

Bazı hıyar çeşitlerinin kök-ur nematodları *Meloidogyne arenaria* ve *M. incognita*'ya konukçu reaksiyonu¹

Gökhan AYDINLI²

Elif İNCE³

Sevilhan MENNAN³

ABSTRACT

Host reaction of some cucumber cultivars to *Meloidogyne arenaria* and *M. incognita*

Cultivation of resistant or poor hosts to root-knot nematodes provides significant advantages in nematode-infested areas. In this respect, it is important to know the reactions of the different varieties to the root nematodes. In this study, the host status of 15 cucumber cultivars (*Cucumis sativus*), which are widely used commercially, to *M. arenaria* and *M. incognita* was evaluated by a pot experiment in a greenhouse. Although nematode infection increased root weights of all cultivars compared to the controls, these increases were significant ($P \leq 0.05$) only in 1 cultivar (Toskono) and other 2 cultivars (Everest and Seyhan) for *M. arenaria* and *M. incognita*, respectively. These cultivars also had the highest formation of galls for related nematode species among all tested. All of the cucumber cultivars were susceptible to different levels of both nematode species, and the lowest gall index according to the 0-10 gall index were detected in Almino with 2.8 for *M. arenaria* and Venüs with 3.8 for *M. incognita*. The highest and the lowest reproduction factors on cultivars were 5.84 and 17.16 for *M. arenaria* and 8.28 and 17.84 for *M. incognita*, respectively. Nine cultivars showed different reaction at the significant level in terms of reproductive factor compared to the nematode species and 8 of them also differed based on the galling index.

Keywords: Cucumber, host status, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita*

¹ Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (PYO.ZRT.1901.12.010) olarak desteklenmiş olup, İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi (28-20 Nisan 2015, Nevşehir)'nde poster bildirisi olarak kısa özeti basılmıştır.

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 55400, Bafra, Samsun

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139, Atakum, Samsun

Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: gokhanay@omu.edu.tr

Alınış (Received): 26.09.2017, Kabul edilmiş (Accepted): 23.12.2017

ÖZ

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile bulaşık alanlarda dayanıklı veya konukçuluk düzeyi düşük çeşitlerin yetiştirilmesi, mücadele açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu bağlamda, değişik çeşitlerin, kök ur nematoduna reaksiyonlarının bilinmesi önemlidir. Bu çalışmada, ticari olarak yaygın biçimde kullanılan 15 hıyar (*Cucumis sativus*) çeşidinin *M. arenaria* ve *M. incognita*'ya konukçuluk durumları serada saksı denemeleri ile değerlendirilmiştir. Hıyar çeşitlerinin tamamında, kök ağırlıkları, ilgili çeşidin nematod bulaştırılmayan kontrol grubuna göre artış göstermiş olmasına rağmen, bu artış miktarı *M. arenaria* ile bulaştırılan çeşitlerden 1 tanesinde (Toskono), *M. incognita* ile bulaştırılan çeşitlerden ise 2 tanesinde (Everest ve Seyhan) önemli seviyededir ($P \leq 0,05$). Denemeye alınan çeşitlerde, ilgili nematod türlerinin neden olduğu en yüksek ırlanma oranı da bu çeşitlerde tespit edilmiştir. Hıyar çeşitlerinin tamamı, her 2 nematod türüne değişen seviyelerde reaksiyon göstermiş olup, 0-10 ur skalasına göre en düşük ur skalası değerleri *M. arenaria* için 2.8 ile Almino çeşidinde, *M. incognita* için 3.8 ile Venüs çeşidinde tespit edilmiştir. Nematod türlerinin hıyar çeşitlerindeki en yüksek ve en düşük üreme faktörü değerleri, *M. arenaria* için 5.84 ve 17.16, *M. incognita* için 8.28 ve 17.84'dür. Üreme faktörü bakımından nematod türüne göre önemli seviyede farklı reaksiyon gösteren 9 çeşitten 8'i ur skalası bakımından da farklılık göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Hıyar, konukçu durumu, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita*

GİRİŞ

Cucurbitaceae (Kabakgiller) familyası içerisinde yer alan hıyar (*Cucumis sativus* L.), iyi bir vitamin ve mineral kaynağı olması nedeni ile dünyanın her yerinde yetiştirilmektedir. Hem dünyada hem de ülkemizde örtüaltı üretim alanlarında domatesten sonra üretimi en fazla yapılan sebze türüdür (Kurtar ve ark. 2017, Li and Chen 2017). Ülkemiz yaklaşık 1.78 milyon ton hıyar üretim miktarı ile dünyada ikinci sırada yer almaktadır (Anonymous 2017). Buna karşın, çiftçilerin hıyar üretiminde arzu ettikleri verimi almalarını engelleyen zararlıların başında kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) gelmektedir. Köklerde beslenerek neden oldukları ur oluşumları ile tanınan kök-ur nematodları, kök sistemine zarar vererek bitkinin topraktan su ve besin maddeleri alımını bozmakta, düşük popülasyon yoğunluklarında bile önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Sasser et al. 1983). Pek çok bitkide, kök-ur nematodlarına tolerans sınırı, 1 cm³ toprakta 1 adet yumurtadan daha azdır (Greco and Di Vito 2009). Ayrıca, nematod ile bulaşık alanlarda *Fusarium* solgunluğu gibi diğer toprak kökenli hastalıkların zararı artmaktadır (Wang and Roberts 2006).

Kök-ur nematodlarının şu ana kadar dünyada yaklaşık 100 türü tanımlanmıştır (Karszen et al. 2013). Sasser (1980), dünyada yayılış gösteren kök-ur nematodu türlerinin yaklaşık %95'inden fazlasını, Taylor et al. (1982) ise 65 ülkeden toplanan popülasyonların %99'dan fazlasının *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. hapla*'dan oluştuğunu bildirmişlerdir. Wesemael et al. (2011), Avrupa kıtasının güneydeki sıcak bölgelerinde ve kuzeydeki seralarda *M. arenaria*,

M. javanica ve *M. incognita*'nın yaygın olduğunu ifade etmişlerdir. Kök-ur nematodunun bu üç türü ülkemizde de en yaygın görülen türlerdir (Aydınlı and Mennan 2016, Cetintas and Cakmak 2016, Devran and Söğüt 2009, Elekçioğlu et al. 1994, Kaşkavalcı ve Öncüler 1999, Mennan ve Ecevit 1996, Özarslan ve Elekçioğlu 2010, Söğüt ve Elekçioğlu 2000).

Bitkinin kök dokusunda endoparazit olarak yaşayan kök-ur nematodlarının, geniş konukçu dizisine, kısa hayat döngüsüne ve yüksek üreme gücüne sahip olmaları nedeniyle mücadeleleri oldukça zordur (Manzanilla-Lopez et al. 2004, Trudgill and Blok 2001). Kök-ur nematodları ile mücadelede en fazla kullanılan yöntemlerin başında kimyasal mücadele gelmektedir (Nyczepir and Thomas 2009). Buna karşın, nematodları kontrol altına almak için kullanılan kimyasalların pahalı olması ve artan çevre hassasiyeti nedeniyle, kimyasal kullanımını azaltabilecek diğer mücadele yöntemleri üzerindeki çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir (Lopez-Perez et al. 2005, Pattison et al. 2006). Nematod ile bulaşık alanlarda kimyasal kullanımına alternatif olabilecek veya azaltabilecek en temel uygulama, üretimde hassas bitki yerine dayanıklı bitkilerin seçilmesidir. Dayanıklı bitkiler, kimyasallar dışında diğer mücadele uygulamalarıyla da birlikte kullanılabilir en iyi entegre mücadele bileşenlerinden biridir. Buna karşın, hıyar yetiştiriciliğinde olduğu gibi, üretimi yapılan her bitki türü için ticari olarak kullanılabilir dayanıklı çeşitler mevcut değildir (Lopez-Gomez et al. 2016). Bu nedenle, dayanıklı çeşitlerin uygun olmadığı durumlarda, nematodun üremesine en az izin veren ve nematodun zararını tolere edebilen çeşitlere öncelik verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, üretimin yoğun yapıldığı sera alanları, sadece bitkilere değil aynı zamanda kök-ur nematodlarına da optimum çevre faktörleri sunmaktadır (Lopez-Gomez et al. 2015). Bu nedenle, nematod kısa sürede hayat döngüsünü tamamlayarak, çok sayıda döl verebilmektedir. Dolayısıyla, yetiştirilecek bitkilerin, nematoda olan konukçuluk seviyeleri, kendisinden sonraki bitkinin verimini de etkilemektedir. Nematodun yüksek seviyede üremesine izin veren çeşitler, bir sonraki bitki çeşidinin de yüksek popülasyon yoğunluğuna maruz kalmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, rotasyonda kullanılacak bitkilerin tercihinde, çeşitlerin nematoda konukçuluk durumlarının bilinmesi oldukça önemli hale gelmektedir (Lopez-Gomez et al. 2015). Özellikle kimyasal kullanımını minimuma indirmeyi hedefleyen iyi tarım uygulamaları ile sentetik kimyasal kullanımının yasak olduğu organik tarımda, nematodları kontrol altında tutabilmek için, nematod üremesini en aza indiren çeşitlerin kullanılması önemli bir avantaj sağlayacaktır (Sorribas et al. 2005).

Hıyar yetiştiriciliğinde kullanılacak çeşitlerin ülkemizde yaygın bulunan türlerden *M. arenaria* ve *M. incognita*'ya konukçuluk durumlarının bilinmesi, bu zararlılar ile bulaşık alanlarda yapılacak hıyar yetiştiriciliğinde çeşit seçimine yardımcı olacaktır. Bu nedenle, çalışmada 15 farklı hıyar çeşidinin bu 2 nematod türüne karşı konukçuluk seviyelerinin saksı denemeleri ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyallerini, Altın Tohum firmasına ait 15 farklı hıyar çeşidi (Çizelge 1) ile OMÜ Bitki Koruma Bölümü Nematoloji seralarında, nematoda hassas domates bitkisinde saksı kültürü olarak muhafaza edilen *M. incognita* ve *M. arenaria* türlerine ait seri kültür bitkileri oluşturmaktadır.

Hıyar fidelerinin yetiştirilmesi

Her bir hıyar çeşidine ait tohumlar torf içeren viyollere ekilmiş ve $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %60 neme sahip serada 2-3 yapraklı fide haline gelene kadar yetiştirilmiştir. Fide dönemine gelen hıyar bitkileri, içerisinde steril toprak-kum karışımı (2:1) bulunan 250 ml'lik plastik saksılara (1 fide/saksı) şaşırtılmıştır.

İnokulum olarak kullanılan nematod yumurtalarının elde edilmesi ve hıyar fidelerine bulaştırılması

Meloidogyne arenaria ve *M. incognita*'ya ait seri kültür bitkilerinden yeteri kadar sökülen kökler dikkatli bir şekilde yıkandıktan sonra 1-2 cm boyunda kesilmiştir. Kök parçacıkları %0.5'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonu bulunan cam erlenmayerde 3 dk. çalkalanmış ve solüsyon 200 ve 500 mesh elekten geçirilerek, alt elekteki (500 mesh) yumurtalar piset yardımıyla cam behere toplanmıştır (Hussey and Barker 1973). Bitki başına verilecek inokulum miktarını belirlemek amacıyla, elde edilen nematod yumurtaları streomikroskop altında sayılmıştır. Seri kültürlerden elde edilen her bir türe ait nematod yumurtaları, bitki başına 1000 yumurta olacak şekilde, saksıda açılan küçük deliklere mikropipet yardımıyla verilmiş ve saksılar $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki sera içinde tutularak bitkilerin günlük bakımları yapılmıştır. Çeşitlere ait bitkiler 3 gruba ayrılmış olup, bunlardan bir serisine *M. arenaria*, bir serisine ise *M. incognita* yumurtaları bulaştırılmıştır. Diğer seri ise nematod verilmeyen kontrol grubu olarak oluşturulmuştur. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Verilerin değerlendirilmesi ve analizi

Nematod inokulasyonundan 8 hafta sonra bitkiler sökülerek gövde boyu, gövde yaş ve kuru ağırlığı ile kök ağırlıkları kaydedilmiştir (Aydınlı and Mennan 2012). Bitki köklerinde nematodun neden olduğu urlanma oranı Piedra-Buena et al. (2011)'nin Bridge and Page (1980)'den uyarladıkları 0-10 skalasına göre değerlendirilmiştir (Şekil 1). Bitki köklerinden elde edilen yumurta sayıları başlangıç popülasyonuna (1000 yumurta/bitki) bölünerek her bir nematod türünün hıyar çeşitlerindeki üreme faktörü belirlenmiştir.

Her bir nematod türüne ve kontrol grubuna ait veriler ayrı ayrı değerlendirilerek varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Her bir uygulama grubu içerisindeki hıyar çeşitleri arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $P=0,05$ önem düzeyinde belirlenmiştir. Ayrıca, her bir çeşidin *M. arenaria* ve *M. incognita*

bulaştırılan bitkilerdeki ur skalası ve üreme oranı t testi ile değerlendirilmiştir. Analizler SAS istatistik programında yapılmıştır.

<u>Skala Değeri</u>	<u>Kök Durumu</u>	<u>Nematod Gelişimi</u>
0	Ur yok	-
1	Kolay göze çarpmayan küçük urlar	-
2	Ana kökte olmayan küçük urlar	-
3	Ana kökte olmayan bazıları büyük urlar	+
4	Ana kökte olmayan tamamı büyük urlar	+
5	Köklerin yarısı urlu, bazı urlar ana kökte	+
6	Ana kökte urlanma açık bir şekilde görülmekte	+
7	Kökün büyük bir bölümü urlu	+
8	Tüm kök urlu, sekonder köklerde urlanma yok	+
9	Tüm kök çok urlu, bitki ölüme yaklaşmış	+
10	Tüm kök çok etkilenmiş, genellikle bitki ölü	+

Şekil 1. Köklerin değerlendirildiği 0-10 ur skalası (Piedra-Buena et al. 2011).

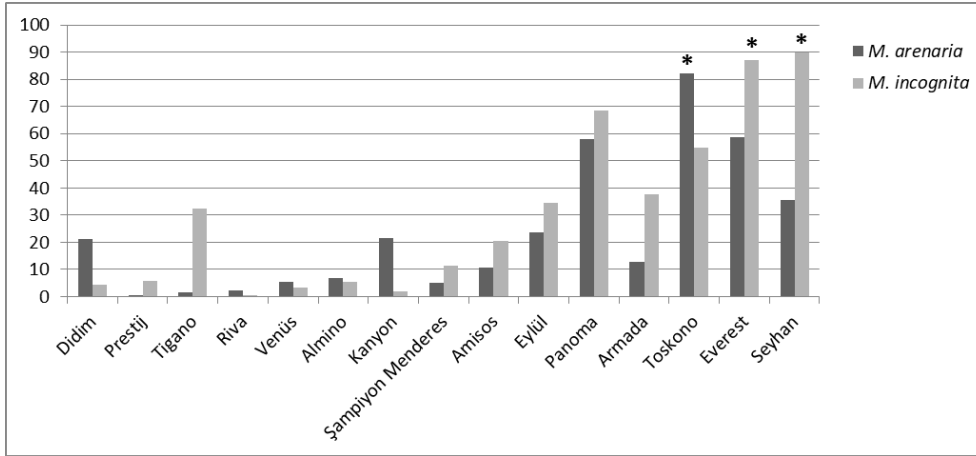
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kök-ur nematodunun en yaygın 2 türü olan *M. arenaria* ve *M. incognita*'ya konukçuluk seviyelerini belirlemek amacıyla denemeye alınan 15 hıyar çeşidinin gövde boyu, yaş ve kuru gövde ağırlığı ile yaş kök ağırlığı kıyaslandığında, nematodlu ve nematodsuz bitkilerde sadece yaş kök ağırlığı açısından istatistiksel olarak önemli fark tespit edilmiştir. Lopez-Gomez et al. (2015), *M. incognita* ve *M. javanica*'ya konukçuluklarını belirlemek için denemeye aldıkları hıyar ve kabak çeşitlerinde, aynı çeşidin nematod verilen ve verilmeyen bitkilerde, bitki gelişimi açısından değerlendirmeye aldıkları bitki gövde boyunun benzer olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada nematodun bir dölünü tamamlayabileceği süre sonunda, nematodun enfeksiyonu ve üremesiyle ilişkili olabilecek önemli derecede bir bitki zararının oluşmadığını belirtmişlerdir.

Mevcut çalışmada, denemeye alınan çeşitlerin tamamında, kök ağırlığı nematod verilen bitkilerde, nematod verilmeyen kontrol grubuna göre artmıştır. Kök ağırlığındaki artış ilgili çeşidin kontrolüne göre *M. arenaria* ile bulaştırılan çeşitlerde %0.67'den %82.06'ya; *M. incognita* ile bulaştırılan çeşitlerde ise %0.66'dan %89.88'e kadar değişen oranlarda gözlenmiştir (Şekil 2). Fakat bu artış miktarı, *M. arenaria* ile bulaştırılan çeşitlerden birinde (Toskono), *M. incognita* ile bulaştırılan çeşitlerden ise ikisinde (Everest ve Seyhan) kontrole göre önemli ($P \leq 0,05$) derecedir. Bu çeşitlerden Toskono (%54.89) çeşidi *M. incognita*, Everest (%58.57) çeşidi de *M. arenaria* ile bulaştırıldığında %50'nin üzerinde kök artışı sağlamasına rağmen ilgili artış oranının kontrole göre istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. Benzer şekilde her 2 nematod türü için Panoma çeşidinde de %57.86-68.57 oranında kök artışı tespit edilmiştir. Diğer hıyar çeşitlerinde ise kök artış oranları %40'ın altında olup, çeşitler içerisinde en düşük kök artış oranı (%0.66), *M. arenaria* türü için Prestij, *M. incognita* için ise Riva çeşidinde tespit edilmiştir. Farklı hıyar çeşitlerinin *M. incognita*'ya dayanıklılık durumunu araştıran Mukhtar et al. (2013), bu çalışmaya benzer şekilde nematodun varlığında her bir çeşitteki kök ağırlığının çeşitlere göre değişen oranda arttığını tespit etmiş ve urlanma oranındaki artışın kök ağırlığında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Meloidogyne arenaria'ya ile bulaşık çeşitler içerisinde en yüksek kök artışının tespit edildiği Toskono çeşidi, bu nematod türüne karşı test edilen çeşitler içerisinde en yüksek ur skalasına (8.2) sahip olmuştur (Çizelge 1). Aynı durum, *M. incognita* için de geçerli olup, en yüksek urlanma oranı (8.6) gösteren Everest (%87.14) ve Seyhan (%89.88) çeşitlerinin kök ağırlıklarının da kontrole oranla önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Aynı nematod türüne karşı en yüksek urlanma gösteren Amisos'da (8.4) kök artış oranı %20 olmasına rağmen kontrole göre önemli seviyede farklı bulunmamıştır. Denemeye alınan hıyar çeşitlerinde, *M. arenaria* türüne karşı en düşük urlanma oranı Almino çeşidinde (2.8), *M. incognita* türüne karşı Venüs çeşidinde (3.8) tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bu çeşitler aynı zamanda, ilgili nematod türünün en düşük üreme faktörünün tespit edildiği çeşitler olmuştur. Her iki nematod türü açısından da en yüksek ur skalasına sahip olan

çeşitlerin en yüksek üreme faktörüne sahip olan çeşitler olduğu görülmüştür. Test edilen hıyar çeşitlerinde üreme faktörünün *M. arenaria*'da 5.84 ile 17.16; *M. incognita*'da ise 8.28 ile 17.84 arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 2. *Meloidogyne arenaria* veya *Meloidogyne incognita* ile bulaşık hıyar çeşitlerinin kök ağırlıklarının kontrole göre yüzde artış oranı (* t testine göre kök artışı kontrole göre $P \leq 0,05$ düzeyinde önemlidir).

Kök-ur nematodunun farklı türleri ile bulaştırılan bitkilerdeki urlanma oranına bakıldığında Venüs, Panoma ve Toskono çeşitleri dışındaki diğer 12 çeşidin, *M. incognita*'ya gösterdiği ur skalası değeri, *M. arenaria*'ya gösterdiğinden daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın, aynı çeşidin 2 farklı kök-ur nematodu türüne karşı gösterdiği urlanma oranının önemli derecede ($P \leq 0,05$) farklı olduğu çeşit sayısı 8 olup, bunlardan sadece 1 tanesinde (Venüs) *M. arenaria*'nın *M. incognita*'dan daha yüksek ur skalası değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Nematod türlerine urlanma oranı bakımından önemli farklılık gösteren çeşitlerin, köklerinde tespit edilen nematod üreme değerleri de önemli derecede farklı bulunmuştur. Bu çeşitlere ilave olarak, urlanma oranı her iki nematod türü için istatistiksel olarak aynı olan Panoma çeşidinde, *M. arenaria*'nın *M. incognita*'dan önemli derecede ($P \leq 0,05$) yüksek üreme faktörüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Her iki nematod türüne karşı farklı reaksiyon gösteren çeşitlerin 2'si (Venüs ve Panoma) dışındaki diğer 7'sinde, *M. incognita*'daki üreme faktörü diğer nematod türünden daha yüksek görülmüştür.

Çalışmada kullanılan hıyar çeşitlerinin aynı nematod türüne karşı farklı dayanıklılık reaksiyonu gösterdikleri tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan 0-10 ur skalasına göre en düşük değer 2.8 ile *M. arenaria*'ya karşı Almino çeşidinde tespit edilmiştir. Diğer bütün hıyar çeşidi-nematod türü kombinasyonlarında elde edilen ur skalası değeri 3'den büyük bulunmuştur. Farklı kök-ur nematodu popülasyonlarına tatlı patates çeşitlerinin dayanıklılığını belirlemek için Piedra-Buena et al. (2011) tarafından da aynı ur skalası kullanılmış olup, 0.1-2.9 arasındaki ur skalası değerine sahip olan çeşitler kısmen dayanıklı olarak

belirlenmiştir. Buna göre, mevcut çalışmada da Almino çeşidi *M. arenaria* türüne karşı kısmen dayanıklı olarak ifade edilebilir.

Çizelge 1. Kök-ur nematodu *Meloidogyne arenaria* veya *Meloidogyne incognita* ile bulaştırılan (1000 yumurta/bitki) hıyar çeşitlerinin kontrollü serada (25±2°C) 8 hafta yetiştirilmesi ile bitki köklerinde oluşan ur skalası ve nematod üreme değerleri¹

Çeşit	Ur Skalası (0-10) ²		Üreme Faktörü ³	
	<i>M. arenaria</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. arenaria</i>	<i>M. incognita</i>
Didim	5.40±0.54 de	6.40±0.89 b	9.76±0.98 d	12.28±1.64 bc
Prestij	6.80±0.83 f	7.60±0.89 cde	14.08±1.10 g	15.92±0.92 fg
Tigano	4.40±0.54 bcd*	6.40±0.89 b	8.72±1.26 bcd*	13.28±2.07 cd
Riva	5.40±0.89 de	6.20±0.83 b	11.64±1.52 e	12.78±1.53 cd
Venüs	6.00±1.00 ef*	3.80±0.83 a	12.08±1.44 ef*	8.28±2.11 a
Almino	2.80±0.83 a*	6.60±0.54 bc	5.84±0.45 a*	12.60±1.04 cd
Kanyon	6.80±0.44 f	7.00±0.70 bcd	14.24±1.21 g	14.08±1.25 de
Şampiyon Menderes	5.20±0.83 cde*	6.80±1.09 bc	11.40±1.51 e*	14.96±0.71 ef
Amisos	4.60±0.54 bcd*	8.40±0.89 e	9.72±0.54 d*	16.24±1.82 fgh
Eylül	6.80±0.44 f	6.80±0.44 bc	13.72±0.36 g	13.16±0.47 cd
Panoma	6.20±0.83 ef	6.00±0.70 b	13.24±1.01 fg*	10.72±0.50 b
Armada	3.60±0.89 ab*	8.00±0.70 de	7.36±0.74 b*	16.72±0.72 gh
Toskono	8.20±0.83 g	7.60±0.89 cde	17.16±1.01 h	16.92±1.01 gh
Everest	4.20±0.44 bc*	8.60±0.54 e	8.24±0.38 bc*	17.84±0.47 h
Seyhan	4.40±0.54 bcd*	8.60±0.54 e	8.92±0.60 cd*	17.32±0.57 gh

¹ Veriler 5 tekerrürün ortalaması ve standart sapma (±) olarak verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, sütun içerisinde aynı harfe sahip değerler P≤0,05 göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

² Piedra-Buena et al. (2011)' in Bridge and Page (1980)'den uyarladıkları 0-10 ur skalası

³ Üreme faktörü: Sonuç popülasyonu/Başlangıç popülasyonu

* t testine göre aynı hıyar çeşidinin nematod türlerine olan reaksiyonu önemli derecede farklıdır (P≤0,05).

Benzer şekilde, farklı bir ur skalası (0-6) kullanmak suretiyle Mukhtar et al. (2013)'da hıyar çeşitlerinin *M. incognita*'ya dayanıklılık seviyelerini, immun reaksiyon gösterenlerden (ur skalası 0), çok hassas reaksiyon gösterenlere kadar değişen 7 dayanıklılık kategorisine ayırmıştır. Buna göre denemeye aldığı 15 hıyar çeşidinden hiç birinin immun veya yüksek seviyede dayanıklılık göstermediğini, 1 çeşidin dayanıklı ve 4 çeşidin kısmen dayanıklı olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Köklerde urlanmanın olması, nematodun gelişip hayat döngüsünü tamamlayabilmesi için gerekli olan beslenme alanının başarılı bir şekilde oluştuğunun göstergesidir. Buna karşın, sadece köklerdeki urlanma oranına göre konukçuluk durumunun belirlenmesi uygun olmayabilir (Edwards et al. 1985, Fourie et al. 2012, Lopez-Gomez et al. 2015, Maleita et al. 2012). Lopez-Gomez et al. (2015), kabak köklerinde *M. incognita* ve *M. javanica*'nın aynı oranda ur oluşumuna neden olmasına rağmen, *M. incognita*'nın *M. javanica*'dan daha düşük yumurta kümesi oluşturduğunu, dolayısıyla urlanma olmasının, her zaman başarılı bir nematod gelişiminin göstergesi olmayacağını bildirmişlerdir. Dayanıklılık terimi nematodun üremesini engelleyen bitkiler için kullanılmaktadır (Aydın ve

Mennan 2011). Bu itibarla, nematoda dayanıklılık seviyesi belirlenecek bitkilerin tespit edilmesinde, ur skalası değeri yanında nematodun üreme değerlerinin de belirlenmesi gerekmektedir (Aydınlı ve Mennan 2016, Maleita et al. 2012). Çalışmada kullanılan hıyar çeşitlerinin *M. arenaria* ile *M. incognita*'ya gösterdiği konukçuluk reaksiyonları birbirinden farklıdır. Aynı bitki türüne ait farklı çeşitlerin aynı nematod popülasyonuna gösterdiği reaksiyon farklı olabileceği gibi, aynı bitki çeşidinin farklı nematod türlerine hatta aynı nematod türünün farklı popülasyonlarına karşı reaksiyonu bile farklı olabilmektedir (Aydınlı ve Mennan 2016, Lopez-Gomez et al. 2015, Maleita et al. 2012, Mukhtar et al. 2013, Piedra-Buena et al. 2011).

Özellikle sebze üreticileri, diğer hastalık ve zararlılar için olduğu gibi nematod zararından kaynaklanan verim kayıplarının önüne geçebilmek için ilk olarak kimyasal mücadeleyi tercih etmektedirler. Fakat çevreye olan zararları, birim alana maliyetinin yüksek olması ve farklı bitki türlerinde kullanılacak kimyasal seçeneğinin kısıtlı olması gibi sebepler üreticilerin diğer seçenekleri dikkate almasını zorunlu hale getirmektedir. Bu seçeneklerin başında ise dayanıklı çeşit kullanımı gelmektedir. Rotasyonda dayanıklı bitkilerin kullanılması nematod popülasyonunun giderek azalmasını sağlayabileceği ve nematisit kullanımına ihtiyaç duyulmadan hassas çeşitlerin bile yetiştiriciliğine izin verebileceği düşünülmektedir (Mukhtar et al. 2013). Hedef nematod türüne dayanıklı çeşitlerin uygun olmadığı durumlarda, üretimde kullanılacak mevcut çeşitler içerisinde nematod üremesini en az seviyede destekleyen ve daha düşük verim kaybı gösteren çeşitlerin tercih edilmesi önemli avantajlar sağlayacaktır (Ehwaeti et al. 1999). Nematod üremesine düşük oranda izin veren çeşitlerin, üretim periyodu sonunda üretim yapılan alanda oluşturacağı nematod popülasyonu, nematod üremesini yüksek oranda destekleyen çeşitlere göre oldukça düşük olacaktır. Dolayısıyla, kendilerinden sonra yetiştirilecek bitkiler için de ortamdaki başlangıç popülasyonu azalacağından verim kayıplarının da azalması sağlanabilecektir (Desaeger and Csinos 2006). Bazı durumlarda, yüksek başlangıç popülasyonunu azaltmak için kimyasal kullanımı bile gerekli olmaktadır ki bu da üretim maliyetini önemli derecede arttırmaktadır. Ayrıca, yüksek başlangıç popülasyonu bulunan alanlarda, dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi bile, yüksek seleksiyon baskısından dolayı dayanıklılığı kırabilen popülasyonların oluşması gibi istenmeyen sonuçlara da neden olabilmektedir (Castagnone-Sereno et al. 2007, Jarquin-Barberena et al. 1991, Verdejo-Lucas et al. 2013).

Yürütülen bu çalışma ile denemeye alınan hıyar çeşitlerinin kök-ur nematodunun yaygın iki türüne konukçuluk seviyeleri belirlenmiştir. Bu bağlamda, çalışma bu amaca uygun olarak kısa süreli saksı denemesi şeklinde yürütüldüğünden, deneme süresi, nematodun varlığında bitkide meydana gelebilecek verim kayıplarının ölçülebilmesi için yeterli olmamıştır (Lopez-Gomez et al. 2015). Fakat köklerdeki ırlanma oranındaki artış ve nematodun bitki köklerinde meydana getirdiği yumurta sayısının, yetiştiricilik süresine paralel olarak artacağı dikkate alınır, nematoda düşük konukçuluk seviyesi gösteren çeşitlerin üretim açısından önemli avantaj

sağlayacağı öngörülebilmektedir. Bu durumun daha belirgin bir şekilde ortaya konması için düşük konukçuluk gösteren çeşitler ile farklı koşullarda, uzun dönem saksı ve tarla denemelerinin yapılmasına ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Çalışmayı, Bilimsel Araştırma Projesi (Proje No: PYO.ZRT.1901.12.010) olarak destekleyen Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne ve hıyar tohumlarını ücretsiz temin eden Altın Tarım (Samsun)'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonymous 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 15.09.2017)
- Aydınlı G. ve Mennan S. 2011. Bitkilerde Nematodlara Dayanıklılık. Türkiye Entomoloji Bülteni, 1 (1), 35-47.
- Aydınlı G. and Mennan S. 2012. Screening Resistance Level of Brassicaceae Plants to Cabbage Cyst Nematode, *Heterodera cruciferae* Franklin, 1945 (Tylenchida: Heteroderidae). Turkish Journal of Entomology, 36 (1), 3-10.
- Aydınlı G. ve Mennan S. 2016. Bazı Brassicaceae Bitkilerinin *Meloidogyne arenaria* (Neal) ve *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) (Tylenchida: Meloidogynidae)'ya Konukçuluk Seviyeleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 40 (2), 197-208.
- Aydınlı G. and Mennan S. 2016. Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) from Greenhouses in the Middle Black Sea Region of Turkey. Turkish Journal of Zoology, 40, 675-685.
- Bridge J. and Page S.L.J. 1980. Estimation of Root-Knot Nematodes Infestation Levels Using a Rating Chart. Tropical Pest Management, 26, 296-298.
- Castagnone-Sereno P., Bongiovanni M. and Wajnberg E. 2007. Selection and Parasite Evolution: A Reproductive Fitness Cost Associated with Virulence in the Parthenogenetic Nematode *Meloidogyne incognita*. Evolutionary Ecology, 21, 259-270.
- Cetintas R. and Cakmak B. 2016. *Meloidogyne* Species Infesting Tomatoes, Cucumbers and Eggplants Grown in Kahramanmaraş Province, Turkey. Turkish Journal of Entomology, 40 (4), 355-364.
- Desaeger J.A. and Csinos A.S. 2006. Root-Knot Nematode Management in Double-Cropped Plasticulture Vegetables. Journal of Nematology, 38 (1), 59-67.
- Devran Z. and Söğüt M.A. 2009. Distribution and Identification of Root-Knot Nematodes from Turkey. Journal of Nematology, 41 (2), 128-133.
- Edwards W.H., Jones R.K. and Schmitt D.P. 1985. Host Suitability and Parasitism of Selected Strawberry Cultivars by *Meloidogyne hapla* and *M. incognita*. Plant Disease, 69, 40-42.

- Ehwaeti M.E., Fargette M., Phillips M.S. and Trudgill D.L. 1999. Host Status Differences and Their Relevance by *Meloidogyne incognita*. *Nematology*, 1, 421-432.
- Elekçioğlu I.H., Ohnesorge B., Lung G. and Uygun N. 1994. Plant Parasitic Nematodes in the Mediterranean Region of Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 22, 59-63.
- Fourie H., Mc Donald A.H., Mothata T.S., Ntidi K.N. and De Waele D. 2012. Indications of Variation in Host Suitability to Root-Knot Nematode Populations in Commercial Tomato Varieties. *African Journal of Agricultural Research*, 7, 2344-2352.
- Greco N. and Di Vito M. 2009. Population Dynamics and Damage Levels. In: Perry R.N., Moens M., Starr J.L. (eds). *Root-Knot Nematodes*, pp. 246-274. CAB International, Wallingford, UK.
- Hussey R.S. and Barker K.R. 1973. A Comparison of Methods of Collecting Inocula of *Meloidogyne* spp., Including a New Technique. *Plant Disease Reporter*, 57, 1025-1028.
- Jarquín-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.
- Karssen G., Wesemael W. and Moens M. 2013. Root-knot nematodes. In: Perry R.N., Moens M. (eds). *Plant Nematology*, 2nd ed., pp. 73-108. CAB International, Wallingford, UK.
- Kaşkavalcı G. ve Öncüler C. 1999. Aydın İlinin 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.
- Kurtar E.S., Balkaya A., Göçmen M. ve Karaağaç O. 2017. Hıyara (*Cucumis sativus* L.) Anaç Olabilecek Ümitvar Kabak (*Cucurbita* spp.) Genotiplerinde Işınlanmış Polen Tekniği ile Dihaploidizasyon. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (1), 34-41.
- Li X. Z. and Chen S. X. 2017. Screening and Identification of Cucumber Germplasm and Rootstock Resistance against the Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*). *Genetics and Molecular Research*, 16 (2), gmr16029383.
- Lopez-Gomez M., Flor-Peregrin E., Talavera M. and Verdejo-Lucas S. 2015. Suitability of Zucchini and Cucumber Genotypes to Populations of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, and *M. javanica*. *Journal of Nematology*, 47(1), 79-85.
- Lopez-Gomez M., Talavera M. and Verdejo-Lucas S. 2016. Differential Reproduction of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* in Watermelon Cultivars and Cucurbit Rootstocks. *Plant Pathology*, 65, 145-153.
- Lopez-Perez J.A., Roubtsova T. and Ploeg A. 2005. Effect of Three Plant Residues and Chicken Manure Used As Biofumigants at Three Temperatures on *Meloidogyne incognita* Infestation of Tomato in Greenhouse Experiments. *Journal of Nematology*, 37 (4), 489-494.

- Maleita C., Curtis R., Powers S. and Abrantes I. 2012. Host Status of Cultivated Plants to *Meloidogyne hispanica*. *European Journal of Plant Pathology*, 133, 449-460.
- Manzanilla-Lopez R. H., Kenneth E. and Bridge J. 2004. Plant Diseases Caused by Nematodes. In: Chen Z.X., Chen S.Y., Dickson D.W. (eds). *Nematology-Advances and Perspectives. Volume II: Nematode Management and Utilization*, pp. 637-716, CABI Publishing, Cambridge.
- Mennan S. ve Ecevit O. 1996. Bafra ve Çarşamba Ovaları Yazlık Sebze Ekim Alanlarındaki Kök-ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın Biyolojisi, Yayılışı ve Bulaşıklık Oranları Üzerine Araştırmalar. Türkiye III. Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylül 1996, Ankara, 700-705.
- Mukhtar T., Kayani Z. and Hussain M.A. 2013. Response of Selected Cucumber Cultivars to *Meloidogyne incognita*. *Crop Protection*, 44, 13-17.
- Nyczepir A.P. and Thomas S. H. 2009. Current and Future Management Strategies in Intensive Crop Production Systems. In: Perry R.N., Moens M., Starr J.L. (eds). *Root-Knot Nematodes*, pp. 412-443, CAB International, Wallingford, UK.
- Özarslandan A. ve Elekçioğlu İ.H. 2010. Türkiye'nin Farklı Alanlarından Alınan Kök-Ur Nematodu Türlerinin (*Meloidogyne* spp.) (Nemata: Meloidogynidae) Moleküler ve Morfolojik Tanılama ile Belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34 (3), 323-335.
- Pattison A.B., Versteeg C., Akiew S. and Kirkegaard J. 2006. Resistance of Brassicaceae Plants to Root-Knot Nematode (*Meloidogyne* spp.) in Northern Australia. *International Journal of Pest Management*, 52 (1), 53-62.
- Piedra-Buena A., López-Pérez J.A., Díez-Rojo M.A., Robertson L., Castro-Lizaso I. and Bello A. 2011. Screening of Three Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Cultivars for Resistance to Different Virulence Groups of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) Under Controlled Conditions. *Crop Protection*, 30, 134-140.
- Sasser J.N. 1980. Root-Knot Nematodes: A Global Menace to Crop Production. *Plant Disease*, 64 (1), 36-41.
- Sasser J.N., Eisenback J.D. and Carter C.C. 1983. The International Meloidogyne Project- Its Goals and Accomplishments. *Annual Review of Phytopathology*, 21, 271-288.
- 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.
- Söğüt M.A. ve Elekçioğlu İ.H. 2000. Akdeniz Bölgesi'nde Sebze Alanlarında Bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata:Heteroderidae) Türlerinin Irklarının Belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24 (1), 33-40.
- Taylor L.R., Sasser J.N. and Nelson L.A. 1982. Relationships of Climate and Soil Characteristics to Geographical Distribution of *Meloidogyne* Species in Agricultural Soils. Cooperative Publication, Department of Plant Pathology, North Carolina State University and US Agency for International Development, Raleigh, North Carolina, 65 p.

- Trudgill D.L. and Blok V.C. 2001. Apomictic Polyphagous Root Knot Nematodes: Exceptionally Successful and Damaging Biotrophic Root Pathogens. Annual Review Phytopathology, 39, 53-77.
- Verdejo-Lucas S., Blanco M., Cortada L. and Sorribas F.J. 2013. Resistance of Tomato Rootstocks to *Meloidogyne arenaria* and *Meloidogyne javanica* under Intermittent Elevated Soil Temperatures above 28 °C. Crop Protection, 46, 57-62.
- Wang C. and Roberts P. A. 2006. A Fusarium Wilt Resistance Gene in *Gossypium barbadense* and Its Effect on Root-Knot Nematode-Wilt Disease Complex. Phytopathology, 96, 727-734.
- Wesemael W.M.L., Viaene N. and Moens M. 2011. Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. Nematology, 13 (1), 3-16.