

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖRTÜ ALTI DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE
Mi-1 VİRÜLENT KÖK-UR NEMATODLARINA KARŞI
MÜCADELE YÖNTEMLERİNİN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mustafa ÇATALKAYA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

2017

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖRTÜ ALTI DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE
MI-1 VİRÜLENT KÖK-UR NEMATODLARINA KARŞI
MÜCADELE YÖNTEMLERİNİN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mustafa ÇATALKAYA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

Bu tez 27/03/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Zübeyir DEVRAN

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Yrd. Doç. Dr. Utku YÜKSELBABA

ÖZET

ÖRTÜ ALTI DOMATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE Mi-1 VIRÜLENT KÖK-UR NEMATODLARINA KARŞI MÜCADELE YÖNTEMLERİNİN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa ÇATALKAYA

Yüksek Lisans Tezi Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Zübeyir DEVRAN

Mart 2017, 81 sayfa

Domates, dünyada yetiştirilen en önemli sebzelerden biridir. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) domateste önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle kök-ur nematodlarına karşı solarizasyon, kimyasal ilaçlar ve dayanıklı çeşitler gibi farklı mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Bununla birlikte, *Mi-1* geni taşıyan domates çeşitlerinin kullanımı *Mi-1* virülene kök-ur nematod popülasyonları tarafından sınırlandırılmaktadır.

Bu çalışmada, *Mi-1* virülene *M. incognita* popülasyonu ile bulaşık bir serada bu nematoda karşı solarizasyonun, heterozigot ve homozigot dayanıklı domates çeşitlerinin ve Flocter WP 5 + Velum SC 400 preparatlarının etkinlikleri araştırılmıştır. Öncelikle serada 2015 yılı Haziran-Ağustos aylarında 6 hafta süreyle solarizasyon yapılmıştır. Daha sonra; hassas, heterozigot ve homozigot dayanıklı domates çeşitlerine ait fideler seraya dikilmiştir. Fidelerin dikiminden sonra sera alanı; iki adet kimyasal + biyolojik uygulama bölümü ve bir adet kontrol bölümü olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. 1. bölümde, Flocter WP 5 + Velum SC 400 preparatları bitkilerin dikim döneminde, 2. bölümde ise aynı preparatlar toprakta ikinci dönem larva popülasyonu artmaya başladığında uygulanmıştır. 3. bölümde (kontrol) ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

Mi-1 virülene *M. incognita* ikinci dönem larva popülasyonunun takibi için, 24.08.2015'den 31.05.2016 tarihine kadar 10'ar gün aralıklarla seradan 27 kez toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerden ikinci dönem larvalar elde edilmiş ve mikroskop altında sayılmıştır. Bitkilerin kök ırlanma indekslerini belirlemek için 16.04.2016 ve 31.05.2016 tarihlerinde bitki sökümü yapılmıştır. Ayrıca yapılan uygulamaların, çeşitlerin verimine olan etkileri belirlenmiştir.

İkinci dönem larvalar solarizasyondan iki ay sonra 24.10.2015 tarihinde tespit edilmiştir. Tüm uygulamalar kendi içinde ayrı olarak değerlendirilmiştir. Üç domates çeşidinin ikinci dönem larva yoğunluk eğrileri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır. Ancak bölümler arasında karşılaştırma yapıldığında; üretim sezonu boyunca en düşük ikinci dönem larva yoğunluğu 2. bölümde daha sonra 1. bölümde tespit edilmiş olup, en yüksek ise kontrol bölümünde belirlenmiştir. Toprak sıcaklığının düştüğü kış aylarında ikinci dönem larva yoğunluğu inişli-çıkışlı bir gelişim göstermiş, mart ayından itibaren her örnek alımında artmıştır.

Hassas, heterozigot ve homozigot dayanıklı domates çeşitlerinin ur indeksleri iki ayrı söküm döneminde değerlendirilmiştir. Aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümündeki

çeşitlerin ur indeksleri arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ancak Flocter WP 5 + Velum SC 400'ün farklı zamanlarda uygulanması bitki köklerindeki uranmaları kontrole göre azaltmıştır. İlk bitki sökümünde, 1. ve 2. bölümler arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ancak ikinci bitki sökümünde, 2. bölümdeki domates çeşitlerinde 1. bölümdeki domates çeşitlerine göre daha az ur oluştuğu tespit edilmiştir.

Denemede kullanılan domates çeşitleri farklı olduğundan verim değerleri çeşitlerin kendi içerisinde karşılaştırılmıştır. 1. ve 2. bölümdeki domates çeşitlerinin verim değerleri kontrol bölümüne göre yüksek bulunmuştur. 2. bölümdeki hassas ve heterozigot dayanıklı domates çeşitlerinin verimleri, 1. bölümünden yüksek olmuştur. Ancak, 1. ve 2. bölümdeki homozigot dayanıklı çeşidin verim değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir.

Son yıllarda, *Mi-1* virulent popülasyonları domates yetiştirilen alanlarda artmaktadır. Bu nedenle, çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar bu popülasyonlara karşı mücadele uygulamaları için yeni bilgiler sunabilecektir.

ANAHTAR KELİMELEER: Domates, *Mi-1* geni, *Mi-1* virulent populasyon, mücadele.

JÜRİ: Doç. Dr. Zübeyir DEVRAN (Danışman)
Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI
Yrd. Doç. Dr. Utku YÜKSELBABA

ABSTRACT

INVESTIGATION OF EFFICIENCY OF MANAGEMENT METHODS AGAINST *MI-1* VIRULENT ROOT-KNOT NEMATODES IN PROTECTED TOMATO GROWING

Mustafa ÇATALKAYA

MSc Thesis in Department of Plant Protection
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN
March 2017, 81 pages

Tomato is one of the most important vegetables grown through worldwide. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) cause seriously yield losses in tomato. Therefore, different management methods such as solarisation, chemicals and resistant varieties are used against root-knot nematodes. However, the use of tomato varieties carrying *Mi-1* gene are restricted by *Mi-1* virulent root-knot nematode populations.

In the present study, efficiencies of soil solarisation, heterozygous and homozygous resistant tomato varieties and Flocter WP 5 + Velum SC 400 preparats were examined against these nematodes in greenhouse infected with populations of *Mi-1* virulent *M. incognita*. Primarily, soil solarisation was carried out from June to August for six weeks in 2015. After that; susceptible, heterozygous and homozygous resistant tomato seedlings were planted in the soil. Greenhouse was divided into three fields including two chemical + biological applications and one control after seedling planting. 1st field, Flocter WP 5 + Velum SC 400 were applied just before and after planting. 2nd field, Flocter WP 5 + Velum SC 400 were performed to soil when the population of second-stage juvenile started to increase in soil. 3rd field (control field), no application was carried out.

Soil samples were periodically taken every 10 days (27 times) from 24.08.2015 to 31.05.2016 for monitoring population of *Mi-1* virulent *M. incognita* second-stage juvenile. Second-stage juveniles from these samples were obtained and counted under microscope. The plants were harvested on 16.04.2016 and on 31.05.2016, respectively. Then, gall indexes of plant roots were evaluated. Also, efficiencies of applications on yield of tomato varieties were performed.

Second-stage juveniles were detected in the soil two months after the solarisation (24.10.2015). All applications were separately evaluated among each other. Density curves of second-stage juvenile population of three tomato varieties were statistically not different from each other. But, when comparing the fields, the lowest second-stage juvenile population density curves were detected in the 2nd field, after that 1st field and the highest second-stage juvenile population density curve was detected in the 3rd field during growing season. Second-stage juvenile population densities in soil were up and down though winter because of low soil temperature. However, second-stage juvenile population densities constantly increased in every sampling from March.

Gall indexes on roots of susceptible, heterozygous and homozygous resistant tomato varieties were evaluated in two separate harvest periods. Gall indexes on plant roots were not different among susceptible, homozygous resistant and heterozygous resistant tomatoes planted in the same field. But, Flocter WP 5 + Velum SC 400 which were applied in different periods decreased galls on roots compared to plants in the control field. In the first harvest time, there wasn't a difference between the 1st and the 2nd fields. But in the second harvest, galls on root of plants in the 2nd field were lower than plants in the 1st field.

Since tomato varieties used in the experiment were different, yields were separately evaluated for every variety. The yields of tomato varieties planted in the 1st and 2nd fields were higher than the 3rd field. Yields of susceptible and heterozygous resistant tomato varieties planted in the 2nd field were higher than the 1st field. But, yields of homozygous resistant varieties grown in the 1st and 2nd fields were not statistically different from each other.

Recently, *Mi-1* virulent populations have increased in tomato growing fields. Therefore, our findings would present new information for management practices against the populations.

KEY WORDS: Tomato, *Mi-1* gene, *Mi-1* virulent population, management.

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN (Supervisor)
Prof. Dr. Galip KAŞKAVALLI
Assist. Prof. Dr. Utku YÜKSELBABA

ÖNSÖZ

Bu çalışma, örtü altı domates yetiştiriciliğinde önemli zararlanmalara ve verim kayıplarına neden olan *Mi-1* virüsent *Meloidogyne incognita* popülasyonuna karşı solarizasyon, dayanıklı çeşit ve pestisit kullanımının etkinlikleri araştırılmıştır.

Yüksek Lisans programı süresince tezimin hazırlanmasının her aşamasında tecrübe, bilgi ve desteğini esirgemeyerek bana yol gösteren ve teşvik eden değerli danışmanım Doç. Dr. Zübeyir DEVRAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezimin analiz ve yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Tevfik ÖZALP'e ve Ziraat Yüksek Mühendisi İbrahim MISTANOĞLU'na çok teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmamda yardımlarını eksik etmeyen Ziraat Mühendisi Serap ÖÇAL ve Ziraat Yüksek Mühendisi Elvan SERT ÇELİK'e,

Tezimin savunulmasındaki katkılarından dolayı değerli jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI'ya, Sayın Yrd. Doç. Dr. Utku YÜKSELBABA'ya,

Araştırma serasının kiralanması, üretim giderleri ve işçilik masraflarını karşılayan Bayer Türk Kimya Ltd. Şti. firmasına ve domates bitkilerini sağlayan Multi Tohum firmasına,

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi tüm konularda yanımda olduklarını hissettiğim aileme teşekkür ederim. Ayrıca, hayatıma girdiği andan itibaren desteğini daima hissettiren sevgili eşim Irmak ÇATALKAYA'ya en içten duygularıyla müteşekkirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	4
2.1. Kök-ur Nematodlarının Biyolojisi ve Zararı	4
2.2. Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıkları	4
2.2.1. Kök-ur nematodlarının dünyadaki yaygınlıkları	4
2.2.2. Kök-ur nematodlarının Türkiye’deki yaygınlıkları.....	5
2.3. Virü lent Kök-ur Nematod Popülasyonları	7
2.4. Kök-ur Nematodları İle Mücadele	9
2.4.1. Fiziksel mücadele	9
2.4.1.1. Solarizasyon.....	9
2.4.2. Kimyasal mücadele	10
2.4.3. Biyolojik mücadele	12
2.4.4. Kültürel önlemler	13
2.4.4.1. Dayanı klı çeşit kullanımı	13
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Materyal	15
3.2. Metot	16
3.2.1. Araştırma serasının belirlenmesi	16
3.2.1.1. Bitkilerin ırlanma indekslerinin incelenmesi	16
3.2.1.2. Kök-ur nematodu popülasyon yoğunluklarının belirlenmesi	16
3.2.2. Sera toprağının Analizi.....	18
3.2.3. Kök-ur nematod popülasyonunun saf kültürünün oluşturulması	18
3.2.4. Kök-ur nematod popülasyonunun virü lensliğinin belirlenmesi	19
3.2.5. Kök-ur nematod popülasyonunun moleküler tanımlanması	20
3.2.5.1. DNA izolasyonu	20
3.2.5.2. PCR çalışması	20
3.2.6. Deneme serasında bitkilerin dikimi öncesi yapılan işlemler	21
3.2.6.1. Toprak hazırlığı ve damlama sulama sisteminin tesisi	21
3.2.6.2. Solarizasyon uygulaması	22
3.2.6.3. Solarizasyon uygulaması sonunda topraktaki ikinci dönem kök-ur nematodu (J ₂) popülasyonun analizi	23
3.2.7. Deneme serasında bitkilerin dikimi sonrası yapılan işlemler.....	24
3.2.7.1. Bitki dikim planlaması	24
3.2.7.2. Kimyasal ve biyolojik preparat uygulamaları.....	25
3.2.7.3. Üretim sezonu boyunca domates bitkilerinin bakımı	26
3.2.7.4. Sera toprağının ve hava sıcaklığının ölçülmesi	27
3.2.7.5. Üretim sezonu boyunca toprakta kök-ur nematodu popülasyonunun takibi.....	27
3.2.7.6. Bitki köklerinin incelenmesi	27

3.2.7.7. Verim analizi.....	28
3.2.7.8. Verilerin analizi	29
4. BULGULAR.....	30
4.1 Araştırma Serasının Belirlenmesi.....	30
4.1.1. Bitkilerin urlanma indekslerinin sonuçları	30
4.1.2. Kök-ur nematodu popülasyon yoğunlukları.....	31
4.2. Sera Toprağının Analiz Değerleri	31
4.3. Kök-ur Nematod Popülasyonunun Virülensliğinin Belirlenmesi	32
4.4. Kök-ur Nematod Popülasyonun Türü	33
4.5. Sera Toprağının ve Ortam Sıcaklığının Ölçümü	33
4.6. Solarizasyon Uygulaması	34
4.7. Üretim Sezonu Boyunca Toprakta Kök-ur Nematodu Popülasyonunun Takibi ..	34
4.7.1. <i>Mi-1</i> virulent <i>M. incognita</i> popülasyonun dalgalanma eğrileri	34
4.7.2. Domates çeşitlerinin kendi aralarında ve uygulamalara göre toplam J ₂ sayısı bakımından karşılaştırılması	40
4.7.3. Domates çeşitlerinin her birinin uygulamalara göre toplam J ₂ sayısı bakımından karşılaştırılması	40
4.7.4. Kök-ur Nematodu J ₂ yoğunluğunun domates çeşitlerine göre kümelenmesi	41
4.8. Bitki Köklerindeki Ulanmaların Değerlendirilmesi.....	42
4.8.1. Domates çeşitlerinin urlanma indeksleri	42
4.8.2. Uygulamaların urlanma indeksine etkisi.....	43
4.8.3. Domates çeşitlerinin kendi aralarında ve uygulamalara göre urlanma indeksleri bakımından karşılaştırılması	44
4.8.4. Domates çeşitlerinin her birinin uygulamalara göre urlanma indekslerinin karşılaştırılması	44
4.8.5. Bitki sökümlerinin urlama indeksleri arasındaki farklılığın araştırılması ..	45
4.8.6. Domates çeşitlerinin bölgelere göre urlanma indeksinin araştırılması	46
4.8.7. Uygulamaların bantlara göre urlanma indeksinin araştırılması	47
4.8.8. Uygulamaların bölgelere göre urlanma indeksinin araştırılması	48
4.9. Verim Analizi	49
5. TARTIŞMA	50
6. SONUÇ	59
7. KAYNAKLAR	61
8. EKLER.....	74
Ek-1: Üretim Sezonu Boyunca Kullanılan Bitki Koruma Ürünleri	74
Ek-2: Üretim Sezonu Boyunca Günlük Elde Edilen Ortam ve Toprak Sıcaklıkları	75
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
da	Dekar
cm	Santimetre
°C	Santigrat derece
ha	Hektar
kg	Kilogram
l	Litre
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
ng	Nanogram
µM	Mikromolar
mM	Milimolar
sn	Saniye
dak	Dakika
ppm	Parts per million

Kısaltmalar

R _f	Üreme oranı
P _f	Bitiş popülasyonu
P _i	Başlangıç popülasyonu
J ₂	İkinci dönem larva
R	Dayanıklılık geni
Avr	Avirülenslik geni
NBS	Nucleotide-binding-site
LRR	Leucine-rich-repeat
RNA	Ribonucleic acid
K	Kuzey
D	Doğu
SC	Süspansiyon konsantre
WP	Islanabilir toz
DNA	Deoxyribonucleic acid
PCR	Polymerase chain reaction
dNTP	Deoxynucleotide triphosphate
MgCl ₂	Magnezyumklorür
pH	Power of hydrogen
EC	Electrical conductivity

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. a) Deneme serası, b) Nematoloji Laboratuvarı, c) Nematoloji iklim odası	15
Şekil 3.2. a) Toprak örneği alım yöntemi, b) Toprak örneğinin sonda ile alımı, c) Sonda ile elde edilen toprak, d) Toprak örneklerinin strafor kolilerde muhafazası.....	17
Şekil 3.3. a) Toprak örneklerinin hassas terazide tartımı, b) Toprak örneklerinin petrilere aktarılması, c) Örneklerin petrilere bekletilmesi, d) Kök-ur nematodlarının sayılması.....	18
Şekil 3.4. a) Yumurta paketinin eldesi, b) Yumurta paketinin binoküler altında incelenmesi, c) Yumurta paketinin bitkiye inokulasyonu	19
Şekil 3.5. a) Kök-ur nematodu larvalarının inokulasyonu, b) İncelenmek üzere bitki köklerinin kesilmesi, c) Bitki köklerinin topraklarından arındırılması, d) Köklerin ur ve yumurta paketlerinin sayılması	19
Şekil 3.6. a) Seranın deneme planı, b) Dikim bandı ebatları ve domates dikim aralıkları	21
Şekil 3.7. a) Bitkilerin iki tarafına çekilen basınç ayarlı damlama sulama sistemi, b) Ana borudan çıkan damlama borularına konulan anahtarlar	22
Şekil 3.8. a) Plastik örtünün deneme alanına çekilmesi, b) Toprak yüzeyine serilen 20 µ kalınlığındaki plastik örtü, c) Plastik örtünün direkler arasında kalan kısmının madallarla tutturulması, d) Seranın kenar kısımlarındaki plastik örtünün toprak altına gömülmesi, e) Seranın kenarlarına çekilen plastik örtü, f) Damlama sulama sistemi ile toprağın tüm yüzeyinin sulanması	23
Şekil 3.9. a) Bitki dikim planlaması, b) Bitki dikim çukurlarının açılması, c) Bitkilerin dikilmesi	24
Şekil 3.10. a) Denemesi yapılacak ilacın dozunun ayarlanması, b) İlaçlama tankında ilacın hazırlanması, c) İlaçlama tankından seraya giden ana boruya ilacın verilmesi, d) Damlama sulama yöntemi ile ilacın bitki köküne uygulanması	25
Şekil 3.11. İlaç uygulama planı.....	26
Şekil 3.12 İklim ölçüm cihazı	27
Şekil 3.13. a) Sökümü yapılacak domates bitkisi, b) Bitki kökünün gövdesinden makas ile ayrılması, c) Bitki kökünün kürek yardımıyla topraktan çıkartılması.....	28

Şekil 3.14. a) Verimi alınacak kurdela ile belirli domates bitkisi, b) Seradan domates meyvelerinin toplanması, c) Domateslerin tartılması	28
Şekil 4.1. Seyran F1 domates çeşidine ait urlu kökler	31
Şekil 4.2. Seradaki kök-ur nematodu J ₂ popülasyon yoğunluğu.....	31
Şekil 4.3. <i>Meloidogyne incognita</i> türüne özel Inc-K14F ve Inc-K14R primerleri ile elde edilen PCR ürünleri. M: Moleküler markör (100 bp DNA ladder, ABM), G2: <i>M. incognita</i> , AKS2: <i>M. javanica</i> , K18: <i>M. areanaria</i>	33
Şekil 4.4. Kontrol bölümünde bulunan domates çeşitlerinin topraklarındaki <i>Mi-1</i> virulent <i>M. incognita</i> J ₂ yoğunluğunun dalgalanma eğrileri	36
Şekil 4.5. 1. ilaç uygulama bölümünde bulunan domates çeşitlerinin topraklarındaki <i>Mi-1</i> virulent <i>M. incognita</i> J ₂ yoğunluğunun dalgalanma eğrileri.....	37
Şekil 4.6. 2. ilaç uygulama bölümünde bulunan domates çeşitlerinin topraklarındaki <i>Mi-1</i> virulent <i>M. incognita</i> J ₂ yoğunluğunun dalgalanma eğrileri.....	38
Şekil 4.7. İlaç uygulama ve kontrol bölümünde bulunan domates çeşitlerinin topraklarındaki <i>Mi-1</i> virulent <i>M. incognita</i> J ₂ yoğunluğunun dalgalanma eğrileri.....	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Velum Prime SC 400 kullanıldığı bitki ve zararlılar	15
Çizelge 3.2. Flocter WP 5 kullanıldığı bitki ve zararlılar	16
Çizelge 3.3. Kök-ur Nematodlarının moleküler tanılanmasında kullanılan primerler....	21
Çizelge 4.1. Seyran F1 domates çeşidine ait bitkilerin köklerindeki urlanma indeksleri	32
Çizelge 4.2. Deneme serası toprak analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.3. Kök-ur nematodu popülasyonlarının hassas Tueza F1 ve heterozigot dayanıklı Seval F1 domates çeşitlerinde oluşturdukları ur ve yumurta kümesi skala değeri ve J ₂ üreme oranları.....	32
Çizelge 4.4. Sera toprağının ve ortam sıcaklığının aylara göre değerleri	34
Çizelge 4.5. Domates çeşitlerinin kendi aralarında ve uygulamalara göre toplam J ₂ sayısı bakımından karşılaştırılması	37
Çizelge 4.6. Domates çeşitlerinin her birinin uygulamalara göre toplam J ₂ sayısı bakımından karşılaştırılması	38
Çizelge 4.7. Tueza F1 domates çeşidinin dikili olduğu parsellerdeki <i>M. incognita</i> J ₂ popülasyonunun kümelenmesi.....	38
Çizelge 4.8. Seval F1 domates çeşidinin dikili olduğu parsellerdeki <i>M. incognita</i> J ₂ popülasyonunun kümelenmesi.....	39
Çizelge 4.9. Brown F1 domates çeşidinin dikili olduğu parsellerdeki <i>M. incognita</i> J ₂ popülasyonunun kümelenmesi	39
Çizelge 4.10. Urlanma indekslerinin domates çeşitlerine göre karşılaştırılması	40
Çizelge 4.11. Urlanma indekslerinin uygulamalara göre karşılaştırılması	40
Çizelge 4.12. Urlanma indekslerinin domates çeşitleri ve uygulamalara göre karşılaştırılması.....	41
Çizelge 4.13. Domates çeşitlerinin her biri için uygulamaların urlanma indeksleri bakımından karşılaştırılması.....	42
Çizelge 4.14. İki sökümün urlanma indeksleri bakımından karşılaştırılması	42
Çizelge 4.15. Domates çeşitlerinin her birinin urlanma indeksleri üzerine bölge etkisinin karşılaştırılması.....	43

Çizelge 4.16. İlaç uygulama ve kontrol bölümlerindeki her bir bandın urlanma indeksleri bakımından karşılaştırılması.....	44
Çizelge 4.17. İlaç uygulama ve kontrol bölümlerindeki urlanma indeksleri üzerine bölge etkisinin karşılaştırılması.....	45
Çizelge 4.18 Domates çeşitlerinin verim miktarları üzerine uygulamaların karşılaştırılması	46

1. GİRİŞ

Türkiye’de 2015 yılında, 848.110,1 hektar alanda 29.552.390 ton sebze üretimi gerçekleştirilmiş olup, bunun % 42.6’lık kısmını domates oluşturmuştur (TÜİK 2015). Ülke genelinde yetiştiriciliği yapılan domatesin en yoğun üretimi Akdeniz Bölgesi’nde gerçekleşmektedir. 2015 yılında, Akdeniz Bölgesi’nde 200.184 da açık alan ve 207.951 da örtü altı alanda domates yetiştiriciliği yapılarak toplam 3.716.749 ton domates üretimi gerçekleşmiştir (TÜİK 2015).

Ülkemizde meyvesi yenen sebzeler içinde en çok üretilen ve tüketilen ürünlerden biri olan domateste, verim ve kalite kayıplarına neden olan birçok hastalık ve zararlı etmen bulunmaktadır. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) bunların içerisinde en önemlilerindendir. 1855 yılında Bekeley tarafından İngiltere’de tespit edilmiş olan kök-ur nematodları, tüm dünyada sebzelerin ana zararlısı konumundadır (Whitehead 1968, Karssen ve Moens 2006). Kök-ur nematodları, konukçu bitkilerin köklerinde oluşturdukları irili-ufaklı urlar (galler) ile tanınan mikroskobik canlılardır. Urlu köklerden dolayı, bitki topraktan yeterince su ve besin temin edemez ve üst aksamında büyümede gerilik, solgunluk gibi çoğu zaman bitki besin maddesi eksiklikleri ile karıştırılabilen belirtiler gösterirler (Webster 1972). Kök-ur nematodları bitkilerin erken döneminde daha çok zararlara neden olmaktadır. Kök-ur nematodlarının günümüze kadar 98 adet türü tanımlanmıştır. Bu türler içerisinde en yaygın ve en çok ekonomik kayba neden olanlar; *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White 1919), *Meloidogyne javanica* (Treub 1885), *Meloidogyne arenaria* (Neal 1889) ve *Meloidogyne hapla* (Chitwood 1949)’dır (Netscher ve Sikora 1990, Jones vd 2013). Günümüze kadar Türkiye’nin farklı bölgelerinde ve illerinde kök-ur nematodlarının belirlenmesi üzerine yürütülen çalışmalarda; Diker (1959) tarafından *M. hapla*, Yüksel (1966) tarafından *M. incognita*, Ertürk ve Özkut (1973) tarafından *M. javanica*, Ertürk ve Özkut (1973) tarafından *Meloidogyne thamesi* (Chitwood 1952), Yüksel (1974) tarafından *M. areanaria*, DiVito vd (1994) tarafından *Meloidogyne artiellia* (Franklin 1961), Özarslandan vd (2009) tarafından *Meloidogyne chitwoodi* (Golden vd 1980), Aydınli vd (2013) tarafından *Meloidogyne ethiopica* (Whitehead 1968) ve Kepenekçi (2014) tarafından *Meloidogyne exigua* (Goeldi 1892) olmak üzere 9 türü belirlenmiştir.

Kök-ur nematodlarının çok sayıda kültür bitkisinde beslenmesi ve meydana getirdikleri ekonomik kaybın yüksek olması nedeniyle çeşitli mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak, kök-ur nematodları yaşamlarını toprak ve bitki dokularının içinde sürdürmeleri nedeniyle mücadeleleri oldukça zordur. Mücadelesi için; genel olarak kültürel önlemler, kimyasal ilaçlar, biyolojik organizmalar ve dayanıklı bitkiler kullanılmaktadır (Nyczepir ve Thomas 2009).

Kök-ur nematodlarının konukçusunun çok olması, sulanabilir alanlarda özellikle sebzelerin yetiştirilmesi, bazen bir yıl içinde birden fazla bitkinin üretiminin yapılması nedeniyle kültürel önlemlerin uygulanması pratik ve ekonomik olmamaktadır. Bununla birlikte; üretim materyalinin, yetiştirme ortamının ve sulama suyunun kök-ur nematodlarınca temiz olduğunun yapılacak analizlerle kontrol edilmesi gerekir. Ayrıca, hasat sonrasında üretim materyallerinin toprakta bırakılmaması, bulaşık alanlarda kullanılan toprak işleme alet ve makinaların temizlenmeden kullanılmaması ve kök-ur nematodlarının konukçusu olmayan bitkilerin kullanılması gerekmektedir.

Toprak solarizasyonu, toprağın güneş enerjisi ile ısıtılması olarak tanımlanmakta olup; nematodlarla, toprak kökenli patojenlerle, zararlılarla ve yabancı otlarla mücadelede kullanılacağı bildirilmiştir (Katan 1976). Hızlı bir şekilde benimsenen solarizasyon uygulaması üzerine, ilk on yıl (1976-1986) boyunca 22 ülkede çalışmalar yürütülmüştür. O zamandan beri bu konu hakkında 1000'den fazla çalışma yayınlanmıştır. Toprak solarizasyonu hem gelişmiş hem de gelişmekte olan 74 ülkede araştırılmış ve benimsenmiştir. Araştırmaların çoğunluğu sıcak bölgelerde yapılmasına rağmen daha soğuk ve nemli bölgelerde de uygulanmıştır (Yücel vd 2015). Solarizasyon uygulaması yaz aylarında uygulanmakta ve genellikle güz ekimlerinde başarılı sonuçlar vermektedir. Ancak, ilkbahar dikimlerinde veya yılda iki ürün yetiştirilen seralarda uygulanamamaktadır (Devran 2006).

Kök-ur nematodlarına karşı kimyasal mücadele en çok başvurulmuş mücadele yöntemidir (Boerma ve Hussey 1992). Kök-ur nematodlarına karşı uygulama kolaylığı sağlaması ve hızlı çözüm vermesi nedeniyle yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Peçen vd 2013). Sebzelerde kimyasal mücadele; dikimden önce, dikimle beraber veya dikimden sonraki fide dönemlerinde nematosis uygulaması şeklinde yapılmaktadır (Mısırlıoğlu vd 2008). Geçmiş yıllarda yoğun bir şekilde uygulanmasına rağmen günümüzde çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri yüzünden bazılarının kullanımı yasaklanmıştır.

Kök-ur nematodlarına karşı bir diğer mücadele yöntemi ise biyolojik etmenlerin kullanılmasıdır. Son yıllarda yoğun olarak çalışılan alternatif mücadele yöntemlerin başında gelen biyolojik ajanlar, nematodların larvalarını ve yumurtalarını parazitleyerek popülasyonlarını azaltan fungus ve bakteri türleridir. Yüksek potansiyele sahip olan biyolojik ajanlar, kök-ur nematodları ile mücadelede büyük önem taşımaktadırlar (Viaene ve Abawi 2000). Bu amaçla yapılan araştırmalarda; Perez ve Lewis (2004) tarafından *Steinernema* spp, *Heterorhabditis* spp. gibi entomopatojen nematodların, Stirling vd (1998) tarafından *Verticillium chlamydosporium* (Goddard 1913), Stirling ve Mankau (1979) tarafından *Dactylella oviparasitica* (Stirling ve Mankau 1978), Jaffe (1992) tarafından *Hirsutella rhossiliensis* (Minter ve Brady 1980), Whitehead (1998) tarafından *Arthrobotrys* spp. ve *Paecilomyces lilacinus* (Samson 1974) gibi fungal etmenlerin ve Weibelzahl-Fulton vd (1996) tarafından *Pasteuria penetrans* (Thorne 1940), Siddiqui vd (2001), Ali vd (2002) tarafından *Pseudomonas* spp. ve Keren-Zur vd (2000) tarafından *Bacillus firmus* (Bredemann ve Wermer 1933) gibi bakteriyel etmenlerin kök-ur nematodu ile biyolojik mücadelede kullanıldığında genellikle başarılı sonuçlar alındığı bildirilmiştir. Bununla beraber biyolojik etmenlerin konukçu parazit ilişkileri ve ekolojik özelliklerinin bilinmesinin, kök-ur nematodları ile biyolojik mücadelenin başarısının artmasında önemli olduğu belirtilmiş ve bu etmenlerin kitle halinde yetiştirilebilmeleri, depolanabilir ve taşınabilir olmaları bildirilmiştir (Katı ve Mennan 2006).

Kök-ur nematodlarına karşı uygulanan mücadele yöntemlerinin en önemlilerinden biri de dayanıklı çeşit kullanımıdır (Boerman ve Hussey 1992, Vrain 1999). Son dönemlerde kullanımı giderek artan dayanıklı çeşitlerin, çevre sağlığı bakımından tehlikeli olmaması, özel uygulama tekniği ve alet ekipman gerektirmemesi, nematodun gelişmesini engellemesi ya da çok az düzeyde tutması, diğer mücadele yöntemlerine kolayca entegre olabilmesi ve maliyetinin düşük olması nedeniyle son yıllarda üzerinde en fazla durulan konulardan birisi olmuştur. (Cook ve Evans 1987, Boerma ve Hussey 1992, Sorribas vd 2005). Domateste kök-ur nematoduna karşı dayanıklılık sağlayan

Mi-1 geni ilk defa, yabani tür olan *Solanum peruvianum* L.'dan, kültür formu olan *Solanum lycopersicum* L.'a embriyo kurtarma yoluyla aktarılmıştır (Smith 1944). Domatesin 6. kromozomunun kısa kolunda olduğu belirlenen *Mi-1* geni, *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* türlerine karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Roberts ve Thomason 1989, Kaloshian vd 1998). Sera koşullarındaki saksı denemelerinde yapılan çalışmalarda, *Mi-1* geni taşıyan çeşitler ve anaçların *Mi-1* geni taşımayan çeşitlere göre ırlanma seviyelerinin çok düşük olduğu bildirilmiştir (Devran ve Elekçioğlu 2004, Strange vd 2006, Dura 2008, Talavera vd 2009, Kaşkavalcı vd 2009, Özarslandan vd 2010). Kök-ur nematodu kontrolündeki etkinliği yüksek olan *Mi-1* geninin kullanımını sınırlayan iki faktör bulunmaktadır. Birincisi, toprak sıcaklığının 28 °C'nin üzerinde olması durumunda, dayanıklılık geninin etkinliğinin azalması (Dropkin 1969a), ikinci faktör ise *Mi-1* virulent olarak tanımlanan kök-ur nematod popülasyonlarına karşı koruma sağlayamamasıdır (Roberts vd 1990, Ornat vd 2001, Devran ve Söğüt 2010).

Domateslerde *Mi-1* geni tarafından sağlanan dayanıklılığı kıran virulent kök-ur nematod popülasyonlarının belirlenmesi üzerine çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan araştırmalarda; Amerika Birleşik Devletleri'nde (Roberts vd 1995), Fransa'da (Castagnone-Sereno 1994a), İspanya'da (Ornat 2001), Yunanistan'da (Tzortkakis vd 2005) Fas'da (Eddaoudi vd 1997) ve İsrail'de (Iberkleid vd 2014) virulent kök-ur nematodu popülasyonlarının bulunduğu rapor edilmiştir. Türkiye'de ise ilk kez Batı Akdeniz Bölgesi'nde sebze üretim alanlarında *M. incognita* ve *M. javanica* türlerine ait virulent kök-ur nematod popülasyonlarının bulunduğu bildirilmiştir (Devran ve Söğüt 2010).

Sebze alanlarında kök-ur nematodlarının kontrolü üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Fakat örtü altı sebze üretim alanlarında son yıllarda yaygınlaşan *Mi-1* virulent kök-ur nematodlarına karşı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmada; a) *Mi-1* virulent kök-ur nematod popülasyonunun bulunduğu serada bir üretim sezonu boyunca, hassas (*mi/mi*), heterozigot dayanıklı (*Mi/mi*) ve homozigot dayanıklı (*Mi/Mi*) domates çeşitlerinin performansının belirlenmesi, b) Bitkilerin seraya dikiminden önce solarizasyon uygulaması yapılan serada *Mi-1* virulent kök-ur nematodlarının ilk görülme zamanının ve sezon süresince popülasyon dalgalanmalarının tespit edilmesi, c) Sezon süresince kimyasal + biyolojik uygulamaların *Mi-1* virulent kök-ur nematod popülasyonunun üzerine etkisinin belirlenmesi, d) Yapılacak tüm uygulamaların bitki verimine olan etkilerinin araştırılması, amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Kök-ur Nematodlarının Biyolojisi ve Zararı

Kök-ur nematodları obligat parazit canlılardır. Yumurta ile çoğalırlar ve dört larva dönemi geçirdikten sonra ergin hale gelirler. Birinci larva dönemi (J₁) yumurta içinde geçmekte, ikinci larva dönemini (J₂) ise kısmen yumurta içinde, kısmen serbest halde toprakta, kısmen de bitkinin kök dokusunda geçirmektedir (Netscher ve Sikora, 1990). İnfektif haldeki ikinci dönem larvalar (J₂) yumurtadan çıktıktan sonra toprakta hareket ederek kendisine uygun konukçu olacak bitkinin kökünü bulmaya çalışırlar. Uygun bir konukçu kökü bulduğunda, kökün uç kısmından bitkiye giriş yaparlar. Köke giren ikinci dönem larvalar (J₂), vasküler silindire temas geçinceye kadar korteks boyunca hareket ederler. Kendilerine uygun beslenme yeri bulduktan sonra o beslenme bölgesine sabitlenirler. Bu bölgede beslenmeye başladıktan sonra konukçu hücrede sitokinesis olmadan çekirdek bölünmesi gerçekleşir. Bu ilişki sonucu konukçu bitkide çok çekirdekli dev hücrelerin oluşumu gözlemlenmektedir (Taylor ve Sasser 1978, Williamson ve Hussey 1996, Bleve-Zacheo ve Mellilo 1997, Williamson ve Gleason 2003, Karssen ve Moens 2006). Kök-ur nematodları, üçüncü ve dördüncü larva dönemlerini bitki kökü içerisinde tamamlar. Bu süre zarfında boyu kısalan, vücudu şişen ve üreme organları belirginleşmeye başlayan larvaların, dördüncü larva (J₄) döneminden sonra erkek ve dişi bireyleri ayırt edilebilir. Boyu daha da kısalan ve vücudu şişen dişi bireyler, sosis şeklini alır. Olgunluğa ulaşmış olan dişi bireyler armut veya limon şekini alıp, yumurtalarını bıraktıktan sonra ölürlar (Eisenback ve Triantaphyllou 1991). Ergin dişilerin rektum bez salgıları sayesinde, vulva etrafında oluşturdukları jelatinimsel matrix içerisine yumurtalarını bırakırlar (Siddiqi 2000). Ortalama 500-2000 yumurta bulunan yumurta kümelerinin bir kısmı kök içerisinde bir kısmı ise kök yüzeyinde kalmaktadır (Bleve-Zacheo vd 2007). İplik formunu alan erkek bireyler ise kökten ayrılarak toprakta serbest olarak dolaşmaya başlar ve çiftleşmek için hayatta kalırlar (Eisenback ve Triantaphyllou 1991). Kök-ur nematodlarının, toprak sıcaklığının 26-27 °C olduğu durumlarda hayat döngülerini 28 günde tamamladıkları bildirilmektedir (Bleve-Zacheo vd 2007).

Kök-ur nematodlarının, bitki köklerindeki beslenmeleri sonucunda oluşturmuş oldukları irili-ufaklı urları bitkideki en belirgin semptomlarıdır. Köklerde oluşan urlanmadan ötürü, bitkinin topraktan su ve besin alımı engellenmekte dolayısıyla bitkilerin büyümesinde durgunluk, bodurlaşma, yapraklarda sararma, meyve kalitesinde bozulma ve verimde azalma görülmektedir. Ayrıca, Kök-ur nematodları bitkilere doğrudan zarar vermelerinin yanı sıra, köke girerken açtıkları yaralardan fungal ve bakteriyel hastalıkların bitkiye girişine imkân sağlayarak dolaylı zararlanmalara da neden olmaktadır (Stirling 1991).

2.2. Kök-ur Nematodlarının Yaygınlıkları

2.2.1. Kök-ur nematodlarının dünyadaki yaygınlıkları

Sasser (1979), tropik iklim bölgelerinde yürüttüğü çalışmalarda, *Meloidogyne* spp.'nin, Güney Amerika'da % 15, Batı Afrika'da % 25, Güneydoğu Asya'da % 11 oranında ürün kayıplarına neden olduğu, buralarda yetiştirilen domateslerde % 29,

patlıcanlarda % 23, bamyalarda % 22 ve biberlerde % 15 oranında ürün kayıplarına yol açtığını tespit etmiştir.

Johnson ve Fassuliotis (1984), dünya genelinde kök-ur nematodlarının popülasyonlarını araştırdıkları çalışmada 75 ülkeden aldıkları 1000 adet kök-ur nematod popülasyonunda, % 52'sinin *M. incognita*, % 30'unun *M. javanica*, % 8'inin *M. arenaria*, % 8'inin *M. hapla* ve % 2'sinin ise diğer türlerden oluştuğunu bildirilmişlerdir.

Sasser ve Carter (1985), 70 ülkeden topladıkları 850 adet kök-ur nematod popülasyonunun, % 97'sinin *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. hapla*'ya ait popülasyonlar olduklarını belirtmişlerdir.

Taylor (1987), dünyada tarım alanı olarak kullanılan toprakların % 52'sinin kök-ur nematodu ile bulaşık olduğunu bildirmiştir.

Netscher ve Sikora (1990), kök-ur nematodları türleri içerisinde en çok ekonomik kayba; *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. hapla* türlerinin yol açtığı ve domateslerde % 42-54, patlıcanlarda % 30-60 ve kavunlarda % 18-33 oranlarında ürün kaybına neden olduklarını tespit etmişlerdir.

M. incognita, *M. javanica*, *M. arenaria*'nın tropik bölgelerde yaygın olarak görüldüğü, *M. hapla*, *M. chitwoodi* ve *M. fallax*'ın ise ılıman bölgelerde yaygın türler olduğunu bildirilmiştir (Netscher ve Sikora 1990, Eisenback ve Triantaphyllou 1991, Adam vd 2007).

Siddiqi (2000), kök-ur nematodlarının sebzelerde sebep olduğu ürün kaybının % 50-60 olduğunu belirtmiştir.

Trudgill ve Blok (2001), 207 farklı bitki üzerinde yaptıkları süreyde *M. incognita*'dan dolayı meydana gelen ürün kaybının % 20'yi aştığını belirlemişlerdir.

2.2.2. Kök-ur nematodlarının Türkiye'deki yaygınlıkları

Diker (1959), kök-ur nematodlarının Samsun ve Trabzon bölgelerinde bulaşık olduğunu ve Karadeniz Bölgesinde *M. hapla*'nın var olduğunu bildirilmiştir.

Alkan (1962), *M. hapla*, *M. arenaria*, *M. incognita* ve *M. javanica* türlerinin Türkiye'de bulunduğunu belirtmiştir.

Bora (1970), 1961-1968 yıllarında Karadeniz Bölgesi'nde yaptığı araştırmalarda sahil boyundaki kumsal topraklarda, Amasya'nın Yeşilirmak'la sulanan sebze alanlarında, Turhal, Niksar ve Trabzon'un tütün ekili alanlarının farklı yoğunluklarda kök-ur nematodu ile bulaşık olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca, *M. incognita*'nın ve *M. incognita* var. *acrita*'nın, sebze ve tütün ekili bölgelerde bulunduğunu belirtmiştir.

Öztüzün (1970), kültür bitkilerinde zararlı olan nematodların, Doğu ve Güneydoğu Bölgesi'nde yaptığı survey çalışmasında Malatya ve Elazığ illerindeki ekim alanlarında yalnızca *M. incognita*'nın bulunduğunu tespit etmiştir.

Ertürk ve Özkut (1973), *M. incognita*, *M. thamesi* ve *M. javanica* kök-ur nematod türlerinin, Ege Bölgesi'ndeki bağ alanlarında (Menemen, Alaşehir, Salihli, Sarıgöl, Saruhanlı, Turgutlu) bulunduğunu bildirmişlerdir.

Yüksel (1974), Türkiye'de kök-ur nematodlarının yaygınlıkları üzerine yaptığı çalışmada; Akdeniz ve Ege Bölgelerinde *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. hapla*; Marmara Bölgesi'nde *M. incognita*, *M. incognita* var. *acrita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, ve *M. hapla*; Karadeniz Bölgesi'nde *M. incognita* ve *M. arenaria*'nın bulunduğunu tespit etmiştir.

Ertürk vd (1975), Ege Bölgesi'ndeki pamuk alanlarında yaptıkları çalışmada, *M. incognita*, *M. incognita* var. *acrita* ve *M. javanica*'nın % 58, *Tylenchorynchus* spp.'nin % 28, *Helicotylenchus* spp.'nin % 14 ve diğer nematod türlerinin yaygınlık bakımından takip ettiklerini belirlemişlerdir.

Gürdemir ve Ağdacı (1975), Antalya ve Mersin illerindeki seralarda yaptıkları araştırmalarda, Antalya'daki seraların % 75.79'unun, Mersin'deki seraların % 23.09'unun kök-ur nematodlarıyla bulaşık olduğunu tespit etmişlerdir. Seralardaki en yoğun türlerin *M. incognita* (% 71.1), *M. javanica* (% 14.9), *M. arenaria* (% 6.01) ve *M. thamesi* (% 2.4) olduğunu bildirmişlerdir.

Hekimoğlu (1975), İzmir ve çevresindeki *Solanaceae* familyasına ait önemli bitki türlerinde yaptığı araştırmada, *M. incognita* (% 44.3), *M. javanica* (% 34.1) ve *M. arenaria*'nın (% 6.4) olarak en yaygın türler olduğunu tespit etmiştir.

Ağdacı (1978), 1973–1976 yıllarında Akdeniz Bölgesi'nde kabakgil yetiştiriciliği yapılan 717 adet serada yürüttüğü çalışmada, 248 seranın kök-ur nematod türlerinden *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. thamesi* ile bulaşık olduğunu belirlemiştir. Kök-ur nematodlarının, Antalya'da % 16.70 Adana'da ise % 47 oranında zararlara neden olduğunu ve bulaşık bitkilerin vejetatif gelişmelerinin sağlıklı bitkilere göre önemli ölçüde zayıf kaldığını tespit etmiştir.

Enneli (1980), İç Anadolu Bölgesi'nde kök-ur nematodlarıyla bulaşıklık oranının % 10–94 olduğunu ve en yaygın türlerin *M. incognita* (% 93), *M. javanica* (% 2) ve *M. arenaria* (% 1) olduğunu bildirmiştir.

Pehlivan ve Kaşkavalcı (1993), 1992-1993 yıllarında yaptıkları çalışmada; Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İzmir ve Manisa illerindeki sanayi domatesi üretim alanlarında % 63.9'unun kök-ur nematodlarıyla bulaşık olduğu tespit etmişlerdir. Kök-ur nematod türlerinden % 72.97'sinin *M. incognita*, % 27.03'ünün ise *M. javanica* olduğunu bildirmişlerdir.

Elekçioğlu ve Uygun (1994), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, muz ve pek çok sebze türünün köklerinde *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria*'nın var olduğunu bildirmişlerdir. Bu bitkiler içerisinde; domates, biber ve patlıcanda *M. incognita* ve *M. javanica*'nın daha yoğun popülasyonlar oluşturduklarını tespit etmişlerdir.

Kaşkavalcı ve Öncüler (1999), Aydın ili yazlık sebze üretim alanlarının *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. hapla* ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Söğüt ve Elekçioğlu (2000), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde kök-ur nematodlarının ırklarının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, *M. javanica*'ya ait ırk 1, *M. incognita*'ya ait ırk 2 ve ırk 4 tespit etmişlerdir. *M. javanica*'ya ait dört, *M. incognita*'ya ait bir ve *M. hapla*'ya ait bir popülasyonun ise konukçu testine göre uygun reaksiyon göstermemesi üzerine, ırk düzeyinde teşhislerinin yapılamadığını bildirmişlerdir.

Mennan ve Ecevit (2001), Bafra ve Çarşamba ovalarında kök-ur nematodunun tespiti üzerine yaptıkları çalışmalarda *M. incognita*'nın hakim tür olduğunu ve bu türün yalnızca ırk 2'nin bulunduğu belirtmişlerdir.

Yücel vd (2001, 2002), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaptıkları çalışmalarda, kök-ur nematodlarının biberde % 25.9-61 oranında verim kayıpları oluşturduklarını tespit etmişlerdir.

Özaslandan vd (2009), *M. chitwoodi*'nin Türkiye'de patateslerde bulunduğunu ilk kez rapor etmiştir.

Devran ve Söğüt (2009), Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki örtü altı alanlarda yaptıkları çalışmada; *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* türlerinin bulunduğunu, en yaygın türün *M. incognita* olduğu tespit etmişlerdir.

Devran vd (2009), *M. chitwoodi*'nin Niğde ili patates üretim alanlarında bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Akyazı ve Ecevit (2011), Tokat iline bağlı Niksar ve Erbaa ilçelerindeki sebze üretim alanlarında kök-ur nematod türlerinden *M. incognita*'nın tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Aydınlı (2014), Orta Karadeniz Bölgesi'nde yaptığı çalışmalarda *M. arenaria*, *M. ethiopica*, *M. javanica* ve *M. incognita*'nın bulunduğunu tespit etmiştir.

2.3. Virü lent Kök-ur Nematod Popülasyonları

Mi-1 geni taşıyan domates bitkileri; *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* türlerine dayanıklılık sağlamasına rağmen, virü lent kök-ur nematod popülasyonlarına karşı başarısız olmaktadır (Roberts ve Thomason 1989, Roberts vd 1990). Dayanıklı bitkilerde beslenemeyip-üreyemeyen ancak hassas bitkilerde beslenip-üreyebilen popülasyonlar avirü lent, hassas bitkilerde olduğu gibi dayanıklı bitkilerde de beslenebilme ve üreyebilme yeteneği gösteren popülasyonlar virü lent olarak ifade edilir (Roberts 2002). *Mi-1* virü lent popülasyonlar doğada kendiliğinden ortaya çıktığı gibi, *Mi-1* geni taşıyan domates çeşitlerinin laboratuvar ve tarla koşullarında avirü lent popülasyonlara sürekli maruz kalmaları sonucunda virü lent popülasyonların oluştuğu belirlenmiştir (Jarquin-Barberena vd 1991, Castagnone-Sereno vd 1993, Roberts 1995).

Jarquín-Barberena vd (1991), *M. incognita*'ya ait dört farklı izolatin analiz edildiği araştırmada sadece bir tanesinin *Mi-1* genine karşı doğal virulent olduğunu tespit etmişlerdir. Bu *Mi-1* virulent popülasyonun 9 dölü hem hassas hem de dayanıklı domates çeşitlerinde sürdürdüklerinde virülensliklerinde azalma olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, avirulent bir *M. incognita* popülasyonun, *Mi-1* genine sahip domates bitkisi üzerindeki yapay seleksiyonu sonucunda virulent özellik kazandığını bildirmişlerdir.

Castagnone-Sereno vd (1993), domatesteki *Mi-1* dayanıklılık genine karşı doğal virulentlik gösteren *M. incognita* popülasyonu ve selektif çoğaltma sonucu virulentlik kazandırılan bir diğer *M. incognita* popülasyonunun, 18 döl boyunca dayanıklı ve hassas domates çeşitleri üzerinde çoğaltmışlardır. Her 3 döl sonrasında bu popülasyonların, hassas ve dayanıklı domates çeşitleri üzerinde oluşturdıkları yumurta kümelerini sayarak, avirulent fenotipe dönüşüp dönüşmediklerini değerlendirmişlerdir. Yaptıkları incelemelerde, doğal ve selektif virulent popülasyonların üremelerinde küçük değişiklikler olsa bile, popülasyonlardan hiçbirinin *Mi-1* virulent özelliklerini yitirmediklerini bildirmişlerdir. Virülensliğin en azından fenotipik düzeyde stabil bir karakter olduğunu belirtmişlerdir.

Roberts (1995), domates yetiştiriciliğinin daha önce yapılmadığı bir tarlada, *Mi* geni taşıyan dayanıklı domates çeşitlerinde enfeksiyona neden olan doğal virulent kök-ur nematod popülasyonları olduğunu tespit etmiştir.

Ornat vd (2001), İspanya'da yürüttükleri araştırmada, 14 adet kök-ur nematodu popülasyonun, hassas ve dayanıklı domates çeşitleri üzerindeki gelişimini izlemişlerdir. Bu popülasyonlardan sadece *M. javanica* türüne ait bir popülasyonunun hem hassas hem de dayanıklı bitkilerde geliştiğini dolayısıyla virulent olduğunu bildirmişlerdir. Bu *Mi-1* virulent popülasyonun hem hassas hem de dayanıklı domates bitkileriyle yapılan mikroplot denemeleri sonucunda, verimi % 29 oranında düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Tzortzakakis vd (2005), Yunanistan'da elde ettikleri 9 kök-ur nematod popülasyonunun virülensliğini araştırmışlardır. Yaptıkları saksı denemeleri sonucunda dayanıklı domates çeşitleri üzerinde *M. incognita*'ya ait bir, *M. javanica*'ya ait beş popülasyonun gelişim gösterdiğini ve Yunanistan'da ilk kez virulent *M. incognita* popülasyonunun tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Jacquet vd (2005), domatesteki *Mi-1* geninin heterozigot ve homozigot durumunun virulent *M. incognita* popülasyonlarına karşı etkinliklerini araştırdığı çalışmada, homozigot dayanıklı bitkilerin, heterozigot dayanıklı bitkilere göre kök-ur nematodunun çoğalmasını engellemede daha etkin olduğunu bildirmişler ve bu durumu, *Mi-1* genin doz etkisine bağlamışlardır.

Cortada vd (2009), sera koşullarında yürüttükleri saksı denemelerinde *Mi-1* geni taşıyan 4 domates anacının, *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* türlerine ait yedi farklı kök-ur nematod popülasyonuna karşı dayanıklılığını araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre bir tane domates anacının tüm kök-ur nematodu popülasyonlarının çoğalmasını baskıladığını, bir tanesinin de orta düzeyde dayanıklılık gösterdiğini geriye kalan iki anacın ise yeterli koruma sağlamadığını bildirmişlerdir.

Devran ve Söğüt (2010), Türkiye’de virüent kök-ur nematodlarının tespiti üzerine ilk araştırmayı yapmışlardır. Batı Akdeniz Bölgesi’nden topladıkları 95 kök-ur nematod popülasyonunun laboratuvar ortamında hassas ve dayanıklı domates çeşitleri üzerindeki gelişimini araştırmışlardır. Domates bitki köklerindeki yumurta paketi ve ırlanma indeksine göre yaptıkları değerdendirme *M. incognita*’ya ait yedi ve *M. javanica*’ya ait altı popülasyonun *Mi-1* geni taşıyan çeşit üzerinde çoğaldığını ve bunların virüent popülasyonlar olduğunu bildirmişlerdir.

Verdejo-Lucas vd (2012), araştırmalarında 29 adet *Meloidogyne* spp. popülasyonunun dayanıklı ve hassas domates çeşitlerinde üreme oranlarını karşılaştırmışlardır. Bu popülasyonların % 48’inin *Mi-1* genine karşı virüent olduğunu tespit etmişlerdir. Virüent popülasyonların, avirüent popülasyonlara göre, bitki ve gram kök başına $p<0.05$ önem derecesinden daha fazla miktarda yumurta kümesi ve yumurta ürettiklerini, ayrıca yüksek enfeksiyon frekansları ve çoğalma oranları gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Iberkleid vd (2014), İsrail’de yürüttükleri araştırmada, doğal seleksiyon sonucunda *Mi-1* genini kıran virüent kök-ur nematod popülasyonlarının, 3 döl süresince hassas ve dayanıklı bitkilerde ayrı ayrı çoğaltmışlar, daha sonra bu popülasyonların dayanıklı ve hassas domateslerdeki enfeksiyon yeteneklerini incelemişlerdir. Popülasyonların, hem hassas hem de dayanıklı bitkilerde enfeksiyon oluşturdıkları dolayısıyla *Mi-1* genini kırabilme yeteneğini kaybetmediklerini bildirmişlerdir. Ayrıca, *M. javanica*’nın virüent izolatlarından seçilen popülasyonlarının ön dayanıklılık testlerini, dayanıklı çeşitler ve anaçlar üzerinde yapmışlardır. Dayanıklı bitkilerle yapılan bu nematod seçimini daha iyi anlayabilmek için, avirüent (Mjav1) ve *Mi-1* virüent (Mjv2) izolatların, sırasıyla hassas, heterozigot ve homozigot genotiplerdeki bitkilerin her gram kökünde oluşturdıkları yumurta kümelerini sayarak değerdendirmişlerdir. Avirüent popülasyonların bitki köklerindeki yumurta paketi sayıları hassas çeşitlerde yüksek, heterozigot dayanıklı çeşitte az, homozigot dayanıklı çeşitlerde ise neredeyse hiç yumurta paketi olmadığını belirtmişlerdir. Virüent kök-ur nematod popülasyonlarının ise hassas, heterozigot, homozigot dayanıklı domates çeşitlerinin hepsinin köklerinde yumurta paketi sayılarının yüksek olduğunu ve bitkide başarılı bir şekilde ürediklerini tespit etmişlerdir.

2.4. Kök-ur Nematodları İle Mücadele

2.4.1. Fiziksel mücadele

2.4.1.1. Solarizasyon

Solarizasyon uygulaması şeffaf plastik naylon kullanılarak toprak kökenli patojenlerin, yabancı otların ve nematodların toprak sıcaklığının artırılması ile kontrol altına alınma işlemidir (Katan 1980, Katan 1981, Stapleton ve Devay 1986, Raio vd 1997).

Katan (1980), bitki patojeni nematodlara karşı toprak solarizasyonun etkisini ilk kez İsrail’de yapılan tarla denemelerinde tespit etmiştir.

Greco (1999), İtalya’da yaptığı araştırmada, sera ürünlerinde önemli zarar veren nematodlar için haziran-ağustos aylarında 45-60 gün süreyle yapılan toprak solarizasyonunun toprağın üst profilinde nematodu yok ettiğini bildirmiştir.

Ioannou (2000), Güney Kıbrıs’taki örtü altı alanlarda yaptığı çalışmada, temmuz-ağustos ayları boyunca 8 hafta solarizasyon uygulamasına mütakip dikilen domates bitkilerinin sezon boyunca köklerindeki ırlanmaları takip etmiş, yaptığı değerlendirmeler sonunda solarizasyonlu bölgelerde % 50’lik kök-ur nematodu kontrolü sağlandığını belirtmiştir.

Ostrec ve Grubisic (2003), yaptıkları araştırmada toprağın 0-20 cm derinliğinde bulunan bitki paraziti nematodların, solarizasyon uygulaması sayesinde % 92-100 oranında öldüğünü ancak nematod popülasyonunun 20 cm’den daha derinlerde canlılığını sürdürebildiğini tespit etmişlerdir.

Kaşkavalcı (2007), Aydın ilinin İncirlioıva ve Germencik ilçelerindeki iki farklı serada yaptığı çalışmada toprak solarizasyonun, toprağın 15 cm derinliğinde maksimum sıcak değerlerinin ortalamasını birinci yıl 47.1 °C’ye, İkinci yıl ise 40.9 °C’ye kadar arttırdığını bildirmiştir.

Candido vd (2008), solarizasyon uygulamasının hem domates hem de kavun ekili alanlarda *M. javanica*’ya karşı başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Bitki köklerinde ırlanmaların önemli derecelerde azaldığını ve ürün veriminde artış yaşandığını bildirmişlerdir. Ayrıca, ikinci ve üçüncü yıllarda yapılan solarizasyon uygulamalarının çok daha başarılı olduğunu, *M. javanica* kontrolünün tamamen sağlandığını tespit etmişlerdir.

Yapılan çalışmalar solarizasyon uygulamasının, kök-ur nematod popülasyonları üzerindeki etkinliğini göstermektedir. Ancak, çift ürün yetiştirilen veya toprak kökenli patojenlerin birlikte bulunduğu seralarda yapılan solarizasyon uygulamasının fumigant uygulamasına kıyasla başarılı olamamakta, % 60 daha az ürün alınmaktadır (Yücel vd 2015).

2.4.2. Kimyasal mücadele

Kök-ur nematodlarına karşı kullanılan kimyasal ilaçların, uygulama kolaylığı sağlaması ve hızlı çözüm vermesi nedeniyle yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Peçen vd 2013). Ancak kullanılan bu kimyasal ürünler genel olarak yüksek moleküllü toprak fumigantları, karbamatlı ya da organik fosforlu bileşiklerden oluşmaktadır (Bakker 1993, Whitehead 1997). Ağır metal içelikli bu ilaçlar zamanla toprağın kirlenmesi, taban suyuna geçerek çevre ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle, günümüzde birçok nematisitin kullanımı sınırlandırılmış ve bazıları ise yasaklanmıştır.

Payan ve Dickson (1999), Porto Riko’daki domates seralarında yaptıkları çalışmalarında, kök-ur nematodlarına karşı Abamectin aktif maddesinin etkinliğini değerlendirmişlerdir. Damlama sulama sitemiyle uygulanan ilacın, düşük dozlarının bile domatesin köklerindeki ırlanma seviyesini düşürdüğü ve verim artışı sağladığını bildirilmişlerdir.

Söğüt ve Elekçioğlu (2007), Mersin ili ve çevresindeki örtü altı alanda gerçekleştirdikleri çalışmada, 6 hafta boyunca solarizasyon uygulaması ile ayrı ayrı kombine edilen *Trichoderma* spp, yaş tavuk gübresi (12.5 t/ha) ve dazomet (300, 400, 500 kg/ha) uygulamalarının *M. incognita*'nın biber köklerindeki urlanma indeksine etkisini 2 yıl boyunca araştırmışlardır. Her 2 yılda da, kök-ur nematodunun ikinci dönem larva (J₂) popülasyonlarının mayıs ayının ortalarına kadar önemli oranda düştüğünü bildirmişlerdir. Uygulama yapılmayan kontrol parsellerinde ise, kök-ur nematodu ikinci dönem larva (J₂) popülasyonlarının şubat ayında artmaya başladığını belirtmişlerdir. Uygulama yapılan parsellerin tamamının urlanma oranlarının çok düşük seviyelerde bulunduğu (0.7-1.9), uygulama yapılmayan kontrol parsellerinde urlanma oranının yaklaşık 6 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Yücel vd (2007), Mersin ili ve Erdemli ilçesindeki iki farklı örtü altı alanda yürüttükleri çalışmada, solarizasyon uygulaması ve solarizasyon uygulaması ile kombine ettikleri dazomet (400 kg/ha) ve metam sodyum (500, 750, 1000, 1250 l/ha) fumigantlarının kök-ur nematodlarına karşı etkinliklerini araştırmışlardır. İki serada da yetiştirilen domates bitkilerinin köklerindeki urlanma indeksi sırasıyla 0.3-0.2, 0.2-0.2, 0.4-0.4, 0-0, 0-0, 0-0 ve kontrol parsellerindeki urlanma indeksi 5.7-6.6 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Yapılan tüm uygulamaların kök-ur nematodu kontrolünde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kaşkavalı (2007), 2002-2004 yılları arasında Aydın ilinin İncirliova ve Germencik ilçelerindeki iki farklı serada domates bitkisinin köklerinde urlanmalara neden olan *M. incognita*'ya karşı toprak solarizasyonu, dazomet, tavuk gübresi, zeytin karasuyu ile solarizasyon ile birlikte kombine ederek ve ayrı ayrı uygulayarak etkinliğini araştırmıştır. 2 yıl boyunca yürüttüğü çalışmalarda, tek başına solarizasyon yapılan bölge, solarizasyon ile kombine edilen tavuk gübresi ve zeytin karasuyu uygulanan bölgelerindeki domates köklerindeki urlanma oranlarının diğer uygulamalara daha az olduğunu tespit etmiştir.

Yücel vd (2014) Mersin'deki iki farklı sera alanında yürüttükleri çalışmada, solarizasyon uygulaması ve solarizasyon ile kombine edilen iki farklı dozdaki metam potasyum uygulamalarının (600, 1000 l/ha) kök-ur nematodlarına karşı etkinliklerini araştırmışlardır. İki serada da yetiştirilen domates bitkilerinin köklerindeki urlanma indeksi, sadece solarizasyon uygulanan parsellerde 2.5-2.2, sadece metam potasyum uygulanan parsellerde 0.3-0.4 ve solarizasyon ile birlikte kombine edilen metam potasyum uygulanan parsellerde 0.3-0.4 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Solarizasyonla kombine edilen düşük dozdaki metam potasyum uygulamasının, vejetasyon süresi boyunca kök-ur nematodlarını kontrol altında tuttuğunu belirtmişlerdir.

Faske ve Hurd (2015), yaptıkları çalışmada, fluopyram, iprodione, boscalid, flutolanil, penthiopyrad, fluxapyroxad ve solatenol, etkin maddelerinin *M. incognita*'nın ikinci dönem larvalarının (J₂) kontrolündeki etkinliklerini incelemişlerdir. 1.0 µg/ml aktif madde içeren su solüsyonlarında *M. incognita* J₂ larvaları 24 saat boyunca bekletmişler ve uygulanma sonunda nematodların ölüm oranlarını incelemişlerdir. Fluopyram aktif maddesinin, % 78 düzeyinde J₂ ölüm oranı oluşturduğu, diğer aktif maddelerin % 10'nu aşamadıklarını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, Fluopyram aktif maddesinin domates bitkisinin köklerindeki urlanmaya etkisini araştırmışlardır. 500 bireyden oluşan

M. incognita solüsyonlarına ayrı ayrı 5.2, 3.9, 2.6, ve 1.3 µg/ml dozajında Fluopyram etkin maddesi ekleyerek 1 saat bekletmiş ve iki haftalık domates bitkilerine inokülasyon yapmışlardır. Üç hafta sonra bitki köklerindeki ırlanmaları incelemişlerdir. 1.3-5.3 µg/ml uygulanan dozların, %31-84 domates köklerindeki ırlanmaları azalttığını bildirmişlerdir.

Solarizasyon uygulaması ile toprağın üst kısmındaki nematod popülasyonu azalmakta, fumigantlar ile birlikte uygulandığında ise bu etki artmaktadır. Solarizasyon uygulaması toprağın 20 cm derinliğine kadar olan nematod popülasyonuna etkili olurken, solarizasyon ile birlikte uygulanan fumigantlar toprağın 35 cm derinliğine kadar etkili olmaktadır solarizasyon ile birlikte uygulanan fumigantlar, solarizasyonun etkili olmadığı toprak derinliğindeki nematod popülasyonuna da etki etmektedirler (Yücel vd 2015).

2.4.3. Biyolojik mücadele

Toprak, çok sayıda farklı organizmanın etkileşim ağı içinde olduğu kompleks bir ekosistemdir. Bu ekosistemin rizosfer bölgesi, besin kaynaklarının bol bulunduğu ve bu kaynakları kullanmak isteyen organizmaların rekabet içinde olduğu bir bölgedir. Bu bölgedeki organizmaların birbiriyle olan etkileşimlerinden faydalanarak konukçu bitkinin korunması ve oluşacak olan enfeksiyon şiddetinin azaltılması biyolojik organizmalar ile sağlanabilmektedir (Lamovsek vd 2013). Biyolojik mücadele günümüzde kimyasal mücadelenin yerine geçmesi istenen alternatif bir mücadele yöntemidir. Toprağın ve su kaynaklarının kimyasallarla kirlenmemesi, insan sağlığını tehdit edecek ilaç kalıntılarından korunması açısından son derece önemlidir. Ancak, biyolojik preparatların geniş spekturumlu aktivite gösterememeleri, tutarsız ve yavaş etki etmeleri nedeniyle henüz pestisitlerin yerini alamamıştır. Ayrıca üreticiler için, mevcut çok az organizma ticari biokontrol ürünü olarak geliştirilebilmiştir. Bunun nedeni, yüksek etkinlik gösterememesi, kitlesel kültürünün oluşturulması, formülasyonun tanımlanması, geniş ölçekli denemelerinin yapılması, raf ömrünün uzatılması, ruhsatlandırılması ve pazarlama potansiyelinin artırılması gibi çeşitli etkenlerin bir arada olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu özelliklere sahip olmayan bir biyolojik preparat için ticari başarının düşünölemeyeceği belirtilmiştir (Meyer ve Roberts 2002).

Bacillus firmus, kök-ur nematodlarına karşı biyolojik savaşta kullanılan ve ölkemizde ticari preparatı bulunan bir biyolojik organizmadır. Gram-pozitif ve endospor üreten bir bakteri olan *B. firmus*'un bazı izolatları *Meloidogyne* spp.'nin yumurta kümelerinde kolonize olup, ürettikleri toksinlerle nematod yumurtalarını yok etmektedirler (Keren-Zur vd 2000, Mendoza vd 2008).

Keren-Zur vd (2000), yürüttükleri araştırmalarda, *B. firmus*'un *Meloidogyne* spp.'yi yapay ortamda doğrudan etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca kök-ur nematodlarına karşı yürüttükleri saksı denemelerinde, bu bionematisitin ticari domates ve hıyar çeşitlerinin köklerindeki ırlanma seviyesini düşürdüğü bildirmişlerdir.

Giannakou vd (2004), yaptıkları tarla denemelerinde *B. firmus*'un üç farklı dozunun kök-ur nematodlarına karşı etkinliği, kimyasallara ve bir diğer biyolojik organizma *P. penetrans*'a göre karşılaştırmışlardır. Oxamyl + sodium tetrathiocarbonate ve dazomet + sodium tetrathiocarbonate uygulamalarının, *B. firmus* uygulanan bölgelere göre kök-ur nematodu kontrolünde daha üstün bir performans sergilediklerini

bildirmişlerdir. Ancak önerilen dozda uygulanan *B. firmus* preparatının, 1,3-dichloropropene göre üretim sezonu boyunca kök-ur nematodunun ikinci dönem larvalarını (J₂) baskılamada daha iyi etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca yapılan saksı denemelerinde, *B. firmus*'un kök-ur nematodu kontrolünde *P. penetrans*'a göre çok daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Giannakou vd (2007), yürüttükleri örtü altı ve tarla denemelerinde, *B. firmus*'un, kök-ur nematodlarına karşı etkinliklerini araştırmışlardır. Biokontrol ajanının 0.9 g/kg dozunda toprağa yapılan uygulamasının kök-ur nematodu ikinci dönem larvalarının (J₂) yumurtadan çıkışlarını azalttığını tespit etmişlerdir. Uygulama dozunun iki katına çıkarılması ile biopreparatın, kök-ur nematodu üzerindeki etkisinin daha da arttığı belirtilmiştir. Ayrıca bionematisitin solarizasyon uygulamasıyla kombine edildiğinde, kök-ur nematodlarının kontrolünde daha çok aşama kaydedildiği bildirilmiştir.

Terefe vd (2009), *B. firmus*'un ticari ürünü olan BioNem'in, *M. incognita*'nın domates bitkisindeki zararına karşı laboratuvar, sera ve tarla koşullarında denemelerini yapmışlardır. Laboratuvar denemelerinde, % 0.5, % 1 ve % 2 BioNem konsantrasyonda hazırlanmış solüsyonda bekletilen yumurta kümelerinin, uygulamadan 24 gün sonra % 98-100 oranında açılmasını azalttığını tespit etmişlerdir. Kök-ur nematodu ikinci dönem larvalarının (J₂) % 2.5 ve % 3'lük BioNem konsantrasyonunda 24 saat bekletildikten sonra % 100 ölümlerinin gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Sera denemelerinde, 8 g/saksı (1200 cc toprağa) BioNem uygulanan domates fidelerinin köklerinde, % 91 oranında ırlanmanın azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, toplam nematod popülasyonunu % 76 oranında, yumurta miktarını ise % 45 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Uygulamadan 50 gün sonra yapılan ölçümlerde; kontrol bitkilerine göre BioNem uygulanan bitkilerde, bitki ağırlığında % 71, biyokütlesinde ise % 50 artış sağlandığı bildirilmiştir. Tarla denemelerinde, BioNem 200 kg/ ha ve 400 kg/ha oranlarında domates bitkisi ekili tarlaya uygulanmış ve 45 gün sonra yapılan analizlerde, sırasıyla köklerdeki ırlanmaların % 75 ve % 84 oranında azalttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, BioNem 200 kg/ha⁻¹ ve 400 kg/ha uygulaması yapılmış bitkilerde, kontrol bitkilerine göre sırasıyla sürgün uzunluğunda % 29-31 ve ağırlığında % 20-24 oranında artış tespit etmişlerdir.

2.4.4. Kültürel önlemler

2.4.4.1. Dayanıklı çeşit kullanımı

Kök-ur nematodlarına karşı dayanıklı çeşitlerin veya anaçların kullanımı, diğer mücadele yöntemlerine göre, daha ekonomik, uygulaması kolay ve aynı zamanda çevre dostudur.

Bailey (1941), yabani domates türü olan *S. peruvianum*'un kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık sağladığını bildirmişlerdir.

Smith (1944), kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık sağlayan dominant *Mi-1* genini, *S. peruvianum*'dan kültür çeşidi olan *S. lycopersicum*'a embriyo kurtarma tekniğiyle aktarmıştır.

Flor (1955), yaptığı araştırmada, bitkilerde dayanıklılığın ortaya çıkabilmesi için konukçuda bulunan dayanıklılık geni (R) ile patojenin avirulenslik gen (avr) ürünlerinin birbirine uyum sağlaması gerektiğini bildirmiştir.

Roberts ve Thomason (1986), dayanıklı domates çeşitlerinde yaptıkları araştırmalarda, *Mi-1* geninin kök-ur nematodlarının üremesini engellemede etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Roberts ve Thomason (1989), dayanıklı domates çeşitlerinin taşıdığı *Mi-1* geninin, kök-ur nematolarının tür düzeyinde *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria*'nın kontrolünde etkin olduğunu tespit etmişlerdir.

Kaloshian vd (1998), *Mi-1* geninin, domates bitkisinin 6. kromozomunun kısa kolu üzerinde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Tzortzakakis vd (1998), yaptıkları çalışmada *Mi-1* geni için, homozigot dayanıklı bitkilerin, heterozigot dayanıklı bitkilere göre kök-ur nematodlarına karşı daha etkin koruma sağladığını tespit etmişlerdir.

Milligan vd (1998), *Mi* geninin pek çok bitki dayanıklılık geni gibi NBS-LRR (Nucleotide-Binding Site-Leucine-Rich Repeat) sınıfının bir üyesi olduğunu, 1257 aminoasitli bir protein ile kodlandığını belirtmişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışmalar sonucunda, homolog genlerin aktarıldığı bitkilerde dayanıklılığın *Mi-1.2* tarafından sağlandığını bildirmişlerdir.

Mi-1.2 geninin *Meloidoyne* türlerinin yanı sıra patates afidinin (*Macrosiphum euphorbiae*) (Thomas 1978) bazı biyotiplerine (Rossi vd 1998) ve pamuk beyazsineğinin (*Bemisia tabaci*) (Gennadius 1889) Q (Nombela vd 2001) ve B (Jiang vd 2001) biyotiplerine dayanıklılık gösterdiği bildirilmiştir. *Mi-1.2* geninin birbirinden çok farklı üç türe dayanıklılık gösteren tek gen olduğu belirtilmiştir (González, 2009).

Mi geni taşıyan domates bitkilerinin, kök-ur nematodlarının enfeksiyonlarına karşı hipersensitif reaksiyon göstermektedir. Kök-ur nematodlarının dayanıklı ve hassas bitkilerde bitki köküne olan yönelme ve penetrasyonun benzer olmasına rağmen, hassas bitkilerde beslenerek gelişim göstermekte, dayanıklı bitkilerde ise beslenme bölgesi oluşturamamaktadır. Kök-ur nematodu beslenmek amacıyla sitiletini soktuğu hücrenin hemen yanındaki hücrelerde, hipersensitif reaksiyon olmakta ve nematodun gelişimi önlenmektedir (Milligan vd 1998, Branch vd 2004, Bleve-Zacheo vd 2007, Schaff vd 2007). Böylece nematod beslenme yeri oluşturamadan ölmektedir (Verdejo-Lucas vd 2012). Nematod larvasının köke girişinden yaklaşık 12 saat sonra hipersensitif reaksiyonun ilk belirtileri görülmektedir (Dropkin 1969b; Milligan vd 1998; Bird ve Kaloshian 2003). Nematod başının bulunduğu yerde nekrotik lekeler görülmeye başlar ve bu konukçu nekrozları larva gelişimine engel olduğundan larva 96 saat içinde ölmektedir (Dropkin vd 1969a). Kök-ur nematodlarına karşı mücadelede *Mi-1* geni taşıyan ticari domates çeşit ve anaçların, yüksek toprak sıcaklığında (Dropkin 1969a), ve virulent popülasyonlara maruz kalmalarında (Roberts vd 1990, Castagnone-Sereno 1994a, Ornat 2001, Devran ve Söğüt 2010), etkinliğini kaybetmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın yürütüldüğü cam sera, Antalya ili merkez ilçesi olan Muratpaşa'ya bağlı Göksu mahallesinde bulunmaktadır. Sera koordinatları 36°54'46.83"K boylamı, 30°45'13.11"D enlemindedir. 1.350 m²'lik cam seranın, 600 m²'sinde denemeler kurulmuştur (Şekil 3.1a).

Seradan alınan toprak örnekleri ve bitkinin köklerindeki ırların değerlendirilmesi Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1b). Ayrıca seradaki kök-ur nematodlarının virülensliği Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji grubuna ait iklim odasında yürütülmüştür (Şekil 3.1c).



Şekil 3.1. a) Deneme serası, b) Nematoloji Laboratuvarı, c) Nematoloji iklim odası

3.1. Materyal

Serada bitki materyali olarak kök-ur nematodlarına hassas (*mi/mi*) Tueza F1, heterozigot dayanıklı (*Mi/mi*) Seval F1 ve homozigot dayanıklı (*Mi/Mi*) Brown F1 domates çeşitleri kullanılmıştır. Bu çeşitlere ait fideler Multi Tohum (Antalya) tarafından sağlanmıştır.

Seradaki kök-ur nematodlarına karşı kullanılan Velum Prime SC 400 ve Flocter WP 5 isimli ruhsatlı preparatlar Bayer Türk Kimya Ltd. Şti. tarafından karşılanmıştır. Velum Prime SC 400, kök-ur nematodunun solunum zincirindeki elektron transferine etki ederek, mitokondriyal aktivitenin durmasına dolayısıyla solunum yapamayan nematodun ölmesine neden olan kimyasal bir üründür (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Velum Prime SC 400 kullanıldığı bitki ve zararlılar

Bitki Adı	Zararlı Adı	Aktif Madde	Kullanma Dozu	Uygulama Zamanı	İlaçlama-Hasat Arasındaki Süre (gün)
Domates (Sera)	Kök-ur Nematodları (<i>M. incognita</i>)	400 g/L Fluopram	60 ml/da	Fide dikiminden 1 ve 15 gün sonra	7
Hıyar (Sera)	Kök-ur Nematodları (<i>M. incognita</i>)	400 g/L Fluopram	60 ml/da	Fide dikiminden 1 ve 15 gün sonra	7
Patates	Kök-ur Nematodları (<i>Meloidogyne</i> spp.)	400 g/L Fluopram	120 ml/da	-	-

Flocter WP 5, kök-ur nematodu yumurtasına karşı etkili olan *B. firmus* bakterisinin salgıladığı proteaz enzimi sayesinde nematod yumurtasının hücre duvarında zarar yaparak ölmesine sebebiyet veren biyolojik bir üründür (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Flocter WP 5 kullanıldığı bitki ve zararlılar

Bitki Adı	Zararlı Adı	Aktif Madde	Uygulama Zamanı	Kullanma Dozu
Domates (Sera)	Kök-ur Nematodları (<i>Meloidogyne</i> spp.)	<i>Bacillus firmus</i> I-1582 (50 g/kg)	Fide dikiminden 1 hafta önce ve 1 hafta sonra	4 + 4 kg/da
Hıyar (Sera)	Kök-ur Nematodları (<i>Meloidogyne</i> spp.)	<i>Bacillus firmus</i> I-1582 (50 g/kg)	Fide dikiminden 1 hafta önce ve 1 hafta sonra	4 + 4 kg/da

3.2. Metot

3.2.1. Araştırma serasının belirlenmesi

Deneme yerinin belirlenmesi için iki kriter kullanılmıştır. Birincisi önceki sezona ait bitkilerin köklerindeki ırlanmaların değerlendirilmesi, ikincisi sera toprağındaki kök-ur nematodu ikinci dönem larva (J_2) yoğunluğunun tespit edilmesidir.

3.2.1.1. Bitkilerin ırlanma indekslerinin incelenmesi

Denemenin kurulacağı serada kök-ur nematodlarının oluşturduğu ırlanmaları incelemek için, 2015 yılı ilkbahar ayı dikimindeki serada yetiştiriciliğı yapılan Seyran F1 domates çeşidinin kökleri 01.07.2015 tarihinde incelenmiştir. Bunun için seranın farklı yerlerinden 40 adet bitki sökölmiş ve sökölün bitkilerin köklerindeki ırlanmalar, 0-10 skalasına (Zeck 1971) göre değerlendirilmiştir.

3.2.1.2. Kök-ur nematodu popölasyon yoğunluklarının belirlenmesi

Sera toprağındaki kök-ur nematodu ikinci dönem larva (J_2) yoğunluğunun belirlenmesi için 04.07.2015 tarihinde seranın farklı yerlerinden toprak örnekleri alınmıştır. Bunun için; sera alanı, 12 bant ve bu bantların her biriside, üç eşit bölgeye (A, B ve C) ayrılarak toplamda 36 adet parsel elde edilmiştir (Şekil 3.2a). Toprağın 0-30 cm'lik bölümünden toprak sondası kullanılarak alınan örnekler şeffaf poşetlere konularak etiketlenmiştir (Şekil 3.2b). Her bir parselin toprak örneğı, parsel içerisindeki üç farklı noktadan alınarak paçal yapılmıştır (Şekil 3.2c). Bu şekilde oluşturulan 36 parselin toprak örnekleri strafor kolilerde muhafaza edilerek, laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3.2d).

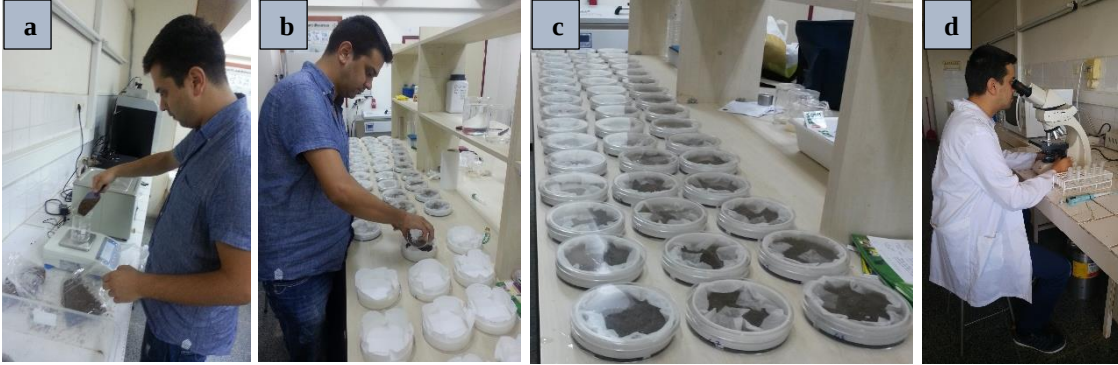
a	A BÖLGESİ			B BÖLGESİ			C BÖLGESİ		
1.Bant	(1)	O	O	O	(2)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
2.Bant	(4)	O	O	O	(5)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
3.Bant	(7)	O	O	O	(8)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
4.Bant	(10)	O	O	O	(11)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
5.Bant	(13)	O	O	O	(14)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
6.Bant	(16)	O	O	O	(17)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
7.Bant	(19)	O	O	O	(20)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
8.Bant	(22)	O	O	O	(23)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
9.Bant	(25)	O	O	O	(26)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
10.Bant	(28)	O	O	O	(29)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
11.Bant	(31)	O	O	O	(32)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
12.Bant	(34)	O	O	O	(35)	O	O	O	O
Yürüme Yolu									
O: Toprak Örneği Alınan Noktalar									



Şekil 3.2. a) Toprak örneği alım yöntemi, b) Toprak örneğinin sonda ile alımı, c) Sonda ile elde edilen toprak, d) Toprak örneklerinin strafor kolilerde muhafazası

Seranın 36 farklı parseli için ayrı ayrı alınan toprak örnekleri Geliştirilmiş Baermann-Huni Yöntemi (Hooper 1986) kullanılarak J₂ kök-ur nematodları elde edilmiştir. Kullanılan düzenek 14 cm çapında 2 cm yüksekliğindeki petri, bu petri içerisine girebilecek çapta bir elek ve filtre kâğıdından oluşmaktadır. Laboratuvara getirilen her bir toprak örnekleri 100 gr olarak tartılmış ve ayrı ayrı elekler üzerindeki filtre kâğıdına konulmuştur (Şekil 3.3a, b). Daha sonra petri kabının içi tamamen su dolana kadar yanından su ilave edilip 48 saat bekletilmiştir (Şekil 3.3c). Bu süre boyunca kök-ur nematodlarının topraktan petri içerisindeki suya geçmesi sağlanmıştır. Bu sular, 100 ml'lik mezürlere alınmışlardır. Nematodların dibe çökmesi için 6-8 saat bekletildikten sonra, mezürün dibinde 15 ml su kalacak şekilde üstteki su dikkatlice alınıp, kalan nematodlu su 15 ml'lik falcon tüplerine aktarılmıştır. Bu tüplerde 4-8 saat nematodların dibe çökmesi beklendikten sonra pastör pipetleri yardımıyla tüpün dibinde 1 ml'lik su kalacak şekilde üstteki su alınarak örnekler nematod sayımına hazır hale getirilmiştir. 1 ml'lik tüpteki örnekler mikro pipetler vasıtasıyla karıştırıldıktan sonra

50 µl'lik su alınarak ışık mikroskobu altında iki kez sayılmıştır. İki sayımın ortalaması, 20 ile çarpılarak 1 ml'deki kök-ur nematod sayısı belirlenmiştir (Şekil 3.3d).



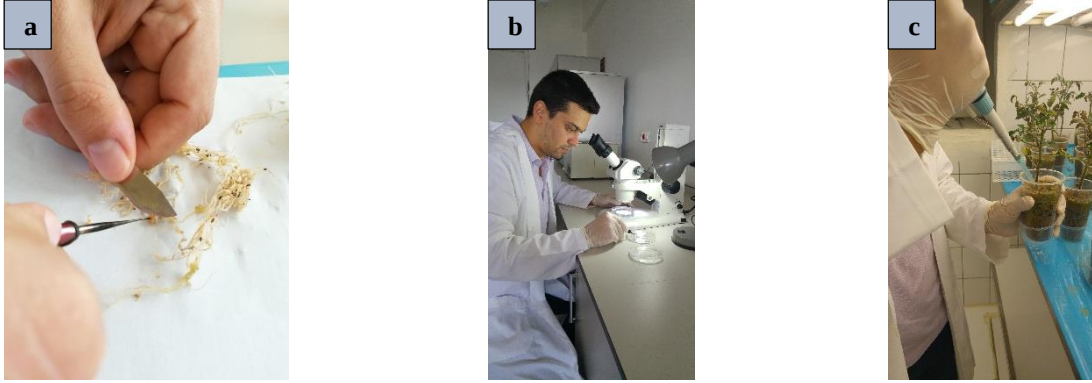
Şekil 3.3. a) Toprak örneklerinin hassas terazide tartımı, b) Toprak örneklerinin petrilere aktarılması, c) Örneklerin petrilere bekletilmesi, d) Kök-ur nematodlarının sayılması

3.2.2. Sera toprağının analizi

Denemelerin yürütüleceği seradan, toprak yapısının ve makro besin element içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 02.07.2015 tarihinde toprak örneği alınmıştır. Sera alanının 10 farklı noktasından 0-30 cm'lik derinlikten alınan toprak örnekleri plastik poşetlere konularak Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bölge Toprak, Bitki, Su ve Gübre Analiz Laboratuvarında (Antalya) analiz ettirilmiştir.

3.2.3. Kök-ur nematod popülasyonunun saf kültürünün oluşturulması

Araştırmaların yürütüldüğü serada denemeye başlamadan önceki üretim sezonunda yetiştiriciliği yapılan Seyran F1 domates çeşidine ait urlu kök örnekleri alınmıştır. Bu örnekler, 36 parsel bölünen sera içerisinde tesadüfen seçilen 7 parselden (3, 8, 12, 13, 21, 25 ve 32 numaralı) toplanmıştır. Laboratuvara getirilen kök örneklerinin her birinden binoküler mikroskop altında seçilen tek bir yumurta kümesinin yüzeyi yıkandıktan sonra eppendorf tüplerine alınmıştır. Bu yumurta kümelerinin zarar görmemiş ve açılmamış olmasına dikkat edilmiştir. Alınan tek yumurta kümeleri duyarlı Tueza F1 domates bitkilerine bulaştırılmış ve 8 hafta sonunda sökülüştür. Bu bitkilerinin köklerinden yumurta kümelerinin toplanması sonucunda saf kültür oluşturulmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. a) Yumurta paketinin eldesi, b) Yumurta paketinin binoküler altında incelenmesi, c) Yumurta paketinin bitkiye inokulasyonu

3.2.4. Kök-ur nematod popülasyonunun virülensliğinin belirlenmesi

7 farklı parselin her birinin saf kültürü yapılan kök-ur nematodu popülasyonlarına ait yumurta kümeleri eleğe konularak ikinci dönem larvaları (J_2) elde edilmiştir. Elde edilen ikinci dönem larvalar (J_2), kök-ur nematodlarına hassas Tueza F1 ve dayanıklı Seval F1 domates çeşidine inokulasyon yapılmıştır. Her bir parselin saf kültüründen elde edilen 2000 adet ikinci dönem larvanın (J_2) testleme için dört yapraklı döneme sahip Tueza F1 ve Seval F1 domates fidelerine 1000' er birey olacak şekilde bulaştırılmıştır (Şekil 3.5a). İnokulasyon yapılan bitkiler 8 hafta boyunca iklimlendirme odasında, 25 °C sıcaklık, % 65 nem ve 16:8 ışık periyodunda yetiştirilmiştir. Bu süre sonunda bitkilerin kökleri gövdesinden kesilerek alınmış ve musluk suyu altında topraklarından arındırılmıştır (Şekil 3.5b, c). Temizlenmiş kökün üzerindeki ur sayıları ve yumurta paketleri sayılmıştır (Şekil 3.5d). Ayrıca, bu bitkilerin içinde yetiştiği toprakların 100'er gramındaki kök-ur nematodu ikinci dönem larvaları (J_2) Geliştirilmiş Baermann-Huni Yöntemine (Hooper 1986) göre elde edilmiş ve ışık mikroskobu altında sayılmıştır.



Şekil 3.5. a) Kök-ur nematodu larvalarının inokulasyonu, b) İncelenmek üzere bitki köklerinin kesilmesi, c) Bitki köklerinin topraklarından arındırılması, d) Köklerin ur ve yumurta paketlerinin sayılması

Kök-ur nematod popülasyonlarına karşı denemeye alınan domates çeşitlerinin dayanıklılık veya duyarlılık özelliklerinin ortaya konması yalnızca ur oluşumuna göre değil, aynı zamanda kök-ur nematodlarının yumurta oluşturmaya da bağlıdır. Kök-ur

nematodunun beslenmesi sonucu bir çeşidin köklerinde ur oluşabilir, ancak bitki çeşidinin iyi bir konukçu olmaması durumunda kök-ur nematodu yumurta üretemez. Bunun için, Hartman ve Sasser (1985) tarafından belirtilen ve aşağıda açıklanan 0-5 yumurta kesesi ve ur sayısı indekse göre köklerde 0-2 skala değeri bulunan bitkiler dayanıklı, 3-5 skala değeri alan bitkiler ise hassas olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde hem hassas hem de dayanıklı domates çeşidi üzerinde kök-ur nematod popülasyonların gelişimleri (ur ve yumurta sayıları) değerlendirilerek virulent olup olmadıklarına karar verilmiştir.

0-5 Yumurta kesesi sayısı veya ur sayısı indeksi (Hartman ve Sasser 1985):

- 0: Kökte yumurta kesesi ve ur oluşumu yok.
- 1: Kökte 1-2 yumurta kesesi ve ur oluşumu var.
- 2: Kökte 3-10 yumurta kesesi ve ur oluşumu var.
- 3: Kökte 11-30 yumurta kesesi ve ur oluşumu var.
- 4: Kökte 31-100 yumurta kesesi ve ur oluşumu var.
- 5: Kökte 100'den fazla yumurta kesesi ve ur oluşumu var.

Kök-ur nematodu popülasyonlarının, bitki köklerinde gelişip üreyebildiği topraktaki ikinci dönem larva (J_2) sayısından anlaşılabilmektedir. Üreme oranı (R_f), toprağa inokule edilen başlangıçtaki J_2 sayısı (P_i) ile deneme sonunda topraktan elde edilen J_2 sayısının (P_f) oranlaması ile belirlenmektedir (Ferris ve Noling 1987). Bulunan üreme oranı, 1'den büyükse bitkinin nematod açısından uygun konukçu olduğunu 1'den küçükse uygun konukçu olmadığını göstermektedir.

$$R_f = \frac{P_f}{P_i}$$

3.2.5. Kök-ur nematod popülasyonunun moleküler tanımlanması

Sera içerisinde tesadüfen seçilen 7 farklı parselin saf kültürleri oluşturulduktan sonra kök-ur nematod popülasyonlarının moleküler düzeyde tür teşhisleri yapılmıştır.

3.2.5.1. DNA izolasyonu

Kök-ur nematodlarına ait yumurtalarının DNA izolasyonu “DNAeasy Tissue and Blood Kit” (Qiagen) kullanılarak yapılmıştır. Bu işlem esnasında DNA izolasyon kitinin önermiş olduğu prosedür takip edilmiştir.

3.2.5.2. PCR çalışması

Kök-ur nematod popülasyonlarının moleküler olarak tanımlanması için türlere özgü primerler kullanılmıştır (Çizelge 3.3). PCR reaksiyonu, 20 ng genomik DNA (2,5 µl), 10 x PCR buffer (2,5 µl), 200 µM dNTPs, her primerden 0.4 µM, 2 mM MgCl₂, 1 unit Taq, DNA polimerase (Fermentas, Vilnius, Lithuania) ve destile su olacak şekilde 25 µL hacimde gerçekleştirilmiştir. PCR çalışması Veriti 96-Well (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) cihazında yapılmıştır. PCR döngüsü 94°C'de 3 dak., da sonra 35 döngü 94 °C'de 30 sn., 60 °C'de 30 sn. (inc14F/inc14R ve Fjav/Rjav), 56 °C de 30 sn.

(Far/Rar), 72 °C’de 1 dak. ve son olarakda 72 °C’de 7 dakikada gerçekleşmiştir. PCR ürünleri, %1,5’luk agaroz jelde TAE Buffer ortamında güç kaynağı yardımıyla yürütülmüş ve ethidium bromide boyandıktan sonra görüntüleme cihazında (İntas Science Imaging) fotoğraflanmıştır.

Çizelge 3.3. Kök-ur Nematodlarının moleküler tanımlanmasında kullanılan primerler

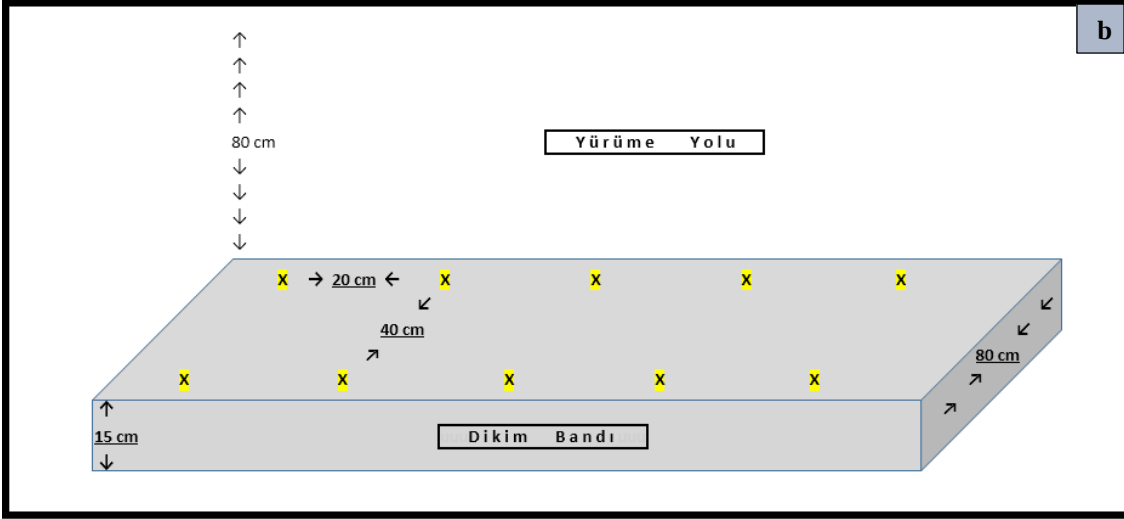
Primer Adı	Nematod Türü	Band Uzunluğu (bp)	Primer Dizisi	Kaynak
Inc-K14F	<i>M. incognita</i>	399	CCCGCTACACCCTCAACTTC	Randig vd 2002
Inc-K14R			GGGATGTGTAAATGCTCCTG	
Fjav	<i>M. javanica</i>	670	GGTGCGCGATTGAACTGAGC	Zijlstra vd 2000
Rjav			CAGGCCCTTCAGTGGAACCTATAC	
Far	<i>M. arenaria</i>	420	TCGGCGATAGAGGTAAATGAC	Zijlstra vd 2000
Rar			TCGGCGATAGACACTACAACCT	

3.2.6. Deneme sırasında bitkilerin dikimi öncesi yapılan işlemler

3.2.6.1. Toprak hazırlığı ve damlama sulama sisteminin tesisi

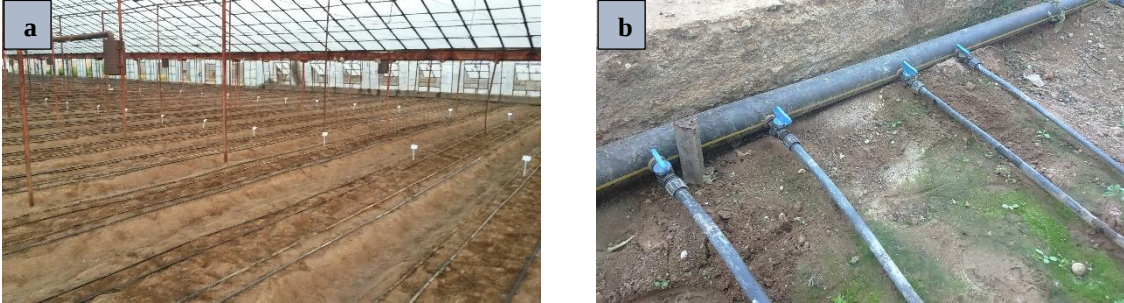
Sera toprağının işlenmesi, fidelerin dikileceği bantların oluşturulması ve damlama borularının tesisi, 1-10 Temmuz 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, önceki sezondan kalan domates bitkileri sökülüş ve geriye kalan üretim materyalleri seradan temizlenmiştir. Daha sonra, sera toprağının yaklaşık 15 cm derinliği, rotovator yardımıyla sürülerek işlenmiştir. Kürek ile düzenlenen işlenmiş topraktan 15 cm yüksekliğinde, 80 cm genişliğinde çift sıra bitkilerin dikileceği 12 adet dikim bandı ve bantlar arası yürüme yolları oluşturulmuştur (Şekil 3.6a, b). Bantların düzgün ve birbiriyle aynı yükseklikte olması için en son tırmıkla üzerinden geçilmiştir.





Şekil 3.6. a) Seranın deneme planı, b) Dikim bandı ebatları ve domates dikim aralıkları

Bitkilerin sulaması, gübrelemesi ve ilaçlama işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için basınç ayarlı damlama sulama sistemi kurulmuştur. 12 banttıan oluşan denemenin her bandına dört hat damlama borusu çekilerek, bitkilerin her iki tarafındaki kök gelişiminin arttırılması ve uygulanacak ilaçların kök etrafına daha güzel dağılımı hedeflenmiştir. (Şekil 3.7a). Ayrıca her banda giden damlama borularının başlarına anahtar konularak, sulaması ya da ilaçlaması yapılacak bantların anahtarları açılarak su akışı sağlanmış, diğer bantların ise anahtarları kapatılmıştır (Şekil 3.7b).



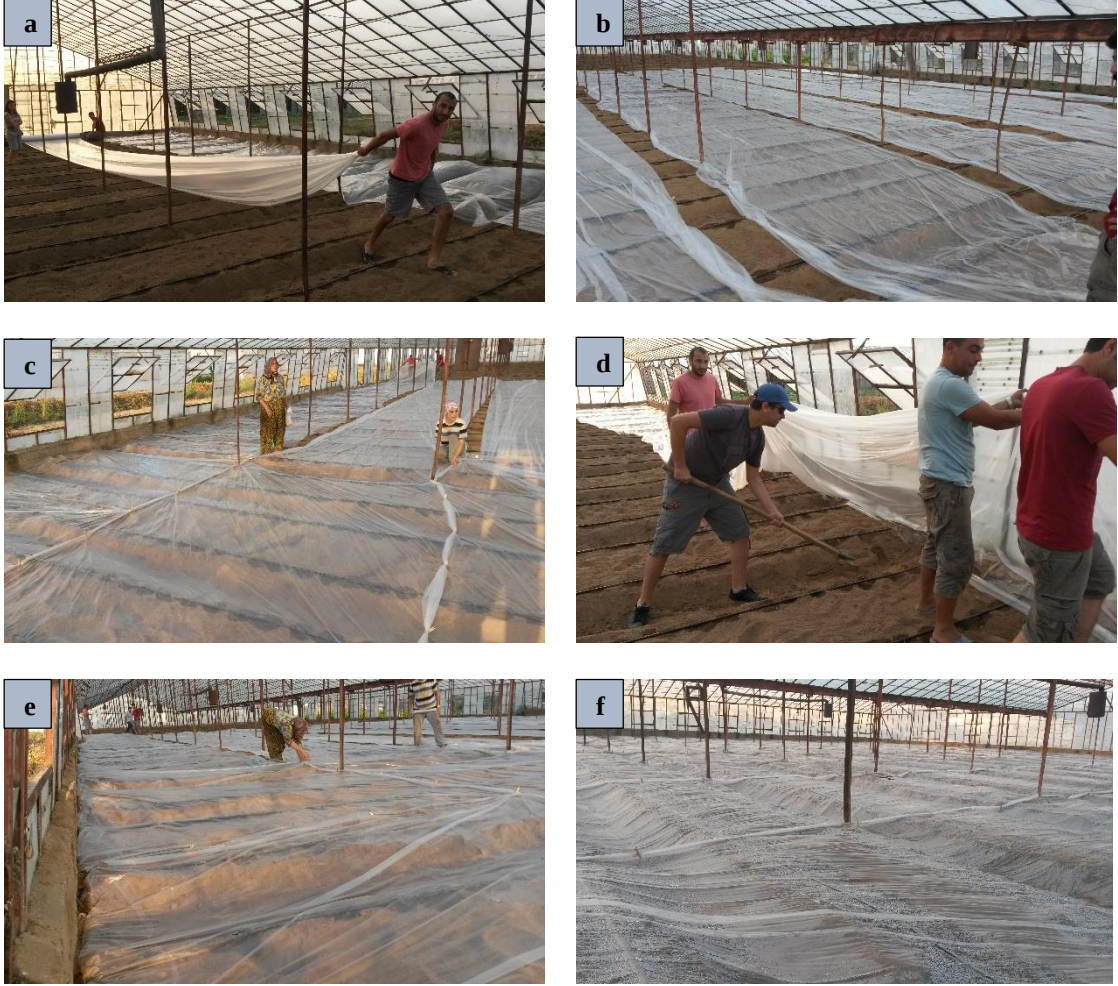
Şekil 3.7. a) Bitkilerin iki tarafına çekilen basınç ayarlı damlama sulama sistemi, b) Ana borudan çıkan damlama borularına konulan anahtarlar

3.2.6.2. Solarizasyon uygulaması

Toprak işlemleri tamamlanan ve bitki dikim sıraları oluşturulan seranın tamamı solarizasyon uygulamasına tabi tutulmuştur. Uygulama, 11 Temmuz-22 Ağustos 2015 tarihleri arasında 6 hafta süreyle gerçekleştirilmiştir. Uygulama boyunca, sera toprağına hiçbir kimyasal verilmemiştir. Bu süre içerisinde, toprağın nemini korumak ve ısının toprağın alt katmanlarına iletimi için 5'er gün aralıklarla sabah erken saatlerde sulama yapılmıştır.

Sera toprağının örtülmesinde 20 mikron kalınlığında şeffaf plastik örtü kullanılmıştır. Sera içerisindeki direklerin mesafe aralığına göre toprağı serilen plastik

örtü, mandallar yardımıyla birbirine sıkıca tutturularak oluşabilecek ısı kaybının önüne geçilmiştir (Şekil 3.8a, b, c). Ayrıca, seranın kenar kısımlarında ısı kaybı olmaması için plastik örtü toprağın altına gömülmüştür (Şekil 3.8d, e) Bu işlemler sırasında örtünün üzerinde toprağın kalmamasına ve örtüde oluşabilecek yırtılmalara karşı dikkat edilmiştir. Plastik örtünün serilme işlemi tamamlandıktan sonra damlama sulama sistemiyle tüm toprak yüzeyi ıslanincaya kadar sulama yapılmıştır (Şekil 3.8f).



Şekil 3.8. a) Plastik örtünün deneme alanına çekilmesi, b) Toprak yüzeyine serilen 20 μ kalınlığındaki plastik örtü, c) Plastik örtünün direkler arasında kalan kısmının mandallarla tutturulması, d) Seranın kenar kısımlarındaki plastik örtünün toprak altına gömülmesi, e) Seranın kenarlarına çekilen plastik örtü, f) Damlama sulama sistemi ile toprağın tüm yüzeyinin sulanması

3.2.6.3. Solarizasyon uygulaması sonunda topraktaki ikinci dönem kök-ur nematodu (J₂) popülasyonunun analizi

Solarizasyon uygulamasının 22.08.2015 tarihinde sonlandırılmasından 2 gün sonra seranın 36 parselinden toprak örneği alınmıştır (Bkz. Şekil 3.2a). Alınan toprak örneklerinde kök-ur nematodu ikinci dönem larvalarının (J₂) olup olmadığı, Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemine (Hooper 1986) göre analiz edilerek belirlenmiştir.

3.2.7. Deneme serasında bitkilerin dikimi sonrası yapılan işlemler

3.2.7.1. Bitki dikim planlaması

Solarizasyon uygulamasının tamamlanmasından sonra hassas (*mi/mi*) Tueza F1, heterozigot dayanıklı (*Mi/mi*) Seval F1 ve homozigot dayanıklı (*Mi/Mi*) Browny F1 çeşitlerine ait domates fideleri 04.09.2015 tarihinde seraya dikilmiştir. Domates bitkilerinin kök ve verim performanslarının seranın tüm bölgelerinde eşit bir şekilde izlenebilmesi için, her bant kendi içinde üç bölgeye ayrılarak üç domates çeşidi de her banda dikilmiştir. Ayrıca, bir banttan bir diğer banda geçerken, domates çeşitleri de önceki bantta bulunduğu bölgeye göre bir sonraki bantta bir üst bölgeye dikimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9a).

12 banttan oluşan deneme alanına domates fideleri; sıra üzeri 20 cm, sıra arası 40 cm olacak şekilde dikilmiştir (Şekil 3.9b, c). Her bantta, üç çeşit domates bitkisinden 120 adet bitki olup, toplamda 12 bant için 1440 bitki dikilmiştir.

a	A BÖLGESİ (TEKERRÜR)	B BÖLGESİ (TEKERRÜR)	C BÖLGESİ (TEKERRÜR)	
1.Bant	SEVAL F1	TUEZA F1	BROWNY F1	1. İLAÇ UYGULAMA BÖLÜMÜ
		Yürüme Yolu		
2.Bant	TUEZA F1	BROWNY F1	SEVAL F1	
		Yürüme Yolu		
3.Bant	BROWNY F1	SEVAL F1	TUEZA F1	2. İLAÇ UYGULAMA BÖLÜMÜ
		Yürüme Yolu		
4.Bant	SEVAL F1	TUEZA F1	BROWNY F1	
		Yürüme Yolu		
5.Bant	TUEZA F1	BROWNY F1	SEVAL F1	3. İLAÇ UYGULAMA BÖLÜMÜ
		Yürüme Yolu		
6.Bant	BROWNY F1	SEVAL F1	TUEZA F1	
		Yürüme Yolu		
7.Bant	SEVAL F1	TUEZA F1	BROWNY F1	KONTROL BÖLÜMÜ
		Yürüme Yolu		
8.Bant	TUEZA F1	BROWNY F1	SEVAL F1	
		Yürüme Yolu		
9.Bant	SEVAL F1	TUEZA F1	BROWNY F1	
		Yürüme Yolu		
10.Bant	TUEZA F1	BROWNY F1	SEVAL F1	
		Yürüme Yolu		
11.Bant	BROWNY F1	SEVAL F1	TUEZA F1	
		Yürüme Yolu		
12.Bant	SEVAL F1	TUEZA F1	BROWNY F1	
		Yürüme Yolu		

Tueza F1: Hassas çeşit (*mi/mi*), Seval F1: Heterozigot dayanıklı çeşit (*Mi/mi*), Browny F1: Homozigot dayanıklı çeşit (*Mi/Mi*)



Şekil 3.9. a) Bitki dikim planlaması, b) Bitki dikim çukurlarının açılması, c) Bitkilerin dikilmesi

3.2.7.2. Kimyasal ve biyolojik preparat uygulamaları

Kök-ur nematodlarına karşı etkinlikleri değerlendirilecek kimyasal + biyolojik preparatların uygulaması her bir bitki sırasının her iki yanına döşenmiş olan damlama sulama sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

Toprak ilaçlama işleminden önce uygulama yapılacak damlama borularının anahtarları açılarak 15 dakika boyunca ilaçlanacak alana sadece su verilmiştir. Böylece toprak, su tutma kapasitesine yaklaştırılarak verilen ilacın alt katmanlara akıp gitmesi önlenmiş ve ilacın kök bölgesinde daha uzun süre kalması sağlanmıştır. Sonraki aşamada, ilaçlama tankında hazırlanan preparat, bir dinamo ile sera içerisine giden ana boruya verilerek ilaçlama işlemi yapılmıştır. İlaçlama tankı boşaldıktan sonra 3 dakika boyunca sulamaya devam edilerek, hem borulardaki ilacın tamamının toprağa uygulanması sağlanmış hem de kökün 20-30 cm'lik hedef bölgesine ilacın gelmesi beklenilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. a) Denemesi yapılacak ilacın dozunun ayarlanması, b) İlaçlama tankında ilacın hazırlanması, c) İlaçlama tankından seraya giden ana boruya ilacın verilmesi, d) Damlama sulama yöntemi ile ilacın bitki köküne uygulanması

12 banttan oluşan sera alanı, her biri 4 banttan oluşturulan 2 adet ilaç uygulama bölümü ve 1 adet kontrol bölümüne ayrılmıştır. Her iki ilaç uygulama bölümünde de firma tarafından birlikte kullanılması tavsiye edilen Flocter WP 5 ticari isimli biyolojik preparat ve Velum Prime SC 400 ticari isimli nematisit uygulanmıştır (Şekil 3.11).

Birinci ilaç uygulama bölümünde, Flocter WP 5 ticari isimli biyolojik preparat domates fideleri dikilmeden bir hafta önce 28.08.2015 tarihinde ve dikimden bir hafta sonra 11.09.2015 tarihinde 4 kg/da tavsiye dozunda damlamadan 2 kez toprağa uygulanmıştır. Ayrıca, Velum Prime SC 400 ticari isimli nematisit, dikimden 1 gün sonra

05.09.2015 tarihinde ve ilk uygulamadan 15 gün sonra 20.09.2015 tarihinde 60 ml/da tavsiye dozunda 2 kez damlamadan uygulanmıştır.

İkinci ilaç uygulama bölümünde, Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 ticari isimli preparatlar sera toprağından alınan örneklerde kök-ur nematodu J₂ yoğunluğunun artmasına müteakip 01.12.2015 ve 16.12.2015 tarihlerinde sırasıyla 4 kg/da ve 60 ml/da tavsiye dozlarında 2 kez damlama sulama sistemiyle toprağına uygulanmıştır.

Kontrol bölümüne, hiç bir kimyasal ve biyolojik preparat uygulanmamıştır.

1.Bant	Flocter WP 5 + Velur Prime SC 400 Dikim Başlangıcında Yapılan Uygulama	Yürüme Yolu	1. İLAÇ UYGULAMA BÖLÜMÜ
2.Bant	Flocter WP 5 + Velur Prime SC 400 Dikim Başlangıcında Yapılan Uygulama	Yürüme Yolu	
3.Bant	Flocter WP 5 + Velur Prime SC 400 Dikim Başlangıcında Yapılan Uygulama	Yürüme Yolu	
4.Bant	Flocter WP 5 + Velur Prime SC 400 Dikim Başlangıcında Yapılan Uygulama	Yürüme Yolu	
5.Bant	Flocter WP 5 + Velur Prime SC 400 Toprakta J ₂ Kök-ur Nematod Yoğunluğu Artmaya Başladığında Yapılan Uygulama	Yürüme Yolu	2. İLAÇ UYGULAMA BÖLÜMÜ
6.Bant	Flocter WP 5 + Velur Prime SC 400 Toprakta J ₂ Kök-ur Nematod Yoğunluğu Artmaya Başladığında Yapılan Uygulama	Yürüme Yolu	
7.Bant	Flocter WP 5 + Velur Prime SC 400 Toprakta J ₂ Kök-ur Nematod Yoğunluğu Artmaya Başladığında Yapılan Uygulama	Yürüme Yolu	
8.Bant	Flocter WP 5 + Velur Prime SC 400 Toprakta J ₂ Kök-ur Nematod Yoğunluğu Artmaya Başladığında Yapılan Uygulama	Yürüme Yolu	
9.Bant	İlaç Uygulaması Yapılmayan Bölüm	Yürüme Yolu	KONTROL BÖLÜMÜ
10.Bant	İlaç Uygulaması Yapılmayan Bölüm	Yürüme Yolu	
11.Bant	İlaç Uygulaması Yapılmayan Bölüm	Yürüme Yolu	
12.Bant	İlaç Uygulaması Yapılmayan Bölüm	Yürüme Yolu	

Şekil 3.11. İlaç uygulama planı

3.2.7.3. Üretim sezonu boyunca domates bitkilerinin bakımı

Üretim sezonu boyunca bitkilerin gübrenmesi, ilaçlanması, ipe alınması, sürgünlerinin kesilmesi ve yapraklarının alınması gibi bakım işlemleri haftalık takibi yapılarak sürdürülmüştür. Ayrıca, bitki çiçeklerinin döllenmesi için seraya bambus arısı konulmuştur. Ancak, hava sıcaklığının yüksek olduğu eylül ayında hormon uygulaması yapılmıştır.

Bitkilerin gübrenmesi, sezon başında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bölge Toprak, Bitki, Su ve Gübre Analiz Laboratuvarında (Antalya) yaptırılan toprak analizine göre gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, ihtiyaç görüldüğünde yaprak gübrenmesi ile üst aksamdan besin takviyesi yapılmıştır.

Seradaki domates bitkileri yetiştirilirken görülen zararlılar ve hastalık etmenlerinin kontrolü için kimyasal ilaçlar tavsiye dozlarında uygulanmıştır (Ek-1).

3.2.7.4. Sera toprağının ve hava sıcaklığının ölçülmesi

Domates fidelerinin dikildiği 04.09.2015 tarihinden söküm yapılan 31.05.2016 tarihine kadar seranın ortam sıcaklığı ve 20 cm derinliğindeki toprak sıcaklığı, iklim ölçüm cihazı ile yapılmıştır. (Şekil 3.12). Gün boyu yapılan ölçümlerde günün en düşük, en yüksek ortam ve toprak sıcaklıkları kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.12 İklim ölçüm cihazı

3.2.7.5. Üretim sezonu boyunca toprakta kök-ur nematodu popülasyonunun takibi

Bitki dikim tarihi olan 04.09.2015’den itibaren 10’ar günlük periyotlar halinde 31.05.2016 tarihine kadar seranın 36 parselinden toplamda 27 kez toprak örnekleri alınmıştır (Bkz. Şekil 3.3a). Alınan örnekler, laboratuvarında Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemine (Hooper 1986) göre analiz edilmiştir. Kök-ur nematodu J₂ popülasyonun toprakta ilk kez görülme tarihi ve üretim sezonu boyunca dalgalanma süreci takip edilmiştir.

3.2.7.6. Bitki köklerinin incelenmesi

Kök-ur nematodlarının; hassas Tueza F1, heterozigot dayanıklı Seval F1 ve homozigot dayanıklı Brown F1 çeşitlerinin kökleri üzerindeki ırlanmaları incelemek ve kök-ur nematodlarına karşı uygulanan ilaçların etkinliğinin araştırılması için 16.04.2016 ve 31.05.2016 tarihlerinde bitki sökümü yapılmıştır. Her iki sökümde de 12 banttaki 36 parselden 10’ar bitki olmak üzere toplamda 720 adet bitki değerlendirilmeye alınmıştır.

16.04.2016 ve 31.05.2016 tarihlerindeki her bir bitki sökümünde değerlendirmeye alınan 360’ar adet kökün ırlanma indeksleri arasında karşılaştırma yapılarak, söküm zamanındaki farklılığın ırlanmalar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca her iki sökümde de (16.04.2016 ve 31.05.2016) elde edilen ırlanma indekslerinin, seranın farklı bölgelerinde domates çeşitlerinin ve ilaç uygulamalarının değişik sonuçlar oluşturup oluşturmadığı araştırılmıştır.



Şekil 3.13. a) Sökümü yapılacak domates bitkisi, b) Bitki kökünün gövdesinden makas ile ayrılması, c) Bitki kökünün kürek yardımıyla topraktan çıkartılması

Sezon boyunca, kök-ur nematodunun köklerde oluşturduğu urlanmalar ile verim arasında her bir domates çeşidi düzeyinde ilişkisini belirlemek için sökümü yapılacak bitkiler önceden kurdela ile işaretlenmiştir (Şekil 3.13a). Daha sonra bu bitkiler söküm tarihinde, makas ile kök boğazı bölgesinden kesilmiştir (Şekil 3.13b). Kürek yardımıyla topraktan çıkarılan kökler, etiketlenmiş şeffaf poşetlere konularak, incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3.13c). Köklerdeki urlanmalar 0-10 skalasına (Zeck 1971) göre değerlendirilerek, kayıt altına alınmıştır.

3.2.7.7. Verim analizi

Verim denemesi yapılacak bitkiler önceden belirlenerek kurdela ile işaretlenmiştir (Şekil 3.14a) Kurulan ilaç uygulama ve kontrol bölümleri, her bir domates çeşidi için kendi arasında verim açısından karşılaştırılmış olup bu amaçla 4 parselin her birinden 20 adet olmak üzere toplamda 80 bitkinin meyveleri toplanarak tartılmıştır (Şekil 3.14b, c). Verim denemeleri, 15.11.2015 tarihinden 20.03.2016 tarihine kadar hassas Tueza F1 ve heterozigot dayanıklı Seval F1 domates çeşitlerinin 7 salkım, homozigot dayanıklı Brown F1 çeşidinin ise 8 salkımından alınmıştır.



Şekil 3.14. a) Verimi alınacak kurdela ile belirli domates bitkisi, b) Seradan domates meyvelerinin toplanması, c) Domateslerin tartılması

3.2.7.8. Verilerin analizi

Verilerin analiz konusundaki tanımlayıcı istatistikler; frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma değerleri ile sunulmuştur. İki grubun ölçüm değerleri arasındaki farkın analizinde T Testi yapılmıştır. Grupların, iki ölçüm zamanına göre farklılığının araştırılması amacı ile eşleştirilmiş T Testi kullanılmıştır. Ayrıca, üçlü grupların karşılaştırılmasında Varyans Analiz Testi (ANOVA) ve ikili karşılaştırmalar için Sidak Testi kullanılmıştır. Üçlü grupların ölçümlerinin farklı zamanlara göre farklılığının araştırılması amacı ile Tekrarlı Varyans Analizi (Faktöriyel ANOVA) uygulanmıştır. Çalışmada 0,05'den küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Analizler IBM SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Araştırma Serasının Belirlenmesi

4.1.1. Bitkilerin urlanma indekslerinin sonuçları

2015 yılı ilkbahar döneminde dikilen Seyran F1 domates çeşidine ait 40 adet bitki köklerinin urlanma indeksleri 0-10 skalasına (Zeck 1971) göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.1). Değerlendirmeye alınan bitki köklerinin hepsinin ur indeksi 6 ve üzeri olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bitki köklerinin ortalama urlanma indeksi 7.4 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Seyran F1 domates çeşidine ait bitkilerin köklerindeki urlanma indeksleri

Seyran F1 Bitki Kökleri	Kök-ur İndeksi*	Seyran F1 Bitki Kökleri	Kök-ur İndeksi*
1. Bitki Kökü	7	21. Bitki Kökü	8
2. Bitki Kökü	7	22. Bitki Kökü	8
3. Bitki Kökü	8	23. Bitki Kökü	7
4. Bitki Kökü	7	24. Bitki Kökü	8
5. Bitki Kökü	7	25. Bitki Kökü	7
6. Bitki Kökü	9	26. Bitki Kökü	9
7. Bitki Kökü	8	27. Bitki Kökü	6
8. Bitki Kökü	6	28. Bitki Kökü	7
9. Bitki Kökü	7	29. Bitki Kökü	7
10. Bitki Kökü	8	30. Bitki Kökü	8
11. Bitki Kökü	7	31. Bitki Kökü	6
12. Bitki Kökü	9	32. Bitki Kökü	6
13. Bitki Kökü	8	33. Bitki Kökü	7
14. Bitki Kökü	6	34. Bitki Kökü	9
15. Bitki Kökü	7	35. Bitki Kökü	7
16. Bitki Kökü	9	36. Bitki Kökü	8
17. Bitki Kökü	8	37. Bitki Kökü	7
18. Bitki Kökü	6	38. Bitki Kökü	8
19. Bitki Kökü	8	39. Bitki Kökü	8
20. Bitki Kökü	7	40. Bitki Kökü	7

*Zeck (1971) skalasına göre değerlendirilmiştir.

Sera içerisindeki farklı parsellerden alınan Seyran F1 domates çeşidine ait bitki köklerindeki urlanmaların, hem saçak kökleri hem de ana kökleri üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Seyran F1 domates çeşidine ait urlu kökler

4.1.2. Kök-ur nematodu popülasyon yoğunlukları

Deneme alanında oluşturulan 36 parselin her birinden alınan toprak örneklerinde, kök-ur nematodu J_2 sayıları analiz edilmiştir (Şekil 4.2). Parsellerin her birinden alınan toprak örneklerinden elde edilen J_2 popülasyon yoğunluğu 620-18210 $J_2/100$ gr toprak değiştiği belirlenmiştir. Kök-ur nematodu popülasyonunun, serada bölge ve bant ayrımı gözetmeksizin sera genelinde yoğun bir şekilde bulunduğu tespit edilmiştir.

	A BÖLGESİ (Adet)	B BÖLGESİ (Adet)	C BÖLGESİ (Adet)
1.Bant	4450	1080	2280
	Yürüme Yolu		
2.Bant	9010	2500	1770
	Yürüme Yolu		
3.Bant	1880	3840	5010
	Yürüme Yolu		
4.Bant	720	4770	4720
	Yürüme Yolu		
5.Bant	3190	18210	5010
	Yürüme Yolu		
6.Bant	2210	2730	1810
	Yürüme Yolu		
7.Bant	1310	4550	1220
	Yürüme Yolu		
8.Bant	1410	1620	830
	Yürüme Yolu		
9.Bant	2240	1780	730
	Yürüme Yolu		
10.Bant	3100	5370	3200
	Yürüme Yolu		
11.Bant	3430	3290	1620
	Yürüme Yolu		
12.Bant	620	6390	1910

Şekil 4.2. Seradaki kök-ur nematodu J_2 popülasyon yoğunluğu

4.2. Sera Toprağının Analiz Değerleri

Sera toprağının analizi sonucunda, toprak bünyesi, pH'ı, kireç düzeyi, EC durumu, organik madde ve makro besin elementlerinin yeterlilik düzeyleri belirlenmiştir. Toprak yapısının kuvvetli alkali ve kireçli olmasına rağmen, organik madde ve makro besin elementlerince yeter düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Deneme serası toprak analiz sonuçları

Toprak Yapısı	Ölçüm Değerleri	Analiz Sonucu	Değerlendirme	
pH	(1:2,5)	8,5	Kuvvetli Alkali	
Kireç	(%)	57,0	Çok Fazla Kireçli	
EC	[Micromhos/cm (25°C)]	342	Tuzsuz	
Kum	(%)	55	Kumlu-Tınlı	
Kil	(%)	15		
Mil	(%)	30		
Besin İçeriği	Ölçüm Değerleri	Yeterli Değerler	Analiz Sonucu	Değerlendirme
Organik Madde	(%)	En az 5	5,6	Yeterli
P	[ppm (Olsen)]	20-25	32,4	Fazla
K	(ppm)	200-320	230	Yeterli
Ca	(ppm)	1440-6120	2737	Yeterli
Mg	(ppm)	117-400	362	Yeterli

4.3. Kök-ur Nematod Popülasyonunun Virülensliğinin Belirlenmesi

Sera içerisindeki 7 farklı (3, 8, 12, 13, 21, 25 ve 32) parselden elde edilen kök-ur nematod popülasyonun, hassas Tueza F1 ve heterozigot dayanıklı Seval F1 domates çeşitleri üzerinde oluşturdıkları yumurta paketi ve ırlanma sayıları değerlendirilmiş ve skala değeri 5 bulunmuştur (Çizelge 4.3). Araştırma sonucunda, seradaki kök-ur nematodu popülasyonunun heterozigot dayanıklı Seval F1 domates çeşidi üzerinde hassas çeşit Tueza F1'deki gibi geliştiği görülmüştür.

Deneme sonunda kök-ur nematod popülasyonun üreme oranları; hassas Tueza F1 bitkisinde 9.6-53.1, heterozigot dayanıklı Seval F1 bitkisinde ise 8-46.5 olduğu tespit edilmiştir. Her iki bitki çeşidinde de popülasyonun üreme oranı 1'den büyük bulunmuştur (Çizelge 4.3). Dayanıklı domates çeşidinde de popülasyonun üreme oranının 1'den yüksek olması, bu popülasyonun *Mi-1* virulent olduğunu göstermiştir.

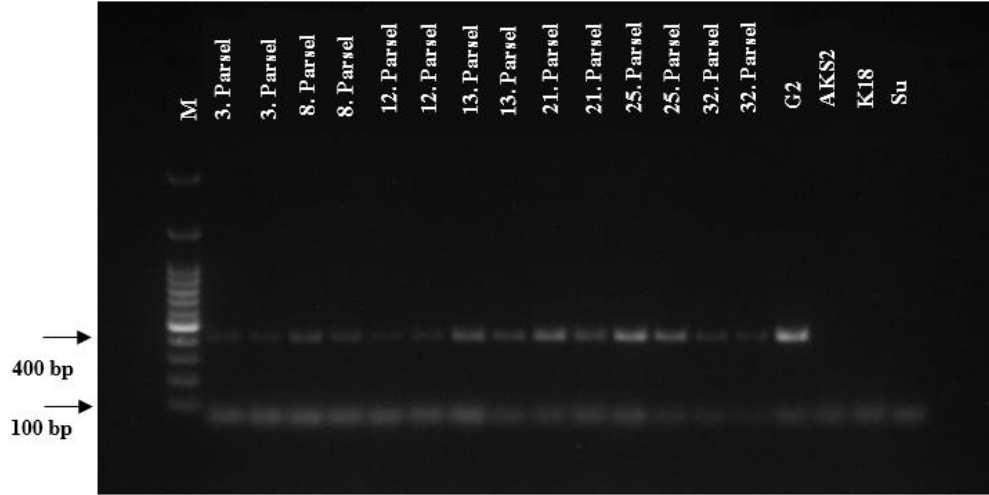
Çizelge 4.3. Kök-ur nematodu popülasyonlarının hassas Tueza F1 ve heterozigot dayanıklı Seval F1 domates çeşitlerinde oluşturdıkları ur ve yumurta kümesi skala değeri ve J_2 üreme oranları

Parsel Adı	Yumurta kümesi-Ur Skala Değeri (0-5) *		Üreme Oranları ($R_f = \frac{P_f}{P_i}$)	
	Tueza F1	Seval F1	Tueza F1	Seval F1
3	5	5	26.5	27.5
8	5	5	53.1	46.5
12	5	5	9.6	8.0
13	5	5	11.8	13.3
21	5	5	27.6	28.0
25	5	5	31.7	25.3
32	5	5	31.1	34.7

* Hartman ve Sasser (1985) skalasına göre değerlendirilmiştir. Tueza F1: Hassas çeşit, Seval F1: Heterozigot dayanıklı çeşit.

4.4. Kök-ur Nematod Popülasyonun Türü

Denemenin yürütüldüğü seranın hangi tür veya türlerle bulaşık olduğunun belirlenebilmesi için, seranın 7 farklı bölgesinden alınan 14 örnek moleküler teknikler kullanılarak tür düzeyinde teşhis edilmiştir. Inc-K14F ve Inc-K14R primer çifti ile yapılan çalışmalar sonucunda alınan örneklerin tamamının *M. incognita* türüne ait olduğu, pozitif örnekteki gibi yaklaşık 400 bp DNA bandı oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. *Meloidogyne incognita* türüne özel Inc-K14F ve Inc-K14R primerleri ile elde edilen PCR ürünleri. M: Moleküler markör (100 bp DNA ladder, ABM), G2: *M. incognita*, AKS2: *M. javanica*, K18: *M. areanaria*

4.5. Sera Toprağının ve Ortam Sıcaklığının Ölçümü

Domates fidelerinin dikiminden söküm tarihine kadar seranın toprak ve ortam sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Günlük yapılan ölçümlere göre sera toprağının ve ortam sıcaklığının; en düşük ve en yüksek değerleri belirlenmiştir (Ek-2). Sera içerisinde; en düşük toprak ve ortam sıcaklığı ocak ayında tespit edilirken, en yüksek toprak ve ortam sıcaklığı eylül ayında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Sera toprağının ve ortam sıcaklığının aylara göre değerleri

Aylar	En Düşük Ortam Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Ortam Sıcaklığı (°C)	En Düşük Toprak Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Toprak Sıcaklığı (°C)
Eylül 2015	13.1	43.7	22.2	27.8
Ekim 2015	10.4	34.2	17.9	26.4
Kasım 2015	6.5	30.2	12.8	22.3
Aralık 2015	1.5	27.9	8.7	16.3
Ocak 2016	1.3	26.7	8.3	15.8
Şubat 2016	1.7	28.2	11.4	17.9
Mart 2016	4.5	32.7	14.3	21.8
Nisan 2016	8.1	35.6	18.5	25.4
Mayıs 2016	11.5	38.8	19.9	27.1

4.6. Solarizasyon Uygulaması

Solarizasyon uygulaması, 11 Temmuz-22 Ağustos 2015 tarihlerinde 6 hafta süreyle gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın tamamlanmasından 2 gün sonra seranın 36 parselinden alınan toprak örneklerinde kök-ur nematodu J₂ popülasyonu tespit edilmemiştir. Daha sonra bu 36 parselden 10'ar günlük aralıklarla toprak örneklerinin alınmasına devam edilmiştir. İlk kök-ur nematodu popülasyonu 24.10.2015 tarihinde solarizasyon uygulamasından iki ay sonra tespit edilmiştir.

4.7. Üretim Sezonu Boyunca Toprakta Kök-ur Nematodu Popülasyonunun Takibi

4.7.1. *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonunun dalgalanma eğrileri

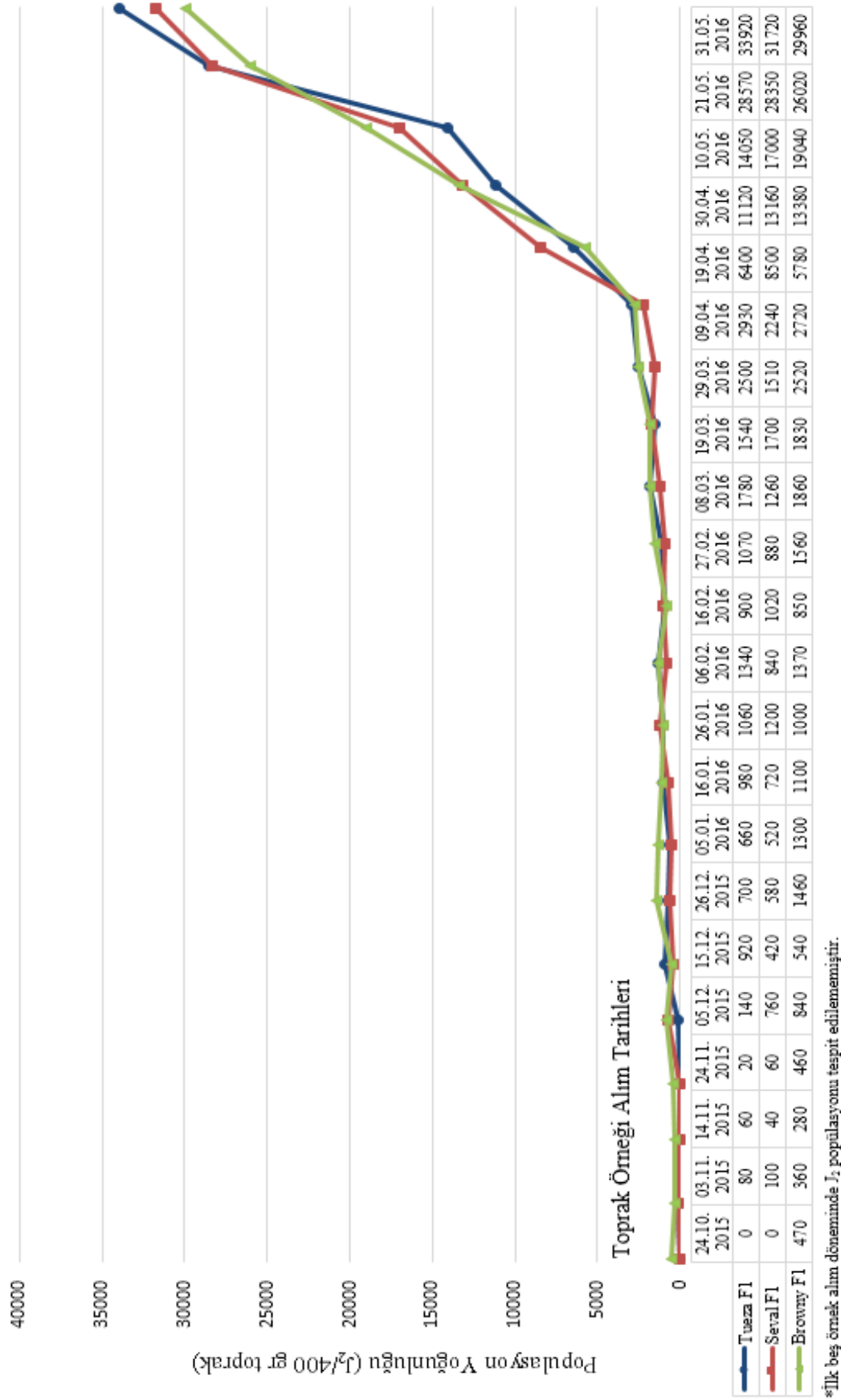
Her bir ilaç uygulama ve kontrol bölümündeki parsellerde dikili olan hassas Tueza F1, heterozigot dayanıklı Seval F1 ve homozigot dayanıklı Browny F1 domates çeşitlerinden 10'ar gün aralıklarla 27 kez toprak örnekleri alınarak, *Mi-1* virulent *M. incognita* J₂ popülasyonunun dalgalanma eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7).

Tueza F1, Seval F1 ve Browny F1 domates çeşitlerinin dikili olduğu parsellerdeki *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun seyri, en düşük 2. ilaç uygulama bölümünde (toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğu artmaya başladığı dönemde Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması) daha sonra 1. ilaç uygulama bölümünde (bitki dikim zamanı Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması) en yüksek ise, kontrol bölümünde belirlenmiştir. Solarizasyon uygulamasının tamamlanmasından (22.08.2015) sonra 6. toprak örneği alımına (24.10.2015) kadar geçen 5 toprak örneği alımında kök-ur nematodu J₂ popülasyonuna rastlanılmamıştır. İlk kez J₂ popülasyonuna 6. toprak örneği alımında (24.10.2015), kontrol bölümündeki Browny F1 domates çeşidinin dikili olduğu parsellerde belirlenmiştir. Kontrol bölümünde, bundan sonraki tüm örnek alımlarında üç domates çeşidinin de dikili olduğu çeşitli parsellerde J₂ popülasyonu tespit edilmiştir. Bu bölümdeki domates çeşitlerinin dikili olduğu parsellerdeki J₂ sayısı, 7. toprak örneği alımından (03.11.2015) 22. toprak örneği alımına (09.04.2016) kadar inişli-çıkışlı bir gelişim göstermiş ancak, 23. toprak örneği alımından (19.04.2016) itibaren geçen sürede üç domates çeşidinde de J₂ popülasyonunun topraktaki yoğunluğu artarak devam etmiştir. Son ölçüm yapılan 27. toprak alımında (31.05.2016) en yüksek J₂ popülasyonu Tueza F1 domates çeşidinde daha sonra Seval F1 domates çeşidinde en son ise Browny F1 domates çeşidinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.4, Şekil 4.7).

Flocter WP 5 ticari isimli biyolojik preparat + Velum Prime SC 400 ticari isimli nematisitin bitkilerin dikim zamanı uygulandığı 1. ilaç uygulama bölümünde, ilk kez J₂ popülasyonu, 8. toprak örneği alımında (14.11.2015), Tueza F1 ve Seval F1 bitkisinin dikili olduğu parsellerde tespit edilmiştir. Bundan sonraki tüm toprak örneği alımlarında üç domates çeşidinin de dikili olduğu çeşitli parsellerde J₂ popülasyonu belirlenmiştir. Bu ilaç uygulama bölümündeki dikili olan üç domates çeşidi üzerinde de kök-ur nematodu J₂ popülasyon yoğunluklarının 22. toprak örneği alımına kadar (19.04.2016) yavaş bir şekilde artış göstermiş ancak, 23. toprak örneği alımından (19.04.2016) itibaren J₂ sayısı giderek artmıştır. 27. toprak örneği alımı (31.05.2016) sonunda en yüksek J₂

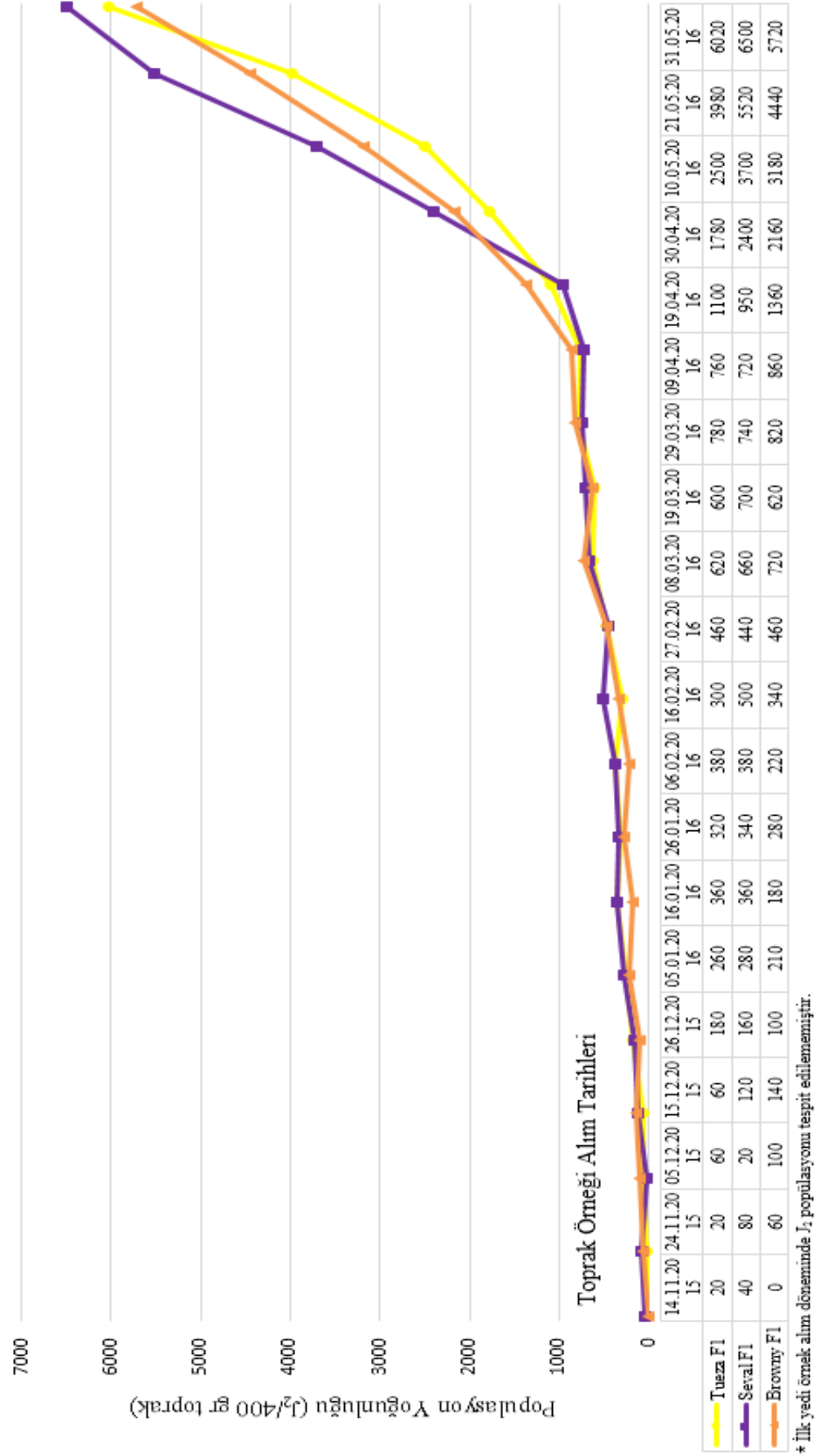
popülasyonu Seval F1 domates çeşidinde daha sonra Tueza F1 domates çeşidinde en son ise Browny F1 domates çeşidinde tespit edilmiştir (Şekil 4.5, Şekil 4.7).

Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 isimli preparatların toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı zaman uygulandığı 2. ilaç uygulama bölümünde, ilk kez J₂ popülasyonuna 8. toprak örneği alımında (14.11.2015), Browny F1 bitkisinin dikili olduğu parselde tespit edilmiştir. Bir sonraki örnek alımında da (9. örnek alımı) yine Browny F1 bitkisinin ekili olduğu parselde daha yüksek J₂ popülasyonunun (380 J₂ /100 gr toprak) tespit edilmesi üzerine 01.12.2015 ve 16.12.2015 tarihlerinde yukarıda belirtilen preparatlar uygulanmıştır. 10-16. toprak örneği alımı süresince (05.12.2015-06.02.2016) bu ilaç uygulama bölümündeki domates çeşitlerinin dikili olduğu hiç bir parselde kök-ur nematodu J₂ popülasyonuna rastlanılmamıştır. İlaç uygulamalarından sonra ilk kez J₂ popülasyonuna 16. toprak örneği alımında (06.02.2016) Seval F1 ve Browny F1 domates çeşitlerinin dikili olduğu parsellerde tespit edilmiştir. Sonraki iki toprak örneği alımında Tueza F1 ve Seval F1 domates çeşitlerinde J₂ popülasyonu görülmesine rağmen, Browny F1 domates çeşidinde J₂ popülasyonu belirlenememiştir. 19. toprak örneği alımından (08.03.2016) itibaren tüm toprak örneği alımlarında üç domates çeşidinin de dikili olduğu değişik parsellerde J₂ popülasyonuna rastlanılmıştır. Bu ilaç uygulama bölümündeki domates çeşitlerinin dikili olduğu parsellerdeki J₂ popülasyon yoğunluğu 20. toprak örneği alımına kadar (19.03.2016) inişli-çıkışlı ve yavaş bir şekilde gelişim gösterdiği ancak, 21. toprak örneği alımından sonra (29.03.2016) hızlandığı görülmüştür. Son ölçüm döneminde en yüksek J₂ popülasyonun Tueza F1 domates çeşidinde daha sonra Seval F1 domates çeşidinde en son ise Browny F1 domates çeşidinde gözlenmiştir (Şekil 4.6, Şekil 4.7).

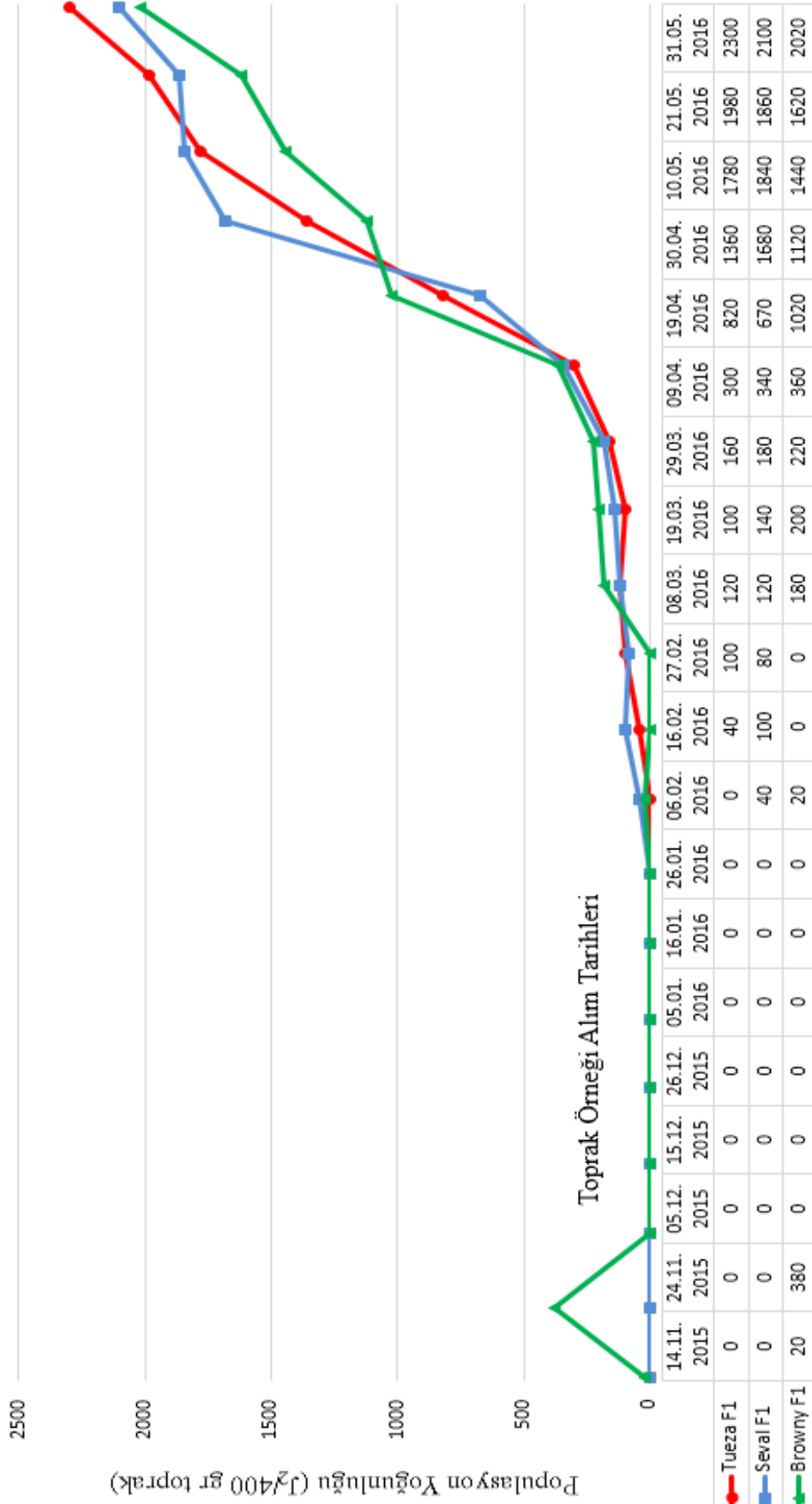


*İlk beş örnek alım döneminde J_2 popülasyonu tespit edilememiştir.

Şekil 4.4. Kontrol bölümünde bulunan domates çeşitlerinin topraklarındaki *Mi-1* virulent *M. incognita* J_2 yoğunluğunun dalgalanma eğrileri

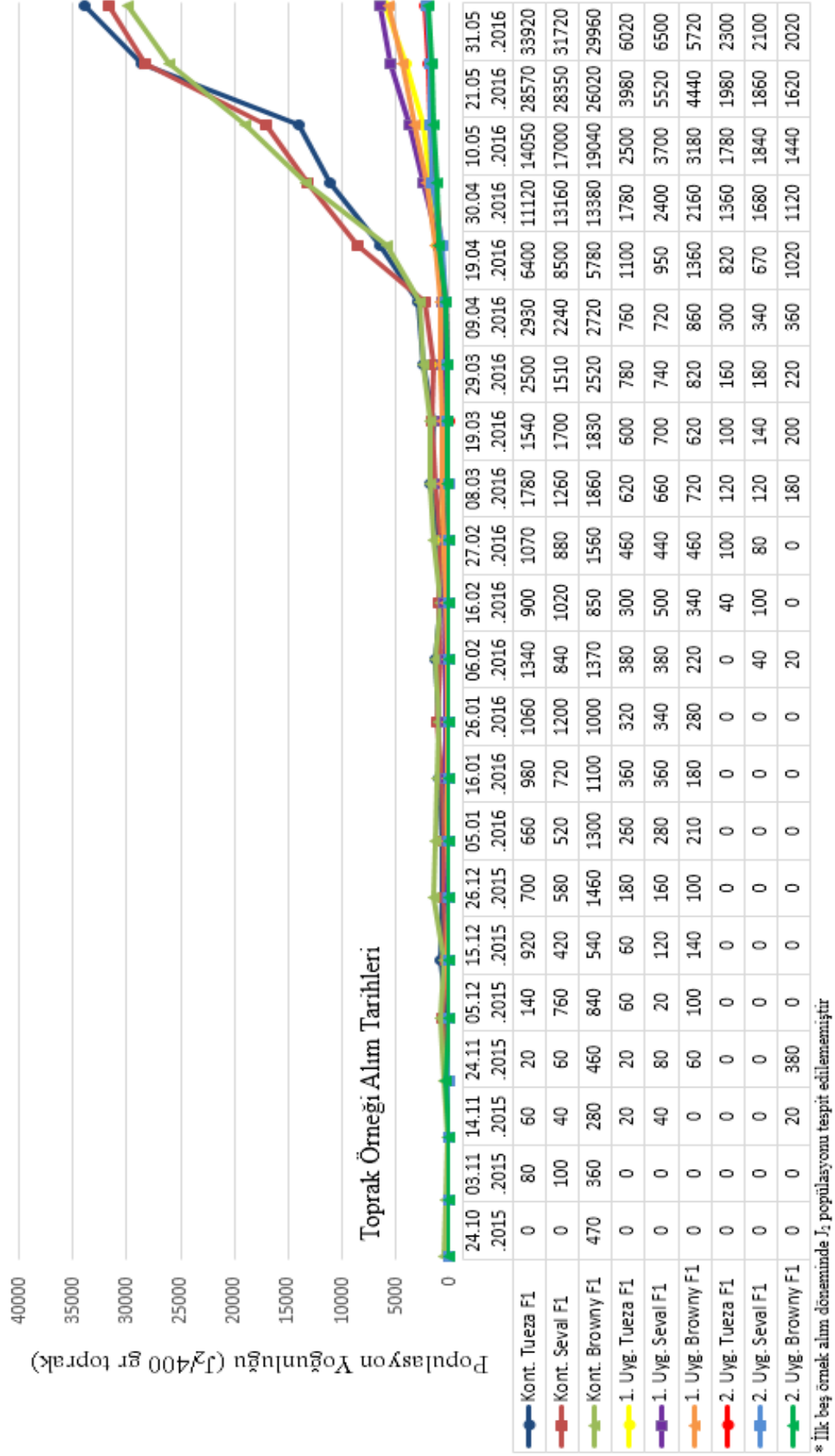


Şekil 4.5. 1. ilaç uygulama bölümünde bulunan domates çeşitlerinin topraklarındaki *Mi-1* virulent *M. incognita* J_2 yoğunluğunun dalgalanma eğrileri



* İlk yedi örnek alım döneminde J₂ popülasyonu tespit edilememiştir.

Şekil 4.6. 2. ilaç uygulama bölümünde bulunan domates çeşitlerinin topraklarındaki *Mi-1* virulent *M. incognita* J₂ yoğunluğunun dalgalanma eğrileri



Şekil 4.7. İlaç uygulama ve kontrol bölümünde bulunan domates çeşitlerinin topraklarındaki *Mi-1* virulent *M. incognita* J₂ yoğunluğunun dalgalanma eğrileri

4.7.2. Domates çeşitlerinin kendi aralarında ve uygulamalara göre toplam J₂ sayısı bakımından karşılaştırılması

Hassas Tueza F1, heterozigot dayanıklı Seval F1 ve homozigot dayanıklı Brown F1 domates çeşitlerinin dikili olduğu parsellerden 27 kez toprak örneği alınması ile elde edilen toplam *Mi-1* virulent *M. incognita* J₂ sayıları kendi aralarında ve uygulamalara (1., 2. ve kontrol) göre farklılık gösterip göstermediği Tekrarlı Varyans Analizi ile araştırılmıştır (Çizelge 4.5). Elde edilen sonuçlarda, domates çeşitlerinin aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümü içerisinde istatistiki olarak farklılık göstermedikleri tespit edilmiştir (F=1,06, p>0,05).

Çizelge 4.5. Domates çeşitlerinin kendi aralarında ve uygulamalara göre toplam J₂ sayısı bakımından karşılaştırılması

Domates Çeşidi	Uygulamalar	Toprak Örneği Sayısı	Ortalama J ₂ Sayısı	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)
Tueza F1	1. Uygulama	108	761,48	1383,55	1,06	0,22
	2. Uygulama	108	335,56	679,71		
	Kontrol	108	4101,48	8554,44		
Seval F1	1. Uygulama	108	911,48	1682,41		
	2. Uygulama	108	338,89	668,69		
	Kontrol	108	4169,63	8531,68		
Brown F1	1. Uygulama	108	813,70	1442,10		
	2. Uygulama	108	318,52	579,44		
	Kontrol	108	4248,15	8075,59		

Tueza F1: Hassas çeşit, Seval F1: Heterozigot dayanıklı çeşit, Brown F1: Homozigot dayanıklı çeşit. 1. Uygulama: Dikim döneminde ilaç uygulaması yapılan bölüm, 2. Uygulama: Toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde ilaç uygulaması yapılan bölüm, Kontrol: İlaç uygulaması yapılmayan bölüm.

4.7.3. Domates çeşitlerinin her birinin uygulamalara göre toplam J₂ sayısı bakımından karşılaştırılması

Domates çeşitlerinin her birinin dikili olduğu parsellerden üretim sezonu boyunca 27 kez toprak örneği alınması ile elde edilen toplam *Mi-1* virulent *M. incognita* J₂ sayılarının, uygulamalara (1., 2. ve kontrol) göre farklılık gösterip göstermediği Tekrarlı Varyans Analizi ile araştırılmıştır (Çizelge 4.6). Analiz sonucunda üç domates çeşidinde de uygulamalara göre farklılık gösterdikleri tespit edilmiştir (F=4,56, F=4,55, F=5,49, p<0,05). Her bir domates çeşidi için farklılık görülen uygulamalar arasında Sidak İkili Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre her üç domates çeşidinin de 1. ve 2. ilaç uygulama bölümlerindeki toplam J₂ sayıları arasında benzerlik bulunduğu, kontrol bölümünün toplam J₂ sayısının ise, iki ilaç uygulama bölümüne göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Domates çeşitlerinin her birinin uygulamalara göre toplam J₂ sayısı bakımından karşılaştırılması

Domates Çeşidi	Uygulamalar	Toprak Örneği Sayısı	Ort. J ₂ Sayısı	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)	İkili Karşılaştırma
Tueza F1	1. Uygulama	108	761,48	1383,55	4,56	0,01	3>2,1
	2. Uygulama	108	335,56	679,71			
	Kontrol	108	4101,48	8554,44			
Seval F1	1. Uygulama	108	911,48	1682,41	4,55	0,01	3>2,1
	2. Uygulama	108	338,89	668,69			
	Kontrol	108	4169,63	8531,68			
Brown F1	1. Uygulama	108	813,70	1442,10	5,49	0,01	3>2,1
	2. Uygulama	108	318,52	579,44			
	Kontrol	108	4248,15	8075,59			

Tueza F1: Hassas çeşit, Seval F1: Heterozigot dayanıklı çeşit, Brown F1: Homozigot dayanıklı çeşit. 1. Uygulama: Dikim döneminde ilaç uygulaması yapılan bölüm, 2. Uygulama: Toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde ilaç uygulaması yapılan bölüm, Kontrol: İlaç uygulaması yapılmayan bölüm.

4.7.4. Kök-ur Nematodu J₂ yoğunluğunun domates çeşitlerine göre kümelenmesi

Domates çeşitlerinin her birinin yetiştirildiği parsellerden, üretim sezonu boyunca 27 kez toprak örneği alınması ile elde edilen *Mi-1* virulent *M. incognita* J₂ sayılarının hangi dönemlerde yoğunlaştığının belirlenmesi için Kümeleme Analiz Yöntemi uygulanmıştır.

Hassas Tueza F1 bitki çeşidinin yetiştirildiği 12 parselden elde edilen *M. incognita* J₂ popülasyonunun 27 farklı toprak örneği alımındaki sonuçlara göre, 4 farklı grupta kümelenmiştir. 1-6 toprak örneği alımında J₂ popülasyonu görülmezken, 7. ve 10. toprak örneği alımları arasında 33,30±12,22, 11. ve 20. toprak örneği alımları arasında 495,12±114,72 ve 21. ve 27. toprak örneği alımları arasında 5957,61±1256,34 J₂ popülasyon ortalaması tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Tueza F1 domates çeşidinin dikili olduğu parsellerdeki *M. incognita* J₂ popülasyonunun kümelenmesi

J ₂ Popülasyonlarının Kümelenildiği Gruplar	Toprak Örneği Sayısı	Toplam J ₂ Sayısı	Standart Sapma
1-6. Toprak Örnekleri	18	0	0
7-10. Toprak Örnekleri	12	33,3	12,22
11-20. Toprak Örnekleri	30	495,12	114,72
21-27. Toprak Örnekleri	21	5957,61	1256,34

Heterozigot dayanıklı Seval F1 bitki çeşidinin ekili olduğu 12 parselden elde edilen *M. incognita* J₂ popülasyonunun 27 farklı dönemdeki toprak örneği alımında, 4 farklı grupta kümelenmiştir. İlk 6 toprak örneği alımında J₂ popülasyonuna rastlanmazken, 7. ve 9. toprak örneği alımları arası 35,55±22,13, 10. ve 21. toprak örneği alımları arası

465,83±216,33 ve 21.ve 27. toprak örneği alımları arasında 7180,55±1005,39 J₂ popülasyon ortalaması belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Seval F1 domates çeşidinin dikili olduğu parsellerdeki *M. incognita* J₂ popülasyonunun kümelenmesi

J ₂ Popülasyonlarının Kümelenildiği Gruplar	Toprak Örneği Sayısı	Toplam J ₂ Sayısı	Standart Sapma
1-6 Toprak Örnekleri	18	0	0
7-9 Toprak Örnekleri	9	35,55	22,13
10-21 Toprak Örnekleri	36	465,83	216,33
21-27 Toprak Örnekleri	18	7180,55	1005,39

Homozigot dayanıklı Brownly F1 bitki çeşidinin ekili olduğu 12 parselden elde edilen *M. incognita* J₂ popülasyonunun 27 farklı toprak örneği alımındaki sonuçlara göre, 3 farklı grupta kümelenmiştir. 1-5. toprak örneği alımları arasında toprakta J₂ popülasyonuna rastlanılmamıştır. Bundan sonraki 6. ve 20. toprak örneği alımları arasında 433,33±271,35 ve 21. ve 27. toprak örneği alımları arasında 5988±1193,04 J₂ popülasyon ortalaması tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Brownly F1 domates çeşidinin dikili olduğu parsellerdeki *M. incognita* J₂ popülasyonunun kümelenmesi

J ₂ Popülasyonlarının Kümelenildiği Gruplar	Toprak Örneği Sayısı	Toplam J ₂ Sayısı	Standart Sapma
1-5 Toprak Örnekleri	15	0	0
6-20 Toprak Örnekleri	45	433,33	271,35
21- 27 Toprak Örnekleri	21	5988	1193,04

4.8. Bitki Köklerindeki Urganmaların Değerlendirilmesi

4.8.1. Domates çeşitlerinin uranma indeksleri

Mi-1 virulent *M. incognita* popülasyona karşı hassas Tueza F1, heterozigot dayanıklı Seval F1 ve homozigot dayanıklı Brownly F1 domates çeşitlerinin etkinliğinin belirlenebilmesi için domates çeşitlerinin dikildiği ilaç uygulama bölümleri (1 ve 2) ve kontrol bölümünün ayırımına bakılmaksızın bitki köklerindeki uranmalar değerlendirilmiştir. Domates çeşitlerinin uranma indeksleri üzerinde farklılık oluşturup-oluşturmadığına Varyans Analizi yapılarak karar verilmiştir (Çizelge 4.10). Elde edilen sonuçlara göre; İki farklı sökümden de bitki çeşitlerinin uranma indeksleri arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir (F=0,09, F=0,05, p>0,05).

Çizelge 4.10. Uurlanma indekslerinin domates çeşitlerine göre karşılaştırılması

Sökümler	Domates Çeşitleri	Toprak Örneği Sayısı	Ortalama Kök-ur İndeksi*	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)
1. Söküm	Tueza F1	120	1,25	1,93	0,09	0,91
	Seval F1	120	1,15	1,89		
	Brownny F1	120	1,18	1,61		
2. Söküm	Tueza F1	120	1,88	2,39	0,05	0,95
	Seval F1	120	1,86	2,43		
	Brownny F1	120	1,95	2,46		

* Zeck (1971) skalasına göre değerlendirilmiştir. 1. Söküm tarihi: 16.04.2016, 2. Söküm tarihi: 31.05.2016. Tueza F1: Hassas çeşit, Seval F1: Heterozigot dayanaklı çeşit, Brownny F1: Homozigot dayanaklı çeşit.

4.8.2. Uygulamaların urlanma indeksine etkisi

Oluşturulan ilaç uygulama (1 ve 2) ve kontrol bölümlerinin *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonuna karşı etkinliğinin tespit edilebilmesi için, bitki köklerindeki urlanmalar domates çeşitlerinin ayrımı gözetilmeksizin Varyans Analizine tabi tutulmuştur (Çizelge 4.11). Analiz sonucunda uygulamalar arasında farklılık tespit edilmiştir ($F=88,36$, $F=82,17$, $p<0,05$). Bunun üzerine uygulamalar arasında Sidak İkili Karşılaştırma Testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; İlk söküm de 1. ve 2. ilaç uygulama bölümlerinin urlanma indeksleri arasında önemli bir farkın olmadığı, ancak kontrol bölümünün urlanma indeksinin bu iki ilaç uygulama bölümünden de yüksek olduğu belirlenmiştir. İkinci söküm sonuçlarına göre en düşük urlanma indeksi 2. ilaç uygulama bölümünde, daha sonra 1. ilaç uygulama bölümünde belirlenmiştir. Kontrol bölümünün urlanma indeksi ise bu iki ilaç uygulama bölümünden de yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.11. Uurlanma indekslerinin uygulamalara göre karşılaştırılması

Sökümler	Uygulamalar	Toprak Örneği Sayısı	Ortalama Kök-ur İndeksi*	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)	İkili Karşılaştırma
1. Söküm	1. Uygulama	120	0,66	1,04	88,36	0,01	3>1,2
	2. Uygulama	120	0,28	0,73			
	Kontrol	120	2,65	2,24			
2. Söküm	1. Uygulama	120	1,33	1,87	82,17	0,01	3>1>2
	2. Uygulama	120	0,59	1,02			
	Kontrol	120	3,77	2,75			

* Zeck (1971) skalasına göre değerlendirilmiştir. 1. Söküm tarihi: 16.04.2016, 2. Söküm tarihi: 31.05.2016. 1. Uygulama: Dikim döneminde ilaç uygulaması yapılan bölüm, 2. Uygulama: Toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde ilaç uygulaması yapılan bölüm, Kontrol: İlaç uygulaması yapılmayan bölüm.

4.8.3. Domates çeşitlerinin kendi aralarında ve uygulamalara göre urlanma indeksleri bakımından karşılaştırılması

Domates çeşitlerinin her birinin urlanma indeksinin kendi aralarında ve uygulamalara (1., 2.ve kontrol) göre farklılığının araştırılması amacıyla Çoklu Varyans Analizi uygulanmıştır (Çizelge 4.12). Elde edilen sonuçlarda her iki sökümde de; üç domates çeşidinin, aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümü içerisinde urlanma düzeyleri arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($F=0,09$, $F=0,02$, $p>0,05$).

Çizelge 4.12. Urlanma indekslerinin domates çeşitleri ve uygulamalara göre karşılaştırılması

Sökümler	Domates Çeşitleri	Uygulamalar	Toprak Örneği Sayısı	Ort. Kök-ur İndeksi*	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)
1. Söküm	Tueza F1	1. Uygulama	40	0,68	0,94	0,09	0,99
		2. Uygulama	40	0,30	0,88		
		Kontrol	40	2,78	2,47		
	Seval F1	1. Uygulama	40	0,60	1,08		
		2. Uygulama	40	0,30	0,69		
		Kontrol	40	2,55	2,48		
	Brownny F1	1. Uygulama	40	0,70	1,11		
		2. Uygulama	40	0,23	0,62		
		Kontrol	40	2,63	1,73		
2. Söküm	Tueza F1	1. Uygulama	40	1,33	2,00	0,02	0,99
		2. Uygulama	40	0,60	0,87		
		Kontrol	40	3,70	2,69		
	Seval F1	1. Uygulama	40	1,25	1,89		
		2. Uygulama	40	0,55	0,96		
		Kontrol	40	3,78	2,77		
	Brownny F1	1. Uygulama	40	1,40	1,77		
		2. Uygulama	40	0,63	1,21		
		Kontrol	40	3,83	2,85		

* Zeck (1971) skolasına göre değerlendirilmiştir. 1. Söküm tarihi: 16.04.2016, 2. Söküm tarihi: 31.05.2016. Tueza F1: Hassas çeşit, Seval F1: Heterozigot dayanıklı çeşit, Brownny F1: Homozigot dayanıklı çeşit. 1. Uygulama: Dikim döneminde ilaç uygulaması yapılan bölüm, 2. Uygulama: Toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde ilaç uygulaması yapılan bölüm, Kontrol: İlaç uygulaması yapılmayan bölüm.

4.8.4. Domates çeşitlerinin her birinin uygulamalara göre urlanma indekslerinin karşılaştırılması

Domates çeşitlerinin her birinin urlanma indeksleri, uygulamalara (1., 2. ve kontrol) göre farklılık gösterip göstermediği Tekrarlı Varyans Analizi ile araştırılmıştır (Çizelge 4.13). Analiz sonucunda domates çeşitlerindeki urlanma indekslerinin uygulamalara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($F=4,36$, $F_2=4,69$, $F=3,89$, $F=4,26$, $F=4,02$, $F=3,98$, $p<0,05$). Farklılık görülen uygulamalar arasında Sidak İkili Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Her iki sökümde de elde edilen sonuçlara göre; üç domates çeşidinin de 1. ve 2. ilaç uygulama bölümlerindeki urlanma indeksleri arasında farklılık olmadığı, kontrol bölümünün urlanma indeksinin ise iki ilaç uygulama bölümünden de yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Domates çeşitlerinin her biri için uygulamaların urlanma indeksleri bakımından karşılaştırılması

Sökümler	Domates Çeşitleri	Uygulamalar	Top. Örn. Say.	Ort. Kök-ur İndeksi*	Std. Sp.	Anova Değeri (F)	Olas. (p)	İkili Karş.
1. Söküm	Tueza F1	1. Uygulama	40	0,68	0,94	4,36	0,01	3>1,2
		2. Uygulama	40	0,3	0,88			
		Kontrol	40	2,78	2,47			
	Seval F1	1. Uygulama	40	0,6	1,08	4,69	0,01	3>1,2
		2. Uygulama	40	0,3	0,69			
		Kontrol	40	2,55	2,48			
	Brownny F1	1. Uygulama	40	0,7	1,11	3,89	0,01	3>1,2
		2. Uygulama	40	0,23	0,62			
		Kontrol	40	2,63	1,73			
2. Söküm	Tueza F1	1. Uygulama	40	1,33	2	4,26	0,01	3>1,2
		2. Uygulama	40	0,6	0,87			
		Kontrol	40	3,7	2,69			
	Seval F1	1. Uygulama	40	1,25	1,89	4,02	0,01	3>1,2
		2. Uygulama	40	0,55	0,96			
		Kontrol	40	3,78	2,77			
	Brownny F1	1. Uygulama	40	1,4	1,77	3,98	0,01	3>1,2
		2. Uygulama	40	0,63	1,21			
		Kontrol	40	3,83	2,85			

* Zeck (1971) skalasına göre değerlendirilmiştir. 1. Söküm tarihi: 16.04.2016, 2. Söküm tarihi: 31.05.2016. Tueza F1: Hassas çeşit, Seval F1: Heterozigot dayanıklı çeşit, Brownny F1: Homozigot dayanıklı çeşit. 1. Uygulama: Dikim döneminde ilaç uygulaması yapılan bölüm, 2. Uygulama: Toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde ilaç uygulaması yapılan bölüm, Kontrol: İlaç uygulaması yapılmayan bölüm.

4.8.5. Bitki sökümünün urlama indeksleri arasındaki farklılığın araştırılması

İki farklı tarihte yapılan bitki sökümünün urlanma indeksleri arasındaki farklılığın araştırılması amacı ile T Testi Analizi yapılmıştır (Çizelge 4.14). Elde edilen sonuçlara göre, ikinci sökümdeki (31.05.2016) bitki urlanma indekslerinin birinci söküme (16.04.2016) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($t=-4,92$, $p<0,05$).

Çizelge 4.14. İki sökümün urlanma indeksleri bakımından karşılaştırılması

Sökümler	Örnek Sayısı	Ortalama Kök-ur İndeksi*	Standart Sapma	T Testi Değeri	Olasılık (p)
1. Söküm	360	1,19	1,81	-4,92	0,01
2. Söküm	360	1,89	2,42		

* Zeck (1971) skalasına göre değerlendirilmiştir. 1. Söküm tarihi: 16.04.2016, 2. Söküm tarihi: 31.05.2016.

4.8.6. Domates çeşitlerinin bölgelere göre urlanma indeksinin araştırılması

Üç bölge (A, B ve C) üzerindeki her bir domates çeşidinin urlanma indeksleri üzerine bölge etkisinin araştırılması amacıyla Çoklu Varyans Analizi yapılmıştır (Çizelge 4.15). Her iki sükümde de, üç bölge üzerindeki domates çeşitlerinin urlanma indeksleri arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir ($F=1,02$, $F=1,74$, $p>0,05$).

Çizelge 4.15. Domates çeşitlerinin her birinin urlanma indeksleri üzerine bölge etkisinin karşılaştırılması

Sökümler	Domates Çeşitleri	Bölgeler	Toprak Örneği Sayısı	Ortalama Kök-ur İndeksi*	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)
1. Söküm	Tueza F1	A	40	1,00	1,81	1,02	0,40
		B	50	1,48	2,04		
		C	30	1,20	1,92		
	Seval F1	A	50	1,28	2,26		
		B	30	1,13	1,57		
		C	40	1,00	1,60		
	Browny F1	A	30	1,10	1,71		
		B	40	0,90	1,26		
		C	50	1,46	1,79		
2. Söküm	Tueza F1	A	40	1,53	2,17	1,74	0,14
		B	50	2,18	2,50		
		C	30	1,83	2,48		
	Seval F1	A	50	2,04	2,59		
		B	30	2,17	2,98		
		C	40	1,40	1,65		
	Browny F1	A	30	2,13	2,74		
		B	40	1,40	1,82		
		C	50	2,28	2,69		

* Zeck (1971) skalasına göre değerlendirilmiştir. 1. Söküm tarihi: 16.04.2016, 2. Söküm tarihi: 31.05.2016.

4.8.7. Uygulamaların bantlara göre urlanma indeksinin araştırılması

İlaç uygulama (1 ve 2) ve kontrol bölümlerindeki her bir bandın urlanma indeksleri arasında farklılık olup olmadığı Varyans Analizi ile araştırılmıştır (Çizelge 4.16). Analiz sonucunda bantların urlanma indeksleri arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. ($F=15,73$, $F=15,05$, $p<0,05$). Farklılık görülen bantlar arasında Sidak İkili Karşılaştırma Testi yapılmıştır.

İlk sökümde, 1-8. ve 9-12. bantların kendi aralarında farklılığın bulunmadığı, ancak ilk 8 bandın, 9-12 arasındaki bantlara göre urlanma indeksinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. İkinci sökümde, 1-4., 5-8. ve 9-12. bantların kendi aralarında farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir. Ancak 5-8. bantların urlanma indeksleri en düşük, 1-4. bantların urlanma indeksleri orta düzeyde, 9-12. bantların urlanma indeksleri ise yüksek olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. İlaç uygulama ve kontrol bölümlerindeki her bir bandın urlanma indeksleri bakımından karşılaştırılması

Sökümler	Bantlar	Toprak Örneği Sayısı	Ortalama Kök-ur İndeksi*	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)	İkili Karşılaştırma
1. Söküm	1	30	0,63	1,07	15,73	0,01	1,2,3,4,5,6,7,8 <9,10,11,12
	2	30	0,67	0,96			
	3	30	0,63	1,13			
	4	30	0,70	1,06			
	5	30	0,33	0,88			
	6	30	0,23	0,57			
	7	30	0,27	0,83			
	8	30	0,27	0,64			
	9	30	2,63	2,09			
	10	30	2,60	2,03			
	11	30	2,57	2,06			
	12	30	2,80	2,78			
2. Söküm	1	30	1,47	1,72	15,05	0,01	5,6,7,8<1,2,3,4 <9,10,11,12
	2	30	1,20	1,90			
	3	30	1,40	2,16			
	4	30	1,23	1,77			
	5	30	0,50	0,94			
	6	30	0,63	1,35			
	7	30	0,60	0,77			
	8	30	0,63	0,96			
	9	30	3,43	2,73			
	10	30	3,43	1,81			
	11	30	4,10	3,04			
	12	30	4,10	3,25			

* Zeck (1971) skalasına göre değerlendirilmiştir. 1. Söküm tarihi: 16.04.2016, 2. Söküm tarihi: 31.05.2016.

4.8.8. Uygulamaların bölgelere göre urlanma indeksinin araştırılması

Her bölgenin (A, B ve C), ilaç uygulama (1 ve 2) ve kontrol bölümlerindeki urlanma indeksleri üzerine etkileri Çoklu Varyans Analizi ile araştırılmıştır (Çizelge 4.17). Her iki sökümde de üç bölgenin, ilaç uygulama (1 ve 2) ve kontrol bölümlerindeki urlanma indeksleri arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($F=0,05$, $F=0,08$, $p>0,05$).

Çizelge 4.17. İlaç uygulama ve kontrol bölümlerindeki urlanma indeksleri üzerine bölge etkisinin karşılaştırılması

Sökümler	Bölgeler	Uygulamalar	Toprak Örneği Sayısı	Ortalama Kök-ur İndeksi*	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)
1. Söküm	A	1. Uygulama	40	0,58	1,06	0,05	0,99
		2. Uygulama	40	0,25	0,81		
		Kontrol	40	2,60	2,61		
	B	1. Uygulama	40	0,68	1,02		
		2. Uygulama	40	0,23	0,58		
		Kontrol	40	2,70	1,98		
	C	1. Uygulama	40	0,73	1,06		
		2. Uygulama	40	0,35	0,80		
		Kontrol	40	2,65	2,13		
2. Söküm	A	1. Uygulama	40	1,25	1,93	0,08	0,99
		2. Uygulama	40	0,58	1,17		
		Kontrol	40	3,85	2,77		
	B	1. Uygulama	40	1,33	2,13		
		2. Uygulama	40	0,63	1,00		
		Kontrol	40	3,80	2,64		
	C	1. Uygulama	40	1,40	1,57		
		2. Uygulama	40	0,58	0,87		
		Kontrol	40	3,65	2,90		

* Zeck (1971) skalasına göre değerlendirilmiştir. 1. Söküm tarihi: 16.04.2016, 2. Söküm tarihi: 31.05.2016. 1. Uygulama: Dikim döneminde ilaç uygulaması yapılan bölüm, 2. Uygulama: Toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde ilaç uygulaması yapılan bölüm, Kontrol: İlaç uygulaması yapılmayan bölüm.

4.9. Verim Analizi

Serada tespit edilen *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonunun domates çeşitleri üzerinde neden olduğu verim kayıpları araştırılmıştır. Hassas Tueza F1, heterozigot dayanıklı Seval F1, homozigot dayanıklı Browny F1 domates çeşitlerinin ilaç uygulama (1 ve 2) ve kontrol bölümlerindeki etkinlikleri Varyans Analizi ile araştırılmıştır (Çizelge 4.18). Elde edilen sonuçlarda domates çeşitlerinin verim miktarları üzerine uygulamaların farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir ($F=4,12$, $F=3,86$, $F=5,22$, $p<0,05$). Farklılık tespit edilen uygulamalar arasında Sidak İkili Karşılaştırma Testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre Tueza F1 ve Seval F1 domates çeşitlerinin en yüksek hasat miktarı 2. ilaç uygulama bölümünden daha sonra 1. ilaç uygulama bölümünden en son ise kontrol bölümünden alındığı belirlenmiştir. Browny F1 çeşidinde ise, elde edilen hasat miktarları arasında 1. ve 2. ilaç uygulama bölümleri arasında farklılık olmadığı, kontrol bölümünden ise daha düşük verim alındığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18 Domates çeşitlerinin verim miktarları üzerine uygulamaların karşılaştırılması

Domates Çeşitleri	Uygulamalar	Örn. Say.	Ort. Verim Mik.	Standart Sapma	Anova Değeri (F)	Olasılık (p)	İkili Karşılaştırma
Tueza F1	1. Uygulama	10	25,28	11,45	4,12	0,01	2>1>3
	2. Uygulama	10	27,65	11,67			
	Kontrol	10	21,85	10,37			
Seval F1	1. Uygulama	10	24,73	12,25	3,86	0,01	2>1>3
	2. Uygulama	10	26,53	11,22			
	Kontrol	10	21,44	12,35			
Browny F1	1. Uygulama	11	15,92	10,06	5,22	0,01	2,1>3
	2. Uygulama	11	17,52	11,24			
	Kontrol	11	13,58	10,21			

Tueza F1: Hassas çeşit, Seval F1: Heterozigot dayanıklı çeşit, Browny F1: Homozigot dayanıklı çeşit. 1. Uygulama: Dikim döneminde ilaç uygulaması yapılan bölüm, 2. Uygulama: Toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde ilaç uygulaması yapılan bölüm, Kontrol: İlaç uygulaması yapılmayan bölüm.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, *Mi-1* virulent *M. incognita* ile yoğun bulaşık olan serada bu zararlıya karşı mücadele olanakları araştırılmıştır. Serada altı hafta süreyle gerçekleştirilen solarizasyon uygulamasının ardından 10'ar günlük aralıklarla seradan alınan toprak örnekleri analiz edilerek *M. incognita* J₂ popülasyonunun toprakta ilk kez görülme zamanı belirlenmiştir. Üretim sezonu sonuna kadar toprak örneklerinin analizine devam edilerek J₂ popülasyon yoğunluğunun hassas, heterozigot dayanıklı ve homozigot dayanıklı domates çeşitleri üzerindeki dalgalanma eğrileri oluşturulmuştur. Farklı dönemlerde uygulanan kimyasal + biyolojik preparat uygulamalarının *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonunun topraktaki J₂ sayısı ve bitki köklerinde neden olduğu ırlanmalar üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Ayrıca yapılan uygulamalarının domates verimine olan etkileri değerlendirilmiştir.

Araştırma serasının belirlenmesinde önceki sezondan kalan bitki köklerinin ur indeksi incelenmiş ve Zeck (1971) skalasına göre 6'nın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda da araştırma serasının tespiti için önceki üretim sezonundan kalan bitki köklerinin ırlanma indeksleri değerlendirildiği bildirilmiştir. Yücel vd (2007), Mersin'deki iki farklı serada yürüttükleri araştırma öncesinde seranın önceki sezona ait domates bitki köklerinin ırlanma indekslerini 6-7 olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada Özarslardan (2016) deneme seralarında önceki sezona ait domates bitkilerinin ırlanma indeksini 6 ve üzerinde olduğunu tespit etmiştir. Yapılan çalışmada da önceki sezondan kalan domates köklerinin ırlanma indeksinin 6-9 olması, seranın kök-ur nematodlarınca yeterli düzeyde bulaşık olduğunu göstermiştir. Ayrıca araştırma serasının belirlenmesinde, sera alanının farklı bölgelerindeki kök-ur nematodu J₂ popülasyon yoğunluğu da araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre seradaki kök-ur nematod yoğunluğu (620-18210 J₂/100 gr toprak) belirlenmiştir. Söğüt ve Elekçioğlu (2007) Mersin'in Kazanlı ve Adanalıoğlu bölgelerinde denemelerin yürütülmesine karar verdikleri seraların kök-ur nematodu J₂ yoğunluğunu 105-1513 J₂/100 gr toprak olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, Yücel vd (2007) Mersin ili Erdemli ilçesindeki iki farklı seradaki başlangıç kök-ur nematodu J₂ yoğunluklarını tespit etmişlerdir. Birinci seranın kök-ur nematodu yoğunluğunu 472-960 J₂/100 gr toprak, ikinci seranın yoğunluğunu ise 344-652 J₂ /100 gr olarak bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada Akkurt vd (2013) İzmir-Torbalı bölgesinde yürütecekleri denemeler öncesinde araştırma serasındaki kök-ur nematodu J₂ yoğunluğunu 175-1685 J₂/100 gr toprak olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar seralardaki kök-ur nematodu ikinci dönem larva (J₂) sayılarında değişkenlikler olduğunu göstermiştir. Veriler karşılaştırıldığında, yürütülen bu çalışmadaki kök-ur nematodu ikinci dönem larva (J₂) sayısının oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Kök-ur nematod türlerinin hayat döngüsünde toprak yapısının ve neminin önemli bir etken olduğu bilinmektedir (Jones vd 1969). Bunun için bu çalışmada sera toprağı analiz edilerek toprak yapısı hakkında bilgi edinilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, toprak bünyesinin kumlu-tınlı, pH seviyesinin yüksek ve kireçli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan analizde, toprağın makro besin maddeleri (P, K, Ca ve Mg) ve organik madde miktarınca yeterli olduğu tespit edilmiştir. Maltaş ve Kaplan (2015) Antalya merkez ilçelerindeki 24 adet domates serasının yetiştirme dönemi başındaki toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre, toprakların pH ve CaCO₃ düzeylerini domates yetiştiriciliğı için

optimum değerlerden daha yüksek, toprak bünyelerini ise uygun bulmuşlardır. Ayrıca, alınabilir P, değişebilir K, Ca ve Mg düzeylerini yeterli düzeyde, organik madde miktarını ise yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan araştırmada bulgular, araştırma serasının toprak analiz sonuçlarına oldukça yakın olabileceğini göstermektedir. Bu sonuç, araştırma serasının bölgedeki sera koşullarını temsil edecek özellikte olabileceğini göstermektedir. Yapılan toprak analizinde sera toprağının kuvvetli alkali ve çok fazla kireçli olması sebebiyle, bitkilerin mikro besin alımında zorluk çekebileceği düşünülmüştür. Bu nedenle damlamadan yapılan her gübrelemede mikro besin elementi takviye edilmiştir. Ayrıca kış dönemlerinde, mikro besin elementleri yaprak gübrelemesi şeklinde bitkilerin üst aksamına uygulanmıştır. Toprak bünyesinin kumlu-tınlı olması nedeniyle toprağın su tutma kapasitesinin düşük olacağından, sulama periyodları sık tutulmuştur.

Araştırma serasının yedi farklı bölgesinden elde edilen kök-ur nematodu popülasyonlarının laboratuvar koşulları altında virüent olup-olmadıkları araştırılmıştır. Biyolojik testleme sonucunda popülasyonların, hem hassas hem de dayanıklı domates çeşidinin köklerindeki ırlanma ve yumurta paketi oluşumlarının skala değeri 5 (en yüksek) ve üreme oranlarının 1'den büyük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar popülasyonların dayanıklı domates çeşitleri üzerinde üreyip-gelişebildiğini ve kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık sağlayan *Mi* genini kırabildiğini göstermiştir. Bu popülasyonların *Mi-1* virüent olduğuna karar verilmiştir. Roberts (2002), hassas bitkilerde olduğu gibi dayanıklı bitkilerde de beslenebilme ve üreyebilme yeteneği gösteren popülasyonları "virüent" olarak tanımlamıştır. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda *Mi-1* virüent kök-ur nematod popülasyonları tespit edilmiştir. Roberts (1995) Amerika'da yaptığı araştırmada daha önce domates yetiştiriciliği yapılmamış bir tarlada, *Mi* geni taşıyan dayanıklı domates çeşitlerini enfekte edebilen doğal virüent kök-ur nematod popülasyonları tespit etmiştir. Ornat vd (2001), İspanya'da yürüttükleri araştırmada, ondört adet kök-ur nematodu popülasyonun, hassas ve dayanıklı domates çeşitleri üzerindeki gelişimini izlemişlerdir. Bu popülasyonlardan sadece *M. javanica* türüne ait bir popülasyonunun dayanıklı bitki türlerinde gelişerek doğal virüent karakter sergilediğini bildirmişlerdir. Tzortzakakis vd (2005), Yunanistan'ın farklı bölgelerinden topladıkları dokuz kök-ur nematod popülasyonunun virüensliğini araştırmışlardır. Yaptıkları saksı denemeleri sonucunda dayanıklı domates çeşitleri üzerinde *M. incognita*'ya ait bir, *M. javanica*'ya ait beş popülasyonun gelişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Türkiye'de ilk kez doğal virüent kök-ur nematodlarının belirlendiği araştırmada Devran ve Söğüt (2010), Batı Akdeniz Bölgesi'nden topladıkları doksanbeş kök-ur nematod popülasyonun laboratuvar ortamında kök-ur nematodlarına hassas ve dayanıklı domates çeşitleri üzerindeki etkinliğini değerlendirmişlerdir. Yaptıkları incelemede doksanbeş popülasyondan, *M. incognita*'ya ait yedi ve *M. javanica*'ya ait altı popülasyonun *Mi-1* geni taşıyan dayanıklı domates çeşiti üzerinde gelişip-çoğalabildiğini ve bunların virüent olduklarını bildirmişlerdir. Dayanıklı çeşit kullanımını sınırlayan *Mi-1* virüent kök-ur nematod popülasyonları günümüzde her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Bu popülasyonların seleksiyon mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir. Ancak domates genotipi, nematod popülasyonunun genetik yapısı ve dayanıklı çeşitlerin aynı bölgede yetiştirilme sıklığı gibi birbirini etkileyen unsurların önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Castagnone-Sereno vd 1994b, Jacquet vd 2005, Verdejo-Lucas vd 2009).

Seranın yedi farklı bölgesinden elde edilen ondört kök-ur nematodu popülasyonunun tamamının *M. incognita* türüne ait olduğu, türe özgü primerlerle yapılan moleküler tanılama sonucunda belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu araştırma serasının yalnızca *M. incognita* ile bulaşık olduğunu göstermiştir. Randing vd (2002), Inc-K14F ve Inc-K14R primerlerini kullanarak dört farklı *M. incognita* popülasyonda yaklaşık 400 bp uzunlukta DNA bandı oluşturdıklarını tespit etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada da Devran ve Söğüt (2009), atmış farklı *M. incognita* popülasyonunun Inc-K14F ve Inc-K14R primerlerinin yaklaşık 400 bp uzunlukta DNA bandı oluşturdıklarını belirlemişlerdir. Yürütülen bu çalışmadaki sonuçlar, önceki araştırmalar ile uyumluluk göstermektedir. Devran ve Söğüt (2009), Antaya ilinin farklı bölgelerinden topladıkları doksanbeş kök-ur nematodu popülasyonunun moleküler düzeyde tür tanımlamasını gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, atmış popülasyonun (% 64,2) *M. incognita*, yirmiyedi popülasyonun (% 28,4) *M. javanica* ve sekiz popülasyonun (% 7,3) *M. arenaria* türlerinin oluşturduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bir diğer araştırmada ise Söğüt ve Elekçioğlu (2000), Akdeniz Bölgesi'nden topladıkları 38 kök-ur nematodu popülasyonundan, 21 adednin (% 55) *M. javanica*'ya, 16 adedinin (% 42) *M. incognita*'ya ve 1 adedinin (% 3) *M. hapla* türüne ait olduğunu tespit etmişlerdir. Bahsedilen araştırmalar, *M. incognita* ve *M. javanica* türlerinin diğer türlere göre Akdeniz Bölgesi'nde daha yüksek oranda görüldüğünü göstermektedir. Yürütülen bu çalışmada da Akdeniz Bölgesi'ndeki hakim türlerden biri olan *M. incognita* araştırma serasında tespit edilmiştir.

Deneme serasında 6 hafta süreyle solarizasyon yapılmış ve solarizasyon tamamlandıktan sonra on günlük aralıklarla otuzaltı parselden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerde, iki ay süresince kök-ur nematodu ikinci dönem larvası (J₂) tespit edilememiştir. Bu sonuç, uygulamanın oldukça başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğini ve iki ay boyunca sera toprağının 0-30 cm'lik bölümünde *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonunun kontrolünün sağlandığını göstermiştir. Yapılan benzer çalışmalarda da solarizasyon uygulamasının kök-ur nematodu kontrolünde etkili olduğunu göstermektedir. Greco (1999) İtalya'da yaptığı araştırmada haziran-ağustos aylarında 45-60 gün süreyle yapılan toprak solarizasyonunun toprağın üst profilindeki nematodları yok ettiğini tespit etmiştir. Başka bir çalışmada, Göçmen ve Elekçioğlu (1996) Antalya Bölgesi'ndeki araştırma serasında altı hafta süreyle gerçekleştirdikleri solarizasyon uygulamasından sonra toprakta üç ay boyunca kök-ur nematod popülasyonu bulamadıklarını belirtmişlerdir. Bir diğer araştırmada, Ostrec ve Grubisic (2003) yaptıkları solarizasyon uygulaması sonunda toprağın 0-20 cm'lik derinliğindeki bitki paraziti nematodlarının % 92-100 oranında öldüğünü ancak nematod popülasyonunun 20 cm'den daha derinlerde canlılığını sürdürebildiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda solarizasyonun etkinliği ve süresi konusunda farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklar; toprak tipine, toprak nemine, sıcaklık, gün uzunluğu ve güneş ışığının yoğunluğuna bağlı olarak değişebildiği rapor edilmiştir (Souza 1994, Coelho vd 1999).

Bitkilerin seraya dikildiği 04.09.2015 tarihinden söküm yapılan 31.05.2016 tarihine kadar günlük olarak, toprak ve ortam sıcaklık değerlerinin; en düşük ve en yüksek değerleri alınmıştır. Seranın cam olması sayesinde güneş ışınlarının etkinliğinden daha fazla yararlanılmış ve kış aylarında gündüzleri ortam ve toprak sıcaklığının stabilitesini korumasında etkili olmuştur. Ayrıca, soğuk kış gecelerinde serada odun sobası yakılarak ortam ve toprak sıcaklığının aşırı düşüşü önlenmiştir. Eylül, nisan ve mayıs aylarında sera

üzerine gölge tozu atılarak, sera ortamının ve toprak sıcaklığının yükselmesi engellenmiş, bu sayede toprak sıcaklığı 28 °C'nin üzerine çıkması engellenmiştir. Bu durum, seraya dikilen dayanıklı domates çeşitlerinin taşıdıkları *Mi* genin yüksek toprak sıcaklığından etkilenmediği için denemede amaçlanan *Mi-1* virulent popülasyonların dayanıklı çeşitler üzerindeki etkinliği hakkında doğru sonuca ulaşılmıştır.

Solarizasyon uygulaması tamamlandıktan sonra her bir ilaç uygulama (1. ve 2.) ve kontrol bölümüne dikilen hassas Tueza F1, heterozigot dayanıklı Seval F1 ve homozigot dayanıklı Browny F1 domates çeşitlerinin topraklarından onar günlük aralıklarla alınan toprak örneklerine göre *M. incognita* J₂ popülasyonunun ilk kez toprakta görülme zamanı tespit edilmiştir. *Mi-1* virulent *M. incognita* J₂ popülasyonu ilk kez 6. toprak örneği alımında (24.10.2015) kontrol bölümünde tespit edilirken, henüz ilaçlama yapılmayan 2. ilaç uygulama bölümünde (toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğu artmaya başladığı dönemde Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması) ve 1. ilaç uygulama bölümünde (dikim zamanı Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması) 8. toprak örneği alımında (14.11.2015) belirlenmiştir. Bu tespit sonucunda, kullanılan Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 preparatlarının toprakta J₂ popülasyonun daha geç görülmesinde etki edip etmediği hakkında kesin bir bilgi elde edilememiştir. Ancak toprakta J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde yapılan ilaçlamadan sonra 10-16. toprak örneği alımı süresince (05.12.2015-06.02.2016) 2. ilaç uygulama bölümünün hiçbir parselinde J₂ popülasyonuna rastlanılmamıştır. Bu sonuca göre Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 preparatların *M. incognita* popülasyonuna karşı etki gösterdiği ve belirli bir süre koruma sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 preparatların uygulandığı dönemde toprak sıcaklığındaki düşüşün de popülasyonun azalmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

M. incognita J₂ popülasyonunun tespit edilmesinden sonra 10'ar günlük aralıklarla toprak örneklerinin alınımına devam edilmiş, bu sayede popülasyonun ilaç uygulama ve kontrol bölümlerinde dikili olan her bir domates çeşidi üzerindeki J₂ yoğunluğunun dalgalanma eğrileri oluşturulmuştur. Elde edilen grafiğe göre; aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümü içerisinde hassas, heterozigot ve homozigot dayanıklı domates çeşitlerinin J₂ yoğunluk eğrileri arasında benzerlik tespit edilmiştir. Ayrıca, üretim sezonu sonuna kadar alınan 27 toprak örneğindeki toplam J₂ sayıları analiz edildiğinde de aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümündeki üç domates çeşidi arasında farklılık oluşmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar üretim sezonu boyunca takip edilen *M. incognita* J₂ yoğunluğunun, *Mi* geninin doz durumundan etkilenmediğini göstermektedir.

Üretim sezonu boyunca üç domates çeşidi üzerinde takibi yapılan *M. incognita* J₂ yoğunluk eğrileri uygulamalara göre değerlendirildiğinde, en düşük 2. ilaç uygulama bölümünde daha sonra 1. ilaç uygulama bölümünde en yüksek ise kontrol bölümünde seyrettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, ilaç uygulama ve kontrol bölümlerinden üretim sezonu sonuna kadar alınan 27 toprak örneğindeki toplam J₂ sayıları karşılaştırıldığında en yüksek J₂ yoğunluğu kontrol bölümünde olup, 1. ve 2. ilaç uygulama bölümlerinin J₂ yoğunlukları arasında istatistiki bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar Flocter WP 5 + Velum SC 400 uygulamalarının yapıldığı ilaç uygulama bölümlerinde *M. incognita* J₂ yoğunluğunun baskı altına alındığını göstermektedir. *M. incognita* J₂ yoğunlukluk eğrileri mevsimsel koşullara göre incelendiğinde, popülasyonun kış aylarında inişli-çıkışlı bir gelişim gösterdiği belirlenmiş olup, topraktaki J₂ yoğunluğunun

yavaş bir şekilde de olsa her ay bir önceki aya göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. İlkbahar aylarında toprak sıcaklığının hızla yükselmesi, J₂ yoğunluğunun da hızla artmasına yol açmıştır. Özellikle, 22. toprak örneği (09.04.2016) alımından sonra J₂ yoğunluğunun, bir önceki örnek alımına göre 2 katına yaklaşan bazen de 2 katını geçen oranlarda artış gösterdiği tespit edilmiştir. *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun hangi aylarda artış gösterdiğinin belirlenmesi için, 27 toprak örneği alımı sonucunda elde edilen toplam J₂ sayısı Kümeleme Analiz Yöntemine göre incelenmiştir. *Mi-1* virulent *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun, eylül ayından ekim ayının sonlarına kadar toprakta bulunmadığı, kasım-mart ayları arasında toprakta artmaya başladığı, nisan ayı başından mayıs ayı sonuna kadar ise üretim sezonu boyunca en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde ilk iki ay boyunca solarizasyon uygulamasının etkisiyle toprağın 0-30 cm'lik bölümünden J₂ popülasyonun olmadığını göstermektedir. Sonrasındaki beş aylık zaman diliminde *M. incognita* popülasyonunun toprağın alt katmanlarından yukarıya doğru geldiği ve bitkilerin kökleri üzerinde gelişim göstererek yoğunluğunun yavaş yavaş artmaya başladığı belirlenmiştir. Son iki aylık dönemde ise toprak sıcaklığının hızla artmasına paralel olarak topraktaki *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun da hızla arttığını göstermiştir. *Mi-1* virulent kök-ur nematodu popülasyon yoğunluğunun üretim sezonu boyunca domates bitkisi üzerindeki etkisini araştıran bir çalışma bulunamamıştır. Araştırmalar avirulent *Meloidogyne* spp. popülasyonlarının topraktaki J₂ yoğunluğu üzerinde yapılmıştır. Söğüt ve Elekcioğlu (2007), Mersin bölgesindeki seralarda solarizasyon uygulamasıyla kombine ettikleri çeşitli ilaç uygulamalarının J₂ popülasyon yoğunluğuna olan etkisini araştırmışlardır. Yaklaşık üçer hafta aralıklarla aldıkları toprak örnekleri ile takip ettikleri J₂ yoğunluğunun, kış ayları boyunca düşük oranda seyrettiğini ancak toprak sıcaklığının arttığı ilkbahar aylarında J₂ yoğunluğunun hızlı bir şekilde yükseldiğini bildirmişlerdir. Avirulent kök-ur nematodlarıyla yapılan çalışma sonuçlarına bakıldığında, *Mi-1* virulent popülasyonla yapılan bu çalışmanın bulgularına benzer şekilde topraktaki J₂ yoğunluğunun kış aylarında düşük seviyede kaldığını ancak bahar aylarında yükselişe geçtiği görülmektedir. Yapılan diğer bir araştırmada Pehlivan ve Örümlü (2003), Manisa bölgesindeki domates yetiştiriciliği yapılan tarlalarda mayıs ayı başından sonraki yıl nisan ayı sonuna kadar haftalık kök-ur nematodu J₂ takibi yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, toprak sıcaklığının yükseldiği yaz ayları boyunca popülasyon yoğunluğunda da artış olduğunu bildirmişlerdir. Toprak sıcaklığının 8-9 °C'lere düşmeye başladığı sonbahar aylarında J₂ popülasyonun toprakta görülmeye devam edildiğini ancak devam eden süreçte, toprak sıcaklığının 4-5 °C'lere düştüğü kış ayları ve mart ayının sonlarına kadar toprakta J₂ popülasyonu belirlenemediğini belirtmişlerdir. Toprak sıcaklığının arttığı nisan ayı itibarıyla topraktaki J₂ popülasyon yoğunluğunun tekrar artmaya başladığını bildirmişlerdir. Bahsedilen araştırmada kış aylarında J₂ popülasyonu toprakta tespit edilemezken, bizim bulgularımıza göre kış ayları ve mart ayında toprak sıcaklığının 8.3-21.8 °C civarında sürmesi J₂ popülasyonun yavaş bir şekilde de olsa yoğunluğunun devam ettirmesini sağlamıştır.

Mi-1 virulent *M. incognita* popülasyonun topraktaki J₂ yoğunluklarının takip edilmesinin yanı sıra 16.04.2016 ve 31.05.2016 tarihlerinde yapılan bitki sökümü sonucunda elde edilen ırlanma indeksleri değerlendirilerek, domates çeşitlerinin ve uygulamaların (1., 2. ve kontrol) *M. incognita* popülasyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Hassas, heterozigot ve homozigot çeşitlerde oluşan ırlanma indeksleri uygulamalar ayırt edilmeksizin kendi aralarında değerlendirildiğinde, farklılık tespit

edilememiştir. Ayrıca, bu üç çeşitte tespit edilen urlanma indekslerinin aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümü içinde benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuç *Mi* geninin doz durumu fark etmeksizin, tüm çeşitlerin *M. incognita* popülasyonuna karşı benzer tepki verdiğini ortaya koymaktadır.

Mi-1 virulent *M. incognita* popülasyonunun ilaç uygulama ve kontrol bölümlerindeki etkinliği araştırılmıştır. Üç domates çeşidinde tespit edilen urlanma indekslerinin 1. ve 2. ilaç uygulama bölümlerin (bitki dikim zamanı Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması, toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğu artmaya başladığı dönemde Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması) ile kontrol bölümü arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. İki farklı söküm zamanında da (16.04.2016 ve 31.05.2016) 1. ve 2. ilaç uygulama bölümlerin urlanma indeksleri arasında farklılık olmadığı, ancak kontrol bölümünün urlanma indeksinin bu iki ilaç uygulama bölümden de yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca, çeşit ayrımı gözlemlenmeksizin ilaç uygulama ve kontrol bölümleri arasında ilk sökümdeki urlanmalara göre yapılan değerlendirmede 1. ve 2. ilaç uygulama bölümlerin urlanma indeksleri arasında farklılık olmadığı, kontrol bölümünün urlanma indeksinin ise bu iki ilaç uygulama bölümden de yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Ancak, ikinci sökümde sonra yapılan değerlendirmeye göre en düşük urlanma indeksi 2. ilaç uygulama bölümde, daha sonra 1. ilaç uygulama bölümde belirlenmiştir. Kontrol bölümünün urlanma indeksi ise bu iki ilaç uygulama bölümünden de yüksek çıkmıştır. Yapılan analizler iki bitki söküm sonucunda da, solarizasyon uygulaması sonrasında farklı dönemlerde uygulanan Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 prepatlarının (1. ve 2.), kontrol bölümüne göre *M. incognita* popülasyonunun köklerde oluşturduğu urlanmaları azalttığını göstermektedir. Ayrıca yapılan çalışmada dikkat edilmesi gereken bir başka konu da ilaç uygulama bölümleri arasındaki karşılaştırmadır. Yapılan analizlerin bazılarında 1. ve 2. ilaç uygulama bölümleri arasında farklılık tespit edilemezken bazılarında ise 2. ilaç uygulama bölümünün urlanma indeksi daha düşük çıkmıştır.

Bitki sökümünde tespit edilen urlanma indekslerinin çeşit ve uygulamalar üzerinden karşılaştırılmasından başka iki farklı tarihte yapılan sökümün urlanma indeksi üzerine etkinliği araştırılmıştır. 16.04.2016 ve 31.05.2016 tarihlerinde sökülen 360'şar tane kökün urlanma indeksinin çeşit ve ilaç deneme bölümleri ayırt etmeksizin yapılan karşılaştırmasında ikinci sökümün birinci sökümüne göre daha yüksek urlanma indeksi olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç iki söküm arasındaki 45 günlük süre içerisinde *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonunun bitki köklerindeki gelişimine devam ettiği bunun sonucu olarak, kök urlanmalarının arttığını göstermiştir. 16.04.2016 ve 31.05.2016 tarihlerinde yapılan bitki sökümü sonucunda elde edilen urlanma indeksleri üzerine domates çeşitlerinin ve uygulamalarının (1., 2. ve kontrol) seranın farklı bölgelerinde değişik sonuçlar oluşturup oluşturmadığı araştırılmıştır. Bantların üstünde oluşturulan üç bölgeye (A,B ve C) dikilen her bir domates çeşidinin (hassas, heterozigot ve homozigot) urlanma indeksleri üzerine bölgelerin etkisi araştırılmıştır. Her iki sökümde de bu üç bölgeye dikilen domates çeşitlerinin urlanma indeksleri arasında, bölgelerin farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Bu durum çeşitlerin *M. incognita* popülasyonu üzerinde üç bölgede de aynı tepkiyi verdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca *M. incognita* popülasyonunun üç bölgede de birbirlerine yakın oranda yayıldığını, inokulasyon baskısı oluşturmadığını göstermektedir. İlaç uygulama ve kontrol bölümlerindeki her bir bandın urlanma indeksleri analiz edilerek, bantlar arasında

farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre her iki sökümdede de ilaç uygulama ve kontrol bölümlerinin kendi içlerindeki bantlarında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuç aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümü içerisindeki tüm bantlarda, ilaçların benzer etki yarattığını ve ilaç uygulamalarının bantlar arasında başarılı şekilde yapıldığını göstermektedir. İlaç uygulama ve kontrol bölümlerindeki bantlar üzerinde oluşturulan üç bölgenin (A,B ve C) ırlanma indeksleri üzerine etkinlikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre her iki sökümdede de ilaç uygulama ve kontrol bölümlerinin kendi içlerindeki bölgelerde farklılık belirlenmemiştir. Bu tespit aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümü içindeki tüm bölgelerde, ilaçların benzer etki yarattığını göstermektedir.

Üretim sezonu boyunca bölümlerdeki her bir domates çeşidinin yirmiştir bitkinin verim performansları değerlendirilmiştir. Domates çeşitlerinin farklı olması nedeniyle çeşitler arasında karşılaştırılma yapılamamış olup, sadece her bir çeşidin uygulamaları arasında kıyaslama yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hassas Tueza F1 ve heterozigot dayanıklı Seval F1 domates çeşitlerinin en yüksek hasat miktarı 2. ilaç uygulama bölümünden (*M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğu artmaya başladığı dönemde Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması) daha sonra 1. ilaç uygulama bölümünden (bitki dikim zamanı Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması yapılan bölüm) en son ise kontrol bölümünden alındığı tespit edilmiştir. Homozigot dayanıklı Brown F1 domates çeşidinin verim sonuçlarında ise, 1. ve 2. ilaç uygulama bölümleri arasında farklılık olmadığı ancak, en düşük veriminin kontrol bölümünden alındığı belirlenmiştir. Bu tespitler, Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 isimli preparatların *M. incognita* popülasyonunun neden olduğu verim kayıplarını azalttığını göstermektedir. Ayrıca, toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde yapılan ilaçlamanın, dikim zamanı yapılan ilaçlamaya göre domates verimini daha çok arttırdığı anlaşılmaktadır.

Bacillus firmus ve fluopyram etkin maddesi ile ayrı ayrı yapılan önceki araştırmalarda, kök-ur nematodu J₂ popülasyonunu baskılamada ve bitki köklerindeki ırlanmaları azaltmada önemli etkileri olduğu bildirilmiştir. Giannakou vd (2004), örtü altında yetiştirilen hıyar bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmalarda *B. firmus* etmenine ait üç farklı dozun, dazomet + sodyum tetra karbonat ve oxamyl + sodyum tetra karbonat aktif maddelerinin *Meleoidogyne* spp. J₂ larvaları üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Üretim sezonu sonunda elde ettikleri sonuçlara göre en düşük J₂ üreme oranını, dazomet aktif maddesinin uygulandığı bölümlerde daha sonra oxamyl en son ise *B. firmus* etmenin uygulandığı bölümlerde tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise Giannakou vd (2007), hıyar yetiştiriciliği yapılan örtü altında *B. firmus* biyolojik preparatının 15-30 gün süreyle gerçekleştirilen solarizasyon uygulaması ile birlikte uygulanmasının, preparatın tek başına uygulanmasına göre kök-ur nematodu J₂ yoğunluğunda farklılık oluşturup oluşturmadığını araştırmışlardır. 90 günlük üretim periyodu sonunda aldıkları toprak örneklerinde solarizasyon ile biyolojik etmenin birlikte uygulandığı bölümlerdeki *Meloidogyne* spp. J₂ yoğunluğunun, sadece biyolojik etmenin uygulandığı bölüme göre düşük çıktığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, biyolojik preparatın uygulamasını yaptıkları solarizasyonsuz bölgelerde, kontrol bölümüne göre daha düşük kök-ur nematodu J₂ popülasyonu bulunduğunu bildirmişlerdir. Bir diğer araştırmada ise Terefe vd (2009), *B. firmus*'un *M. incognita*'ya karşı domates bitkisinde oluşturduğu ırlanmaları azaltıcı etkisini sera denemelerinde araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara

göre, *B. firmus* etmeninin uygulama dozu arttırıldıkça domates bitkilerinin köklerinde, % 79-91 oranında ırlanmanın azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, nematod popülasyonunun % 65-76 oranında, yumurta miktarını ise % 32-45 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Faske ve Hurd (2015), Fluopyram etkin maddesinin *M. incognita* J₂ larvaları üzerindeki etkinliğini laboratuvar denemelerinde değerlendirmişlerdir. Oluşturdukları 1.0 µg/ml fluopyram içrikli su solüsyonunda *M. incognita* J₂ larvalarını 24 saat boyunca bekletmişler ve nematodun J₂ ölüm oranının % 78 düzeyinde çıktığını bildirilmişlerdir. Ayrıca yaptıkları saksı denemeleri sonucunda fluopyram etken maddesinin domates köklerinde oluşan ırlamanlara azalttığını, etken madde miktarı arttırıldıkça bitki köklerindeki ırlanmaları da % 31-84 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada, *B. firmus* ve fluopyram etkin maddesinin birlikte kullanıldığı bölümlerdeki J₂ popülasyonunun kontrol bölümüne göre üretim sezonu boyunca düşük seviyede kaldığı tespit edilmiştir. Bahsedilen araştırmalarda ilaçların ayrı ayrı kullanımında elde edilen etkinin, yapılan araştırmada birlikte kullanımında da elde edilmesi bu iki preparatın aralarında antagonistik etki oluşturmadığını, birbirini destekler nitelikte netice verdiğini göstermektedir. Çevre koşullarının stabil olmadığı sera ortamında *B. firmus* biyolojik etmenin tek başına yetersiz kalabileceği bu nedenle fluopyram etken maddesinin ilaçlama programına dahil edilmesinin kök-ur nematodlarının kontrolünde avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Hassas Tueza F1, heterozigot Seval F1 ve homozigot Browny F1 domates çeşitlerinin üretim sezonu boyunca takip edilen J₂ popülasyon yoğunluk eğrileri benzer şekilde tespit edilmiştir. Ayrıca 27 kez alınan toprak örneklerinde toplam J₂ sayılarının çeşitler arasında farklılık oluşturmaması ve iki farklı tarihte (16.04.2016 ve 31.05.2016) yapılan bitki sökümlelerinde ırlanma indeksleri arasında benzer sonuçların elde edilmesi virüent popülasyonlara karşı *Mi-1* geninin doz etkisi yaratmadığını göstermiştir. Ancak denemede kullanılan homozigot ve heterozigot dayanıklı çeşitlerin farklı genetik özelliklere sahip olmasından dolayı, çeşitler arasındaki tepkinin benzerlik göstermesinin sadece *Mi-1* geninin bulunma durumuna bağlı olmayabileceği de göz önünde tutulması gerekmektedir. Iberkleid vd (2014), yürüttükleri saksı denemelerinde *M. javanica*'ya ait virüent bir popülasyonun hassas, heterozigot dayanıklı ve homozigot dayanıklı domates çeşitleri üzerinde oluşturdukları yumurta paketlerini değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, virüent *M. javanica* popülasyonun *Mi* genin doz etkisi fark etmeksizin tüm domates çeşitleri üzerinde gelişip-üreyebildiğini bildirmişlerdir. Yapılan bir diğer araştırmada Tzortzakakis vd (1998), sera koşulları altındaki saksı denemelerinde *M. javanica* popülasyonuna ait dört farklı izolatının *Mi* geni ve bu genin doz efektine karşı etkinliğini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre *M. javanica*'ya ait bir izolatın virüent karakter göstererek hassas, heterozigot dayanıklı ve homozigot dayanıklı domates çeşitlerinde üreyip gelişebildiğini bildirmişlerdir. Diğer bir izolatın yarı virüent karakterde olup hassas ve heterozigot dayanıklı domates çeşitlerinde gelişip, homozigot dayanıklı domates çeşidinde gelişemediğini, iki izolatın ise avirüent karakter sergileyip sadece hassas çeşitlerde geliştiğini bildirmişlerdir. Maleita vd (2011) *M. hispanica*'ya ait bir popülasyonla yürüttükleri saksı denemelerinde 6 adet hassas, 10 adet heterozigot dayanıklı ve 9 adet homozigot dayanıklı domates çeşidi üzerindeki ırlanma ve yumurta paketlerine göre üreme oranlarını incelemişlerdir. Bu çeşitlerden heterozigot bir çeşit dışında hepsinin köklerinde yüksek ırlanma indeksleri oluştuğu ve üreme oranlarının 2'nin üzerine çıktığını bildirmişlerdir. Ancak, *Meloidogyne hispanica* (Hirschmann 1986) popülasyonun neredeyse tüm çeşitlerde yüksek etki göstermesine rağmen

eřitlerde *Mi* genin allel sayısının artmasıyla doğru oranda üreme oranında düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan alışmalarda *Mi* genin doz efektinde görölen değişkenliklerin; kök-ur nematodu türüne, popölasyonuna ve domates çeşitlerinin genetik özelliklerine (background) bağlı olarak kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

6. SONUÇ

Domates dünyada meyvesi yenen sebzeler içinde en önemlilerinden birisidir. Türkiye’de de yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan domatesin en önemli zararlılarından birisi de kök-ur nematodlarıdır. Kök-ur nematodları obligat endoparazit zararlılar olup, bitki köklerinde ırlanmalara ve buna bağlı olarak verim kayıplarına neden olurlar (Karssen 2002). Özellikle örtü altı yetiştiriciliğinde, üretim sezonu boyunca kök-ur nematodlarının meydana getirdiği zararları azaltmak için birçok mücadele yöntemi uygulanmaktadır. Bu mücadele yöntemlerinin en önemlilerinden biri de dayanıklı çeşit veya anaçların kullanımıdır (Boerman ve Hussey 1992). Günümüzdeki ticari çeşitler taşıdıkları *Mi-1* geni sayesinde kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık göstermektedir (Yaghoobi vd 2005). Ancak, bu genin kullanımını sınırlayan 2 önemli faktör bulunmaktadır. Birincisi yüksek toprak sıcaklığı, ikincisi ise virulent popülasyonlardır (Dropkin 1969a, Kaloshian vd 1996, Cortada vd 2008, Devran ve Söğüt 2010).

Bu araştırmada, *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonun bulunduğu serada; solarizasyon uygulaması, dayanıklı çeşit kullanımı ve Flocter WP 5 + Velum SC 400 kullanılması gibi farklı mücadele yöntemlerinin popülasyon üzerindeki etkinlikleri araştırılmıştır.

M. incognita popülasyonu ile yoğun bulaşık serada, önceki sezona ait bitkilerin sökülmesinden sonra 6 hafta süreyle solarizasyon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Solarizasyon uygulaması sonunda, toprakta ilk kez *J₂* popülasyonu 2 ay sonra tespit edilmiştir. Elde edilen sonuç, bu süre zarfında *M. incognita* popülasyonun, toprağın 0-30 cm’lik bölümünde kontrol altına alındığını göstermiştir.

Toprakta ilk kez *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonunun tespit edilmesinden sonra 10’ar günlük aralıklarla toprak örneği alınımına devam edilmiştir. Bu sayede üretim sezonu boyunca, her bir ilaç uygulama ve kontrol bölümündeki *M. incognita* popülasyonunun *J₂* yoğunluk eğrileri oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, aynı ilaç uygulama ve kontrol bölümündeki hassas, heterozigot ve homozigot dayanıklı çeşitler üzerinde *J₂* popülasyon eğrilerinin üretim sezonu boyunca benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca 27 kez alınan toprak örneklerindeki toplam *J₂* sayıları çeşitler düzeyinde karşılaştırıldığında, üç domates çeşidi arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar üretim sezonu boyunca takip edilen *M. incognita J₂* yoğunluğunun, *Mi* geninin doz durumundan etkilenmediğini göstermiştir.

Üretim sezonu boyunca üç domates çeşidi üzerinde takibi yapılan *M. incognita J₂* yoğunluk eğrilerinin oluşturulan ilaç uygulama ve kontrol bölümlerine göre değerlendirildiğinde, en düşük 2. ilaç uygulama bölümünde (*M. incognita J₂* popülasyon yoğunluğu artmaya başladığı dönemde Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması) daha sonra 1. ilaç uygulama bölümünde (dikim zamanı Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 uygulaması) seyrettiği belirlenmiştir. Kontrol bölümünün *J₂* yoğunluk eğrilerinin ise bu iki ilaç uygulama bölümüne göre yüksek seyrettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, 27 kez alınan toprak örneklerindeki toplam *J₂* sayıları ilaç uygulama ve kontrol bölümleri arasında karşılaştırıldığında, en yüksek *J₂* yoğunluğunun kontrol bölümünde olduğu, 1. ve 2. ilaç uygulama bölümlerinin *J₂* yoğunlukları arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar Flocter WP 5 ve Velum SC 400 uygulamalarının yapıldığı ilaç

uygulama bölümlerinde *M. incognita* J₂ yoğunluğunun baskı altına alındığını göstermektedir.

M. incognita J₂ yoğunlukluk eğrileri toprak sıcaklığının düştüğü kış aylarında J₂ yoğunluğunun inişli-çıkışlı bir gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Toprak sıcaklığının artmaya başladığı ilkbahar aylarında ise, J₂ yoğunluğundaki yükselişin her örnek alımında artarak devam ettiği belirlenmiştir.

M. incognita popülasyonun bitki köklerinde oluşturduğu urlanma indeksleri iki farklı tarihte (16.04.2016 ve 31.05.2016) yapılan bitki sökümü sonucunda aynı ilaç deneme bölümü içindeki hassas, heterozigot ve homozigot dayanıklı domates çeşitlerin urlanma indeksleri arasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç *Mi-1* geninin doz efekti fark etmeksizin, tüm çeşitlerin *M. incognita* popülasyonuna karşı benzer tepki verdiğini ortaya koymuştur.

Solarizasyon uygulaması sonrasında farklı dönemlerde uygulanan Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 ilaç uygulama bölümlerinin (1. ve 2.), sadece solarizasyon uygulaması yapılan kontrol bölümüne göre *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonunun köklerde oluşturduğu urlanmaları azalttığını göstermiştir. İki ilaç uygulama bölümü arasında yapılan karşılaştırmada ise Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 preparatlarının toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğu artmaya başladığı dönemde uygulanmasının kök-ur nematodunun kontrolünde daha etkili olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 preparatlarının dikim zamanında uygulanmasının da üretim sezonu boyunca *M. incognita* popülasyonunu baskıladığı belirlenmiştir.

Her bir domates çeşidi için ilaç uygulama ve kontrol bölümleri arasında karşılaştırma yapıldığında; hassas Tueza F1 ve heterozigot dayanıklı Seval F1 domates çeşitlerinin en yüksek hasat değerleri 2. ilaç uygulama bölümünde daha sonra 1. ilaç uygulama bölümünde en son ise kontrol bölümünde tespit edilmiştir. Homozigot dayanıklı Brown F1 domates çeşidinde ise 1. ve 2. ilaç uygulama bölümleri arasında farklılık olmadığı, en düşük verimin kontrol bölümünden alındığı belirlenmiştir. Bu tespitler, Flocter WP 5 + Velum Prime SC 400 isimli preparatların *M. incognita* popülasyonunun neden olduğu verim kayıplarını azalttığını göstermiştir. Ayrıca, toprakta *M. incognita* J₂ yoğunluğunun artmaya başladığı dönemde yapılan ilaçlamanın (2.), dikim zamanı yapılan ilaçlamaya (1.) göre domates verimini daha çok arttırdığı belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda; a) Doğru bir şekilde yapılan solarizasyon uygulamasının, *Mi-1* virulent *M. incognita* popülasyonu 2 ay boyunca kontrol altına alabildiği, b) *Mi-1* geni doz etkisinin, virulent *M. incognita* popülasyonuna karşı farklılık yaratmadığı, c) Flocter WP5 + Velum Prime SC 400 preparat uygulamalarının, *Mi-1* virulent popülasyonu baskı altına alabildiği d) Bu preparatların toprakta *M. incognita* J₂ popülasyon yoğunluğu artmaya başladığı dönemde kullanılmasının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonuçları, *Mi-1* virulent kök-ur nematodu popülasyonlarına karşı farklı mücadele yöntemlerinin tekli veya birbirine entegre edilerek uygulanmasının üreticilere yeni bir bakış açısı getireceği düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- ADAM, M.A.M., PHILLIPS, M.S. and BLOK, V.C. 2007. Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). *Plant Pathology*, 56: 190-197.
- AĞDADI, 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 Zir. Müc. Araş. Ens. Md. Teknik Bülten, No: 47.
- AKKURT DURAN, H., KAŞKAVALCI, G. ve PEÇEN A. 2013. Organik domates yetiştiriciliğinde kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na karşı savaşta solarizasyon ile diğer bazı uygulamaların birlikte kullanım olanakları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37 (1): 81-92.
- AKYAZI, F. ve ECEVİT, O. 2011. Tokat ili sebze alanlarındaki kök-ur nematod (*Meloidogyne* spp.)'lerinin yayılışları ve tür tespiti. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 26 (1): 1-9.
- ALI, N.I., SIDDIGUI, I.A., SHAUKAT, S.S. and ZAKI, M.J. 2002. Nematicidal activity of some strains of *Pseudomonas* spp. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1051-1058.
- ALKAN, B. 1962. Türkiye'nin zararlı nematod faunası üzerinde ilk incelemeler. *Bit. Kor. Bült.*, 2 (12): 17-25.
- AYDINLI, G. 2014. Orta Karadeniz Bölgesi seralarındaki kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.) popülasyonları üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- AYDINLI, G., MENNAN, S., DEVRAN, Z., SİRCA, S. and UREK, G. 2013. First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*, 97 (9): 1262.
- BAILEY, D.M., 1941. The Seedling method for root-knot nematode resistance. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 38: 573-575.
- BAKKER, J. 1993. Current State of Nematodes. In *Modern Crop Protection: Development and Perspectives*. Ed. J.C. Zadoks. Wageningen. Agric. Univ. 21-26 p.
- BIRD, D.M. and KALOSHIAN, I. 2003. Are roots special? nematodes have their say. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 62: 115-123.

- BLEVE-ZACHEO, T. and MELILLO, M.T. 1997. The Biology of Giant Cells. Cellular and Molecular Basis of Plant Nematode Interactions, Kluwer Academic Publishers, Dordrech., 65-79 p.
- BLEVE-ZACHEO, T., MELILLO, M.T. and CASTAGNONE-SERENO, P. 2007. The Contribution of Biotechnology to Root-knot Nematode Control in Tomato Plants. Pest Technology, *Global Science Books*, 1 (1): 1-16 p.
- BOERMA, H.R. and HUSSEY, R.S. 1992. Breeding plants for resistance to nematodes. *Journal of Nematology*, 24 (2): 242–252.
- BORA, A. 1970. Karadeniz Bölgesi bitki parazit nematodlarının tür ve yayılış alanlarının tesbiti ve ilaçlı mücadele imkânları üzerinde araştırmalar. *Bit. Kor. Bült.*, 10 (1): 53–71.
- BRANCH, C., HWANG, C., NAVARRE, D.A. and WILLIAMSON, V.M. 2004. Salicylic acid is part of the *Mi-1* mediated defense response to root-Knot nematode in tomato. *The American Phytopathological Society*, 17: 351-356.
- CANDIDO, V., D'ADDABBO, T., BASILE, M., CASTRONUOVO, D., MICCOLIS, V. 2008. Greenhouse Soil Solarization: Effect of Weeds, Nematodes and Yield of Tomato and Melon. *Agron Sustain Dev.*, 28: 221-230.
- CASTAGNONE-SERENO, P. 1994a. Genetics of *Meloidogyne* Virulence Against Resistance Genes From Solanaceous crop, 261–276. In: Advances in Molecular Plant Nematology (Ed: F. Lamberti, C. De Giorgi, D. McK. Bird), Plenum Press, NY, 312 p.
- CASTAGNONE-SERENO, P., BONGIOVANNI, M. and DALMASSO, A. 1993. Stable virulence against the tomato resistance *Mi* gene in the parthenogenetic root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Phytopathology*, 83: 803-805.
- CASTAGNONE-SERENO, P., BONGIOVANNI, M., DALMASO A. 1994. Reproduction of virulent isolates of *Meloidogyne incognita* on susceptible and *Mi*-resistant tomato. *J. Nematol.*, (26): 324-328.
- COELHO, L. CHELLEMİ, D.O. and MITCHELL, D.J. 1999. Efficacy of solarization and cabbage amendment for the control of *Phytophthora* spp. in North Florida. *Plant. Dis.*, 83: 293-299.
- COOK, R. and EVANS, K. 1987. Resistance and Tolerance. Principles and Practice of Nematode Control in Crop. Academic Press, Australia, 179–220 p.
- CORTADA, L., SORRIBAS, F.J., ORNAT, C., ANDRES, M.F. and VERDEJO LUCAS, S. 2009. Response of tomato rootstocks carrying the *Mi*-resistance gene to populations of *M. arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica*. *European Journal of Plant Pathology*, 124: 337-343.

- DI VITO, M., GRECO, N., ORESTE, G., SAXENA, M.C., SINGH, K.B. and KUSMENOGLU I. 1994. Plant parasitic nematodes of legumes in Turkey. *Nematologia Medit.*, 22: 245–251.
- DİKER, T. 1959. Nebat Parazit Nematodları. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Neşriyatı, No: 70, Ankara, 98 s.
- DEVİRAN, Z. 2006. Hıyarda kök-ur nematodlarına karşı moleküler markırların geliştirilmesi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2 s.
- DEVİRAN, Z. and ELEKÇİOĞLU, H. 2004. The screening of F2 plants for the root-knot nematode resistance gene, *Mi* by PCR in tomato. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 253-257.
- DEVİRAN, Z., MUTLU, N., ÖZARSLANDAN, A. and ELEKÇİOĞLU İ.H. 2009. Identification and genetic diversity of *Meloidogyne chitwoodi* in potato production areas of Turkey. *Nematropica*, 39: 75-83.
- DEVİRAN, Z. and SÖĞÜT, M.A. 2009. Distribution and identification of root-knot nematodes from Turkey. *Journal of Nematology*, 41: 128-133.
- DEVİRAN, Z. and SÖĞÜT, M.A. 2010. Occurrence of virulent root-knot nematode populations on tomatoes bearing the *Mi* gene in protected vegetable-growing areas of Turkey. *Phytoparasitica*, 38: 245–251.
- DROPKIN, V.H. 1969a. The Necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to *Meloidogyne*: Reversal by temperature. *Phytopathology*, 59: 1632-1637.
- DROPKIN, V.H. 1969b. Cellular responses of plants to nematode infections. *Annual Review Phytopathology*, 7: 101–122.
- DURA, O. 2008. Organik Domates Yetiştiriciliğinde Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)’na Karşı Savaş Yöntemleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 55 s.
- EDDAOUDI, M., AMMATI, M. and RAMMAH, H. 1997. Identification of resistance breaking populations of *Meloidogyne* on tomatoes in Morocco and their effect on new sources of resistance. *Fundamental and Applied Nematology*, 20: 285-289.
- EISENBACK, D.E. and TRIANTAPHYLLOU, H.H. 1991. *Meloidogyne* Species and Race. Manual of Agricultural Nematology. Newyork, USA., Marcel Dekker Inc., 191-250.
- ELEKÇİOĞLU, İ.H. 2002. Bitki Paraziti Nematodlara Karşı Biyolojik Mücadele. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, ss. 61-70, 4-7 Eylül, Erzurum.

- ELEKÇİOĞLU, İ. H., ve UYGUN, N., 1994. Occurrence and Distribution of Plant Parasitic Nematodes in Cash Crop in Eastern Mediterranean Region of Turkey. Proc. of Phytopathological Union, Kuşadası, Aydın, Türkiye, 409-410.
- ENNELİ, S., 1980. İç Anadolu Bölgesinde yetiştirilen domateslerde zararlı kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita* Chitwood)'un tanımı, biyolojisi, histopatolojisi ve patojenitesi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara, 129 s.
- ERTÜRK, H. ve ÖZKUT, S. 1973. Ege Bölgesi Şartlarında Kök-ur Nematodlarına (*Meloidogyne* spp.) Dayanıklı Asma Anacı Araştırması. IV. Bilim Kongresi Bildiriler. 1-7, 5-8 Kasım, Ankara.
- ERTÜRK, H., ÖZKUT, S., BORAZANCI, HEKİMOĞLU, G. ve ARINÇ, Y. 1975. Bitki zararlısı nematodların pamuk solgunluk etmenleri ile ilişkileri ve korunma yolları. *Bit. Kor. Bült.*, 15 (2): 69-96.
- FASKE, T.R. and HURD, K. 2015. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to fluopyram. *Journal of Nematology*, 47 (4): 316-321.
- FERRIS, H. and NOLING, J.W. 1987. Analysis and Prediction as a Basis for Management Decisions. R.H., Brown (ed). Principles and Practice of Nematode Control in Crops. Academic Pres, Sydney, New York, London, Montreal, Tokyo, 49-81.
- FLOR, H.H. 1955. Host-parasite interaction in flax rust its genetic and other implications. *Phytopathology*, 45: 680-685.
- GIANNAKOU, I.O., ANASTASIADIS, I.A., GOWEN, S.R. and PROPHETOU-ATHANASIADOU, D.A. 2007. Effects of a non-chemical nematicide combined with soil solarization for the control of root-knot nematodes. *Crop Protection*, (26): 1644-1654.
- GIANNAKOU, I.O., KARPOUZAS, D.G. and PROPHETOU-ATHANASIADOU, D. 2004. A novel non-chemical nematicide for the control of root-knot nematodes. *Applied Soil Ecology*, Volume 26: 69-79.
- GONZÁLEZ, L.C. 2009. Tomato rootstocks for the control of *Meloidogyne* spp: Charaterization and evaluation of the resistance response conferred by the *Mi-1* gene in tomato rootstocks. Doctoral thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 226 p.
- GÖÇMEN, H. and ELEKÇİOĞLU, D.H. 1996, The effect of soil solarization on *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Tylenchida, Meloidogynidae) species in greenhouse in Antalya. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 20 (1): 67-74.

- GRECO, N. 1999. Alternatives to Methyl Bromide to Control Plant Parasitic Nematodes in Greenhouses. 1999. 3rd International Workshop on Methyl Bromide alternatives .Heraklio of Grete Greece , 7-10 december . 146-148 p.
- GÜRDEMİR, E. ve AĞDACI, M. 1975. Güney Anadolu Bölgesi sebze seralarında zarar yapan kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) üzerinde sürvey çalışmaları. *Bit. Kor. Bült.*, 15 (3): 176-181.
- HARTMAN, K.M., SASSER, J.N. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the Basis of Different Host Test and Perineal Pattern Morphology, In: Barker, K. R., Carter, C.C., Sasser, J.N., (eds). An Advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. 2. Methodology. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 69-77.
- HEKİMOĞLU, G. 1975. İzmir ve Çevresi Solanaceae Familyasına Ait Önemli Bitki Türlerinde Kök ur Nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) (Nematoda: Heteroderidae) tanınmaları, Zararı ve Populasyon Yoğunlukları Üzerinde Araştırmalar. Böl Zir. Müc. Araş. Enst., Bornova, İzmir, 113 s.
- HOOVER, D.J. 1986, Handling, Fixing, Staining and Mounting Nematodes. In: Southey, J.F.(ed). Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes, Her Majesty's Stationery Office, London, 59-80 p.
- IBERKLEID, I., OZALVO, R., FELDMAN, L., ELBAZ, M., PATRICIA, B. and HOROWITZ, S.B. 2014. Responses of tomato genotypes to avirulent and *Mi*-virulent *Meloidogyne javanica* isolates occurring in Israel. *Phytopathology*, 104: 484-496.
- IOANNOU, N. 2000. Soil solarization as a substitute for methyl bromide fumigation in greenhouse tomato production in Cyprus. *Phytoparasitica*, 28: 1-9.
- JACQUET, M., BONGIOVANNI, M., MARTINEZ, M., VERSCHAVE, P., WAJNBERG, E. and CASTAGNONE-SERENO, P. 2005. Variation in resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato genotypes bearing the *Mi* gene. *Plant Pathology*, 54: 93-99.
- JAFFEE, B.A. 1992. Population biology and biocontrol of nematodes. *Canadian Journal of Microbiology*, 38 (5): 359-364.
- JARQUIN-BARBERENA, H., DALMASSO, A., DE GUIRAN, G. and CARDIN, M.C. 1991. Acquired Virulence in the Plant Parasitic Nematode *Meloidogyne incognita*. I. Biological Analysis of the Phenomenon. *Revue de Nématologie*, 14: 299-303 p.
- JIANG, Y.X., NOMBELA, G. and MUNIZ, M. 2001. Analysis by DC-EPG of the resistance to *Bemisia tabaci* on an *Mi*-tomato line. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99: 259-302.

- JOHNSON, A.V. and FASSULIOTIS, G. 1984. Nematode Parasites of Vegetable Crops. In: Nickle, W.R. (ed.). Plant and Insect Nematodes. Marcel Dekker Inc., New York and Basel, 323-372 p.
- JONES, J.T., HAEGEMAN, A., DANCHIN, E.G.J., GAUR, H.S., HELDER, J., JONES, M.G.K., KIKUCHI, T., MANZANILLA-LOPEZ, R., PALOMARES-RIUS J.E., WESEMAEL, W.M.L. and PERRY R.N. 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14 (9): 946-961.
- JONES, F.G.W., LARBEY, D.W. and PARROTT, D.M. 1969. The Influence of soil structure and moisture on nematodes, especially *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus* and *Heterodera* spp. *Soil Biology and Biochemistry*, 1 (2): 153-158.
- KALOSHIAN, I., YAGHOUBI, J., LIHARSKA, T., HONTELEZ, J., HANSON, D., HOGAN, P., JESSE, T., WIJBRANDI, J., SIMONS, G., VOS, P., ZABEL, P., and WILLIAMSON, V.M. 1998. Genetic and physical localization of the root-knot nematode resistance locus *Mi* in tomato. *Molecular & General Genetics*, 257: 376-385.
- KARSEN, G. and MOENS, M. 2006. Root-knot Nematodes. Plant Nematology, CABI., 59-90 p.
- KAŞKAVALCI, G. 2007. Effects of soil solarization and organic amendment treatments for controlling *Meloidogyne incognita* in tomato cultivars in Western Anatolia, *Turkish journal of agriculture and forestry*, 31 (3): 159-167.
- KAŞKAVALCI, G. ve ÖNCÜER, C. 1999. Aydın ilinin yazlık sebze yetiştirilen önemli bölgelerinde bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Tylenchida: Meloidogynidae) türlerinin yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 23 (2): 149-160.
- KAŞKAVALCI, G., TÜZEL, Y., DURA, O. and ÖZTEKİN, G.B. 2009. Effects of alternative control methods against *Meloidogyne incognita* in organic tomato production. *Ekoloji*, 18 (72): 23-31.
- KATAN, J. 1980. Solar Pasteurization of soils for disease control: Status and Prospects. *Plant Dis.*, 64: 450-454.
- KATAN, J. 1981. Solar Heating (solarization) of the soil for control of soilborne pests. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 19: 211-236.
- KATAN, J., GREENBERGER, A., ALON, H. and GRINSTEIN, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*, 66: 683-689.

- KATI, T. ve MENNAN, S. 2006. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile biyolojik mücadele, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2): 265-274.
- KEPENEKÇİ, İ., EVLİCE, E. ve ÖZTÜRK, G. 2014. Ülkemiz için yeni bir kök-ur nematodu türü, *Meloidogyne exigua* Goeldi'nin taksonomik özellikleri ve diğer kök-ur nematodu türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 54 (1): 1-9.
- KEREN-ZUR, M., ANTONOY, J., BERCOVITZ, A., FELDMAN, K., HUSID, A., KENAN G., MARKOV N. and REBHUN, M. 2000. *Bacillus firmus* formulations for the safe control of root-knot nematodes. In: Proceedings of the brighton crop protection conference on pests and diseases. (2): 47-52.
- LAMOVSEK, J., UREK, G. and TRDAN, S. 2013. Biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.): Microbes against the pests. *Acta Agricultura Slovenica*, 101-2: 263-275.
- MALEITA, C.M., VIEIRA DOS SANTOS, M.C., CURTIS, R.H.C., POWERS, S.J. and ABRANTES, I.M. de O. 2011. Effect of the *Mi* gene on reproduction of *Meloidogyne hispanica* on tomato genotypes. *Nematology*, 13: 939-949.
- MALTAŞ, A.Ş. ve KAPLAN M. 2015. Antalya (Merkez İlçe)'da yetiştirilen örtü altı güzlük domates bitkilerinin (*Solanum lycopersicum* L.) beslenme durumlarının belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (1): 33-38.
- MENDOZA, A.R., KIEWNICK S. and SIKORA, R.A. 2008. *In vitro* activity of *Bacillus firmus* against the burrowing nematode *Radopholus similis* the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and the stem nematode *Ditylenchus dipsaci*. *Biocontrol Science and Technology*, 18: 377-389.
- MENNAN, S. ve ECEVİT, O. 2001. Bafra ve Çarşamba Ovaları'ndan elde edilen bazı *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) (Nemata: Heteroderidae) populasyonlarında ırk tespiti. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 25 (1): 33-39.
- MEYER, S.L.F. and ROBERTS, D.P. 2002. Combinations of biocontrol agents for management of plant-parasitic nematodes and soilborne plant-pathogenic fungi. *Journal of Nematology*, (34): 1-8.
- MILLIGAN, S.B., BODEAU, J., YAGHOUBI, J., KALOSHIAN, I., ZABEL, P. and WILLIAMSON, V.M. 1998. The Root-knot resistance gene *Mi* from tomato is a member of the leucine zipper, nucleotide binding, leucine rich repeat family of plant genes. *Plant Cell*, 10: 1307-1319.
- MISIRLIOĞLU, B., BEYTUT, B., TOKTAY, H., KEPENEKÇİ, İ., AĞI, Y., YILDIRIM, A., IŞIK, D., BÜLBÜL, F. ve KAÇAN, K. 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt 6. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 36 s.

- NETSCHER, C. and SIKORA, R.A. 1990. Nematode Parasites on Vegetables. In: Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge (eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. C.A.B. International, 231-283 p.
- NOMBELA, G., BEITIA, F. and MUNIZ, M. 2001. A Differential interaction study of *Bemisia tabaci* Q-biotype on commercial tomato varieties with or without the *Mi* resistance gene, and comparative host responses with the B-biotype. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98: 339-344.
- NYCZEPIR, A.P. and THOMAS, S.H. 2009. Current and Future Management Strategies in Intensive Crop Production Systems. pp. 412-443. In: Pery, R.N., Moens, M., Starr, J.L. (Ed.), Root-Knot Nematodes, CAB International, UK. 412-433 p.
- ORNAT, C., VERDEJO-LUCAS, S., and SORRIBAS, F.J. 2001. A population of *Meloidogyne javanica* from Spain virulent to the *Mi* resistance gene in tomato. *Plant Disease*, 85: 271-276.
- OSTREC, L. and GRUBISIC, D. 2003. Effects of soil solarization on nematodes in Croatia. *J. Pestic. Sci.*, 76: 139-144.
- ÖZARSLANDAN A. 2016. Serada domates yetiştiriciliğinde kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.)'na karşı toprak dezenfeksiyonu. Bitki Koruma Bülteni, 56 (4): 407-417.
- ÖZARSLANDAN, A., DEVRAN, Z., MUTLU, N. and ELEKÇİOĞLU, İ.H. 2009. First report of columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in potato in Turkey. *Plant Disease*, 93 (3): 316.
- ÖZTÜZÜN, N. 1970. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi kültür bitkilerine arız olan bitki paraziti nematodları üzerinde sürvey çalışmaları. *Bit. Kor. Bült.*, 10 (3): 180-197.
- PAYAN, L.A. and DICKSON, D.W. 1999. Efficacy of Abamectin (Agri-Mek 0.15 EC) Against the Root-knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) on Tomato. Caribbean Division Meeting Abstracts. June 21-25, 1999-San Juan, Puerto Rico. Posted online June 23. Publication no. P-2000-0010-CRA.
- PEÇEN, A., KAŞKAVALCI, G. ve MISTANOĞLU, İ. 2013. Organik domates yetiştiriciliğinde kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na karşı bazı organik ve mikrobiyal gübrelerin nematisidal etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37 (4): 513-522.
- PEHLİVAN, E. ve KAŞKAVALCI, G. 1993. Sanayi Domatesi Üretim Alanlarında Kök-ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın Yayılışı ve Bulaşıklık Oranı Üzerinde Araştırmalar. SANDOM Çalışma Raporu, Yayın No: 6: 61-68 s.

- PEHLİVAN, E. ve ÖRÜMLÜ, A.E. 2003. Sanayi domatesinde kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Heteroderidae)'ndan korunmak için ekim-dikim zamanının saptanması üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 23 (4): 269-277.
- PEREZ, E.E. and LEWIS, E.E. 2004. Suppression of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla* with entomopathogenic nematodes on greenhouse peanuts and tomatoes. *Biological Control*, 30: 336-341.
- RAIO, A., ZOINA, A. and MOORE, L. W. 1997. The Effect of solar heating of soil on natural and inoculated agrobacteria. *Plant Pathol.*, 46: 320-328.
- RANDIG, O., BONGIOVANNI, M., CARNEIRO, R.M.D.G. and CASTAGNONE SERENO, P. 2002. Genetic diversity of root- knot nematodes from Brazil and development of SCAR marker specific for the coffee damaging species. *Genome*, 45: 862-870.
- ROBERTS, P.A. 1995. Conceptual and practical aspects of variability in root-knot nematodes related to host plant resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 33: 199-221.
- ROBERTS, P.A. 2002. Concepts and Consequences of Resistance. In: Starr, J.L., Cook, R., Bridge, J. (Ed.), Plant Resistance to Parasitic Nematodes, CAB International, Oxon, UK. 23-41 p.
- ROBERTS, P.A., DALMASSO, G.B.C. and CASTAGNONE-SERENO, P. 1990. Resistance in *Lycopersicon peruvianum* to isolates of *Mi* gene-compatible *Meloidogyne* populations. *Journal of Nematology*, 22: 585-589.
- ROBERTS, P. A. and THOMASON, I.J. 1986. Variability in reproduction of isolates of *M. incognita* and *M. javanica* on resistant tomato genotypes. *Plant Dis.*, 70: 547-551.
- ROBERTS, P. A. and THOMASON, I.J. 1989. A Review of variability in four *Meloidogyne* spp. Measured by reproduction on several hosts including *Lycopersicon*. *Agricultural Zoology Reviews*, 3: 225-252.
- ROSSI, M., GOGGIN, F.L., MILLIGAN, S.B., KALOSHIAN, I., ULLMAN, D.E. and WILLIAMSON, V.M. 1998. The Nematode resistance gene *Mi* of tomato confers resistance against the potato aphid. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95: 9750-9754.
- SASSER, J.N. 1979. Economic Importance of *Meloidogyne* in Tropical Countries. In: Lamberti, F., Taylor, C.E. (ed). Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) Systematics, Biology and Control. Academic Press, London-New York-San Francisco, 359-374 p.

- SASSER, J.N. and CARTER., C.C., 1985. Overview of The Internatioanal *Meloidogyne* Project, 1974-1984. J.N., Sasser, C.C., Carter (eds). An Advanced Treatise on Meloidogyne: Volume 1, Biology and Control. North Carolina State University raphics, 19-24 p.
- SCHAFF, J.E., NIELSEN, D.M., SMITH, C.P., SCHOLL, E.H. and BIRD, D.McK. 2007. Comprehensive transcriptome profiling in tomato reveals a role for glycosyltransferase in *Mi*-mediated nematode resistance. *Plant Physiology*, 144: 1079-1092.
- SIDDIGUI, Z.A., IQBAL, A. and MAHMOOD, I. 2001. Effects of *Pseudomonas fluorescens* and ferlitizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. *Applied Soil Ecology*, 16: 179-185.
- SIDDIQI, M. R., 2000. Tylenchida, Parasites of Plants and Insects. St. Albans, England, 100-101, 369-374 p.
- SMITH, P.G. 1944. Embryo culture of a tomato species hybrid. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 44: 413-416.
- SORRIBAS, F.J., ORNAT, C., VERDEJO-LUCAS, S., GALEANO, M. and VALERO, J. 2005. Effectiveness and profitability of the *Mi*-resistant tomatoes to control root-knot nematodes. *European Journal of Plant Pathology*, 111: 29-38.
- SOUZA, N.L. 1994. Solarizacao do solo. *Summa Phytopathologia*, 20: 3-15.
- SÖĞÜT, M.A. ve ELEKÇİOĞLU, İ.H. 2000. Akdeniz Bölgesi'nde sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata: Heteroderidae) türlerinin Irklarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24 (1): 33-40.
- SÖĞÜT, M.A. and ELEKÇİOĞLU, İ.H. 2007. Methyl bromide alternatives for controlling *Meloidogyne incognita* in pepper cultivars in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turk J Agric For*, 31: 31-40.
- STAPLETON, J.J. and DEVAY, J.E. 1986. Soil solarization: A Non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Prot.*, 5: 190-198.
- STIRLING, G.R., 1991. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. CAB International, Wallingford, Oxon, 50-85 p.
- STIRLING, G.R., LICASTRO, K.A., WEST, L.M. and SMİTH, L.J. 1998. Development of commercially acceptable formulations of the nematophagous fungus *Verticillium chlamydosporium*. *Biological Control*, 11 (3): 217-133.
- STIRLING, G.R. and MANKAU, R. 1979. Made of parasitism of *Meloidogyne* and other nematode eggs by *Dactylella oviparasitica*. *Journal of Nematology*, 11 (3): 282-288.

- STRANGE, M.L., KALOSHIAN, I. and PLOEG, A.T. 2006. Differential respons of *Mi*-gene resistant tomato rootstocks to rootknot nematodes (*Meloidogyne incognita*). *Crop protection*, 25 (4): 382-388.
- TALavera, M., VERDEJO-LUCAS, S., ORNAT, C., TORRES, J., VELA, M.D., MACIAS, F.J., CORTADA, L., ARIAS, D.J., VALERO, J. and SORRIBAS, F.J. 2009. Crop rotations with *Mi* gene resistant and susceptible tomato cultivars for management of rootknot nematodes in plastic houses. *Crop protection*, 28 (8): 662–667.
- TAYLOR, A.L. 1987. Identification and Estimation of Root-knot Nematode Species in Mixed Populations. Bulletin 12, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Gainesville, Florida, 73 p.
- TAYLOR, A.L. and SASSER, J.N. 1978. Biology, Identification and Control of Root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. Cooperative Publication Department of Plant Pathology, North Carolina State University and U. S. Agency International Development, Washington D. C., North Carolina State University Graphics, USA., 111 p.
- TEREFE, M., TEFERA, T. and SAKHUJA, P.K. 2009. Effect of a formulation of *Bacillus firmus* on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infestation and the growth of tomato plants in the green house and nursery. *Journal of Invertebrate Pathology*, 100 (2): 94-99.
- TRUDGILL, D.L. and BLOK, V.C. 2001. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: Exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, (39): 53-77.
- TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU, 2015.
<https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> [Son erişim tarihi: 15.08.2016]
- TZORTZAKAKIS, E.A., ADAM, M.A.M., BLOK, V.C., PARASKEVOPOULOS, C. and BOURTZIS, K. 2005. Occurrence of resistance-breaking populations of root-knot nematodes on tomato in Greece. *European Journal of Plant Pathology*, 113: 101-105.
- TZORTZAKAKIS, E.A., TRUDGILL, D.L. and PHILLIPS, S. 1998. Evidence for a dosage effect of the *Mi* gene on partially virulent isolates of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 30: 76-80.
- VARDEJO-LUCAS, S., CORTADA, L., SORRIBAS, F.J. and ORNAT, C. 2009. Selection of virulent populations of *Meloidogyne javanica* by repeated cultivation of *Mi* resistance gene tomato rootstocks under field conditions. *Plant. Pathol.*, 58, 990-998.

- VERDEJO-LUCAS, S., TALAVERA, M. and ANDRES, M. F. 2012. Virulence response to the *Mi.1* gene of *Meloidogyne* populations from tomato in greenhouse. *Crop protection*, 39: 97-105.
- VIAENE, N.M. and ABAWI, G.S. 2000. *Hirsutella rhossiliensis* and *Verticillium chlamydosporium* as biocontrol agents of the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* on lettuce. *Journal of Nematology*, 32 (1): 85-100.
- VRAIN, T.C. 1999. Engineering natural and synthetic resistance for nematode management. *Journal of Nematology*, 31 (4): 424-436.
- WEBSTER, J.M. 1972. Economic Nematology. Academic Press London, Newyork, 563 p.
- WEIBELZAHN-FULTON, E., DICKSON, D.W. and WHITTY, E.B. 1996. Suppression of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica* by *Pasteuria penetrans* in field soil. *Journal of Nematology*, 28 (1): 43-49.
- WHITEHEAD, A.G. 1968. Taxonomy of *Meloidogyne* with descriptions of four new species. *Trans. Zool. Soc., London.*, 31: 263-401.
- WHITEHEAD, A. G. 1997. Plant Parasitic Nematodes: Their Importance and Control. Wallingford, U.K. CAB Int. In Plant Nematode Control, 1-12 p.
- WHITEHEAD, A.G., 1998. Plant Nematode Control. CAB International, New York, USA, 209-236 p.
- WILLIAMSON, V.M. and GLEASON, C.A. 2003. Plant-nematode interactions. *Plant Biology*, 6: 327-333.
- WILLIAMSON, V.M. and HUSSEY, R.S. 1996. Nematode pathogenesis and resistance in plants. *The Plant Cell*, 8: 1735-1745.
- YÜCEL, S., ELEKCİOĞLU, İ.H., ULUDAG, A., CAN, C., GÖZEL, U., SÖĞÜT, M.A., ÖZARSLANDAN, A., AKSOY, E., 2001. The First Year Results Of Methyl Bromide Alternatives In Strawberry, Pepper And Eggplant In The Eastern Mediterranean Part of Turkey. Annual International Research Conference On Methyl Bromide Alternatives And Emissions Reductions, California 5-9 November 2001, 94: 1-4 p.
- YÜCEL, S., ELEKCİOĞLU, İ.H., ULUDAĞ, A., CAN, C., SÖĞÜT, M.A., ÖZARSLANDAN, A., AKSOY, E., 2002. The Second Year Results of Methyl Bromide Alternatives In The Eastern Mediterranean. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Florida 6-8 November 2002, 10: 1-4 p.

- YÜCEL, S., ÖZARSLANDAN, A., CAN, C. and GUNAÇLI H. 2014. Case Studies and Implications of Chemical and Non-Chemical Soil Disinfection Methods in Turkey. ISHS Acta Horticulturae 1044: VIII International Symposium on Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Disinfestation, 10.17660/ActaHortic.2014.1044.37.
- YÜCEL, S., ÖZARSLANDAN, A., ÇOLAK, A., AY, T. and CAN, C. 2007. Effect of solarization and fumigant applications and soilborne pathogens and root-knot nematodes in greenhouse-grown tomato in Turkey. *Phytoparasitica*, 35 (5): 450-456.
- YÜCEL, S., YILDIZ H. N., AKSOY E., ÇETİNKAYA YILDIZ R., ÇOLKA ATEŞ A., ÖZARSLANDAN A. DİNÇER D. 2015. Toprak Solarizasyonu. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 14 s.
- YÜKSEL, H.Ş. 1966. Karadeniz Bölgesi'nde tesadüf edilen *Meloidogyne incognita* varyasyonu hakkında. *Bitki Koruma Bülteni*, 6: 35-38.
- YÜKSEL, H.Ş. 1974. Kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye' deki durumu ve bunların popülasyon problemi üzerinde düşünceler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1): 83-105.
- ZECK, W.M. 1971, A Rating scheme for field evaluation of root-knot nematode infestation. *Pflanzenschutz Nachrichten, Bayer*. Published by Farbenfabriken Ag. Leverkusen, Print ISSN: 0931-1785, Online ISSN: 1439-0434.10: 141-144. 153 (7-8): 423-430.
- ZIJLSTRA, C., DONKERS-VENNE, D.T.H.M. and FARGETTE, M., 2000. Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterized amplified region (SCAR) based PCR assays. *Nematology*, 2: 847- 853.

8. EKLER**Ek-1**

ÜRETİM SEZONU BOYUNCA KULLANILAN BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİ		
İlaçlar	Dozajı	Uygulama Adedi
Mospilan 20 SP	30 gr/da	5
Movento SC 100	100 ml/100 lt	5
Decis 2,5 EC	100 ml/da	5
Oberon 240 SC	50 ml/100 lt	3
Agrimec EC	25 ml/da	3
Voliam Targo 063 SC	80 ml/da	4
Proclaim 05 SG	30 gr/da	4
Alverde	100 ml/da	4
Sanmite	75 gr/100 lt	4
Consento SC 450	200 ml/100 lt	4
Previcur Energy SL 840	200 ml/100 lt	4
Mythos	125 ml/100 lt	3
Teldor SC 500	100 ml/ 100 lt	3
Signum WG	150 gr/100 lt	3
Luna Experience SC 400	30 ml/100 lt	2
Topas EC	50 ml/100 lt	2
Bayfidan EW 050	100 ml/100 lt	2

Ek-2

ÜRETİM SEZONU BOYUNCA GÜNLÜK ELDE EDİLEN ORTAM VE TOPRAK SICAKLIKLARI				
Tarih	En Düşük Hava Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Hava Sıcaklığı (°C)	En Düşük Toprak Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Toprak Sıcaklığı (°C)
04.09.2015	15,4	41,3	23,8	27,5
05.09.2015	16,0	39,8	23,5	27,3
06.09.2015	15,2	43,7	23,4	27,8
07.09.2015	17,8	38,6	23,3	27,7
08.09.2015	16,5	37,4	23,2	27,4
09.09.2015	16,8	37,4	23,4	27,3
10.09.2015	15,1	36,7	23,1	26,7
11.09.2015	14,6	34,2	22,6	26,3
12.09.2015	16,3	36,8	24,4	27,2
13.09.2015	15,3	35,7	23,5	26,8
14.09.2015	17,2	35,1	22,6	26,6
15.09.2015	15,9	33,2	22,4	26,6
16.09.2015	16,1	34,9	24,6	27,0
17.09.2015	15,5	34,6	24,5	27,0
18.09.2015	14,3	33,7	24,2	26,8
19.09.2015	16,5	35,5	24,0	26,8
20.09.2015	15,1	33,1	23,9	26,4
21.09.2015	14,8	32,7	23,7	26,3
22.09.2015	15,9	35,7	23,9	26,6
23.09.2015	15,1	35,1	23,5	26,4
24.09.2015	14,6	35,3	23,3	26,2
25.09.2015	14,6	34,2	22,4	26,1
26.09.2015	13,5	33,1	22,2	26,0
27.09.2015	13,8	36,5	22,8	26,2
28.09.2015	13,1	34,3	23,4	26,6
29.09.2015	13,3	31,6	23,2	26,6
30.09.2015	13,1	31,0	23,0	26,2
01.10.2015	14,3	31,5	23,4	26,0
02.10.2015	13,1	34,2	23,8	26,4
03.10.2015	12,2	31,8	23,8	26,0
04.10.2015	12,4	31,4	24,0	26,2
05.10.2015	13,1	32,7	24,3	26,4

06.10.2015	13,4	31,8	24,4	26,4
07.10.2015	13,3	31,1	23,8	26,0
08.10.2015	13,9	31,3	23,7	26,1
09.10.2015	12,2	32,0	23,5	26,3
10.10.2015	13,1	30,4	23,3	26,3
11.10.2015	14,7	30,3	23,0	26,1
12.10.2015	13,7	30,8	23,2	26,4
13.10.2015	12,5	29,5	23,0	26,1
14.10.2015	14,1	29,6	23,1	26,1
15.10.2015	12,8	29,3	23,0	25,8
16.10.2015	12,6	28,7	22,8	25,4
17.10.2015	12,0	28,6	22,4	25,0
18.10.2015	13,6	29,2	22,3	25,1
19.10.2015	13,0	29,0	22,0	24,7
20.10.2015	12,3	28,5	21,5	23,8
21.10.2015	12,7	28,9	21,9	24,2
22.10.2015	13,2	28,7	21,4	23,6
23.10.2015	12,2	28,4	21,2	23,5
24.10.2015	13,4	28,3	21,4	23,6
25.10.2015	13,3	28,1	21,0	23,4
26.10.2015	11,8	27,9	21,0	23,4
27.10.2015	11,4	27,0	19,7	22,5
28.10.2015	11,2	26,8	19,2	22,4
29.10.2015	11,0	26,5	18,8	22,2
30.10.2015	10,4	26,4	18,1	21,8
31.10.2015	11,3	26,0	17,9	21,6
01.11.2015	13,5	30,2	18,3	22,3
02.11.2015	7,1	25,7	17,1	21,4
03.11.2015	7,1	25,5	16,2	19,8
04.11.2015	7,0	25,1	15,8	19,3
05.11.2015	9,6	25,3	15,9	19,4
06.11.2015	10,6	25,3	16,0	19,5
07.11.2015	9,4	24,8	15,9	19,2
08.11.2015	10,2	24,9	15,9	19,2
09.11.2015	12,4	25,2	16,3	19,5
10.11.2015	8,8	24,7	16,2	19,4
11.11.2015	8,4	24,4	15,9	19,0
12.11.2015	10,5	24,1	16,2	19,3
13.11.2015	9,7	24,0	16,0	19,2
14.11.2015	9,0	23,9	16,0	19,1
15.11.2015	8,0	23,8	15,4	18,7
16.11.2015	8,5	23,7	15,1	18,2
17.11.2015	9,6	24,6	15,4	18,4

18.11.2015	8,9	23,5	15,5	18,6
19.11.2015	6,5	25,3	13,4	16,8
20.11.2015	7,0	24,4	12,8	16,4
21.11.2015	10,9	24,5	13,3	16,7
22.11.2015	12,4	20,8	14,0	17,3
23.11.2015	10,8	24,0	14,0	17,2
24.11.2015	7,2	24,9	13,7	16,6
25.11.2015	7,3	17,2	13,7	16,5
26.11.2015	12,3	19,4	13,6	16,5
27.11.2015	12,6	20,0	14,4	17,7
28.11.2015	11,9	18,5	14,1	17,0
29.11.2015	10,3	22,5	14,0	17,0
30.11.2015	10,0	21,4	13,9	16,8
01.12.2015	8,2	20,1	13,5	16,2
02.12.2015	7,4	21,2	13,5	16,3
03.12.2015	6,9	19,1	12,4	15,2
04.12.2015	5,4	20,6	11,1	14,4
05.12.2015	4,0	19,6	11,1	14,6
06.12.2015	1,5	23,5	10,4	13,2
07.12.2015	4,0	27,9	10,7	13,8
08.12.2015	5,5	22,3	10,7	13,9
09.12.2015	5,5	21,9	10,8	14,1
10.12.2015	5,1	20,9	10,5	14,0
11.12.2015	5,6	15,6	10,3	13,9
12.12.2015	9,7	18,2	11,8	14,9
13.12.2015	7,3	20,2	11,8	14,9
14.12.2015	6,4	21,9	11,3	14,4
15.12.2015	4,4	20,0	10,7	13,0
16.12.2015	6,4	19,5	10,6	13,2
17.12.2015	9,8	19,2	11,2	14,3
18.12.2015	8,7	18,7	11,0	14,1
19.12.2015	9,3	20,2	11,1	14,2
20.12.2015	7,3	20,7	11,1	14,3
21.12.2015	5,9	21,6	11,0	14,1
22.12.2015	4,3	21,5	10,6	12,9
23.12.2015	3,8	22,9	10,3	12,5
24.12.2015	6,7	23,4	10,5	12,7
25.12.2015	3,9	21,5	10,4	12,6
26.12.2015	5,1	21,6	10,5	12,6
27.12.2015	7,2	24,3	10,7	12,9
28.12.2015	5,4	23,4	10,9	13,4
29.12.2015	4,7	23,6	10,6	13,0
30.12.2015	4,8	24,7	10,8	13,3

31.12.2015	2,0	22,9	8,7	11,4
01.01.2016	1,6	21,5	9,0	10,4
02.01.2016	1,4	21,4	8,4	10,2
03.01.2016	1,7	21,8	8,3	10,2
04.01.2016	7,2	19,6	10,0	10,2
05.01.2016	8,9	19,2	10,2	11,9
06.01.2016	9,7	22,1	12,0	13,1
07.01.2016	9,3	19,6	12,3	14,2
08.01.2016	7,6	20,4	11,3	14,0
09.01.2016	5,2	25,4	11,7	13,6
10.01.2016	3,5	23,3	11,3	13,1
11.01.2016	9,1	26,7	12,7	13,5
12.01.2016	8,6	25,1	13,2	14,3
13.01.2016	9,9	24,0	14,1	15,8
14.01.2016	9,0	24,3	14,3	15,6
15.01.2016	5,1	21,5	12,8	14,3
16.01.2016	8,5	23,4	12,9	14,6
17.01.2016	8,9	21,7	13,9	14,7
18.01.2016	9,0	22,8	14,0	14,9
19.01.2016	4,8	20,0	13,1	14,4
20.01.2016	2,6	18,8	11,2	12,9
21.01.2016	7,8	17,4	11,8	12,5
22.01.2016	8,4	22,5	12,3	14,1
23.01.2016	5,9	24,7	11,8	13,5
24.01.2016	2,3	20,3	10,7	12,5
25.01.2016	2,0	21,8	9,6	12,1
26.01.2016	1,5	21,4	9,3	11,6
27.01.2016	1,3	24,7	9,3	12,0
28.01.2016	1,4	18,6	9,6	11,6
29.01.2016	2,2	21,2	9,6	12,3
30.01.2016	2,9	23,8	10,1	12,6
31.01.2016	6,9	24,3	11,3	13,8
01.02.2016	8,8	24,2	12,8	14,6
02.02.2016	7,1	27,7	12,6	15,1
03.02.2016	5,4	21,3	12,5	14,7
04.02.2016	8,6	25,7	13,5	14,8
05.02.2016	8,3	24,9	13,1	14,4
06.02.2016	7,3	21,0	13,3	14,2
07.02.2016	5,2	21,5	11,7	14,5
08.02.2016	1,7	18,5	11,6	13,9
09.02.2016	3,1	20,8	11,4	14,0
10.02.2016	5,3	23,1	12,1	14,6
11.02.2016	7,7	17,6	13,4	14,2

12.02.2016	8,4	25,4	13,4	15,5
13.02.2016	9,5	26,6	14,6	15,3
14.02.2016	8,1	19,5	14,6	15,1
15.02.2016	11,3	23,7	14,2	16,3
16.02.2016	9,4	25,6	14,4	16,5
17.02.2016	10,2	27,7	15,1	16,6
18.02.2016	10,2	27,5	16,1	16,7
19.02.2016	8,3	22,3	15,4	16,5
20.02.2016	10,0	28,2	16,1	17,3
21.02.2016	9,8	28,1	16,5	17,0
22.02.2016	7,7	27,8	14,7	17,2
23.02.2016	7,2	28,1	14,9	17,4
24.02.2016	4,9	28,2	14,8	17,9
25.02.2016	7,6	21,3	15,5	16,5
26.02.2016	8,7	26,8	15,9	16,8
27.02.2016	10,5	27,4	16,5	17,0
28.02.2016	10,6	27,5	16,7	17,3
29.02.2016	9,7	27,6	16,8	17,5
01.03.2016	8,5	31,1	16,8	17,9
02.03.2016	9,4	32,0	16,4	17,8
03.03.2016	13,3	32,5	16,1	18,3
04.03.2016	10,1	27,8	15,9	17,5
05.03.2016	9,6	23,8	15,4	17,3
06.03.2016	6,6	25,3	14,3	17,7
07.03.2016	4,5	28,1	15,6	18,5
08.03.2016	7,4	31,1	15,8	19,0
09.03.2016	7,2	32,4	16,1	19,2
10.03.2016	11,6	32,2	16,3	19,5
11.03.2016	12,1	31,4	16,8	20,2
12.03.2016	8,1	25,6	16,7	20,0
13.03.2016	9,3	31,0	17,3	20,3
14.03.2016	10,2	31,5	17,5	20,8
15.03.2016	11,3	32,1	17,7	21,6
16.03.2016	9,9	31,2	17,3	21,5
17.03.2016	11,2	31,5	17,6	21,6
18.03.2016	10,6	32,6	17,9	21,8
19.03.2016	9,5	30,3	18,2	21,6
20.03.2016	8,8	29,8	18,3	21,6
21.03.2016	9,2	29,9	18,6	21,7
22.03.2016	10,5	30,0	18,6	21,4
23.03.2016	11,7	32,0	18,9	21,7
24.03.2016	8,7	32,5	19,1	21,7
25.03.2016	12,1	32,7	19,4	21,5

26.03.2016	11,6	32,1	19,0	20,9
27.03.2016	10,5	32,3	19,2	21,3
28.03.2016	10,3	30,3	18,1	20,8
29.03.2016	9,6	31,6	18,5	20,9
30.03.2016	10,3	29,9	18,3	20,8
31.03.2016	9,7	31,7	18,9	21,1
01.04.2016	8,8	32,1	18,5	22,5
02.04.2016	8,9	33,2	18,9	23,7
03.04.2016	11,4	34,3	19,0	23,8
04.04.2016	10,6	32,4	19,4	24,0
05.04.2016	10,4	33,5	19,1	23,7
06.04.2016	11,4	34,4	19,1	23,6
07.04.2016	8,1	32,1	19,0	23,4
08.04.2016	12,0	34,2	19,4	23,7
09.04.2016	13,8	31,1	19,9	24,0
10.04.2016	16,9	30,9	20,3	24,3
11.04.2016	13,2	27,9	19,2	24,2
12.04.2016	11,7	27,6	18,2	24,0
13.04.2016	11,6	34,9	18,9	24,3
14.04.2016	12,9	34,5	20,0	24,5
15.04.2016	12,6	29,7	20,2	24,7
16.04.2016	12,0	31,5	19,9	24,5
17.04.2016	11,2	32,2	20,3	24,6
18.04.2016	11,7	32,4	20,1	24,2
19.04.2016	13,1	35,2	20,8	24,8
20.04.2016	14,0	34,0	20,9	24,7
21.04.2016	11,6	32,7	19,9	24,6
22.04.2016	13,7	34,4	19,8	24,5
23.04.2016	11,5	31,7	19,6	24,3
24.04.2016	13,2	33,7	20,0	24,7
25.04.2016	12,7	33,8	19,9	24,7
26.04.2016	17,2	32,2	21,8	24,9
27.04.2016	13,2	33,7	19,9	24,8
28.04.2016	10,0	34,1	20,6	25,1
29.04.2016	10,8	35,6	20,2	25,4
30.04.2016	11,4	35,3	22,7	25,1
01.05.2016	13,9	35,0	21,3	26,4
02.05.2016	14,6	34,5	22,2	26,6
03.05.2016	14,9	32,6	22,1	25,9
04.05.2016	13,3	31,6	21,2	25,6
05.05.2016	13,1	28,9	21,0	24,9
06.05.2016	12,9	32,6	19,9	24,8
07.05.2016	12,6	34,2	20,7	24,9

08.05.2016	11,5	33,1	20,6	24,9
09.05.2016	12,8	35,5	21,0	25,6
10.05.2016	12,0	34,3	20,6	25,7
11.05.2016	14,8	34,7	21,7	25,9
12.05.2016	13,9	35,7	21,8	26,1
13.05.2016	17,0	35,8	22,8	26,4
14.05.2016	13,0	34,1	21,3	26,2
15.05.2016	18,3	32,7	22,1	24,9
16.05.2016	16,5	35,3	21,0	24,9
17.05.2016	13,1	33,1	20,9	24,6
18.05.2016	14,1	31,9	21,4	25,1
19.05.2016	15,5	33,8	21,6	25,5
20.05.2016	12,9	32,2	21,0	25,2
21.05.2016	14,6	31,2	21,7	25,4
22.05.2016	16,3	31,8	21,5	25,7
23.05.2016	13,3	32,9	20,8	25,8
24.05.2016	17,2	35,1	22,8	26,1
25.05.2016	13,1	33,4	21,3	25,8
26.05.2016	16,8	33,8	22,4	26,4
27.05.2016	16,5	34,4	22,7	26,6
28.05.2016	17,8	35,5	23,7	26,8
29.05.2016	13,2	35,7	22,3	26,7
30.05.2016	15,2	38,8	23,9	27,1
31.05.2016	13,1	38,6	23,4	26,8

ÖZGEÇMİŞ



Mustafa ÇATALKAYA 1987 yılında Konya’da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Antalya’da tamamladı. 2004 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümü’nden 2009 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. 2013 yılına kadar özel sektörde; teknik destek, satış ve pazarlama alanlarında Ziraat Mühendisi olarak çalıştı. 2013 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Serik Tarım İlçe Müdürlüğüne Ziraat Mühendisi olarak atandı. 2016 yılında tayin olduğu Antalya Zirai Karantina Müdürlüğünde çalışma hayatına devam etmektedir.