

Bazı Toprak Bakterilerinin Domates Bitkisindeki Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populasyonlarına Etkisi

Neziha Gamze AKBAY^{1*}, Ramazan ÇETİNTAŞ², Mustafa KÜSEK³

¹²³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0002-3132-8186>, ²<https://orcid.org/0000-0002-5738-6915>, ³<https://orcid.org/0000-0002-6320-5869>

✉: gamzeakbay01@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, 10 farklı toprak bakteri izolatının, domates (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo) bitkisinde üç nematod inokulasyon seviyesinde (0, 500 ve 1000 L2 veya yumurta/saksı) bulaştırılan *Meloidogyne javanica*'ya olan etkileri araştırılmıştır. Deneme, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi seralarında 10×3×6 (10 adet toprak bakteri izolatu, 3 nematod inokulum seviyesi, 6 tekerrür) tesadüfi bloklar deneme desenine göre kurulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; ZHA287 (*Bacillus subtilis*), ZHA246 (*Mycobacterium confluentis*) ve ZHA579 (Tanımlanmamış) izolatlarının bitki kök-ur sayısını ve yumurta paket sayısını azalttığı, ancak bitki büyümesine etki etmediği gözlenmiştir. *Tsukamurella paurometabola*'nın ZHA569 izolatının kök-ur nematodu popülasyonunu baskı altında tuttuğu ve bitki kök yaş ve kuru, gövde yaş ve kuru ağırlıklarını arttırdığı gözlenmiştir. *Paenibacillus castaneae*'nin ZHA178 izolatu ve *Mycobacterium immunogeu*m ZHA57 izolatu, kontrole (+) göre yumurta paketi ve kök-ur sayılarına etkili olmadıkları fakat bitki büyümesini arttırdığı gözlenmiştir. Çalışılan 10 bakteri arasında, ZHA246 (*M. confluentis*), ZHA579 (Tanımlanmamış), ZHA569 (*T. paurometabola*) ve ZHA287 (*B. subtilis*) izolatlarının gelecekte bitki paraziti nematodlarının biyolojik mücadelesinde kullanılabilecek potansiyele sahip olabilecekleri düşünülmektedir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 08.06.2020

Kabul Tarihi : 27.07.2020

Anahtar Kelimeler

Bionematisit

Kök-ur nematodu

Meloidogyne javanica

Nematod kontrol

Toprak bakterileri

The Effect of Some Soil Bacteria on Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populations on Tomatoes

ABSTRACT

In this study, the effect of 10 bacterial isolates against *Meloidogyne javanica* (inoculated at three levels of 0, 500 and 1000 J2 or eggs pot) were determined on tomato (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo). The trial was designed as a randomized complete block design, consisting 10 plant soil bacteria strains and 2 control group (-, +) treatments with 6 replications, conducted in Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Agricultural Faculty green houses. Results of the study indicated that (*Bacillus subtilis*) ZHA287, (*Mycobacterium confluentis*) ZHA246, (unidentified) ZHA579 isolates reduced root galling and the number of egg masses, however they did not have effect on the plant growth. Isolate ZHA569 of *Tsukamurella paurometabola* repressed the root knot nematode numbers and increased the dry and fresh root weight, and dry and fresh green plant part weights. Isolate ZHA178 of *Paenibacillus castaneae* and ZHA57 *Mycobacterium immunogeu*m did not affect the root galling nevertheless, increased the plant growth as compared to control (+). Results indicated that among 10 bacterial isolated studied, ZHA246 (*Mycobacterium confluentis*), ZHA579 (unidentified), ZHA569 (*Tsukamurella paurometabola*) and ZHA287 (*Bacillus subtilis*) could be promising as bio control agents for the future nematode disease managements.

Research Article

Article History

Received : 08.06.2020

Accepted : 27.07.2020

Keywords

Bionematicide

Root-Knot Nematode

Meloidogyne javanica

Nematode control

Root bacteria

- Atıf İçin:** Akbay NG, Çetintaş R, Küsek M 2021. Bazı Toprak Bakterilerinin Domates Bitkisindeki Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populasyonlarına Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 337-343. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.749425>
- To Cite:** Akbay NG, Çetintaş R, Küsek M 2021. The Effect of Some Soil Bacteria on Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populations on Tomatoes. KSU J. Agric Nat 24 (2): 337-343. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.749425>

GİRİŞ

Dünya’da ve Türkiye’de en çok üretilen ve tüketilen sebzelerin başında domates (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo) gelmektedir. Ana vatanı Güney Amerika ve Peru olan domates, Solanaceae familyasına ait olup, günümüzde dünyanın hemen hemen tüm bölgelerinde üretilmektedir. Türkiye’de sebze üretiminde ilk sıralarda yer alan domatesin tarla ve örtü altı üretimi yapılmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2013 verilerine göre, Türkiye 11.820.000 ton domates üretimi ile Dünya’da Çin, Hindistan ve ABD’den sonra dördüncü sırada gelmektedir (Anonim, 2015).

Domates, taze olarak tüketildiği gibi dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu formunda da tüketilen bir sebze türüdür (Günay, 2005). Türkiye’de domatesin tüketimine ek olarak işlenmiş veya taze olarak ihracatı nedeni ile ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır (Erkan ve ark., 1992). İnsan beslenmesi ve sağlığı açısından içerdiği A, B, B1, B6, C ve K vitaminleri, niacin, protein, yağ, karbonhidrat, potasyum, kalsiyum, demir ve diğer besin maddeleri domatesin önemini arttırmaktadır (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2010).

Domates bitkisinin ana zararlılardan olan bakteri, fungus, virüs gibi mikroorganizmalar ile akarlar, böcekler ve diğer hayvansal zararlılara ek olarak, kök-ur nematodları da (*Meloidogyne* spp.) önemli zararlılar içerisinde yer almaktadır. Dünya’da ekonomik anlamda sebzelerde büyük zararlar meydana getiren kök-ur nematodları, obligat endoparazit olup geniş alanlara yayılan ve çok fazla sayıda konukçuya sahip olan bir zararlı türdür (Bleve-Zacheo ve ark., 2007).

Toprak ve bitki dokuları içinde yaşamlarını devam ettiren nematodların mücadelesi oldukça zordur. Mücadelede; dayanıklı çeşitlerin kullanılması, solarizasyon, biyolojik ve kimyasal savaşım gibi yöntemlere başvurulmaktadır. Nematodların fazla sayıda tür kapsaması ve konukçu dağılımlarının geniş olması, kimyasal mücadele dışında kullanılan mücadele yöntemlerinin uygulayışını sınırlandırmaktadır. Fakat kimyasal nematisitlerin kullanılmasının doğal yaşama, çevreye ve insan sağlığı üzerine zararlı etkileri bulunmaktadır (Stirling, 1991). Bu sebeplerden ötürü kök-ur nematodlarıyla mücadelede son yıllarda bazı etkili pestisitlerin kullanımı yasaklanmıştır (Devran ve Söğüt, 2010). Ayrıca nematisit uygulamalarının son derece pahalı ve zor olması, bilim adamlarını kök-ur nematodlarıyla mücadelede alternatif yöntem arayışlarına yöneltmiştir.

Bu bağlamda, bu çalışmada; domates bitkilerinde *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood’ya karşı, entegre mücadelenin bir parçası olan biyolojik mücadele kapsamı içerisinde, sera koşullarında, bitki gelişimini uyarıcı 10 farklı toprak bakterisi izolatının (Tablo 1) [ZHA246 (*Mycobacterium confluentis*), ZHA235, ZHA212 (*Paenibacillus castaneae*), ZHA287 (*Bacillus subtilis*), ZHA579, ZHA178 (*Paenibacillus castaneae*), ZHA57 (*Mycobacterium immunogeu*), ZHA569 (*Tsukamurella paurometabola*), ZHA296 (*Paenibacillus castaneae*) ve ZHA88 (*Paenibacillus castaneae*)], *M. javanica* populasyon yoğunluklarına ve bitki gelişimlerine olan etkileri araştırılmıştır.

Tablo 1. *Meloidogyne javanica*’ya karşı etkinliği araştırılan toprak bakteri izolatları
Table 1. Soil bacterial isolates whose efficacy was investigated against *Meloidogyne javanica*

İzolat No (Isolation no)	İzole Edildiği Konukçu Bitki (Host Plant Is Isolated)	Tür (Type)
ZHA246	Biber <i>Mycobacterium confluentis</i>	
ZHA235	Biber Tanımlanmamış	
ZHA212	Biber <i>Paenibacillus castaneae</i>	
ZHA287	Biber <i>Bacillus subtilis</i> ss. <i>subtilis</i>	
ZHA579	Biber Tanımlanmamış	
ZHA178	Biber <i>Paenibacillus castaneae</i>	
ZHA57	Biber <i>Mycobacterium immunogeu</i>	
ZHA569	Biber <i>Tsukamurella paurometabola</i>	
ZHA296	Biber <i>Paenibacillus castaneae</i>	
ZHA88	Biber <i>Paenibacillus castaneae</i>	

MATERYAL ve METOT

Materyal

İlgili çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar yerleşkesinde bulunan Ziraat Fakültesi’ne ait cam seralarında ve bitki koruma laboratuvarlarında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak domates (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Dinamo) fideleri kullanılmıştır. Saksılarda, %70 kum, %20 killi toprak ve %10 perlit olan bir karışım kullanılmıştır. Hazırlanan kum-toprak karışımı steril haldeki 1.5 L büyüklüğündeki saksılara doldurulmuş ve fideler bu saksılara şaşırtılmıştır. Denemede kullanılan nematod (*Meloidogyne javanica*) materyali ve bakteri izolatları Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Laboratuvarlarından sağlanmıştır.

Metot

Denemede kullanılan *Meloidogyne javanica* yumurta kümelerinin elde edilmesi

Daha önce nematod bulaştırılmış hassas Falkon çeşidi domates bitkilerinin köklerinden yumurta kümelerinin elde edilmesinde Hussey ve Barker (1973) metodu kullanılmıştır. Bitki kökleri, üzerinde bulunan urlara ve urların üzerinde bulunan nematod yumurta paketlerine zarar gelmeyecek şekilde topraktan su ile yıkanarak arındırılmıştır. Bitki kökleri musluk altında yıkanarak küçük parçalara ayrılmış ve bitki kökleri 4 L hacimdeki bir kaba konulduktan sonra 500 ml %0.5'lik sodyum hipoklorit (NaClO) solüsyonu içinde ½ dakika ovalanmıştır. Bu uygulamadan sonra çözelti 200, 500 mesh'lik eleklerden geçirilerek 500 mesh açıklığına sahip elek içerisinde kalan *M. javanica* yumurtaları ve ikinci dönem larvaları NaClO'dan arı olması için musluk altında iyice yıkandıktan sonra petrilere aktarılmıştır. Elde edilen yumurta ve ikinci dönem larvalar, fidelere aşılacak üzere +4°C'de muhafaza edilmiştir.

Denemede kullanılan toprak bakteri izolatlarının çoğaltılması ve bakteri süspansiyonunun hazırlanması

KSÜ Ziraat Fakültesi, Bakteriyoloji Laboratuvarı stoklarında yer alan 10 toprak bakteri izolatu uygulama için NGA (Nutrient Glikoz Agar) besin ortamında canlandırılmıştır. Hazırlanan karışım 121°C'de otoklav edilmiş besiyer, steril kabinde petrilere dökülüp bakteri ekimi için katılaşmaya bırakılmıştır. Her bir toprak bakteri izolatu 8 cm'lik petrilere NGA besiyerine öze yardımıyla çizgi ekim yapılmış ve 48 saat 24°C'de inkübatörde bekletilerek bakteri gelişimi sağlanmıştır. Denemenin bütün aşamalarında sadece NGA besin türü kullanılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987). Hazırlanan toprak bakteri izolatları kolonileri büyütüldükten sonra, 8.5 g NaCl'i 1 L damıtılmış suda çözerek bir fizyolojik çözelti içerisinde bakteri kaynağı hazırlanarak kütle koloni bakterileri plastik petri kabından sterilize edilmiş ve fizyolojik çözeltiliye aktarıldıktan sonra hafifçe karıştırılmıştır. İnokulasyon sıvısının bakteri yoğunluğu %50'ye ayarlanmıştır.

Denemenin kurulması

Çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar yerleşkesinde bulunan Ziraat Fakültesi'ne ait cam seralarda, 14.07.2017 tarihinde, domates bitki köklerinin toprak bakteri süspansiyonları içerisinde 10 dakika bekletilip köke daldırma yoluyla uygulanmıştır. Denemede 15.07.2017 tarihinde ise nematod inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Deneme bitkileri, *M. javanica* yumurta ve ikinci dönem larvalarının saksılara bulaştırılma tarihinden takiben 77±1 gün sonra 30.10.2017 tarihinde saksılardan sökülülmüştür.

Toprak bakterilerinin uygulaması

Muamele öncesi, NGA besin ortamında 24-48 saat içerisinde gelişen bakteri kültürleri saf su ile 10⁹ cfu ml yoğunluğunda süspansiyon edilmiştir. Dikimden hemen önce domates fide viyolleri köke daldırma şeklinde uygulanmıştır. Bu uygulama her bir bitki için 10 dakika bekletilip saksıya şaşırtılmıştır. Dikim işlemi nemli ortamda gerçekleştirilmiş olup, dikimden hemen sonra fide viyollerine uygulanan toprak bakterilerinin tutunması açısından ve yıkanma riskini ortadan kaldırmak amacıyla can suyu 24 saat sonra uygulanmıştır.

Elde edilen yumurta kümelerinin fidelere bulaştırılması

Daha önce viyollerde yetiştirilen domates çeşitleri 1.5 L'lik sterilli saksılara ve 10 farklı toprak bakterileri 10⁹ cfu ml yoğunluğunda bitki köklerine süspansiyon edilerek şaşırtılmıştır. Bu işlemden bir gün sonra domates saksılarındaki toprağa, her bir bitkinin bitki kök boğazından 3-4 cm mesafede, 4-5 cm derinlik ve 1-1.5 cm çapında üç oyuk açılmıştır. Açılan her bir oyukta, bulaşık bitkiden elek yöntemiyle elde edilen yumurta paketi ve ikinci dönem larvalarının karışık bulunduğu inokulasyondan 500 veya 1000 L2/yumurta saksı gelecek şekilde iki farklı nematod inokulasyonu homojen bir şekilde verilerek oyukların üzeri kapatılmıştır.

Bitki bakım işlemleri

Bitkiler her gün aynı oranda sulanmış ve besin elementi eksikliğine karşı iki haftada bir 20-20-20 NPK gübresi (1 g L) verilmiştir. Bitkide oluşabilecek zararlılara (beyaz sinek, yaprak biti, kırmızı örümcek vs.) karşı gerektiğinde insektisit uygulamaları yapılmıştır.

Uygulanan toprak bakterilerinin *Meloidogyne javanica*'ya karşı etkisinin değerlendirilmesi ve verilerin istatistiksel analizi

Deneme bitkileri, *M. javanica* ikinci dönem larvalarının saksılara bulaştırılma tarihi takiben 77 gün sonra saksılardan hasat edilmiştir. Hasat edilen domates bitkilerinin yeşil aksam ve kök yaş ağırlıkları (g bitki) ve kuru ağırlıkları (g bitki), bitki boyu, bitki köklerinde oluşan ur sayısı, yumurta paket sayısı verileri elde edilmiştir. Ayrıca bitki kök bölgesinden (saksıdan) alınan 100 cm³ topraktan Baermann Huni Yöntemi (Southey, 1986) yöntemiyle elde edilen toplam ölü-canlı nematode larva sayısı (üreme oranı) verileri kayıt altına alınmıştır. Köklerde meydana gelen yumurta paket indeksi ve kök-ur nematodunun köklerdeki ortalama indeksi Taylor ve Sasser (1978)'in 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir. Toprakta izole edilen *M. javanica* ikinci dönem larva ölü ve canlı sayısı (üreme oranı) $RF = R_f / R_i$ formülüne (RF =

üreme oranı, R_i = başlangıç popülasyonu, R_f = son popülasyonu) göre hesaplanmıştır. Sasser ve ark. (1984)'na göre $RF \geq 1$ iyi konukçu, $0.1 < RF < 1$ kötü konukçu, $RF \leq 0.1$ konukçu olmayan şekilde belirtilmiştir.

Elde edilen veriler, SPSS programı yardımı ile ANOVA uygulanarak istatistiksel analizler yapılarak, adı geçen 10 farklı toprak bakteri muamelelerinin, *M. javanica* üzerindeki etkinliği istatistiki olarak saptanmaya çalışılmıştır. Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Test'ine göre $P \leq 0.05$ düzeyinde elde edilen ortalamalarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bazı toprak bakterilerinin domates bitkisindeki kök-ur nematodu *M. javanica* popülasyonlarına etkisi üzerine yapılan çalışmada elde edilen veriler Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir. Bu çalışmada, toprak bakteri izolatu ZHA246 (*M. confluentis*)'nın domates bitki köklerinde ırlanma oranını ve yumurta paket sayısını baskı altında tutarak olumlu etki göstermiştir. Fakat kontrol grubuyla karşılaştırıldığında diğer parametrelere olumlu etki göstermemiştir. ZHA57 (*Mycobacterium immunogeu*m) toprak bakteri izolatu ise, bitki boyu ve bitki yaş ağırlıklarını arttırdığı ve diğer parametreler üzerinde ise etkili olmadığı görülmüştür. Bu farklılık, *Mycobacterium* cinsi bakterilerin toprakta N₂ sabit tutması yeteneği ile (Sellstedt ve Richau, 2013), indole-3-asetik asit (IAA) üretim kapasitesine sahip olmalarından (Tsavkelova ve ark., 2005), kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.

ZHA569 (*T. paurometabola*) kök-ur nematodunun üreme oranı, ırlanma ve yumurta paket sayısını azaltarak nematod popülasyonu üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Aynı izolatu ayrıca bitki yaş ve kuru parametreleri üzerinde etkili olduğu ve dolayısıyla ağırlıklarını arttırdığı gözlenmiştir. Marin ve ark. (2013) tarafından yürütülen çalışmada *T. paurometabola*'nın mısır bitkisinin gelişimini arttırıcı ve kök-ur nematod popülasyonunun sayısını azaltıcı bir etki gösterdiği tespit edilmiştir.

ZHA579 izolatu bakıldığında, denemenin genelinde, bitki köklerindeki ırlanmayı ve yumurta paket sayısını azalttığı, fakat diğer parametreler üzerinde olumlu etki göstermediği görülmüştür.

Toprak bakteri izolatu ZHA287 (*B. subtilis*) domates bitkisinde *M. javanica*'nın köklerde meydana getirdiği ırlanma ve yumurta paket sayısı üzerine azaltıcı etki gösterip bitki kök, gövde ağırlıklarını arttırdığı gözlenmiştir.

Zavaleta-Mejia ve Van Gundy (1982) tarafından yapılan çalışmada, domates, hıyar ve yonca bitkilerinde *M. incognita*'ya karşı uygulanan *B. thuringensis*'in BT izolatlarının nematod popülasyonu

ve köklerdeki ur oluşumunu bastırdığını bulmuşlardır. Khan ve ark. (2010)'nın yaptığı bir çalışmada, *B. thuringensis*'in 10 BT izolatlarının laboratuvar ve sera koşullarında yapılan denemelerde *M. javanica*'ya karşı nematisit olma etkinliğini değerlendirmişlerdir. Laboratuvar çalışmasında, yumurta ve ikinci dönem larvalar, BT izolatlarına farklı zaman aralıklarında (24, 48, 72 ve 96) maruz bırakılmışlardır. Bakteriyel izolat BT-64, BT-16, BT-14 ve BT-10'nun, 96 saat maruz bırakıldıktan sonra, yumurta sayısında azalma meydana getirdiğini görmüşlerdir. BT izolatlarının yumurta açılımını önlediği ve larva sayısını azalttığını görmüşlerdir. Sera denemelerinde ise banya (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench cv. Arka anamika) ve fasulye (*Vigna radiata* [L.] Wilczek cv. MN-95) bitkilerine *M. javanica*'ya karşı savaşmada BT izolatlarının uygulanması sonucu, bitki büyümesini arttırdığını ve kök-ur indeksini azalttığını görmüşlerdir. Fasulye bitkisinde *Bacillus thuringensis* izolatları BT-64 ve BT-14'ün, kök-ur sayısında belirgin azalma meydana getirdiğini saptamışlardır. Test edilen tüm bakteri izolatlarının *M. javanica* larvalarının sayısı üzerinde önemli ölçüde etki ettiğini ve bununla birlikte BT-16 ve BT-64'ün, 24 saatlik zaman aralığında %100 larvaların ölümüne sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Baghaee Ravari ve Mahdikhani Moghaddam (2015), *B. thuringiensis*'in ToIr65 ve ToIr67 iki izolatu *M. javanica*'ya karşı etkinliklerini değerlendirmek üzere laboratuvar ve saksı koşullarında test etmişlerdir. ToIr65 ve ToIr67, in vitro olarak SCM'ye kıyasla %70 nematisit aktivite gösterdiği ve saksı denemelerinde ToIr65'in nematodların ırlanma oranını %51 azalttığını, aynı zamanda domatesde büyümeyi arttırdığını bulmuşlardır. Bt-ToIr65'in *M. javanica*'nın kontrolü için bir biyo-kontrol ajanı olarak kullanılabilceği önerilirken, ToIr67'nin *M. javanica*'ya karşı etkili olmadığını belirtmişlerdir.

ZHA178 (*P. castaneae*) izolatu ise 1. ve 2. denemedeki bitki boyu parametresi üzerinde önemli derecede arttırmıştır. Ayrıca genel anlamda kök yaş ve gövde kuru parapetleri üzerinde de etkili olmuştur. Fakat ırlanma ve yumurta oluşumuna azaltıcı etkide bulunmayıp kontrol (+) ile hemen hemen aynı değerleri göstermektedir. ZHA296; 212; 88 bakteri izolatları ise ZHA178 gibi belirgin derecede etkili olmayıp, yürütülen iki deneme parametrelerinde farklılıklar gözlenmiştir. *Paenibacillus* cinsinin bazı türleri azot fiksasyonu, fosfor çözünürlüğü ve bitkiyi toprak kaynaklı hastalıklara karşı antagonistik etki gibi bazı mekanizmalarla bitki gelişimini arttırabilmektedir (Govindasamy ve ark., 2010). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin fitotoksit etkisi, yüksek konsantrasyonda zehirli indole-3-asetik asit (IAA) üretimine bağlı olmaktadır (Lebuhn ve ark., 1997).

Tablo 2. Birinci deneme *Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo domatesine bulaştırılmış *M. javanica*'nın üç ayrı nematod seviyelerinde (0, 500 ve 1000 L2 saksı) 10 toprak bakteri izolatları (1×10^9 cfu ml saksı) ile muameleleri sonucunda elde edilen bitki boyu, kök yaş ve kuru ağırlık, gövde yaş ve kuru ağırlık, urlanma indeksi, yumurta paketi indeksi ve üreme oranı ortalamalarının karşılaştırılması (Ortalama \pm Standart Hata)

Table 2. The first trial of *Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo tomato infected *M. javanica* in three different nematode levels (0, 500 and 1000 L2 pot), resulting in treatment with 10 soil bacteria isolates (1×10^9 cfu ml pot) and dry weight, body wet and dry weight, scrub index, egg package index and reproduction ratio averages (Mean \pm Standard Error)

Bakteri Muameleleri (Bacterial treatments)	Nematod Seviyesi (nematod levels (nematodes flower pot))	Bitki Boyu (cm) (Plant height (cm))	Kök Ağırlık (g) (Root weight (g))	Yaş Ağırlık (g) (Root fresh weight (g))	Kök Ağırlık (g) (Root dry weight (g))	Gövde Ağırlık (g) (Green part fresh weight (g))	Yaş Ağırlık (g) (Green part dry weight (g))	Gövde Ağırlık (g) (Green part dry weight (g))	Urlanma İndeksi (Gall index)	Yumurta Paket İndeksi (Egg mass index)	Üreme Oranı (RF) (Reproduction rate (RF))
KONTROL(-) (CONTROL -)	0 L2	23.99 \pm 0.99a	18.00 \pm 1.11ab	3.80 \pm 0.36ab	5.40 \pm 0.34abc	2.40 \pm 0.16a	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00d	0.00 \pm 0.00d		
KONTROL(+) (CONTROL +)	500 L2	24.93 \pm 0.75a	16.90 \pm 1.47ab	3.80 \pm 0.25ab	3.90 \pm 0.41e	2.00 \pm 0.21ab	4.90 \pm 0.10a	5.00 \pm 0.00a	1.13 \pm 0.09ab		
ZHA178		23.52 \pm 0.76ab	17.50 \pm 1.91ab	2.33 \pm 0.33bc	4.67 \pm 0.42bcde	2.50 \pm 0.22a	4.50 \pm 0.22bc	4.83 \pm 0.17a	1.18 \pm 0.09ab		
ZHA57		20.77 \pm 1.01c	18.00 \pm 1.46ab	3.17 \pm 0.8bc	6.17 \pm 0.31a	2.00 \pm 0.26ab	4.67 \pm 0.21ab	4.83 \pm 0.17a	1.01 \pm 0.09abc		
ZHA212		20.42 \pm 1.14c	10.83 \pm 1.25c	1.33 \pm 0.21c	4.17 \pm 0.40cde	2.00 \pm 0.26ab	4.00 \pm 0.00d	4.00 \pm 0.00c	1.09 \pm 0.05ab		
ZHA296		20.02 \pm 0.75c	13.00 \pm 1.44bc	2.83 \pm 0.40bc	4.33 \pm 0.21cde	1.83 \pm 0.31ab	4.83 \pm 0.17ab	5.00 \pm 0.00a	0.90 \pm 0.06abc		
ZHA235		20.96 \pm 0.83c	17.00 \pm 1.86ab	3.83 \pm 1.01ab	4.33 \pm 0.33cde	2.00 \pm 0.26ab	4.33 \pm 0.21cd	5.00 \pm 0.00a	1.07 \pm 0.17ab		
ZHA88		20.90 \pm 0.77c	15.50 \pm 1.23abc	3.83 \pm 0.40ab	4.50 \pm 0.22cde	1.50 \pm 0.22ab	4.00 \pm 0.00d	4.33 \pm 0.21b	0.86 \pm 0.15abc		
ZHA287		22.06 \pm 0.60bc	14.00 \pm 1.51bc	3.33 \pm 0.92abc	5.33 \pm 0.21abcd	2.67 \pm 0.21a	4.00 \pm 0.00d	4.00 \pm 0.00c	0.83 \pm 0.09bc		
ZHA569		19.92 \pm 0.95c	20.33 \pm 2.03a	5.33 \pm 1.15a	5.50 \pm 0.22abc	2.50 \pm 0.22a	4.00 \pm 0.00d	4.00 \pm 0.00c	0.63 \pm 0.07c		
ZHA246		20.02 \pm 0.74c	15.33 \pm 1.09abc	4.17 \pm 0.40ab	5.83 \pm 0.31a	2.33 \pm 0.21ab	4.00 \pm 0.00d	4.00 \pm 0.00c	1.26 \pm 0.15a		
ZHA579		19.77 \pm 0.83c	13.17 \pm 1.01bc	2.83 \pm 0.54bc	5.67 \pm 0.56ab	2.00 \pm 0.37ab	4.00 \pm 0.00d	4.00 \pm 0.00c	1.16 \pm 0.21ab		
KONTROL(+) (CONTROL +)	1000 L2	22.35 \pm 0.60bc	13.70 \pm 1.31bc	2.80 \pm 0.33bc	2.90 \pm 0.18e	2.00 \pm 0.15	5.00 \pm 0.00a	5.00 \pm 0.00a	0.92 \pm 0.10a		
ZHA178		22.69 \pm 0.97bc	19.17 \pm 2.27a	5.17 \pm 0.95a	4.50 \pm 0.43cd	2.17 \pm 0.31	4.67 \pm 0.21ab	4.83 \pm 0.17ab	0.83 \pm 0.06ab		
ZHA57		24.19 \pm 0.80ab	18.17 \pm 2.12ab	4.50 \pm 0.99abc	6.67 \pm 0.33a	1.50 \pm 0.22	4.17 \pm 0.17c	4.50 \pm 0.22abc	0.57 \pm 0.05c		
ZHA212		25.81 \pm 0.45a	15.50 \pm 2.49abc	2.83 \pm 0.75bc	5.50 \pm 0.62abc	2.00 \pm 0.26	4.50 \pm 0.22bc	4.50 \pm 0.22abc	0.75 \pm 0.08ab		
ZHA296		22.71 \pm 0.95bc	13.00 \pm 1.92bc	2.33 \pm 0.33c	6.00 \pm 0.37ab	2.00 \pm 0.26	4.33 \pm 0.21bc	4.50 \pm 0.22abc	0.60 \pm 0.07ab		
ZHA235		21.69 \pm 0.89c	14.67 \pm 1.45abc	4.67 \pm 0.92ab	4.83 \pm 0.31bcd	2.17 \pm 0.17	4.33 \pm 0.21bc	4.67 \pm 0.21ab	0.56 \pm 0.06c		
ZHA88		24.67 \pm 0.86ab	15.17 \pm 1.28abc	4.00 \pm 0.26abc	4.83 \pm 0.40bcd	2.17 \pm 0.17	4.33 \pm 0.21bc	4.67 \pm 0.21ab	0.87 \pm 0.15ab		
ZHA287		21.33 \pm 1.06cd	12.67 \pm 1.45c	2.83 \pm 0.40bc	4.00 \pm 0.45de	2.17 \pm 0.31	4.00 \pm 0.00c	4.00 \pm 0.00c	0.68 \pm 0.12ab		
ZHA569		19.40 \pm 0.37de	15.00 \pm 0.73abc	4.50 \pm 0.81abc	4.83 \pm 0.60bcd	1.83 \pm 0.17	4.17 \pm 0.17c	4.83 \pm 0.17ab	0.55 \pm 0.10c		
ZHA246		19.04 \pm 0.45e	10.33 \pm 0.88c	3.17 \pm 0.60abc	4.33 \pm 0.62cd	2.17 \pm 0.17	4.00 \pm 0.00c	4.33 \pm 0.21bc	0.54 \pm 0.11c		
ZHA579		18.85 \pm 0.37e	11.83 \pm 0.95c	3.50 \pm 0.62abc	4.17 \pm 0.48cde	2.00 \pm 0.26	4.00 \pm 0.00c	4.00 \pm 0.00c	0.72 \pm 0.11ab		

Aynı sütunda bulunan farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$). Urlanma indeksi: 0-5skalasına göre 0 : 0 ur yok, 1: 1-2 ur, 2 : 3-10 ur, 3 : 11-30 ur, 4 : 31-100 ur, 5 : >100 ur (Taylor ve Sasser, 1978) ($P \leq 0.05$). Yumurta paket indeksi: 0-5 skalasına göre 0 : 0, 1 : 1-2 yumurta paketi, 2 : 3-10 yumurta paketi, 3 : 11-30 yumurta paketi, 4 : 31-100 yumurta paketi, 5 : >100 yumurta paketi (Taylor ve Sasser, 1978) ($P \leq 0.05$). Üreme oranı RF = Rf/Ri, iyi konukçu ($RF \geq 1$), kötü konukçu ($0.1 < RF < 1$), konukçu olmayan ($RF \leq 0.1$) (Sasser ve ark., 1984).

Tablo 3. İkinci deneme *Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo domatesine bulaştırılmış *M. javanica*'nın üç ayrı nematod seviyelerinde (0, 500 ve 1000 L2 sakısı) 10 toprak bakteri izolatları ile (1×10^9 cfu ml sakısı) muameleleri sonucunda elde edilen bitki boyu, kök yaş ve kuru ağırlık, gövde yaş ve kuru ağırlık, urlanma indeksi, yumurta paketi indeksi ve üreme oranı ortalamalarının karşılaştırılması (Ortalama \pm Standart Hata)

Table 3. The second trial of *Lycopersicon lycopersicum* cv *Dynamo* tomato infected *M. javanica* at three separate nematode levels (0, 500 and 1000 L2 pot), resulting in treatment with 10 soil bacteria isolates (1×10^9 cfu ml pot), plant height and dry weight, body wet and dry weight, scrub index, egg package index and reproduction ratio averages (Mean \pm Standard Error)

Bakteri Muameleleri (Bacterial treatments)	Nematod Seviyesi (nematod sakısı) (Nematod levels (nematodes flower pot))	Bitki (cm) (Plant (cm))	Boy (cm) (height)	Kök Yaş (g) (Root weight (g))	Ağırlık (g) (fresh)	Kök Ağırlık (g) (Root weight (g))	Kuru Ağırlık (g) (dry)	Gövde Ağırlık (g) (Green part fresh weight (g))	Yaş Ağırlık (g) (part dry weight (g))	Gövde Ağırlık (g) (Green part dry weight (g))	Kuru Ağırlık (g) (part dry weight (g))	Urlanma İndeksi (Gall index)	Yumurta İndeksi (Egg mass index)	Paket İndeksi (Egg package index)	Üreme Oranı (RF) (Reproduction rate (RF))
KONTROL(-) (CONTROL -)	<u>0 L2</u>		23.18 \pm 0.50abc	15.60 \pm 0.95b	3.90 \pm 0.41a	4.20 \pm 0.36c	2.10 \pm 0.23ab	0,00 \pm 0,00c	0,00 \pm 0,00d	0,00 \pm 0,00c					
KONTROL(+) (CONTROL +)	<u>500 L2</u>		20.61 \pm 0.43	16.60 \pm 1.77ab	3.10 \pm 0.38	4.20 \pm 0.29c	2.20 \pm 0.20	4.80 \pm 0.13a	5.00 \pm 0.00a	1.22 \pm 0.18a					
ZHA178			22.29 \pm 0.91	14.83 \pm 1.74b	5.17 \pm 0.79	5.33 \pm 0.42bc	2.33 \pm 0.21	4.50 \pm 0.22a	4.50 \pm 0.22a	1.14 \pm 0.11ab					
ZHA57			20.15 \pm 0.86	19.50 \pm 1.57ab	3.67 \pm 0.21	5.50 \pm 0.22abc	2.00 \pm 0.26	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00b	1.01 \pm 0.06ab					
ZHA212			19.02 \pm 0.63	22.00 \pm 2.58a	4.83 \pm 1.17	5.17 \pm 0.60bc	2.17 \pm 0.31	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00b	1.13 \pm 0.11ab					
ZHA296			19.77 \pm 1.08	18.67 \pm 1.99ab	4.00 \pm 0.52	5.33 \pm 0.33bc	2.17 \pm 0.31	4.50 \pm 0.22a	4.50 \pm 0.22a	0.94 \pm 0.07ab					
ZHA235			20.92 \pm 0.60	21.83 \pm 1.35a	5.33 \pm 0.95	6.83 \pm 0.48a	1.83 \pm 0.31	4.50 \pm 0.22a	4.50 \pm 0.22a	1.08 \pm 0.09ab					
ZHA88			20.81 \pm 0.36	22.67 \pm 1.36a	5.00 \pm 1.03	6.83 \pm 0.40a	2.50 \pm 0.22	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00b	0.97 \pm 0.15ab					
ZHA287			20.81 \pm 1.83	19.00 \pm 1.34ab	4.67 \pm 0.61	6.00 \pm 0.63ab	2.17 \pm 0.48	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00b	0.79 \pm 0.11ab					
ZHA569			20.29 \pm 1.33	18.17 \pm 1.19ab	4.50 \pm 0.89	6.50 \pm 0.43ab	2.50 \pm 0.22	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00b	0.72 \pm 0.10b					
ZHA246			20.54 \pm 1.34	21.50 \pm 2.39a	4.00 \pm 0.45	5.83 \pm 0.40ab	1.83 \pm 0.31	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00b	0.86 \pm 0.11ab					
ZHA579			19.50 \pm 1.00	22.33 \pm 3.01a	4.83 \pm 1.05	5.67 \pm 0.33ab	2.17 \pm 0.31	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00b	0.85 \pm 0.12ab					
KONTROL(+) (CONTROL +)	<u>1000 L2</u>		21.90 \pm 0.62cd	10.20 \pm 1.02f	1.60 \pm 0.22b	3.40 \pm 0.31d	2.10 \pm 0.28ab	5.00 \pm 0.00a	5.00 \pm 0.00a	0.84 \pm 0.07a					
ZHA178			23.63 \pm 0.64abc	25.17 \pm 1.68a	4.33 \pm 0.61a	6.17 \pm 0.31ab	2.33 \pm 0.21a	4.33 \pm 0.21b	4.67 \pm 0.21ab	0.68 \pm 0.04ab					
ZHA57			25.35 \pm 0.42a	18.83 \pm 1.99bcd	3.84 \pm 0.75a	5.67 \pm 0.21abc	1.83 \pm 0.31ab	4.33 \pm 0.21b	4.50 \pm 0.22b	0.68 \pm 0.09ab					
ZHA212			24.40 \pm 1.07ab	21.50 \pm 2.54abc	4.33 \pm 0.61a	5.50 \pm 0.43abc	1.33 \pm 0.21b	4.33 \pm 0.21b	4.67 \pm 0.21ab	0.55 \pm 0.08b					
ZHA296			20.63 \pm 0.78def	14.33 \pm 1.31def	3.33 \pm 0.56ab	4.67 \pm 0.61c	2.00 \pm 0.26ab	4.33 \pm 0.21b	5.00 \pm 0.00a	0.61 \pm 0.06ab					
ZHA235			21.65 \pm 0.73cd	21.83 \pm 1.83ab	3.83 \pm 0.65a	5.17 \pm 0.31abc	2.17 \pm 0.31ab	4.50 \pm 0.22b	4.50 \pm 0.22b	0.52 \pm 0.06b					
ZHA88			21.40 \pm 0.94cd	20.50 \pm 2.59abc	4.50 \pm 0.81a	5.33 \pm 0.42abc	1.83 \pm 0.17ab	4.33 \pm 0.21b	4.50 \pm 0.22b	0.58 \pm 0.11ab					
ZHA287			22.73 \pm 1.00bcd	16.17 \pm 1.49cde	3.33 \pm 0.76ab	5.83 \pm 0.31abc	1.83 \pm 0.31ab	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00c	0.54 \pm 0.10b					
ZHA569			18.77 \pm 0.79ef	16.83 \pm 1.25bcde	3.50 \pm 0.56a	6.33 \pm 0.56a	2.17 \pm 0.31ab	4.33 \pm 0.21b	4.83 \pm 0.17ab	0.49 \pm 0.10b					
ZHA246			18.23 \pm 0.75f	13.17 \pm 0.54ef	3.00 \pm 0.26ab	5.00 \pm 0.37bc	1.67 \pm 0.21ab	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00c	0.57 \pm 0.10b					
ZHA579			20.75 \pm 0.98de	13.33 \pm 1.87ef	2.67 \pm 0.56ab	6.00 \pm 0.37ab	1.50 \pm 0.22ab	4.00 \pm 0.00b	4.00 \pm 0.00c	0.51 \pm 0.06b					

Aynı sütunda bulunan farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$). Urlanma indeksi: 0-5 skalasına göre 0 : 0 ur yok, 1 : 1-2 ur, 2 : 3-10 ur, 3 : 11-30 ur, 4 : 31-100 ur, 5 : >100 ur (Taylor ve Sasser, 1978) ($P \leq 0.05$). Yumurta paket indeksi: 0-5 skalasına göre 0 : 0, 1 : 1-2 yumurta paketi, 2 : 3-10 yumurta paketi, 3 : 11-30 yumurta paketi, 4 : 31-100 yumurta paketi, 5 : >100 yumurta paketi (Taylor ve Sasser, 1978) ($P \leq 0.05$). Üreme oranı RF = Rf/Ri, iyi konukçu (RF \geq 1), kötü konukçu (0.1 < RF < 1), konukçu olmayan (RF \leq 0.1) (Sasser ve ark., 1984).

SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, toprak bakterisi izolatlarından ZHA569, ZHA246, ZHA579 ve ZHA287; domates bitki köklerinde meydana gelen ırlanma, yumurta paket miktarı ve *M. javanica* üreme oranını azalttığı tespit edilmiştir. Buna karşın kök bakterisi izolatı ZHA178 ve ZHA57'nin uygulaması bitkinin boyu, yaş ve kuru ağırlıklarının gelişiminde olumlu etki göstermişlerdir. Bu bağlamda, ZHA569, ZHA246, ZHA579 ve ZHA287 toprak bakterisi izolatlarının, kök-ur nematodu *M. javanica*'nın kontrolü için bir biyo-kontrol ajanı olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olabileceklerini göstermektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

TEŞEKKÜR

Bu makale; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2016/5-39 YLS nolu proje ile desteklenen Nezih Gamze AKBAY'ın Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2015. Production of top 5 producers, 2013 data. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.
- Baghaee Ravari S, Mahdikhani Moghaddam E 2015. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* Cry14 toxin against root knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Plant Protect. Science, 51: 46-51.
- Bleve-Zacheo T, Melillo MT, Castagnone-Sereno P 2007. The contribution of biotechnology to root-knot nematode control in tomato plants. Pest Technology. Global Science Books, 1: 1-16.
- Çapanoğlu E, Boyacıoğlu D 2010. Domatesin gelişimi sırasında antioksidan bileşiklerinde meydana gelen değişimler. Akademik Gıda Dergisi, 8(1): 44-48.
- Devran Z, Söğüt MA 2010. Occurrence of virulent root knot nematode populations on tomatoes bearing the Mi gene in protected vegetable growing areas of Turkey. Phytoparasitica, 38: 245-251.
- Erkan S, Eser B, Yorgancı Ü 1992. Domates Mozayik Virüs'ünün bazı domates çeşitlerine olan etkileri. I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt II. s. 411, 13-16 Ekim 1991, İzmir.
- FAO 2013. Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/>.

- Govindasamy V, Senthilkumar M, Magheshwaran V, Kumar U, Bose P, Sharma V, Annapurna K 2010. *Bacillus* and *Paenibacillus* spp.: Potential PGPR for Sustainable Agriculture. In Plant Growth and Health Promoting Bacteria, Springer Berlin Heidelberg. 333-364 pp.
- Günay A 2005. Sebze Yetiştiriciliği Cilt II. s. 531, İzmir.
- Hussey RS, Barker KR 1973. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. Plant Disease Reporter, 57: 1025-1028.
- Khan MR, Waseem Abbasi M, Javed Zaki M, Khan SA 2010. Evaluation of *Bacillus thuringiensis* Isolates Against Root-Knot Nematodes Following Seed Application in Okra and Mungbean. Pakistan Journal of Botany 42 (4): 2903-2910.
- Lebuhn M, Heulin T, Hartmann A 1997. Production of Auxin and Other Indolic and Phenolic Compounds by *Paenibacillus polymyxa* Strains Isolated from Different Proximity to Plant Roots. FEMS Microbiology Ecology 22(4): 325-334.
- Lelliott RA, Stead DE 1987. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants, Blackwell Scientific Publications, Oxford. 216 p.
- Marin M, Wong I, Mena J, Morán R, Pimentel E, Sánchez I, Basulto R, Moreira A 2013. Promoción del crecimiento de plantas de *Zea mays* L. por *Tsukamurella paurometabola* cepa C-924. Biotecnología Aplicada 30(2): 105-110.
- Sasser JN, Carter CC, Hartman KM 1984. Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes, Cooperative Publication of The Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the United States Agency for International Development, Raleigh, North Carolina, U.S.A., 7.
- Sellstedt A, Richau KH 2013. Aspects of Nitrogen-Fixing Actinobacteria, in Particular Free-Living and Symbiotic Frankia. FEMS Microbiology Letters 342(2): 179-186.
- Southey JF 1986. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Reference Book 402. MAAF, Her Majesty's Stationery Office, London, UK, 2002 pp.
- Stirling GR 1991. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. CAB International, Wallingford, Oxon. 50-85.
- Taylor AI, Sasser JN 1978. Biology, identification and control of root-knot nematode (*Meloidogyne* sp.) North Carolina State University Graphics, Raleigh, NC 27607.
- Tsavkelova EA, Cherdyntseva TA, Netrusov AI 2005. Auxin Production by Bacteria Associated with Orchid Roots. Microbiology 74(1): 46-53.
- Zavaleta-Mejia E, Van Gundy SD 1982. Effects of rhizobacteria on *Meloidogyne* infection. Journal of Nematology, 14: 475A-475B.