def	90.11 b	94.64 cd
<i>T. hamatum</i>	98.11 def	89.70 b	92.93 bc
<i>T. harzianum</i>	99.44 ef	95.52 cde	97.23 def

*Veriler 2 denemenin ortalaması olarak verilmiştir.



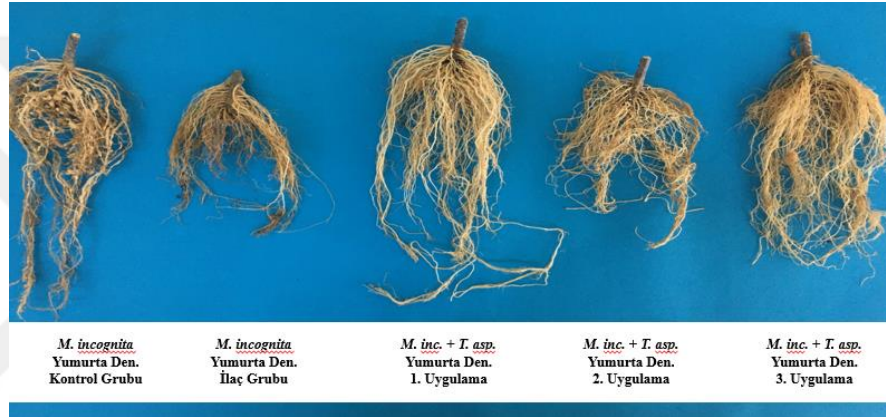
Şekil 4.39. *Meloidogyne incognita* yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma harzianum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



Şekil 4.40. *Meloidogyne incognita* yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma hamatum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



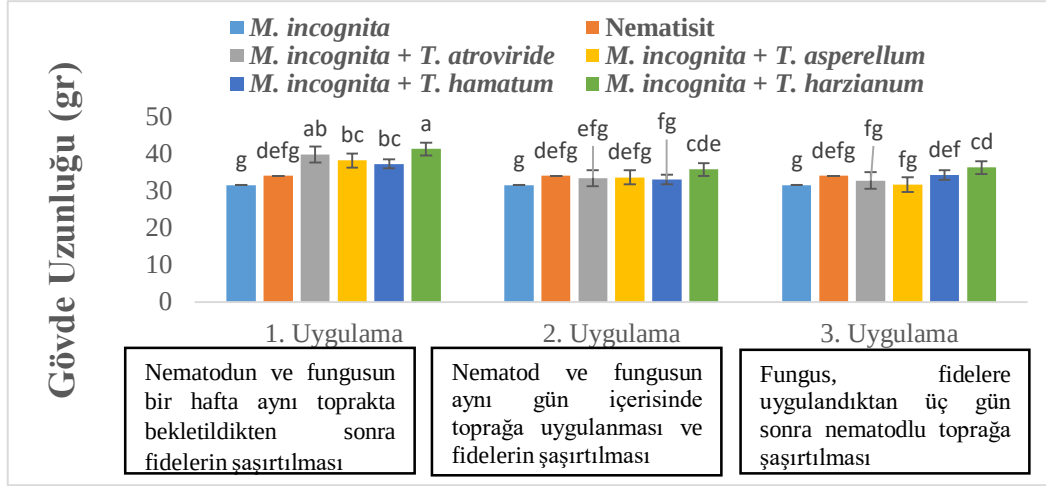
Şekil 4.41. *Meloidogyne incognita* yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma atroviride* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



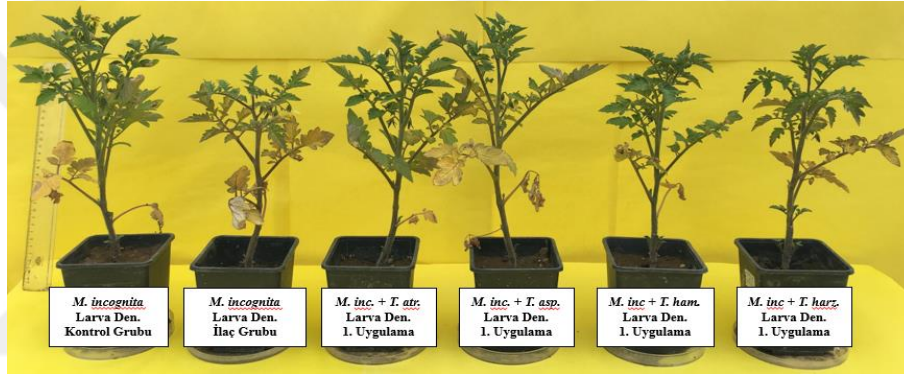
Şekil 4.42. *Meloidogyne incognita* yumurtaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma asperellum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri

4.1.2.4. *Trichoderma* İzolatlarının Farklı Uygulama Zamanlarına Göre *Meloidogyne incognita* 2. Dönem Larvası Bulaştırılmış Hassas Domates Bitkilerinin, Gelişime ve Nematod Zararına Etkileri

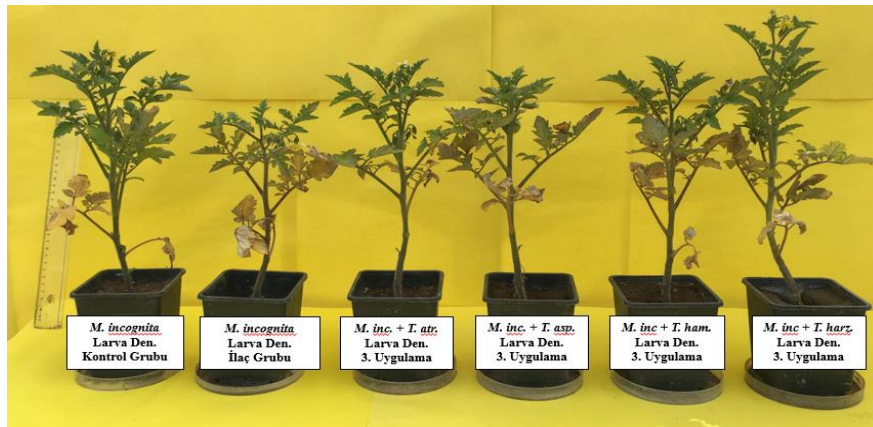
Meloidogyne incognita L2'leri bulaştırılan hassas domates bitkilerinde 3 uygulama zamanı bakımından kıyaslandığında; (Şekil 4.43), en uzun gövde boyu *T. harzianum* izolatı uygulamalardır (Şekil 4.44). Gövde boyunun en kısa olduğu uygulama ise kontrol grubu olmuştur. *T. atroviride* ve *T. asperellum* 'un en uzun gövde boyunun olduğu uygulama nematodun fungusla birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelere şaşırtıldığı 1. uygulama iken, en kısa gövde boyuna sahip olduğu uygulama ise fungusun fidelere uygulandıktan üç gün sonra nematodlu toprağa şaşırtıldığı, 3. uygulamadır (Şekil 4.45).



Şekil 4.43. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde uzunluğuna etkileri



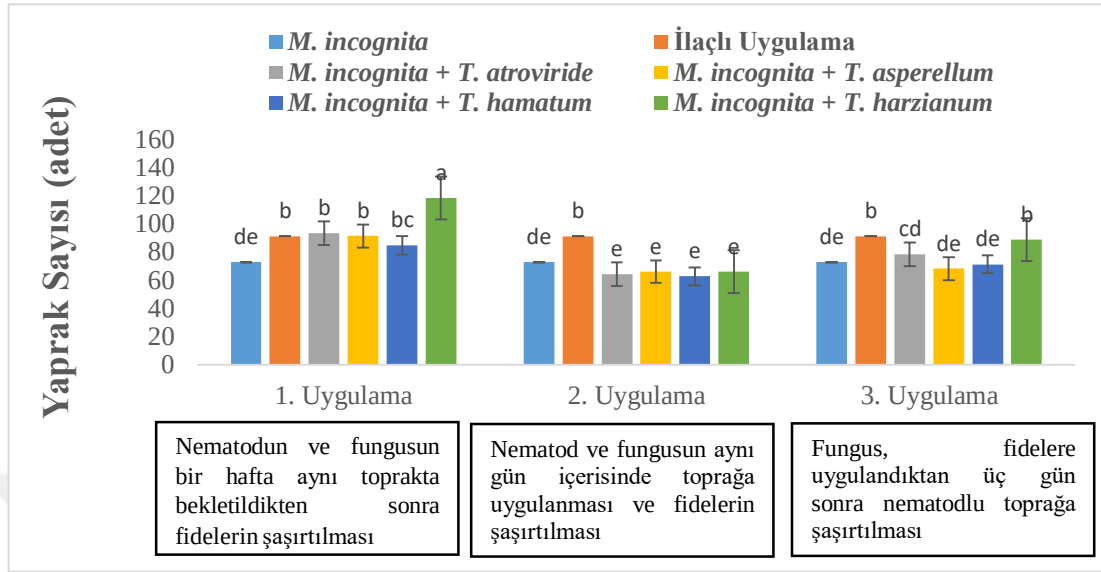
Şekil 4.44. *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ve *Trichoderma* izolatlarının, bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı uygulamadaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi



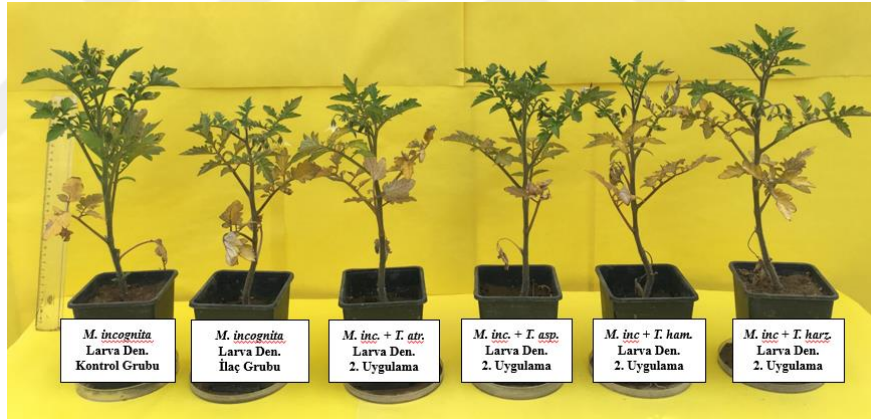
Şekil 4.45. *Trichoderma* izolatlarının fidelere uygulanmasından üç gün sonra *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları bulaştırılan uygulamalardaki hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Yaprak sayısında (Şekil 4.46); nematodun fungusla birlikte aynı anda toprağa verilip, hemen fidelerin şaşırtıldığı uygulamada tüm izolatlar aynı gruba girdiği

saptanmıştır (Şekil 4.47). Tüm uygulamalarda yaprak sayısı en fazla olan bitkiler, *T. harzianum* izolatu uygulananlar olmuştur.

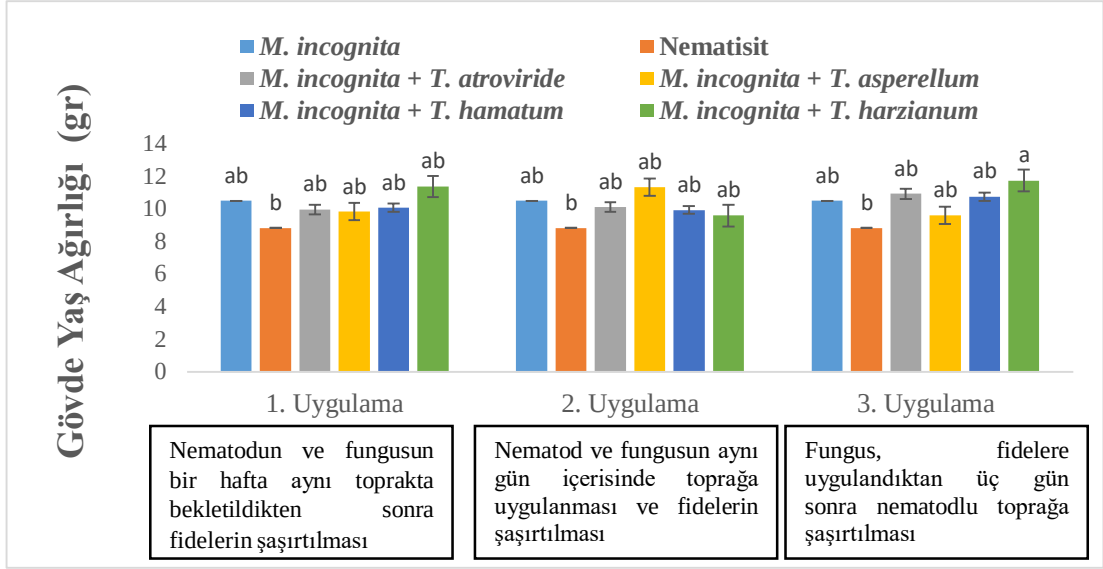


Şekil 4.46. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yaprak sayısına etkileri



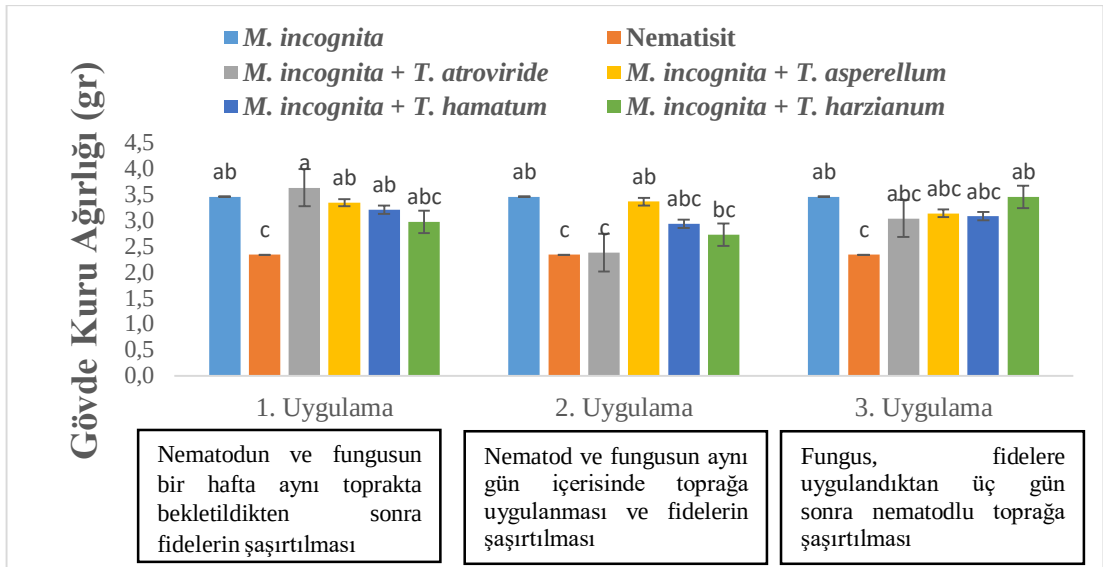
Şekil 4.47. *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ve *Trichoderma* izolatlarının, aynı gün içerisinde toprağa bulaştırıldıktan hemen sonra fidelere şaşırtılmasıyla yetiştirilen hassas domates bitkilerinin 8 hafta sonundaki değişimi

Gövde yaş ağırlığı kriterinde; *Trichoderma* izolatlarının fidelere uygulandığı uygulamada, *T. harzianum* en ağır gövde yaş ağırlığına sahip olarak ilk grupta yer alırken bunu, ilaçlı uygulama izlemiştir. Diğer tüm izolatlar ise aynı grupta yer almıştır (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde yaş ağırlığına etkileri

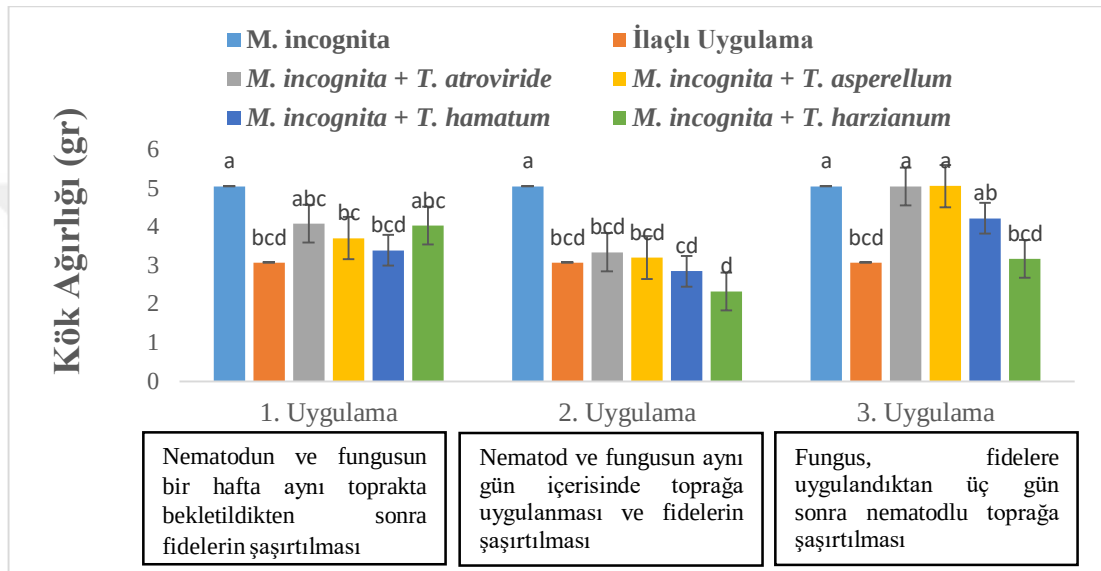
Gövde kuru ağırlığı kriterinde; *T. atroviride* ve *T. hamatum* uygulamalarının ağırlık değerinin en fazla olduğu uygulama 1. uygulama iken, en az kuru ağırlıklar 2. uygulamadır. *T. asperellum* için ağırlık değeri en yüksek olan uygulama 2. uygulama iken, en az ağırlığı 3. uygulamada göstermiştir. *T. harzianum* 'un ise kuru ağırlığının en fazla olduğu 3. uygulama olurken, en az ağırlığı gösterdiği 2. uygulama olmuştur (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin gövde kuru ağırlığına etkileri

Kök ağırlığında; ilaçlı uygulama ile aynı grupta yer alan izolatlar 1. uygulamadaki *T. hamatum*, 2. uygulamadaki *T. atroviride* ve *T. asperellum* ve 3. uygulamadaki *T. harzianum*'dur.

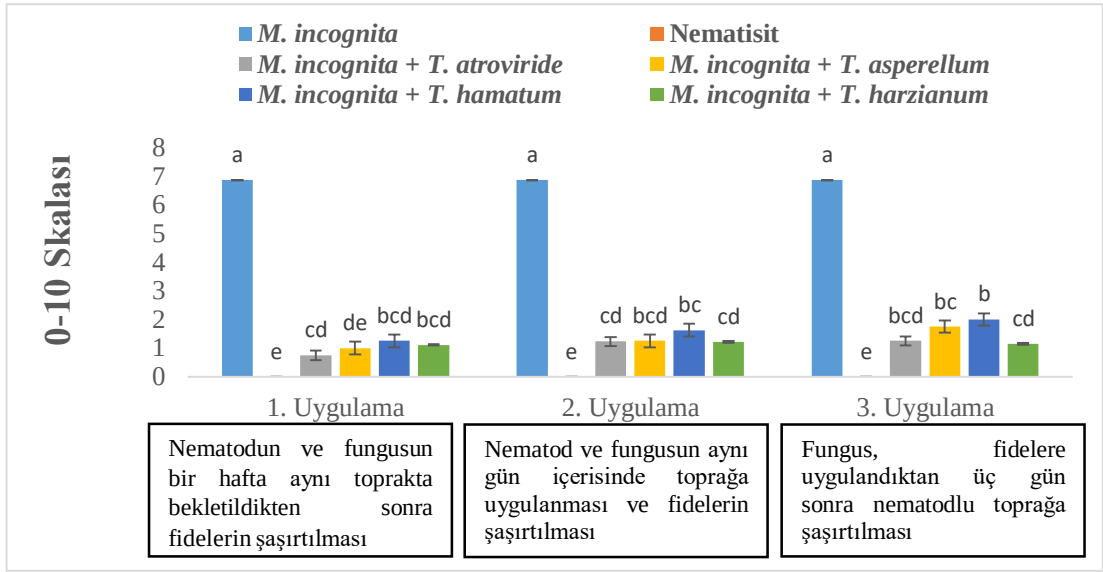
Kontrol ile aynı grupta yer alan izolatlar ise 3. uygulamadaki *T. atroviride* ve *T. asperellum*'dur. *T. atroviride*, *T. asperellum* ve *T. hamatum* için ağırlığın en yüksek olduğu uygulama 3. uygulama iken, *T. harzianum* için en yüksek değer ilk uygulama olmuştur (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin kök ağırlığına etkileri

Skala değerine bakıldığında; tüm uygulamalar urlanma oranını belirgin seviyede azaltmıştır. Birinci uygulamada urlanmanın en az olduğu bitkiler, *T. atroviride* izolatı uygulananlar olurken; 2. uygulamada *T. atroviride* ve *T. harzianum*; 3. uygulamada ise *T. harzianum* olmuştur. Urlanmanın en fazla olduğu bitkiler; *T. hamatum* izolatı verilenlerdir (Şekil 4.51). İlaç uygulamasının urlanmayı %100 engellediği ve kontrol grubunda urlanmanın en fazla olduğu saptanmıştır.

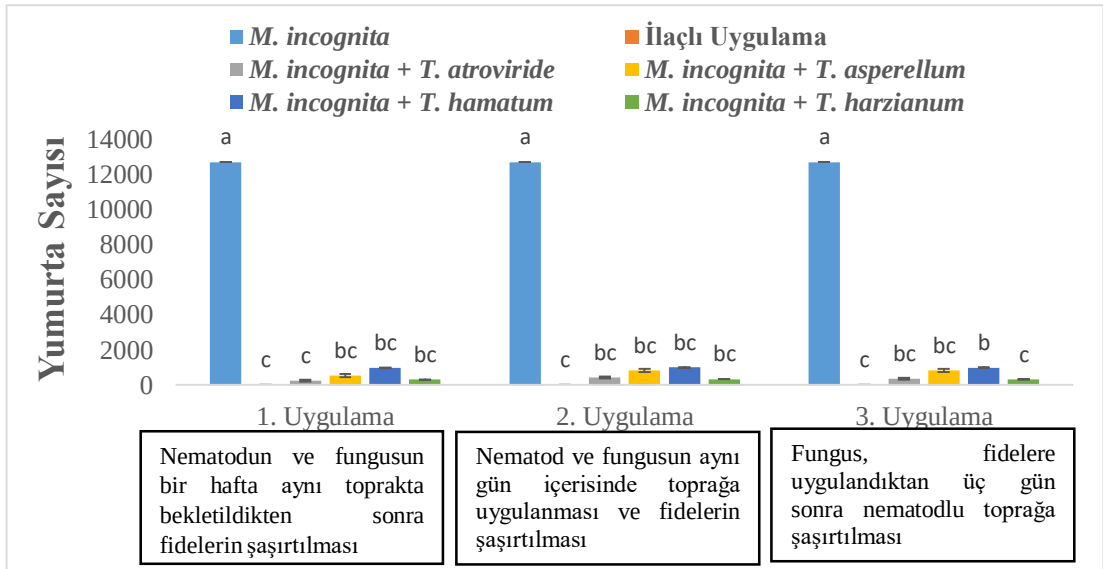
Tüm uygulamalar arasında en az urlanmanın olduğu uygulama; nematod ve fungusun birlikte bir hafta aynı toprakta bekletildikten sonra fidelere şaşırtılması uygulamasıdır. Bunu takiben sırasıyla; fungusun, fide torfuna verildikten 3 gün sonra nematodlu toprağa şaşırtılması uygulaması ve en çok urlanmanın olduğu uygulama ise nematod ile fungusun aynı anda toprağa verilip, hemen fidelerin şaşırtılması uygulaması gelmektedir.



Şekil 4.51. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin 0-10 skalasına etkileri

Yumurta sayısında (Şekil 4.52); ilaçlı uygulama ile aynı gruba girerek en çok nematod gelişimini engelleyen; 1. uygulamada *T. atroviride* (Şekil 4.53) ve 3. uygulamada *T. harzianum* olduğu saptanmıştır (Şekil 4.54).

Trichoderma'nın 4 farklı izolatının uygulandığı *Meloidogyne incognita* L2'lerinde, etkinin daha iyi ortaya konulması için 8 hafta sonundaki yumurta açılımını engelleme yüzde değerleri Tablo 4.10'daki gibidir.



Şekil 4.52. *Trichoderma* izolatlarının 3 farklı zamanda uygulanmasının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları ile bulaştırılmış hassas domates bitkilerinin yumurta sayısına etkileri

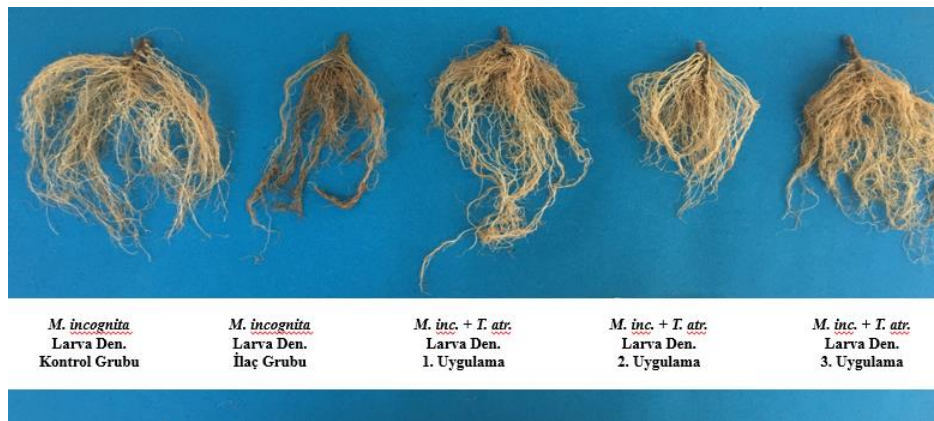
Son uygulamadaki *T. hamatum* hariç diğer uygulamalardaki izolatlar aynı gruba girmiştir ve yumurta sayısının, kontrolden sonra en fazla olduğu izolat olmuştur (Şekil 4.55). *T. hamatum*'dan sonra yumurta sayısı fazla olan bitkiler, *T. asperellum* izolatının uygulanmış olduğu bitkilerdir (Şekil 4.56).

Tablo 4.10. *Trichoderma* spp. uygulamalarının *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvalarında, 8 hafta sonundaki yumurta sayılarındaki azalma oranları (%)*

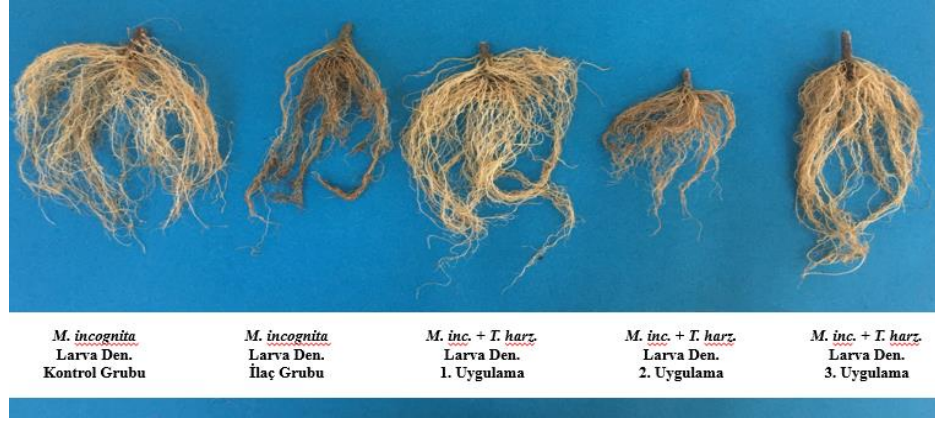
Uygulamalar	1. Uygulama	2. Uygulama	3. Uygulama
<i>T. atroviride</i>	98.03 b	96.65 b	97.32 b
<i>T. asperellum</i>	95.83 b	93.55 b	93.55 b
<i>T. hamatum</i>	92.37 b	92.17 b	92.25 b
<i>T. harzianum</i>	97.60 b	97.40 b	97.48 b

*Veriler 2 denemenin ortalaması olarak verilmiştir.

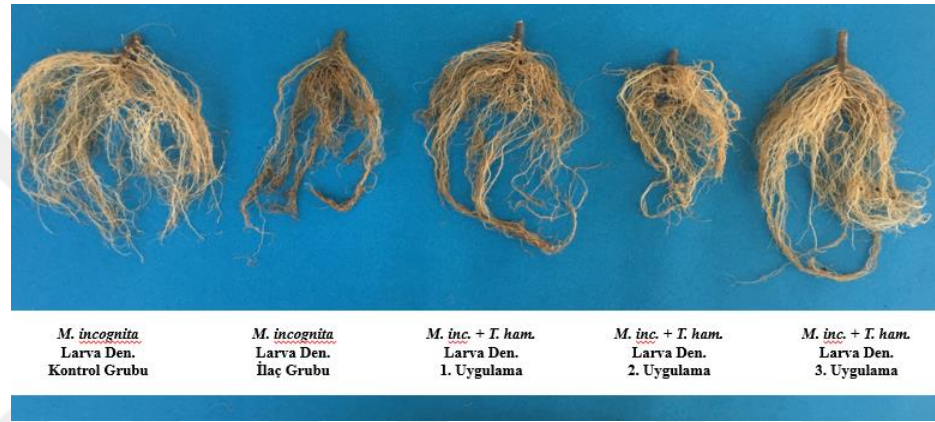
Trichoderma spp. uygulanan L2'lerin 8 hafta sonundaki yumurta açılımını engelleme oranı tüm uygulamalarda; yumurta denemesinde olduğu gibi en yüksek *T. harzianum*'da olurken bunu sırasıyla; *T. atroviride*, *T. asperellum* ve *T. hamatum* takip etmiştir. Ayrıca uygulamalar arasında en fazla yumurta sayısında engellemeyi gösteren; nematodun fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletilip sonrasında fideye şaşırtıldığı 1.uygulama olmuştur. İkinci olarak yumurta açılımını en fazla etkileyen uygulama ise fungus, fide torfuna verildikten 3 gün sonra nematodlu toprağa şaşırtıldığı 3. uygulama olmuştur.



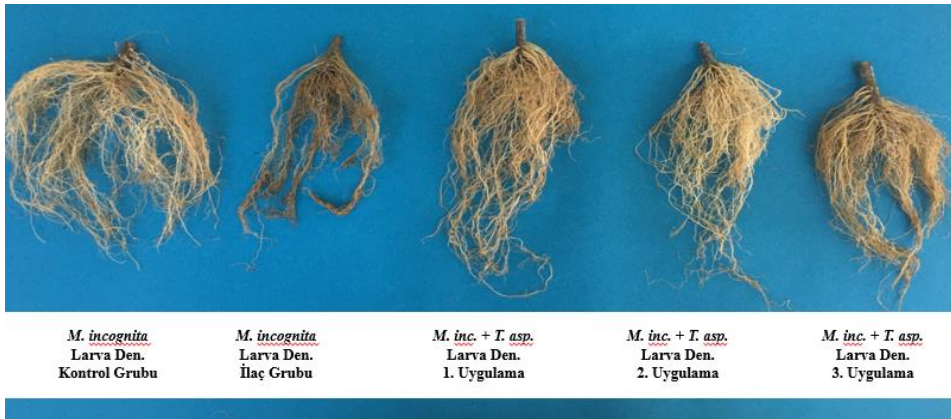
Şekil 4.53. *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma atroviride* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



Şekil 4.54. *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma harzianum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



Şekil 4.55. *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma hamatum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri



Şekil 4.56. *Meloidogyne incognita* 2. dönem larvaları bulaştırılmış bitkilerde, *Trichoderma asperellum* izolatının 3 farklı uygulama zamanının köklerdeki ırlanmaya etkileri

4.2. Tartışma

Kök-ur nematodları; obligat endoparazit, çok polifag ve kozmopolit zararlılardır. Yaşamlarını hem toprakta hem de bitkide sürdürebilmeleri nedeniyle, mücadeleleri de son derece zordur. Bu nedenle münavebe gibi pek çok kültürel önlem, bu zararlıların mücadelesinde uygulanamaz. Zararlıya karşı nematisit kullanımı da; ilaçların hem yüksek maliyeti hem de insan sağlığı ve diğer canlılar üzerindeki etkilerinden dolayı çok fazla tercih edilmemektedir. Bu yüzden kök-ur nematodları mücadelesi için etkili ve aynı anda hem çevre hem de insan sağlığı için güvenli bir uygulamaya gereksinim duyulmaktadır.

Bu tez çalışmasında da kök-ur nematodu türlerinin biyolojik mücadelesinde; *Trichoderma*'nın 4 farklı türünün (*T. atroviride*, *T. asperellum*, *T. hamatum* ve *T. harzianum*) yeni tür konumunda olan *M. luci* ve *M. incognita* yumurta ve L2'leri, üzerindeki etkileri hem laboratuvar hem de sera denemeleri olarak araştırılmıştır.

Çalışmanın laboratuvar aşamasında; *M. luci* yumurtalarına uygulanan fungus izolatlarından *T. harzianum*'un kontrole kıyasla yumurta açılımını %83.67 oranında engellediği, *T. hamatum*'un %11.56 oranı ile en düşük engellemeye sahip izolat olduğu saptanmıştır. Önceki çalışmalarda, *M. incognita*'nın yumurtasına *T. harzianum* uygulanmış ve %89 oranı ile yumurta açılımını engellediği belirtilmiştir (Singh, et al., 2021). Bu çalışmada ise 4 izolattan en etkili sonuç veren %88.71 oranı ile *T. harzianum* olmuştur. Ayrıca 6. günün sonunda tüm izolatlar, *M. incognita* yumurtalarında açılımı %100 engelleme oranı göstermiştir. *T. hamatum* yumurta açılımlarında bu çalışmada en az etkiyi gösterse de *Trichoderma* türleri toprak kökenli zararlılara karşı biyolojik mücadele etmeni olarak başarıyla kullanıldığı bildirilmiştir (Aleandri, et al., 2015; Candelerio, et al., 2015). Başka bir çalışmada ise *T. harzianum*'un toprakta bulunan *M. incognita* yumurtasının %69.32'sini enfekte ettiği saptanmıştır (Singh, et al., 2017). Bu izolatın farklı bir kök-ur nematodu türü olan *M. javanica* yumurtalarını da %84 oranında parazitlediği tespit edilmiştir (Naserinasab, et al., 2011). Ancak yeni tür konumunda olan *M. luci* ile ilgili şimdiye kadar yapılmış araştırmaların çoğu türün tespiti ve tanımlanmasına yönelik olması nedeniyle, literatürde bu türün *Trichoderma* ile biyolojik mücadelesi hakkında çalışmaya rastlanılmamıştır.

Meloidogyne luci L2'lerinin kullanıldığı denemelerde en fazla öldürücü etkiye sahip izolat %80.38 ile *T. harzianum* olmuştur. Bunu takiben %74.77 ile *T. atroviride*,

%71.96 ile *T. asperellum* gelirken; *T. hamatum* ise %66.36 ile en az öldürücü etkiye sahip izolattır. Benzer bir çalışmada, *T. harzianum*'un, *M. incognita* L2'lerine etkinliği araştırılmış ve %81.66 oranı ile larvaları öldürdüğü saptanmıştır (Singh, et al., 2017). Bu çalışmada da *T. harzinum*'un %79.24 oranı ile larvaları öldürücü etkisi saptanmıştır.

Çalışmanın sera aşamasında; 4 farklı fungusun, *M. luci* ve *M. incognita* yumurta ve L2'leri üzerinde etkisini görmek ve çiftçilere, kök-ur nematodu mücadelesinde biyolojik mücadele etmeni olan *Trichoderma*'nın arazi koşullarında etkili uygulama zamanını belirlemek amacıyla kurulmuştur.

İlk uygulama zamanı; nematod ve fungusun birlikte steril kumlu toprakta bir hafta bekletilip, sonrasında bu topraklara hassas domates fideleri şaşırtılmasıyla kurulmuştur. Bu uygulama, nematodun hem yumurtası (yaklaşık 1000 adet) hem de L2'si (yaklaşık 750 adet) üzerinde ayrı ayrı denenmiştir.

Çalışmanın sera denemesi aşamasında; nematod ve fungusun bir hafta bekletildiği toprağa hassas domates fidelerinin şaşırtıldığı denemede; *M. luci* ve *M. incognita* yumurtaları bulaştırıldığında; bitki gelişimi tüm izolatlarda kontrol grubuna kıyasla artmıştır. Önceki çalışmalarda da fungusun, bitki büyümesini teşvik ettiği bildirilmiştir (Sharma, Arunab and Ramesh, 2012).

Meloidogyne luci yumurtalarının, fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı denemede ki urlanma oranlarına bakıldığında kontrolde ur skalası 8 iken, en az urlanma ile en çok etkiyi gösteren izolat *T. harzianum* (0.87) olmuştur. Domates köklerinde elde edilen yumurta sayısını kontrole göre engelleme oranları ise *T. hamatum*'da %80.73, *T. asperellum*'da %83.45, *T. atroviride*'de %91.34 ve *T. harzianum*'da %96.75'dir. Farklı bir çalışmada, *Trichoderma* türlerinin çok çeşitli patojenleri antagonize edebildiği bildirilmiştir (Sharon, Chet and Spiegel, 2011). Ancak *M. luci* ile ilgili spesifik olarak biyolojik mücadele çalışması bulunmadığından, veriler başka çalışmalardaki verilerle kıyaslanamamıştır. Ancak *Meloidogyne*'nin farklı bir türü olan *M. incognita*'nın domates bitkisinde; *T. harzianum* ve *A. indica*'nın birlikte uygulanmasıyla yumurta açılımını %100 engellediği belirtilmiştir (Azeem, et al., 2020).

Meloidogyne incognita yumurtalarının, fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı denemede, *T. harzianum* izolatu kontrole göre

domates köklerindeki yumurta sayısını %99.44 oranında azaltarak en yüksek biyolojik etkiyi göstermesine rağmen diğer *Trichoderma* türlerinden istatistiksel olarak daha yüksek etkiye sahip değildir. Bu çalışmada, *T. asperellum* uygulanan topraklarda yetiştirilen domates köklerinde elde edilen yumurta sayısı kontrole göre %98.70 oranında azalmıştır. Benzer bir çalışmada, *Trichoderma* türlerinin birçok sebze ve meyvede nematod biyolojik mücadele etmeni olarak kullanıldığı ve domates bitkisinde *T. asperellum*'un *M. incognita* yumurtasını %86 oranında baskılayarak nematodun üremesini engellediği bildirilmiştir (Affokpon, et al., 2011). Çalışmamızda 1×10^8 spor ml^{-1} olarak tek bir spor konsantrasyonu kullanılmıştır. Farklı bir *Trichoderma* türünün (*T. longibrachiatum*) kullanıldığı bir çalışmada, domates bitkilerinde *M. javanica*'ya karşı 1×10^4 , 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 spor ml^{-1} konsantrasyonları kullanılmış ve en etkili dozun 1×10^7 spor ml^{-1} olduğu ve *T. longibrachiatum*'un, *M. javanica* yumurtalarını %89.3 oranında enfekte ettiği saptanmıştır (Al-Shammari, et al., 2013). Bu çalışmaya benzer bir çalışmada *T. harzianum* ve *T. viride*'nin 1×10^4 , 1×10^6 , 1×10^8 , 1×10^{10} spor ml^{-1} konsantrasyonları domateste konukçu olan *M. javanica* yumurtalarına uygulanmış ve genel olarak 1×10^8 ve 1×10^{10} spor ml^{-1} konsantrasyonlarının en etkili olduğu belirtilmiştir (Al-Hazmi and TariqJaveed, 2015). Yine *M. incognita* yumurtalarının, fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı denemede, *T. atroviride*; yumurta açılımını %98.39 oranında engellemiştir. Bu çalışmayla örtüşen başka bir çalışmada, *T. atroviride*'nin domates kökünde *M. javanica*'ya karşı uygulanması sonucu, yumurta sayısının %60 oranında azaldığı belirtilmiştir (De Medeiros, et al., 2017).

Nematodun L2'si ile fungusun birlikte bir hafta bekletildiği toprağa sonrasında hassas domates fidesinin şaşırtıldığı denemede; bitki gelişim kriterlerinin tüm fungus izolatları uygulamalarında kontrol grubuna kıyasla yüksek olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, *Trichoderma* türlerinin birkaç ırkının; bitki büyümesini ve gelişimini destekleyebilecekleri bildirilmiştir (Arseneault, et al., 2017).

Meloidogyne incognita L2'lerinin, fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı denemedeki ırlanma oranlarına bakıldığında; kontrol bitkilerinde ırl skalası 6.88 iken, en az ırlanma *T. harzianum* uygulanan bitkiler olmuştur. Yine yumurta sayısındaki azalmada en çok açılımı engelleyen %97.60 ile *T. harzianum* uygulanan bitkiler olmuştur. Yumurta sayısı, izolatların

uygulandığı bitkilerde belirgin oranda azalırken, en az etkili izolat bile %92.17 oranını alan *T. hamatum* uygulanan bitkiler olmuştur.

Meloidogyne incognita L2'lerinin, fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı denemelerde; *T. atroviride* ile birlikte toprağa bulaştırılan L2'lerin yumurta sayısında azalma oranı %98.03'tür. Buna benzer bir çalışmada, *T. atroviride*, domates bitkisi kökündeki *M. javanica*'ya karşı uygulanmış ve larva sayısını %87 oranında azalttığı bildirilmiştir (De Medeiros, et al., 2017). Çalışmamızda *M. incognita*, gövde yaş ağırlığı kontrol grubunda yaklaşık 10.49 g iken, *T. harzianum* uygulanan bitkilerde 11.36 g olarak hesaplanmıştır. Ayrıca gövde kuru ağırlığı kontrol grubunda yaklaşık 3.44 g iken, *T. harzianum* uygulananlarda bu değer yaklaşık 2.96 g'dır. Başka bir çalışmada, guava bitkisindeki *M. incognita* mücadelesinde *T. harzianum*'un spor konsantrasyonları kullanılmış ve gövde yaş ve kuru ağırlığının kontrol grubuna kıyasla arttırdığı belirtilmiştir (Jindapunnapat, et al., 2013). Bu çalışma ile bizim çalışmamız, gövde kuru ağırlığı açısından örtüşmemektedir. *Meloidogyne incognita* L2'lerinin, fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra fidelerin şaşırtıldığı denemelerde *T. harzianum*, yumurta sayısını %97.60 oranında azaltmıştır. Başka bir çalışmada, *T. harzianum* ve *A. indica*'nın domatesten *M. incognita*'ya karşı etkinliği araştırılmış ve larva ölümünün %25 olduğu bildirilmiştir (Azeem, et al., 2020).

İkinci uygulama zamanı; nematod ve fungusun birlikte steril kumlu toprağa bulaştırılıp, hemen sonrasında bu topraklara hassas domates fideleri şaşırtılmasıyla kurulmuştur. Bu uygulama, nematodun hem yumurtası (yaklaşık 1000 adet) hem de L2'si (yaklaşık 750 adet) üzerinde ayrı ayrı denenmiştir. Çalışmamızda, fungusun nematoda saldırmasının ve onu engellemesinin oranı; yumurta açılımını engelleme yüzdeleriyle de belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, *Trichoderma* türlerinin bitki toprak bölgesindeki besinler için, patojenlerle rekabet ettiği belirtilmiştir (Ahluwalia, et al., 2015; Tjamos, et al., 2010).

Meloidogyne luci yumurtalarının, fungus ile birlikte toprağa bulaştırılıp, hemen sonrasında fidelerin şaşırtıldığı denemedeki, bitki gelişim kriterlerinin tümü izolat uygulanan bitkilerde artmıştır. En az ırlanma gösteren bitkiler yine *T. harzianum* uygulanan bitkiler olmuştur. Köklerdeki yumurta sayısını en fazla azaltan yine *T. harzianum* (%87.82) olmuştur. Nematodun fungus ile birlikte bir hafta toprakta

bekletildiği topraklara, fidelerin şaşırtıldığı uygulamanın, başta *T. harzianum* olmak üzere tüm izolatlarda daha etkili olduğu saptanmıştır.

Meloidogyne incognita yumurtalarının, fungus ile birlikte toprağa bulaştırılıp, hemen sonrasında fidelerin şaşırtıldığı denemede yaklaşık 1000 yumurtaya, 1×10^8 spor ml^{-1} konsantrasyonunda *T. harzianum* uygulandığında, domates köklerindeki yumurta sayısı kontrole göre %95.52 oranında azalmıştır. Benzer bir çalışmada ise, domatesteki *M. incognita*'ya karşı *T. harzianum* ve *T. viride*'nin 8×10^3 ve 1×10^4 spor ml^{-1} konsantrasyonları uygulanmış, sürgün ağırlığında maksimum artış, kök ağırlığında ve yumurta sayısında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Mukhtar, et al., 2013). Yine *T. harzianum*, *M. incognita*'ya karşı domates bitkilerinde denenmiş ve nematodun %61.88 oranında azalmasını sağladığı ortaya koyulmuştur (Yan, et al., 2021). Çalışmamızda *T. asperellum*'un kontrole göre domates köklerindeki yumurta sayısını azaltma oranı %90.11'dir. Farklı bir çalışmada, *T. asperellum* domates bitkisinde *M. incognita*'ya karşı denenmiştir ve yumurta sayısını %54 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Pocurull, et al., 2020). Bu çalışmada, Trichoderma izolatları içerisinde en az etkiyi gösteren *T. hamatum* izolatında bile kontrole göre köklerdeki yumurta sayısını azaltma oranı %89.70 olarak tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada *T. hamatum*, fasulye bitkisinde bulunan *M. incognita*'ya karşı denenmiş ve yumurta sayısını %78 oranında azalttığı bildirilmiştir (Bazeem, et al., 2021).

Meloidogyne luci L2 denemesinin 2. uygulama zamanında, kontrole kıyasla bitki gelişim kriterleri çok fazla fark göstermezken, kontrole göre köklerdeki yumurta sayısını azaltma oranları tüm izolatlarda %90'ın üzerinde olup sırasıyla; *T. harzianum*'da %97.22, *T. atroviride*'de %97.02, *T. asperellum*'da %96.17 ve *T. hamatum*'da %92.74'dür.

Meloidogyne incognita L2'lerinin bulaştırıldığı ve fungusun aynı anda toprakta karıştırılıp, hemen fidenin şaşırtıldığı 2. uygulamada; *T. harzianum*'un 1×10^8 spor ml^{-1} konsantrasyonu köklerdeki yumurta sayısını %97.40 azaltmıştır. Benzer bir çalışmada domates fidesinde *M. incognita*'ya karşı *T. harzianum* denenmiş ve larva sayısını %69.79 oranında azalttığı bildirilmiştir (Radwan, et al., 2021). Bu çalışmada *T. hamatum*'un L2'leri bulaştırıldığında yumurta sayısındaki azalma %92.17 iken farklı bir çalışmada fasulyede bulunan *M. incognita*'ya karşı *T. hamatum* uygulanmış ve larva ölüm oranı 89 ± 2.5 olduğu bildirilmiştir (Bazeem, A., et al., 2021).

Son uygulama zamanında ise viyoldeki hassas domates fidelerinin köküne $1 \times 10^8 \text{ ml}^{-1}$ spor solüsyonu verilmiş ve fungusun kökte kolonize olması için 3 gün beklenilmiş (Druzhinina, et al., 2011), sonrasında fideler nematodlu toprağa şaşırtılmıştır. Bu uygulama, nematodun hem yumurtası (yaklaşık 1000 adet) hem de L2'si (yaklaşık 750 adet) üzerinde ayrı ayrı denenmiştir. Hem yumurta hem de L2 denemelerinde tüm uygulamaların 8 hafta sonundaki; bitki gelişimine, urlanma oranına etkileri ve köklerdeki yumurta sayısındaki azalma yüzdeleri ile belirlenmiştir. Başka bir çalışmada fungusun kökte kolonize olup (Azarmi, et al., 2011), bitkiye karşı koruyucu etkisini anlamak için nematodlu toprağa şaşırtılmış fidenin, 8 hafta sonra fungusun yumurta açılımını engelleme yüzdelerine bakılarak etki ortaya konmuştur.

Fidelerin köküne fungus verildikten üç gün sonra bu fidelerin, *Meloidogyne luci* yumurtaları ile bulaştırılan toprağa şaşırtılmasıyla kurulan denemede urlanma oranı kontrol bitkilerinin ur skalası değeri 8 iken, bu değer *T. harzianum*'da 1.50'dir. Bitki gelişim kriterleri içerisinde sadece gövde kuru ağırlığının tüm izolatlarda kontrole kıyasla arttığı belirlenmiştir. 2. uygulama ve 3. uygulamanın yumurta sayısını azaltma yüzdeleri kıyaslandığında 3. uygulamanın tüm izolatlarda daha fazla etkili olduğu saptanmıştır.

Fidelerin köküne fungus verildikten üç gün sonra bu fidelerin, *Meloidogyne incognita* yumurtaları ile bulaştırılan toprağa şaşırtılmasıyla kurulan denemede *T. harzianum* yumurta sayısını %97.48 oranında azaltmıştır. Benzer bir çalışmada 1×10^6 spor ml^{-1} konsantrasyonunda olan *T. harzianum*, domates fidesi dikili saksıya verilmiş ve yedi gün sonra *M. javanica* yumurtası 1, 2, 4 yumurta/ cm^3 olarak toprağa verilmiştir. Altmış gün sonra nematod üreme faktöründe 1, 2, 4 yumurta/ cm^3 'te sırasıyla %11, %33 ve %12 oranında azalma olduğu bildirilmiştir (Mosahaneh, et al., 2021). Başka bir çalışmada, *T. harzianum*'un 1×10^7 spor ml^{-1} konsantrasyonu ve *M. oleifera*'nın sulu özütü, patlıcan bitkisi üzerinde *M. javanica* yumurta açılımını %40.2 oranında engellediği saptanmıştır (Murslain, et al., 2014). Benzer bir çalışmada, kökte kolonize olan *T. asperellum* *M. javanica* yumurta sayısını %88.4 oranında azaltırken, kök ağırlığını %91.5 oranında arttırmıştır (Kiriga, et al., 2018).

Meloidogyne luci L2'lerinin kullanıldığı 3. uygulama zamanında, yumurta sayısı en az olup, en etkili izolat *T. harzianum*'dur. *Meloidogyne incognita* L2'lerinin bulaştırıldığı son uygulama zamanında, 1×10^8 spor ml^{-1} konsantrasyonundaki *T. asperellum* %93.55 oranında yumurta sayısını azaltmıştır. Bu sonuçla uyum içinde

olan başka bir çalışmada, $0,2.2 \times 10^7$, 4.4×10^7 ve 6.6×10^7 spor ml⁻¹ konsantrasyonunda *T. asperellum* steril toprağa uygulanmış ve iki gün sonra *C. argentea* tohumları saksılara ekilmiştir. Bir hafta sonunda *M. incognita*'nın 1000 adet L2'leri toprağa uygulanmıştır. Altı hafta sonunda fungusun 6.6×10^7 spor ml⁻¹ konsantrasyonunun nematod üremesini en fazla engelleyen izolat olduğu bildirilmiştir (Temitope, et al., 2020). Benzer bir çalışmada *T. citrinoviride* uygulanmış domates fidesi köküne daha sonrasında *M. incognita* L2'leri verilmiştir. Sonucunda sadece larva verilen kontrol grubunda ırlanma oranı %48.15 iken, fungus uygulanmış köklerdeki ırlanma oranı %16.15 olarak tespit edilmiştir (Fan, et al., 2020).

Tüm uygulama zamanları göz önüne alındığında; yumurta sayısını en fazla azaltan uygulamanın, nematodun fungus ile birlikte toprakta bir hafta bekletildikten sonra hassas domates fidesinin şaşırtıldığı; 1. uygulama olduğu belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada; *Trichoderma* türlerinin toprak ve kök ekosisteminde yaygın olarak yaşayan funguslar olduğu ve kök-ur nematodlarına karşı *Trichoderma*'nın antagonistik etkisinin kullanılabileceği bildirilmiştir (Izuogu and Abiri, 2015). Yumurta denemesinde; ilk uygulamada izolatlar kendi arasında kıyaslandığında *T. harzianum*'un her iki türde de en etkili izolat olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada da *T. harzianum*'un iyi bir biyolojik mücadele etmeni olduğunu ve bu fungusun topraktaki parazitik nematodların yoğunluklarını azalttığı belirtilmiştir (Khan, et al., 2020a).

Meloidogyne luci L2 denemesinde tüm uygulamalar göz önüne alındığında nematod ve fungusun toprağa verilip, hemen hassas domates fidesinin şaşırtıldığı uygulamadaki *T. asperellum* ve *T. hamatum* izolatları hariç diğer uygulamalarda en fazla yumurta sayısını azaltan 1. uygulama olarak belirlenmiş ve tüm uygulamalarda en yüksek etkiyi *T. harzianum*'un gösterdiği saptanmıştır. *T. asperellum* ve *T. hamatum* izolatlarında en yüksek etki, nematodun fungus ile birlikte aynı anda toprağa bulaştırılıp, hemen sonrasında hassas domates fidesinin şaşırtıldığı uygulamada görülmüştür. Tüm denemelerde, etkiler toplu halde ele alındığında tüm funguslar sera denemesinde değişik seviyelerde yumurta açılımını azaltmış ve L2'leri öldürmüştür. Ayrıca tüm izolatlar bitki gelişimini değişik oranlarda arttırmış ve köklerdeki ur oranı ile yumurta sayısını azaltmıştır.

Bitkiler için biyolojik kontrol etmenlerinin yararları; antagonistik mikroorganizmalar oluşturmaları, bitkiler için zararlı organizmaları önlemeleri, bitki

sağlığını iyileştirmeleri, bitki büyümesini teşvik etmeleri gibi faktörleri ile ortaya çıkmaktadır (Vinale, et al., 2014). Bu çalışmada *Trichoderma*'nın; nematod yumurta ve L2'leri üzerine etkileri, nematod ile rekabeti ve koruyucu etkisi, bitki gelişim kriterleri ve yumurta açılımını engelleme oranlarına göre belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada, *Trichoderma* türlerinin bitki patojenlerine karşı antagonistik olduğunu ve bakteriler, nematodlar, funguslar da dahil olmak üzere organizmaların ya büyümelerini engelleyerek doğrudan; hiperparazitizm, besin ve yer için rekabet, antibiyozis veya dolaylı olarak bitki büyümesini teşvik ederek, stres toleransını, besin maddelerinin aktif alımını ve bitkilere birkaç ikincil metabolit, enzim ve protein sağladığı ortaya koyulmuştur (Zhang, et al., 2017).

Genel olarak tüm deneme sonuçları değerlendirildiğinde; uygulanan üç farklı uygulama zamanı farklı oranlarda etkili olsa da kök-ur nematodu yumurtası ve L2'si üzerinde en etkili uygulamanın, nematod ile fungusun birlikte bir hafta toprakta bekletildikten sonra, hassas domates fidelerine şaşırtıldığı 1. uygulama olduğu görülmektedir. Başka bir çalışmada, fungusların, nematodları antagonize ettiği ve nematodlara doğrudan saldırabildiği, onları öldürebildiği, hareketsiz hale getirebildiği veya geri püskürtebildiği, konukçularını bulurken yanlış yönlendirme yaptırabildiği, hücre gelişimine müdahale edebildiği, konukçular için rekabet edebildiği veya bunların kombinasyonlarını kullanabilecekleri bildirilmiştir (Schouten, 2016). En etkili ikinci uygulama ise, 3 gün öncesinde fungusun hassas fide torfuna verilmesi ve fungusun kökü kolonize etmesi beklenmesi (Harman, et al., 2011; Shukla, et al., 2012), sonrasında nematod bulaştırılmış toprağa, fidenin şaşırtıldığı 3. uygulama olmuştur .

Kök-ur nematodlarının geniş konukçu dizileri, kısa yaşam döngüleri, yüksek üreme oranları ve endoparazit yapıları nedeniyle, mücadelelerinin zorluklarının olduğu bilinmektedir (El-Sayed and Mahdy, 2015). Pek çok çalışmada farklı *Trichoderma* türlerinin kök-ur nematoduna karşı etkileri saptanmıştır. Bunlar, mikoparazitizm, antibiyoz, patojenle rekabet, bitki büyümesinin desteklenmesi, abiyotik streslere karşı geliştirilmiş bitki toleransı ve patojenlere karşı savunmasının uyarılması gibi mekanizmalardır (Poveda, 2020). Bu sonuçlar bilimsel açıdan *Trichoderma* ve kök-ur nematodları arasındaki ilişkileri destekleyici olup, konu ile ilgili diğer bilimsel çalışmalara kaynak teşkil edecektir. Ayrıca pratik olarak üreticiler tarafından kullanılabilecek ve tavsiyelerde bulunabilecek niteliktedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitki paraziti nematodlar içerisinde kök-ur nematodları, yeryüzünün birçok yerinde mevcuttur. Bu nedenle önemli bitki zararlıları konumunda (Sato, et al., 2019) olup mücadeleleri de oldukça zordur. Mücadelesinde kimyasal ilaçlar kullanılabilmektedir, fakat kullanılan kimyasalların ekonomik açıdan pahalı olmaları, çevre ve insan sağlığına etkileri nedeniyle bu zararıyla mücadelede alternatif yöntemler, son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bu nedenle biyolojik mücadele diğer mücadele yöntemleri ile kıyaslandığında; doğal dengenin bozulmaması, yalnızca hedef alınan zararlı ile savaşılmaması, hedef alınan zararlılarda dayanıklılık problemi oluşturmaması gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca sürdürülebilir olması, üretimi yapılan ürünlerde kimyasal ilaçlarda olduğu gibi kalıntı oluşturmaması güvenli bir kullanım sağlamaktadır (Akbaş, vd., 2015).

Kök-ur nematodlarına karşı biyolojik mücadelede, nematodların topraktaki antagonistleri üzerinde çok fazla çalışılmaktadır (Stirling, 1991). Mikroorganizmalar içerisinde nematodları parazitleyen, popülasyonlarının sayısını azaltan antagonistik fungus ve bakteriler bulunmakta ve biyolojik mücadele etmeni olarak yüksek potansiyel taşımaktadırlar (Viaene and Abawi, 2000). Fungus türleri içerisinde de *Trichoderma* genusu üzerinde en çok çalışılan konulardandır. *Trichoderma*'nın biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılmasıyla, nematod yumurtalarını ve L2'lerini enfekte ettiğini bildirmişlerdir (Heidari and Olia, 2016).

Bu çalışmada kök-ur nematodlarından *M. incognita*'nın ve yeni bir tür konumunda olan *M. luci*'nin yumurtası ve larvası üzerinde biyolojik mücadele etmeni olan *Trichoderma*'nın 4 farklı türünün (*T. atroviride*, *T. asperellum*, *T. hamatum*, *T. harzianum*) potansiyelleri ve etki mekanizmaları hem laboratuvar hem de sera denemeleri kurularak araştırılmıştır.

Laboratuvar denemelerinde; izolatların tümü yumurta açılımını azaltırken, ikinci dönem larvaları da etkilemiştir. Yumurtadan çıkmayı en fazla engelleyen ve larvalara öldürücü etkisi en fazla olan izolat; *M. incognita*'da, *T. atroviride*; *M. luci*'de ise *T. harzianum* olmuştur.

Sera denemelerinde; fungusun üç farklı uygulama zamanının kök-ur nematodunun iki farklı türünde etkileri araştırılmıştır. Uygulamaların tamamı kontrole kıyasla bitki gelişimini arttırırken, ur ve yumurta sayısını azaltmıştır. Nematodun

fungus ile birlikte bir hafta toprakta bekletildiği uygulama zamanında, *T. harzianum* hem yumurta açılımını en fazla engelleyen hem de bitki büyümesini en fazla teşvik eden izolat olmuştur. Uurlanma oranını en az etkileyen izolat ise her iki türün yumurta ve L2 denemesinde *T. hamatum* olmuştur. Bu uygulamayı takiben en etkili diğer uygulama nematodlu toprağa fide şaşırtılmadan üç gün önce fungusun fide torfuna uygulaması olmuştur. Burda da iki kök-ur nematodunun yumurtası ve larvasında en etkili izolat *T. harzianum* olmuştur.

Kök-ur nematodları ile biyolojik mücadelede başarının daha fazla olabilmesi için; elde bulunan biyolojik mücadele etmenlerinin konukçu parazit ilişkileri, ekolojik özelliklerine hakim olmak gerekir. Bu etmenlerin toplu halde yetiştirilebilmeleri, depolanabilir ve taşınabilir olmaları, kullanım açısından üreticiye kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca *Trichoderma* spp.'nin kök besin kullanım verimliliğini arttırdığı ve bitki gelişimini desteklediği bilinmektedir (Fiorentino, et al., 2018). Bununla beraber geniş sahalara uygulanacak pratik uygulama tekniklerinin de olması şarttır. Tüm bu bileşenler birlikte değerlendirildiğinde, kök-ur nematodlarının biyolojik mücadelesinde daha geniş ve etkili kullanımı gerçekleştirilebilir.

6. KAYNAKÇA

- Affokpon, A., Coyne, D. L., Htay, C. C., Agbede, R. D., Lawouin, L. and Coosemans, J. (2011). Biocontrol potential of native *Trichoderma* isolates against root-knot nematodes in West African vegetable production systems. *Soil Biol. Biochem.* 43: 600-608. 10.1016/j.soilbio.2010.11.029.
- Ahluwalia, V., Kumar, J., Rana, V. S., Sati, O. P., Walia, S. (2015). Comparative evaluation of two *Trichoderma harzianum* strains for major secondary metabolite production and antifungal activity. *Nat. Prod. Res.* 29: 914-920.
- Akbaş, B., Yaşarer, A. H. ve Şimşek M. (2015). Biyolojik Mücadele Araştırmaları Ve Uygulamaya Yansımaları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, TÜRKTOB, <http://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi18/47-51.pdf>.
- Al-Ani, L. K. T. and Salleh, B. (2010). Control of *Fusarium* wilt of banana by non pathogenic *Fusarium oxysporum*. in: *PPSKH Colloquium, Pust Pengajian Sains Kaji hayat/School of Biological Sciences*. USM. 2-4 June. (s. 10).
- Al-Ani, R. A. and Al-Ani, L. K. T. (2011). Induced of systemic resistance in cucumber plants against *Cucumber mosaic virus* (CMV) by *Pseudomonas fluorescens* Migula. *Arab Journal Of Plant Protection*. 29: 36-42.
- Al-Ani, L. K. T., Negim, E. S., Mohammed, A. M., Salleh, B. and Saleh, M. I. (2012). Antifungal activity of novel Binary grafting polymers. in: *1st USM KAZNU International Conference on: Challenges of Teaching and Chemistry Research in Institutions of Higher Learning*. 11-13 July. (s. 44).
- Al-Ani, L. K. T., Salleh, B., Mohammed, A. M., Ghazali, A. H. A., Al-Shahwany, A. W. and Azuddin, N. F. (2013). Biocontrol of *Fusarium* wilt of Banana by Non-pathogenic *Fusarium* spp. in: *International Symposium on Tropical Fungi, ISTF, IPB International Convention Center*. (s. 50-51). Indonesia: Bogor.
- Al-Ani, L. K. T. (2017a). "PGPR: a good step to control several of plant pathogens". Singh, H. B., Sarma, B. K. and Keswani, C. (eds.). in: *Advances in PGPR Research* (s. 398-410). CABI: UK.
- Al-Ani, L. K. T. (2017b). Potential of Utilizing Biological and Chemical Agents in the Control of *Fusarium* Wilt of Banana. *Ph.D., School of Biology Science, Universiti Sains Malaysia* (s. 259). Malaysia: Pulau. Pinang.
- Al-Ani, L. K. T., Yonus, M. I., Mahdii, B. A., Omer, M. A., Taher, J. K., Albaayit, S. F. A., et al. (2018). First record of use *Fusarium proliferatum* fungi in direct treatment to control the adult of wheat flour *Tribolium confusum*, as well as, use the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*. *Ecol., Environ. Conserv.* 24 (3). 29-34.
- Al-Ani, L. K. T. (2018a). "Trichoderma: beneficial role in sustainable agriculture by plant disease management". Egamberdieva, D., Ahmad, P. (eds.). in: *Plant Microbiome: Stress Response. Microorganisms for Sustainability* vol: 5. (s. 105-126). Singapore: Springer.

- Al-Ani, L. K. T. (2018b). “*Trichoderma* from extreme environments: physiology, diversity, and antagonistic activity”. Egamberdieva, D., Birkeland, N. K., Panosyan, H., Li, W. J. (eds.). in: *Extremophiles in Eurasian Ecosystems: Ecology, Diversity, and Applications. Microorganisms for Sustainability* vol: 8. (s. 388-403). Singapore: Springer.
- Al-Ani, L. K. T. and Albaayit, S. F. A. (2018a). Antagonistic of some *Trichoderma* against *Fusarium oxysporum* sp. f. *cubense* tropical race 4 (FocTR4). in: *International conference on Research in Education & Science. ICRES*. April 28 May 1. (s. 271). Turkey: Marmaris (Abstract).
- Al-Ani, L. K. T. and Albaayit, S. F. A. (2018b). Antagonistic of some *Trichoderma* against *Fusarium oxysporum* sp. f. *cubense* tropical race 4 (FocTR4). in: *The Eurasia Proceedings of Science Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM)*. 2 (s. 35-38).
- Al-Ani, L. K. T. (2019a). “Secondary metabolites of nonpathogenic *Fusarium* spp.; scope in agriculture”. Singh, H. B., Keswani, C., Reddy, M. S., Royano, E.S., Garcí’a-Estrada, C. (eds.), in: *Secondary Metabolites of Plant Growth Promoting Rhizomicroorganisms-Discovery and Applications* (s. 59-76). Singapore: Springer.
- Al-Ani, L. K. T. (2019b). “Bioactive secondary metabolites of *Trichoderma* spp. for efficient management of phytopathogens”. Singh, H. B., Keswani, C., Reddy, M. S., Royano, E. S., Garcí’a-Estrada, C. (eds.). in: *Secondary Metabolites of Plant Growth Promoting Rhizomicroorganisms-Discovery and Applications* (s. 125-143). Singapore: Springer.
- Al-Ani, L. K. T. (2019c). “A patent survey on *Trichoderma* spp. (from 2007-2017)”. Singh, H. B., Keswani, C., Singh, S. P. (eds.). in: *Intellectual Property Issues in Microbiology* (s. 163-192). Singapore: Springer.
- Al-Ani, L. K. T. (2019d). “The importance of endophytic fungi from the medicinal plant: diversity, natural bioactive compounds, and control of plant pathogens”. Egamberdieva, D., et al. (eds.). in: *Medically Important Plant Biomes Source of Secondary Metabolites*. Singapore: Springer. (In Press).
- Al-Ani, L. K. T. (2019e). “Entomopathogenic fungi in IP landscape”. Singh, H. B., Keswani, C., Singh, S. P. (eds.). in: *Intellectual Property Issues in Microbiology* (s. 223-238). Singapore: Springer.
- Al-Ani, L. K. T. (2019f). “Recent patents on endophytic fungi and their international market”. Singh, H. B., Keswani, C., Singh, S. P. (eds.). in: *Intellectual Property Issues In Microbiology* (s. 271-284). Singapore: Springer.
- Aleandri, M. P., Chilosi, G., Bruni, N., Tomassini, A., Vettraino, A. M., and Vannini, A. (2015). Use of nursery potting mixes amended with local *Trichoderma* strains with multiple complementary mechanisms to control soil-borne diseases. *Crop Protection*. 67: 269-278.
- Al-Hazmi, A. S., TariqJaveed, M. (2015). Effects of different inoculum densities of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* against *Meloidogyne javanica* on tomato. *Saudi J. Biol. Sci.* 23: 288-292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.04.007>.

- Al-Hazmi, A. S. and TariqJaveed, M. (2016). Effects of different inoculum densities of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* against *Meloidogyne javanica* on tomato. *Saudi J Biol Sci.* 23: 288-292.
- Al-Shammari, T. A., Bahkali, A. H., Elgorban, A. M., El-Kahky, M. T. and Al-Sum, B. A. (2013). The use of *Trichoderma longibrachiatum* and *Mortierella alpina* against root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* on tomato. *J Pure Appl Microbiol.* 7: 199-207.
- Anam, G. B., et al. (2019). Characterization of *Trichoderma asperellum* RM-28 for its sodic/saline-alkali tolerance and plant growth promoting activities to alleviate toxicity of red mud. *Sci. Total Environ.* 662: 462-469.
- Anis, M., M. J. Zaki and S. Dawar. (2012). Development of a Naalginate based bioformulation and its use in the management of charcoal rot sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pak. J. Bot.* 44: 1167-1170.
- Aydınlı, G., Mennan, S., Devran, Z., Sirca, S. and Urek, G. (2013). First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease.* 97 (9). 1262.
- Aydınlı, G. and Mennan, S. (2016). Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from greenhouses in the Middle Black Sea Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology.* 40 (5). 675-685.
- Aydınlı, G. and Civelek, C. (2018). Effects of different population densities of root-knot nematode *Meloidogyne luci* on growth of tomato and nematode reproduction. *Bitki Koruma Bülteni/Plant Protection Bulletin.* 58 (2). 111-121.
- Azeem, W., Mukhtar, T. and Hamid, T. (2021). Evaluation of *Trichoderma harzianum* and *Azadirachta indica* in the Management of *Meloidogyne incognita* in Tomato. *Pakistan J. Zool.* vol: 53 (1). (s. 119-125). doi: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20190905100940>.
- Bazeem, A., Almanea, A., Manikandan, P., Alorabi, M., Vijayaraghavan, P., Abdel-Hadi, A. (2021). "In Vitro Antibacterial, Antifungal, Nematocidal and Growth Promoting Activities of *Trichoderma hamatum* FB10 and Its Secondary Metabolites". Senthil-Nathan, S. and Kim, J. S. (eds.). in: *J. Fungi.* 7 (5). 331. doi: <https://doi.org/10.3390/jof7050331>.
- Belay, B., Lencho, A., Selvaraj, T. and Getaneh, G. (2016). Evaluation of some botanicals and *Trichoderma harzianum* for the management of tomato root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood). *Advances in Crop Science and Technology.* 4: 201.
- Bezuidenhout, J., Rensburg, L. V., van Rensburg, P. J. (2012). Molecular similarity between Gibberellic acid and Gliotoxin: unravelling the mechanism of action for plant growth promotion by *Trichoderma harzianum*. *J. Agric. Sci. Technol. B.* 2: 703-712.
- Bhattacharjee, R. and Dey, U. (2014). An overview of fungal and bacterial biopesticides to control plant pathogens diseases. *African Journal of Microbiology Research.* 8 (17). 1749-1762.
- Bird, D. M., Opperman, C. H. and Davies, K. G. (2003). Interactions between bacteria and plant parasitic nematodes. *International Journal for Parasitology.* 33: 1269-1276.

- Boerma, H. R. and Hussey, R. S. (1992). Breeding Plants for Resistance to Nematodes. *Journal of Nematology*. 24(2). 242-252.
- Bora, T. ve Özaktan, H. (1998). *Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş*. İzmir: Prizma Matbaası (205 s.).
- Braithwaite, M., et al. (2016). The density-dependent effect of initial nematode population levels on the efficacy of *Trichoderma* as a bio-nematicide against *Meloidogyne hapla* on tomato. *Australas. Plant Pathol.* 45: 473-479.
- Bridge, J., Page, S. L. J. (1980). Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management* 26: 296-298.
- Candelero, J., Cristóbal, A. J., Reyes, R. A., Tun, S. J. M., Ruíz, S. E. (2015). *Trichoderma* spp. promotoras del crecimiento en plántulas de *Capsicum chinense* Jacq. antagónicas contra *Meloidogyne incognita*. *Phyton*. 84: 113-119.
- Carneiro, R. M. D. G., Correa, V. R, Almeida, M. R. A. (2014a). *Meloidogyne luci* sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising different crops in Brazil. Chile and Iran. *Nematology*. 16: 289-301.
- Chavez, J. R., Raja, H. A., Graf, T. N., Gallagher, J. M., Metri, P., Xue, D., Pearcec, C. J., Oberlies, N. H. (2017). Prealamethicin F50 and related peptaibols from *Trichoderma Arundinaceum*: Validation of their authenticity via *in situ* Chemical Analysis. *Rsc Adv.* 7. (S. 45733-45741).
- Collange, B., Navarrete, M., Peyre, G., Mateille, T., Tchamitchian, M. (2011). Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: the challenge of an agronomic system analysis. *Crop Protection*. 30: 1251-1262.
- Contina, J. B., Dandurand, L. M., Knudsen, G. R. (2017). Use of GFP-tagged *Trichoderma harzianum* as a tool to study the biological control of the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Appl. Soil Ecol.* 115: 31-37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.03.010>.
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., Vergara, A. G., López-Bucio, J. (2015). *Trichoderma* modulates stomatal aperture and leaf transpiration through an abscisic acid-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *J. Plant Growth Regul.* 34: 425-432.
- Contreras-Cornejo, H. A., et al. (2020). “Interactions of *Trichoderma* with Plants, Insects, and Plant Pathogen Microorganisms: Chemical and Molecular Bases”. M’erillon, J. M., Ramawat, K. G. (eds.). in: *Co-Evolution of Secondary Metabolites*. Springer International Publishing. Cham. (s. 263-290).
- Cook, R. and Evans, K. (1987). Resistance and Tolerance. Principles and Practice of Nematode Control in Crop. *Academic Press*. (s. 179-220). Australia.
- Cortada, L., Sorribas, F. J., Ornat, C., Kaloshian, I. and Verdejo-Lucas, S. (2008). Variability in infection and reproduction of *Meloidogyne javanica* on tomato rootstocks with the *Mi* resistance gene. *Plant Pathology*. 57: 1125-1135.
- Dallemole-Giaretta, R., et al. (2014). Soil amendment with substrate containing mycelium and conidia of *Pochonia chlamydosporia* for the management of *Meloidogyne javanica*. *Ciência Rural, Santa Maria*, vol: 44 (4). (s. 629-633), from: Accessed: Sep. 15, 2016. doi: 10.1590/S0103-84782014000400009.

- D'Addabbo, T., Laquale, S., Perniola, M., Candido, V. (2019). Biostimulants for plant growth promotion and sustainable management of phytoparasitic nematodes in vegetable crops. *Agronomy*. 9: 616 10.3390/agronomy9100616.
- Decraemer, W. and Hunt, D. (2006). "Structure and classification". R. Perry and M. Moens (eds.). *Plant Nematology*. (s. 3-32). Oxfordshire: CAB International.
- Delen, N. (1991, Mart). "Patojenlerin fungusitlere dayanıklılık sorunu". *TUYAP Ege-Marmara Dilimi, ABAV Toplantısı*. Menemen/İzmir.
- De Medeiros, H. A., de Araújo Filho, J. V., De Freitas, L. G., Castillo, P., Rubio, M. B., Hermosa, R. and Monte, E. (2017). Tomato progeny inherit resistance to the nematode *Meloidogyne javanica* linked to plant growth induced by the biocontrol fungus *Trichoderma atroviride*. *Scientific Reports*. 7: 402-416.
- Doni, F., Anizan, I., Che Radziah, C. M. Z., Salman, A. H., Rodzihan, M.H., Wan Mohtar, W. Y. (2014). Enhancement of rice seed germination and vigour by *Trichoderma* spp. *Research Journal of Applied Sciences. Engineering and Technology*. 7 (21): 4547-4552.
- Druzhinina, I. S., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B. A., Kenerley, C.M., Monte, E., et al. (2011). *Trichoderma*: The genomics of opportunistic success. *Nature Reviews. Microbiology*. 9: 749-759.
- El-Alfy, A. T., Schlenk, D. (2002). Effect of 17{beta}-estradiol and testosterone on the expression of flavin-containing monooxygenase and the toxicity of aldicarb to Japanese Medaka *Oryzias latipes*. *Toxicol. Sci*. 68: 381-388.
- Elling, A. A. (2013). Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology*. 103: 1092-1102.
- El-Nagdi, W. M. A., et al. (2019). Effect of certain organic amendments and *Trichoderma* species on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, infecting pea (*Pisum sativum* L.) plants. *Egyptian Journal of Biological. Pest Control*. 29: 75.
- El-Sayed, S. M., Mahdy, M. E. (2015). Effect of chitosan on root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* on tomato plants. *Int J Chem Tech Res*. 7: 1985-1992.
- Fan, H., Yao, M., Wang, H., Zhao, D., Zhu, X., Wang, Y., Liu X., Duan, Y. and Chen, L. (2020). Isolation and effect of *Trichoderma citrinoviride* Snf1910 for the biological control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *BMC Microbiology*. 20: 299. doi: <https://doi.org/10.1186/s12866-020-01984-4>.
- Fernando, D., et al. (2018). Biostimulant Activity of *Trichoderma saturnisporum* in Melon (*Cucumis melo*). 53: 810.
- Fiorentino, N., et al. (2018). *Trichoderma*-Based Biostimulants Modulate Rhizosphere Microbial Populations and Improve N Uptake Efficiency, Yield, and Nutritional Quality of Leafy Vegetables. *Front. Plant Sci*. 9.
- Freckman, D. W. and Baldwin, J. G. (1990). "Nematoda". Dindal DL (eds.). in: *Soil Biology Guide*. John Wiley and Sons. 155-200. New York.
- Fu, S. F., Wei, J. Y., Chen, H. W., Liu, Y. Y., Lu, H. Y., Chou, J. Y. (2015). Indole-3-acetic acid: a widespread physiological code in interactions of fungi with other organisms. *Plant Signal. Behav*. 10: 8. 10.1080/15592324.2015.1048052.

- Gerič, Stare, B. G., Strajnar, P., Susič, N., Urek, G., & Širca, S. (2017). Reported populations of *Meloidogyne ethiopica* in Europe identified as *Meloidogyne luci*. *Plant Disease*. 101 (9), 1627-1632.
- Gheysen, G., Van Der Eycken, W., Barthel, S. N., Karimi, M. and Van Montagu, M. (1996). The Exploitation of Nematode-Responsive Plant Genes in Novel Nematode Control Methods. *Pestic Sci*. 47: 95-101.
- Gürkan, B., Çetintaş, R. (2019). Gaziantep ve Osmaniye Sebze Alanlarında Bulunan Kök-ur Nematodu Türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin Teşhisi ile Bazı Nematod Popülasyon Irklarının Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22 (Ek Sayı 1): 113-124. doi: 10.18016/ksutarimdog.v22i49073.551240.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. (2004). *Trichoderma* spp. opportunistic avirulent plant symbionts. *Nature Microbiology Reviews*. 2: 43-56.
- Harman, G. E. (2011). *Trichoderma* not just for biocontrol anymore. *Phytoparasitica*. 39: 103-108.
- Heidari, F. and Olia, M. (2016). Biological control of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, using vermicompost and fungus *Trichoderma harzianum* on tomato. *Iran. J. Plant Pathol*. 52. 109-124.
- Hermosa, R., Botella, L., Montero-Barrientos, M., Alonso-Ramirez, A., Arbona, V., Gomez-Cadenas, A. and Nicolas, C. (2011). Biotechnological applications of the gene transfer from the beneficial fungus *Trichoderma harzianum* spp. to plants. *Plant Signal Behav*. 6(8). 1235-1236. doi: 10.4161/psb.6.8.16362.
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., Monte, E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology* 158: 17-25. doi: <https://doi.org/10.1099/mic.0.052274-0>.
- Hooper, D. J. (1986). "Extraction of free-living stages from soil". Southey, J. F. (eds.). in: *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes*. Ministry of Agriculture. Fisheries and Food. (s. 5-30). London.
- Huang, W. K., et al. (2016). Testing various biocontrol agents against the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in cucumber plants identifies a combination of *Syncephalastrum racemosum* and *Paecilomyces lilacinus* as being most effective. *Biological Control Orlando*. vol: 92. s. 31-37. Accessed: Oct. 20. Available at: doi: 10.1016/j.biocontrol.2015.09.008.
- Hunt, D. J. and Handoo, Z. A. (2009). "Taxonomy, identification and prencipal species". R. Perry, M. Moens and J. L. Starr (eds.). *Root-knot nematodes*. (s. 55-97). CAB International: Wallingford, UK.
- 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.
- Ibrahim, H. S., vd. (2010). Domateslerde *Meloidogyne incognita*'ya karşı belirli tarımsal kimyasal ve biyolojik ajanların değerlendirilmesi. *Alexandria Science Exchange Journal* vol: 31 (1). 10-17.

- Izuogu, N. B. and Abiri, T. O. (2015). *Trichoderma harzianum* T22'nin bazı soya çeşitlerinde kök-düğüm nematoduna (*Meloidogyne incognita*) karşı bir biyokontrol ajanı olarak etkinliği. *Hırvat Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi* vol: 7 (2). 47-51.
- Jindapunnapat, K., Chinnasri, B. and Kwankuae, S. (2013). Biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne enterolobii*) in guava by the fungus *Trichoderma harzianum*. *J Dev Sust Agric*. 8: 110-118.
- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G. J., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G. K., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J. E., Wesemael, W. M. L. and Perry R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. 14(9). 946-961.
- Khan, M. R. Haque, Z., et al. (2020). Biomanagement of rice root-knot nematode *Meloidogyne graminicola* using five indigenous microbial isolates under pot and field trials. *Journal of Applied Microbiology* 130. (s. 424-438). doi:10.1111/jam.14788.
- Khan, R. A. A., Najeeb, S., Xie, B., Li, Y. (2020a). Bioactive secondary metabolites from *Trichoderma* spp. against phytopathogenic fungi. *Microorganisms* 8. 817. doi: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060817>.
- Kırda, C., Sarıyev, A. (2002). *Toprak Fiziği Ders Notları*. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Genel Yayın. No: 245.
- Kiriga, A. W., et al. (2018). Effect of *Trichoderma* spp. and *Purpureocillium lilacinum* on *Meloidogyne javanica* in commercial pineapple production in Kenya. *Biol. Control*. 119: 27-32.
- Kumar, S. (2013). *Trichoderma*; a biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. *Int. J. Agric. Sci. Vet. Med.* 1 (3). 1-16.
- Lopez-Perez, J. A., Strange, M. L., Kaloshian, I. and Ploeg, A. T. (2006). Differential Responce of *Mi* Gene Resistant Tomato Rootstocks to Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Crop Protection*. 25: 382-388.
- Lopez-Mondéjar R., Ros, M., Pascual, J. A. (2011). Mycoparasitismrelated genes expression of *Trichoderma harzianum* isolates to evaluate their efficacy as biological control agent. *Biol Control*. 56: 59-66.
- Maleita, C., Esteves, I., Cardoso, J. M. S., Cunha, M. J., Carneiro, R. M. D. G. and Abrantes, I. (2018). *Meloidogyne luci*, a new root-knot nematode parasitizing potato in Portugal. *Plant Pathology*. 67: 366–76. doi: <https://doi.org/10.1111/ppa.12755>.
- McDonnell, G. E. (2007). Antisepsis, disinfection, and sterilization : types, action, and resistance. *ASM Press*. Washington, D. C.
- Meng, X., et al. (2019). TgSWO from *Trichoderma guizhouense* NJAU4742 promotes growth in cucumber plants by modifying the root morphology and the cell wall architecture. *Microb. Cell Fact.* 18: 148.
- Mervat, A. A., Shawky, S. M. and Shaker, G. S. (2012). Comparative efficacy of some bioagents, plant oil and plant aqueous extracts in controlling *Meloidogyne incognita* on growth and yield of grapevines. *Ann Agric Sci.* 57: 7-18.

- Misiha, P. K., Aly, A. Z., Mahrous, M. E. and Tohamy, M. R. A. (2013). Effect Of Culture Filterates Of Three *Trichoderma* Species, *Fusarium Solani* and *Rhizoctonia Solani* On Egg Hatching Andjuvenile Mortality Of *Meloidogyne incognita* in vitro. *Zagazig J. Agric. Res.* vol: 40 (3).
- Moosavi, M. R., and Zare, R. (2015). Factors affecting commercial success of biocontrol agents of phytonematodes. T. H. Askary and P. R. P. Martinelli (eds.). in: *Biocontrol agents of phytonematodes*. 423-445. Wallingford: CABI.
- Mosahaneh, L., Charehganhi, H., Abdollahi, M. and Rezaei, R. (2021). Biological Control Agents in the Management of Different Initial Population Densities of *Meloidogyne javanica* in Tomato. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. vol: 55 (2). 151-159. doi: <https://doi.org/10.1556/038.55.2020.016>.
- Mukherjee, P. K., Buensanteai, N., Morán-Diez M. E., Druzhinina, I., Kenerley, C. M. (2012). Functional analysis of non-ribosomal peptide synthetases (NRPSs) in *Trichoderma virens* reveals a polyketide synthase (PKS)/NRPS hybrid enzyme involved in the induced systemic resistance response in maize. *Microbiology*. 158: 155-165.
- Mukherjee, P. K., Hurley, J. F., Taylor, J. T., Puckhaber, L., Lehner, S., Druzhinina, I., et al. (2018). Ferricrocin, the intracellular siderophore of *Trichoderma virens*, is involved in growth, condition, gliotoxin biosynthesis and induction of systemic resistance in maize. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 505 (2). 606-611. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.09.170>.
- Mukhtar, T., Hussain, M. A., Kayani, M. Z. and Aslam, M. N. (2014). Evaluation of resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in okra. *Crop Prot.* 56: 25-30.
- Mukhtar, T. (2018). Management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in tomato with two *Trichoderma* species. *Pak J Zool.* 50 (4). 1589-1592.
- Mukhtar, T., Tariq-Khan, M., Aslam, M. N. (2021). Bioefficacy of *Trichoderma* Species Against Javanese Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica*, in Green Gram. *Springer-Verlag GmbH Deutschland*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10343-021-00544-8>.
- Murslain, M. (2014). Combined Efficacy of *Moringa oleifera* Leaves and a Fungus, *Trichoderma harzianum* Against *Meloidogyne javanica* on Eggplant. *Pakistan J. Zool.* vol: 46 (3). 827-832.
- Naher, L., Yusuf, U. K., Ismail, A., Hossain, K. (2014). *Trichoderma* spp.: a biocontrol agent for sustainable management of plant diseases. *Pak J Botany*. 46 (4). 1489-1493.
- Naserinasab, F., et al. (2011). Biological Control of *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum* BI and Salicylic Acid on Tomato. *Afr. J. Food Sci.* 5: 276-280.
- Noling, J. W. and Becker, J. O. (1994). The challenge of research and extension to define and implement alternatives to methyl bromide. *J Nematol.* 26: 573-586.
- Nusaibah, A., Musa, H. (2019). A Review Report on the Mechanism of *Trichoderma* spp. as Biological Control Agent of the Basal Stem Rot (BSR) Disease of *Elaeis guineensis*. *IntechOpen*.

- Nzanza, B., Maraisa, D., Soundy, P. (2012). Yield and nutrient content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) as influenced by *Trichoderma harzianum* and *Glomus mosseae* inoculation. *Sci. Horticult.* 144: 55-59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.06.005>.
- Oka, Y. (2010). Mechanisms of nematode suppression by organic soil-amendments. A review. *Appl Soil Ecol.* 44: 101-115.
- Osman, H. A., Ameen, H. H., Mohamed, M. and Elkelany, U. S. (2020). Efficacy of integrated microorganisms in controlling root-knot nematode *Meloidogyne javanica* infecting peanut plants under field conditions. *Bull Natl Res Cent.* vol: 44. doi: <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00366-0>.
- Papavizas, G. C. (1985). Trichoderma and Gliocladium: biology, ecology and the potential for biocontrol. *Annual Review of Phytopathology.* 23: 23-54.
- Pereiraa, T., Macêdoaa, A., Silvab, J., Pinheirob, J. B., Paulaa, A. M., Biscaiab, D. (2020). Water-extractable fraction of vermicomposts enriched with *Trichoderma* enhances the growth of bell pepper and tomato as well as their tolerance against *Meloidogyne incognita*. *Scientia Horticulturae.* doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109536>.
- Persoon, C. H. (1794). Disposita methodica fungorum. *Romer'S Neues. Mag. Bot.* 1: 81-128.
- Piedro-Bueno, A., López-Pérez, J. A., Díez-Rojo M. A., Robertson, L., Castro-Lizazo, I. and Bello, A. (2011). Screening of Three Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Cultivars for Resistance to Different Virulence Groups of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) Under Controlled Conditions. *Crop Protection.* 30: 134-140.
- Pocurull, M., Fullana, A. M., Ferro, M., Valero, P., Escudero, N., Saus, E., Gabaldón, T., Sorribas, F. J. (2020). Commercial Formulates of *Trichoderma* Induce Systemic Plant Resistance to *Meloidogyne incognita* in Tomato and the Effect Is Additive to That of the Mi-1.2 Resistance Gene. *Front. Microbiol.* 10: 1-10.
- Poveda, J. (2020). *Trichoderma* Parareesei Favors the Tolerance of Rapeseed (*Brassica napus* L.) to Salinity and Drought Due to a Chorismate Mutase. *Agronomy.* 10: 118.
- Radwan, M. A., Farrag, S. A. A., Abu-Elamayem, M. M. and Ahmed, N. S. (2012). Biological control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato using bioproducts of microbial origin. *Applied Soil Ecology.* 56: 58-62. doi: [10.1016/j.apsoil.2012.02.008](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.02.008).
- Sato, K., et al. (2019). Plant Immune Responses to Parasitic Nematodes. *Front. Plant Sci.* 10.
- Schneider, P. and Orelli, O. (1947). Entomologisches praktikum. Verlag. HR. Saurerländer Co. Aarau. Switzerland.
- Schouten, A. (2016). Mechanisms involved in nematode control by endophytic fungi. *Annu. Rev. Phytopathol.* 54: 121-142.
- Seid, A., Fininsa, C., Mekete, T., Decraemer, W. and Wesemael, W. M. L. (2015). Tomato (*Solanum lycopersicum*) and root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) a century-old battle. *Nematology.* 17(9). 995-1009.

- Sharma, R., Arunab, J. and Ramesh, C. D. (2012). A brief review on mechanism of *Trichoderma* fungus use as biological control agent. *International Journal of Innovations in Bio-Sciences*. 2 (4). 200-210.
- Sharon, E., Bar-Eyal, M., Chet, I., Herrera-Estrella, A., Kleifeld, O. and Spiegel, Y. (2001). Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology*. 91: 687–693.
- Sharon, E., Chet, I. and Spiegel, Y. (2011). “*Trichoderma* as a biological control agent”. K. G. Davies and Y. Spiegel (eds.). in: *Biological control of plant-parasitic nematodes: Building coherence between microbial ecology and molecular mechanisms. Progress in Biological Control 11*. 183-201. Dordrecht: Springer Science, Business Media.
- Shukla, N., Awasthi, R. P., Rawat, L., Kumar, J. (2012). Biochemical and physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by *Trichoderma harzianum* under drought stress. *Plant Physiol. Biochem*. 54: 78-88.
- Sijmons, P. C., Atkinson, H. J. and Wyss, U. (1994). Parasitic Strategies of Root Nematodes and Associated Host Cell Responses. *Annual Review Phytopathology*. 32: 235-259.
- Singh, U. B., Singh, S., Malviya, D., Chaurasia, R., Imran, M., Rai, J., et al. (2017). Harnessing biocontrol potential of *Trichoderma harzianum* for control of *Meloidogyne incognita* in tomato. *Indian Phytopath.* 70 (3). 331-335. doi: <https://doi.org/10.24838/ip.2017.v70.i3.74239>.
- Singh, S., Balodi, R., Meena, P. N. Singhal, S. (2021). Biocontrol activity of *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* against *Meloidogyne incognita*, *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*. *Indian Phytopathology*. doi: <https://doi.org/10.1007/s42360-021-00368-6>.
- Sokhandani, Z., Reza, M. M., and Basirnia, T. (2016). Optimum concentration of *Trichoderma longibrachiatum* and cadusafos for controlling *Meloidogyne javanica* plants on zucchini plants. *Journal of Nematology*. 48: 54-63.
- Stirling, G. R. (1991). Biological Control of Plant Parasitic Nematodes: Progress, Problems and Prospects. *CAB International*. 220.
- Strajnar, P., Sirca, S., Knapic, M. and Urek, G. (2011). Effect of Slovenian climatic conditions on the development and survival of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica*. *European Journal of Plant Pathology*. 129: 81-88.
- Suarez, B., Rey, M., Castillo, P., Monte, E. and Llobell, A. (2004). Isolation and characterization of PRA1: a trypsin-like protease from the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* CECT 2413 displaying nematocidal activity. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 65: 46–55.
- Temitope, A. E., Patrick, A. A., Abiodun, J., Olasekan, A. A., Onye, A. C., Vincent, A. O. T., Abodunde, A. K., Wutem, E., Elliseus, R. J. (2020). *Trichoderma asperellum* affects *Meloidogyne incognita* infestation and development in *Celosia argentea*. *Open Agriculture*. 5: 778-784. <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0075>.
- Tjamos, E. C., Tjamos, S. E., Asntoniou, P. P. (2010). Biological management of plant diseases: Highlights on research and application of biological management. *Journal of Plant Pathology*. 92: 17-22.

- 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: 53–77.
- Viaene, N. M., Abawi, G.S. (2000). *Hirsutella rhossiliensis* and *Verticillium chlamydosporium* as biocontrol agents of the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* on Lettuce. *J. Nematol.* 32, 85-100. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2620421/>.
- Vinale, F., Sivasithamparan, K., Ghisalberti, E. L., Woo, S. L., Nigro, M., Marra, R., et al. (2014). *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *Open Mycol. J.* 8: 127-139.
- Wang, X., et al. (2019). Isolation and Characterization of Antagonistic Bacteria *Paenibacillus jamilae* HS-26 and Their Effects on Plant Growth. *Biomed Res. Int.* 3638926.
- Wesemael, W. M. L., Viaene, N. and Moens, M. (2011). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology*. 13 (1). 3-16.
- Whitehead, A. G. (1968). Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematoda: Heteroderidae) with descriptions of four new species. *Transactions of the Zoological Society of London*. 31: 263-401.
- Woo, S. L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., Lorito, M. (2014). *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *Open. Mycol. J.* 8. 71-126.
- Yan, Y., Mao, Q., Wang, Y., Zhao, J., Fu, Y., Yang, Z., Peng, X., Zhang, M., Bai, B., Liu, A., Chen, S., Ahammed, G. J. (2021). *Trichoderma harzianum* induces resistance to root-knot nematodes by increasing secondary metabolite synthesis and defense-related enzyme activity in *Solanum lycopersicum* L. *Biological Control* vol: 158. 104609. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104609>.
- Yang, Z., Yu, Z., Lei, L., Xia, Z., Shao, L., Zhang, K., et al. (2012). Nematicidal effect of volatiles produced by *Trichoderma* sp. *J. Asia Pac. Entomol.* 15: 647-650. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2012.08.002>.
- Zhang, Z. (2013). Animal biodiversity: an update of classification and diversity in 2010. *Zootaxa*. 3703: 5-11.
- Zhang, S. W., Gan, Y. T., Xu, B., Xue, Y. (2014). Efficacy of *Trichoderma longibrachiatum* in the control of *Heterodera avenae*. *Biol Control* 59: 319-331. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.01.009>.
- Zhou, D., Huang, X. F., Guo, J., dos-Santos, M. L., Vivanco, J. M. (2018). *Trichoderma gamsii* affected herbivore feeding behaviour on *Arabidopsis thaliana* by modifying the leaf metabolome and phytohormones. *Microb. Biotechnol.* 11 (6). 1195-1206. doi: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13310>.

ÖZ GEÇMİŞ

Eğitim Bilgileri

Samsun Canik İMKB Anadolu Lisesi (2019-2013)

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi (2014-2018)

OMÜ LEE Tezli Yüksek Lisans (2018-2021)

İletişim Bilgileri

ORCID ID: 0000-0002-5027-2757

Yayınlanmış Çalışmalar:

Kaya Altop, E., Mennan, H., Kaya, S., Eren, H. B. ve Şen, F. (2016). “ALS ve ACCase İnhibitörü Herbisitlere Dayanıklı ve Hassas *Echinochloa crus-galli* L. Beauv. Biyotiplerinin Çimlenmesi Üzerine Çevresel Faktörlerin Etkisi”. *Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi*. Konya: Türkiye.

Aydınlı, G., Tunalı, B., Maldar, B. M., Eren, H. B. ve Mennan, S. (2017). *Meloidogyne arenaria*’nın 2. Dönem Larvalarına Bazı Fungal Kültür Filtratlarının Etkilerinin Belirlenmesi. *XIII. Congress of Ecology and Environment with International Participation*.

Eren, H. B., Aydınlı, G., Erper, İ. and Mennan, S. (2018). “Biocontrol potentials of *Trichoderma* spp. isolates on *Meloidogyne luci*”. *ESN. Symposium of the European Society of Nematologists*. Ghent: Belçika.

Kazanılan Ödüller, Teşvikler ve Burslar

Türkiye ve Slovenya’dan Elde Edilen *Meloidogyne luci* Popülasyonlarının Moleküler ve Morfolojik Karakterizasyonu (09.2016 – 09.2017) (Bursiyer)