

## Bazı Biber (*Capsicum annuum* L.) Çeşitlerinin *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 ve *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae)'nın Farklı Popülasyon Yoğunluklarındaki Reaksiyonları\*

Tuğçenur ARSLAN<sup>1</sup>, Gökhan AYDINLI<sup>2\*\*</sup>, Sevilhan MENNAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bitki Koruma Programı, Bafra-Samsun, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 29.07.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 17.10.2023

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

 orcid.org/0000-0001-5537-0015  orcid.org/0000-0002-3280-0411  orcid.org/0000-0002-4346-8100

\*\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: gokhanay@omu.edu.tr

**Öz:** Bu çalışma, kök-ur nematodu türleri *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 ve *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949'nın farklı başlangıç popülasyon yoğunluklarına (0, 500, 5000 yumurta/bitki) dört farklı biber (*Capsicum annuum* L.) çeşidinin (California Wonder, Çağlayan F1, Hazine F1, Uslu F1) reaksiyonlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, saksı denemesi, kontrollü serada (25±2 °C) tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü yürütülmüş ve deneme bir kez tekrarlanmıştır. Nematod inokulasyonundan 8 hafta sonra, bitki gelişim kriterleri (yaprak sayısı, bitki boyu, gövde yaş ve kuru ağırlığı, kök ağırlıkları) değerlendirilmiştir. Köklerdeki ırlanma oranı 0-10 skalasına göre değerlendirilmiş, köklerden elde edilen yumurtalar sayılarak nematod üreme faktörü hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, *M. javanica*'nın düşük inokulum yoğunluğu (500 yumurta/bitki) ile bulaştırılan Hazine F1 çeşidindeki yaprak sayısı hariç, bitki gelişim kriterleri nematod uygulamalarından negatif olarak etkilenmemiştir. Biber çeşitlerinin köklerindeki ırlanma oranı, yüksek başlangıç popülasyon yoğunluğunda (5000 yumurta/bitki) genellikle artmasına rağmen, *M. arenaria* ile bulaştırılan Uslu F1 çeşidinde ve *M. javanica* ile bulaştırılan California Wonder çeşidinde önemli seviyede değişmemiştir. Ayrıca, bu iki biber çeşidi, her iki nematod türüne de dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Çağlayan F1 ve Hazine F1 çeşidi ise *M. javanica*'ya hassas, *M. arenaria* karşı dayanıklı reaksiyon sergilemiştir. Bu nematod türleri ile bulaşık alanlarda dayanıklı biber çeşitlerin kullanılması, nematod mücadelesi açısından önemli bir avantaj sağlayacaktır. Buna karşın, biber çeşitlerinin dayanıklılık durumunun nematod popülasyonuna göre değişebileceği dikkate alınmalı ve bu nematod türleri ile bulaşık alanlarda önerilmeden önce bu nematod türlerinin farklı popülasyonları ile testlenerek dayanıklılığın stabil olup olmadığı araştırılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Biber, dayanıklılık, kök-ur nematodu, popülasyon yoğunluğu

## The Reactions of Some Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars to Different Population Densities of *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 and *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae)

**Abstract:** This study was conducted to determine the reactions of four different pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars (California Wonder, Çağlayan F1, Hazine F1, Uslu F1) to the different initial population densities (0, 500, 5000 eggs/plant) of root-knot nematode species *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 and *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Pot experiment was designed in a controlled greenhouse (25±2°C) as a randomized complete blocks design with four replications and the experiment was repeated once. Plant growth criteria (number of leaves, plant height, stem

\*: Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen birinci yazara ait "Bazı Domates (*Solanum lycopersicum* Mill.) ve Biber (*Capsicum annuum* L.) Çeşitlerinin *Meloidogyne arenaria* (Neal) ve *Meloidogyne javanica* (Treub) (Tylenchida: Meloidogynidae)'nın Farklı Popülasyon Yoğunluklarındaki Dayanıklılık Seviyeleri" isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir. Çalışma, 09-13 Eylül 2018 tarihlerinde Gent (Belçika)'de düzenlenen 33. Avrupa Nematologlar Derneği Sempozyumu (33th Symposium of the European Society of Nematologists)'nda poster bildirisi olarak sunulmuş olup, adı geçen kongre bildiriler kitabında özet metni yayınlanmıştır.

fresh weight, stem dry weight, root weight) were evaluated 8 weeks after nematode inoculation. Roots were rated 0 to 10 scales for gall index, the eggs obtained from roots were counted and the nematode reproduction factor was calculated. As a result of the study, none of the plant growth criteria were not negatively affected by the presence of nematodes, with the exception of the number of leaves in Hazine F1 infected with the low inoculum density (500 eggs/plant) of *M. javanica*. Although the galling rates in the roots of pepper cultivars generally increased with the high population density (5000 eggs/plant), it was not significantly changed in Uslu F1 inoculated with *M. arenaria* and California Wonder inoculated with *M. javanica*. In addition, these two pepper cultivars showed resistance to both nematode species. Çağlayan F1 and Hazine F1 cultivars exhibited a susceptible reaction to *M. javanica* but a resistant reaction to *M. arenaria*. The use of resistant pepper cultivars in fields infested with these nematode species will provide an important advantage in nematode control. On the other hand, it should be taken into account that the resistance status of pepper cultivars may vary according to the nematode population, and it should be tested with different populations of these nematode species to determine whether the resistance is stable before recommending them in areas infested with these nematode species.

**Keywords:** Pepper, resistance, root-knot nematode, population density

## 1. Giriş

Solanaceae (Patlıcangiller) familyası içerisinde yer alan biber (*Capsicum annuum* L.), taze sofralık ve sanayide işlenerek tüketilecek şekilde ticari olarak üretimi yapılan önemli sebze türlerinden biridir. Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre domates ve karpuzdan sonra en fazla üretimi yapılan sebze türü olan biber, yaklaşık 3.1 milyon ton üretim miktarı ile dünya biber üretiminde Çin’in ardından ikinci sırada yer almaktadır (Anonymous, 2023). Türkiye’de biber üretimi kapyra, dolmalık, sivri ve Çarliston olmak üzere 4 farklı biber çeşidi şeklinde 802.389 dekar alanda yetiştirilmektedir (Anonim, 2023). Üretim alanının büyüklüğü bakımından 2021 verilerine göre en önemli biber üreticisi iller arasında Çanakkale, Antalya, Samsun, Bursa ve Manisa yer almaktadır (Anonim, 2023).

Biber üretiminde kayıplara neden olan önemli zararlıların başında kök-ur nematodları gelmektedir (Wang ve ark., 2009; Bommalinga ve ark., 2013). Bommalinga ve ark. (2013) tarafından biber çeşitlerinde, kök-ur nematodundan kaynaklanan verim kaybını % 15 olarak belirtirken; Türkiye’de ise nematodla mücadele yapılmayan biber seralarındaki verim kaybının % 80’e ulaşabildiği bildirilmiştir (Söğüt ve Elekçioğlu, 2007). Bu zarar oranı, nematodun türü, nematod popülasyon yoğunluğu ve bitki çeşidine göre değişmektedir (Lindsey ve Clayshulte, 1982; Mekete ve ark., 2003; Moosavi, 2015). Farklı biber çeşit veya hatlarının kök-ur nematodlarının değişik türlerine karşı reaksiyonlarının da farklı olduğu çok sayıda araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Di Vito ve ark., 1993; Djian-Caporalino ve ark., 1999; Kokalis-Burelle ve ark., 2009; Sanchez-Solana ve ark., 2016; Putri ve ark., 2020). Türkiye’de yapılan çalışmalarda da benzer şekilde biber çeşitlerinin kök-ur nematodu türlerine veya aynı türün farklı popülasyonlarına karşı değişen reaksiyonlar sergiledikleri tespit edilmiştir (Özarslandan ve Elekçioğlu, 2003; Özarslandan ve ark., 2015; Göze Özdemir ve Uysal, 2018a, b; Gürkan ve ark., 2018). Bu çalışmalarda, farklı

biber çeşit ve hatlarının dayanıklılık reaksiyonları, Akdeniz Bölgesi’ndeki sebze üretim alanlarında yaygın görülen *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 ve *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949’ya karşı değerlendirilmiştir. Türkiye’de bu iki tür dışında yaygın olarak görülen diğer önemli kök-ur nematodu türü *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 ise Orta Karadeniz Bölgesi’ndeki sebze seralarında yoğunluk göstermektedir (Aydınlı ve Mennan, 2016). Buna karşın, Türkiye’de tespit edilen *M. arenaria* popülasyonlarına biber çeşitlerinin reaksiyonu ile ilgili bilgi, kök-ur nematodu türlerinin ırkları belirlemek için yapılan çalışmalarda kullanılan Kuzey Karolina konukçu testi bitkilerinden biri olan California Wonder biber çeşidi ile sınırlıdır (Kati ve Mennan, 2006; Devran ve Söğüt, 2011). Kati ve Mennan (2006) tarafından yapılan çalışmada, Samsun ilindeki seralarda tespit edilen *M. arenaria* popülasyonlarından sadece ikisi, konukçu testinde kullanılmış ve bunlardan biri bu biber çeşidinde üreme göstermiştir. Batı Akdeniz Bölgesi seralarından elde edilen 6 farklı *M. arenaria* popülasyonundan ise sadece 2’si biberde gelişme göstermiştir (Devran ve Söğüt, 2011).

Türkiye’nin önemli biber üreticisi konumunda olan Samsun ilinde, biber üretimi hem tarlada hem de örtüaltında yapılmakta olup, diğer sebze türlerinin üretiminin de yapıldığı bu alanların bir bölümünün kök-ur nematodu ile bulaşık oldukları bilinmektedir (Mennan ve Ecevit, 1996; Kati ve Mennan, 2006; Aydınlı ve Mennan, 2016; Aydınlı, 2018). Buna karşın, bölgede tarımı yapılan biber çeşitlerinin kök-ur nematodu türlerine reaksiyonları konusunda çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, kök-ur nematodları ile bulaşık alanlarda biber tarımından vazgeçmek istemeyen üreticilere, ekim alanının bulaşıklık seviyesine de bağlı olarak çeşit seçiminde tavsiyeler üretebilmek için planlanmıştır. Bu nedenle bu çalışmada, bölgede yoğun olarak

tercih edilen biber (*C. annuum*) çeşitlerinin, *M. arenaria* ve *M. javanica*'nın iki farklı popülasyon yoğunluğundaki reaksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma yeri, bitki materyali ve nematod popülasyonları

Çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'ne ait sıcaklık kontrollü seralarda yürütülmüştür. Çalışmanın nematod materyalini Aydınlı ve Mennan (2016) tarafından ürettiği seralarındaki kök-ur nematodu ile bulaşık hıyar bitkisi köklerinden saflaştırılan ve saksıda seri kültür olarak domates bitkilerinde muhafaza edilen *M. arenaria* ve *M. javanica* popülasyonları, bitki materyalini ise yörede yaygın olarak yetiştirilen Çağlayan F1, Hazine F1, Uslu F1 ve California Wonder biber (*C. annuum*) çeşitleri oluşturmuştur. Biber çeşitlerinin fideleri, bölgede fide üretimi yapan bir firmadan (Agrosam Tarımsal Pazarlama Ltd. Şti., Tekkeköy, Samsun) temin edilmiştir.

### 2.2. Deneme bitkilerinin yetiştirilmesi

Denemede kullanılan topraklar (1:1 kum ve toprak karışımı), 2,5 saat 165 °C sıcaklıkta tutularak steril edilmiştir. Bütün fideler, steril toprak ve kumdan hazırlanmış karışım bulunan 500 ml hacmindeki plastik saksılara, saksı başına 1 adet olacak şekilde şaşırtılmıştır. Bitkiler, nematod ile bulaştırılana kadar denemenin yürütüldüğü sıcaklık kontrollü serada (25±2 °C sıcaklık ve % 60 nem) günlük bakımları yapılarak yetiştirilmiştir.

### 2.3. Nematod inokulumlarının elde edilmesi

Kontrollü serada seri kültür bitkisi olan hassas domates çeşidinde (Falcon) kültüre alınan nematod popülasyonlarından, çalışma için gerekli inokulumun elde edilebilmesi için yeteri kadar domates bitkisi sökülüp ve kökleri yıkandıktan sonra 1-2 cm boyunda kesilmiştir. Bitki kök parçaları, içerisinde % 10'luk çamaşır suyu solüsyonu bulunan cam erlenmayerde 3 dakika çalkalandıktan sonra 200 ve 500 Mesh'lik eleklerden geçirilerek, alttaki 500 Mesh'lik elek üzerinde kalan nematod yumurtaları, piset yardımıyla cam beherler içerisine toplanmıştır (Hussey ve Barker, 1973). Elde edilen solüsyondan, 10 defa 1 ml çekilerek stereo mikroskop altında yumurta sayımları yapılmış ve deneme için gerekli inokulum yoğunlukları ayarlanmıştır. Bu işlemler, her iki nematod türü için ayrı ayrı tekrarlanmıştır.

### 2.4. Bitkilerin kök-ur nematodları ile inokulasyonu

İnokulasyon için hazırlanan nematod yumurtaları, her bitkiye 500 ve 5000 yumurta olacak şekilde, 2 farklı başlangıç popülasyon yoğunluğunda (Pi), saksıda kök bölgesine açılan deliklere verilmiştir. Nematod yumurtası yerine aynı miktarda su verilen bitkiler ise kontrol (0 yumurta/bitki) olarak kullanılmıştır. Bulaştırmalardan sonra, saksılar 25±2 °C sıcaklık ve % 60 neme sahip kontrollü sera içinde tutularak günlük bakımları yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak düzenlenmiş olup, aynı koşullar altında bir defa da tekrarlanmıştır.

### 2.5. Denemenin değerlendirilmesi

Kök-ur nematodu yumurtalarının yapay olarak bulaştırılmasından 8 hafta sonra, bitkilerin yaprak sayısı, bitki boyu, gövde yaş ağırlığı kaydedilmiştir. Bitkilere ait gövde kuru ağırlıkları ise bitkiler 80 °C etüvde 48 saat tutulduktan sonra belirlenmiştir. Kökler dikkatlice yıkanarak tartılmış ve her bitkiye ait kök yaş ağırlığı kaydedilmiştir. Köklerdeki ortalama oranı 0-10 ur skalasına göre değerlendirilmiştir (Bridge ve Page, 1980). Köklerdeki yumurtaların elde edilmesi için "Blender-Elek" yöntemi kullanılmıştır (Cortada ve ark., 2008). Uygulamalardan elde edilen yumurtalar, mikroskop altında sayılarak, her bir nematod türünün farklı popülasyon yoğunluklarının, bitki köklerinde meydana getirdiği toplam yumurta sayısı (sonuç popülasyonu) belirlenmiştir. Ayrıca, sonuç popülasyon (Pf) değerinin başlangıç popülasyonuna (Pi) bölünmesi ile nematoda ait üreme faktörü (Rf= Pf/Pi) hesaplanmıştır.

### 2.6. İstatistiksel analizler

Veriler SAS (SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA) istatistik programında analiz edilmiştir (Steel ve Torrie, 1980). Her iki denemeden elde edilen verilere iki yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Denemeler ve bitki çeşitleri arasında önemli bir interaksiyon bulunmadığından her iki denemenin verileri birleştirilerek değerlendirilmiştir. Veriler analiz edilmeden önce, gram kökteki yumurta sayılarına Log<sub>10</sub>(x+1) transformasyonu uygulanmıştır. Her bir nematod türü için farklı inokulum yoğunluklarının bitki gelişimine etkisini değerlendirmek için biber çeşitleri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Buna karşın, nematod zararı (ur skalası) ve üremesinin değerlendirilmesi için alınan veriler ise her nematod inokulum yoğunluğu için ayrı ayrı analiz edilerek, biber çeşitleri kıyaslanmıştır. Biber çeşitleri arasındaki farklılıklar Tukey çoklu

karşılaştırma testine göre % 5 önem seviyesinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, her bir biber çeşidi için iki farklı inokulum yoğunluğunda elde edilen değerler t testi ile kıyaslanmıştır.

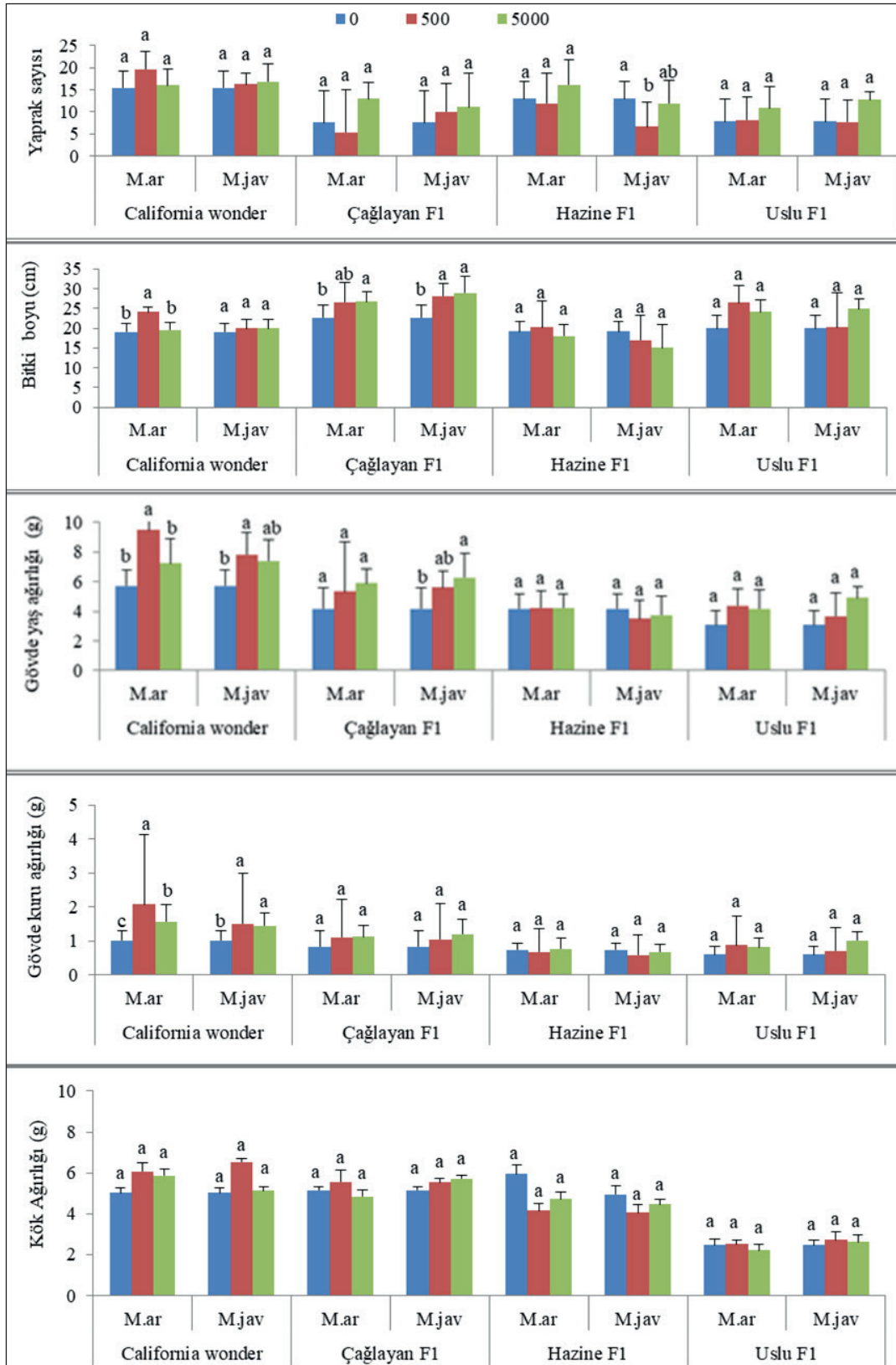
### 3. Bulgular

Çalışmada ele alınan bitki gelişim kriterlerinden yaprak sayısının, sadece *M. javanica* bulaştırılan biber çeşidi Hazine F1'de istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Bu bitki-nematod kombinasyonunda 500 yumurta ile bulaştırılan uygulamadan elde edilen yaprak sayısı, nematod bulaştırılmayan kontrol uygulanmasından daha azdır. Bitki boyu bakımından ise *M. arenaria* ile bulaştırılan biber çeşitlerinden California Wonder ve Çağlayan F1, *M. javanica* ile bulaştırılanlardan ise sadece Çağlayan F1, değişen nematod inokulum yoğunluklarından etkilenmiş olup, nematod inokulum yoğunluklarından en az birinde bitki boyu kontrole göre artış göstermiştir ( $p<0.05$ ). Benzer bir artış eğilimi, California Wonder çeşidinde her iki nematod türü için de tespit edilmiştir. Bu biber çeşidinde, *M. arenaria*'nın 500 yumurtası ile bulaştırılan bitkilerde elde edilen gövde yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı değeri, bitki boyunda olduğu gibi diğer uygulamalardan (0 ve 5000 yumurta/bitki) önemli seviyede yüksek bulunmuştur. Aynı bitkinin bu iki gelişim kriteri bakımından *M. javanica* ile bulaştırılan uygulamaları arasında ise istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Çağlayan F1 çeşidinde ise *M. javanica*'nın yüksek inokulum yoğunluğunun (5000 yumurta/bitki) kullanıldığı bitkilerde elde edilen gövde yaş ağırlığı kontrol grubuna göre önemli seviyede yüksek saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Kök ağırlığı bakımından ise denemeye alınan biber çeşitlerinin tamamında, nematod uygulamaları ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ) (Şekil 1).

*Meloidogyne arenaria* türünün iki farklı inokulum yoğunluğu ile bulaştırılan biber çeşitlerinde genel olarak küçük ve az sayıda ur oluşumu saptanmıştır (Tablo 1). Buna karşın, Uslu F1 çeşidi dışındaki biber çeşitlerinde yüksek inokulum yoğunluğundaki (5000 yumurta/bitki) urlanma oranı önemli seviyede artmıştır ( $p<0.05$ ). Uslu F1 çeşidinde, sadece yüksek inokulum yoğunluğunda bazı bitki köklerinde urlar tespit edilmiş olup, bunlar gözle zor fark edilebilecek küçük urlardır. Ayrıca, ur skalası bakımından diğer çeşitlerden istatistiksel olarak farklılık gösteren bu çeşit, nematod üremesine de izin vermeyerek diğer çeşitlerden farklılaşmıştır ( $p<0.05$ ). Bu nematod türü ile bulaştırılan diğer biber çeşitlerinde ise ur skalası bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiş olmasına rağmen,

Hazine F1 çeşidinin gram kök başına düşen yumurta sayısı bakımından her iki inokulum yoğunluğunda da diğerlerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Hazine F1 çeşidi dışındaki diğer çeşitlerde, iki farklı inokulum yoğunluğunda tespit edilen gram kökteki yumurta sayısı değerleri arasında önemli bir artış saptanmamıştır ( $p>0.05$ ). Üreme faktörü değerlerine bakıldığında ise sadece düşük inokulum yoğunluğunda (500 yumurta/bitki), *M. arenaria*'nın Hazine F1 çeşidinde çoğalabildiği ( $Rf>1$ ) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Hazine F1 çeşidinde tespit edilen değer ( $Rf= 1.7$ ) ile Çağlayan F1'deki ortalama  $Rf$  değeri (0.9) istatistiksel olarak farklı değildir ( $p>0.05$ ). Çağlayan F1 çeşidindeki bazı bitkilerde de 1'in üzerinde  $Rf$  değeri saptanmıştır. Diğer taraftan *M. arenaria* türünün yüksek inokulum yoğunluğu (5000 yumurta/bitki) ile bulaştırılan biber çeşitlerinin tamamında nematodun çoğalamadığı ( $Rf<1$ ) tespit edilmiştir. Buna karşın, Uslu F1 çeşidi dışındaki diğer çeşitlerde düşük ve yüksek inokulum yoğunluklarında elde edilen  $Rf$  değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık saptanmıştır ( $p<0.05$ ) (Tablo 1).

Denemeye alınan biber çeşitlerinin *M. javanica* türüne reaksiyonu değerlendirildiğinde, Uslu F1 çeşidinin *M. arenaria*'da olduğu gibi, diğer çeşitlerden farklılaştığı görülmektedir (Tablo 2). Uslu F1 çeşidinde, sadece *M. javanica*'nın yüksek inokulum yoğunluğunda (5000 yumurta/bitki) ur ve yumurta tespit edilmiştir. Yüksek inokulum yoğunluğunda, Uslu F1 çeşidinde tespit edilen urlanma oranı ve gram kökteki yumurta sayısı California Wonder çeşidi ile benzerdir ( $p>0.05$ ). Ayrıca Uslu F1 ve California Wonder biber çeşitlerindeki  $Rf$  değerleri de her iki inokulasyon yoğunluğunda da istatistiksel olarak farksız olup ( $p>0.05$ ), diğer iki çeşidin aksine nematodun üremesine izin vermedikleri ( $Rf<1$ ) tespit edilmiştir. *Meloidogyne javanica*'nın yüksek inokulum yoğunluğunda, en yüksek urlanma oranı Çağlayan F1 çeşidinde tespit edilirken, diğer çeşitler arasında urlanma oranı bakımından istatistiksel önemde bir farklılık bulunmamıştır. *Meloidogyne javanica*'nın başlangıç inokulum yoğunluğundaki artış, California Wonder çeşidindeki urlanma oranı hariç, denemeye alınan bütün biber çeşitlerinde urlanma oranı ile gram kökteki yumurta sayısında önemli bir artışa neden olmuştur ( $p<0.05$ ). Özellikle yüksek inokulum yoğunluğunda Çağlayan F1 çeşidinde tespit edilen gram kökteki yumurta sayısı ile  $Rf$  değeri, diğer çeşitlerden önemli seviyede yüksektir. Bu biber çeşidi, düşük inokulum yoğunluğunda da nematod üremesi ile ilgili bu iki parametre bakımından ile Hazine F1 biber çeşidi ile birlikte diğer çeşitlerden daha yüksek değerlere ulaşmıştır (Tablo 2).



Şekil 1. *Meloidogyne arenaria* (M. ar) ve *Meloidogyne javanica* (M. jav)'nın farklı başlangıç popülasyon yoğunluklarının (0, 500, 5000 yumurta/bitki) bitki gelişimine etkisi\*

Figure 1. The effect of different initial population densities (0, 500, 5000 eggs/plant) of *Meloidogyne arenaria* (M. ar) and *Meloidogyne javanica* (M. jav) on plant growth\*

\*: Her bir nematod türü-bitki çeşidi kombinasyonunda aynı harflere sahip değerler Tukey testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05)

**Tablo 1. *Meloidogyne arenaria*'nın farklı başlangıç popülasyon yoğunlukları (500 ve 5000 yumurta/bitki) ile bulaştırılan biber çeşitlerinde tespit edilen ur skalası (0-10), gram kök başına düşen yumurta sayısı ve nematod üreme faktörü<sup>1</sup>**

Table 1. Gall index (0-10), number of eggs per gram of root, and nematode reproduction factor detected in pepper cultivars infected with different initial population densities (500 and 5000 eggs/plant) of *Meloidogyne arenaria*<sup>1</sup>

Biber çeşidi	Ur skalası (0-10)		Yumurta sayısı / gram kök		Üreme faktörü	
	500	5000	500	5000	500	5000
California Wonder	0.6±0.5 a*	1.4±0.5 a	37.1±43.0 bc	49.5±60.6 bc	0.5±0.5 b*	0.1±0.0 b
Çağlayan F1	0.6±0.7 a*	1.3±0.4 a	66.7±75.1 b	101.1±116.8 b	0.9±0.9 ab*	0.1±0.1 b
Hazine F1	1.0±0.0 a*	1.4±0.5 a	213.4±91.2 a*	689.1±339.8 a	1.7±1.0 a*	0.6±0.2 a
Uslu F1	0.0±0.0 b	0.3±0.4 b	0.0±0.0 c	0.0±0.0 c	0.0±0.0 c	0.0±0.0 b

<sup>1</sup>: Her bir sütunda aynı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklar Tukey testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05), \*: Her bir bitki çeşidinde iki farklı inokulum yoğunluğunda elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar t testine göre istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

**Tablo 2. *Meloidogyne javanica*'nın farklı başlangıç popülasyon yoğunlukları (500 ve 5000 yumurta/bitki) ile bulaştırılan biber çeşitlerinde tespit edilen ur skalası (0-10), gram kök başına düşen yumurta sayısı ve nematod üreme faktörü<sup>1</sup>**

Table 2. Gall index (0-10), number of eggs per gram of root, and nematode reproduction factor detected in pepper cultivars infected with different initial population densities (500 and 5000 eggs/plant) of *Meloidogyne javanica*<sup>1</sup>

Biber çeşidi	Ur skalası (0-10)		Yumurta sayısı / gram kök		Üreme faktörü	
	500	5000	500	5000	500	5000
California Wonder	1.0±0.0 b	1.3±0.4 b	31.0±33.4 b*	306.8±189.8 c	0.5±0.5 b	0.3±0.2 c
Çağlayan F1	1.9±0.8 a*	2.9±0.6 a	437.6±385.3 a*	2398.3±2123.8 a	4.8±4.0 a*	2.2±0.9 a
Hazine F1	1.0±0.0 b*	1.8±0.8 b	698.6±184.4 a*	1101.7±418.6 b	5.5±0.8 a*	1.0±0.3 b
Uslu F1	0.0±0.0 c*	1.4±0.5 b	0.0±0.0 c*	445.8±171.5 c	0.0±0.0 b	0.2±0.1 c

<sup>1</sup>: Her bir sütunda aynı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklar Tukey testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05), \*: Her bir bitki çeşidinde iki farklı inokulum yoğunluğunda elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar t testine göre istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Samsun ilinde yaygın olarak üretilen farklı biber çeşitlerinin *M. arenaria* ve *M. javanica*'nın iki farklı popülasyon yoğunluğuna reaksiyonlarının araştırıldığı bu çalışmada, *M. javanica*'nın düşük inokulum yoğunluğu ile bulaştırılan Hazine F1 çeşidindeki yaprak sayısı hariç, değerlendirmeye alınan toprak üstü aksama ait bitki gelişim kriterlerinden hiçbirisi nematod varlığından olumsuz etkilenmemiştir. Bu sonucun en önemli nedenlerinden birisi, bitkinin topraktan su ve besin maddelerinin alımını sağlayan köklerin fonksiyonunu bozabilecek düzeyde yüksek oranda ırlanmanın olmamasıdır. Biber köklerindeki ırlar, genellikle küçük, az sayıda ve ana kök dışındaki kökler üzerinde tespit edilmiştir. Az sayıdaki nematod-bitki kombinasyonda ise özellikle düşük nematod yoğunluğunda bazı gelişim kriterlerinde artış saptanmıştır. Benzer şekilde, *M. javanica* ile bulaştırılan biberde (Madamba ve ark., 1965), *M. graminicola* ile bulaştırılan çeltikte (Prot ve ark., 1994) ve *M. hapla* ile bulaştırılan çeşitli sebze türlerinde (Olthof ve Potter, 1972) düşük nematod yoğunluğunun bitki gelişimini hafif uyardığı rapor edilmiştir. Bu gelişimindeki iyileşme, nematod saldırısına tepki olarak belirli bitki büyüme düzenleyicilerinin üretilmesinin sonucu ortaya çıkabilir (Tandingan ve ark., 1996). Ayrıca,

bitkilerin büyümesini etkileyen nematod popülasyon yoğunluklarındaki farklılıklar, nematod türlerinin ve bitki çeşitlerinin davranışlarındaki farklılıklardan kaynaklanabilir (Kayani ve ark., 2017). Diğer taraftan, denemeye alınan biber bitkilerinin nematod üremesine gösterdikleri tepkiye göre dayanıklılık durumunu belirlemek amacıyla yürütülen saksı denemelerindeki yetiştiricilik süresinin kısmen kısa olması, nematodun varlığında bitkide meydana gelebilecek verim kayıplarının ölçülebilmesi için yeterli olmayabilir (López-Gómez ve ark., 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 çeşitler, üretim açısından önemli avantaj sağlayacaktır.

Bitkilerin nematoda dayanıklılık durumu, nematodun köklerdeki üreme durumuna göre değerlendirilmekte ve nematodun üremesine izin vermeyen (Rf<1) bitkiler dayanıklı olarak kabul edilmektedir (Sasser ve ark., 1984). Bu çalışmadaki biber çeşitlerinden Uslu F1 ve California Wonder biber çeşitleri, denemede kullanılan her iki nematod inokulum yoğunluğunda da *M. arenaria* ve *M. javanica*'ya

karşı dayanıklılık sergilemiştir. Çağlayan F1 ve Hazine F1 çeşitleri ise *M. javanica*'ya karşı hassas, *M. arenaria* türüne karşı ise dayanıklı reaksiyon sergilemiştir. Bu çeşitlerden Hazine F1 çeşidinin *M. arenaria*'nın düşük inokulum yoğunluğundaki Rf değeri 1'in üzerinde olmasına rağmen, yüksek nematod yoğunluğunda bu değer azaldığı için bu biber çeşidinin reaksiyonu dayanıklı olarak değerlendirilmiştir. Farklı inokulum yoğunluklarının karşılaştırıldığı çalışmalarda, başlangıç popülasyonuna göre hesaplanan Rf değeri, düşük popülasyon yoğunluklarında daha yüksek değerlere sahip olmaktadır (Di Vito ve ark., 1991; Gine ve ark., 2014; Aydın ve Civelek, 2018). Benzer şekilde, çalışmada kullanılan diğer biber çeşitlerinde de her iki nematod türünde de başlangıç inokulum yoğunluğu arttığında, gram kökteki yumurta sayısı artmasına rağmen Rf değerleri azalmıştır.

Dayanıklı çeşitlerin tek başına ya da diğer mücadele yöntemleriyle entegrasyonu; kimyasal kullanımını azaltarak, hem bitki yetiştirme maliyetlerini azaltmakta hem de kimyasalların insan ve çevre sağlığı üzerine olası tehdidini ortadan kaldırmaktadır. Biberde kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık sağladığı bilinen farklı genler (*N*, *Mel-Me7*, *Mech1* ve *Mech2*) tespit edilmiştir (Hendy ve ark., 1985; Djian-Caporalino ve ark., 2007). Bu genlerden üç tanesi (*N*, *Mel* ve *Me3*), kök-ur nematodun yaygın görülen türleri olan *M. arenaria*, *M. incognita* ve *M. javanica*'ya karşı etkili bir dayanıklılık sağlamaktadır (Hajihassani ve ark., 2019). Türkiye'de de de ıslah programlarında özellikle *Mel* geni dayanıklı biber geliştirmek için kullanılmaktadır (Aksan, 2022). Ayrıca, bazı firmalar tarafından kök-ur nematoduna dayanıklı olduğu belirtilen biber çeşitleri piyasaya sürülmüştür. Buna karşın, bu çalışmada kullanılan biber çeşitlerinin kök-ur nematoduna dayanıklılığına yönelik bir bilgi bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan California Wonder çeşidi, yaygın görülen kök-ur nematodu türlerinin ırklarını belirlemek için Kuzey Karolina konukçu testinde de kullanılmaktadır (Hartman ve Sasser, 1985). California Wonder biber çeşidinin kullanıldığı konukçu testlerinde *M. javanica* ve *M. arenaria*'nın popülasyonları arasında bu bitkideki üreme yeteneği bakımından farklılıklar tespit edilmiştir (Hartman ve Sasser, 1985; Rammah ve Hirschmann, 1990; Carneiro ve ark., 2003; Devran ve Söğüt, 2011). Kuzey Karolina konukçu testine göre, California Wonder çeşidi *M. arenaria* türünde tespit edilen ırk 1 ve ırk3 için hassas reaksiyon gösterirken, aynı türün ırk 2'sine karşı ise dayanıklı reaksiyon göstermektedir. Çalışmada kullanılan *M. arenaria* popülasyonunun

da California Wonder biber çeşidinde dayanıklı reaksiyon göstermesi nedeniyle ırk 2 olabileceği sonucuna varılabilir. Ayrıca, daha önce Samsun ili seralarından elde kök-ur nematodu türlerinden ırk tespiti yapılan 2 *M. arenaria* popülasyonundan biri ırk 1, diğeri ise ırk 2 olarak rapor edilmiştir (Kati ve Mennan, 2006). Kuzey Karolina Konukçu testinde *M. javanica* türü için tespit edilen ırklara karşı California Wonder biber çeşidinin reaksiyonu ise ırk 2 ve ırk 4 için hassas, ırk 1 ve ırk 3 için dayanıklı olarak tespit edilmiştir (Rammah ve Hirschmann, 1990; Carneiro ve ark., 2003). Son olarak, konukçu testi bitkilerinden sadece domateste üreyebilen *M. javanica* popülasyonu, Robertson ve ark. (2009) tarafından tespit edilmiş ve ırk 5 olarak adlandırılmıştır. Fakat bu ırkın belirlenmesinde test bitkisi olarak California Wonder yerine farklı bir biber çeşidi (Soner) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan *M. javanica* popülasyonunun California Wonder çeşidindeki reaksiyonu, bu popülasyonun tür için daha önce rapor edilen 3 ırktan (ırk1, ırk3 veya ırk 5) biri olabileceğini göstermektedir. Buna karşın, nematod popülasyonlarının Kuzey Karolina konukçu testinde kullanılan bitki çeşitlerine gösterdikleri reaksiyona göre belirlenen ırkları, mücadele hakkında tam bir bilgi vermemektedir. Çünkü Kuzey Karolina konukçu testinde kullanılan bitki çeşitleri spesifik olup, aynı bitkiye ait diğer çeşitlerde aynı reaksiyon elde edilememektedir. Bu nedenle, konukçu testindeki biber çeşidinde üreyemeyen *Meloidogyne* popülasyonu ile bulaşık alanda, herhangi bir biber çeşidi yetiştirmek mücadele için her zaman uygun olmamaktadır. Nitekim, mevcut çalışmada California Wonder çeşidinde üreyemeyen *M. javanica* popülasyonu, Çağlayan F1 ve Hazine F1 çeşitlerinde çoğalarak bunların hassas reaksiyon göstermesine neden olmuşlardır. Benzer şekilde, 14 farklı biber çeşidinin *M. javanica*'ya karşı dayanıklılık durumunun araştırıldığı bir çalışmada, California Wonder çeşidinin de aralarında bulunduğu biber çeşitlerin çoğu dayanıklı reaksiyon göstermesine rağmen, iki biber çeşidi bu popülasyona karşı hassas reaksiyon göstermiştir (Khan ve Khan, 1991). Khan ve ark. (2003) tarafında yürütülen başka bir çalışmada ise *M. javanica* olarak tespit edilen 295 izolattan tamamının Suryamukhi Green biber çeşidinde üreyebildiği, buna karşın bu izolatlardan sadece 88'i ırk tespiti çalışmasında kullanılan California Wonder biber çeşidinde üreyebildiği bildirilmiştir. Göze Özdemir ve Uysal (2018a) tarafından yürütülen çalışmada ise ilginç bir şekilde, California Wonder biber çeşidinde üreyemeyen *M. javanica* ırk1'in 21 izolattan 4'ünün farklı dayanıklı genler taşıyan biber çeşitlerinden biri olarak bildirilen Yolo Wonder çeşidinde

üreyebildiği ( $Rf > 1$ ) rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, *Meloidogyne* türlerinin ırklarının belirlenmesinde olduğu gibi aynı nematod türünün bazı popülasyonlarının aynı bitki çeşidine farklı reaksiyonlar göstermesi, bu çalışmada *M. arenaria* ve *M. javanica*'ya dayanıklılık sağlayan çeşitlerin, bu türler ile bulaşık tüm alanlarda önerilmeden önce daha fazla sayıda popülasyona karşı testlenmesi ve dayanıklılık durumlarının stabil olup olmadıklarının araştırılması gerekmektedir. Türkiye'de görülen *M. javanica* ve *M. arenaria* popülasyonlarından ırk tespiti yapılanların çoğunun California Wonder çeşidinde gelişmemesi (Söğüt ve Elekçioğlu, 2000; Devran ve Söğüt, 2011; Uysal ve ark., 2017) ve bu çeşidin dayanıklılık gösterdiği *M. javanica* ırk 1'e karşı değerlendirilen diğer yerel çeşitlerin de çoğunlukla dayanıklı tepkisi vermesi (Özarlandan ve Elekçioğlu, 2003), Uslu F1 çeşidinin farklı alanlarda mücadele için önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Kök-ur nematodu ile bulaşık alanlarda yapılacak biber yetiştiriciliğinde, üretimi yapılacak olan bitki çeşidinin, nematoda olan reaksiyonunun önceden biliniyor olması; üretici açısından son derece önemlidir. Bu şekilde daha sonra meydana gelebilecek olan zararın önüne geçilebilecek ve üretim maliyeti düşürülebilecektir. Nematod ile bulaşık olduğu bilinen alanlarda, nematod üremesini desteklemeyen dayanıklı çeşitlerin seçilmesi, kendilerinden sonra yetiştirilecek bitkiler için de ortamdaki başlangıç popülasyonunu azaltacağından, özellikle ensantif tarım yapılan alanlarda sürdürülebilir bir üretim yapılmasına katkı sağlayacaktır.

### Yazarların Katkı Beyanı

Materyal, Yöntem, Araştırma, Veri İşleme, T. ARSLAN; Fikir/Hipotez, Yazma-İnceleme ve Düzenleme, G. AYDINLI; Fikir/Hipotez, Veri Analizi, Danışman, Yazma-İnceleme ve Düzenleme, S. MENNAN. Tüm yazarlar makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

### Finansman

Bu araştırma, hiçbir dış finansman almamıştır.

### Teşekkür

Katkılarından dolayı Fadime ŞEN, Büşra KAPLAN ve Hissein MAHAMAT HAROUN (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü)'a teşekkür ederiz.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### Kaynaklar

- Aksan, A.K., 2022. *Mi-1.2* virulent *Meloidogyne incognita* izolatlarının *Me1* geni taşıyan biberde gelişmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Anonim, 2023. Bitkisel Üretim Veri Tabanı. Türkiye İstatistik Kurumu, (<http://www.tuik.gov.tr>), (Erişim Tarihi: 11.07.2023).
- Anonymous, 2023. Crop Production Data. Food And Agriculture Organization of The United Nations, (<https://www.fao.org/faostat/en/#data>), (Erişim Tarihi: 11.07.2023).
- Aydınlı, G., 2018. Detection of the root-knot nematode *Meloidogyne luci* Carneiro et al., 2014 (Tylenchida: Meloidogynidae) in vegetable fields of Samsun Province, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 42(3): 229-237.
- Aydınlı, G., Civelek, C., 2018. Kök-ur nematodu *Meloidogyne luci*'nin farklı popülasyon yoğunluklarının domates gelişimine ve nematod üremesine etkileri. *Bitki Koruma Bülteni*, 58(2): 111-121.
- Aydınlı, G., 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(5): 675-685.
- Bommalinga, S., Narasimhamurthy, T.N., Prahalada, G.D., Reddy, B.M.R., 2013. Screening of bell pepper cultivars against root-knot nematode *Meloidogyne incognita* [(Kofoid and White) Chitwood]. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research*, 2(1): 225-228.
- Bridge, J., Page, S.L.J., 1980. Estimation of root-knot nematodes infestation levels using a rating chart. *Tropical Pest Management*, 26(3): 296-298.
- Carneiro, R.M.D.G., Carneiro, R.G., Das Neves, D.I., Almeida, M.A., 2003. New race of *Meloidogyne javanica* on *Arachis pintoni* in the state of Parana. *Nematologia Brasileira*, 27(2): 219-221.
- Cortada, L., Sorribas, F.J., Omat, C., Kaloshian, I., Verdejo-Lucas, S., 2008. Variability in infection and reproduction of *Meloidogyne javanica* on tomato rootstocks with the *Mi* resistance gene. *Plant Pathology*, 57(6): 1125-1135.
- Devran, Z., Söğüt, M.A., 2011. Characterizing races of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* in the West Mediterranean region of Turkey. *Crop Protection*, 30(4): 451-455.
- Djian-Caporalino, C., Fazari, A., Arguel, M.J., Vernie, T., Vande Castele, C., Faure, I., Brunoud, G., Pijarowski, L., Palloix, A., 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(3): 473-486.



- Djian-Caporalino, C., Pijarowski, L., Januel, A., Lefebvre, V., Daubèze, A., Palloix, A., Dalmaso, A., Abad, P., 1999. Spectrum of resistance to root-knot nematodes and inheritance of heat-stable resistance in in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 99(3-4): 496-502.
- Di Vito, M., Cianciotta, V., Zaccheo, G., 1991. The effect of population densities of *Meloidogyne incognita* on yield of susceptible and resistant tomato. *Nematologia Mediterranea*, 19(2): 265-268.
- Di Vito, M., Saccardo, F., Zaccheo, G., 1993. Response of new lines of pepper to *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* and *M. hapla*. *Afro-Asian Journal of Nematology*, 3(2): 135-138.
- Gine, A., Lopez-Gomez, M., Vela, M.D., Ornat, C., Talavera, M., Verdejo-Lucas, S., Sorribas, F.J., 2014. Thermal requirements and population dynamics of root-knot nematodes on cucumber and yield losses under protected cultivation. *Plant Pathology*, 63(6): 1446-1453.
- Göze Özdemir, F.G., Uysal, G., 2018a. Nematoda dayanıklı bazı biber gen kaynaklarında *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatları'nın patojenitesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1): 272-282.
- Göze Özdemir, F.G., Uysal, G., 2018b. *Meloidogyne incognita* ırk 2'nin farklı inokulasyon yoğunluklarının bazı dayanıklı biber hatlarında reaksiyonu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(2): 161-170.
- Gürkan, B., Kantarcı, Z., Karataş, K., Gürkan, T., Çetintaş, R., 2018. Bazı biber hat ve çeşitlerinin kontrollü şartlar altında *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 ırk1'e karşı reaksiyonu. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2): 111-118.
- Hajihassani, A., Rutter, W.B., Luo, X., 2019. Resistant pepper carrying N, Me1, and Me3 have different effects on penetration and reproduction of four major *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology*, 51(1): 1-9.
- Hartman, K.M., Sasser, J.N., 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: K.R., Barker, C.C., Carter and J.N. Sasser (Eds.), *An Advanced Treatise on Meloidogyne, Volume II: Methodology*, North Carolina State University Graphics, North Carolina, pp. 69-77.
- Hendy, H., Dalmaso, A., Cardin, M.C., 1985. Differences in resistant *Capsicum annuum* attacked by different *Meloidogyne* species. *Nematologica*, 31(1): 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(12): 1025-1028.
- Katı, T., Mennan, S., 2006. Researches on species and race determination of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) found in greenhouse of Samsun, Turkey. *28th International Symposium of the European Society of Nematologists*, June 5-9, Blagoevgrad, Bulgaria, pp. 130.
- Kayani, M.Z., Mukhtar, T., Hussain, M.A., 2017. Effects of southern root knot nematode population densities and plant age on growth and yield parameters of cucumber. *Crop Protection*, 92: 207-212.
- Khan, A.A., Khan, M.W., 1991. Suitability of some cultivars of pepper as host for *Meloidogyne javanica* and races of *M. incognita*. *Nematology Mediterranean*, 19: 51-53.
- Khan, B., Khan, A.A., Kahn, M.R., 2003. Pathogenic variability among isolates of *Meloidogyne javanica* on *Capsicum annuum*. *Journal of Nematology*, 35(4): 430-432.
- Kokalis-Burelle, N., Bausher, M.G., Roskopf, E.N., 2009. Greenhouse evaluation of *Capsicum* rootstocks for management of *Meloidogyne incognita* on grafted bell pepper. *Nematropica*, 39(1): 121-132.
- Lindsey, D.L., Clayshulte, M.S., 1982. Influence of initial population densities of *Meloidogyne incognita* on three chile cultivars. *Journal of Nematology*, 14(3): 353-358.
- López-Gómez, M., Flor-Peregrín, E., Talavera, M., Sorribas, F.J., Verdejo-Lucas, S., 2015. Population dynamics of *Meloidogyne javanica* and its relationship with the leaf chlorophyll content in zucchini. *Crop Protection*, 70: 8-14.
- Madamba, C.P., Sasser, J.N., Nelson, L.A., 1965. Some characteristics of the effects of *Meloidogyne* spp. on unstable host crops. *North Carolina Agricultural Experimental Station Technical Bulletin*, 169: 1-34.
- Mekete, T., Mandefro, W., Greco, N., 2003. Relationship between initial population densities of *Meloidogyne javanica* and damage to pepper and tomato in Ethiopia. *Nematologia Mediterranea*, 31(2): 169-171.
- Mennan, S., Ecevit O., 1996. Bafra ve Çarşamba ovaları, yazlık sebze üretim alanlarındaki kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın biyolojisi, yayılışı ve bulaşıklılık oranları üzerinde araştırmalar. *Türkiye 3. Entomoloji Kongresi*, 24-28 Eylül, Ankara, s. 700-708.
- Moosavi, M.R., 2015. Damage of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* to bell pepper, *Capsicum annuum*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122(5/6): 244-249.
- Olthof, T.H.A., Potter, J.W., 1972. Relationship between population densities of *Meloidogyne hapla* and crop losses in summer maturing vegetables in Ontario. *Phytopathology*, 62(9): 981-986.
- 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(4): 279-291.
- Özarslandan, A., Pınar, H., Ata, A., Keleş, D., 2015. Biber hat ve çeşitlerinin *Meloidogyne incognita*'ya karşı dayanıklılığı. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 39(2): 209-215.
- Prot, J.C., Villanueva, L.M., Gergon, E.B., 1994. The potential of increased nitrogen supply to mitigate growth and yield reduction of upland rice cultivar

- UPL Ri-5 caused by *Meloidogyne graminicola*. *Fundamental and Applied Nematology*, 17(5): 445-454.
- Putri, R.I, Indarti, S., Widiastuti, A., 2020. Responses of *Capsicum annuum* varieties toward root knot nematode *Meloidogyne incognita* Infection. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 24(2): 133-138.
- Rammah, A., Hirschmann, H., 1990. Morphological comparison of three host races of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 22(1): 56-68.
- Robertson, L., Díez-Rojo, M.A., López-Pérez, J.A., Piedra Buena, A., Escuer, M., López-Cepero, J., Martínez, C., Bello, A., 2009. New host races of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* and *M. javanica* from horticultural regions of Spain. *Plant Disease*, 93(2): 180-184.
- Sasser, J.N., Carter, C.C., Hartman, K.M., 1984. Standardization of Host Suitability Studies and Reporting of Resistance to Root-knot Nematodes. North Carolina State Graphics, Raleigh.
- Sánchez-Solana, F., Ros, C., Lacasa, C.M., Palloix, A., Lacasa, A., 2016. Nematode quantitative resistance conferred by the pepper genetic background presents additive effects and is stable against different isolates of *Meloidogyne incognita*. *Plant Pathology*, 65(4): 673-681.
- Söğüt, M.A., Elekçioğlu, İ.H., 2000. Akdeniz Bölgesi'nde sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne* Goeldi, 1892 (Nemata: Heteroderidae) türlerinin ırklarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24(1): 33-40.
- Söğüt, M.A., Elekçioğlu, İ.H., 2007. Methly bromide alternatives for controlling *Meloidogyne incognita* in pepper cultivars in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(1): 31-40.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill, New York.
- Tandingan, I.C., Prot, J.C., Davide, R.G., 1996. Influence of water management on tolerance of rice cultivars for *Meloidogyne graminicola*. *Fundamental and Applied Nematology*, 19(2): 189-192.
- Uysal, G., Söğüt, M.A., Elekçioğlu, İ.H., 2017. Identification and distribution of root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.) in vegetable growing areas of Lakes Region in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 41(1): 105-122.
- Wang, L.H., Gu, X., Hua, M.Y., Mao, S., Zhang, Z., Peng, D., Yun, X., & Zhang, B., 2009. A SCAR marker linked to the *N* gene for resistance to root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae*, 122(2): 318-322.

**ALINTI:** Arslan, T., Aydınli, G., Mennan, S., 2023. Bazı Biber (*Capsicum annuum* L.) Çeşitlerinin *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 ve *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae)'nin Farklı Popülasyon Yoğunluklarındaki Reaksiyonları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(3): 329-338.

**CITATION:** Arslan, T., Aydınli, G., Mennan, S., 2023. The Reactions of Some Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars to Different Population Densities of *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 and *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae). *Turkish Journal of Agricultural Research*, 10(3): 329-338. (In Turkish).