

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

http://dergipark.gov.tr/bitkorb

Original article

## Investigation of resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*) of commonly used local tomato genotypes in Tokat province

Tokat ilinde yaygın olarak kullanılan yerel domates genotiplerinin Kök-ur nematodlarına (*Meloidogyne incognita* ve *Meloidogyne javanica*) karşı dayanıklılıklarının araştırılması

İlker KEPENEKÇİ <sup>a</sup>, Turgut ATAY <sup>a</sup>, Ayşe YEŞİLAYER <sup>a\*</sup>, Necdettin SAĞLAM <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Tokat

<sup>b</sup> Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Tokat

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: 10.16955/bitkorb.484595

Received : 17.11.2019

Accepted : 04.03.2019

Keywords:

plant parasitic nematodes, Tylenchida, root-knot nematodes, *Meloidogyne*, tomato, resistance, Tokat

\* Corresponding author:

Ayşe YEŞİLAYER

✉ ayse.yesilayer@gop.edu.tr

### ABSTRACT

Plant-parasitic nematodes (PPNs), particularly *Meloidogyne* spp. root-knot nematodes (RKNs), are widely distributed and cause significant yield losses in a wide range of crops. PPNS, host association and distribution in different localities of Turkey have been surveyed. A total number of 240 species of PPNS belonging to 56 genera of Tylenchida (Nematoda) were detected in Turkey. In Turkey, *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* and *M. hapla* are the most commonly found, with *M. incognita* and *M. javanica* which causes serious problems in the agriculture and greenhouse crops. Nematicides do not provide long-term suppression of RKNs, and environmental and human health concerns restrictions on their use. Identification of RKNs obtained from the samples of Tokat (Turkey) province was made using morphological and morphometric features using classical methods. For the production and renewal of the cultures of the RKN species [*M. incognita* (*M.i*) and *M. javanica* (*M.j*)] sensitive tomato variety [SC-2121 variety tomato (*Solanum lycopersicum* L.)] were produced in greenhouse pots. In this study, the tomato varieties were determined to be sensitive and resistant in terms of egg pack count and scale value. According to this; in *M.i* and *M.j* applications, we can rank; Tomato-79 and Tomato-90 varieties were resistant to all root-knot nematodes (*M.i* and *M.j*) used in the experiments ( $9.2 \pm 2.74$ ;  $8.2 \pm 1.58$ ,  $2.8 \pm 1.24$  and  $9.4 \pm 2.46$ ). All other implementations were in sensitive groups with 3, 4 and 5 scale values as the number of egg packs was above 11.

### GİRİŞ

Sebzeler ve meyveler insan beslenmesinde çok önemli olan besinlerdendir. Bir tarım ülkesi olan ülkemizde hemen hemen bütün bölgelerde sebze yetiştiriciliği yapılmaktadır. Son yıllarda sebze ihracatı yapılarak ülke ekonomisine önemli oranda katkı sağlanmaktadır. Karadeniz ve İç Anadolu Bölgeleri arasında geçit kuşağında yer alan Tokat, ekolojik yapısı sayesinde tarım ürünleri açısından

önemli bir potansiyele sahiptir. İlin toplam tarım arazisi 381 bin ha olup, bu alanın 19 bin ha'ında sebze tarımı, 5.6 bin ha'ında meyve tarımı ve 6.2 bin ha'ında ise bağcılık yapılmaktadır. İlde yaş meyve-sebze tarımı yapılan toplam alan 30 bin ha'n üzerinde olup, tarım arazisi içindeki payı %8 dolayındadır. Bu oran küçümsenemeyecek kadar yüksektir. Tokat'ta meyve-sebze üretimi incelendiğinde;

domates, fasulye, kuru soğan, biber, patlıcan ve karpuz yetiştiriciliği en fazla yapılan sebze türleri olmuştur.

Sera ve açık alanda yetiştirilen sebzelerin ve meyve bahçelerinin en önemli zararlılarından birisi de kök-ur nematodlarıdır (*Meloidogyne* spp.) (KUN). *Meloidogyne* cinsinde 80'den fazla tür bulunmaktadır. Dünya genelinde KUN'lerinin 4 türü [*Meloidogyne arenaria* Chitwood, *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White), *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood] yaygın bulunmaktadır. En önemli türler ise; *M. arenaria*, *Meloidogyne exigua* Goeldi, *Meloidogyne graminicola* Golden ve Birchfield, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. mayaguensis* Kofoid and White'dir (Luc et al. 2005). Ülkemizde ise *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. hapla*'dır (Kepenekci 2012).

KUN'leri dünyanın tamamında dağılışı göstererek, tarımsal ürünlerde ekonomik kayıplara yol açan türlerdir. En önemli konukçuları arasında domates, patlıcan, fasulye, hıyar, patates, şekerpancarı, pamuk, tütün, biber, havuç, ıspanak gibi sebzeler ve muz, şeftali, erik, incir, dut gibi çok yıllık meyveler yer almaktadır (Whitehead 1998). Dünyada tarım alanı olarak kullanılan toprakların %52'sinin KUN'ler ile bulaşık olduğu bilinmektedir. KUN'ler bütün dünyada dağılım gösteren, geniş konukçu dizisine sahip obligat parazitlerdir.

KUN'lerin bitki köklerinde beslenmeleri sonucu, larva sayısına bağlı olarak değişen büyüklüklerde, gallerin oluşmasına sebep olurlar. Köklerde meydana gelen bu galler, cinse ismini de veren en tipik zarar şekilleridir. Toprak üstü belirtileri, birçok hastalık etmeni ve bitki besin maddesi eksikliklerine benzediği halde, toprak altında sebep oldukları irili ufaklı galler ile kolayca tanınırlar. Bu açıdan diğer nematodlar içinde en fazla tanınan ve üzerinde çalışılan türlerdir (Trudgill and Blok 2001). Köklerinde "ur" bulunan bitkilerin topraktan su ve besin maddesi alışı olumsuz yönde etkilendiğinden gelişme yavaşlar veya durur, bodurlaşma görülür. KUN ile çok bulaşık bitkiler tamamen kuruyabilir (Thorne 1961). Bulaşık bitkilerin toprak üstü aksamında şiddetli yaprak klorozları ile birlikte bitkide gelişme geriliği ve solgunluk da görülür. Bütün bunların sonucu olarak, üründe azalma meydana gelmektedir. Bitkide oluşan zarar oranı, nematod yoğunluğu ve bitkinin duyarlılığına bağlı olarak değişmektedir. Sebzelerde sadece KUN'lerin neden olduğu ürün kaybının %50-80 arasında değiştiği bilinmektedir (Siddiqi 1986). Bu nematodların doğrudan zararları yanında, fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı bitkiyi hazırlamaları ve köke girerken açtıkları yerlerden mikroorganizmaların girişine imkan sağlamaları da dolaylı zararları olarak ortaya çıkmaktadır (Stirling 1991).

Ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda çeşitli konukçularda 8 KUN türü tespit edilmiştir. Bunlar; *Meloidogyne acrita*, *Meloidogyne artiellia*, *M. arenaria*, *M. exigua*, *M. hapla*, *M. javanica*, *Meloidogyne thamesi*'dir (Kepenekci 2012). 2006-2007 yılları arasında Tokat ili sebze alanlarında zararlı olan KUN türlerini teşhis etmek, yayılışı alanlarını ve bitkilerdeki bulaşıklık oranlarını saptamak amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Çalışma sonucunda Tokat'ın iki bölgesinde KUN türlerinden yalnızca *M. incognita* (%100) tespit edilmiştir (Akyazı ve Ecevit 2011). Söz konusu çalışma sadece sebze alanlarında yürütülmüş ve KUN'lerin tespitine dönük bir çalışmadır. Bu çalışma dışında Tokat ilinde herhangi bir nematolojik çalışmaya rastlanmamıştır.

Bitki paraziti nematodların savaşımında yüksek toksisiteye sahip nematisitler kullanılmaktadır. Ülkemizde nematodlara karşı ruhsat almış nematisitlerin büyük bir bölümü KUN'lere karşı ruhsatlıdır. Bu ruhsat alan nematisitlere ait aktif maddeler (cadusafos, carbofuran, dazomet, ethoprophos, fosthiazate, fenamiphos, iprodione) son derece zehirli olup örtü altı sebze yetiştiriciliğinde toprak fumigantı şeklinde kullanılmaktadır (Anonymous 2010). Ayrıca metil bromidin, ozon tabakasına ve çevreye olan olumsuz etkisi nedeniyle kullanımdan kaldırılmasından dolayı bu pestisite karşı alternatif yöntemlerin geliştirilmesi konusundaki araştırmalar son yıllarda önem kazanmıştır. Türkiye'de oxamyl aktif maddeli ilaçların, ihraç edilen bazı sebzelerde yaşanan ilaç kalıntısı sebebiyle domates, hıyar ve biberdeki tüm tavsiyelerinin iptal edilmesine karar verilmiştir. Bu nedenlerden dolayı nematodlara karşı halen uygulanmakta olan mücadele metotlarından kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yeni arayışlara girilmektedir. Günümüzde zararlılara karşı yapılan pestisit uygulamaları sonucu ortaya çıkan olumsuzlukları en aza indirmek amacı ile alternatif mücadele yöntemleri önem kazanmıştır. Bunlar içerisinde dayanıklılık veya çeşit reaksiyon çalışmaları önemli bir yere sahip olup yaygın olarak kullanılmaktadır. Dayanıklılık çeşitler KUN'lerin üremesini sınırlayarak kontrol etmektedirler. Bundan dolayı dayanıklı çeşitler, solarizasyon, ürün rotasyonu gibi diğer kontrol önlemleri ile kombine edilerek entegre mücadele yapılmaktadır (Tzortzakakis et al. 2000). Sebzelerde (özellikle domates ve biber çeşitlerinde) nematodlara karşı dayanımı sağlayan farklı genlere karşı moleküler markırlar geliştirilmiştir (Djian-Caporalino et al. 2001, 2007, Fazari et al. 2012, Gisbert et al. 2013). Fakat bu markırların güvenilirliği değişmekte ve klasik testleme kadar güvenli sonuç vermemektedir. Özellikle yerel sebze çeşitleri için yapılacak klasik testlemeler ile dayanıklılık durumlarının ortaya konması önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacını; Tokat ilinde sebze ekiliş alanlarından elde edilen KUN'lerin, üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılan yerel domates genotiplerine (Domates-23, Domates-79, Domates-90, Domates-102 ve Domates-103) karşı dayanıklılık durumlarının klasik testleme ile belirlenmesi oluşturmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini; Tokat ilinde yaygın olarak sebze ekiliş alanlarından elde edilen KUN'ler (*M. incognita* ve *M. javanica*), hassas domates çeşidi (SC-2121 çeşidi) (denemelerde kullanılan KUN'lerin üretiminde ve domates genotiplerinin karşılaştırılması amacıyla denemelerde kullanılmıştır) ve üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılan yerel domates genotipleri (Domates-23, Domates-79, Domates-90, Domates-102 ve Domates-103) oluşturmıştır.

### *Nematod kültürlerinin oluşturulması ve üretimi*

Tokat ili arazi çalışmaları sonucu elde edilen ve teşhisleri yapılan KUN'lere ait kültürlerin devamının sağlanması için; KUN'lere hassas domates çeşidi (SC-2121) kullanılmıştır. Tohumlar viyollere ekilmeden önce yüzeysel dezenfeksiyon amacıyla %3'lük çamaşır suyunda 1 dakika tutulup steril suyla yıkanmış ve kurutma kâğıdı üzerinde kurutulmuştur. Bunu takiben tohumlar 45 gözlü (9×5) viyollere (en: 5 cm, derinlik: 6 cm) her göze bir tohum olacak şekilde dikilmiştir. Viyoller 23 °C'de (±2), 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olarak ayarlanan iklim odalarına yerleştirilmiş ve fideler şaşırtılınca kadar düzenli olarak sulanmıştır. Gerçek kalacak 2-4 yapraklı döneme gelen fideler saksılara şaşırtılarak seraya aktarılmıştır. Şaşırtma işleminde %85 kum ve %15 toprak karışımı kullanılmıştır. Toprak karışımları saksılara konulmadan önce alt kısımlarına köklerin dışarı çıkmasını ve karışımların dökülmesini önlemek amacıyla kâğıt tela yerleştirilmiştir. Tohumların şaşırtılacağı saksılarda kullanılan kum ve toprak karışımı iki kere 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiş ve iki işlem arasında 24 saat beklenilmiştir (Smith and Onions 1994). Söz konusu fidelere KUN (3000 yumurta fide) verilerek bulaştırılmıştır (Melakeberhan 1997). Yumurta kümelerini elde etmek üzere her bir KUN türü ile bulaşık kökler yıkanarak 1 litre kavanoz içine 1 cm uzunluğunda kesilerek konulduktan sonra üzerine 200 ml %0.525 yoğunlukta NaOCl çözeltisi eklenmiştir. Sonra kavanozun ağzı kapatılarak 3-5 dakika çalkalanmıştır. Bu işlemden sonra 500 mech'lik (por genişliği 25 µm) elek üzerine yerleştirilmiş 200 mech'lik (delik genişliği 75 µm) elek üzerine kavanozdaki çözelti dökülmüş ve boşaltılmış kavanoz temiz suyla doldurulmuş ve bu işlem 2 kez tekrarlanarak aynı elek üzerine boşaltılmıştır.

Bunu takiben elek temiz suyla durularak üstteki elek ayrıldıktan sonra alttaki elek üzerinde biriken yumurta kitlesi beherlere aktarılmıştır (Hussey and Barker 1973). Elde edilen nematodlar gerektiğinde kullanılmak üzere (nematod yumurtalarının açılmasını engellemek amacıyla) buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

### *Sera çalışmaları*

Tokat ili sebze ekiliş alanlarında üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılan yerel domates genotiplerinin seçimi ve üretim çalışmaları Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü (Tokat, Türkiye) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çeşit reaksiyon çalışmalarında kullanılacak çeşitlere ait tohumlar viyollere ekilmeden önce yine yüzeysel dezenfeksiyon amacıyla %3'lük çamaşır suyunda 1 dakika tutulup steril suyla yıkanarak ve kurutma kâğıdı üzerinde kurutulmuştur. Bunu takiben tohumlar, içine fide yetiştirme toprağı konulmuş 45 gözlü (9×5) viyollere (en: 5 cm, derinlik: 6 cm) her göze bir tohum olacak şekilde dikilmiştir. Viyoller 23 °C'de (±2) 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olarak ayarlanan iklim odasına yerleştirilmiş, sera denemelerinde kullanılacak boya (gerçek 2-4 yapraklı dönem) gelinceye kadar düzenli olarak sulanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Sera denemelerinde kullanılan domates fideleri

**Dayanıklılık çalışmaları (çeşit reaksiyon çalışmaları)**

Denemelerde, içinde toprak kum karışımı (%85 kum; %15) (255-265 g) bulunan plastik saksılar (7×7×7 cm) kullanılmıştır. Hazırlanan toprak kum karışımı iki kere 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiş ve iki işlem arasında 24 saat bekletilmiştir (Nakasone et al. 2004). Toprak karışımları saksılara konulmadan önce alt kısımlarına köklerin dışarı çıkmasını ve toprağın dökülmesini önlemek amacıyla kağıt tela yerleştirilmiştir. İklim odasında viyollerde yetiştirilen fideler, gerçek 2-4 yapraklı döneme gelince, her saksıya bir fide olacak şekilde şaşırtılmış, şaşırtılan fideler kök sistemlerinin gelişmesi için 5 gün düzenli olarak kontrolleri yapılarak sulanmıştır (Şekil 1). Gelişme geriliği görülen veya genele oranla büyük olan fideler denemeye alınmamıştır. Uygulamalarda; fidelerinin kökleri etrafına açılan derinliği 2 cm olan 3-4 deliğe pipet yardımıyla 3000 yumurta ml<sup>-1</sup> olacak şekilde uygulamalar yapılmıştır. Denemeler Nisan-Haziran 2017 döneminde 5 tekerrürlü olarak kurulmuş ve denemeler boyunca sera içi sıcaklık ve nem değerleri sıcaklık ve nem kaydedici HOB0 kullanılarak kaydedilmiştir [21.77-27.04 (24.63±1,69) sıcaklık ve 49.90-66.82 (59.85±5.78) nem].

Uygulamalardan 9 hafta sonra bitkiler saksılardan toprakları ile birlikte çıkarılarak fazla tazyikli olmayan musluk suyu altında kök sisteminin topraktan tam arındırılması için yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra kökler phloxine B (0.15 g L su<sup>-1</sup>) ile 15-20 dakika boyanmış (Daykin and Hussey 1985) ve büyüteç altında yumurta paketleri sayılarak indeks değerleri ortaya konulmuştur. Her bir bitkiye ait üst aksam ölçülmüştür. Daha sonra hassas terazide kökler ve bitki üst aksamı tartılarak

kaydedilmiştir. Bitkilerin dayanıklılık veya duyarlılık durumları KUN'lerin bitki köklerinde ur ve yumurta oluşmasına bağlıdır. KUN'ler bitki köklerinde ur oluşmasına karşın iyi konukçusu olmadığı durumlarda yumurta üretmeyebilir. Bitki kökleri 0-5 yumurta kesesi ve ur sayısı skalasına göre değerlendirilmiştir (Sasser et al. 1984, Triantaphyllou 1981) (Çizelge 1).

**İstatistiksel analiz**

Çalışmalarda elde edilen verilere SPSS paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve ortalamalar 0.05 önem seviyesinde Duncan testine göre karşılaştırılmıştır.

**SONUÇLAR**

Bu çalışmada, Tokat ili sebze ekiliş alanlarında tespit edilen kök-ur nematodlarına [*Meloidogyne javanica* (M.j) ve *Meloidogyne incognita* (M.i)] karşı bölgede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan domates genotiplerinin dayanıklı veya hassas olma durumları sera (saksı) koşullarında belirlenmiştir.

Uygulamalarda kullanılan domates genotiplerine ait bitkilerin yeşil aksam boy ölçümleri dikkate alınarak karşılaştırıldığında; kontrol gruplarında (kök-ur nematodu uygulanmamış bitkiler) en yüksek boy 39.8±2.97 cm ile Hassas domates çeşidinde ve 39±1.41 cm ile Domates-79 çeşidinde ölçülmüştür. En kısa bitkilere sahip uygulamaları, Domates-102 çeşidinin M.i ve M.j uygulamaları ile aynı çeşide ait kontrol grupları olarak sıralayabiliriz (sırasıyla 19.6±4.94, 27.2±1.11 ve 27.8±1.39 cm) (Çizelge 2.).

**Çizelge 1.** Yumurta kümesi-reaksiyon skalası (Sasser et al. 1984, Triantaphyllou 1981)

Kökteki yumurta kümesi sayısı *	Skala değeri	Sonuç
Yumurta kümesi yok	0	Dayanıklı
1-2	1	Dayanıklı
3-10	2	Dayanıklı
11-30	3	Hassas
31-100	4	Hassas
101-Üstü	5	Hassas

\* Değerlendirme sonucuna göre köklerde; 0-2 skala değerini alan domates bitkileri dayanıklı, 3-5 skala değerini alan bitkiler ise hassas olarak belirlenmiştir.

En yüksek yeşil aksam yaş ağırlığına sahip uygulamalar Domates-103 çeşidinin kontrol grupları ile *M.i* ve *M.j* uygulamaları olarak sıralayabiliriz (sırasıyla 18.49±0.73, 17.07±1.31 ve 14.30±1.20 g). Hassas domates çeşidi kontrol gruplarının da yüksek yeşil aksam yaş ağırlığına sahip olduğu görülmüştür (14.83±0.87 g). Yaş kök ağırlıklarında ise en yüksek değerler Domates-90 çeşidinin kontrol grupları ile *M.j* uygulamalarında görülmüştür (sırasıyla 15.95±2.31 ve 12.93±1.57 g) (Çizelge 2).

Denemelerde kullanılan domates çeşitleri [Domates-23 *M.j* (104.2±13.91); Domates-23 *M.i* (50±12.94); Domates-79 *M.j* (9.2±2.74); Domates-79 *M.i* (8.2±1.58); Domates-90 *M.j* (2.8±1.24); Domates-90 *M.i* (9.4±2.46); Domates-102 *M.j* (56.6±5.56); Domates-102 *M.i* (41.4±6.47); Domates-103 *M.j* (38.4±13.65); Domates-103 *M.i* (52.8±17.51)] değerlendirildiğinde; Triantaphyllou (1981) ve Sasser et al.'a (1984) ait "Yumurta kümesi-reaksiyon skalası" değerlerine göre, 1 ve 2 skala değeri ile dayanıklı grupta

**Çizelge 2.** Kök-ur nematodlarına [*Meloidogyne javanica* (*M.j*) ve *M. incognita* (*M.i*)] karşı domates genotipleri ile sera (sakısı) koşullarında yapılan reaksiyon belirlenme çalışmasında kullanılan önemli parametreler

Domates çeşitleri/ genotipleri	Boy yeşil aksam	Yeşil aksam ağırlık	Kök ağırlık	Yumurta paketi sayısı
Hassas Domates (K)*	39.8±2.97 a	14.83±0.87 bc	11.99±0.90 bc	0 g
Hassas Domates <i>M.j</i>	38.6±3.35 abc	13.96±0.81 bc	9.38±0.90 bcdef	69.8±16.53 bcd
Hassas Domates <i>M.i</i>	34.4±3.05 abcde	11.91±1.94 cd	10.53±2.16 bcde	98.8±21.42 ab
Domates-23 (K)	32.4±3.18 bcde	14.05±0.87 bc	8.76±0.80 bcdef	0 g
Domates-23 <i>M.j</i>	28.4±2.01 de	12.36±0.83 cd	6.05±0.47 f	104.2±13.91 a
Domates-23 <i>M.i</i>	31.2±2.22 cde	12.49±0.81 cd	7.28±0.24 def	50±12.94 de
Domates-79 (K)	39±1.41 ab	13.28±0.42 c	11.37±1.03 bcde	0 g
Domates-79 <i>M.j</i>	38±0.89 abc	14.01±0.59 bc	9.21±0.93 bcdef	9.2±2.74 fg
Domates-79 <i>M.i</i>	33.6±0.68 abcde	14.17±0.93 bc	10.54±1.06 bcde	8.2±1.58 abc
Domates-90 (K)	28.2±0.58 de	11.48±1.12 cd	15.95±2.31 a	0 g
Domates-90 <i>M.j</i>	32.4±0.93 bcde	13.83±0.80 bc	12.93±1.57 ab	2.8±1.24 g
Domates-90 <i>M.i</i>	31.6±0.93 bcde	14.26±0.51 bc	11.73±1.92 bcd	9.4±2.46 efg
Domates-102 (K)	27.8±1.39 de	13.47±0.99 bc	11.80±1.73 bc	0 g
Domates-102 <i>M.j</i>	27.2±1.11 e	12.06±0.61 cd	10.22±1.14 bcdef	56.6±5.56 cd
Domates-102 <i>M.i</i>	19.6±4.94 f	9.274±2.34 d	6.94±1.88 ef	41.4±6.47 def
Domates-103 (K)	35±1.55 abcd	18.49±0.73 a	11.43±1.22 bcd	0 g
Domates-103 <i>M.j</i>	32.8±1.93 abcde	14.30±1.20 bc	7.57±0.47 cdef	38.4±13.65 def
Domates-103 <i>M.i</i>	31.8±1.16 bcde	17.07±1.31 ab	9.15±0.66 bcdef	52.8±17.51 cd
	F (1.39) 5.09	F (1.39) 3.49	F (1.39) 3.32	F (1.39) 16.15**

\* K: Kontrol grupları (kök-ur nematodu uygulanmamış sadece su verilmiştir)

\*\* Normal dağılım göstermesi için log 10 transformasyonu yapılmıştır.

yer alan Domates-79 ve Domates-90 çeşitleri denemelerde kullanılan tüm kök-ur nematodlarına (*M. incognita* ve *M. javanica*) karşı dayanıklı grupta yer almıştır (sırasıyla 9.2±2.74; 8.2±1.58; 2.8±1.24 ve 9.4±2.46). Diğer tüm uygulamalarda yumurta paketi sayısı 11'in üstünde olduğu için 3, 4 ve 5 skala değeri ile hassas gruplarda yer almıştır (Çizelge 2).

## TARTIŞMA VE KANI

Kök-ur nematodlarının farklı bitki gruplarında yapılan çeşit reaksiyon çalışmaları incelendiğinde; Hendy et al. (1985), İspanya popülasyonlarındaki *M. incognita*, *M. arenaria* ve *M. javanica*'ya karşı duyarlı bir tür olan Doux Long des Landes ile *Capsicum annuum*'un iki dayanıklı hattını (PM 217 ve PM 687) sera koşulları (maksimum 30 °C) altında karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda *M. incognita* larvalarının özellikle PM 687 köklerine daha az girdiğini belirlemişlerdir. PM 217'ye *M. incognita* ya da *M. arenaria* bulaştırıldığı zaman, nadiren urlar oluştuğunu gözlemlemişlerdir. PM 217 dayanıklı iken, PM 687 İspanya nematod popülasyonuna duyarlı bulunmuştur. Djian-Caporalino et al. (1999), yaptıkları çalışmada, *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. hapla*'ya karşı biberin dayanıklılığını ve duyarlılığını belirlemek için 8 biber hattı kullanmışlardır. Konukçu duyarlılığını belirlemek için kökler üzerindeki yumurta kümelerini (YK) saymışlar ve bitkileri dayanıklı (YK≤5) ya da duyarlı (YK>5) sınıflarına ayırmışlardır. Fransız biber çeşidi olan Doux Long des Landes nematodlara karşı duyarlı bulunmuştur. Yalnızca PM 687, PM 217, CM334 (Criollo de Morelos 334) ve Yolo NR *M. incognita*'ya karşı dayanıklı bulunmuştur. Kokalis-Burelle et al. (2009), ticari bir biber çeşidiyle aşılana çeşitli anaç genotiplerinin büyümesi, gelişmesi ve nematoda duyarlılığını bir grup sera deneyleri ile değerlendirmişlerdir. Dokuz anaç (Caribbean Red Habanero, PA-136, Keystone Resistant Giant, Yolo Wonder, Carolina Wonder, Charleston Hot, Mississippi Nemaheart, Carolina Cayenne ve Charleston Belle) kalem aşısı olarak Aristotle ticari çeşidi ile aşılana ve *M. incognita* bulaştırılmıştır. Aşısız Aristotle çeşidi kontrol olarak kullanılmıştır. Nematod zararı, ur indeksi kullanılarak değerlendirilirken aşı uyumu, bitki gelişimi ölçülerek değerlendirilmiştir. Charleston Hot, Carolina Wonder, Charleston Belle, Mississippi Nemaheart ve Carolina Cayenne bütün denemelerde *M. incognita*'ya dayanıklı bulunmuştur. Aşısız Aristotle, PA-136 ve Caribbean Red Habanero ise hassas bulunmuştur.

Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Özarslan ve Elekçioğlu (2003) tarafından yapılan çalışmada 28 hıyar, 26 domates ve 16 biber çeşidi, *M. javanica* ırk-1 ve *M. incognita* ırk-2'ye karşı 25±1 °C sıcaklık ve %60±10 orantılı

nem koşullarında iklim odasında incelenmiştir. Bitkiler yaklaşık 15 cm boya ulaştıklarında üretimi yapılan her iki ırkın ikinci dönem larvaları (L2), bitki başına 1000 adet olacak şekilde kök bölgesinin yakınına inokule edilmiştir. Denemeye alınan tüm hıyar çeşitlerinin *M. javanica* ırk-1 ve *M. incognita* ırk-2'ye duyarlı olduğu, domates çeşitlerinin tümü *M. incognita* ırk-2'ye duyarlı iken, 144 RN, Target N F1 ve 1077 domates çeşitlerinin *M. javanica* ırk-1'e dayanıklı olduğu ve diğerlerinin ise duyarlı olduğu ortaya konmuştur. Denemeye alınan biber çeşitlerinin tamamı *M. javanica* ırk-1'e karşı dayanıklı bulunurken, *M. incognita* ırk-2'ye karşı duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Apak et al.'ın (2007) Aydın'da yürüttükleri çalışmada, kök-ur nematodlarına hassas 1 ve dayanıklı olan 9, toplam 10 sanayi domates çeşidi *M. incognita*'ya karşı test edilmiştir. Çalışmada bitki köklerindeki 0-10 ur skalasına göre, NDM-344, NDM-978, CXD-179 ve CXD-222 çeşitlerinin Aydın'daki *M. incognita* popülasyonuna dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Özarslan (2009), Türkiye genelinden elde ettiği 79 kök-ur nematodu popülasyonundan, 22 adedinin *M. incognita* olduğunu bildirmiş ve bu nematodun 8 popülasyonunun virülentliğini, Picasso ve Malike F1 domates çeşitlerinde incelemiştir. Deneme sonucunda, hiçbir popülasyonun virülent olmadığı görülmüştür. Özarslan ve Elekçioğlu (2010), Türkiye'nin değişik illerinden topladıkları, 8 adet *M. incognita*, 13 adet *M. arenaria* ve 7 adet *M. javanica* türlerine ait farklı popülasyonların virülent olup olmadıklarına bakmışlardır. Denemelerinde, hassas domates çeşidi Picasso ve *Mi* geni taşıyan dayanıklı Malike F1 domates çeşitlerini kullanmışlardır. Dayanıklı Malike F1 domates çeşidinin, hiçbir popülasyonunda 2'den büyük gal (ur) indeksi skalası oluşturmadığını saptamışlardır. Bu sonuçlar, denemeye alınan hiçbir popülasyonun virülent olmadığını göstermiştir. Picasso hassas domates çeşidinde gal indeksi bütün popülasyonlarda, 4-5 arasında tespit edilmiştir. Buna rağmen, dayanıklı Malike F1 domates çeşidinde ise bütün popülasyonlarda oluşan gal indeksi skalasının 0-1.75 arasında olduğu tespit edilmiş, toprakta ikinci dönem larva saptanamaması nedeniyle de, üreme olmadığı sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma sonucu yumurta paketi sayısı ve skala değeri açısından uygulama yapılan domates genotiplerinin hassas ve dayanıklı olma durumları değerlendirildiğinde; 1 ve 2 skala değeri ile dayanıklı grupta yer alan domates çeşitlerinden Domates-79 ve Domates-90'ın denemelerde kullanılan tüm kök-ur nematodlarına (*M. incognita* ve *M. javanica*) karşı dayanıklı grupta yer aldığı görülmüştür (sırasıyla 9.2±2.74; 8.2±1.58; 2.8±1.24 ve 9.4±2.46). Diğer tüm uygulamalarda yumurta paketi sayısı 11'in üstünde olduğu için 3, 4 ve 5 skala değeri ile hassas gruplarda yer almıştır.

## TEŞEKKÜR

Sera çalışmaları boyunca yardımcı olan yüksek lisans öğrencilerimize (Ayşegül Akın ve Yasemin Yıldırım, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat) ve araştırmamızı destekleyen Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı'na (Proje Numarası: 2015/50) teşekkür ederiz.

## ÖZET

Bitki paraziti nematodlar (BPN) özellikle kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) (KUN), yaygın olarak dağılım gösteren ve geniş bir ürün yelpazesinde önemli verim kayıplarına neden olan nematodlardır. BPN'lerin farklı konukçular ve lokasyonlardaki dağılımı Türkiye'de incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda Tylenchida (Nematoda) takımına bağlı 56 cinse ait toplam 240 BPN türü Türkiye'de tespit edilmiştir. Ülkemizde KUN türleri olarak, *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. hapla* en yaygın bulunan türlerdir. *M. incognita* ve *M. javanica* türleri ise ekonomik anlamda tarım ve örtü altı üretimde ciddi sorunlara neden olan türlerin başında yer almaktadırlar. Nematitler KUN'lerin uzun süreli baskılanmasını sağlamazlar, ayrıca çevre ve insan sağlığı kaygıları kullanımlarını da kısıtlamaktadır. Tokat (Türkiye) ilinden alınan örneklerdeki KUN türlerinin teşhisleri morfolojik ve morfometrik özellikler üzerinden klasik yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Teşhis çalışmaları sonucunda elde edilen KUN (*Meloidogyne*) türleri [*M. incognita* (*M.i*) ve *M. javanica* (*M.j*)]'nin kültürlerinin oluşturulması, yenilenmesi ve üretimi için serada saksılarda hassas domates fideleri [SC-2121 domates çeşidi (*Solanum lycopersicum* L.)] üretilmiştir. Çalışmada, yumurta paketi sayısı ve skala değeri açısından uygulama yapılan domates genotiplerinin hassas ve dayanıklı olma durumları incelenmiştir. Buna göre; *M.i* ve *M.j* uygulamalarında en düşük yumurta paketi sayısına sahip Domates-79 ve Domates-90 genotipleri denemelerde kullanılan tüm kök-ur nematodlarına (*M.i* ve *M.j*) karşı 1 ve 2 skala değeri ile dayanıklı grupta yer almışlardır (9.2±2.74; 8.2±1.58; 2.8±1.24 ve 9.4±2.46). Diğer tüm uygulamalar yumurta paketi sayısı 11'in üstünde olduğu için 3, 4 ve 5 skala değeri ile hassas gruplarda yer almıştır.

Anahtar kelimeler: bitki paraziti nematodlar, Tylenchida, kök-ur nematodları, *Meloidogyne*, domates, dayanıklılık, Tokat

## KAYNAKLAR

Akyazı F., Ecevit O., 2011. Tokat ili sebze alanlarındaki kök-ur nematod (*Meloidogyne* spp.)'ları yayılışları ve tür tespiti, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 26, 1-9.

Anonymous 2010. Ruhsatlı bitki koruma ürünleri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Pulat Basımevi, 398 s.

Apak F.K., Kaşkavalcı G., Başpınar H., 2007. Bazı sanayi domatesi çeşitlerinin Kök-ur nematodları [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood]'na dayanıklılıklarının araştırılması. Türkiye Entomoloji Dergisi, 31 (1), 35-45

Daykın M.E., Hussey R.S., 1985. Staining and Histopathological Techniques in Nematology. 39-49 pp. In: Barker, K.R., Carter, C.C., Sasser, J.N. (eds). An Advanced Treatise on Meloidogyne, vol II, Methodology, North Carolina State University, Graphics, 223 p.

Djian-Caporalino C., Pijarowski L., Januel A., Lefebvre V., Daubéze A., Palloix A., Dalmasso A., Abad P., 1999. Spectrum of resistance to root-knot nematodes and inheritance of heat-stable resistance in pepper (*Capsicum annuum* L.). Theoretical and Applied Genetics, 99, 496-502.

Djian-Caporalino C., Pijarowski L., Fazari A., Samson M., Gaveau L., O'Byrne C., Lefebvre V., Caranta C., Palloix A., Abad P., 2001. High-resolution genetic mapping of the pepper (*Capsicum annuum* L.) resistance loci *Me3* and *Me4* conferring heat-stable resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Theoretical and Applied Genetics, 103, 592-600.

Djian-Caporalino C., Fazari A., Arguel M.J., Vernie T., Vande Castele C., Faure I., Brunoud G., Pijarowski L., Palloix A., Lefebvre V., Abad P., 2007. Root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) *Me* resistance genes in pepper (*Capsicum annuum* L.) are clustered on the P9 chromosome. Theoretical and Applied Genetics, 114, 473-486.

Fazari A., Palloix A., Wang L., Yan Hua M., Sage-Palloix A., Zhang X.B., Djian-Caporalino C., 2012. The root-knot nematode resistance *N-gene* co-localizes in the *me-genes* cluster on the pepper (*Capsicum annuum* L.) P9 chromosome. Plant Breeding, 131, 665-673.

Gisbert C., Trujillo-Moya C., Sánchez-Torres P., Sifres A., Sánchez-Castro E., Nuez F., 2013. Resistance of pepper germplasm to *Meloidogyne incognita*. Annals of Applied Biology, 162, 110-118.

Hendy H., Dalmasso A., Cardin M.C., 1985. Differences in resistant *Capsicum annuum* attacked by different *Meloidogyne* species. Nematologica, 31, 72-78.

Hussey R.S., Barker K.R., 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant Disease Reporter, 57, 1025-1028.

Kepenekci İ., 2012. Nematoloji (bitki paraziti ve

entomopatojen nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I) ISBN 978-605-4672-11-0, Taksonomik nematoloji (Cilt-II) ISBN 978-605-4672-12-7] [Nematology (plant parasitic and entomopathogenic nematodes) (General Nematology, volume-I) (Taxonomic Nematology, volume-II) pp.1155.] Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi, 3 (2012/3), LIV+1155 p.

Kokalis-Burelle N., Bausher M.G., Roskopf E.N., 2009. Greenhouse evaluation of capsicum rootstocks for management of *Meloidogyne incognita* on grafted bell pepper. *Nematopica*, 39, 121-132.

Luc M., Sikora R.A., Bridge J., 2005. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. In: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. (eds), CABI Wallingford, UK. 871 p.

Melakeberhan H., 1997. Effect of temperature and nitrogen source on tomato genotypes response to *Meloidogyne incognita* infection. *Fundamental Applied Nematology*, 20, 1-8.

Nakasone K.K., Peterson S.W., Jong S.C., 2004. Preservation and distribution of fungal cultures. In: Mueller, G.M., Bills, G.F., Foster M.S. (eds.). *Biodiversity of fungi, Inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press, 47-37 p.

Özarslandan A., Elekçioğlu İ.H., 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*, 27, 279-291.

Özarslandan A., 2009. Türkiye'nin farklı bölgelerinden alınan Kök-ur nematodu türlerinin (*Meloidogyne* spp.) tanısı ve bazı Kök-ur nematodu popülasyonlarının virülentliğinin belirlenmesi. Basılmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, 84 s., Adana.

Özarslandan A., Elekçioğlu İ.H., 2010. Türkiye'nin farklı alanlarından alınan Kök-ur nematodu türlerinin (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) moleküler ve morfolojik tanıma ile belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34, 323-335.

Sasser J.N., Carter C.C., Hartman K.M., 1984. Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes. A Coop. Publication of the Department of Plant Pathology & The U.S. Agency for Int. Development North Carolina State Uni. Raleigh. 7 p.

Siddiqi M.R., 1986. *Tylenchida parasites of plants and insects*. Farnham Royal, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux, 645 p.

Smith D., Onions A.H.S., 1994. *The preservation and maintenance of living fungi*. CAB International Bakeham Lane Egham-England. 122 p.

Stirling G.R., 1991. *Biological control of plant-parasitic nematodes*. CAB International, Wallingford, Oxon, 50-85 p.

Thorne G., 1961. *Principles of Nematology*. New York, 553 p.

Triantaphyllou A.C., 1981. Oogenesis and chromosomes of parthenogenetic root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*, *Journal of Nematology*, 13, 95-104.

Trudgill D.L., Blok V.C., 2001. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 39, 53-77.

Tzortzakakis E.A., Phillips M.S., Trudgill D.L., 2000. Rotation management of *Meloidogyne javanica* in a small scale greenhouse trial in Crete, Greece. *Nematopica*, 30, 167-175.

Whitehead A.G., 1988. *Plant nematode control*. CAB International, Wallingford, UK, 384 p.