



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**BAZI BİTKİSEL KÖKENLİ YAĞLARIN
KÖK-UR NEMATODU (*Meloidogyne incognita*)
(Kofoid ve White, 1919) 'NA KARŞI ETKİSİ**

MEHMET MASUM YARBA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
Eylül-2009**

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

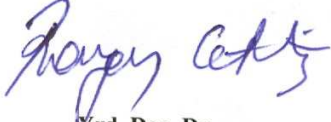
BAZI BİTKİSEL KÖKENLİ YAĞLARIN KÖK-UR NEMATODU (*Meloidogyne incognita*)
(Kofoid ve White, 1919)'NA KARŞI ETKİSİ

MEHMET MASUM YARBA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No :

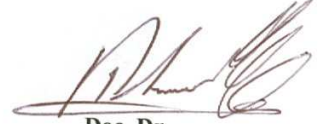
Bu Tez 12/08/2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr.
Ramazan ÇETİNTAŞ
DANIŞMAN



Prof. Dr.
İ. Halil ELEKÇİOĞLU
ÜYE



Doç. Dr.
Ali Arda IŞIKBER
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



Prof. Dr. Süleyman TOLUN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma KSU Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2008/1-32

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER**SAYFA NO**

İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
ÖNSÖZ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. <i>Meloidogyne incognita</i> Hakkında Genel Bilgiler.....	3
1.1.1. <i>Meloidogyne incognita</i>.	3
1.1.1.1. Tanımlama.....	3
1.1.1.1.1. Morfolojik Karakterler.....	3
1.1.1.1.2. Farklı Bitki Konukçuların Kullanılması.....	4
1.1.1.2. <i>Meloidogyne incognita</i>’nın Hayat Döngüsü.....	5
1.1.1.3. Dağılımı.....	7
1.1.1.4. Belirtileri.....	7
1.1.1.5. Kontrolü (Mücadelesi).....	10
1.1.1.5.1. Kimyasal Mücadele.....	10
1.1.1.5.2. Biyolojik Mücadele.....	10
1.1.1.5.3. Bitkisel Dayanıklılık.....	11
1.1.1.5.4. Münavebe ve Diğer Bazı Kültürel Mücadele Yöntemleri.....	11
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	13

3. MATERYAL VE METOT.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Kullanılan <i>Meloidogyne incognita</i> Saf Kültürü.....	15
3.1.2. Kullanılan Bitkisel Kökenli Yağlar.....	15
3.2. Metot.....	17
3.2.1. Laboratuvar Çalışması.	17
3.2.2. Saksı Denemeleri.....	17
3.2.2.1. Üretim ve Büyüme Ortamlarının (Saksı) Hazırlanması.....	17
3.2.2.2. Kullanılan <i>Meloidogyne incognita</i> İnokulumunun Üretilmesi..	17
3.2.2.3. Üretilen <i>Meloidogyne incognita</i> İnokulumunun Domates Fidelerine bulaştırılması.....	20
3.2.2.4. Kullanılan Bazı Bitkisel Kökenli Yağların Şaşırtılmış Domates Bitkilerine Muamelesi.....	20
3.2.2.5. Nematod ve Yağ Muameleleri Yapılan Saksı Bitkilerinin Bakımı.....	20
3.2.2.6. Uygulanan Bazı Bitkisel Uçucu Yağların <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya Karşı Etkisinin Tespiti.....	22
3.2.2.7. Verilerin İstatistiki Değerlendirilmesi.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Laboratuvar Çalışmaları.....	25
4.2. Saksı Çalışmaları	26
4.2.1. Köklerde Tespit Edilen Ulanma Miktarları.....	26
4.2.2. Köklerde Tespit Edilen Yumurta Paketi Sayıları.....	26
4.2.3. Saksı Toprağında Tespit Edilen <i>Meloidogyne incognita</i> 'nın Üreme Oranları	27
4.2.4. Yağ Uygulamalarının Kök Harici Bitki Yaş Ağırlığına Etkisi....	28
4.2.5. Yapılan Uygulamaların Bitki Boyuna Etkisi	30

4.2.6. <i>Meloidogyne incognita</i>'ya Karşı Uygulanan Bitkisel Kökenli Yağların Baz Alınan Parametrelere Etkileri.....	31
4.2.6.1. Biberiye Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler	31
4.2.6.2. Kekik Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler	33
4.2.6.3. Nane Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler	34
4.2.6.4. Sarımsak Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler.....	38
4.2.6.5. Susam Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler.....	38
4.2.6.6. Kontrol (+) Grubu Parametreleri Arasında Görülen Etkileşimler.....	42
4.2.6.7. Kontrol (-) Grubu Parametreleri Arasında Görülen Etkileşimler.....	44
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	55

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZET

**BAZI BİTKİSEL KÖKENLİ YAĞLARIN KÖK-UR NEMATODU
(*Meloidogyne incognita*) (Kofoid ve White, 1919)'NA KARŞI ETKİSİ**

MEHMET MASUM YARBA

DANIŞMAN Yrd. Doç. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ

Yıl: 2009 Sayfa: 55

Jüri Yrd. Doç. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ
Prof. Dr. İ. Halil ELEKÇİOĞLU
Doç. Dr. Ali Arda IŞIKBER

Bu araştırma 2006-2009 yılları arasında, üç farklı uçucu bitkisel yağın (biberiye, kekik, nane) ve iki farklı bitkisel kökenli yağın (sarımsak, susam) kök-ur nematoduna (*Meloidogyne incognita*) karşı etkinliği araştırılmıştır. *M. incognita*'nın iki farklı ikinci dönem inokulasyon seviyesi (1000, 2000 adet/saksı) ile iki farklı yağ yoğunluğunda (50 µl, 150 µl/saksı) tesadüfi bloklar deseni şeklinde bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada dozlar ve larva aşılama yoğunluğu arasında fark görülmezken, tüm yağların nematodu baskı altına aldığı ve bitki kök gelişimini artırdığı gözlenmiştir. Bitkilerde kök boğazı teması önlenerek yapıldığında uygulamalarda urlanmayı azaltmada en önemli etki kontrol grubuna göre kekik (%2.82) ile sarımsak (%5.53) muamelelerinde gözlenmiştir. Buna karşın biberiye, nane ve susam uygulamalarının daha az etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Yumurta paketi oluşumunu engellemede en iyi skala değeri kontrol ile karşılaştırıldığında (3.71) yine kekik (2.46) ile sarımsak'ta (2.50) tespit edilmiştir. Bu çalışma kontrollü şartlarda yapıldığı için kullanılan bitkisel yağların sera ve açık alanlarda uygulandığında nasıl bir etki yapacağı bilinmemektedir. Bitkisel kökenli yağlardan kekik ve sarımsağın her bir kök bölgesine (bitki başına) 50 µl'lik dozlarda sera ve tarla uygulamalarında, nematod kontrolünde var olan nematisitlere alternatif oluşturabileceği mümkündür.

Anahtar kelimeler: uçucu yağ, biberiye, kekik, nane, sarımsak, susam, *Meloidogyne incognita*, nematod

UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

MSc THESIS

ABSTRACT

NEMATICIDAL EFFECTS OF SOME PLANT OILS AGAINST ROOT-
KNOT NEMATODES (*Meloidogyne incognita*) (Kofoid ve White, 1919)

MEHMET MASUM YARBA

Supervisor Asist. Prof. Ramazan ÇETİNTAŞ

Year: 2009 Pages: 55

Jury Asist. Prof. Ramazan ÇETİNTAŞ
Prof. Dr. İ. Halil ELEKÇİOĞLU
Assoc. Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER

This research was conducted to evaluate effectiveness of five plant oils (three essential oils (rosemary, thyme, mint) and two plant oils (garlic, sesame)) against root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in 2006-2009. Trial was designed as randomized complete block design with two different nematode inoculum densities (1000, 2000) J₂/pot and two different essential oil concentrations (50, 150) pot/µl replicated six times. There were no significant differences between nematode inoculum densities and oil volumes used. However, all oil treatments suppressed nematode populations and resulted an increase in root mass tissue. Compared with control groups, among the oils, thyme (%2.82) and garlic (%5.53) yielded the lowest galling on the roots when their contacts with plant tissues were avoided during the applications. Rosemary, mint, and sesame treatments were less effective in reducing galling. Compared with control groups, thyme (2.46) and garlic (2.50) yielded again the lowest egg masses. Such oil studies conducted in control conditions need to be repeated in the field and greenhouse conditions to see the possible differences because nematodes and essential oils could be influenced by different experimental conditions. Application of a rate of 50 µl/plant of thyme and garlic essential oils in the field or greenhouses could give the best results in root nematode control and be a alternative to the current nematicides.

Key words: essential oil, rosemary, thyme, mint, garlic, sesame, *Meloidogyne incognita*, nematode

ÖNSÖZ

Bu çalışmada kültür bitkilerinde önemli bir zarar teşkil eden kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*)'nın bitkisel kökenli yağlar ile kontrolü araştırılmıştır.

Yüksek Lisans programı süresince tezimin hazırlanmasında her aşamada yardımlarını esirgemeyerek beni teşvik eden, yol gösteren, her türlü özveriyi gösteren değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ'a, materyal temininde Dr. Zübeyir DEVRAN'a, laboratuvar aşamasında Yrd. Doç. Dr. Faruk AKYAZI'ya, istatistik analizde bilgilerinden istifade ettiğim Zir. Yük. Mühendisi Ahmet EREN'e, ayrıca KSÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü hocalarıma ve Antalya Zirai Karantina Müdürlüğündeki mesai arkadaşlarıma desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak hayatta maddi manevi her konuda yanımda olduklarını hissettiğim, varlıkları ile huzur bulduğum sevgili aileme ve eşime en içten duygularıyla müteşekkirim.

Eylül 2009**KAHRAMANMARAŞ****MEHMET MASUM YARBA**

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA NO

Çizelge 3.1.	Denemede kullanılan bitkisel kökenli yağların elde edilme kaynağı ve yöntemi	16
Çizelge 3.2.	Köklerde oluşan yumurta paketi indeksi.....	24
Çizelge 3.3.	Kök-ur nematodunun köklerdeki bulaşıklık skalası.....	24
Çizelge 4.1.	<i>Meloidogyne incognita</i> ile bulaşık F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesinde elde edilen boy, yaş ağırlık ve urlanma yüzdesi varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4.2.	<i>Meloidogyne incognita</i> ile bulaşık F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesinde elde edilen yumurta paketi ve üreme oranı varyans analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.3.	<i>Meloidogyne incognita</i> ile bulaşık F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesi sonucunda elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma oranı, yumurta paketi sayısı ve üreme oranı değerleri.....	29
Çizelge 4.4.	<i>Meloidogyne incognita</i> bulaştırılmış F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesinin üç ayrı uygulama dozunda elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdelerinin, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının karşılaştırılması.....	29
Çizelge 4.5.	<i>Meloidogyne incognita</i> ile bulaşık F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesinin üç ayrı nematod inokulum (bulaşıklık) seviyesinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdelerinin, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının karşılaştırılması	31
Çizelge 4.6.	Biberiye yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri	32

Çizelge 4.7.	Kekik yağının <i>Meloidogyne incognita</i> ' ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde oluşan boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri.....	33
Çizelge 4.8.	Nane yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri	35
Çizelge 4.9.	Sarımsak yağının <i>Meloidogyne incognita</i> ' ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri	38
Çizelge 4.10.	Susam yağının <i>Meloidogyne incognita</i> ' ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri	39
Çizelge 4.11.	Kontrol (+) uygulamasındaki F-191 çeşidi domates test bitkilerinde görülen bitki boy uzunluğu, yaş ağırlık, urlanma oranı, yumurta paketi sayısı ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri.....	43
Çizelge 4.12.	Kontrol (-) grubundaki F-191 domates bitkilerinde gözlemlenen bitki boy uzunluğu, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda oluşan R^2 değerleri.....	44

ŞEKİLLER DİZİNİ		SAYFA NO
Şekil 1.1.	<i>Meloidogyne</i> türlerine ait dişinin perineal kısmından alınan bir kesintinin şekilsel görünümü	3
Şekil 1.2.	Stylet'in değişik türlerdeki farklı yapısal ve şekilsel görünümleri.....	4
Şekil 1.3.	Kök-ur nematodunun hayat döngüsü.....	6
Şekil 1.4.	<i>Meloidogyne incognita</i> oluşturdukları yumurta paketleri..	6
Şekil 1.5.	<i>Meloidogyne incognita</i> 'nın domates bitkisindeki zararı....	8
Şekil 1.6.	Hastalıklı ve sağlıklı bitkilerin toprak üstü ve kök bölgesi görünümleri.....	9
Şekil 3.1.	Aşılama da kullanılan <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya ait ikinci dönem larvaların ışık mikroskobundaki görünüşü.....	15
Şekil 3.2.	Aşılama işlemi için saksılarda hazır hale getirilmiş domates bitkileri.....	18
Şekil 3.3.	<i>Meloidogyne incognita</i> 'nın ikinci dönem larva inokulumunun domates bitkilerine aşılınması.....	18
Şekil 3.4.	<i>Meloidogyne incognita</i> yumurta paketlerinin enfekteli domates köklerinden ayrıştırılması.....	19
Şekil 3.5.	<i>Meloidogyne incognita</i> yumurta paketlerinin petri kabında açılmaya bırakılması.....	19
Şekil 3.6.	<i>Meloidogyne incognita</i> bulaştırma ve bitkisel yağ uygulaması yapılmış olan domates bitkileri.....	21
Şekil 3.7.	Bitkilerin sökümünden sonra <i>Meloidogyne incognita</i> ikinci dönem larvalarının glikoz santrifüj yöntemi yardımı ile topraktan izolasyonu.....	22
Şekil 4.1.	Beş farklı bitkisel (nane, kekik, susam, sarımsak ve biberiye) uçucu yağın <i>Meloidogyne incognita</i> II. dönem larvalarına karşı etkisi.....	25
Şekil 4.2.	Biberiye yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yağ ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu.....	32

Şekil 4.3.	Biberiye yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidi köklerinde oluşan urlanma oranı ile yumurta paketi sayıları arasında ortaya çıkan regresyon doğrusu.	33
Şekil 4.4.	Kekik yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında görülen regresyon doğrusu.....	34
Şekil 4.5.	Nane yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu.....	35
Şekil 4.6.	Nane yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile urlanma yüzdesi arasında oluşan regresyon doğrusu.....	36
Şekil 4.7.	Nane yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yaş ağırlığı ile nematod yumurta paketi indeksi arasında oluşan regresyon doğrusu.....	36
Şekil 4.8.	Nane yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi sayısı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu.....	37
Şekil 4.9.	Nane yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi miktarı ile urlanma yüzdesi arasında oluşan regresyon doğrusu.....	37
Şekil 4.10.	Susam yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu.....	39
Şekil 4.11.	Susam yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen urlanma oranı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu.....	40
Şekil 4.12.	Susam yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi miktarı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu.....	40

Şekil 4.13.	Susam yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen urlanma oranı ile kök harici bitki yaş ağırlığı arasında oluşan regresyon doğrusu.....	41
Şekil 4.14.	Susam yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi sayısı ile urlanma oranı arasında oluşan regresyon doğrusu.....	41
Şekil 4.15.	Susam yağının <i>Meloidogyne incognita</i> 'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi sayısı ile kök harici bitki yaş ağırlığı arasında oluşan regresyon doğrusu.....	42
Şekil 4.16.	Kontrol (+) uygulamalarındaki F-191 çeşidi domates test bitkilerinin kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu.....	43
Şekil 4.17.	Kontrol (+) uygulamalarındaki F-191 çeşidi domates test bitkilerinin görülen yumurta paket sayısı ile urlanma oranı arasında oluşan regresyon doğrusu.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	:Yüzde
°C	:Santigrat derece
µl	:Mikrolitre
cc	:Santilitre
cm	:Santimetre
D	:Yağ uygulama dozu
g	:Gram
J₂	:Aktif ikinci larva dönemi
kg	:Kilogram
l	:Litre
m²	:Metrekare
m³	:Metreküp
mesh	:1 inch²'deki delik (boşluk) sayısı
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
R₀	:Üreme oranı
R_i	:Başlangıç popülasyonu
R_f	:Sonuç popülasyonu
N	:Nematod aşılama popülasyonu
Y	:Bitkisel yağlar

1.GİRİŞ

Tarımsal üretimde esas amaç, en düşük maliyetle, sağlıklı, kaliteli ve bol miktarda mahsul elde etmektir. Bunun için ileri tarım tekniklerinin uygulaması ile birlikte kültür bitkilerini hastalık ve zararlılara karşı korumak büyük önem taşımaktadır. Bitki paraziti nematodlar tarımsal alanda verim ve kalitede düşüşe neden olan zararlılar arasında yer almaktadır. Çoğu zaman çıplak gözle görülmeyen bu canlılar hayatlarının belli dönemlerinde bitkilerin genellikle kılcal köklerine ağız yapılarında bulunan iğneler (stylet) yolu ile kök dokusuna girerek korteks bölgesinde emgi yapmak suretiyle bitki özsuğu ile beslenerek zarar oluşturlar. Bitki paraziti nematodların dünya ziraatındaki parasal kayıpların yılda 78 (Barker ve ark., 1994) ile 100 milyar dolar (Sasser, 1987) civarında olduğu tespit edilmiştir.

Dünya'nın her yerinde sorun teşkil edebilen ve özellikle seralarda yetiştirilen sebzelerde önemli zararlar oluşturabilen bitki paraziti nematod guruplarından biri de kök-ur nematodu olarak adlandırılan *Meloidogyne* türleridir. Bu türler, dünyada genelde tropik ve subtropik iklim bölgelerinde, özellikle kumlu topraklarda yetiştirilen kültür bitkilerinin köklerinde urlar oluşturarak ekonomik açıdan büyük zararlara neden olurlar. Son kayıtlara göre günümüze kadar dünyada *Meloidogyne* cinsine ait 80 tür tespit edilmiş olup, konukçu-nematod ilişkilerine bağlı olarak bu türlerin çok sayıda da konukçu ırkları olduğu bilinmektedir (Siddiqi, 2000). Dünya genelinde en yaygın türler; *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949, *M. hapla* Chitwood, 1949, *M. incognita* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949, ve *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, olarak tespit edilmiştir.

Kök-ur nematodları yumurta ile çoğalan ve dört larva dönemi geçirdikten sonra ergin olan obligat (zorunlu) parazit canlılardır. Birinci larva dönemi yumurta içinde, ikinci larva dönemi ise kısmen yumurta içinde, kısmen serbest halde toprakta, kısmen de bitkinin kök dokusunda geçmektedir (Netscher ve Sikora, 1990a). Köklerin enfeksiyonu ve asıl nematod zararı ikinci larva ve sonrası dönemlerde olmaktadır. Bu zararlanmalar sonucunda nematodlar bitkilerde fiziksel değişimlere ve dolayısı ile üründe kalite ve miktarının düşmesine sebep olmaktadır. Kök-ur nematodları bitkilerin topraktan su ve besin madde alışverişini olumsuz yönde etkilediğinden köklerde; urlanma, sakallanma, kabuk bölgesinde çürüme, soyulmaya, gövde kısmında zayıf gelişme, çalılışma ve şekil bozukluğuna, yapraklarda; sararma, kızarma, yanıklık, kuruma, bükülme, rozet oluşumuna, sürgünlerde; boğum aralarında kısılma meyve ve sebzelerde gelişme bozukluğu, erken kızarma, şekil bozukluğu, kabuk sertliği, tad bozukluğu, dökülme vb. belirtilere sebep olurlar. Bu zararlanmalar sonucu bulaşık bitkiler tamamen kuruyabilir (Pehlivan, 1994). Bu canlılar, ayrıca, virüs ve fungus gibi diğer hastalık etmenlerini bir konukçudan diğerine taşıyarak dolaylı yoldan da bitkilerde büyük zararlara sebep olabilmektedirler. Kök-ur nematodlarının sebzelerde büyük verim kayıplarına neden oldukları ve bu kaybın domateste % 42-54, patlıcanda % 30-60 oranına ulaşabildiği bildirilmiştir (Netscher ve Sikora, 1990b).

Türkiye'de *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla* ve *M. thamesi*'nin bulunduğu belirlenmiştir (Yüksel, 1974; Elekçioğlu ve Uygun, 1994; Elekçioğlu ve ark., 1994; Mennan ve Ecevit, 1996; Söğüt ve Elekçioğlu, 2000; Akyazı, 2008). Ülkemizdeki

kültür bitkilerinde kayda değer zararlanmalara neden olmakla birlikte, kök-ur nematodlarının en büyük zararının daha çok Akdeniz Bölgesi'ndeki seralarda yetişmekte olan biber, salatalık ve domates gibi sebzelerde oluşturduğu bilinmektedir (Ağdacı, 1978; Elekçioğlu, 1992; Söğüt ve Elekçioğlu, 2000). Yapılan çalışmalarda, Antalya seralarının %75,8'nin, Mersin seralarının ise %23,1'nin Kök-ur nematodları ile bulaşık olduğu görülmüş ve en yaygın türleri *M. incognita* (%71,1), *M. javanica* (%14,9), *M. arenaria* (%6) ve *M. thamesi* (%2,4) olduğu rapor edilmiştir (Gürdemir ve Ağdacı, 1975).

Dünyada ve Türkiye'de tarımsal üretimde birim alandan verimde artışı sağlayacak çalışmalar ile birlikte, bu alanda oluşan ve oluşması muhtemel ekonomik kayıpların en düşük seviyede tutulması için bir dizi çalışmalar yapılmaktadır. Sebzeler içerisinde üretimi yoğun olarak yapılan domates bitkisi de bu çalışmaların bir parçası olup bu bitkide ekonomik anlamda büyük kayıplara neden olan *Meloidogyne* türleri ile savaş büyük önem taşımaktadır.

Kök-ur nematodları ile mücadelede tarım alanlarında genellikle kimyasallar tercih edilmektedir. Kimyasal mücadele yöntemi insan sağlığı ve doğa açısından olumsuz etkiler ve büyük riskler oluşturduğu bilinmektedir. Bu yöntemin çoğu zaman ekonomik olmaması, doğada ve toprak suyunda kalıntı sorunu yaratması araştırmacıları alternatif çözüm arayışlarına yöneltmiştir. Kök-ur nematodlarına karşı kullanılan kimyasal mücadeleye alternatif olarak daha ekonomik, daha etkin, insan sağlığına ve doğaya dost yöntemlerin geliştirilmesi ve kullanılması ihtiyaç haline gelmiştir.

Agbenin ve ark. (2005) neem yaprakları, *Borrelia* sp., yerfıstığı yaprakları ve sarımsak soğanı ekstraktlarının değişik konsantrasyonlarını *M. incognita*'nın yumurta paketlerine ve larvalarına karşı etkilerini araştırdıkları bir çalışmada neem ve sarımsak ekstraktlarının %20'lik konsantrasyonundan 7 gün de bir defa olmak üzere domates bitkisinde 25 ml/bitki kullanılmışlardır. Çalışmada neem yapraklarının ve sarımsak ekstraktlarının yumurta açılımını engellediği ve larva ölümlerine neden olduğunu rapor edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada *Ocimum basilicum*, *Datura stramonium*, *Tagetes patula*, *Allium sativa*, *A. cepa* bitki ekstraktlarından kök-ur nematodlarına karşı % 0.5 ve % 1.0 oranlarından dikim öncesi ve sonrası uygulama yapılmış ve çalışma sonunda dikim öncesi yapılan uygulamanın daha etkin olduğu ve nematosis etki gösterdiği tespit edilmiştir (Mateeva ve Ivanova, 2000).

Bu çalışmada bazı bitkisel yağların laboratuvar koşullarında bitki paraziti nematod gruplarından biri olan kök-ur nematodu *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

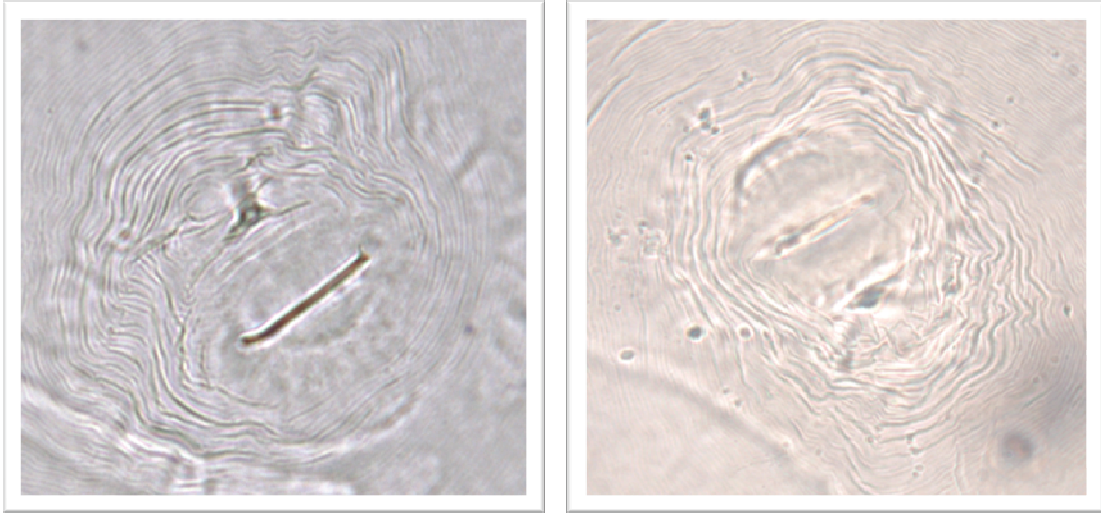
1.1. *Meloidogyne incognita* Hakkında Genel Bilgiler

1.1.1. *Meloidogyne incognita*

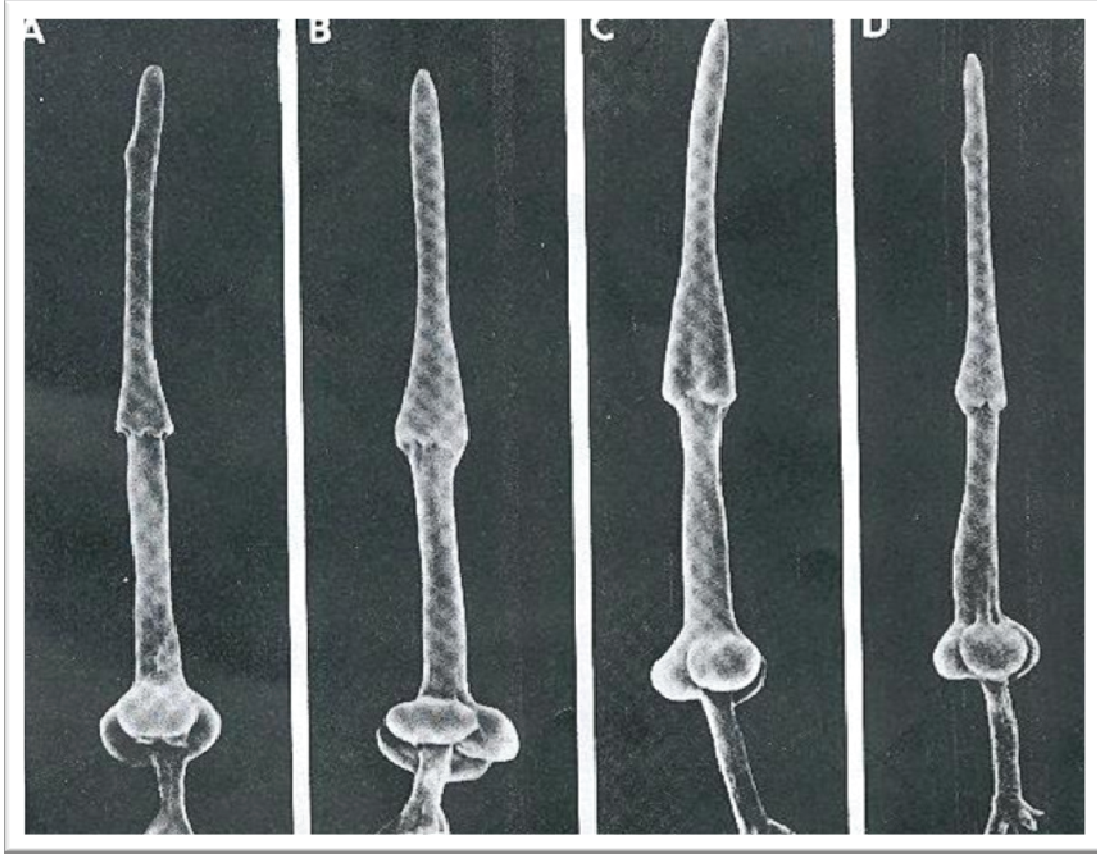
1.1.1.1. Tanımlama

1.1.1.1.1. Morfolojik Karakterler

Birbirine benzeyen ortak yönlerin çoğunluğundan dolayı *Meloidogyne* türlerini morfolojik açıdan teşhis etmek oldukça karmaşık ve zordur (Taylor ve Sasser, 1978; Jepson, 1987). Türlerin teşhisinde dişinin, erkeğin ve II. dönem larvanın morfolojileri kullanılmaktadır. Perineal şekiller (Şekil 1.1), gövde şekli ve genişliği, stylet şekli ve genişliği (Şekil 1.2) gibi karakterler dişinin tanımlanmasında kullanılan özelliklerden birkaçıdır. Styletin şekli, baş, kuyruk, spikuller, baş şeklinin ön tarafı ve dorsal bez açıklığının styletin tavanından uzaklığı gibi özellikler de erkeğin tanımlanmasında kullanılan özelliklerin çoğunu teşkil eder (Eisenback, 1985).



Şekil 1.1. *Meloidogyne incognita* dişisinin perineal kısmından alınan farklı kesitlerin şekilsel görünümü



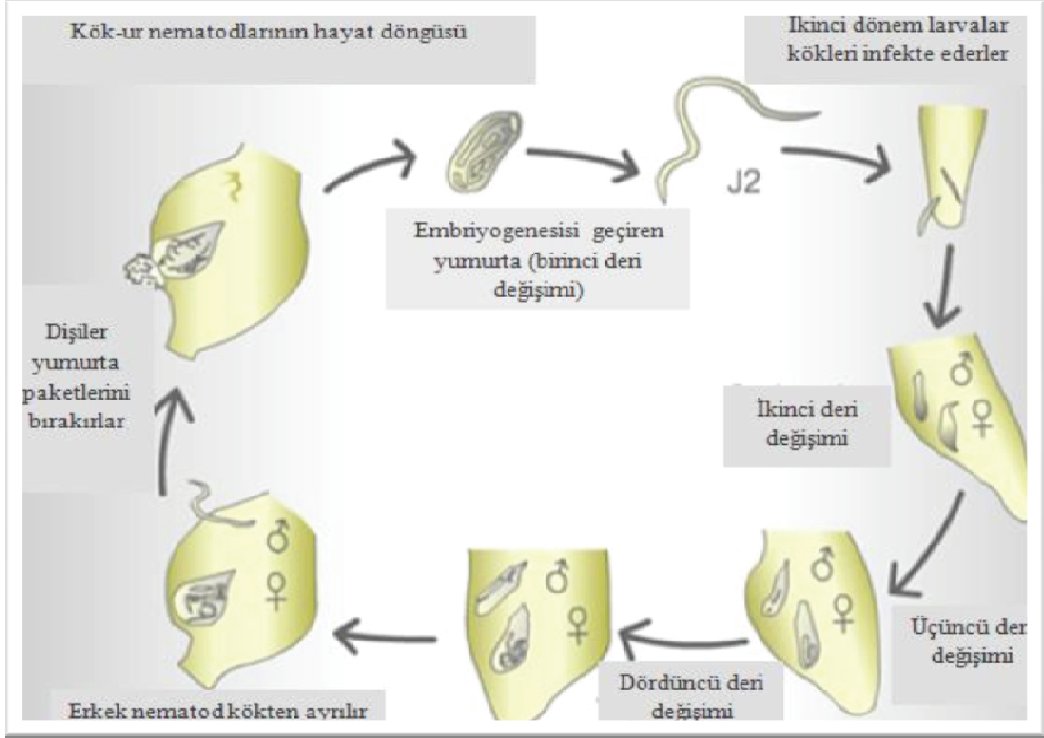
Şekil 1.2. Styletin değişik türlerdeki farklı yapısal ve şekilsel görünüşleri A) *M. incognita*, B) *M. javanica*, C) *M. arenaria*, D) *M. hapla* (Eisenback ve ark. 1981)

1.1.1.1.2. Farklı Bitki Konukçuların Kullanılması

Farklı bitki konukçuların kullanılması yöntemi ilk defa 1944'te kök-ur nematod türlerinin ve de intra spesifik kök-ur nematod formlarının tanımlanmasında kullanılmıştır (Christie ve Albin, 1944). Günümüzde, farklı bitki konukçularının kullanılması testleri kök-ur nematodlarının en yaygın dört türünün ve ırklarının bazılarının tanımında çok verimli ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu metot, *M. incognita*'ın dört konukçu ırkı ile *M. arenaria*'nın iki konukçu ırklarını birbirinden ayırt etmede başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Sasser, 1972). *Meloidogyne incognita*'nın dört ırkı tütün ve pamuk bitkisine verdikleri reaksiyonlar sonucu birbirinden ayırt edilirler. Birinci ırk her iki bitkiyi de infekte etmez, ikinci ırk NC-95 tütün çeşidini, üçüncü ırk Deltapine 61 pamuk çeşidini ve dördüncü ırk ise her iki bitkiyi de infekte eder (Sasser ve Carter, 1982). *Meloidogyne arenaria*'nın iki ırkı ise yer fıstığını infekte edip etmediklerine göre birbirinden ayırt edilirler. Birinci ırk yer fıstığının Florunner çeşidini infekte eder, fakat ikinci ırk etmez. *Meloidogyne javanica*'nın üç ırkı biber ve yer fıstığı bitkilerinde infeksiyon yapıp yapmadıklarına göre ayırımı yapılmaktadır. Bu ayırım yöntemi bazı bilim adamları tarafından kabul görürken, bazıları tarafından kabul görmemiştir. Birinci ırk her iki bitkiyi, ikinci ırk sadece biberi ve üçüncü ırk ise sadece yer fıstığını infekte etmektedir.

1.1.1.2. *Meloidogyne incognita*'nın Hayat Döngüsü

Meloidogyne türleri, diğer bitki paraziti nematodlarda olduğu gibi bir yumurta dört larva, dört deri değişimi ve bir de ergin gelişim evrelerine sahiptirler (Eisenback ve Triantaphyllou, 1991) (Şekil 1.3). Yumurtalar genelde jelatinimsi bir yapı tarafından çevrilmiş dişinin posterior kısmında paket halinde bırakılır (Şekil 1.4). Yumurtalar embriyogenesis geçirerek birinci dönem larvayı oluştururlar (J_1). Birinci dönem larva yumurta içerisinde deri değişimine uğrayarak II. dönem larvayı oluşturur (J_2). Bu II. dönem larvalar bu nematod türlerinin yumurtadan çıkarak hassas konukçuyu bulmak için toprakta serbestçe hareket edebilen tek gelişme evresidir (Eisenback ve Triantaphyllou, 1991). Bu hareketli olan ipliksi yapı şeklindeki larva konukçuya girerek konukçada vaskular dokuda temelli (sabit) bir beslenme noktası oluşturur (Williamson ve Hussey, 1996). Nematodların beslenmesinden dolayı bu noktalarda bulunan özelleşmiş hücreler vascular dokuda daha sonra dev hücrelere dönüşürler. Bu dev hücreler bitki dokusunun hücre ebadının büyümesine (Hypertrophy) ve hücre sayının artmasına (Hyperplasya) sebep olurlar. Tüm bunların sonucunda büyük dev hücreler ve bu büyük dev hücrelerde büyük urları oluşturur (Şekil 1.5). Nematod bu sabit bölgede üç gelişim evresi daha geçirerek üçüncü ve dördüncü larva döneminden sonra ergin döneme ulaşır. Kök-ur nematodlarının dişi ve erkeği şekilsel olarak birbirinden farklıdır (sexual dimorphism). Erkek beyazımsı şeffaf solucan şeklinde olmasına karşın, dişi beyaz şeffaf veya kirli sarımsı renkte yuvarlak, limon veya armut şeklinde olabilir. Dişiler ortalama olarak 0.44 ile 1.30 mm uzunluğunda, 0.32 ile 0.70 mm genişliğinde olurlar. Uzunlukları 0.7 ile 2 mm arasında değişen erkekler, ipliksi biçimindeki yaşamları boyunca sürdürürler ve hayatlarında hiç beslenmezler. Her biri 200 ile 500 yumurtadan oluşan yumurta paketleri jelatinimsi bir yapı içerisinde bırakılır. İkinci dönem larva ve bazen de yumurta konukçu bitki yokluğunda ve kış gibi istenmeyen zor hava koşullarında nematodun yaşamını sürdürebildiği dönemlerdir.



Şekil 1.3. Kök-ur nematodunun hayat döngüsü (Rothamsted Research Center, 2009)



Şekil 1.4. *Meloidogyne incognita* 'nın oluşturduğu yumurta paketleri

1.1.1.3. Dağılımı

Kök-ur nematodlarının en yaygın türlerinden olan *M. incognita*, Türkiye'nin (Söğüt ve Elekçioğlu, 2000; Kaşkavalcı ve Öncüer, 1999) ve dünyanın dört bir tarafına dağılmıştır (Dickson, 1998).

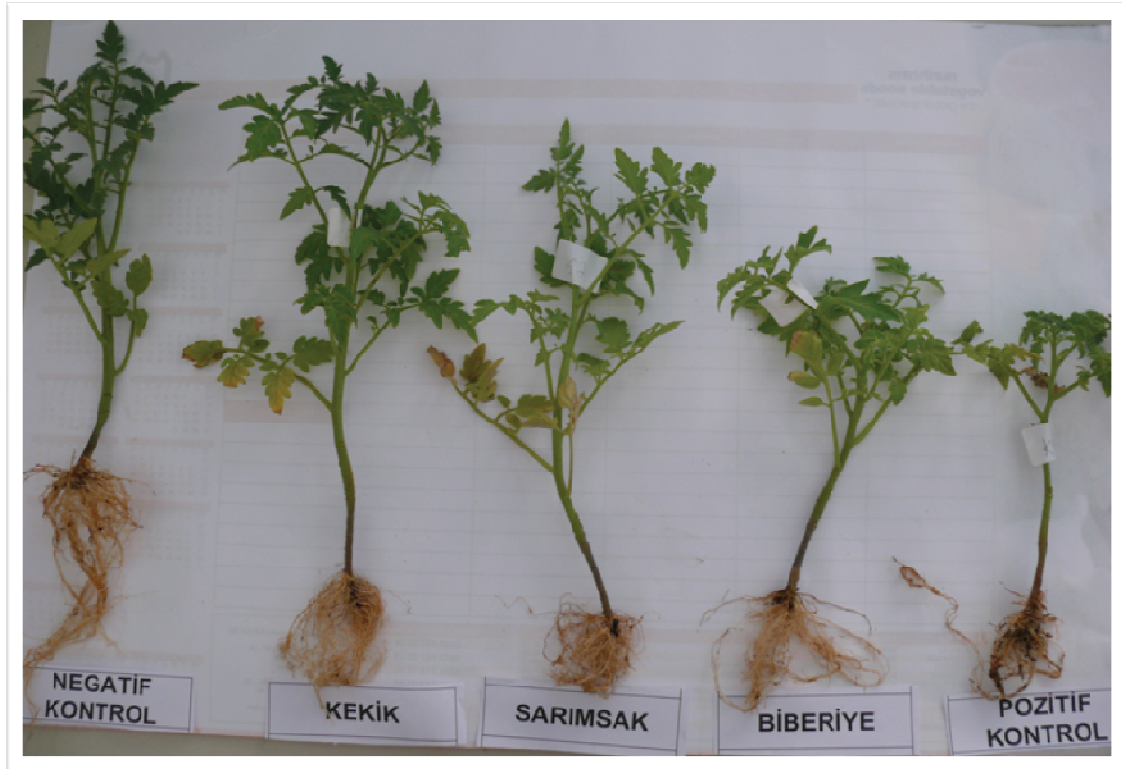
Meloidogyne incognita pamuk kök-ur nematodu olarak bilinmektedir. Dünyada görülen kök-ur nematodları içinde %52'lik bulunma olasılığına sahiptir. Dünyada 40° kuzey, 33° güney boylamlarına sahip geniş bir coğrafik alanda ortaya çıkmaktadır (Taylor ve ark., 1982).

1.1.1.4. Belirtileri

Meloidogyne türleri ile enfekteli bitkiler genellikle gözle (makroskobik) fark edilebilir toprak altı kök bölgesinde ve toprak üstü yeşil aksamda hastalık belirtilerine sahiptirler (Şekil 1.5). Genel olarak, çıplak gözle görülebilir belirtiler ekimden 45 ile 75 gün sonra ortaya çıkar, ancak daha ağır belirtilerin ekimden 90 ile 120 gün sonra ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 1.6). Bu hastalık belirtilerinin ortaya çıkması ekim zamanındaki toprakta bulunan canlı nematod sayısına ve ekimden 100 ile 135 gün sonraki iklim koşullarına bağlıdır (Dickson, 1998; Minton ve Baujard, 1990). Sıcak ve kurak dönemlerde bu nematodlar bitkileri zayıf düşürebilir ve doğru öldürebilir. Kök-ur nematodlarının varlığı daha çok kökler yoklanarak yapılır, bu köklerde oluşmuş olan urlara ve urlar içerisindeki beyaz, yuvarlak veya armut şeklindeki dişiler mevcuttur (Dickson, 1998; Minton ve Baujard, 1990; Porter ve ark., 1984).



Şekil 1.5. *Meloidogyne incognita*'nın domates bitkisindeki zararı



Şekil 1.6. Hastalıklı ve sağlıklı bitkilerin toprak üstü ve kök bölgesi görünüşleri

İkinci dönem larvalar daha çok bitkileri ekimden veya şaşırtmadan hemen sonra infekte ederler. Bir üç gün içinde penetrasyon başlar ve kökteki anormal şişkinlikler görülmeye başlar fakat köklerde urların oluşumu ve yumurta paketlerinin görülebilmesi için ekim tarihinden itibaren en az 55 ile 90 günün geçmesi gerekir (Dickson, 1998).

1.1.1.5. Kontrolü (Mücadelesi)

Kimyasal mücadele, biyolojik mücadele, bitkisel dayanıklılık, ekim nöbeti ve kültürel uygulamalar kök-ur nematodlarının mücadelesinde kullanılan yöntemlerdir (Barker ve ark., 1998).

1.1.1.5.1. Kimyasal Mücadele

Kimyasal mücadele kök-ur nematodların kontrol altına alınmasında en sık başvurulmuş güvenilir ve etkili mücadele yöntemi olarak kabul görmüştür (Kinlock, 2001). Kimyasal mücadele diğer mücadele yöntemlerinin uygulanmadığı durumlarda en sık başvurulmuş yöntemlerden biridir (Boerma ve Hussey, 1992).

Fumigant ve fumigant olmayanlar olmak üzere iki çeşit kimyasal yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kimyasalların fumigant olanlarından biri olan 1,3-D (1,3-dicloropropene) etkili maddeye sahip Telone II (Dow AgroSciences, Indianapolis, IN) ticari ismi ile bilinen ilacın nematod sayısını düşürmede ve dolayısı ile ürün miktarında artışta en etkili ilaçlardan biri olduğu tespit edilmiştir (Kinloch ve Dickson, 1991). Türkiyede bu ilacın kullanımı yasaklanmıştır.

Aldicarb (2-methyl-2 (methylthio) propionaldehyde 0-(methylcarbamoyl) oxime) etkili maddeye sahip veya Temik 15G ticari isimli (Bayer Crop Science, Research Triangle Park, NC) ilacının etkili olduğu tespit edilmiştir. Ancak Türkiye’de Temik kullanımı yasaklanmıştır. Fumigant olmayan diğer bir ilaç olan Fenamiphos (ethyl 3-methyl-4-(methylthio) phenyl (1-methylethyl) etkili maddeye sahip phosphoramidate) Nemacur 15G ticari isimli (Bayer CropScience, Research Triangle Park, NC), topraktaki nematod miktarını azaltmada etkili diğer bir kimyasal ilaçtır.

Nematodlara karşı kullanılan fumigantlar ve nematisitler doğru kullanılmadığında insan ve çevre sağlığı açısından çok büyük risk oluşturabilmeleri mümkündür.

1.1.1.5.2. Biyolojik Mücadele

Nematodların popülasyonunu baskı altında tutabilecek veya azaltabilecek çeşitli mikroorganizmalar ve bazı omurgasız canlılar toprak ortamında mevcuttur. Nematodların biyolojik mücadelesi; nematodlara karşı dayanıklılığı olan bitkiler dışında doğal olarak yaşayan organizmanın veya organizmaların etkisi ile ortaya çıkan nematod sayısında azalma olarak tanımlanmaktadır (Stirling, 1991). Son zamanlarda, *Pasteuria* türleri birçok nematod türüne ve bunlar içinde *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre ve Starr türü de *M. arenaria* ırk 1’e karşı bir biyolojik kontrol ajanı olarak değer kazanmıştır (Dickson ve ark., 1994; Minton ve Sayre, 1989). Nematodların mücadelesinde kullanılan bu bakteri türünün Türkiye’de de varlığı tespit edilmiştir (Elekcioğlu, 1995). Endospor oluşturabilen bir obligat parazit olan *P. penetrans* bakterisi yer fıstığı kök-ur nematodunu baskı altında

tutmada etkili olduğu tespit edilmiştir (Dickson ve ark., 1994). Tarla (Dickson ve ark., 1994; Minton ve Sayre, 1989), sera ve küçük parsel denemelerinde (Brown ve Smart, 1985; Channer ve Gowen, 1988; Chen ve ark., 1996; Davies ve ark., 1988; Oostendorp ve ark., 1991) *Pasteuria*'nın bitki paraziti nematodların kontrolünde büyük işlev gördüğü tespit edilmiştir. *Pasteuria* türleri dünyanın birçok yerinde birçok değişik ortamlarda ve birçok farklı nematod türünde (323 türde) görülmüştür (Atibalentja ve ark., 2000; Chen ve Dickson, 1998).

1.1.1.5.3. Bitkisel Dayanıklılık

Bazı bitki çeşitleri bitki paraziti nematodlara veya bunların bazı türlerine karşı dayanıklıdır. Son yıllarda yapılan ıslah çalışmalarındaki artış bu konuya daha çok önem verildiğini göstermektedir. Verim, kalite ile birlikte bitkisel dayanıklılık faktörü de baz alınarak geliştirilen çeşitler piyasaya sürülmüştür. Domates, kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık genlerine sahip bir başka bitkidir (Rich ve Olson, 1999). Kök-ur nematodlarına karşı uygulanan mücadele yöntemlerinin en önemlilerinden birini de dayanıklı çeşitlerin kullanımı oluşturmaktadır (Boerma ve Hussey, 1992; Vrain, 1999). Dayanıklılık çalışmaları nematodun gelişmesini tamamen engellemesi veya çok az düzeyde tutması, özel uygulama tekniği ve fazla alet ekipman gerektirmemesi, maliyetinin daha düşük olması ve çevre dostu olmasından dolayı tercih edilmektedir (Cook ve Evans, 1987; Boerma ve Hussey, 1992).

1.1.1.5.4. Münavebe ve Diğer Bazı Kültürel Mücadele Yöntemleri

Kültürel mücadele kök-ur nematodları kontrolünde en çok uygulanan ve çiftçilerin en sık tercih ettiği metotlardandır. *Meloidogyne* türü nematodlar ile mücadelede genel olarak ekim nöbeti, solarizasyon, dayanıklı çeşitler ve kimyasal mücadele gibi yöntemler kullanılmaktadır (Young, 1992; Roberts, 1992; Sijmons ve ark., 1994; Gheysen ve ark., 1996; Tzortzakakis ve ark., 1999; Tytgat ve ark., 2000).

Bu metotların başında ekim nöbeti (münavebe) gelmektedir. Ekim nöbeti uzun süreli yürütüldüğünde başarı sağlamakta olup, yoğun sebze üretimi yapılan alanlarda başarılı olamamakta ve tercih edilmemektedir. Bunun da başlıca nedeni kök-ur nematodlarının konukçu dizilerinin oldukça geniş olmasıdır. Ayrıca yılda iki ürün yetiştirilen seralarda veya ilkbahar ekim sisteminde uygulanamamaktadır. Örneğin yerfıstığı ile pamuk, mısır, sorgum veya çimler arasında yapılan ekim nöbetleşmesinin, kök-ur nematodları miktarı azaltılmasında etkili olduğu görülmüştür. Mısır, bazı kök-ur nematodlarının çoğalmasına izin vermesine karşın yerfıstığı bitkisine kıyasla daha fazla toleranslı (daha az hassas) olduğu için nematodların yoğunluklarını düşürmede etkin bir bitkidir. Pamukta zarar yapan kök-ur nematodları yerfıstığında zarar yapmadıkları için pamuk bitkisi başarılı bir nöbetleşme bitkisi olarak önem kazanmıştır. İki yıllık bir yerfıstığı ve pamuk nöbetleşmesi her iki bitkideki nematod problemini yönetmede çok etkili olduğu tespit edilmiştir. Nematodların kontrolünde ekim nöbetinin başarısı için arazinin her türlü yabancı otlardan temizlenmesi gerekir (Kinloch, 2001). Ayrıca münavebeye dahil edilecek bitki çeşidinin ekonomik önemi bulunmalı ve verimi düşük olmamalıdır.

Solarizasyon ülkemizde ve dünyada nispeten rağbet gören bir nematod mücadele şeklidir. Seralarda veya örtü altı üretimde tercih edilmektedir.

Nadas, gübreleme, temiz tohum, fide ve fidan kullanımı, temiz sulama suyu kullanımı, zamanında ve uygun toprak işleme ekim-dikim zamanlarının nematodların biyolojik aktivitelerine göre ayarlanması, bulaşık bitkilerin ve bitki artıklarının yok edilmesi, ara bitki ekimi ve tuzak bitki yetiştirilmesi gibi kültürel mücadele yöntemleri de nematod kontrolünde başvurulan diğer yollardan bazılarıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kök-ur nematodları ülkemizin hemen her yerinde mevcut olmakla birlikte sebze yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı sera alanlarında (Akdeniz ve Ege Bölgesi) daha ciddi ekonomik düzeyde verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Bitkilerin köklerinde irili-ufaklı ur oluşturmaları ile tanınan kök-ur nematodları, bitki paraziti nematodlarının en önemli gruplarını oluşturmakta olup, dünyada 80 türü tespit edilmiştir (Siddiqi, 2000).

Dünyanın tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yürütülen çalışmalarda ekonomik öneme sahip dört kök-ur nematodu türü tespit edilmiştir. *Meloidogyne incognita* Chitwood 1949, *M. javanica* Chitwood 1949, *M. arenaria* Chitwood 1949 ve *M. hapla* Chitwood 1949 bulunmuştur (Netscher ve Sikora, 1990). Bununla birlikte üzerinde beslendiği konukçuya bağlı olarak konukçu ırkları ve çok sayıda virü lent ve avirü lent popülasyonları da belirlenmiştir (Xu ve ark., 2000).

Kök-ur nematodlarına karşı bazı bitkisel kökenli yağlarla yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Zenzefir çayırı (*Cymbopogon martini*), citronella çayırı (*C. winterianus*), nane (*Mentha arvensis*) ve reyhan (*Ocimum basilicum*) yağlarının serada siyah juskuyam (*Hyoscyamus niger*) bitkisinde, *M. incognita*'ya karşı kontrol amaçlı kullanıldığında, bu nematodun yoğunluğunda belirgin bir şekilde azalma ve juskuyam bitkisinin meyve veriminde de bir artış görülmüştür (Pandey ve ark., 2000).

Reddy ve ark. (1993), Hindistan'da yaptıkları çalışmada hintyağı ile birlikte 10 farklı bitkinin yapraklarını kök-ur nematodlarına karşı mücadele de kullanmışlardır. Uygulama papaya (*Carica papaya*) bitkisinde kök-ur nematodlarına karşı yapılmış ve elde edilen sonuçlarda urlanmanın önemli derecede azaldığı görülmüştür. Bir başka çalışmada; Pakistan'da, domates bitkisinde zarar meydana getiren *M. incognita* ile mücadelede bazı organik (bitkisel) madde ilaveleri kullanılmıştır. Kullanılan bu maddelerden *Ricinus communis* ve *Azadirachta indica* (Meliaceae) bitki parçalarının 25 g/kg dozunun etkili olduğu saptanmıştır (Mukhtar ve ark., 1994). Sera şartlarında *M. hapla*'ya karşı etkilerini araştırmak amacıyla *Tagetes erecta*, *Ricinus communis*, *Rota graveolens* ve *Taraxacum officinale* bitkilerini havuç bitkisiyle birlikte yetiştirilmiş ve bu uygulama sonucunda köklerdeki urlanmalarda önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. En yüksek havuç verimi *R. graveolens*, *T. officinale* uygulamalarında görülmüştür (Alvarez ve ark., 1998).

Meloidogyne incognita ile mücadelede kadife çiçeği (*Tagetes spp.*)'nin etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada kadife çiçeğinin kök ve toprak üstü kısımlarını domates bitkisi yetiştiriciliğinde gübre olarak kullanılmış ve çalışma sonunda kadife çiçeğinin domatestede kök-ur nematodu yoğunluğunu azalttığı belirlenmiştir (Ploeg, 2000). Bir başka çalışmada, Asteraceae familyasına ait *Gaillardia aristata*, *Cosmos bipinnatus*, *Helianthus annuus*, *Tagetes erecta*, *Tagetes patula*, *Chamomilla recutita*, *Matricaria discoidea*, *Calendula officinalis*, *Zinnia elegans* bitkilerinin tüm bitki veya kök ekstraktlarının *M. javanica*'nın yumurta ve larvalarına karşı öldürücü etkileri araştırıldığında *M. javanica* larvalarında en yüksek ölümün *T. erecta* bitkisinin üst kısımlarının uygulanmasıyla elde edildiği görülmüştür (Siddiqui ve ark., 2005).

Khan ve Siddiqui (2001), *M. incognita*'ya karşı etkilerini araştırmak amacıyla *Ficus racemosa*, *Aeschynomene indica*, *Tagetes patula* ve *Nerium oleander* adındaki 4 bitkinin yapraklarını yeşil gübre olarak fide dikiminden önce toprağa uygulamışlardır. Araştırmacılar bu bitkiler içersinde en yüksek etkiyi *A. indica*'nın gösterdiğini tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Xiujuan ve ark. (2004), Çin'de 53 farklı bitki ekstraktı ile *M. incognita*'nın II. dönem larvalarına karşı etkilerini görmek amacıyla yapılan bir çalışmada bu bitki ekstraktlarının 20 tanesinin nematisit etkisi gösterdiği görülmüştür. Aynı çalışmada, *Tagetes erecta*'nın da dahil olduğu 13 bitki ekstraktının 24 saat içinde *M. incognita*'nın II. dönem larvalarının %50'sini öldürdüğü, *Sinapis alba*, *Albizia* sp. ve *Nerium oleander* gibi türlerinin bulunduğu 23 adet bitkinin ise engelleyici etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Xiujuan ve ark., 2004).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada limon çayırı (*Cymbopogon flexuosus*), Jamrosa (*Cymbopogon nardus*), Japon nanesi (*Mentha arvensis*) bahçe nanesi (*Mentha spicata*), bergamut (*Mentha citrata*), reyhan (*Ocimum basilicum*) bitkilerinin her birine ait 6 ayrı bitkisel yağ ile beş ayrı monoterpenoid bileşenlerinin (cital, linalool, carvone, geraniol, menthol ve methyl chavicol) kök ur nematodu *M. incognita*'ya karşı nematisit etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, yukarıda adı geçen maddeler arasında reyhan bitkisine ait uçucu yağın daha fazla nematod öldürücü etkisine sahip olduğu görülmüştür (Archana ve ark., 2006).

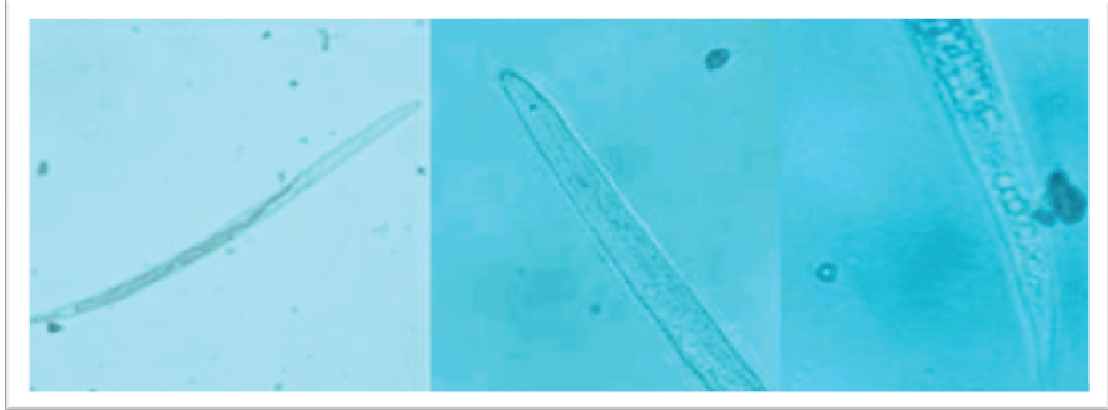
Türkiye'de de kök-ur nematodların mücadelesinde bazı bitki ekstraktlarının kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Söğüt ve Elekçioğlu (2005) tarafından yapılan saksı denemelerinde kadife çiçeği bitkisi çeşitlerinin yeşil gübre olarak toprağa uygulanması sonucunda *M. incognita* populasyonunda azalma tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada, İbrahim ve ark. (2006) aromatik yapıya sahip 19 bitkiden elde edilen çeşitli bitki ekstraktlarının *M. incognita*'ya karşı nematisit etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre denen bileşikler içinde carvacrol, thymol ve linalool'nın *M. incognita*'nın II. dönem larvalarına karşı en etkili bileşikler olduğu saptanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan *Meloidogyne incognita* Saf Kültürü

Moleküler düzeyde saflığı % 100 bilimsel olarak kanıtlanmış *M. incognita* ırk 2 saf kültürü, Dr. Zübeyir DEVRAN (Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya)'dan temin edilerek, çoğaltılmış ve aşılama da kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Aşılama da kullanılan *Meloidogyne incognita*'ya ait ikinci dönem larvaların ışık mikroskopundaki görünüşü (20X, 40X)

3.1.2. Kullanılan Bitkisel Kökenli Yağlar

Meloidogyne incognita kontrolünde beş adet bitkisel kökenli yağ kullanılmıştır. Bitkisel materyaller, sarımsak (*Allium sativum*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), nane (*Mentha arvensis*), kekik (*Thymus vulgaris*) ve susam (*Sesamum indicum*) İnal Tarım (Antalya) üretici firmadan ticari olarak temin edilmiştir. Bu yağlardan biberiye, nane, kekik yağları buharlı distilasyon yöntemiyle elde edildiği için uçucu, sarımsak ve susam ise presleme yöntemiyle elde edildiği için normal bitkisel yağ olarak değerlendirilmiş olup, uygulamalar öncesi yağlar buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Ticari firma tarafından imal edilen yağların bitkinin hangi kısmından ve ne tür bir yöntemle elde edildiği Çizelge 3.1'de gösterilmektedir. Bu bitkisel yağlar çalışma kapsamında kontrol saksılar ile birlikte iki farklı nematod aşılama popülasyonuna karşı saksı başına 50 ile 150 µl'lik dozlarda uygulanmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan bitkisel kökenli yağların elde edilme kaynağı ve yöntemi

Yağın Elde Edildiği Bitki	Bilimsel Adı	Yağın Elde Edildiği Bitki Kısmı	Yağın Elde Edilme Yöntemi
Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Yaprak	Buharlı Distilasyon Yöntemi
Kekik	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Yaprak	Buharlı Distilasyon Yöntemi
Nane	<i>Mentha arvensis</i> L.	Yaprak	Buharlı Distilasyon Yöntemi
Sarımsak	<i>Allium sativum</i> L.	Tohum	Sıkıştırma (Presleme) Yöntemi
Susam	<i>Sesamum indicum</i> L.	Tohum	Sıkıştırma (Presleme) Yöntemi

3.2. Metot

3.2.1. Laboratuvar Çalışması

Bu çalışmada laboratuvar koşullarında *M. incognita* II. dönem larvası (10 adet/cam çukur petri)'ye karşı % 1'lik 5 adet bitkisel (Sarımsak, Biberiye, Nane, Kekik ve Susam) yağın etkinliği araştırılmıştır. Bitkisel yağların her birisinden otomatik pipet yardımıyla 1 ml alınarak 100 ml saf su ile iyice karıştırılmış daha sonra elde edilen solüsyondan 1 ml alınarak, çukur cam petrilere doldurulmuştur. Her bir cam petri içine 10 adet *M. incognita* II. dönem larva bırakılmıştır. Solüsyonun buharlaşmasını önlemek için uygun boydaki kapaklarla petrilere üstü kapatılmıştır. Denemede her yağ uygulaması ve kontrol grubu için 3'er tekerrür oluşturulmuştur. Kontrol grubu için sadece saf su kullanılmıştır. Nematodların 24, 48 ve 72 saat süre aralıklarla ölü-canlı sayımları yapılarak sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırmalı olarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur.

3.2.2. Saksı Denemeleri

Bu çalışma iki ayrı deneme şeklinde yürütülmüş olup denemeler arasında istatistiksel farklar bulunmadığı için veriler birleştirilmiştir. Deneme 7×3×3 faktörlü tesadüfi bloklar deneme desenine göre kurulmuş olup faktörler; 7 farklı yağ muamelesi (sarımsak, biberiye, nane, kekik, susam, kontrol (+) ve kontrol (-), 3 farklı bitkisel yağ dozu (0, 50 ve 150 µl/saksı) ve 3 farklı nematod aşılama popülasyonunda (0, 1000 ve 2000 J₂/saksı) şeklinde olmuştur. Herhangi bir bitkisel yağ uygulaması yapılmayan kontrol (+) bitkilerine iki farklı nematod popülasyonunda (1000 ve 2000 J₂/saksı) aşılama yapılmıştır. Kontrol (-) bitkilerine ise herhangi bir nematod aşılması veya yağ uygulaması yapılmamıştır. Bu gruptaki bitkiler, deneme boyunca olası bulaşmaları engellemek için diğer uygulama bitkileriyle aynı yetiştirme şartların sağlandığı, ayrı bir iklim kabini içinde tutulmuştur. Her bir nematod yoğunluğu ve yağ dozu uygulaması için 6 tekerrür oluşturulmuştur. Deneme sonucunda bitkilerde oluşan urlanma yüzdesi, kökte oluşan yumurta kümesi miktarı, kök çevresinden alınan topraktan izole edilen toplam ölü-canlı larva sayısı (üreme oranı), kök harici bitki yağ ağırlığı ve bitki boyu gibi veriler kayıt altına alınmıştır.

3.2.2.1. Üretim ve Büyüme Ortamlarının (Saksı) Hazırlanması

Oransal olarak %80 kum, %20 killi topraktan oluşan toprak-kum karışımı hazırlandıktan sonra 121 °C de 90 dakika otoklavda (SC 500-Matachana) steril hale getirilmiştir. Steril haldeki saksı toprağı 1.15 L hacmindeki saksılara doldurulduktan sonra daha önce kontrollü ve arınık ortamda viyollerde yetiştirilmiş üç haftalık F-191 domates çeşidi fideleri şaşırtılmıştır (Şekil 3.2).

3.2.2.2. Kullanılan *Meloidogyne incognita* İnokulumunun Üretilmesi

Daha önce viyollerde yetiştirilmiş üç haftalık duyarlı domates (F-191) fidelerinin şaşırtılmış olduğu saksılara *M. incognita*'nın II. dönem larvaları (J₂) aşılanmıştır. Nematod aşılama bitki kök boğazından 3-4 cm mesafede, 4-5 cm derinlik ve 1 cm çapında açılan oyuklara yapılmıştır. Her bir oyuğa her bir saksı için hesaplanan *M. incognita* II. dönem larva sayısı 20 ml sulama suyunda homojen bir şekilde verilmiştir (Şekil 3.3). Oyuklar

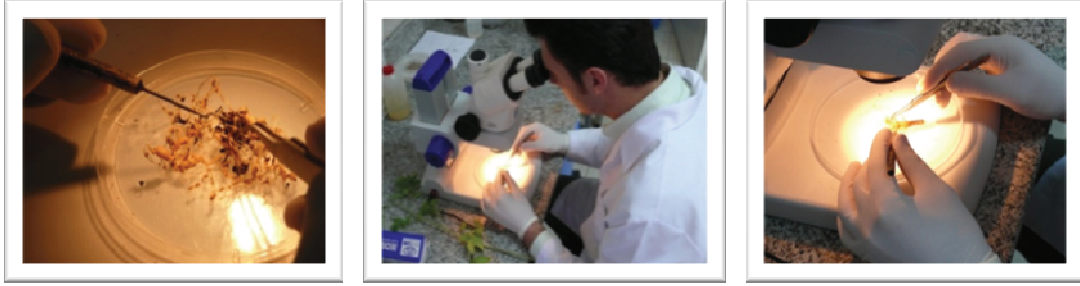
aşılama sonrası dikkatli bir şekilde kapatılmıştır. Nematod inokulumunun bulaştırıldığı kökler saksılardan bulaştırma tarihinden itibaren 9. haftada (65 ± 2 gün) sökülüştür. Yumurta paketlerine ve urlara zarar verilmeyecek şekilde bitki kökleri saf su ile iyice yıkanmış, topraktan ve diğer benzeri maddelerden arındırılarak temizlenmiştir. Daha sonra oluşmuş olan yumurta paketleri yumuşak ve ince uçlu bir pens yardımıyla stereo-mikroskop altında bitki köklerinden ayıklanmıştır (Şekil 3.4). Yumurtalardan II. dönem larvalarının elde edilmesi için yumurta paketleri köklerden ayrıştırılmış ve petri kaplarında saf su içinde bekletilmiştir (Şekil 3.5).



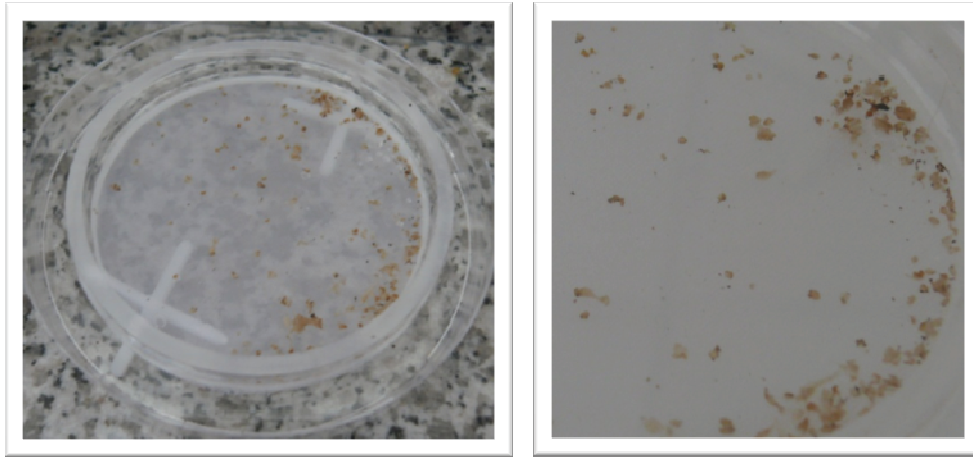
Şekil 3.2. Aşılama işlemi için saksılarda hazır hale getirilmiş domates bitkileri



Şekil 3.3. *Meloidogyne incognita*'nın ikinci dönem larva inokulumunun domates bitkilerine aşılması



Şekil 3.4. *Meloidogyne incognita* yumurta paketlerinin enfekteli domates köklerinden ayrıştırılması



Şekil 3.5. *Meloidogyne incognita* yumurta paketlerinin petri kabında açılmaya bırakılması

Petri kabındaki saf su 24 saatlik periyodik aralıklarla yenilenmiş ve petri kabından alınan nematod süspansiyonu 100 ml'lik mezürde 4 saat süreyle bekletilmiştir. Mezürün üst kısmında bulunan su atılarak, kalan 15 ml'lik süspansiyon diğer tüpe aktarılmış ve bu tüpteki nematodların dibe çökmeleri için 1 saat daha beklenmiştir. 15 ml'lik hacimdeki tüpteki su miktarı 1 ml'ye indirilmiş ve otomatik pipet ile bu tüpten 50 µl çekilmiştir. Bu 50 µl'lik süspansiyon örneklerindeki nematodların sayımı bilgisayar destekli Zeis marka ışık mikroskopunda 10x ve 20x oranda büyütülerek yapılmış ve elde edilen II. dönem larvaların sayıları kaydedilmiştir. Bütün deneme için ihtiyaç duyulan sayıdaki II. dönem nematod larvaların elde edilmesinde yukarıda bahsedilen elde edilme yönteminin aynısı kullanılmıştır. Elde edilen II. dönem larvalar incelemeler süresince 5 ml hacmindeki tüplerde + 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Ayrıca, yumurta paketlerin elde edildiği konukçu bitkilerinin köklerinde mevcut urlardan ergin dişi bireylerin ekstaksiyonları yapılmış ve bunların perineal (anal) kesitleri alınmıştır. Bu perineal kesitlerin incelenmesi sonucu bu nematodun *M. incognita* (Kofoid ve White) Chitwood'un türü olduğu tekrar doğrulanmıştır.

3.2.2.3. Üretilen *Meloidogyne incognita* İnokulumunun Domates Fidelerine Bulaştırılması

Otoklav (SC 500-Matachana) yardımı ile 121 °C de 90 dakika steril hale getirilmiş %80 kum, %20 topraktan oluşan toprak-kum karışımı 1.15 lt hacmindeki saksılara doldurulmuştur. Daha sonra bu saksılara daha önce viyollerde yetiştirilmiş olan F-191 domates çeşidine ait üç haftalık fideler şaşırtılmıştır. Üç haftalık fideler saksılara şaşırdıktan bir hafta sonra, saksılara bir önceki bölümde anlatıldığı şekilde tek yumurta paketinden çoğaltılmış olan 1000 ve 2000'er adet/saksı olmak üzere iki farklı nematod aşılama popülasyonunda *M. incognita*'nın II. dönem larva inokulumları aşılanmıştır. Yukarıda belirtilmiş olan ve deneme için gerekli olan saf inokulumunun çoğaltılmasında izlenen bulaştırma yöntemi burada da aynı şekilde izlenmiştir.

3.2.2.4. Kullanılan Bazı Bitkisel Kökenli Yağların Şaşırtılmış Domates Bitkilerine Uygulanması

Meloidogyne incognita'nın II. dönem larvalarının domates fidelerine aşılanmasından sonra aynı günde bitkisel yağları uygulamaları yapılmıştır. *Meloidogyne incognita* kontrolünde 5 adet bitkisel kökenli yağ ve 2 adet kontrol (kontrol + ve kontrol -) olmak üzere toplam 7 muamele uygulanmıştır Söz konusu bitkisel yağlar, sarımsak, biberiye, nane, kekik ve susam olmuştur. Bu bitkisel yağlar çalışmada kontrol saksılar ile birlikte iki farklı nematod yoğunluğunda (1000 ve 2000 adet/saksı)'ya karşı iki farklı dozda (50, 150µl/saksı) 20 ml'lik sulama suyu ile birlikte aşılama işleminden ortalama 1 saat sonra uygulanmıştır. Çalışma iki farklı deneme şeklinde tekrarlanmıştır.

3.2.2.5. Nematod Aşılması ve Yağ Muameleleri Yapılan Saksı Bitkilerinin Bakımı

Bitkiler 9 hafta boyunca 28 °C sabit sıcaklık, %70 nemde ve günlük 16 saat ışık aydınlatmalı iklim kabinlerinde tutulmuştur. Bitkilerin su gereksinimleri her gün normal musluk suyu ile karşılanmıştır. Fidelerin ileriki gelişmelerinde görülmesi muhtemel bitki besin elementi eksikliği sorununa karşı yetiştirme süresince iki haftada bir olacak şekilde bitkilere 2 ml/L oranında Lebosol (Lebosol Dünger, GMBH, Elmstein, Germany) sıvı gübre uygulaması yapılmıştır. Ayrıca beyaz sinek ve akar zararına karşı bir defa olmak üzere insektisit ve akarisit karışımından oluşan sistemik etkili solüsyondan (% 50 Megasüfan 36 EC (Endosülfan, 1 ml/L) ve % 50 Akardion V-18 (Tetradifon, 1.5 ml/L) yeşil aksam uygulaması yapılmıştır.



Şekil 3.6. *Meloidogyne incognita* bulaştırma ve bitkisel yağ uygulaması yapılmış olan domates bitkileri

3.2.2.6. Uygulanan Bitkisel Kökenli Yağların *Meloidogyne incognita*'ya Karşı Etkisinin Tespiti

Deneme bitkileri, *M. incognita* II. dönem larvalarının saksılara bulaştırılma tarihinden takribi 65 ± 2 gün sonra saksılardan sökülüştür. Sökülen bitkilerin kökleri iyice su ile yıkanarak topraktan ari hale getirildikten sonra mikroskop altında incelemeye alınmıştır. Değerlendirme sonucunda her bitki kökünde oluşan yumurta paketi sayısı, her bir bitki kökünde oluşan ur sayısı, ırlanma oranı (%0–100), bitki toprak üstü yaş ağırlığı ve bitki boyu uzunluğu kayıt altına alınmıştır. Ayrıca, saksıdaki toprak homojen hale getirildikten sonra, 100 cm^3 toprakta mevcut *M. incognita* II. dönem larvalarının ölü-canlı sayıları glikoz santrifüj yöntemi (Jenkins, 1964) yardımı ile tespit edilerek rapor edilmiştir.

Santrifüj Yönteminin, Şekil 3.7’de görüldüğü gibi, ilk aşaması enfekteli bitkilerin kök çevresinden 100 cm^3 hacimde toprağın hazırlanması olmuştur. Daha sonra toprak basınçlı su altında tutulmuş, karıştırılmış ve nematodların toprak üstünde kalmaları sağlanmıştır. Topraklı süspansiyon 400 meshlik elekten geçirilmiş ve elekte tortu elde edilmiştir.



Şekil 3.7. Bitkilerin sökülünden sonra *Meloidogyne incognita* II. dönem larvalarının glikoz santrifüj yöntemi yardımı ile topraktan izolasyonu

Eleğin üstünde kalan tortu (nematodların da içinde var sayıldığı kalıntı) tüpe aktarılmış ve tüpler soğutmalı santrifüj cihaz (Sigma 2-16 K)'ında 3000 rpm hızda ve 4 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Daha sonra tüplerin üst kısmında kalan süspansiyon uzaklaştırılmış ve tüpte boşaltılan suyun yerine dipteki tortunun üstüne % 50 oranında Glikoz ihtiva eden karışımdan yeterli miktarda ilave edilmiştir. Bu işlemten sonra tekrar tüpler 3000 rpm hızda ve 2 dakika süreyle santrifüje tabii tutulmuşlardır. Bu işlemlerden sonra tüplerde yoğunluk farkı nedeniyle oluşan tortunun üst kısmında kalan şeker-nematod ihtiva eden süspansiyon 500 meshlik elekten geçirilmiş ve elek üstünde kalan nematodların yıkama yolu ile şekerden ari hale getirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen süspansiyonda nematod sayımının kolay hale getirilmesi amacıyla, nematodlar saf su ile bolca yıkanmış, elde edilen nematodlar uygun boydaki tüplere aktarılmıştır. Daha sonra mikroskopda bu süspansiyon da mevcut *M. incognita* II. dönem larvalarının ölü-canlı yoğunluklarının tespiti yapılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir (Şekil 3.7) (Jenkins, 1964).

3.2.2.7. Verilerin İstatistiki Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin SAS (SAS Insitute Inc., 1989) paket programı yardımı ile istatistiksel analizleri yapılmış, yukarıda adı geçen 7 farklı yağ muamelesinin 3 farklı dozunun, *M. incognita*'nın II. dönem larvasının 3 farklı yoğunluğuna karşı etkinliği (kontrolü) istatistiki olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen değerlerin ortalamalarının karşılaştırmaları Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Test'ine (Duncan Multiple Range Test) göre yapılmıştır. Ayrıca deneme sonucunda faktörler arasındaki ilişki olup olmadığını saptamak için faktör verilerine regresyon analizi uygulanmıştır. Regresyon analizi sonucunda faktörler arasında çift yönlü ilişki incelenmiş, sonuçlar çizelge ve grafikler halinde gösterilmiştir. Köklerde meydana gelen yumurta paketi miktarı Çizelge 3.2'ye, urlanma oranları ise Çizelge 3.3'e göre değerlendirilmiştir. Topraktan izole edilen *M. incognita* II. dönem larva ölü-canlı sayısı (üreme oranı) aşağıdaki formüle (R_0 = üreme oranı, R_i = başlangıç popülasyonu, R_f = son popülasyonu) göre hesaplanmıştır. Formülize edilen verilere arcsin transformasyonu ve varyans analizi uygulanmıştır

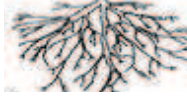
$$R_0 = \frac{R_f}{R_i}$$

Bitki köklerinden elde edilen urlanma yüzdelerine arcsin transformasyonu uygulanmış ancak sonuçlar arasında fark görülmediği için istatistiksel analizlerde dönüşümsüz urlanma yüzdeleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Köklerde oluşan yumurta paket indeksi (Taylor ve Sasser, 1978)

İndeks Değeri	Yumurta Paket Sayısı/kök
0	0
1	1-2
2	3-10
3	11-30
4	31-100
5	>100

Çizelge 3.3. Kök-ur nematodunun köklerdeki bulaşıklık skalası (Zeck, 1971; Feldemesser ve Feder, 1955)

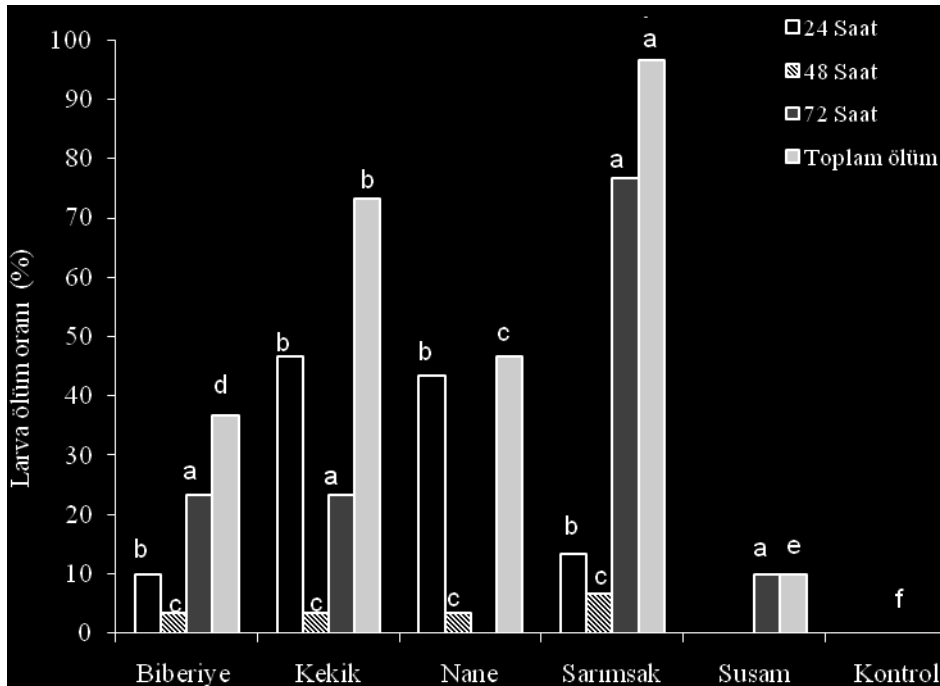
Kök Gelişim Kategorileri	Kök Yan Kesit Profili	Kök Gelişim İndeksi	Kök Ur Oranı (%)
0		Sağlıklı, temiz kök	0
1		Hafif Bulaşık	0-25
2		Orta Derecede Bulaşık	25-50
3		Aşırı derecede Bulaşık	50-75
4		Çok Aşırı Derecede Bulaşık	75-100

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar koşullarında % 1'lik bitkisel yağ konsantrasyonunun *M. incognita* II. dönem larvalarına karşı etkisinin araştırıldığı çalışmanın sonuçları Şekil 4.1'da gösterilmiştir. Uygulamalarda 24, 48 ve 72 saat sonunda yapılan ölü larva sayımlarında farklılıklar gözlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ilk uygulama süresi olan 24 saat periyodu sonunda II. dönem larvalara karşı en yüksek etki kekik ve nane de görülürken susam, sarımsak ve biberiye de belirgin larva ölümlerine rastlanmamıştır. İkinci uygulama süresi olan 48 saat sonunda susam ölüm görülmezken diğer uygulamalarda sonuçlar düşük bulunmuştur. Üçüncü zaman dilimi olan 72 saat sonunda sarımsak etkili görülmüştür.

Kekik 24 ve 72 saat uygulama süresinde de etkili olurken, sarımsak uygulamasının kayda değer etkisi ancak 72 saat sonunda görülmüştür. Bu sonuçlara göre sarımsak bitkisel yağının *M. incognita* II. dönem larvalarına karşı etkili olabilmesi için en az 72 saat gibi bir zaman süresine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu çalışma Gupta ve Sharma (1990) tarafından sarımsaktan elde edilen alicin ekstraktı ile yaptıkları çalışma ile paralellik göstermiştir. Aynı çalışmada domateslerdeki *M. incognita* larvalarının 72 saat periyodunda allicin'in nematod larvalarında % 87-100 oranında ölüme neden olduğunu tespit edilmiştir. Her üç zaman diliminde kontrolde larva ölümlerine rastlanmamıştır.



Şekil 4.1. Beş farklı bitkisel (nane, kekik, susam, sarımsak ve biberiye) yağın *Meloidogyne incognita* II. dönem larvalarına karşı etkisi (karşılaştırmalar aynı desendeki sütunlar arasında yapılmıştır. Her bir yağ uygulaması için II. dönem 30 larva kullanılmıştır)

4.2. Sakı Çalışmaları

4.2.1. Köklerde Tespit Edilen Urlanma Miktarları

Yağ uygulamalarının, yağ uygulama dozlarının ve nematod inokulum seviyelerinin *M. incognita* tarafından bitki kökünde oluşturulan urlanma oranına etkileri Çizelge 4.1, 4.3, 4.4 ve 4.5’de verilmektedir. Yağ uygulamalarının her birinin tek başına ($P<0.01$) ve kullanılan nematod inokulum seviyeleri ile birlikte olan etkileşiminin ($P<0.05$) urlanma yüzdeleri üzerinde belirgin bir etkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1). Kullanılan bitkisel yağların her birinin etkileri kontrol grubuna göre bir farklılık gösterirken dozlar arasında herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır (Çizelge 4.4). Bu sonuçlara göre negatif kontrol grubundaki bitki köklerinde herhangi bir urlanma bulunmamıştır. Pozitif kontrol grubundaki bitki köklerinde gözlenen urlanma oranı, muameleler arasında %44.35 ile en yüksek değere sahip olmuştur. Denemede kullanılan tüm uygulamalar ile mukayese edildiğinde urlanmanın en az tespit edildiği yağ muamelesi %2.82 ile kekik olmuştur. Urlanmayı azaltıcı en yüksek etki kekikten sonra sarımsak uygulamasında %5.53 olarak gözlenmiştir. Kekik ve sarımsak uygulamaları negatif kontrol bitkileri ile bir arada değerlendirildiğinde urlanmanın sıfıra yakın bir değerde bulunması bu iki yağın *M. incognita*’ya karşı etkinliğinin yüksek olduğunun bir göstergesi olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Buna karşın urlanmayı azaltıcı en az etkiyi gösteren yağlar sırasıyla, susam (%29.00), biberiye (%22.85) ve nane (%22.64) olmuştur. Her üç yağ uygulaması urlanmayı azaltıcı yönde benzer etki gösterdiğinden istatistiki olarak aynı grupta değerlendirilmiştir (Çizelge 4.3).

4.2.2. Köklerde Tespit Edilen Yumurta Paketi Sayıları

Yağ muameleleri, uygulama dozları ve nematod inokulum seviyelerinin *M. incognita* tarafından bitki kökünde oluşturulan yumurta paketi sayılarına etkileri Çizelge 4.2 ve 4.3’de gösterilmiştir. Yağ uygulamalarının her birinin tek başına ($P<0.01$) ve kullanılan nematod inokulum seviyeleri ile birlikte olan etkileşiminin ($P<0.05$) yumurta paketi sayıları üzerinde belirgin bir etkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2). Buna ilave olarak kullanılan bitkisel yağ uygulama dozlarının ayrıca yumurta paketi sayıları üzerinde belirgin bir etkisi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Bu sonuçlar ayrı grup altında toplanmıştır. kontrol (3.71), susam (3.82), nane (3.64) ve biberiye yağı (3.21) uygulamaları indeks (skala) değer ortalaması 3 ve 4 olan grup altında yer almış olup bu yağların nematod yumurta paketlerinin oluşumuna herhangi bir azaltıcı etkisinin olmadığı bulunmuştur. Diğer yağ uygulamaları ile karşılaştırıldığında, kekik (2.56) ve sarımsak yağının (2.50) yumurta paket sayılarında belirgin bir şekilde azaltıcı etkisinin olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.1. *Meloidogyne incognita* ile bulaşık F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesinde elde edilen boy, yaş ağırlık ve urlanma yüzdesi varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	Boy		Yaş Ağırlık		Urlanma	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Bitkisel Yağlar (Y)	6	148.86	3.70**	45.42	8.50**	4572.56	9.32**
Bitkisel Yağ Dozları (D)	2	1.02	0.03	3.72	0.70	1108.82	2.26
Nematod İnokulum Seviyesi (N)	2	198.86	4.94*	26.20	4.91*	24.162	0.05
YxD	12	46.26	1.15	3.26	0.61	241.13	0.49
YxN	12	28.99	0.72	5.66	1.06	2448.76	2.95*
DxN	4	74.31	1.85	7.24	1.36	12.60	0.03
YxDxN	24	28.04	0.70	6.37	1.19	66.18	0.13

* $P<0.05$ seviyesinde, (**) $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder. V.K: Varyasyon Kaynakları S.D.: Serbestlik Derecesi. K.O.: Karelerin ortalaması.

4.2.3. Saksı Toprağında Tespit Edilen *Meloidogyne incognita*'nın Üreme Oranları

Uygulaması yapılan bitkisel yağların, yağ uygulama dozlarının ve nematod inokulum seviyelerinin saksı toprağında mevcut *M. incognita* II. dönem ölü-canlı larvalarına (üreme oranına) etkileri Çizelge 4.2, 4.3, 4.4, ve 4.5 de gösterilmiştir. Verilerin analizi sonucunda uygulamaların *M. incognita* üreme oranı üzerine etkilerinde istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.01$) (Çizelge 4.2). Kontrol grubu dahil tüm yağ uygulamalarının ortalamaları karşılaştırıldığında ortaya farklı grupların çıktığı görülecektir. Kekik ve sarımsak üreme oranı bakımından farklı grup oluşturmuştur. Biberiye-nane ve susam-kontrol + etkileri bakımında benzerlik göstermişlerdir (Çizelge 4.3). Aynı zamanda yağ uygulamaların doz seviyeleri ile *M. incognita* II. dönem larvalarının bulaştırılan inokulum seviyeleri (1000 ile 2000 J₂/saksı) arasında da istatistiki açıdan belirgin farklılıklar gözlenmemiştir (Çizelge 4.4 ve 4.5). Toprakta izole edilen *M. incognita*'nın II. dönem larva popülasyonuna bakıldığında yağların uygulama dozları ile nematod aşılama popülasyonunun üreme oranı üzerinde herhangi bir etkisine rastlanmamıştır.

Çizelge 4.2. *Meloidogyne incognita* ile bulaşık F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesinde elde edilen yumurta paketi ve üreme oranı varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	Yumurta Paketi		Üreme Oranı ($R_0=R_f/R_i$)	
		K.O.	F	K.O.	F
Bitkisel Yağlar (Y)	6	19.43	20.19**	512.60	3.79**
Bitkisel Yağ Dozları (D)	2	4.82	5.02*	41.96	0.31
Nematod İnokulum Seviyesi (N)	2	1.27	1.32	199.27	1.47
YxD	12	1.02	1.06	48.92	0.36
YxN	12	7.64	7.94**	208.34	1.54
DxN	4	0.02	0.03	183.28	1.36
YxDxN	24	1.68	1.75	80.72	0.60

* $P<0.05$ seviyesinde, (**) $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder. V.K.: Varyasyon Kaynakları S.D.: Serbestlik Derecesi K.O.: Karelerin ortalaması.

4.2.4. Yağ Uygulamalarının Kök Harici Bitki Yaş Ağırlığına Etkisi

Yapılan bitkisel yağ uygulamalarının, yağ uygulama dozlarının ve nematod inokulum seviyelerinin domates bitkisinin kök harici bitki yaş ağırlığı üzerindeki etkileri Çizelge 4.1, 4.3, 4.4 ve 4.5 de gösterilmiştir. Yağ uygulamalarının her birinin tek başına ($P<0.01$) ve kullanılan nematod inokulum seviyeleri ile birlikte olan etkileşiminin ($P<0.05$) kök harici bitki yaş ağırlığına belirgin bir etkisinin olduğu görülmüştür. Çizelge 4.1 ve 4.3 incelendiğinde muameleler sonucunda elde edilen kök harici yaş ağırlıkların ortalama değerleri kontrol (+) ve kontrol (–) ortalama değerleri ile karşılaştırıldığında belirgin istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar dört farklı grup altında incelenmiştir. Biberiye (5.63) ve sarımsak (5.63) kontrol (+) (4.95) grubu ile karşılaştırıldığında hiçbir bir fark gözlenmemiştir. Diğer bir taraftan kekik (4.18) ve susam (6.13) kontrol grubuna göre farklılıklar göstermiştir. Bu sonuçlar tüm yağ uygulamalarının kök harici yaş ağırlık kaybına sebep olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.3).

İki yağ uygulama dozunun (50 ve 150 μ l/saksı) ve ikinci dönem larva inokulum seviyesinin (1000 ve 2000 J_2 /saksı) kontrol grubu ile (0 μ l/saksı) karşılaştırıldığında yaş ağırlık üzerine farklı bir etkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4). Kekik ve sarımsak uygulamaları her iki dozda deneme bitkilerinde fitotoksik etkiye sebep olmuşlardır. Yaklaşık 24 saat sonra muamele bitkilerinin bazılarında solgunluk görülmüştür. Bazı bitkilerde de kök boğazı bölgesinin yanması ve büzülmesi gibi belirtiler meydana gelmiş, bir süre sonra bitkilerde ölümlerin başladığı görülmüştür. Bu nedenle kök boğazı teması önlenerek şekilde (toprağa balıksırtı, tümsek şekli aldırılarak) muameleler tekrarlanmış ve ilk uygulamadan sonra görülen bitki ölümleri, bu kez görülmemiştir. Ortaya çıkan bu durum daha önce yapılmış bazı çalışmalarda gözlenmiştir. Sarımsak ile yapılan bir çalışmada, bu yağ fitotoksik etki yapmış ve bu özelliği ile toprak boş iken uygulanabilecek potansiyel bir herbisit olabileceği bildirilmiştir (Sukul ve ark., 1974).

Çizelge 4.3. *Meloidogyne incognita* ile bulaşık F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesi sonucunda elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma oranı, yumurta paketi sayısı ve üreme oranı (Ortalama $\pm$ Standart Hata) değerleri

Bitkisel Yağ Muameleleri	Boy (cm)	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi (Skala)	Üreme Oranı ($R_0=R_f/R_i$)
Biberiye	20.46 $\pm$ 1.03 bc	5.63 $\pm$ 0.34 bc	22.85 $\pm$ 5.03 b	3.21 $\pm$ 0.28 a	9.38 $\pm$ 2.48 bac
Kekik	17.71 $\pm$ 0.78 c	4.18 $\pm$ 0.28 c	2.82 $\pm$ 0.47 c	2.46 $\pm$ 0.17 b	2.42 $\pm$ 0.67 dc
Nane	23.28 $\pm$ 2.0 b	5.94 $\pm$ 0.60 b	22.64 $\pm$ 4.70 b	3.64 $\pm$ 0.21 a	11.25 $\pm$ 2.87 ba
Sarımsak	19.35 $\pm$ 0.92 bc	5.63 $\pm$ 0.43 bc	5.53 $\pm$ 1.68 c	2.50 $\pm$ 0.22 b	5.61 $\pm$ 0.95 bdc
Susam	20.53 $\pm$ 1.18 bc	6.13 $\pm$ 0.50 b	29.00 $\pm$ 5.65 b	3.82 $\pm$ 0.17 a	14.69 $\pm$ 2.82 a
Kontrol (+)	20.35 $\pm$ 1.13 bc	4.95 $\pm$ 0.47 bc	44.35 $\pm$ 9.07 a	3.71 $\pm$ 0.19 a	7.74 $\pm$ 3.82 bdac
Kontrol (-)	28.28 $\pm$ 0.96 a	10.95 $\pm$ 0.98 a	0 $\pm$ 0 c	0 $\pm$ 0 c	0 $\pm$ 0 d

Aynı sütunda bulunan farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Çizelge 4.4. *Meloidogyne incognita* bulaştırılmış F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesinin üç ayrı uygulama dozunda elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdelерinin, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının karşılaştırılması

Parametreler					
Uygulama Dozu (μ l/saksı)	Boy (cm)	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı ($R_0=R_f/R_i$)
0	23.0 $\pm$ 1.16 a	6.95 $\pm$ 0.77 a	29.57 $\pm$ 7.58 a	2.47 $\pm$ 0.41 b	5.16 $\pm$ 2.64 a
50	20.35 $\pm$ 0.71 a	5.66 $\pm$ 0.30 b	19.38 $\pm$ 3.06 b	3.13 $\pm$ 0.14 a	9.22 $\pm$ 1.56 a
150	20.18 $\pm$ 0.91 a	5.34 $\pm$ 0.27 b	13.75 $\pm$ 2.53 b	2.94 $\pm$ 0.15 a	8.12 $\pm$ 1.33 a

Aynı sütunda bulunan farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

4.2.5. Yapılan Uygulamaların Bitki Boyuna Etkisi

Bitkisel yağ uygulamalarının, bitkisel yağ uygulama dozlarının, farklı nematod inokulum seviyelerinin ve bunların birlikte etkileşimlerinin uygulamaya tabii tutulmuş domates bitkilerinin boyuna etkisinin varyans analizleri Çizelge 4.1’de görülmektedir. Bitkisel yağ uygulamalarının her birinin tek başına ($P<0.01$) ve kullanılan farklı nematod inokulum seviyesinin ($P<0.05$) bitkilerinin boy uzunluğuna belirgin bir şekilde etki ettikleri görülmüştür. Diğer varyasyon kaynaklarının herhangi biri tek başına veya başka bir varyasyon kaynağının etkileşimi ile birlikte bitki boyuna farklı bir etkisi bulunmamıştır.

Bitki boy uzunluğu kontrol grubu ile mukayese edildiğinde uygulanan yağ muamelelerinde farklılıklar gözlenmiştir. Ortaya çıkan bu farklı sonuçlar dört grup altında toplanmıştır. Kontrol (–) (28.28) ve kontrol (+) (20.35) ile karşılaştırıldığında en yüksek boylanma nane uygulamasında (23.28), en düşük boylanma ise kekik uygulamasında (17.71) olduğu dikkat çekmiştir. Uygulamaya tabii tutulmuş bitkilerin boy gelişimi bakımından en fazla artışın görüldüğü nane uygulaması ile en az artışın görüldüğü kekik bitkisel yağ uygulaması tek başlarına birer ayrı grup oluşturmuşlardır. Susam (20.53), biberiye (20.46) ve sarımsak (19.35) uygulamaları ise orta boylanma değerlerine sahip ayrı bir grubu oluşturmuşlardır. Bölüm 4.2.1’de bulgular dikkate alındığında, diğer yağ uygulamalarına nazaran kekik, ırlanma oranını önemli derecede azaltmasına karşın, bitkilerin boy gelişiminde aynı olumlu etkiyi göstermemiştir. Bitki boyu sonuçlarının düşük seviyede çıkmasının nematod zararından kaynaklanmadığı aksine kekik yağının bitkilerde düşük de olsa fitotoksik bir etkiye neden olduğu ve bu etkiden dolayı bitki boyu gelişiminin artmadığı anlaşılmaktadır.

Yağ uygulama dozlarına (50 ve 150 µl/saksı) göre bitki boyu değer ortalamaları arasında bir fark görülmezken, nematod inokulum seviyelerinin (1000 ve 2000 J₂/saksı) kontrol grubuna göre bir farklılık gösterdiği bulunmuştur. Nematod inokulum seviyesinin 0 olduğu kontrol grubunda bitki boy ortalaması 28.28 cm olurken, bu durum 1000 ve 2000 J₂/ saksı inokulum seviyelerinde sırası ile 21.41 ve 19.14 cm olmuştur. Bu sonuç genel anlamda nematod inokulasyonunun yapıldığı yağ muamelelerinde nematod beslenmesinin tam olarak baskı altına alınmadığı bununda bitki boyuna yansıdığı görülmüştür.

Çizelge 4.5. *Meloidogyne incognita* ile bulaşık F-191 domates çeşidinde uygulanan yedi bitkisel yağ muamelesinin üç ayrı nematod inokulum (bulaşıklık) seviyesinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdelerinin, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının karşılaştırılması

Nematod İnokulum Seviyesi (J ₂ /saksı)	Parametreler				
	Boy (cm)	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı (R ₀ =R _f /R _i)
0	28.28±0.96 a	10.95±0.98 a	0±0 b	0±0 b	0±0 b
1000	21.41±0.86 b	5.86±0.30 b	18.70±2.60 a	3.27±0.13 a	9.72±1.36 a
2000	19.14±0.60 b	5.04±0.23 b	19.49±3.27 a	3.09±0.14 a	7.45±1.43 ab

Aynı sütunda bulunan farklı harfler Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

4.2.6. *Meloidogyne incognita*'ya Karşı Uygulanan Bitkisel Kökenli Yağların Baz Alınan Parametrelere Etkileri

Yapılan bu çalışmada kullanılan bitkisel orijinli yağların *M. incognita*'nın yumurta paketlerinin oluşumunu, saksı toprağında mevcut II. dönem larva popülasyonu (Üreme oranı)'na, köklerdeki urlanma yüzdesine ve bitki gelişimine (boyuna) olan etkileri Regresyon Analizlerine tabii tutulmuş, elde edilen veriler arasındaki ilişkiler her bir yağ düzeyinde incelenmiştir.

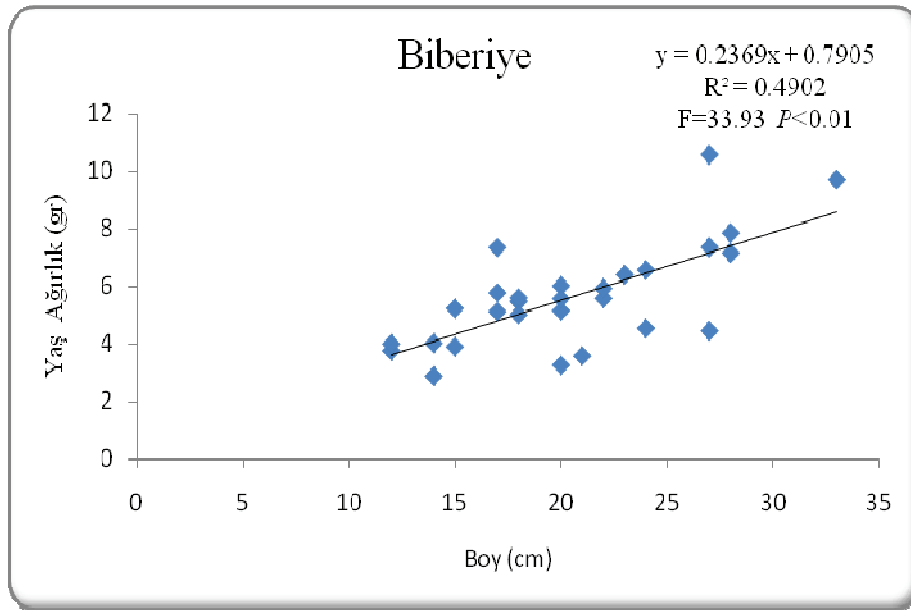
4.2.6.1. Biberiye Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.3 de belirtildiği gibi bitkilerin kök bölgelerinde oluşan yumurta paketi sayısı ile urlanma yüzdesi arasında pozitif doğrusal bir ilişki gözlenmiştir. Bu durum urlanmanın oluşabilmesi için yumurta paketinin oluşumuna doğrudan ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Köklerde bırakılan yumurta paketi sayısı en çok 1-30 adette yoğunlaşmış ve bu aralığa denk gelen urlanma yüzdesi % 0-20 düzeyinde olmuştur ($P<0.01$). Yumurta paketi oluşumunun önüne geçebilmek için önlemek ancak II. dönem larvaların beslenmelerini ve köke girişlerini engellemek ile mümkündür. Neticede larva kök içine giriş yapamayacağından bir sonraki larva ve ergin dönemlerine ulaşamayacak ve yumurta paketi bırakmayacaktır. Dolayısıyla nematod üremesindeki döngü kırılacak ve tarımsal alanlarda *M. incognita*'nın neden olduğu ekonomik kayıpların en aza indirilmesi bu yolla sağlanacaktır.

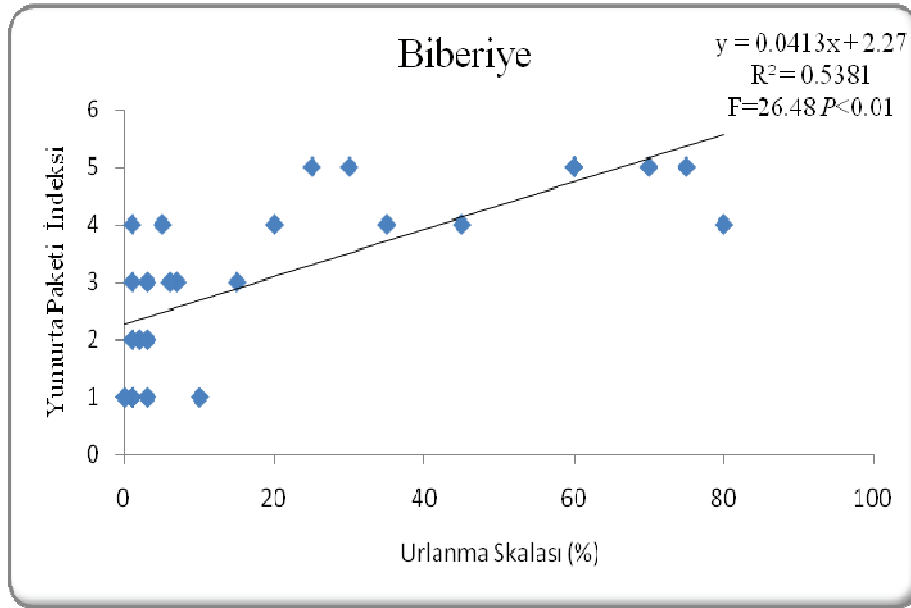
Şekil 4.2 incelendiğinde kök harici bitki yaş ağırlığı ile boy uzunluğu verileri arasında doğrusal yönlü bir bağlantı olup, bitkilerin boyu 10-30 cm aralığında iken kök harici bitki yaş ağırlık 2 ile 8 gr arasında yoğunlaşmıştır ($P<0.01$).

Çizelge 4.6. Biberiye yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri ($P>0.05$)

Parametreler	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı ($R_0=R_f/R_i$)
Boy (cm)	0.49	0.02	0.04	0.00
Yaş Ağırlık (gr)		0.03	0.00	0.00
Urlanma Oranı			0.53	0.27
Yumurta Paket Sayısı				0.35



Şekil 4.2. Biberiye yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu



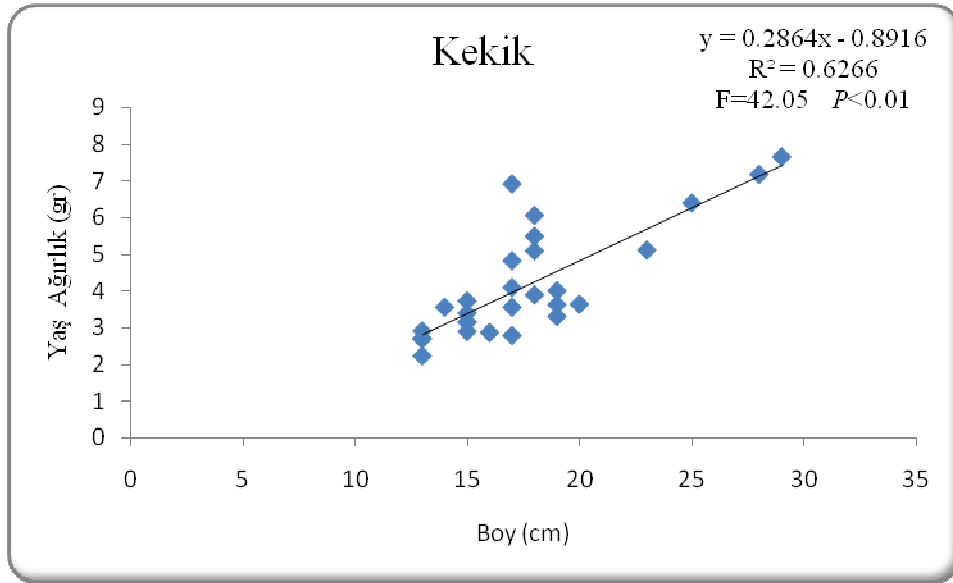
Şekil 4.3. Biberiye yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates çeşidi köklerinde oluşan urlanma oranı ile yumurta paketi sayıları arasında ortaya çıkan regresyon doğrusu

4.2.6.2. Kekik Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.4 de ifade edilen, uygulaması yapılmış kekik yağı saksı bitkilerden elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile boy uzunluğu verileri arasında doğrusal yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Bitkilerin boyu 10-20 cm aralığında seyir alırken, kök harici bitki yaş ağırlık ise 2-7 gr aralığında yoğunlaşmıştır ($P < 0.01$). Diğer sonuçlar arasında istatistiki öneme sahip herhangi bir bağlantıya rastlanmamıştır.

Çizelge 4.7. Kekik yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde oluşan boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri ($P > 0.05$)

Parametreler	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı ($R_0 = R_f / R_i$)
Boy (cm)	0.62	0.00	0.00	0.00
Yaş Ağırlık (gr)		0.02	0.08	0.00
Urlanma (%)			0.05	0.00
Yumurta Paketi				0.08



Şekil 4.4. Kekik yağına *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında görülen regresyon doğrusu

4.2.6.3. Nane Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler

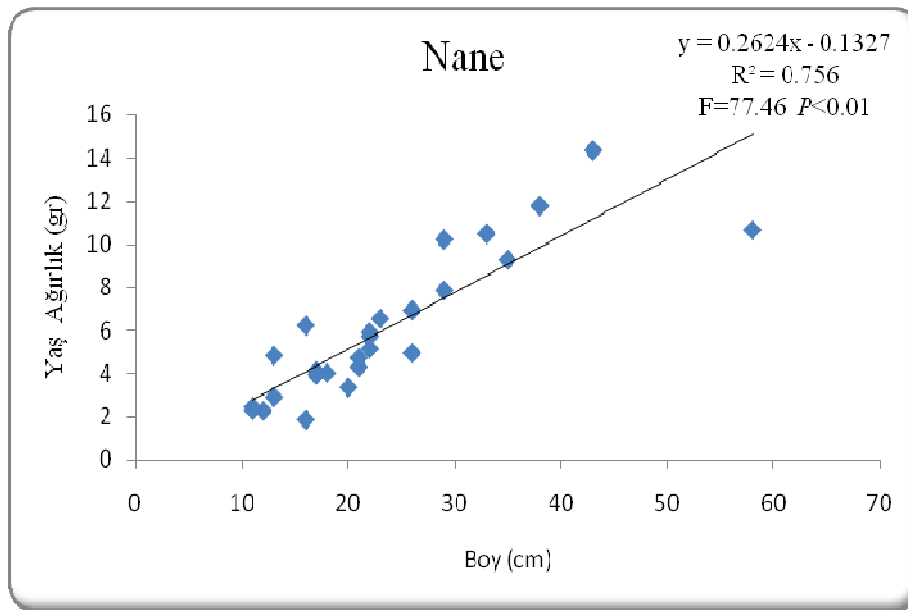
Çizelge 4.8 ve Şekil 4.5-4.8 den anlaşılacağı üzere bitkilerin kök bölgelerinde oluşan yumurta paketi sayısı ile urlanma yüzdesi arasında doğrusal boyutta bir paralellik gözlenmiştir. Ortaya çıkan bu durumu urlanmanın, yumurta paketinin oluşumuna gereksinim duyduğu şeklinde açıklanabilir. Kekikte köklerde bırakılan yumurta paketi sayısı en çok 1-30 adette yoğunlaşmış ve bu aralığa denk gelen urlanma yüzdesi % 0-20 düzeyinde olmuştur ($P<0.01$).

Bitkilerden elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile boy uzunluğu verileri arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Bitkilerin boyu 10-40 cm, kök harici bitki yaş ağırlığı 2-10 gr aralığında yoğunlaşmıştır. Bu uygulama diğer uygulamalara nazaran bitkilerin boyuna gelişiminde en iyi sonucu vermiştir. Aynı sonuç yaş ağırlık içinde susam ile nane de görülmüştür.

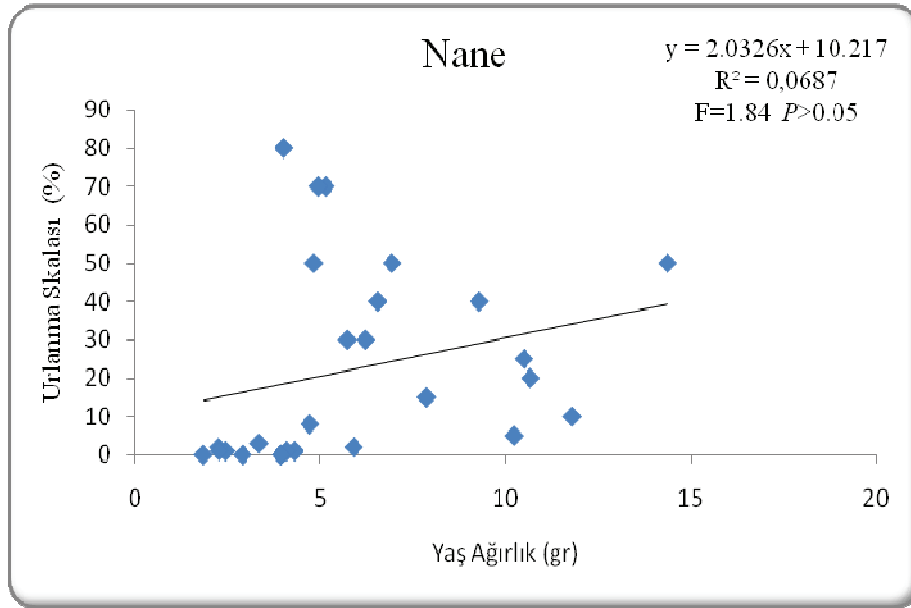
Benzer durum kök harici yaş ağırlık ile yumurta paketi sayısı arasında ortaya çıkmıştır. Burada bitki gelişimi arttıkça buna paralel olarak yumurta paketi sayısının arttığı görülmüştür. Aynı durum bitki boy uzunluğu ile yumurta paketi sayısı arasında ortaya çıkmıştır ($P<0.01$). Urlanma yüzdesi ile yumurta paketi sayısı bağlantı hattı doğrusal ve önemli seviyede bulunmuştur (Çizelge 4.8, Şekil 4.9). Buna karşın uygulama bitkilerinin kök harici yaş ağırlığı ile urlanma oranlarının seyri bağlamındaki doğrular önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Çizelge 4.8. Nane yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri ($P>0.05$)

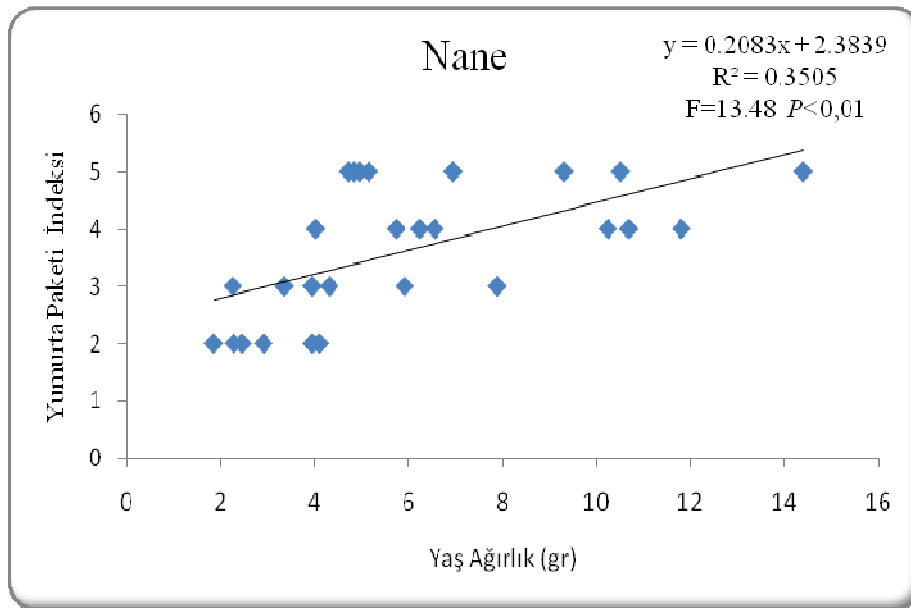
Parametreler	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı ($R_0=R_f/R_i$)
Boy (cm)	0.76	0.05	0.25	0.22
Yaş Ağırlık (gr)		0.67	0.35	0.11
Urlanma (%)			0.55	0.19
Yumurta Paketi				0.19



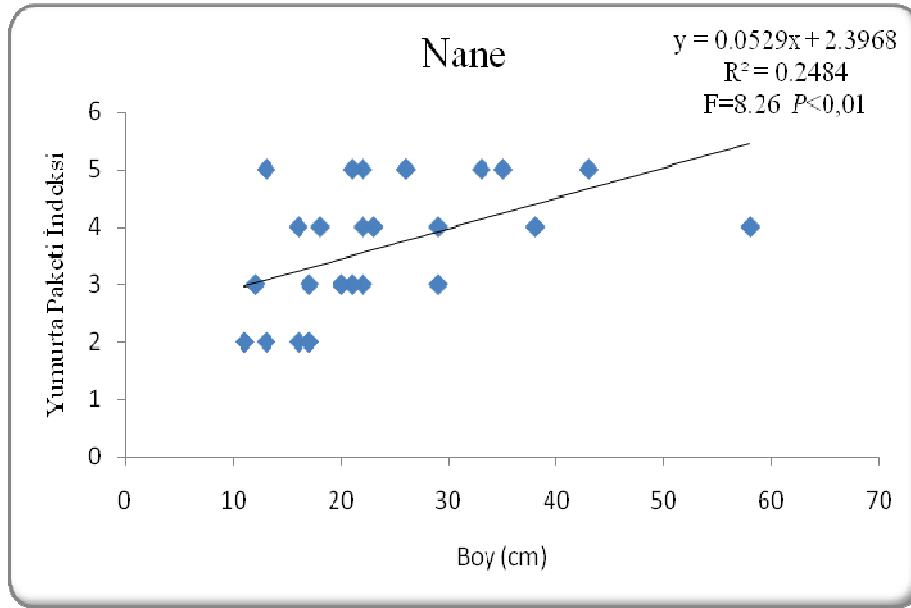
Şekil 4.5. Nane yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu



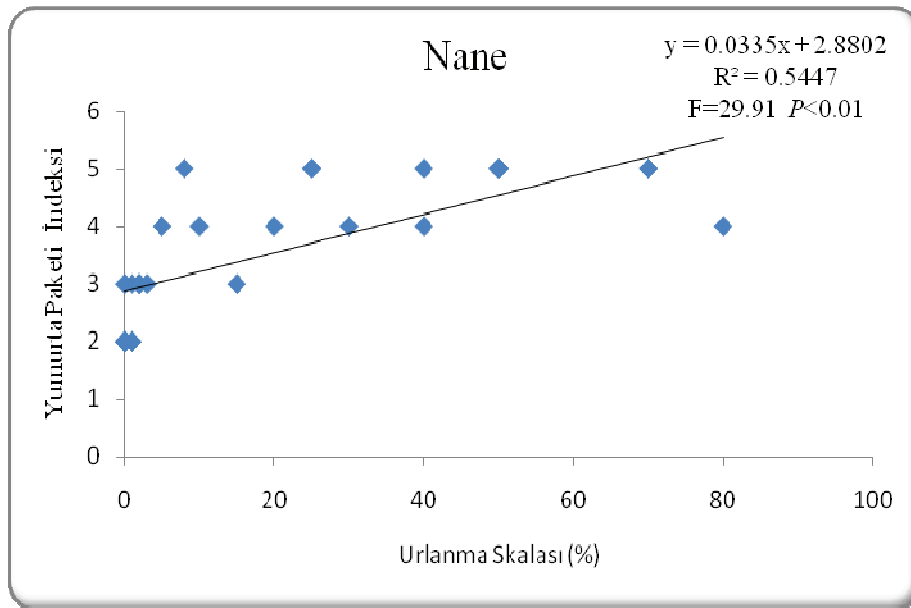
Şekil 4.6. Nane yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile urlanma yüzdesi arasında oluşan regresyon doğrusu



Şekil 4.7. Nane yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yaş ağırlığı ile nematod yumurta paketi indeksi arasında oluşan regresyon doğrusu



Şekil 4.8. Nane yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi sayısı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu



Şekil 4.9. Nane yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi miktarı ile urlanma yüzdesi arasında oluşan regresyon doğrusu

4.2.6.4. Sarımsak Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler

Sarımsak yağı ile muamele edilen test bitkilerinden elde edilen veriler analiz edildiğinde, temel alınan parametreler arasındaki var olması muhtemel iki yönlü bağımlı değişken ilişki doğruları Çizelge 4.9’de gösterilmiş olup, yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan bağlantı hatlarının istatistiki olarak önemsiz olduğu anlaşılmıştır. Başta kontrol (-) grubu bitkilerinde olmak üzere tüm uygulamalarda yaş ağırlıkta görülen artış boylanmada da kaydedilmiştir. Ancak sarımsak için bu durum söz konusu olmamıştır. Bunun nedeni daha önceki bölümlerde bahsedilen sarımsağın fitotoksik etkisinin olduğu düşünülmektedir. Sarımsak yağı muamelesinin olumsuz etkisi bitkinin büyüme ve gelişme dengesini bozduğu/değiştirdiği anlaşılmaktadır. Yapılan benzer bir çalışmada saksı başına 10 ml ve 20 ml olarak 2 ayrı dozda ekstrakt uygulanan domateslerde, nematodun bulaşması baskılanarak, bitki gelişiminin arttığı, ancak sarımsak bitkisinden elde edilen ekstrakt, her 2 dozda da domates bitkisine fitotoksik etki gösterdiği rapor edilmiştir (Mennan ve ark., 2000).

Çizelge 4.9. Sarımsak yağının *Meloidogyne incognita*’ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri ($P>0.05$)

Parametreler	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı ($R_0=R_f/R_i$)
Boy (cm)	0.07	0.06	0.05	0.25
Yaş Ağırlık (gr)		0.02	0.02	0.07
Urlanma (%)			0.14	0.01
Yumurta Paketi				0.00

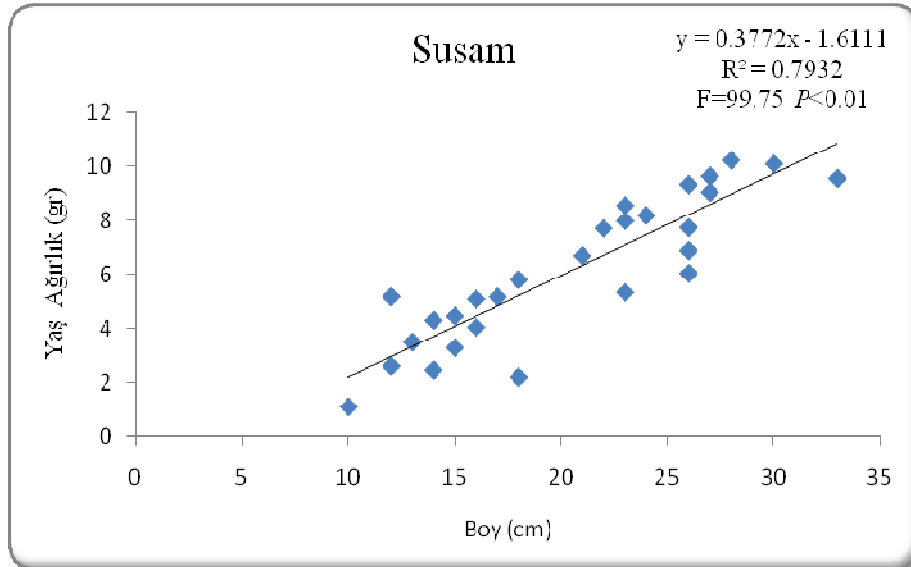
4.2.6.5. Susam Yağı Uygulaması Sonuçları Arasında Görülen Etkileşimler

Susam yağı uygulaması sonrası test bitkilerinden elde edilen veriler analiz edildiğinde bitki boyu ile kök harici yaş ağırlık arasında doğrusal yönde seyreden bir bağlantı doğrusu ortaya çıkmıştır. Bitki boyu ile urlanma, bitki boyu ile yumurta paketi arasında doğrusal olmayan yönde bir bağlantı saptanmıştır. Köklerde tespit edilen urlanma yüzdesi, yumurta paketi sayısı ve üreme oranları arasında doğrusal yönlü bir ilişki saptanmıştır ($P<0.01$). Örneğin şekil 4.11 ve 4.13 incelendiğinde urlanma yüzdesi ile boy uzunluğu arasında, urlanma yüzdesi ile kök harici yaş ağırlık arasında doğrusal olmayan (negatif) bir ilişki tespit edilmiş, buna karşın ortaya çıkan bu doğruların yönü susam dışındaki tüm yağlarda doğrusal yönde (pozitif) olduğu görülmüştür. Bu durum diğer uygulamalarla mukayese edildiğinde Susam yağının parametreler arasındaki bağımlı değişken ilişkilere farklı bir etki yarattığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

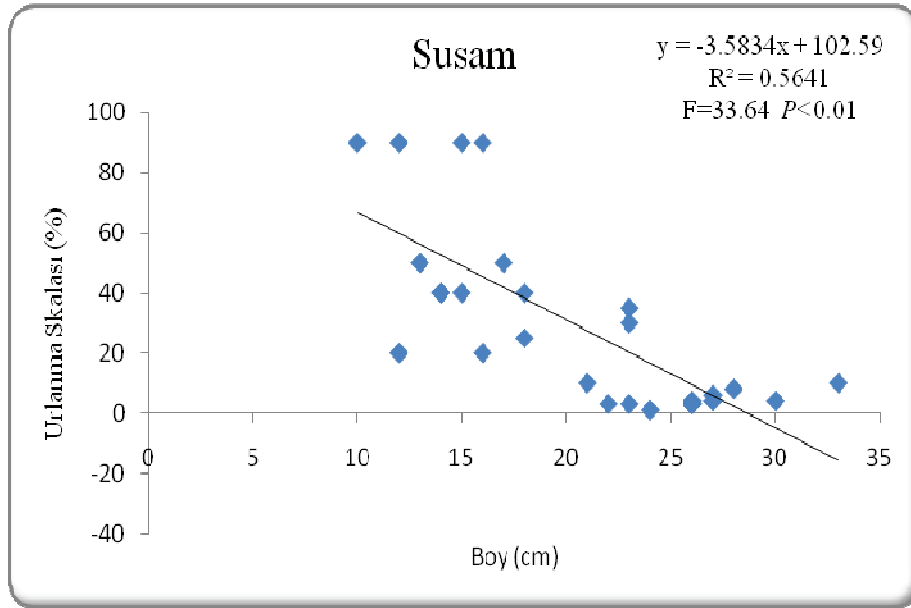
Diğer uygulamaların regresyon hat yönleri pozitif yönde seyir gösterirken, susamda boy-urlanma, boy-yumurta paketi, yaş ağırlık-yumurta paketi, yaş ağırlık-urlanma hatları negatif yönde doğrusal ortaya çıkmıştır. Urlanma oranı ve yumurta paketi miktarı azaldıkça, bitki boy uzunluğu ve kök harici bitki yaş ağırlığında artış olduğu gözlenmiştir. Bu muamele ile ortaya çıkan bu sonucun nedeni, yağın urlanma yüzdesini ve yumurta paketi sayısını kısmen sınırlandırdığı, buna karşın nematod zararına rağmen bitki boyu ve yaş ağırlığındaki artışı engellemediği düşünülmektedir. Urlanma yüzdesi ile üreme oranı bir birliktelik göstermiş, muamele dozlarının etkinliği urlanmanın her kademesinde etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10, Şekil 4.10- 4.15).

Çizelge 4.10. Susam yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates bitkisinde elde edilen boy, yaş ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri ($P>0.05$)

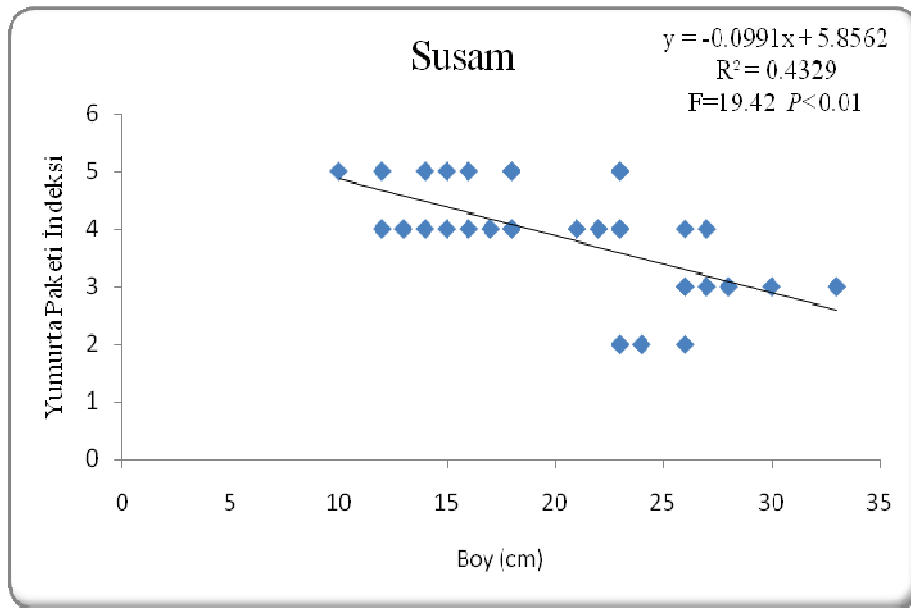
Parametreler	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı ($R_0=R_f/R_i$)
Boy (cm)	0.79	0.56	0.44	0.25
Yaş Ağırlık (gr)		0.59	0.50	0.26
Urlanma (%)			0.53	0.48
Yumurta Paketi				0.35



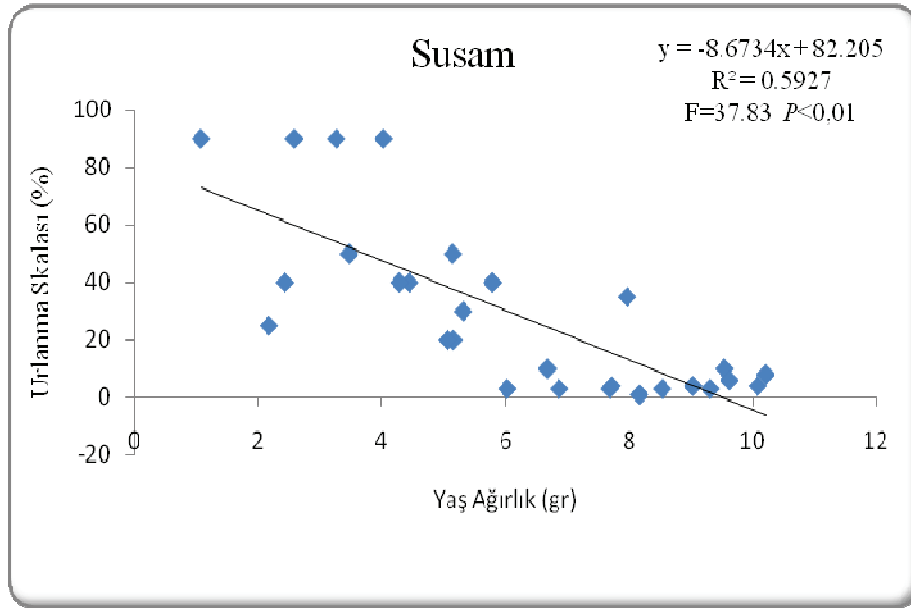
Şekil 4.10. Susam yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırıldığı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu



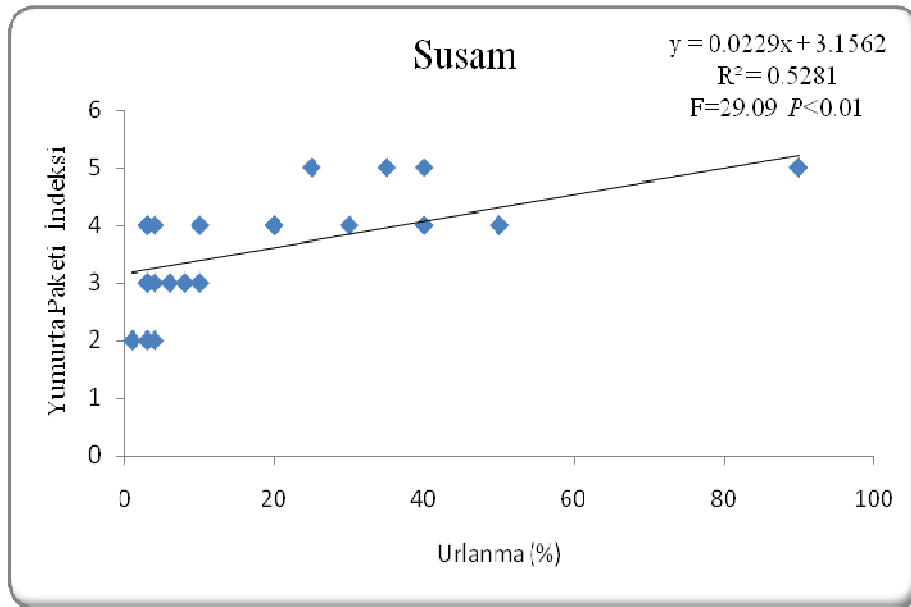
Şekil 4.11. Susam yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen urlanma oranı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu



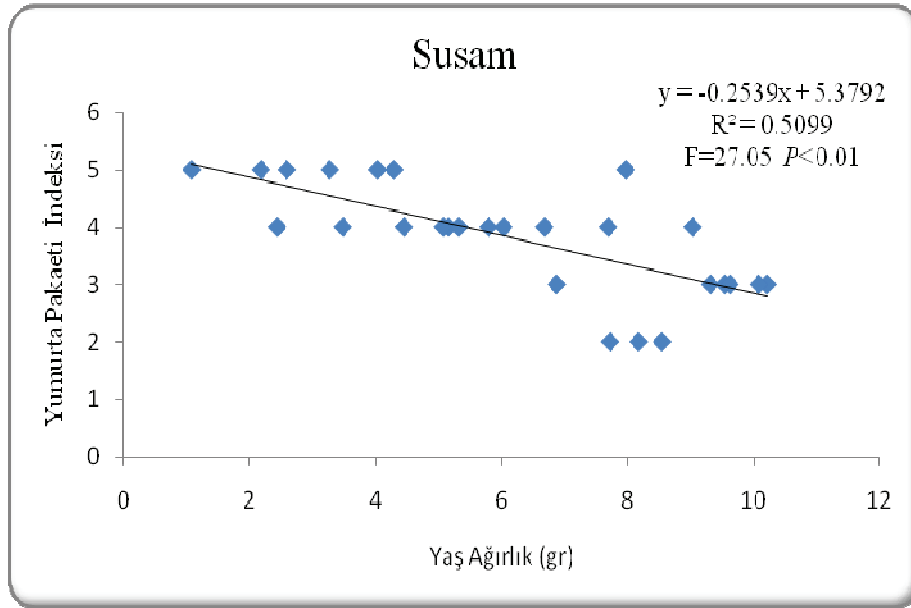
Şekil 4.12. Susam yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi miktarı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu



Şekil 4.13. Susam yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen urlanma oranı ile kök harici bitki yaş ağırlığı arasında oluşan regresyon doğrusu



Şekil 4.14. Susam yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi sayısı ile urlanma oranı arasında oluşan regresyon doğrusu



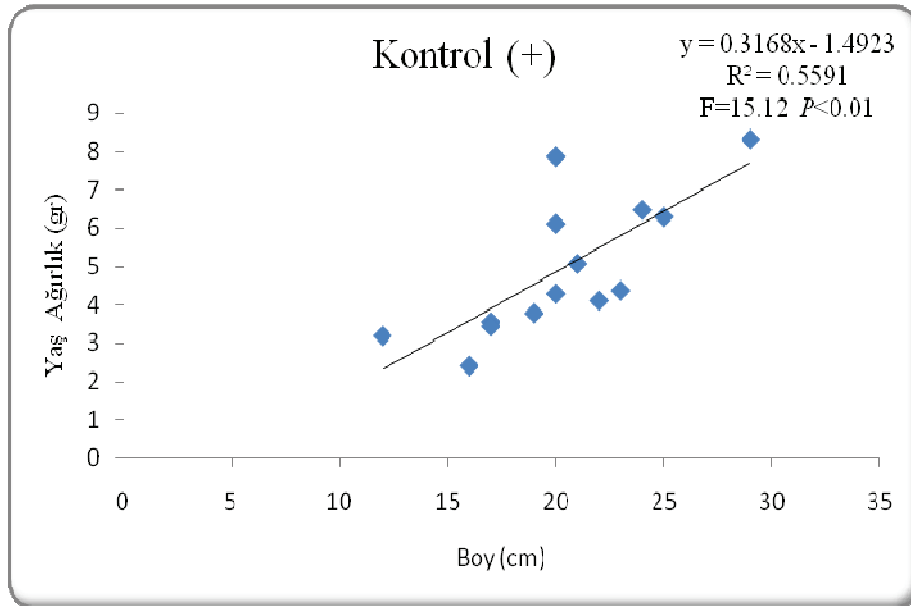
Şekil 4.15. Susam yağının *Meloidogyne incognita*'ya karşı etkisinin araştırılışı uygulamalardaki F-191 domates çeşidinde elde edilen yumurta paketi sayısı ile kök harici bitki yaş ağırlığı arasında oluşan regresyon doğrusu

4.2.6.6. Kontrol (+) Grubu Parametreleri Arasında Görülen Etkileşimler

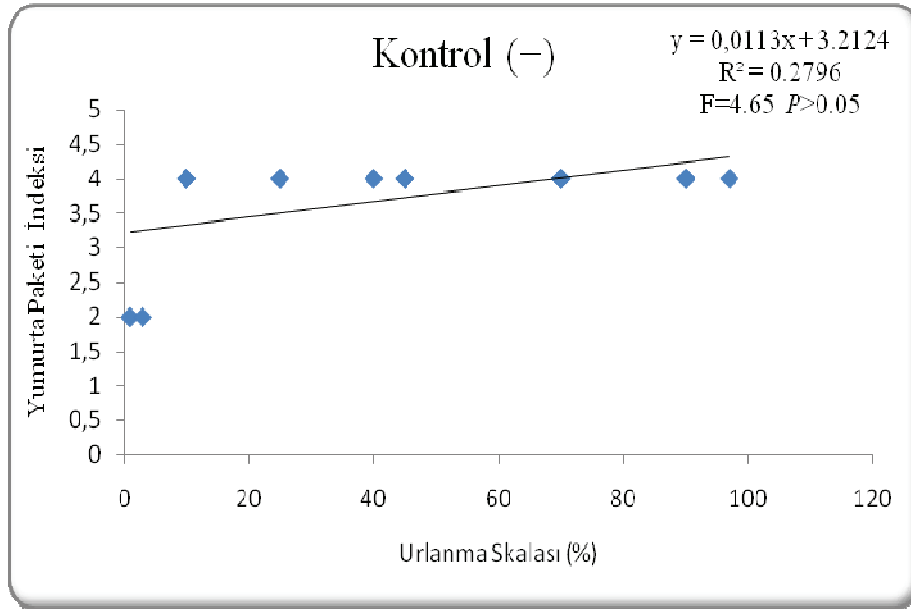
Pozitif kontrol grubu bitkilerinden elde edilen veriler incelendiğinde, yağ uygulamalarına kıyasla parametreler arasında görülen ilişkilerin daha az sayıda olduğu tespit edilmiştir. Bitki boyu 15-25 cm aralığında iken kök harici yaş ağırlığı 2-6 gr arasında değer alırken, urlanma oranı % 0-100 aralığında, yumurta paketi yoğunluğu 11-30 adet arasında değişiklik göstermiştir. Kontrol grubu (+)'de üreme oranı düşük bulunmuştur. Bu durum gösteriyor ki, her iki dozda da inokule edilen II. dönem larvaların büyük çoğunluğunun bitkiyi penetre ettikleri ve köklerde urlanmaya sebep oldukları dolayısıyla üreme oranının düşük seviyede ortaya çıkma nedenin bu olduğu düşünülmektedir. Kontrol (+) de urlanma yüzdesinin diğer uygulamalara nazaran yüksek oranda bulunması bu durumun nedenini destekler ve açıklar mahiyettedir ($P < 0.01$) (Çizelge 4.11, Şekil 4.16 ve 4.17).

Çizelge 4.11. Kontrol (+) uygulamasındaki F-191 çeşidi domates test bitkilerinde görülen bitki boy uzunluğu, yaş ağırlık, urlanma oranı, yumurta paketi sayısı ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda elde edilen R^2 değerleri ($P>0.05$).

Parametreler	Yaş Ağırlık (gr)	Urlanma (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı ($R_0=R_f/R_i$)
Boy (cm)	0.56	0.22	0.07	0.08
Yaş Ağırlık (gr)		0.24	0.05	0.08
Urlanma (%)			0.28	0.11
Yumurta Paketi				0.00



Şekil 4.16. Kontrol + uygulamalarındaki F-191 çeşidi domates test bitkilerinin kök harici bitki yaş ağırlığı ile bitki boy uzunluğu arasında oluşan regresyon doğrusu



Şekil 4.17. Kontrol (+) uygulamalarındaki F-191 çeşidi domates test bitkilerinin görülen yumurta paket sayısı ile urlanma oranı arasında oluşan regresyon doğrusu

4.2.6.7. Kontrol (-) Grubu Parametreleri Arasında Görülen Etkileşimler

Herhangi bir yağ ile muamele edilmemiş ve nematod inokulasyonuna tabi tutulmamış bitkilerden elde edilen veriler analiz edildiğinde, bitki boyu ve yağ ağırlık dışındaki tüm parametreler arasındaki ilişkiler önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kontrol (-) grubundaki F-191 domates bitkilerinde gözlemlenen bitki boy uzunluğu, yağ ağırlık, urlanma yüzdesi, yumurta paketi ve üreme oranı ortalamalarının regresyon analizleri sonucunda oluşan R^2 değerleri ($P > 0.05$)

Parametreler	Yağ Ağırlık (gr)	Urlanma Skalası (%)	Yumurta Paketi İndeksi	Üreme Oranı ($R_0 = R_f / R_i$)
Boy (cm)	0.50	0	0	0
Yağ Ağırlık (gr)		0	0	0
Urlanma (%)			0	0
Yumurta Paketi				0

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sera ve açık alanlarda yetiştirilen sebzelerin en önemli zararlılarından biri kök-ur nematodlarıdır. Dünyada ve Türkiye’de kök-ur nematodlarına karşı mücadelede nematisitler yaygın olarak tercih edilmektedir. Buna karşın kimyasallar insan sağlığı ve doğal çevrenin korunması açısından, beraberinde çeşitli olumsuzluklar taşımaktadır. Bazı kimyasalların ozon tabakasına zararlı olmaları, taban suyuna karışma riski taşımaları, maliyetlerinin yüksek olmaları, ürünlerde kalıntı bırakmaları ve çevrede geri dönüşü olmayan tahribatlara yol açmaları gibi nedenlerden dolayı, kök-ur nematodları ile savaşta alternatif mücadele yöntemlerinin bulunması ve uygulamaya geçirilmesi büyük önem arz etmektedir. Kök-ur nematodları ile savaşta kimyasal mücadeleye alternatif olarak bitkisel kökenli yağların bu zararlılara karşı kullanılması son yıllarda üzerinde önemle durulan ve araştırması yapılan konuların başında gelmektedir.

Bu çalışmada, laboratuvar ve iklim odalarında saksılarda yetiştirilen domates bitkileri üzerinde bitkisel kökenli yağlardan bazıları olan biberiye, nane, kekik, sarımsak ve susam’ın kök-ur nematoduna *M. incognita* karşı etkinliği araştırılmıştır. Saksı başına iki farklı nematod inokulum seviyesi (1000 ve 2000 J₂/saksı) ve iki farklı dozda yağ uygulaması (50 ve 150 µl/saksı) gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan veriler analiz edildiğinde nematodun bitkiye girişi baskılanmış, bitki gelişimin arttığı gözlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yağ uygulamalarının tamamının *M. incognita* popülasyonunun yoğunluklarının vermiş oldukları zararı engellediği görülmüştür. Kekik ve sarımsak uygulaması her iki dozda bitkilerde fark edilebilir bir fitotoksik etki yarattığı görülmüştür. Bu nedenle bitkilerde kök boğazı teması önlenerek bu uygulamalar tekrarlandığında bu etkinin ortadan kalktığı veya en az seviyeye indiği görülmüştür. Ekimden önce veya ekimden sonra yapılacak kekik ve sarımsak uygulamalarının (toprak yüzeyinin buharlaşmayı engelleyici bir örtü ile kapatılması suretiyle) *M. incognita*’ya karşı mücadelede daha etkin sonuçlar ortaya çıkarabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada genel olarak bitkisel yağ uygulamalarının *M. incognita*’nın II. dönem larva sayılarına, nematodun oluşturduğu yumurta kümeleri miktarına, bitki köklerinde oluşan urlanma oranına, domates bitkisinin vejetatif gelişimine (kök harici bitki yaş ağırlığına ve bitki boyuna) karşı etkileri araştırılmıştır.

Bitki köklerinde urlanmaya karşı engelleyici etkilerinin tespiti için muamele edilen bitkisel kökenli yağlar içersinde urlanma oranı baz alındığında kontrol ile (%44.35) karşılaştırıldığında en önemli etkiyi sarımsak (%5.53) ve kekik (%2.82) yağ uygulamaları olmuştur. Diğer bitkisel yağlar biberiye, nane ve susam urlanmaya karşı daha az etkili olup, farklı bir grup oluşturmuşlardır. Bitki köklerinde oluşan yumurta paketlerinin oluşumunu engelleme de en önemli başarı kekik ve sarımsak yağlarında sağlanmıştır. Bu çalışmamızı teyit edecek bir çalışma Elbadri ve ark., (2008) tarafından yürütülmüştür. Aralarında kekik yağının da bulunduğu beş yağ ve on beş bitki özünü laboratuvar ortamında çam odun nematodu olan *Bursaphelenchus xylophilus*’a karşı etkinliğini denemek amacıyla yaptıkları çalışmada kekik uygulamasının nematodu büyük ölçüde kontrol ettiğini görmüşlerdir. Bizim bu çalışmamızda biberiye, nane, susam yağları ile kontrol grubu arasında herhangi bir istatistiksel fark görülmemiştir. Kekik ve sarımsakta üreme oranı diğer uygulamalara nazaran farklı bir şekilde düşük oranda bulunmuştur.

Denemede kullanılan bitkiler bitki boyu ve kök harici bitki yağ ağırlığına göre değerlendirildiğinde, en kısa boylu bitkiler kekik, en uzun boylu bitkiler nane uygulamalarında görülmüştür. En düşük kök harici bitki yağ ağırlığı kekik, en yüksek bitki yağ ağırlığı ise susam yağı uygulamasında gözlenmiştir.

Veriler arasında ortaya çıkan iki yönlü bağlantı hatlarında susam yağı hariç diğer uygulamalar benzer etki göstermiştir. Biberiye, kekik, nane ve kontrol grubu bitkilerinin veriler bazında etkileri boy uzunluğu-kök harici bitki yağ ağırlığı, boy uzunluğu-yumurta paketi sayısı, yağ ağırlık- yumurta paketi sayısı, urlanma yüzdesi-yumurta paketi arasında doğrusal (pozitif) yönde devam eden bir ilişki tespit edilmiş ve bu ilişkilerdeki verilerin artış veya azalış oranlarında görülen paralellikte doğrusal bir birliktelik belirlenmiştir. Susam yağı uygulamasında söz konusu uygulamaların tam tersi (negatif) bir durum saptanmıştır. Bu uygulamada yumurta paketi ve urlanma oranının azalmasına karşın bitkilerdeki vejetatif aksamda (boy, kök harici yağ ağırlık) bir artış gözlenmiştir. Susam yağı ile muamele edilmiş saksı toprağında gelişen bitkilerin vejetatif gelişimi diğer uygulamaların bitkilerine nazaran daha başarılı görülmüştür. Sarımsak yağı uygulaması ve kontrol (-) gurubunda iki yönlü herhangi bir bağlantı tespit edilmemiştir.

Bu çalışmada alınan sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde bitki köklerinde meydana gelen urlanma yüzdesini, yumurta kümesi miktarını ve *M. incognita*'nın popülasyonunu (üreme oranını) azaltmada en yüksek etki kekik ve sarımsak yağı uygulamalarından tespit edilmiştir. Buna karşın kekik yağı uygulaması domates bitkisinin yeşil aksam gelişiminde gösterdiği etki bakımından diğer uygulamalara göre daha düşük seviyede etki göstermiştir. Bitki yeşil aksamında en iyi gelişme ise nane ve susam uygulamalarında saptanmıştır.

Bu çalışma kontrollü şartlarda yapıldığı için muamele edilen bitkisel yağların sera ve açık alanlarda uygulanması durumunda nasıl bir etki yapacağı tam olarak bilinmemektedir. Doğa koşullarında yapılacak çalışmalarda elde edilecek muhtemel sonuçlar, bu çalışmanın sonuçlarını teyit edecek ve aynı zamanda tarım alanlarında önemli bir zararlı olan *M. incognita*'nın kontrolünde önemli bir mesafe alınabilecektir. Ayrıca nematodların konukçuları olan yabancı ot kontrolünde kekik ve sarımsak yağlarının önemli bir nematosit potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Bu bitkisel yağların fitotoksitleri ve toprakta farklı derinliklerde tutunma hareketliliği, dönüşümü, taban suyuna karışabilirliği, toprakta ve bitkide kalıntı bırakma gibi özellikleri araştırıldıktan sonra söz konusu bitkisel kökenli yağların, kök boğazı teması önlenerek şekilde ekimden önce veya en geç ekimden 24 saat sonra 1.15 L hacimdeki toprak için 50 µl dozda sera ve tarla çalışmalarında kullanılmaları durumunda, bu bitkisel yağların nematositlere alternatif oluşturacağı, pratikte daha etkin ve ekonomik avantaj sağlayacağı unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- AGBENİN, N. O., EMECHEBE, A. M., MARLEY, P. S., AKPA, A.D. 2005. Evaluation of nematicidal action of some botanicals on *Meloidogyne incognita* in vivo and in vitro. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, 106:29-39.
- AĞDACI, M. 1978. Güney Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen kabakgillerde (Cucurbitaceae) zarar yapan Kök-ur nematodu türleri (*Meloidogyne* spp)'nin tespiti ile zarar oranları ve yayılışları üzerine araştırmalar. Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülteni, No:47.
- AKYAZI, F. 2008. Tokat İli sebze alanlarında görülen kök-ur nematod türleri (*Meloidogyne* spp)'nin belirlenmesi ve mücadelesinde bazı bitki ekstraktlarının kullanılabilirliği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tokat, 134s.
- ALVAREZ, C.G., TORRES, E, DEVIS, R. 1998. Effect of the incorporation of antagonistic plants on the parasitic activity of the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* in a greenhouse carrot crop. Agronomia Colombiana, 15:137-142.
- ARCHANA S., MAHESHWARI, R.C., DUREJA P., MOJUMDER, V. 2006. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Indian Journal of Nematology, 36:109-114.
- ATIBALENTJA, N., G. R., NOEL, DOMIER, L. L. 2000. Phylogenetic position of the North American isolate of *Pasteuria* that parasitizes the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, as inferred from 16s rDNA sequence analysis. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 50:605-613.
- BARKER, K. R., G.A. PETERSON, WINDHAM, G.L. 1998. Plant and nematode interaction. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- BARKER, K.R., HUSSEY, R. S., KRUSBERG L, R., BIRD G.W., DUNN R, A., FERRIS, H., FERRIS, V.R., FRECKMAN D.W., GABRIEL C.J., GREWAL P.S., MACGUIDWIN A.E., RIDDLE D.L., ROBERTS P.A., SCHMITT D.P. 1994. Plant and soil nematodes societal impact and focus for The Future Journal of Nematology, 26:127-137
- BOERMA, H.R., HUSSEY, R.S. 1992. Breeding plants for resistance to nematodes. Journal of Nematology, 24:242-252
- BRANDS, S. J. 2007. Systema Naturae 2000. Amsterdam, The Netharlands.
- BROWN, S. M., SMART, J.G.C. 1985. Root penetration by *Meloidogyne incognita* juveniles infected with *Bacillus penetrans*. Journal of Nematology 17:123-126.

- CHANNER, A. G., GOWEN, S.R. 1988. Preliminary studies on the potential of *Pasteuria penetrans* to control *Meloidogyne* species. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases. Brighton, Surrey, England: The British Crop Protection Council.
- CHEN, Z. X., DICKSON, D.W. 1998. Review of *Pasteuria penetrans*: Biology, ecology, and biological control potential. Journal of Nematology 30:313-340.
- CHEN, Z. X., D. W., DICKSON, R. MCSORLEY, D. J. MITCHELL, HEWLETT, T.E. 1996. Suppression of *Meloidogyne arenaria* race1 by soil application of endospores of *Pasteuria penetrans*. Journal of Nematology 28:159-168.
- CHITWOOD, B.G. 1949. Root-knot nematodes. I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 16:90-104.
- CHRISTIE, J.R. 1946. Host -parasite relationships of root-knot nematodes, *Heterodera marioni*. II. Some effects of the host on the parasite. Phytopathology 36:340-352.
- CHRISTIE, J.R., ALBIN, F.E. 1944. Host-parasite relationships of the root-knot nematode *Heterodera marioni*. I. The question of races. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 11:31-37.
- COOK, R., EVANS, K. 1987. Resistance and Tolerance. In: Kerry, B.R., Brown, R. H., (ed.). Principles and Practice of Nematode Control in Crop. Academic Press, Australia, pp. 179-220.
- DAVIES, K. G., KERRY, B. R., FLYNN, C.A. 1988. Observations on the pathogenicity of *Pasteuria penetrans*, a parasite of root-knot nematodes. Annals of Applied Biology 112:491-501.
- DICKSON, D.W. 1998. Peanut In K. R. Barker, G. A. Peterson, and G. L. Windham, eds. Plant and nematode interaction. Madison, WI: American Society of Agronomy, pp. 523-566.
- DICKSON, D.W., HEWLETT, T.E. 1988. Horizontal and vertical migration of *Meloidogyne arenaria* in soil columns in the field. Nematopica 18:4-5.
- DICKSON, D. W., OOSTENDORP, M., GIBLIN-DAVIS, R. M., MITCHELL, D.J. 1994. Control of plant-parasitic nematodes by biological antagonists In; D. Rosen, F. D. Bennett, and J. L. Capinera, (eds). Pest management in the subtropics, biological control-A Florida perspective, Andover, Hampshire, UK: Intercept, pp. 575-601.
- EISENBACK, J.D. 1985. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In; J. N. Sasser and C. C. Carter, (eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*, vol. 1. Biology and control. Raleigh: North Carolina State University, pp. 95-112.

- EISENBACK, J. D., TRIANTAPHYLLOU, H.H. 1991. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. In W. R. Nickle, (ed). Manual of Agricultural Nematology: Marcel Decker. New York, pp.191-274.
- EISENBACK, J. D., HIRCCHMANN, H., SASSER, J.N., TRIANTAPHYLLOU, A.C. 1981. A guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), with a pictorial key. Coop Publ. Deps. plant Pathol. and U.S. Agency Int. Dev., Raleigh, Nort Carolina. 48 pp.
- ELBADRI, G., LEE, A. A., PARK, D. W., BIN, J. C., CHOO, Y.N.H., LEE, H. Y. S. M., LIM, T.H. 2008. Nematocidal screening of essential oils and herbal extracts against *Bursaphelenchus xylophilus*. Plant Pathology Journal, 24:178-182.
- ELEKÇIOĞLU, İ.H. 1992. Untersuchungen zum Auftreten and zur Verbreitung phytoparazitaerer Nematoden in den landwirtschaftlichen Hauptkulturen des ostmediterranen Gebietes der Türkei. Plits, 10(5), 120 pp.
- ELEKÇIOĞLU, İ.H., UYGUN, N. 1994. Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes in cash crops in eastern Mediterranean region of Türkiye. Proc. of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union-Kuşadası-Aydın-Türkiye: 409-410.
- ELEKÇIOĞLU, İ.H., OHNESORGE, B., LUNG, G., UYGUN, N. 1994. Plant parasitic nematodes in the East Mediterranean region of Turkey. Nematologia Mediterranea, 22: 59-63.
- ELEKÇIOĞLU, İ.H. 1995. Occurrence of *Pasteuria* bacteria as parasites of plant-parasitic nematodes in the East Mediterranean region of Turkey. Nematologia Mediterranea, 23:213-215.
- ESBENSHADE, P. R., TRIANTAPHYLLOU, A.C. 1985. Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species (Nematoda: Tylenchida). Journal of Nematology 17:6-20.
- ESBENSHADE, P. R., TRIANTAPHYLLOU, A.C. 1990. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. Journal of Nematology 22:10-15.
- FELDMESSER, J., FEDER, W.A. 1955, Techniques inuded in nematocide screening. Proc. Florida State.Hort.Soc.68:108-107.
- FRANKLIN, M. T. 1957. Review of the Genus *Meloidogyne*. Nematologica II Suppl:387-397.
- GHEYSEN, G., VAN DER EYCKEN, W., BARTHELS, N., KARIMI, M., VAN MONTAGU, M. 1996. The exploitation of nematode-responsive plant genes in novel nematode control methods. pestic. sci., 47:95-101.

- GUPTA, R., N. K. SHARMA, M.S., CHARI, G.R. 1990. Nematicidal properties of *Allium sativum*. Botanical pesticides in integrated pest management: Proceedings of National Symposium January 21-22, 1990, Rajahmundry, India 449-454.
- GÜRDEMİR, E., AĞDADI, M. 1975. Güney Anadolu Bölgesi sebze seralarında zarar yapan kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) üzerinde survey çalışmaları. *Ib.*, 15:176-181.
- HIRSCHMANN, H. 1985. The *Meloidogyne* and morphological characters differentiating its species. In J. N. Sasser and C. C. Carter, (eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. 1: Biology and control. Raleigh: North Carolina State university Graphics pp:79-94.
- IBRAHİM, S. K., TRABOULSI, A. F., EL-HAJ, S. 2006. Effect of essential oils and plant extracts on hatching, migration and mortality of *Meloidogyne incognita*. *Phytopathologia Mediterranea*, 43:238-246.
- JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48:692.
- JEPSON, S.B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.
- KARSSSEN, G. 2002. The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Göldi, 1892 (Tylenchida) in Europe. Leiden, The Netherlands: Koninklijke Brill NV.
- KAŞKAVALCI, G., ÖNCÜER, C. 1999. Aydın ilinin yazlık sebze yetiştirilen önemli bölgelerinde bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Tylenchida: Meloidogynidae) türlerinin yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. *Türk Entomoloji Dergisi*, 23:149-160.
- KHAN, A.A. SIDDIQUI, M.A. 2001. Evaluation of nematicidal properties of *Azadirachta indica*, *Tagetes patula*, *Ficus racemosa* and *Nerium indicum* against *Meloidogyne incognita* attacking tomato. *Bionotes* 3: 82.
- KINLOCH R. A., DICKSON, D.W. 1991. Comparison of winter and spring soil fumigation with 1,3-D for the management of *Meloidogyne arenaria* on peanut. *Journal of Nematology* 23:682-685.
- KINLOCH, R.A. 2001. Peanut nematode management. University of Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. Gainesville. 04/04/2003. <<<http://edis.ifas.ufl.edu/NG016>>>.
- MARTIN, G.C. 1958. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in the Federation of Rhodesia and Nyasaland. *Nematologica* 3:332-349.

- MATEEVA, A., IVANOVA, M. 2000. Alternative methods for control of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp International Symposium on Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Disinfection, ISHS Acta Horticulturae 532.
- MENNAN, S., ECEVİT, O. 1996. Bafra ve Çarsamba ovaları yazlık sebze üretim alanlarındaki kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp)'nın biyolojisi yayılımı ve bulaşıklık oranları üzerine araştırmalar. Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 700-705.
- MENNAN, S., ECEVİT, O., MENNAN, H. 2000. Bazı bitki ekstratlarının kök- ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) (Kofoed ve White, 1919)'na nematisid etkilerinin araştırılması, Türkiye Herboloji Dergisi, 3:1-9.
- MINTON, N. A., BAUJARD, P. 1990. Nematode parasites of peanut. In: M. Luc, R. A. Sikora, and J. Bridge, (eds). Plant-parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, Oxon, UK: CAB International pp. 285-320.
- MINTON, N. A., SAYRE, R.M. 1989. Suppressive influence of *Pasteuria penetrans* in Georgia soil on reproduction on *Meloidogyne arenaria*. Journal of Nematology 21:574-575.
- MUKHTAR, K., AHMAD, R., JAVED, N., KHAN, S.H. 1994, Control of root-knot disease of tomato with organic soil amendements. Pakistan Journal of Phytopathology 6:152-154.
- NETSCHER, C., SIKORA, R.A. 1990a. Nematode Parasites on Vegetables. In: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J., (eds). Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. C AB. International, 231-283.
- NETSCHER, C., SIKORA, R.A. 1990b. Nematode parasites of vegetables. Pp. 237-258 in M. Luc, R. A. Sikora, and J. Bridge, eds. Plant-parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.
- OOSTENDORP, M. D., HEWLETT, T. E., DICKSON, D. W., MITCHELL., D.J. 1991. Specific gravity of spores of *Pasteuria penetrans* and extraction of spore-filled nematodes from soil. Journal of Nematology 23:729-732.
- PANDEY, R., KALRA, A., KUMAR, S. 2000. Efficacy of various essential oils in the management of root-knot disease in black henbane. Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants, P.O. CIMAP, Lucknow -226 015, India pp. 263-266.
- PEHLIVAN, E. 1994. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Nematoloji teksir no: 35, Bornova-İzmir, 77s.
- PLOEG, A.T. 2000. Effect of amending soil with *Tagetes patula* cv. Single Gold on *M. incognita* infestation of tomato. Nematology 2:489-493.

- PORTER, D. M., SMITH, D. H., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. 1984. Compendium of peanut disease. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society.
- REDDY, P. P., KHAN, R. M., RAO, CHARI, M. S(ED)., RAMAPRASAD, G. 1993. Management of root knot nematodes infesting papaya by incorporation of some plant leaves. Botanical pesticides in integrated pest management: Proceedings of national Symposium (January 21-22 1990) Central Tobacco Research Institute, Rajahmundry. p.421-423.
- RICH, J. R., OLSON, S.M. 1999. Utility of *Mi*-gene resistance in tomato to manage *Meloidogyne javanica* in North Florida. Supplement to the Journal of Nematology 31:715-718.
- ROBERTS, P.A. 1992. Current status of the availability, development, and use of host plant resistance to nematodes. Journal of Nematology 24:213–227
- ROTHAMSTED RESEARCH CENTER, PCN Control Group, Nematode Interaction Unit, Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ, UK.
<< <http://www.rothamsted.ac.uk/ppi/pcncontrol/mellifecycle.htm> , 2009 >>
- SASSER J. N., CARTER, C.C. 1982. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.): Identification, morphological and physiological variation, host range, ecology and control. In R. D. Riggs, (ed). Nematology in the Southern Region of the United States. Bulletin 276. Arkansas Agricultural Experimental Station, Fayetteville pp. 21-32.
- SASSER, J. N. 1972. Physiological variation in the genus *Meloidogyne* as determined by differential hosts. OEPP/EPPPO Bulletin 6:41-48.
- SASSER, J. N. 1987. A perspective on nematode problems worldwide. In: Saxena, M.C. Sikora, R.A. and Srivastava, J.P. (eds). Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in temperate semi-arid regions. ICARDA, Syria pp.1-12.
- SAS INSTITUTE INC. (1989). SAS / STAT R User's Guide, Version 6, 4th Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SIJMONS, P. C., ATKINSON, H.J., WYSS, U. 1994. Parasitic strategies of root nematodes and associated host cell responses. Annual Review of Phytopathology. 32:235–259.
- SIDDIQI, M. R. 2000. Tylenchida Parasites of Plants and Insects. CABI Publishing. CAB International, Wallingford, UK. 2 nd. Edition, 805.pp.
- SIDDIQUI, I. A., SHAUKAT, S. S., ZARINA, A. 2005. Suppression of *Meloidogyne javanica*, the root-knot nematode by some asteraceous plants in Pakistan. International Journal of Biology and Biotechnology, 2:409-413.

- SÖĞÜT M. A., ELEKÇİOĞLU, İ.H. 2000. Akdeniz Bölgesi'nde sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata: Heteroderidae) türlerinin ırklarının belirlenmesi. Türk Entomoloji Dergisi, 24:33-40.
- SÖĞÜT, M. A., ELEKÇİOĞLU, İ.H. 2005. Methyl bromide alternatives for controlling *Meloidogyne incognita* in pepper cultivars in Eastern Mediterranean Region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 31:31-40.
- STIRLING, G.R. 1991. Biological control of plant-parasitic nematodes: Progress, problems and prospects. Wallingford, UK: CAB International.
- SUKUL, N.C., DAS, P. K., DE, G. C. 1974. Nematicidal action of some edible crops. Nematologica 20:187-191.
- TAYLOR, A. L., SASSER, J.N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Cooperative Publication of the Department of Plant Pathology, North Carolina State University, and U. S. Agency for International Development. North Carolina State University Graphics, Raleigh, NC.
- TAYLOR, A. L., SASSER, J. N., NELSON, L.A. 1982. Relationships of climate and soil characteristics to geographical distribution of *Meloidogyne* species in agricultural soils. A cooperative publication of the Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the United States Agency for International Development, Raleigh: North Carolina State University Graphics.
- THORNE, G. 1961. Principles of Nematology. New York: McGraw-Hill.
- TYTGAT, T., MEUTTER, J.D., GHEYSEN, G., COOMANS, A. 2000. Sedentary endoparasitic nematodes as a model for other plant parasitic nematodes. Nematology, 2:113-121.
- TZORTZAKAKIS, E.A., BLOK, V.C., PHILLIPS, M.S., TRUDGILL, D.L. 1999. Variation in root-knot nematode (*meloidogyne* spp.) in crete in relation to control with resistant tomato and pepper. Nematology, 1:499-506.
- USDA, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE
<< <http://www.ars.usda.gov/IS/pr/2004/040623.htm> , 2009 >>
- VRAIN, T.C. 1999. Engineering Natural and Synthetic Resistance for Nematode Management. Journal of Nematology 31:424-436.
- WILLIAMSON, V. M., HUSSEY, R.S. 1996. Nematode pathogenesis and resistance in plants. Plant Cell 8:1735-1745.
- XIUJUAN, Y., YUXIAN, H., XUESONG, L. 2004. Inhibitory and nematicidal effect of plant extracts on *Meloidogyne incognita*. Fujian Journal of Agricultural Sciences 19:78-81.

- XU, J., NARABU, T., MIZUKUBO, T., HIBI, T. 2000. A molecular marker correlated with selected virulence against the tomato resistance gene *Mi* in *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, and *M. arenaria*. *Phytopathology* 91:377–382.
- YOUNG, L. D. 1992. Problems and strategies associated with long-term use of nematode resistant cultivars. *journal of nematology* 24:228–233.
- YÜKSEL, H. 1974. Kök ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye’deki durumu ve bunların populasyon problemleri üzerine düşünceler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5:83-105.
- ZECK, W.M. 1971. A rating scheme for field evaluation of Root-knot nematode infestation. *Pflanzenschutz Nachrichten, Bayer*. Published by Farbenfabriken Ag. Leverkusen, 10:141-144.

ÖZGEÇMİŞ

M. Masum YARBA, 1980 yılında doğdu. Malatya Ziraat Meslek Lisesinden 1999 yılında mezun oldu. Devlet Memurluk Sınavında Türkiye derecesi ile Kahramanmaraş Tarım İl Müdürlüğünde ziraat teknisyeni olarak memuriyet hayatına başladı. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim (Bitki Koruma) Programını 2006 yılında birincilikle bitirdi ve ardından Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Kamu Yönetimi Bölümünü ikinci lisans olarak tamamladı. Şanlıurfa Tarım Müdürlüğünde ziraat mühendisi olarak bir süre çalışan Yarba halen Antalya Zirai Karantina Müdürlüğünde çalışma hayatına devam etmektedir.