

Bazı *Meloidogyne* spp. [*M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 ve *M. luci* (Carneiro ve ark. 2014)] Popülasyonlarının Virüüentliđinin Belirlenmesi

Betül GÜRKAN¹, Ramazan ÇETİNTAŞ²

¹Dođu Akdeniz Geçit Kuşaağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş, ²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0003-0195-4562>, ²<https://orcid.org/0000-0002-5738-6915>

✉: betulgurkan86@gmail.com

ÖZET

Kök-ur nematodları polifag bir zararlı olup, özellikle Solanaceae bitkilerinin üretiminde potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nematodlar ile mücadelede başarılı olabilmek için nematodların tür ve ırklarının tanımlanmasının yanı sıra virüüentliğinin de belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada, Gaziantep ve Osmaniye illerinin bulaşık sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. luci* popülasyonlarının dayanıklı (CLX 37574 F1) ve hassas (Falkon) domates çeşitlerindeki reaksiyonlarına bakılmış ve virüüentlik durumu incelenmiştir. Deneme tam kontrollü iklim odası koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Çalışma sonunda CLX 37574 F1 domates çeşidi 38 kök-ur nematodu popülasyonuna karşı dayanıklı bulunmuş (RI < %10) ve popülasyonların tümü avirüüent olarak belirlenmiştir.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 22.09.2021

Kabul Tarihi : 04.11.2021

Anahtar Kelimeler

Meloidogyne spp.,
Dayanıklılık,
Virüüent

Determination of Virulence of Some *Meloidogyne* spp. [*M. incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 and *M. luci* (Carneiro et all. 2014)] Populations

ABSTRACT

Root-knot nematodes are polyphag pests and are a potential threat to particularly Solanaceae plants. In order to be successful in managements of these nematodes, it is important to correctly identify the species and the races of the nematodes and determine their virulence. In this study, the reaction of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* and *M. luci* populations in the contaminated vegetable fields of Gaziantep and Osmaniye provinces were determined in resistance (CLX 37574 F1) and sensitive (Falkon) tomato varieties and their virulence status was investigated. The experiment was established under fully controlled climate room conditions as a randomized complete block design with 4 replications. Results of experiment indicated that CLX 37574 F1 tomato variety was resistant to 38 root-knot nematode population (RI < 10%) and all populations were identified as avirulent.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 22.09.2021

Accepted : 04.11.2021

Keywords

Meloidogyne spp.,
Resistance,
Virulent

Atıf şekli:

Gürkan B, Çetintaş R 2022. Bazı *Meloidogyne* türlerinin (*M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 ve *M. luci* Carneiro ve ark. 2014) Popülasyonlarının Virüüentliđinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Dođa Derg 25 (5): 1068-1076. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.998919>

To Cite :

Gürkan B, Çetintaş R 2022. Determination of Virulence of Some *Meloidogyne* spp. [*M. incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 and *M. luci* (Carneiro et all. 2014)] Populations. KSÜ Tarım ve Dođa Derg 25 (5): 1068-1076. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.998919>

GİRİŞ

Bitki paraziti kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ekonomik olarak önemli olup birçok üründe ciddi kayıplara neden olmaktadır (Jones ve ark., 2013). Bu

nematodların bugüne kadar tanımlanan 100'den fazla türü (Skantar ve ark., 2008; Hunt ve Handoo, 2009; Moens ve ark., 2009) bulunmaktadır. *Meloidogyne* türleri arasında *M. incognita*, *M. javanica* ve *M.*

arenaria'nın en zararlı türler olduğu bildirilmiştir (Moens, 2009; Sun, 2014; Hallman ve Meressa, 2018). Kök-ur nematodlarının 3000'den fazla konukçusu olduğu ve bu nematodlardan dolayı *Solanaceous* sebzelerinin dünya çapında ağır hasar gördüğü bildirilmiştir (Hunt ve Handoo, 2009; Barbary ve ark., 2015). Konukçu bitkilerde nematod parazitliğinden dolayı morfolojik ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelmekte, bu da bitkilerin anormal büyümesine, besin eksikliği belirtilerine, köklerde urlanma, solma, bodurluk, küçük meyve oluşumu, kloroz ve diğer şekil bozukluklarına neden olmaktadır (Moens ve ark., 2009; Santos ve ark., 2012). Nematodlardan oluşan zararın, tarımsal ürünlerde yıllık olarak yaklaşık 100 milyar dolarlık bir kayba neden olduğu tahmin edilmektedir (Coyne ve ark., 2018). Bitkilerdeki verim kaybının şiddeti; ürün çeşidi, kök-ur nematodu türü, mevsimsel değişiklikler ve ürün rotasyonu kullanımına bağlı olarak değişmekte olduğu bildirilmiştir (Wesemael ve ark., 2011; Hamza ve ark., 2017). Kök-ur nematodlarının mücadelesinde toprak solarizasyonu, dayanıklı çeşitler, biyolojik ajanlar, organik bileşikler ve kimyasallar kullanılmaktadır (Collange ve ark., 2011). Kimyasalların hedef olmayan organizmalar üzerinde geniş bir negatif etkisinin olmasından dolayı yasaklanmaları veya uygulamalarının azaltılması için yeni yönergelerin ve düzenlemelerin yapılmasının gerekliliği bildirilmiştir (Villaverde ve ark., 2016; Huang ve ark., 2018). Toprak solarizasyonu tek başına kullanılabilirdiği gibi diğer mücadele yöntemleriyle birlikte kullanılması, toprak kaynaklı patojenleri yönetmede etkili olabilmektedir (Katan, 1996).

Diğer yandan kök-ur nematodlarına karşı mücadelede dayanıklılık genlerini taşıyan bitki çeşitlerinin kullanımının uygun bir alternatif olduğu (Hallmann ve ark., 2009; Williamson ve Roberts, 2009) ve entegre mücadele yönetimi programlarında önemli bir bileşen olarak birlikte kullanılabilirdiği bildirilmiştir (Khan ve ark., 2017; Mukhtar, 2018; Rahoo ve ark., 2017, 2018a, b, 2019). *Solanum peruvianum* L.'den *S. lycopersicum* L.'ye başarıyla aktarılan *Mi* genini taşıyan dayanıklı domates çeşitleri, *M. incognita*, *M. arenaria* ve *M. javanica*'ya karşı dayanıklı olduğu rapor edilmiştir (Iberkleid ve ark., 2014). Dayanıklı bir domates çeşidindeki *Mi 1* geni ikinci dönem larvaların köklere girmesini engellemekte, yumurta sayısını azaltmakta, nematodun daha fazla gelişimini ve üreme oranını azaltmaktadır (Wubie ve Temesgen, 2019). Bitki dayanıklılığının, kök-ur nematodlarına karşı etkili ve karlı bir kontrol yöntemi olduğu belirtilmektedir (Sorribas ve ark., 2005). Fakat dayanıklı bitkilerin dayanıklılığını sürdürebilmesi için uygun bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Djian-Caporalino ve ark., 2011). *Mi* dayanıklılık geni taşıyan domates

melezlerinin yoğun olarak kullanımı *Lycopersicon* türleri üzerinde bitki savunma mekanizmalarının üstesinden gelebilen öldürücü nematod popülasyonlarının ortaya çıkmasına neden olduğu tespit edilmiştir (Huang ve ark., 2004; Verdejo-Lucas ve ark., 2009; Tzortzakakis ve ark., 2014; Gine ve Sorribas, 2017; Exposito ve ark., 2019). Virü lent nematodların laboratuvar koşullarında dayanıklılığı kırdığı gözlenmiştir (Djian-Caporalino ve ark., 2011; Jarquin-Barberena ve ark., 1991; Meher ve ark., 2009). Arazi koşullarında ise dayanıklılığın daha fazla kırıldığı tespit edilmiştir (Verdejo-Lucas ve ark., 2009). Dayanıklı domates bitkisindeki *Mi* genini kıran virü lent bir *M. javanica* popülasyonunun avirü lent olan popülasyondan daha fazla ürediği ve virü lent popülasyonun hem dayanıklı hem de hassas domates çeşitlerinin verimini %29 oranında azalttığı görülmüştür (Ornat ve ark., 2001). Ayrıca dayanıklılık geninin 28 °C üzerindeki sıcaklıklarda *Meloidogyne* türlerine karşı dayanıklılığı kırdığı gibi (Dropkin, 1969; Roberts ve ark., 1990), bazı *Meloidogyne* türlerine karşı da (*M. hapla*, *M. chitwoodi*, *M. enterolobii* ve *M. exigua*) dayanıklılık göstermediği bildirilmiştir. Kök-ur nematodlarının virü lent popülasyonları birçok ülkenin sera alanlarında tespit edilmiştir (Ornat ve ark., 2001; Xu ve ark., 2001; Castagnone-Sereno, 2002; Karajeh ve ark., 2005; Tzortzakakis ve ark., 2005). Akdeniz Bölgesi'nde bulunan *M. incognita* ve *M. javanica* izolatlarının *Mi-1.2* genine karşı virü lent olduğu rapor edilmiştir (Devran ve Söğüt, 2010). Diğer taraftan, bazı *M. luci* popülasyonlarının da dayanıklılığı kırdığı tespit edilmiştir (Aydınlı ve Mennan, 2019). Kök-ur nematodlarına karşı mücadeledeki başarının boyutu, lokal olarak oluşan nematod popülasyonunun tür teşhisinin yanı sıra virü lentlik özelliklerinin belirlenmesine de bağlı olduğu bildirilmiştir (Robertson, 2009).

Bu çalışmada, Gaziantep ve Osmaniye illeri sebze alanlarında tespit edilen *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. luci* nematod türlerinin bazı popülasyonlarının dayanıklı ve hassas domates çeşitlerindeki reaksiyonları ile bu popülasyonların virü lentlik durumlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Gaziantep, Osmaniye illeri sebze alanlarından toplanan ve Poliagrilamid jel elektroforez yöntemi, morfolojik (perineal kesit) ve morfometrik karakterlere göre teşhisi yapılan *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. luci* türlerinin toplam 38 popülasyonu denemede kullanılmıştır. Aynı zamanda kök-ur nematodlarına dayanıklı CLX 37574 F1 (Clause tohumculuk), hassas (Falkon, Bursa tohumculuk) domates ve hassas biber (Sena)

tohumları kullanılmıştır.

Metot

Kök-ur nematodu popülasyonlarının çoğaltılması

Saf kültürden elde edilen *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. luci* popülasyonlarının çoğaltılması için, 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık, 25±2 °C sıcaklık, %60±10 orantılı nem içeren tam kontrollü iklim odası koşullarında, %80 torf ve %20 perlit bulunan viyollere, hassas domates (Falkon) ve biber (Sena) bitkisi tohumlarının ekimi yapılmıştır. Fideler 3-4 yapraklı hale gelince 0.7 L'lik plastik saksılara %20 torf ve otoklavda 120 °C'de steril edilmiş %80 kum doldurulmuş ve fideler bu saksılara şaşırtılmıştır. Kök-ur nematodu popülasyonlarının 3-5 adet yumurta kümesi, 14-15 cm boyundaki hassas domates ve hassas biber bitkilerine verilmiş ve her bir nematod popülasyonu için saksılar etiketlenmiştir. *M. javanica* biber bitkisinde çoğalamadığı için (Peixoto ve ark., 1995; Özarıslan ve Elekçioğlu, 2003; Pinheiro ve ark., 2020) sadece diğer türlerin (*M. incognita*, *M. arenaria* ve *M. luci*) çoğaltılmasında biber bitkisi kullanılmıştır. Hassas biber bitkilerinde domates bitkisine göre nematodlar daha çok yumurta kümesi oluşturmaktadır. Nematod inokulasyonundan sonra bitkilerin gerekli sulama ve bakım işlemleri 65 gün boyunca yapılmıştır.

Dayanıklı ve hassas domates fidelerinin yetiştirilmesi

Virülemlik denemesi, tam kontrollü iklim odasında (25±2 °C sıcaklık ve %60±10 orantılı nem koşulları) 4 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Kök-ur nematodlarına karşı dayanıklı olduğu bilinen CLX 37574 F1 (Clause tohumculuk) ve hassas Falkon (Bursa tohumculuk) domates tohumlarının ekimi, %80 torf, %20 perlit karışımı bulunan viyollere yapılmıştır. Dayanıklı ve hassas domates fideleri 2-4 yapraklı döneme geldiği zaman, otoklavda 120 °C'de steril edilmiş %80 kum, %20 torf bulunan 0.7 l'lik plastik saksılara şaşırtılmıştır. Beyaz sineğe karşı bir kez ilaçlama (Effore/Acetamiprid) yapılmıştır.

İkinci dönem larvaların elde edilmesi

Kök-ur nematodu popülasyonlarının larvalarını elde etmek için hassas bitkilerin kökleri topraktan sökülüştür. Her bir popülasyona ait kökler, yumurta kümelerine zarar verilmeden musluk suyu altında yıkanmıştır. Kökler kurulandıktan sonra stereo mikroskop altında yumurta kümeleri alınmış ve modifiye Bearman Huni yöntemine göre hazırlanan beher kapları içerisine konulmuştur. İnkübatör içinde 28 °C'de 2. dönem larvaların suya geçmesi için 48 saat bekletilmiştir. Böylece yumurtadan çıkan 2. dönem larvaların ultra saf suya geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra 1 ml sudaki 2.

dönem larvalar 5 kez sayılmış ve ortalaması alınarak 1 ml'deki larva sayıları belirlenmiştir.

Virülemlik denemesi

Dayanıklı ve hassas domates fideleri 14-15 cm boya ulaştığında, 38 kök-ur nematodu popülasyonunun 2. dönem larvası bitki başına 1000 adet olacak şekilde kök bölgesinin yakınına açılan yaklaşık 2 cm derinliğindeki 4 oyuğa inokule edilmiştir. Deneme boyunca bitkilerin gerekli sulama, gübreleme ve diğer bakımları yapılmıştır. Bitkilerin kökleri 65 gün sonra sökülüştür ve musluk suyu altında dikkatli bir şekilde yıkanmıştır. Yıkanan kökler kırmızı gıda boyalı (1 g toz boya/1 l su) suyun içerisinde 5-10 dk bekletilmiştir. Deneme sonunda dayanıklı ve hassas domates çeşitleri Hartman ve Sasser, 1985'in 0-5 yumurta kümesi-ur oluşumu reaksiyon skalasına göre değerlendirilmiştir. Bu indekse göre köklerde 0-2 skala değeri bulunan bitkiler dayanıklı, 3-5 skala değeri alan bitkiler ise hassas olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 1). Ayrıca, toprakta bulunan ikinci dönem larva yoğunluğunun belirlenmesi için modifiye Baermann-huni yöntemine (Hooper, 1986) göre her bir saksı toprağı incelenmiş ve bu örneklerden elde edilen larvaların ışık mikroskobu altında sayımları yapılmıştır. Elde edilen bulgulara varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar 0.05 önem seviyesinde Duncan'ın çoklu karşılaştırmalı testi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar R_f (Çoğalma faktörü) = P_f (Sonuç popülasyonu) / P_i (Başlangıç popülasyonu); RI (%): Dayanıklı çeşitte R_f / hassas çeşitte $R_f \times 100$; $RI \leq 10$ avirulent, $10 < RI \leq 50$ kısmen virulent, $RI > 50$ virulent gibi parametrelere göre değerlendirilmiştir (Cortada ve ark., 2009).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Osmaniye ili ve ilçelerinden alınan 25 kök-ur nematodu popülasyonunun avirulent olduğu tespit edilmiştir. CLX 37574 F1 domates çeşidindeki dayanıklılığı sağlayan *Mi* geninin, 17 adet *Meloidogyne incognita*, 2 adet *M. javanica* ve 2 adet *M. arenaria* popülasyonlarına karşı dayanıklılık gösterdiği gibi 4 adet *M. luci* popülasyonuna karşı da dayanıklı olduğu görülmüştür. *M. incognita*'nın 17 adet popülasyonu 0-5 yumurta kümesi reaksiyon skalasına göre değerlendirildiğinde dayanıklı bitkide en düşük 0.00±0.00 ve en yüksek 2.00±0.00; hassas bitkide en yüksek 5.00±0.00, en düşük ise 4.00±0.00 değerini aldığı görülmüştür. *M. incognita*'nın tüm popülasyonlarının RI değeri %0.00 bulunmuş ve Osmaniye'de herhangi bir virulent *M. incognita* popülasyonuna rastlanmamıştır (Şekil 1). *M. javanica*'nın 2 adet popülasyonunun dayanıklı ve hassas bitkideki durumuna bakıldığında RI değerleri %0.00 (38 P) ve %2.27 (62 D) bulunmuştur. RI değerleri %10'un altında çıktığı için *M. javanica*'nın

Osmaniye popülasyonları avirüent olarak tespit edilmiştir. *M. javanica* popülasyonları dayanıklı bitkide en düşük 0.50 ± 0.28 , en yüksek 2.25 ± 0.25 , hassas bitkide ise en düşük 4.00 ± 0.00 , en yüksek 5.00 ± 0.00 yumurta kümesi skala değerini almıştır. *M. arenaria*'nın 2 adet popülasyonu dayanıklı bitkide en düşük ve en yüksek 0.00 ± 0.00 , hassas bitkide ise en düşük 4.50 ± 0.28 , en yüksek 5.00 ± 0.00 yumurta kümesi skala değerini almıştır. *M. arenaria*'nın 2 adet popülasyonunun (16 P, 66 P) RI değeri %0.00 çıkmış

ve avirüent olduğu tespit edilmiştir. Denemede kullanılan *M. luci*'nin 4 adet Osmaniye popülasyonunun dayanıklı bitkideki skala değeri en düşük 0.00 ± 0.00 ve en yüksek 0.25 ± 0.25 ; hassas bitkideki skala değeri ise en yüksek 5.00 ± 0.00 , en düşük 4.25 ± 0.25 bulunmuştur. *M. luci* popülasyonlarının (5 D, 13 D, 60 P ve 71 P) RI değerleri %0.00 bulunmuş ve virüent bir popülasyona rastlanmamıştır (Çizelge 2).



Şekil 1. Avirüent kök-ur nematodu popülasyonu A) Dayanıklı bitki, B) Hassas bitki
Figure 1. Avirulent root-knot nematode population A) Resistant plant B) Sensitive plant

Çizelge 1. Köklerdeki yumurta kümesi ve ur oluşumunun değerlendirildiği skala (Hartman ve Sasser, 1985)
Table 1. Galling and egg mass index used for root evaluations (Hartman ve Sasser, 1985)

Kökteki yumurta kümesi-ur sayısı <i>The number of egg clusters-galls in the root</i>	Skala değeri <i>Scale value</i>	Sonuç <i>Result</i>
Yumurta kümesi ve ur oluşumu yok	0	Dayanıklı
1-2 yumurta kümesi ve ur oluşumu var	1	Dayanıklı
3-10 yumurta kümesi ve ur oluşumu var	2	Dayanıklı
11-30 yumurta kümesi ve ur oluşumu var	3	Hassas
31-100 yumurta kümesi ve ur oluşumu var	4	Hassas
101-üstü yumurta kümesi ve ur oluşumu var	5	Hassas

Gaziantep ili ve ilçelerinden alınan 10 adet *M. incognita*, 1 adet *M. javanica* ve 2 adet *M. arenaria*'dan oluşan toplam 13 popülasyona bakılmıştır. Tüm Gaziantep popülasyonları CLX 37574 F1 domates çeşidinde reaksiyon göstermeyerek avirüent oldukları bulunmuştur. *M. incognita*'nın 10 adet popülasyonu 0-5 skalasına göre dayanıklı bitkide en düşük 0.00 ± 0.00 , en yüksek 1.25 ± 0.47 ; hassas bitkide en düşük 4.00 ± 0.00 , en yüksek ise 5.00 ± 0.00 değerini aldığı tespit edilmiştir. Bu nematodun 10 popülasyonunun da RI değeri %0.00 bulunmuş ve Gaziantep'de herhangi virüent bir *M. incognita* popülasyonuna rastlanmamıştır. *M. javanica*'nın 1 adet popülasyonunun dayanıklı ve hassas bitkideki reaksiyonu incelendiğinde RI değeri %0.00 (96 D) bulunduğu için avirüent olarak tespit edilmiştir. Gaziantep *M. javanica* popülasyonu hassas bitkide 4.00 ± 0.00 skala (0-5) değerini alırken, dayanıklı bitkide ise 0.00 ± 0.00 değerini almıştır. *M.*

arenaria'nın 2 adet Gaziantep popülasyonu denemede kullanılmıştır. *M. arenaria* popülasyonları dayanıklı bitkide en düşük 0.00 ± 0.00 ve en yüksek 2.00 ± 0.00 ; hassas bitkide ise en düşük ve en yüksek 4.00 ± 0.00 yumurta kümesi reaksiyon skala değerini almıştır. *M. arenaria*'nın 2 popülasyonunun da (121 Ba, 122 D) RI değeri %0.00'ın altında çıktığı için avirüent bulunmuştur (Çizelge 3).

Önceki çalışmalar incelendiğinde avirüent popülasyonların varlığı gözlenmiştir. *Mi-1.2* dayanıklılık genine sahip Venezia domates çeşidinin, Slovenya *M. luci* izolatına karşı dirençli olduğu ve *M. luci* popülasyonunun avirüent olduğu tespit edilmiştir (Strajnar ve Širca, 2011). Malike F1 dayanıklı domates çeşidinde *M. incognita* (8 adet), *M. arenaria* (13 adet) ve *M. javanica* (7 adet) popülasyonlarının avirüent olduğu bildirilmiştir (Özarslandan ve Elekçioğlu 2010).

Çizelge 2. Osmaniye kök-ur nematodu popülasyonlarının hassas Falcon ve dayanıklı CLX 37574 F1 domates çeşitlerinde yumurta kümesi indeksi, 2. dönem larva sayılarının Rf, ve RI değerleri.

Table 2. Egg mass index and Rf, RI values of second stage larvae of Osmaniye root knot nematode populations on sensitive Falcon and on resistant CLX 37574 F1 tomato varieties.

Örnek Kodu Sample code	Alındığı ilçe Location	Türler Species	FALKON (Hassas domates çeşidi) FALKON (Sensitive variety of tomato)			CLX 37574 F1 (Dayanıklı domates çeşidi) CLX 37574 F1 (Resistant variety of tomato)			RI (%) RI (%) ^a
			Skala değeri (0-5) ^a	2. dönem larva/500 cm ³ toprak	Rf (Pf/Pi) ^b	Skala değeri (0-5) ^a	2. dönem larva/500 cm ³ toprak	Rf (Pf/Pi) ^b	
			Scale value (0-5) ^a	Second stage juvenil/500 cm ³ soil	Rf (Pf/Pi) ^b	Scale value (0-5) ^a	Second stage juvenil/500 cm ³ soil	Rf (Pf/Pi) ^b	
5 D	Bahçe	<i>M. luci</i>	4.25±0.25 cd	5402.50±153.65 ı	5.40±0.15 f	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
8 P	Bahçe	<i>M. incognita</i>	4.00±0.00 d	5121.25±128.16 ı	5.12±0.12 fg	0.25±0.25 de	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
13 D	Bahçe	<i>M. luci</i>	4.50±0.28 bc	2980.00±133.10 l	2.98±0.13 j	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
15 B	Bahçe	<i>M. incognita</i>	4.00±0.00 d	1833.75±41.50 n	1.83±0.04 l	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
16 P	Bahçe	<i>M. arenaria</i>	5.00±0.00 a	1236.25±34.30 o	1.23±0.03mn	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
26 P	Düziçi	<i>M. incognita</i>	4.50±0.28 bc	6912.50±98.68 g	6.91±0.09 d	0.25±0.00 de	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
29 D	Düziçi	<i>M. incognita</i>	4.25±0.25 cd	4023.75±127.07 k	4.02±0.12 ı	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
33 B	Kadirli	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	3900.00±109.92 k	3.90±0.10 ı	0.50±0.28 cde	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
34 B	Kadirli	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	6006.25±88.01 h	6.00±0.08 e	1.00±0.40 bc	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
35 B	Kadirli	<i>M. incognita</i>	4.00±0.00 d	2963.75±163.21 l	2.96±0.16 j	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
37 B	Kadirli	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	13237.50±134.43 b	1.32±0.01mn	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
38 P	Kadirli	<i>M. javanica</i>	4.00±0.00 d	4400.00±109.92 j	4.40±0.10 h	0.50±0.28 cde	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
40 B	Sumbas	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	8525.00±112.73 f	8.52±0.11 c	0.50±0.28 cde	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
41 D	Sumbas	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	8437.50±85.08 f	8.43±0.08 c	2.00±0.00 a	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
58 B	Hasanbeyli	<i>M. incognita</i>	4.00±0.00 d	10098.75±38.75 d	1.00±0.00 n	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
60 P	Hasanbeyli	<i>M. luci</i>	5.00±0.00 a	18312.50±82.60 a	1.83±0.00 l	0.25±0.25 de	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
62 D	Hasanbeyli	<i>M. javanica</i>	5.00±0.00 a	11012.50±150.51 c	11.01±0.15 a	2.25±0.25 a	288.75±17.83 a	0.28±0.01 a	2.54
63 P	Hasanbeyli	<i>M. incognita</i>	4.75±0.25 ab	1985.00±71.70 n	1.98±0.07 l	1.25±0.25 b	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
66 P	Hasanbeyli	<i>M. arenaria</i>	4.50±0.28 bc	3037.50±181.85 l	3.03±0.18 j	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
71 P	Hasanbeyli	<i>M. luci</i>	4.50±0.28 bc	1398.75±91.34 o	1.39±0.09 m	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
72 F	Hasanbeyli	<i>M. incognita</i>	4.25±0.25 cd	5045.00±25.57 ı	5.04±0.02 g	0.00±0.00 e	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
205 B	Toprakkale	<i>M. incognita</i>	4.00±0.00 d	8925.00±171.39 e	8.92±0.17 b	0.50±0.28 cde	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
207 P	Toprakkale	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	9075.00±198.43 e	9.07±0.19 b	0.50±0.28 cde	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
208 B	Toprakkale	<i>M. incognita</i>	4.50±0.28 bc	6643.75±255.81 g	6.64±0.25 d	1.00±0.40 bc	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00
210 P	Toprakkale	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	2397.50±97.77 m	2.39±0.09 k	0.75±0.25 bcd	0.00±0.00 b	0.00±0.00 b	0.00

Ba: Bamyacı, B: Biber, D: Domates, F: Fasulye, P: Patlıcan

^a0-5 yumurta kümesi-ur oluşumu indeksi, 0: yumurta kümesi ve ur oluşumu yok, 1: 1-2 yumurta kümesi ve ur oluşumu var, 2: 3-10 yumurta kümesi ve ur oluşumu var, 3: 11-30 yumurta kümesi ve ur oluşumu var, 4: 31-100 yumurta kümesi ve ur oluşumu var, 5: >100 yumurta kümesi ve ur oluşumu var (Hartman ve Sasser, 1985).

^bRf (Çoğalma faktörü) = Pf (Sonuç popülasyonu) / Pi (Başlangıç popülasyonu).

^cRI (%): Dayanıklı çeşitte Rf / hassas çeşitte Rf x 100; RI < %10 avirürent, %10 ≤ RI < %50 kısmen virürent, RI ≥ %50 virürent (Cortada ve ark., 2009).

Aynı sütundaki farklı harfler, Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05)

Çizelge 3. Gaziantep kök-ur nematodu popülasyonlarının hassas Falcon ve dayanıklı CLX 37574 F1 domates çeşitlerinde 0-5 yumurta kümesi değeri, 2. dönem larva sayılarının Rf ve RI değerleri

Table 3. Egg mass index and Rf, RI values of second stage larvae of Gaziantep root knot nematode populations on sensitive Falcon and on resistant CLX 37574 F1 tomato varieties.

Örnek Kodu Sample code	Alındığı ilçe Location	Türler Species	FALKON (Hassas domates çeşidi) FALKON (Sensitive variety of tomato)			CLX 37574 F1 (Dayanıklı domates çeşidi) CLX 37574 F1 (Resistant variety of tomato)			RI (%) RI (%) ^a
			Skala değeri (0-5) ^a	2. dönem larva/500 cm ³ toprak	Rf (Pf/Pi) ^b	Skala değeri (0-5) ^a	2. dönem larva/500 cm ³ toprak	Rf (Pf/Pi) ^b	
			Scale value (0-5) ^a	Second stage juvenil/500 cm ³ soil	Rf (Pf/Pi) ^b	Scale value (0-5) ^a	Second stage juvenil/500 cm ³ soil	Rf (Pf/Pi) ^b	
45 B	İslahiye	<i>M. incognita</i>	4.00±0.00 b	2268.75±60.70 j	2.26±0.05 j	0.75±0.47 bcd	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00
82 P	Şehitkamil	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	11450.00±237.17 c	11.45±0.23 c	1.25±0.47 ab	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
84 D	Şehitkamil	<i>M. incognita</i>	4.25±0.25 b	4675.00±77.72 h	4.67±0.07 h	0.25±0.25 cd	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
92 F	Şehitkamil	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	8487.50±173.65 f	8.48±0.17 f	0.25±0.25 cd	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
96 D	Şehitkamil	<i>M. javanica</i>	4.00±0.00 b	2181.25±72.43 j	2.17±0.07 j	0.00±0.00 d	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
105 D	Şahinbey	<i>M. incognita</i>	4.25±0.25 b	9141.25±67.95 e	9.14±0.06 e	1.00±0.57 bc	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
110 Ba	Şahinbey	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	17505.00±285.08 b	17.50±0.28 b	1.00±0.40 bc	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
112 D	Şahinbey	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	20100.00±122.47 a	20.10±0.12 a	0.50±0.28 bcd	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
120 D	Yavuzeli	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	7987.50±117.92 g	7.98±0.11 g	0.25±0.25 cd	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
121 Ba	Yavuzeli	<i>M. arenaria</i>	4.00±0.00 b	3225.00±193.11 ı	3.22±0.19 ı	0.00±0.00 d	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
122 D	Yavuzeli	<i>M. arenaria</i>	4.00±0.00 b	10387.50±100.77 d	10.38±0.10 d	2.00±0.00 a	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
190 P	Oğuzeli	<i>M. incognita</i>	4.75±0.25 a	8381.25±269.91 fg	8.38±0.27 fg	0.00±0.00 d	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00
198 P	Nizip	<i>M. incognita</i>	5.00±0.00 a	8343.75±69.50 fg	8.34±0.07 fg	0.25±0.25 cd	0.00±0.00a	0.00±0.00 a	0.00

Ba: Bamyacı, B: Biber, D: Domates, F: Fasulye, P: Patlıcan

^a0-5 yumurta kümesi-ur oluşumu indeksi, 0: yumurta kümesi ve ur oluşumu yok, 1: 1-2 yumurta kümesi ve ur oluşumu var, 2: 3-10 yumurta kümesi ve ur oluşumu var, 3: 11-30 yumurta kümesi ve ur oluşumu var, 4: 31-100 yumurta kümesi ve ur oluşumu var, 5: >100 yumurta kümesi ve ur oluşumu var (Hartman ve Sasser, 1985).

^bRf (Çoğalma faktörü) = Pf (Sonuç popülasyonu) / Pi (Başlangıç popülasyonu).

^cRI (%): Dayanıklı çeşitte Rf / hassas çeşitte Rf x 100; RI < %10 avirürent, %10 ≤ RI < %50 kısmen virürent, RI ≥ %50 virürent (Cortada ve ark., 2009).

Aynı sütundaki farklı harfler, Duncan testine göre birbirinden farklıdır (P ≤ 0.05).

Dayanıklı Caramba domates çeşidi üzerinde 29 *Meloidogyne* popülasyonundan domatesteki *Mi 1* genine karşı 15 *Meloidogyne* popülasyonunun avirüent, 7 tanesi kısmen virüent ve 7 tanesi (%48) virüent olduğu ortaya çıkarılmıştır (Verdejo-Lucas ve ark., 2012). Karajeh ve ark., (2005)'nin yaptığı çalışmada Ürdün'deki 83 kök-ur nematodu popülasyonunun (*M. javanica*, *M. incognita* ırk 1, ırk 2 ve *M. arenaria* ırk 2) virüenslikleri hassas (Rutgers) ve dayanıklı (Betterboy) domates çeşitleri üzerinde incelenmiştir. Dayanıklı domates çeşidinde 80 popülasyonun avirüent, 3 *M. javanica* popülasyonunun ise virüent reaksiyon gösterdiği bildirilmiştir. Göller Bölgesinde yapılan bir çalışmada sebze alanlarından toplanan ve teşhisi yapılan 25 *M. incognita* popülasyonundan 22 izolat avirüent, 3 izolat virüent, 18 *M. javanica* popülasyonundan ise 14 izolatin dayanıklı domates (Seval RN F1) (*Mi* geni taşıyan) bitkisinde avirüent, 4 izolatin virüent reaksiyon gösterdiği tespit edilmiştir (Uysal, 2015). Orta Karadeniz Bölgesi'nden toplanan 90 *Meloidogyne* izolatinın (*M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. luci*) sera koşullarında dayanıklı (Alsancak) ve hassas (Beril) domates çeşitlerindeki virüenslik durumuna bakılmıştır. Toplam 85 izolat *Mi* geni taşıyan dayanıklı domates bitkisinde reaksiyon göstermemiş ve avirüent olarak belirlenmiştir. *M. luci*'den 4 ve *M. incognita*'dan 1 izolatin ise virüent olduğu tespit edilmiştir (Aydınlı ve Mennan, 2019).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bir bölgede mevcut kök-ur nematodlarının tür, ırk ve virüensliklerinin doğru bir şekilde belirlenmesi bu zararlılarla başarılı bir mücadele için çok önemlidir. Bu çalışmada, Gaziantep ve Osmaniye illerindeki bulaşık sebze arazilerinden alınan *Meloidogyne* cinsine ait 4 türden (*M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. luci*) oluşan toplam 38 popülasyonun dayanıklı CLX 37574 F1 ve hassas Falkon domates bitkilerindeki virüenslik durumu incelenmiş ve tüm popülasyonlar dayanıklı bitkide reaksiyon göstermeyerek avirüent bulunmuştur. Avirüent popülasyonların bulunduğu bu arazilerde, aynı çeşitlerin üst üste ekilmesinden dolayı daha sonraki yıllarda virüent nematod popülasyonlarının ortaya çıkması muhtemeldir. Dayanıklılık genlerine karşı virüent popülasyonların meydana gelmesi, yetiştiriciler için bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle *Meloidogyne* türleriyle mücadelede virüent popülasyonların oluşmasını önlemek için, dayanıklı çeşitlerin zayıf konukçu veya hassas çeşitlerle rotasyonu yapılabilir. Böylece, kimyasal kontrole ekolojik bir alternatif sağlayan dayanıklı çeşitlerin entegre nematod yönetimindeki diğer yönetim uygulamalarıyla birlikte kullanılması, virüent popülasyonların oluşumunu önleyebilir. Mücadelede

başarılı olabilmek ve mücadele uygulamalarını doğru bir şekilde belirleyebilmek için bulaşık arazilerde kök-ur nematodu popülasyonlarının virüent olup olmadıklarıyla ilgili daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır. Aynı zamanda virüent kök-ur nematodu popülasyonlarının bulunduğu arazilerde, ürün rotasyonunda kullanılacak olan dayanıklı çeşitlerin etkinliğini arttırmak için, dayanıklılık genlerini arttırmaya yönelik yeni direnç kaynaklarını belirlemede daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2016/5-57 D).

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Aydınlı G, Mennan S 2019. Reproduction of root-knot nematode isolates from the middle Black Sea Region of Turkey on tomato with *Mi-1.2* resistance gene. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 43 (4): 417-427.
- Barbary A, Djian-Caporalino C, Palloix A, Castagnone-Sereno P 2015. Host genetic resistance to root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., in Solanaceae: from genes to the field. *Pest Management Science*, 71 (12): 1591-1598.
- Castagnone-Sereno P 2002. Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes. *Euphytica*, 124: 193-199.
- Collange B, Navarrete M, Peyre G, Mateille T, Tchamitchian M 2011. Root-knot nematode (*Meloidogyne*) management in vegetable crop production: the challenge of an agronomic system analysis. *Crop Protection*, 30 (10): 1251-1262.
- Cortada L, Sorribas FJ, Ornat C, Andre's MF, Verdejo-Lucas S 2009. Response of tomato rootstocks carrying the *Mi*-resistance gene to populations of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica*. *European Journal Plant Pathology*, 124 (2): 337-343 pp.
- Coyne DL, Cortada L, Dalzell JJ, Claudius-Cole AO, Haukeland S, Luambano N, Talwana H 2018. Plant-parasitic nematodes and food security in sub-Saharan Africa. *Annual Review Phytopathology*. 56, 381-403.
- Devran Z, Söğüt MA 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.
- Djian-Caporalino C, Molinari S, Palloix A, Ciancio A, Fazari A, Marteu N, Ris N, Castagnone-Sereno P 2011. The reproductive potential of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* is affected by selection for virulence against major resistance genes from tomato and pepper. *European Journal of Plant Pathology*, 131: 431-440.
- Dropkin VH 1969. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to *Meloidogyne*: reversal by temperature. *Phytopathology*, 59, 1632-1637.
- Exposito A, Garcia S, Gine A, Escudero N, Sorribas FJ 2019. *Cucumis metuliferus* reduces *Meloidogyne incognita* virulence against the *Mi1.2* resistance gene in a tomato melon rotation sequence. *Pest Management Science*, 75, No 7: 1902-1910.
- Gine A, Sorribas FJ 2017. Quantitative approach for the early detection of selection for virulence of *Meloidogyne incognita* on resistant tomato in plastic greenhouses. *Plant Pathology*, 66, 1338-1344.
- Hallmann J, Davies KG, Sikora R 2009. "Biological control using microbial pathogens, endophytes and antagonists," in Root-knot Nematodes, eds R. N. Perry, M. Moens, and J. L. Starr, (Wallingford: CABI international), 380-411.
- Hallman J, Meressa BH 2018. "Nematode parasites of vegetables," in Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture, eds R. A. Sikora, D. Coyne, J. Hallman, and P. Timper, (Wallingford: CABI International), 346-410.
- Hamza MA, Ali N, Tavoillot J, Fossati-Gaschignard O, Boubaker H, El Mousadik A, Mateille T. 2017. "Diversity of root-knot nematodes in Moroccan olive nurseries and orchards: does *Meloidogyne javanica* disperse according to invasion processes?" *BMC ecology*, 17 (1), 41.
- Hartman KM, Sasser JN 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology, '69-79'. An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Volume II, Methodology, Eds.: Barker, K.R., Carter, C.C., and Sasser, J.N. North Carolina State University. Graphics, 223.
- Huang X, McFiffen M, Kaloshian I 2004. Reproduction of *Mi*-virulent *Meloidogyne incognita* isolates on *Lycopersicon* spp. *Journal of Nematology*, 36: 69-75.
- Huang B, Li J, Wang Q, Guo M, Yan D, Fang W, Ren Z, Wang Q, Ouyang C, Li Y, Cao A 2018. Effect of soil fumigants on degradation of abamectin and their combination synergistic effect to root-knot nematode. *PLOS ONE*, 13 (6), 19.
- Hunt DJ, Handoo ZA 2009. Taxonomy, identification and principal species. In: Perry, R.N.; Moens, M. and Starr, J.L. (Eds)-Root-knot nematodes. Wallingford, UK, CABI Publishing, 55-97.
- Hooper DJ 1986. Extraction of free-living stages from soil. In J.F. Southey, Ed. Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Reference Book, 402.
- Iberkleid I, Ozalvo R, Feldman L, Elbaz M, Patricia B, Horowitz SB 2014. Responses of tomato genotypes to avirulent and *Mi*-virulent *Meloidogyne javanica* isolates occurring in Israel. *Phytopathology*, 104(5), 484-496.
- Jarquín-Barberena H, Dalmasso A, de Guiran G, Cardin MC 1991. Acquired virulence in the plant parasitic nematode *Meloidogyne incognita*: Biological analysis of the phenomenon. *Revue De Nematologie*, 14, 299-303.
- Jones JT, Haegeman A, Danchin EGJ, Gaur HS, Helder J, Jones MGK, Kikuchi T, Manzanilla-López R, Palomares-Rius JE, Wesemael WM, Perry RN 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9), 946-961.
- Karajeh M, Abu-Gharbieh W, Masoud S 2005. Virulence of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., on tomato bearing the *Mi* gene for resistance. *Phytopathology Mediterranean Journal*, (44): 24-28.
- Katan J 1996. "Soil Solarization: Integrated Control Aspect, 250-278". In: Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens (Eds. R. Hall). APS Press, St. Paul, 330.
- Khan AR, Javed N, Sahi ST, Mukhtar T, Khan SA, Ashraf W 2017. Glomus mosseae (Gerd & Trappe) and neemex reduce invasion and development of *Meloidogyne incognita*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(3), 841-847.
- Meher HC, Gajbhiye VT, Chawla G, Singh G 2009. Virulence development and genetic polymorphism in *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) *Chitwood* after prolonged exposure to sublethal concentrations of nematicides and continuous growing of resistant tomato cultivars. *Pest Management Science*, 65(11), 1201-1207.
- Moens M, Perry R, Starr J 2009. *Meloidogyne* species: a diverse group of novel and important plant-parasites. In: Root-Knot nematodes. Perry, R., Moens, M., and Starr, J. (Eds): CABI Nosworthy Way, Wallingford Oxfordshire OX10 8DE, UK. 1-17.
- Mukhtar T 2018. Management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in tomato with two *Trichoderma* species. *Pakistan Journal Zoology*, 50(4), 1589-1592.
- Ornat C, Verdejo-Lucas S, Sorribas FJ 2001. A Population of *Meloidogyne javanica* in Spain virulent to the *Mi* resistance gene in tomato. *Plant Disease*, 85: 271-276.

- Özarslandan A, Elekçioğlu İH 2003. Bazı hıyar, domates ve biber çeşitlerinin Kök-ur nematodları (*Meloidogyne javanica* Chitwood, 1949 ırk-1 ve *M. incognita* Chitwood, 1949 ırk-2) (Nemata: Heteroderidae)'na karşı dayanıklılıklarının araştırılması. *Türkiye Entomoloji dergisi*, ISSN 1010-6960, 27 (4): 279-291.
- Özarslandan A, Elekçioğlu H 2010. *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919), *M. arenaria* (Neal, 1889) ve *M. javanica* (Treub, 1885) (Tylenchida: Meloidogynidae) popülasyonlarının dayanıklı ve hassas domates çeşitlerinde virülensliğinin araştırılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34 (4): 495-502.
- Peixoto JR, Maluf WR, Campos VP 1995. Evaluation of red pepper genotypes for resistance to *Meloidogyne incognita* race-2 and *M. javanica*. *Horticultura Brasileira*, 13: 154.
- Pinheiro JB, Silva GOD, Macêdo AG, Biscaia D, Ragassi CF, Ribeiro CS, Reifschneider FJB 2020. New resistance sources to root-knot nematode in *Capsicum* pepper. *Horticultura Brasileira*, 38(1), 33-40.
- Rahoo AM, Mukhtar T, Gowen SR, Rahoo RK, Abro SI 2017. Reproductive potential and host searching ability of entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*. *Pakistan Journal Zoology*, 49(1), 229-234.
- Rahoo AM, Mukhtar T, Jakhar AM, Rahoo RK 2018a. Inoculum doses and exposure periods affect recovery of *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* from *Tenebrio molitor*. *Pakistan Journal Zoology*, 50(3), 983-987.
- Rahoo AM, Mukhtar T, Abro SI, Bughio BA, Rahoo R.K. 2018b. Comparing the productivity of five ento-mopathogenic nematodes in *Galleria mellonella*. *Pakistan Journal Zoology*, 50(2), 679-684.
- Rahoo AM, Mukhtar T, Bughio BA, Rahoo RK 2019. Relationship between the size of *Galleria mellonella* larvae and the production of *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*. *Pakistan Journal Zoology*, 51: 79-84.
- Roberts P, Dalmasso A, Cap GB, Castagnone-Sereno P 1990. Resistance in *Lycopersicon peruvianum* to isolates of *Mi* gene-compatible *Meloidogyne* populations. *Journal Nematology*, 22, 585.
- Robertson L, Diez-Rojo MA, Lopez-Perez JA, Piedra Buena A, Escuer M, Lopez Cepero J, Martinez C, Bello A 2009. New Host Races of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica* from Horticultural Regions of Spain. *Plant Disease*, 93:180-184.
- Santos LNSD, Alves FR, Belan LL, Cabral PDS, Matta FDP, Junior J, Moraes WBD 2012. Damage quantification and reaction of bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) to *Meloidogyne incognita* race 3 and *M. javanica*. *Summa Phytopathologica*, 38 (1): 24-29.
- Skantar AM, Carta LK, Handoo ZA 2008. Molecular and morphological characterization of an unusual *Meloidogyne arenaria* Population from traveler's tree, *Ravenala madagascariensis*. *Journal of Nematology*, 40: 179-189.
- Sorribas FJ, Ornat C, Verdejo-Lucas S, Galeano M, Valero J 2005. Effectiveness and profitability of the *Mi*-resistant tomatoes to control root-knot nematodes. *European Journal of Plant Pathology*, 111, 29-38.
- Sun L, Zhuo K, Lin B, Wang H, Liao J 2014. "The complete mitochondrial genome of *Meloidogyne graminicola* (Tylenchina): a unique gene arrangement and its phylogenetic implications", *PLOS ONE*, 9 (6), 98558.
- Strajnar P, Širca S 2011. The effect of some insecticides, natural compounds and tomato cv. Venezia with *Mi* gene on the nematode *Meloidogyne ethiopica* (Nematoda) reproduction. *Acta Agriculturae Slovenica*, 97 (1): 5-10.
- Tzortzakakis EA, Adam MAM, Blok VC, Paraskevopoulos C, Bourtzis K 2005. Occurrence of Resistance breaking Populations of Root-knot Nematodes on Tomato in Greece. *European Journal of Plant Pathology*, (13): 101-105.
- Tzortzakakis EA, Conceicao I, Dias AM, Simoglou KB, Abrantes I 2014. Occurrence of a new resistant breaking pathotype of *Meloidogyne incognita* on tomato in Greece. *Journal Plant Diseases and Protection*, 121 (4): 184-186.
- Uysal G 2015. Göller Bölgesi Sebze Üretim Alanlarında Kök-ur Nematodu Türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin Tanılanması ve Domateste *Mi* Genine Karşı Virülensliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. 80.
- Verdejo-Lucas S, Cortada L, Sorribas FJ, Ornat C 2009. Selection of virulent populations of *Meloidogyne javanica* by repeated cultivation of *Mi* resistance gene tomato rootstocks under field conditions. *Plant Pathology*, 58, 990-998.
- Verdejo-Lucas S, Talavera M, Andres MF 2012. Virulence response to the *Mi.1* gene of *Meloidogyne* populations from tomato in greenhouses. *Crop Protection*, 39: 97-105.
- Villaverde JJ, Sevilla-Moran B, Lopez-Goti C, Alonso-Prados JL, Sandín-Espana P 2016. Trends in analysis of pesticide residues to fulfil the European Regulation (EC) No. 1107/2009. *Trends in Analytical Chemistry*, 80, 568-580.
- Wesemael WM, Viaene N, Moens M 2011. "Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe," *Nematology*, volume 13 (1), 3-16.
- Williamson VM, Roberts PA 2009. Mechanisms and genetics of resistance. R. N. Perry M. Moens and J.

- L. StarrRoot-knot nematodes, Wallingford, UK: CABI Publishing, 301-325.
- Wubie M, Temesgen Z 2019. Resistance Mechanisms of Tomato (*Solanum lycopersicum*) to Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, Volume 11 (2): 33-40.
- Xu J, Narabu T, Mizukubo T, Hibi T 2001. A molecular marker correlated with selected virulence against the tomato resistance gene *Mi* in *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, and *M. arenaria*. *Phytopathology*, (91): 377-382.