

Nematoda Dayanıklı Bazı Biber Gen Kaynaklarında *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatları'nın Patojenitesi

Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR*¹, Gülsüm UYSAL¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260, Isparta

(Alınış / Received: 06.02.2017, Kabul / Accepted: 06.06.2017, Online Yayınlanma / Published Online: 01.08.2017)

Anahtar Kelimeler

Biber,
Dayanıklılık,
Virülenslik,
Meloidogyne javanica,
Patojenite

Özet: Çalışmada 21 *Meloidogyne javanica* ırk1 izolatu'nun California Wonder duyarlı biber çeşidi ile Kök-ur nematodlarına dayanıklılık sağlayan *N* (Carolina Wonder), *Me1 - Mech2* (PM 217), *Me5* (Yolo Wonder) ve *Me7 - Mech1* (CM334) genlerini taşıyan biber hatlarında patojeniteleri kontrollü koşullar altında araştırılmıştır. Denemeler 5 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Bitkiler 4 gerçek yapraklı dönemlerine geldiklerinde 4800 *Meloidogyne javanica* ırk1 yumurta + ikinci dönem larva olarak bitki kök bölgesine inokule edilmiştir. İnokulasyondan yaklaşık 9 hafta sonra çalışma sonlandırılmıştır. Biber köklerinde gal indeksi, gal sayısı, yumurta paketi ve yumurta sayısı belirlenerek infeksiyon frekansı, dişi doğurganlığı ve üreme potansiyeli hesaplanmıştır. Carolina Wonder, CM334 ve PM217 dayanıklı biber hatlarında birçok izolatu az da olsa geliştiği görülmesine rağmen infeksiyon değerleri çok düşük bulunmuş ve tüm izolatlar avirulent reaksiyon göstermiştir. Carolina Wonder biber hattında en yüksek gal sayısı, gal indeksi, yumurta paketi ve yumurta sayısı tespit edilen AKS-3 izolatu'nun üreme oranı 0.037 bulunmuştur. CM334 biber hattında ise sadece F4, K13 ve M11 izolatlarında yumurta paketi ve yumurta bulunmuştur. *Me1-Mech2* genlerini içeren PM217 biber hattında yumurta paketi sayısı 3.8 değeri ile en yüksek ISP29 izolatu'nda bulunmuştur. Yolo Wonder biber hattında 18 izolat gelişmiş ve 4 izolat (A1, K16, F7, F4) virulent reaksiyon göstermiştir. A1 virulent izolatu 3.23 üreme oranı ile en yüksek değerdedir. California Wonder duyarlı biber çeşidinde 21 izolatu'nun gal indeks değeri 0-1.8 arasında değişim gösterirken, üreme oranları 0-0.06 arasında değişmiştir.

Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* race 1 isolates on some Pepper Gene Sources Resistant to Nematodes

Keywords

Pepper,
Resistance,
Virulence,
Meloidogyne javanica,
Pathogenicity

Abstract: In the study, pathogenicity of 21 *Meloidogyne javanica* race1 isolates were investigated under controlled conditions in the California Wonder susceptible pepper and pepper lines carrying the *N* gene (Carolina Wonder), *Me1-Mech2* genes (PM 217), *Me5* gene (Yolo Wonder) and *Me7-Mech1* genes (CM334), which are resistant to root-knot nematode. Experiments were carried out in 5 replicates according to randomized block trial design. When the plants reached to 4 true leaf stage, 4800 *M. javanica* race1 eggs + second stage larvae were inoculated into root region. After 9 week from inoculation, the study was ended and infection frequency, female fertility and reproductive potential were calculated by determining gall index, number of galls, egg masses and eggs. Carolina Wonder, CM334 and PM217 resistant pepper lines were found to have fewer isolates but the infection were found to be very low and all isolates showed avirulent reaction. In Carolina Wonder, the highest gall index, number of galls, egg masses and eggs and reproduction potential were AKS-3 isolate with 0.037. On the CM334, only egg masses and eggs were found to F4, K13 and M11 isolates. The highest number of egg masses was found in ISP29 isolate with 3.8 eggs in PM217. In Yolo Wonder pepper line, 18 isolates developed and 4 isolates (A1, K16, F7, F4) were virulent. A1 virulent isolate has the highest reproduction potential value with 3.23. In California Wonder sensitive pepper variety, while the gall index of 21 isolates ranged from 0 to 1.8, the reproduction potential was between 0 to 0.06.

1. Giriş

Türkiye 1.8 milyon ton biber üretimi ile Çin ve Meksika'dan sonra üçüncü büyük üretici ülke konumundadır [1]. Örtüaltı biber üretiminde Akdeniz Bölgesi ilk sırada yer almakta, Samsun ve Antalya illeri de önemli üretim merkezlerini oluşturmaktadır [2].

Kök-ur nematodları dünyada biber yetiştiriciliğinde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. *Meloidogyne incognita* Chitwood (ırk 1, 2, 3, 4) *M. javanica* (Treub) Chitwood (ırk 2, 4), *M. arenaria* (Neal) Chitwood (ırk 1, 3) ve *M. hapla* Chitwood dünyada biber kültürlerinde önemli ekonomik kayıplara neden olan kök-ur nematodu türleridir [3, 4, 5, 6, 7]. *Meloidogyne* spp. bitki köklerinin özsuyunu emerek, doku ve hücrelerde salgıladıkları enzimlerle köklerde urlar meydana getirmektedirler. Köklerde açtıkları yaralar nedeniyle bitkileri sekonder toprak kökenli patojenlere karşı hassas hale getirerek de zarar vermektedirler. *Meloidogyne javanica* termofilik ve kozmopolit bir türdür ve Türkiye'de de sebze alanlarında yaygın olarak bulunmaktadır [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 36].

Hartman ve Sasser [16], 311 adet *M. javanica* popülasyonundan %7'sinin biber bitkisinde beslendiğini ve bu popülasyonların *M. javanica* ırk 2 olduğunu bildirmişlerdir. Mekete vd.'nin [17] Etiyopya'da *M. javanica* popülasyonu ile Marekofana biber çeşidinde yürüttüğü çalışmada başlangıç inokulum değerlerini 0, 1, 2, 4, 8 ve 16 J2/cm³ toprak olarak almış ve Seinhorst modeline göre gal indeksi ile inokulum değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlar, r²=0,94 ve tolerans limitini 0.36 larva/cm³ toprak olarak tahmin etmişlerdir. Kök gallenmesinin de inokulum seviyesi yükseldikçe arttığını bildirmişlerdir. Ancak konukçu ırkları arasında beslenmede önemli farklılıklar bulunmaktadır. *Meloidogyne javanica* ırk 2 'nin biberde ürettiği, ırk 3'ün fıstıkta üreyip biberde ümediği, ırk 4 'ün ise hem biber hem fıstıkta ürettiği bildirilmektedir [18, 19]. Robertson vd. [7], İspanya'da *M. javanica* ırk 5'i rapor etmişlerdir.

Türkiye'de yapılan çalışmalarda Söğüt ve Elekçioğlu [20] Devran ve Söğüt [21] Akdeniz Bölgesi'nde *M. javanica*'nın ırk 1'in yaygın olduğu belirlenmişlerdir. *M. javanica* popülasyonunun California Wonder standart biber çeşidinde gelişme göstermemekte ve köklerde herhangi bir gallenme meydana getirememektedir. Özarslandan ve Elekçioğlu'nun [22], çalışmada kullandıkları 16 biber çeşidinde *M. javanica* ırk 1'in gal indeksini 0 olarak saptamışlardır.

Capsicum annuum dünyada yetiştiriciliği en çok yapılan biber türüdür ve *Meloidogyne* türlerine dayanıklılık kaynağı hatları da içermektedir [23, 24]. Khan ve Khan [25], farklı *C. annuum* kültürlerinde

M. javanica 'nın gal indeks değerini 0-3.3 arasında, üreme oranını ise 0-7.1 arasında bildirmektedirler. Oka vd. [26], *C. annuum* Nivla, Ohad ve Celica biber çeşitlerinde *M. javanica*'nın gal indeksini 1.3, 0.5 ve 0.7, kök sistemindeki yumurtaları ise sırasıyla 19650, 16867 ve 9500 olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada *C. annuum* anaçları AR-96023, AR-96025 ve RS-28 *M. javanica*'ya karşı yüksek seviyede dayanıklılık göstermiş, kökte gal ve yumurtaya rastlanılmamıştır.

Hendy vd. [27, 28] ve Dalmasso vd. [29], Orta Amerika ve Hindistan orijinli *C. annuum* PM217 (*Me1* ve *Me2*) ve PM687 (*Me3* ve *Me4*) acı biber genotiplerinde en yaygın kök-ur nematodu türlerine karşı dayanıklılık belirlemişlerdir. Bafokuzara [30], Yolo Wonder biber çeşidinde *M. javanica*'nın farklı inokulum yumurta yoğunluklarında (0-10-100-1000-10000 yumurta) kök gal indeksini 0 bulmuştur. Charleston Belle ve Carolina Wonder *M. incognita* ırk 1-2-3 ve 4, *M. arenaria* ırk 1 ve 2 ile *M. javanica*'ya dayanıklılığı sağlayan homozigot *N* geni taşımaktadır [31, 32]. Oka vd. [26], *M. javanica*'nın Carolina Wonder biber hattında köklerdeki gal indeksi ve yumurta sayısını 0 bulmuştur. Djian-Caporalino [33], *M. javanica* Avignon Fransa izolatu'nun 22°C de Yolo Wonder, PM217 ve CM334 biber hatlarında yumurta paketi oluşturmadığını saptamıştır.

Türkiye'de özellikle Akdeniz Bölgesi'nde *M. javanica* kök-ur nematodu türünün ırk 1'inin yaygın olduğu tespit edilmiştir [20, 21]. *Capsicum annuum* California Wonder biber çeşidi ırk 1 için ayırıcı konukçudur ve nematod hiçbir gelişim göstermemektedir. Ülkemizde ticari olarak kullanılan biber çeşitlerinde kök-ur nematoduna dayanıklılık sağlayan genler bulunmamaktadır, ancak ıslahçıların ve tohum firmalarının bu konuda çalışmalar yürüttükleri bilinmektedir. Kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık ıslahında en yaygın kullanılan biber gen kaynakları *N* geni, *Me1-Mech2*, *Me7-Mech1* genlerini taşımaktadırlar. *M. javanica* ırk 1 standart biber çeşitlerinde gelişmemesine rağmen kök-ur nematodlarının farklı popülasyonları arasında patojenitede farklılıklar meydana gelebilmekte ve virüent popülasyonlar dayanıklılık genlerini kırarak zarar meydana getirebilmektedir. Türkiye'de biber kültürlerinde dayanıklılık ıslahında kullanılan hatlar ile *M. javanica* popülasyonlarının patojenitesi ile ilgili çok kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca *Meloidogyne* türlerinde yeni ırkların değerlendirilmesinde dayanıklı domates ve biber hatlarından yararlanılabileceği rapor edilmiştir [7].

Bu çalışma kapsamında Batı Akdeniz Kıyı şeridinden toplanan ve saf kültürleri yapılan *M. javanica* ırk 1 izolatlarının dayanıklı Carolina Wonder (*N* geni), CM334 (*Me7-Mech1*), PM217 (*Me1-Mech2* genleri) ve Yolo Wonder (*Me5* geni) biber hatlarında patojeniteleri ve virüenslikleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada 21 *M. javanica* ırk 1 izolatu ve kök-ur nematoduna dayanıklı farklı biber hatları materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma 2013-2014 yıllarında Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji laboratuvarı ve iklim odası koşullarında yürütülmüştür.

2.1. *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatları'nın kitle üretimi

Çalışmada kullanılan *M. javanica* izolatları TÜBİTAK-TOVAG 107 O 016 Nolu proje ve ÖYP-YL-5551 Nolu proje kapsamında seralardan toplanmış ve saf kültürü oluşturulmuştur [36, 37].

Meloidogyne javanica ırk 1 izolatları duyarlı "Tueza F1" domates çeşidinde çoğaltılmıştır. Domates fideleri % 68 kum, % 21 Silt ve %11 kil steril toprak içeren saksılara şaşırılmıştır. Binoküler altında pens ve bistüri yardımıyla çıkarılan 5 yumurta paketi (~1500 yumurta) eppendorf tüplerine alınmış ve bitki kök boğazı yakınında açılan toprağa inokule edilmiştir ve steril toprak ile kapatılmıştır. Yaklaşık 10 hafta sonra bitkiler sökülüp kökler musluk suyu altında dikkatlice yıkanmış ve binoküler altında nematodun yumurta paketleri toplanarak inokulum için hazırlanmıştır.

2.2. Nematoda dayanıklı bazı biber gen kaynaklarında *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatları'nın patojenitesi

Çalışmada kök-ur nematodlarına dayanıklı gen kaynaklarını içeren *Capsicum annuum* kültürlerinden Carolina Wonder, CM334, PM217, Yolo Wonder hatları ve herhangi bir dayanıklılık kaynağı içermeyen duyarlı California Wonder çeşidi kullanılmıştır (Tablo 1). Çalışmada kullanılan kök-ur nematoduna dayanıklı biber hatları Yüksel Tohumculuk Tarım San. ve Tic. Ltd. Şti. (Antalya) 'den sağlanmıştır.

Deneme 5 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş ve 25±1°C sıcaklık, % 60±5 nem ve 16:8 aydınlık-karanlık fotoperiyot koşullarında yürütülmüştür. Deneme % 68 kum, % 21 Silt ve % 11 kil içeren kumlu toprak karışımı bulunan 250 ml hacme sahip plastik saksılarda yapılmıştır. *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatlarından her bir tekerrür için yaklaşık 15 yumurta paketi çıkartılarak eppendorf tüplere alınmış ve % 2'lik NaOCl içerisinde yumurtalar elde edilmiştir. Elde edilen bu yumurtalar ışık mikroskobu altında sayımları yapılarak 4800 yumurta başlangıç popülasyonu (Pi) olarak inokulasyona hazırlanmış ve biber fidelerinin kök boğazı yakınına yaklaşık 2 cm toprak derinliğine iki farklı noktadan inokule edilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan nematoda dayanıklı biber hatları, dayanıklılığı sağlayan gen kaynakları ve dayanıklılık sağladığı kök-ur nematodu

Biber hattı	Nematoda dayanıklılık	Dayanıklılık geninin adı	Dayanıklılık sağladığı Kök-ur nematodu
Carolina Wonder	+	<i>N</i>	<i>M. arenaria</i> ırk 1 ve 2, <i>M. javanica</i>
YoloWonder CM334	+	<i>Me5</i>	<i>M. arenaria</i>
	+	<i>Me7, Mech1</i>	<i>M. javanica</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. arenaria</i> , <i>M. chitwoodi</i>
PM217	+	<i>Me1, Mech 2</i>	<i>M. javanica</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. arenaria</i> , <i>M. chitwoodi</i>
California Wonder	-	-	-

+: Nematoda dayanıklı, -: Nematoda duyarlı

Deneme yaklaşık 9 hafta sonra sonlandırılmış ve dayanıklı biber hatlarının kökleri sökülerek yıkanmıştır. *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatlarının dayanıklı biber hatlarında patojenitesi aşağıda belirtilen parametrelere göre belirlenmiştir.

- Biber köklerinde 0-5 urlanma indeksi kullanılarak köklerdeki urlanma oranları belirlenmiştir. Gal indeksi 3-5 olan biber hatları duyarlı kabul edilmektedir. (0=gal yok, 1= 1-2, 2=3-10, 3=11-30, 4=31-100, 5= >100 gal), (Hartman ve Sasser, 1985)
- İnfeksiyon frekansı (IF); Teorik olarak bu oran 0 ile 1 arasında değişmektedir. 0 nematodun o biber hattında üremediğini, 1 ise inokule edilen her larvanın ergin dişi olduğunu ve ürediğini göstermektedir. (IF = Elde edilen yumurta paketi sayısı / İnokule edilen yumurta sayısı (Pi) [34])
- Ergin dişinin doğurganlığı (FF); Her bir dişi tarafından üretilen yumurta sayısına karşılık gelmektedir ve deneme sonunda elde edilen değerler ile hesaplanmaktadır. (FF = yumurta sayısı / yumurta paketi sayısı) [34]
- Üreme oranı (RP); Üreme oranları 1'in üzerinde ise popülasyon virulent olarak tanımlanmıştır. (RP = IF(infeksiyon frekansı) X FF(dişi doğurganlığı). RP>1: Virulent reaksiyon; RP<1: Avirulent reaksiyon [34, 35].

3. Bulgular

Farklı dayanıklılık genleri içeren biber hatlarında yapılan bu çalışmada *M. javanica* ırk 1 izolatlarının patojenitesinde farklılıklar bulunmuştur. *N* geni içeren Carolina Wonder biber hattında 18 *M. javanica* ırk 1 izolatının çok azda olsa gal oluşturduğu görülmüştür. D3, AKS-1 ve AKS-2 izolatlarının gal indeksi değeri Carolina Wonder biber hattında 0 bulunmuştur. En yüksek gal indeksi değeri 1.8 ile AKS-3 izolatında saptanmıştır. *N* geni içeren Carolina Wonder biber hattında gal oluşturan *M. javanica* ırk 1

izolatlarının hepsinde yumurta paketine rastlanılmamıştır. K16, F7, KA6, M11, O3, M8, G5, AKS-3 ve AKS-4 izolatlarında yumurta paketi ve yumurta sayıları tespit edilmiştir. En yüksek yumurta paketi sayısı 2.8 ve yumurta sayısı 178,8 ile AKS-3 izolatında bulunmuştur (Tablo 2).

Carolina Wonder biber hattında *M. javanica* izolatlarından sadece K16, F7, KA6, M11, O3, M8, G5, AKS-3 ve AKS-4 izolatlarında infeksiyon frekansı hesaplanabilmiştir. Bu 9 izolatta infeksiyon frekansı 0' a daha yakın bulunmuştur. En yüksek infeksiyon frekansı *M. javanica*'nın AKS-3 popülasyonunda meydana gelmiş, bunu sırasıyla G5, O3, KA6 ve K16

izolatları izlemiştir. Dişi başına düşen yumurta paketi sayıları ve üreme oranları da aynı popülasyonlarda tespit edilmiş olmasına karşın, değerler çok düşük oranlarda bulunmuştur (Tablo 3). Dişi başına düşen yumurta sayısı 82,5 ile en yüksek değeri K16 izolatında almıştır. Üreme oranları F4, F5, K13, A1, M7, D3, K21, A5, A4, AKS-1 ve AKS-2 izolatlarında 0 saptanmıştır. En yüksek gal sayısı, gal indeksi, yumurta paketi ve yumurta sayısı tespit edilen AKS-3 izolatının üreme oranı 0.037 bulunmuştur. Denemeye alınan tüm *M. javanica* ırk 1 izolatları *N* geni taşıyan Carolina Wonder hattında avirülent reaksiyon göstermiştir (Tablo 3).

Tablo 2. *N* geni içeren Carolina Wonder biber hattında *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatlarının bitki köklerindeki gal indeksi, gal sayısı, yumurta paketi ve yumurta sayısı

Kod	Gal indeksi*1	Gal sayısı	Yumurta paketi sayısı	Yumurta sayısı
K16	1.5±0.6 a-b*2	5.5±2.9 b	1.0±0.4 a-b-c	125.0±74.1 b-c
F7	1.5±0.5 a-b	3.0±1.1 a-b	0.3±0.3 a-b	25.0±25.0 a-b-c
F4	1.0±0.5 a-b	2.0±1.2 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
F5	0.5±0.5 a-b	0.8±0.8 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
KA6	1.2±0.4 a-b	3.5±1.5 a-b	1.3±0.6 b-c	50.0±20.8 a-b-c
K13	0.5±0.5 a-b	0.8±0.8 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
M11	1.0±0.5 a-b	2.8±1.8 a-b	0.3±0.3 a-b	10.0±10.0 a
A1	0.2±0.2 a	0.2±0.2 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
M7	0.4±0.4 a-b	1.2±1.2 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
D3	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
K21	1.0±0.5 a-b	3.3±2.4 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
A5	0.3±0.3 a	0.3±0.3 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
O3	1.0±0.4 a-b	2.2±1.3 a-b	1.2±0.6 a-b-c	48.0±23.3 a-b-c
M8	1.0±0.5 a-b	2.5±1.6 a-b	0.5±0.3 a-b-c	35.0±20.6 a-b-c
G5	1.5±0.5 a-b	3.5±1.44 a-b	1.5±0.6 c	125.0±74.1 b-c
A4	0.3±0.3 a	0.5±0.5 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-1	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-2	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-3	1.8±0.3 b	4.0±1.5 a-b	2.8±0.9 d	178.8±91.6 c
AKS-4	0.5±0.5 a-b	0.8±0.8 a	0.5±0.5 a-b-c	20.0±20.0 a
ISP-29	0.2±0.2 a	1.2±1.2 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a

*1 0 - 5 Kök gallenme oranı (Hartman ve Sasser, 1985)

*2 Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Tablo 3. *N* geni içeren Carolina Wonder biber hattında *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatlarının infeksiyon frekansı, dişi doğurganlığı, üreme oranı ve virülenslik/avirülenslik reaksiyonları

Kod	IF*1	FF*2	RP*3	Avr/Vir*5
K16	0.0002±0.00008 a-b-c*4	82.5±34.7 c	0.026±0.015 b-c	Avr
F7	0.00005±0.00005 a-b	25.0±25.0 a-b	0.005±0.005 a-b	Avr
F4	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
F5	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
KA6	0.00026±0.00013 b-c	33.3±12.5 a-b	0.011±0.004 a-b	Avr
K13	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
M11	0.00005±0.00005 a-b	10.0±10.0 a	0.002±0.002 a-b	Avr
A1	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
M7	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
D3	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
K21	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
A5	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
O3	0.00025±0.00012 a-b-c	24.0±9.79 a-b	0.010±0.005 a-b	Avr
M8	0.00010±0.00006 a-b-c	35.0±20.6 a-b	0.007±0.004 a-b	Avr
G5	0.00031±0.00013 c	58.3±24.5 b-c	0.026±0.015 b-c	Avr
A4	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-1	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-2	0.00000±0.00000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-3	0.00057±0.00017 d	54.8±11.7 b-c	0.037±0.019 c	Avr
AKS-4	0.00010±0.00010 a-b-c	10.0±10.0 a	0.004±0.004 a-b	Avr
ISP-29	0.00000±0.00000 a	0.0±0.0 a	0.000±0.000 a	Avr

*1IF: İnfeksiyon frekansı (yumurta paketi sayısı / Başlangıç popülasyonu (Pi)), *2FF: Dişi doğurganlığı (yumurta sayısı / yumurta paketi sayısı), *3RP: Üreme oranı = IF x FF, *4 Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel fark, *5 Avr/Vir (RP<1= Avr, RP>1= Vir)

Çalışmada kullanılan *M. javanica* ırk 1 izolatlarının çoğunluğu Yolo Wonder biber hattında köklerde gal oluşturmuş, yumurta paketi ve yumurta oluşumu görülmüştür. AKS-1, AKS-3, AKS-4 ve A5 *M. javanica* ırk 1 izolatları *Me5* geni taşıyan Yolo Wonder biber hattında köklerde gal oluşturmamış ve gelişme göstermemiştir. F7, F4, A1, G5 ve A4 izolatlarında gal indeks değeri 3'ün üzerinde saptanmıştır. G5 izolatında gal sayısı 22,5 ile en yüksek değeri almıştır (Tablo 4). AKS-1, AKS-3, AKS-4 ve A5 izolatlarında

değerlendirilen tüm değerler 0 bulunmuştur (Tablo 4) (Tablo 5). F5, K16 ve K13 *M. javanica* ırk 1 izolatlarında gal sayısı ve gal indeksi değerleri hesaplanmış ancak yumurta paketi ve yumurta sayıları 0 olarak bulunmuştur. *Meloidogyne javanica* ırk1 izolatlarından 14 tanesinde yumurta paketi ve yumurta sayısı hesaplanmış ve bunlar arasında en düşük yumurta sayısı 56 iken en yüksek 15520 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. *Me5* geni içeren Yolo Wonder biber hattında *Meloidogyne javanica* izolatlarının bitki köklerindeki gal indeksi, gal sayıları, yumurta paketi ve yumurta sayıları

Kod	Gal İndeksi*1	Gal Sayısı	Yumurta Paketi Sayısı	Yumurta Sayısı
K16	2.8±0.3 e-f*2	15.8±4.87 b-c-d	13.0±4.69 a-b-c-d	5515.8±3938.6 b
F7	3.5±0.3 f	29.8±7.12 e-f	22.0±5.14 d-e	5538.2±1001.2 b
F4	3.0±0.0 e-f	15.8±1.03 b-c-d	20.8±5.93 d-e	5605.0±2020.5 b
F5	1.5±0.3 b-c	3.50±1.19 a-b	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a
K6	0.8±0.5 a-b	1.25±0.94 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a
K13	0.5±0.5 a	0.75±0.75 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a
M11	2.5±0.3 d-e-f	11.3±3.94 a-b-c-d	6.00±1.29 a-b-c	819.0±115.9 a
A1	3.0±0.0 e-f	18.2±2.95 c-d-e	34.8±5.12 f	15520.0±1405.9 c
M7	2.3±0.3 c-d-e	9.50±2.90 a-b-c-d	5.50±1.93 a-b-c	2785.0±1547.2 a-b
D3	2.5±0.3 d-e-f	12.0±2.48 a-b-c-d	4.25±1.50 a-b-c	960.0±472.1 a
K21	1.8±0.5 c-d	4.25±2.28 a-b-c	2.75±1.03 a-b	195.0±72.28 a
A5	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a
O3	2.4±0.4 c-d-e	8.0±2.1 a-b-c	5.00±1.58 a-b-c	286.4±104.2 a
M8	2.5±0.3 d-e-f	10.3±2.39 a-b-c-d	15.3±7.54 b-c-d	1140.0±540.9 a
G5	3.3±0.5 e-f	22.5±7.79 d-e	17.5±7.77 c-d-e	2469.5±852.7 a-b
A4	3.5±0.3 f	36.8±13.0 f	30.3±10.3 e-f	1671.5±581.6 a
AKS1	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a
AKS2	2.5±0.3 d-e-f	10.3±1.25 a-b-c-d	4.00±0.70 a-b-c	580.3±136.1 a
AKS3	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a
AKS4	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a
ISP-29	0.4±0.2 a-b-c	1.2±0.80 a	1.20±0.96 a-b	56.00±46.64 a

*1 0 - 5 Kök gallenme oranı (Hartman ve Sasser, 1985)

*2 Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Tablo 5. *Me5* geni içeren Yolo wonder biber hattında *Meloidogyne javanica* popülasyonlarının infeksiyon frekansı, dişi doğurganlığı, üreme oranı ve virülenslik/avirülenslik reaksiyonları

Kod	IF*1	FF*2	RP*3	Avr/Vir*5
K16	0.0027±0.0009 a-d*4	299.1±116.8 e	1.15±0.82 b	Vir
F7	0.0045±0.0010 d-e	263.5±19.76 d-e	1.15±0.20 b	Vir
F4	0.0043±0.0012 d-e	249.5±30.04 d-e	1.17±0.42 b	Vir
F5	0.0000±0.0000 a	0.000±0.000 a	0.00±0.00 a	Avr
K6	0.0000±0.0000 a	0.000±0.000 a	0.00±0.00 a	Avr
K13	0.0000±0.0000 a	0.000±0.000 a	0.00±0.00 a	Avr
M11	0.0012±0.0002 a-b-c	146.4±18.54 b-c-d	0.17±0.02 a	Avr
A1	0.0072±0.0010 f	483.6±68.65 f	3.23±0.29 c	Vir
M7	0.0011±0.0004 a-b-c	448.8±91.60 f	0.58±0.32 a-b	Avr
D3	0.0008±0.0003 a-b-c	195.3±32.08 c-d-e	0.20±0.09 a	Avr
K21	0.0005±0.0002 a-b	74.00±4.76 a-b-c	0.04±0.01 a	Avr
A5	0.0000±0.0000 a	0.000±0.000 a	0.00±0.00 a	Avr
O3	0.00104±0.0003 a-b-c	49.51±10.15 a-b	0.06±0.03 a	Avr
M8	0.00317±0.0015 b-c-d	82.91±8.17 a-b-c	0.24±0.11 a	Avr
G5	0.00364±0.00161c-d-e	165.8±25.1 b-c-d	0.51±0.17 a-b	Avr
A4	0.00630±0.00215 e-f	56.23±5.75 a-b	0.35±0.12 a	Avr
AKS1	0.0000±0.0000 a	0.000±0.000 a	0.00±0.00 a	Avr
AKS2	0.0008±0.0001 a-b-c	141.5±17.53 b-c-d	0.12±0.03 a	Avr
AKS3	0.0000±0.0000 a	0.000±0.000 a	0.00±0.00 a	Avr
AKS4	0.0000±0.0000 a	0.000±0.000 a	0.00±0.00 a	Avr
ISP-29	0.0002±0.0002 a-b	17.60±10.85 a-b	0.01±0.01 a	Avr

*1IF: İnfeksiyon frekansı (yumurta paketi sayısı / Başlangıç popülasyonu (Pi)), *2FF: Dişi doğurganlığı (yumurta sayısı / yumurta paketi sayısı)*3RP: Üreme oranı = IF x FF, *4 Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel fark, *5 Avr/Vir (RP<1= Avr, RP>1= Vir)

Yolo Wonder biber hattında 14 *M. javanica* ırk1 izolatları içerisinde en yüksek infeksiyon frekansı A1 ve A4 de meydana gelmiştir. İnfeksiyon frekansı, dişi başına düşen yumurta sayısı ve üreme oranı F5, K6, K13, AKS1, A5, AKS3 ve AKS4 *M. javanica* ırk1 izolatlarında 0 bulunmuştur ($P<0.05$) (Tablo 5). Dişi başına bırakılan yumurta sayısı en yüksek A1 ve M7 *M. javanica* ırk1 izolatlarında görülmüştür (Tablo 5). En yüksek üreme oranı ise 3.23 ile A1 *M. javanica* ırk 1 izolatında meydana gelmiştir (Tablo 5). A1, K16, F7 ve F4 *M. javanica* izolatları, Me5 genine sahip Yolo Wonder hattında 1'in üzerinde üreme oranı

göstermiş ve virulent reaksiyon belirlenmiştir (Tablo 5).

CM334 dayanıklı biber hattında *M. javanica* ırk1 izolatlarında gal indeks değerleri 0 ile 1.8 değerleri arasında görülmektedir. En yüksek gal indeksi 1.8 değeri ile F7 ve M11 izolatlarında bulunmuştur. Gal sayıları F7, M11, F4, K13, A5, A4, M7, O3 ve ISP29 izolatlarında görülmüştür. Ancak sadece F4, K13 ve M11 izolatlarında yumurta paketi ve yumurta sayısı bulunmuştur. M11 *M. javanica* izolatında yumurta paketi sayısı 4.0 ve yumurta sayısı 160.0 saptanmış ve bu dayanıklı biber hattında en yüksek değerler olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Me7-Mech1 genlerini içeren CM334 biber hattında *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatlarının bitki köklerindeki gal indeksi, gal sayısı, yumurta paketi ve yumurta sayıları

Kod	Gal indeksi*1	Gal sayısı	Yumurta paketi sayısı	Yumurta sayısı
K16	0.0±0.0 a*2	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
F7	1.8±0.6 c	4.8±2.3 b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
F4	1.3±0.8 b-c	4.5±3.1 b	0.5±0.3 a	20.0±11.5 a
F5	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
KA6	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
K13	0.5±0.3 a-b-c	0.8±0.5 a	0.8±0.5 a	30.0±19.1 a
M11	1.8±0.3 c	3.3±0.6 a-b	4.0±2.3 b	160.0±1.04 b
A1	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
M7	0.3±0.3 a-b	0.3±0.3 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
D3	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
K21	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
A5	1.0±0.6 a-b-c	1.8±1.1 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
O3	0.5±0.5 ab	1.3±1.3 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
M8	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
G5	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
A4	1.0±0.6 a-b-c	3.0±1.8 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-1	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-2	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-3	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-4	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
ISP-29	0.5±0.3 a-b-c	1.3±0.94 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a

*1 0 - 5 Kök gallenme oranı (Hartman ve Sasser, 1985)

*2 Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Tablo 7. Me7-Mech1 genlerini içeren CM334 biber hattında *Meloidogyne javanica* izolatlarının infeksiyon frekansı, dişi doğurganlığı, üreme oranı ve virülenslik/avirülenslik reaksiyonları

Kod	IF*1	FF*2	RP*3	Avr/ Vir*5
K16	0.0000±0.0000 a*4	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
F7	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
F4	0.0001±0.00006 a	20.0±11.5 b	0.004±0.002 a	Avr
F5	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
KA6	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
K13	0.0001±0.00009 a	20.0±11.5 b	0.006±0.004 a	Avr
M11	0.0008±0.0005 b	28.5±10.2 b	0.033±0.022 b	Avr
A1	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
M7	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
D3	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
K21	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
A5	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
O3	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
M8	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
G5	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
A4	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-1	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-2	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-3	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-4	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
ISP-29	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr

*1IF: İnfeksiyon frekansı (yumurta paketi sayısı / Başlangıç popülasyonu (Pi)), *2FF: Dişi doğurganlığı (yumurta sayısı / yumurta paketi sayısı)*3RP: Üreme oranı = IF x FF, *4 Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel fark, *5 Avr/Vir (RP<1= Avr, RP>1= Vir)

Denemeye alınan *M. javanica* ırk 1 izolatlarının infeksiyon frekansları, dişi başına üretilen yumurta sayıları ve üreme oranı çok düşük düzeylerde meydana gelmiştir. İzolatlar içerisinde en yüksek IF, FF ve RP değerleri M11'de görülmüştür. Ancak M11 izolatu da bu hatta avirülent reaksiyon göstermiştir. Onsekiz adet *M. javanica* ırk 1 izolatının CM334 dayanıklı biber hattında üreme oranları 0 bulunmuştur. F4, K13 ve M11 izolatlarında üreme oranları hesaplanabilmiş ve sırasıyla 0.004, 0.006, 0.033 olarak saptanmıştır. Yirmibir *M. javanica* ırk 1 izolatu CM334 dayanıklı biber hattında avirülent reaksiyon göstermiştir (Tablo 7).

PM217 dayanıklı biber hattında 9 *M. javanica* ırk 1 izolatının gal indeks değerleri 0 bulunurken, A1, D3, M7, F5, A5, K13, K21, O3, G5, AKS3, AKS4 ve ISP29 izolatlarında farklı değerlerde gal indeksi tespit edilmiştir. *Me1-Mech2* genlerini içeren PM217 biber hattında gal sayısı en yüksek 8.2 değeri ile ISP29 izolatında bulunmuştur. A1 ve ISP29 izolatlarında yumurta paketi sayısı 3.2 ve 3.8 olarak en yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Birim kökte en yüksek yumurta sayısı 120.0 ile ISP29 izolatında saptanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. *Me1-Mech2* genlerini içeren PM217 biber hattında *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatlarının bitki köklerindeki gal indeksi, gal, yumurta paketi ve yumurta sayıları

Kod	Gal İndeksi* ¹	Gal Sayısı	Yumurta Paketi Sayısı	Yumurta Sayısı
K16	0.0±0.0 a* ²	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
F7	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
F4	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
F5	1.0±0.4 a-b	1.5±0.6 a-b	0.5±0.3 a-b	25.0±15.0 a-b
KA6	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
K13	0.5±0.3 a-b	0.8±0.5 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
M11	0.0±0.0 a	0.5±0.5 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
A1	0.8±0.2 a-b	0.8±0.4 a	3.2±0.8 c	52.0±16.3 c
M7	1.5±0.5 b	3.8±1.4 c	0.3±0.3 a-b	10.0±10.0 a-b
D3	1.0±0.4 a-b	1.3±0.6 a-b	0.5±0.3 a-b	25.0±15.0 a-b
K21	0.8±0.5 a-b	1.0±0.7 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
A5	1.0±0.6 a-b	3.3±1.9 b-c	1.3±0.8 b	20.0±11.5 a-b
O3	0.6±0.4 a-b	1.0±0.6 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
M8	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
G5	0.8±0.5 a-b	1.0±0.7 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
A4	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
AKS-1	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
AKS-2	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
AKS-3	0.5±0.3 a-b	0.8±0.5 a	0.8±0.5 a-b	31.0±17.90 b-c
AKS-4	0.5±0.3 a-b	1.0±0.7 a	0.0±0.0 a	0.00±0.00 a
ISP-29	1.0±0.3 b	8.2±3.0 c	3.8±1.4 c	120.0±37.94 d

*¹0 - 5 Kök gallenme oranı (Hartman ve Sasser, 1985)

*²Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Tablo 9 *Me1-Mech2* genlerini içeren PM217 biber hattında *Meloidogyne javanica* izolatlarının infeksiyon frekansı, dişi doğurganlığı, üreme oranı ve virülenslik/avirülenslik reaksiyonları

Kod	IF* ¹	FF* ²	RP* ³	Avr/Vir* ⁵
K16	0.0000±0.0000 a* ⁴	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
F7	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
F4	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
F5	0.0001±0.00006 a-b	25.0±15.0 b	0.005±0.003 ab	Avr
KA6	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
K13	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
M11	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
A1	0.0006±0.0002 c	12.6±3.35 a-b	0.011±0.003 c	Avr
M7	0.00005±0.00005 a-b	10.0±10.0 a-b	0.002±0.002 a-b	Avr
D3	0.0001±0.00006 a-b	25.0±15.0 b	0.005±0.003 a-b	Avr
K21	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
A5	0.0002±0.0001 b	8.32±4.99 a-b	0.004±0.002 a-b	Avr
O3	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
M8	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
G5	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
A4	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-1	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-2	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
AKS-3	0.0002±0.00009 a-b	23.0±14.4 b	0.006±0.037 b-c	Avr
AKS-4	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.000±0.000 a	Avr
ISP-29	0.0007±0.0003 c	27.61±7.72 b	0.025±0.008 c	Avr

*¹IF: İnfeksiyon frekansı (yumurta paketi sayısı / Başlangıç popülasyonu (Pi)), *²FF: Dişi doğurganlığı (yumurta sayısı / yumurta paketi sayısı), *³RP: Üreme oranı = IF x FF, *⁴Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel fark, *⁵Avr/Vir (RP<1= Avr, RP>1= Vir)

Me1-Mech2 genlerini içeren PM217 biber hattında enfeksiyon frekansı en yüksek A1, A5 ve ISP29 izolatlarında bulunmuştur. Dişi başına düşen yumurta sayısı PM217 biber hattında en yüksek F5, D3, AKS3 ve ISP29 izolatlarında tespit edilmiştir. En yüksek üreme oranı 0.025 ile ISP29 *M. javanica* izolatında görülmüştür. PM217 biber hattında tüm *M. javanica* izolatlarında 1'in altında üreme oranı gözlemlenmiş ve tüm izolatlar avirülent reaksiyon göstermişlerdir (Tablo 9).

California Wonder standart çeşidinde *M. javanica* ırk 1 izolatlarının gal indeksi ve gal sayıları *Me5* geni

içeren Yolo Wonder biber hattına göre çok düşük oranlarda tespit edilmiştir. En yüksek gal indeksi 1.8 ile M8 izolatında bulunmuştur. Yumurta paketi ve yumurta sayısı sadece F5, A5, M8 ve ISP29 izolatlarında saptanmıştır. ISP29 izolatında yumurta sayısı 300 olarak tespit edilmiştir (Tablo 10). Enfeksiyon frekansı değeri aynı şekilde F5, A5, M8 ve ISP29 popülasyonlarında çok düşük düzeylerde tespit edilmiştir. California Wonder çeşidinde virülent reaksiyon gösteren *M. javanica* ırk 1 izolatı bulunamamıştır (Tablo 11).

Tablo 10. Duyarlı California Wonder biber çeşidinde *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatlarının bitki köklerindeki gal indeksi, gal, yumurta paketi ve yumurta sayıları

Kod	Gal indeksi*1	Gal sayısı	Yumurta paketi sayısı	Yumurta sayısı
K16	0.3±0.3 a*2	0.3±0.3 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
F7	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
F4	0.3±0.3 a	0.5±0.5 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
F5	0.5±0.5 a	2.0±2.0 a-b	0.3±0.3 a-b	10.0±10.0 a-b
KA6	0.8±0.5 a-b	1.5±0.9 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
K13	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
M11	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
A1	1.6±0.5 b	3.8±1.9 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
M7	0.2±0.2 a	0.2±0.2 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
D3	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
K21	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
A5	0.5±0.5 a	0.8±0.8 a	0.3±0.3 a-b	40.0±40.0 a-b
03	0.8±0.5 a-b	2.5±1.9 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
M8	1.8±0.6 b	5.3±2.8 b	0.8±0.8 b	50.0±50.0 b
G5	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
A4	0.3±0.3 a	0.3±0.3 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-1	0.3±0.3 a	0.5±0.5 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-2	0.5±0.5 a	2.3±2.3 a-b	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-3	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
AKS-4	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a	0.0±0.0 a
ISP-29	0.5±0.3 a-b	3.75±3.42 a-b	2.75±1.60 c	300.0±191.48 c

*1 0 - 5 Kök gallenme oranı (Hartman ve Sasser, 1985)

*2 Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu izolatlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Tablo 11. Duyarlı California Wonder biber çeşidinde *Meloidogyne javanica* ırk 1 izolatlarının enfeksiyon frekansı, dişi doğurganlığı, üreme oranı ve virülenslik/avirülenslik reaksiyonları

Kod	IF*1	FF*2	RP*3	Avr/Vir*5
K16	0.0000±0.0000 a*4	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
F7	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
F4	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
F5	0.00005±0.00005 a-b	10.0±10.0 a-b	0.002±0.002 a-b	Avr
KA6	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
K13	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
M11	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
A1	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
M7	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
D3	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
K21	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
A5	0.00005±0.00005 a-b	40.0±40.0 a-b	0.008±0.008 a-b	Avr
03	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
M8	0.00015±0.00015 b	16.6±16.6 b	0.01±0.010 b	Avr
G5	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
A4	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
AKS-1	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
AKS-2	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
AKS-3	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
AKS-4	0.0000±0.0000 a	0.00±0.00 a	0.00±0.00 a	Avr
ISP-29	0.0005±0.0003 c	53.3±32.6 a-b	0.06±0.04 c	Avr

*1IF: Enfeksiyon frekansı (yumurta paketi sayısı / Başlangıç popülasyonu (Pi)), *2FF: Dişi doğurganlığı (yumurta sayısı / yumurta paketi sayısı), *3RP: Üreme oranı = IF x FF, *4 Aynı sütundaki harflendirme 0.05 önem seviyesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Kök-ur nematodu popülasyonlarının ortalamaları arasındaki istatistiksel fark, *5 Avr/Vir (RP<1= Avr, RP>1= Vir)

4. Tartışma ve Sonuç

Kök-ur nematoduna dayanıklılık sağlayan farklı genleri içeren biber hatlarında ve duyarlı standart çeşitte *M. javanica* ırk1 izolatlarının patojenitelerinde farklı sonuçlar bulunmuştur. Carolina Wonder, CM334 ve PM217 dayanıklı biber hatlarında birçok izolatin az da olsa geliştiği görülmesine rağmen tüm izolatların infeksiyon değerleri oldukça düşük bulunmuştur. Bu 3 dayanıklı biber hattında 21 *M. javanica* ırk1 izolatı avirüent reaksiyon göstermiştir. CM334 dayanıklı biber hattında sadece 3 izolat (F4, K13, M11) yumurta paketi ve yumurta sayısı oluşturmuş, IF, FF ve RP değerleri hesaplanabilmiştir. Üreme oranları F4 izolatında 0.004, K13 de 0.006 ve M11 izolatında 0.033 olarak saptanmıştır. Diğer 18 izolatin üreme oranı 0 bulunmuştur. Çalışmamızda CM334 biber hattı *M. javanica* ırk1 izolatlarına karşı en yüksek düzeyde dayanıklılık göstermiştir.

Carolina Wonder biber hattında 21 izolattan D3, AKS-1 ve AKS-2 izolatlarında gal indeks değeri 0 bulunmuştur. Oka vd. [26], *M. javanica*'nın Carolina Wonder biber hattında gal indeksi ve yumurta sayısını 0 bulmuştur. Bizim sonuçlarımız bu çalışmayla benzerlik göstermiştir.

Yolo Wonder biber hattında ise 4 izolatta virüent reaksiyon saptanmıştır. Ayrıca 21 izolattan sadece 3 tanesi bu hatta gelişmemiştir. Bafokuzara [30], Yolo Wonder biber hattında *M. javanica*'nın farklı inokulum yumurta yoğunluklarında (0-10-100-1000-10000 yumurta) kök gal indeksini 0 bulmuştur. Çalışmamızda inokulum yoğunluğu olarak 4800 yumurta kullanılmış ve 18 izolat Yolo Wonder'da gelişme göstermiştir.

Yolo Wonder hattında virüent reaksiyon gösteren K16, F7, F4 ve A1 izolatları diğer dayanıklı hatlarda avirüent reaksiyon göstermiştir. Bu 4 izolatin duyarlı California Wonder biber çeşidinde tüm değerlendirme parametreleri 0 bulunmuştur. Yolo Wonder biber hattında en yüksek üreme oranı görülen A1 izolatının Carolina Wonder ve CM334 hatlarında ve duyarlı çeşitte üreme oranı 0 bulunurken, PM217 de 0.011 olarak saptanmıştır.

Duyarlı çeşit California Wonder'da tüm *M. javanica* izolatları avirüent reaksiyon göstermiştir. Yirmi bir izolatin gal indeks değeri 0-1.8 arasında değişim gösterirken, üreme oranları 0-0.06 arasında değişmiştir. Khan ve Khan [25], California Wonder standart çeşidinde *M. javanica*'nın gal indeks değeri 0.3 ve üreme oranı 0 saptamışlar ve *M. javanica*'ya dayanıklı olarak bildirmektedirler. Bizim bulgularımız bu çalışmayla uyumluluk göstermiştir.

Meloidogyne javanica ırk1 izolatlarının gelişimi açısından CM334, PM217 ve Carolina Wonder dayanıklı biber hatları ile hassas California Wonder

arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Yolo Wonder biber hattı ise *M. javanica* ırk 1 izolatlarına karşı hassas çeşit durumuna düşmüştür. Bu durum dayanıklılığın konukçu bitki ve nematod izolatlarına göre değiştiğini göstermektedir.

Bu çalışma *Meloidogyne javanica* ırk 1 Yolo Wonder ve hibritlerinde reaksiyon çalışmalarının yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Münavebe sistemlerinde *M. javanica* ırk 1 ile bulaşık alanlarda mücadele açısından biber yetiştiriciliği tavsiye edilmektedir. Yolo Wonder biber hattı ya da hibrit çeşitler kullanılırken dikkat edilmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan biber gen kaynaklarını sağlayan Yüksel Tohumculuk'a teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] FAO, 2008. // <http://www.faostat.fao.org>. (Erişim Tarihi: 11.01.2013).
- [2] BATEM,2008. <http://www.batem.gov.tr/urunler/sebzelerimiz/biber/biber.htm>. (Erişim Tarihi: 11.01.2013).
- [3] Lindsey, D.L. and Clayshulte, M.S. 1982. Influence of initial population densities of *Meloidogyne incognita* on three chile cultivars. *Journal of Nematology*, 14, 353-358.
- [4] Sasser, J.N. and Carter, C.C. 1985. Overview of the International Meloidogyne Project, 1974-1984. J.N., Sasser, C.C., Carter (eds.). *An Advanced Treatise on Meloidogyne: Volume 1, Biology and Control*. North Carolina State University Graphics, 19-24.
- [5] Thomas, S.H. and Cardenas, M. 1985. Relationship between pre-season numbers of *Meloidogyne incognita* and yield losses in Chili pepper cultivar. *Phytopathology*, 75, 1304.
- [6] Netscher, C. and Sikora, R.A. 1990. Nematode Parasites on Vegetables. In: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. (eds.). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB International, 231-283.
- [7] Robertson, L., Diez-Rojo, M.A., Lopez-Perez, J.A., Piedra Buena, A., Escuer, M., Lopez Cepero, J., Martinez, C., Bello, A. 2009. New Host Races of *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, and *M. javanica* from Horticultural Regions of Spain. *Plant Disease*, 93, 180-184.
- [8] Yüksel, H. 1974. Kök ur Nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye'deki Durumu ve Bunların Populasyon Problemleri Üzerine Düşünceler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (1), 83-105.

- [9] Ağdacı, M. 1978. Güney Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Kabakgillerde (Cucurbitaceae) Zarar Yapan Kök-ur Nematodu Türleri (*Meloidogyne* spp.)'nin Tespiti ile Zarar Oranları ve Yayılışları Üzerine Araştırmalar. Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülteni, No. 47.
- [10] Elekçioğlu, İ.H. ve Uygun, N. 1994. Occurrence and Distribution of Plant Parasitic Nematodes in Cash Crop in Eastern Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası, Aydın, Türkiye, 409-410.
- [11] Elekçioğlu, İ.H., Ohnesorge, B., Lung, G., Uygun, N. 1994. Plant Parasitic Nematodes in The Mediterranean Region of Turkey. *Nematology Mediterreanean*, 22, 59-63.
- [12] 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 Bildirileri, 700-705.
- [13] Söğüt, M.A. ve Elekçioğlu, İ.H. 2000. *Meloidogyne incognita* Chitwood (Nemata: Heteroderidae) ırk-2'nin farklı domates çeşitlerinde bazı biyolojik özellikleri üzerine araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24 (2), 113-124.
- [14] Kepenekçi, İ., Evlice, E., Aşkın, A., Özakman, M., Tunalı, B. 2009. Burdur, Isparta ve Eskişehir illerindeki örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde sorun olan kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nin fungal ve bakteriyel patojenlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 49 (1), 21-3.
- [15] İmren, M., Özarıslan, A., Kasapoğlu, E.B., Toktay, H., Elekçioğlu, İ.H. 2014. Türkiye buğday faunası için yeni bir tür, *Meloidogyne artiellia* (Franklin)'nin morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38 (2), 189-196.
- [16] Hartman, K.M. and Sasser, J.N. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In: Barker, K.R., Carter, C.C., Sasser, J.N. (Eds.), *An Advanced Treatise on Meloidogyne*. Methodology, vol. II. North Carolina State University Graphics, North Carolina, pp. 69-77.
- [17] Mekete, T., Mandefro, W., Greco, N. 2003. Relationship between initial population densities of *Meloidogyne javanica* and damage to pepper and tomato in Ethiopia. *Nematol. mediterranean*, 31, 169-171.
- [18] Rammah, A. and Hirschmann, H. 1990. Morphological comparison of three host races of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 22, 56-68.
- [19] 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, 219-221.
- [20] Söğüt, M.A. ve 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.
- [21] Devran, Z. and Söğüt, M.A. 2011. Characterizing races of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* in the West Mediterranean region of Turkey. *Crop Protection*, 30, 451-455.
- [22] Özarıslan, A. ve Elekçioğlu İ.H. 2003. Bazı hıyar, domates ve biber çeşitlerinin Kök-ur nematodları (*Meloidogyne javanica* Chitwood, 1949 ırk-1 ve *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949 ırk-2) (Nemata:Heteroderidae)'na karşı dayanıklılıklarının araştırılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27(4), 279-291.
- [23] Wang, D. and Bosland, P.W. 2006. The genes of Capsicum. *HortScience*, 41, 1169-1187.
- [24] Thies, J.A. and Fery, R.L. 2000. Heat stability of resistance to *Meloidogyne incognita* in Scotch Bonnet peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). *Journal of Nematology*, 32, 356-361.
- [25] Khan, A.A. and 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.
- [26] Oka, Y., Offenbach, R., Pivonia, S. 2004. Pepper Rootstock Graft Compatibility and Response to *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. *Journal of Nematology*, 36(2), 137-141.
- [27] Hendy, H., Porchard, E., Dalmasso, A. 1983. Identification de 2 nouvelles sources de résistance aux nematodes du genre *Meloidogyne* chez le piment *Capsicum annuum* L., *CR Seances Acad Agric Fr*, 69, 817-822.
- [28] Hendy, H., Dalmasso, A., Cardin, M. C., 1985. Differences in resistant *Capsicum annuum* attacked by different *Meloidogyne* species. *Nematologica*, 31, 72-78.
- [29] Dalmasso, A., Cardin, M.C., Porchard, E., Daunay, M.C. 1985. Pouvoir pathogene des nematodes *Meloidogyne* et genetique de la resistance chez quelques solanacees maraicheres. *Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France*, 71, 771-779.
- [30] Bafokuzara, N.D. 1983. Influence of Six Vegetable Cultivars on Reproduction of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 15(4), 559-564.

- [31] Thies, J.A. and Fery, R.L. 2000. Characterization of resistance conferred by *N* gene to *Meloidogyne arenaria* races 1 and 2, *M. hapla*, and *M. javanica*. Journal of American Society of Horticultural Science, 125, 71-75.
- [32] Thies, J.A. and Fery, R. L. 2002. Heat stability of resistance to southern root-knot nematode in bell pepper genotypes homozygous and heterozygous for the *N* gene. Journal of American Society of Horticultural Science, 127, 371-375.
- [33] Djian- Caporalino, C., Pijarowski, L., Januel, A., Lefebvre, V., Daubeze, A., Palloix, A., Dalmaso, 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.
- [34] Djian-Caporalino, C., Molinari, S., Palloix, A., Ciancio, A., Fazari, A., Marteu, N., Ris, N., Castagnone-Sereno, P. 2011. The reproductive potential of the root knot nematode *Meloidogyne incognita* is affected by selection for virulence against major resistance genes from tomato and pepper. European Journal Plant Pathology, 131, 431-440.
- [35] Castagnone-Sereno, P., Bongiovanni M., 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.
- [36] Devran, Z. and Söğüt, M.A. 2009. Distribution and Identification of Root-knot Nematodes from Turkey. Journal of Nematology, 41(2), 128-133.
- [37] Göze, F.G., 2014. Nematoda Dayanıklı Bazı Biber Gen Kaynaklarında Kök-ur Nematodu (*Meloidogyne* spp.) Popülasyonlarının Reaksiyonlarının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 112s, Isparta.