

Bazı Bitki Ekstraktlarının Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae)'nın Kontrolünde Kullanılabilir Potansiyeli

Gökhan AYDINLI¹ , Fadime ŞEN² , Sevilhan MENNAN³ 

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, 55400 Bafra, Samsun, ^{2,3}Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139 Atakum, Samsun

¹<https://orcid.org/0000-0002-3280-0411>, ²<https://orcid.org/0000-0001-5320-4865>, ³<https://orcid.org/0000-0002-4346-8100>

✉: gokhanay@omu.edu.tr

ÖZET

Çalışma, roka, yaprak lahanası, tere ve naneden elde edilen sulu ekstraktların, *Meloidogyne arenaria*'nın ikinci dönem larva ve yumurtalarına etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Denemelerde, taze bitki materyalinden %1, %2 ve %4, kurutulmuş bitki materyalinden ise %0.5, %1 ve %2 konsantrasyonları kullanılmıştır. İkinci dönem larva hareketini azaltmada en başarılı uygulamalar, taze bitkiler için terenin %4, nane ve yaprak lahanasının %2 ve %4 konsantrasyonları (%96-100), kuru bitkiler için yaprak lahanası ve nanenin her üç konsantrasyonu ile terenin %2'lik konsantrasyonudur (%97-100). En yüksek ikinci dönem larva ölümü, taze bitkilerin sulu ekstraktları için yaprak lahanasının %2 ve %4, terenin %4 ve nanenin her üç konsantrasyonunda (%83-98), kuru bitkilerin sulu ekstraktları için yaprak lahanasının %1 ve %2, terenin %2 ve nanenin her üç konsantrasyonunda (%90-99) tespit edilmiştir. Nematod yumurtası ile bulaştırılan topraklarda yetiştirilen domatesin hem ur hem de yumurta kümesi skalasını kontrole göre önemli oranda azaltan uygulamalar, taze bitkilerin sulu ekstraktları için tere ve nanenin en yüksek konsantrasyonu, kuru bitkilerin sulu ekstraktları için rokanın %1 ve %2 konsantrasyonlarıdır.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 31.10.2018

Kabul Tarihi : 04.03.2019

Anahtar Kelimeler

Meloidogyne arenaria

Roka

Nane

Tere

Sulu ekstrakt

Potential of Some Plant Extracts for the Control of Root-Knot Nematode *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae)

ABSTRACT

The study was conducted to determine the effects of aqueous extracts of arugula, kale, garden cress and mint on second-stage juveniles and eggs of *Meloidogyne arenaria*. Concentrations of 1, 2 and 4% for fresh plant material and 0.5, 1 and 2% for dried plant material were used in the experiments. The most effective treatments on immobilized second-stage juvenile were detected in garden cress at 4%, mint and kale at 2 and 4% for aqueous extracts of fresh plants (96-100%), kale and mint at all concentrations and garden cress at 2% for aqueous extracts of dry plant parts (97-100%). The highest mortality rates of second-stage juvenile were kale at 2 and 4%, garden cress at 4% and mint at all concentrations for aqueous extracts of fresh plants (83-98%) and kale at 1 and 2%, garden cress at 2% and mint at all concentrations for aqueous extracts of dry plants (90-99%). Treatments that significantly reduced both gall and egg masses scales of the tomatoes grown in infested soil with nematode eggs compared to the control were the highest concentrations of garden cress and mint for aqueous extracts of fresh plants, 1 and 2% concentrations of arugula for aqueous extracts of dry plants.

Research Article

Article History

Received : 31.10.2018

Accepted : 04.03.2019

Keywords

Meloidogyne arenaria

Arugula

Mint

Garden cress

Aqueous extract

To Cite : Aydın G, Şen F, Mennan S 2019. Bazı Bitki Ekstraktlarının Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949 (Tylenchida: Meloidogynidae)'nın Kontrolünde Kullanılabilir Potansiyeli. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 22(3): 414-420. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.476969.

GİRİŞ

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.), ekonomik önemi yüksek bitki paraziti nematodlardan olup tarımsal üretimin yapıldığı pek çok yerde dağılım gösteren ve geniş konukçu dizisine sahip endoparazit bitki zararlılarıdır (Jones ve ark., 2013). Nematodun kök içerisindeki yaşamı, yumurtadan çıkan ikinci dönem larvanın köke girişi ile başlamaktadır. Kök içinde uygun bir yere kendini sabitleyerek beslenme hücreleri oluşturan ikinci dönem larva, metabolik aktivitesi yüksek bu beslenme hücreleri sayesinde hızlı bir şekilde gelişerek ergin döneme ulaşmaktadır. Kök-ur nematodunun beslenmesi sonucunda, köklerde neden olduğu fizyolojik değişikliğin bir göstergesi olarak urlu kök yapıları ortaya çıkmaktadır (Karssen ve Moens, 2006). Kök sisteminin zarar görmesi sonucu, bitkilerin üst aksamında su ve besin elementi eksikliğinden dolayı gelişme geriliği, bodurluk, solgunluk, kuruma gibi belirtiler görülmektedir (Moens ve ark., 2009). Kök-ur nematodlarının neden olduğu ürün kayıpları, nematodun türüne, populasyon yoğunluğuna, çevre faktörlerine ve bitki çeşidine göre değişiklik göstermekte olup, zararın boyutu %100'e kadar ulaşabilmektedir (Collange ve ark., 2011; Seid ve ark., 2015).

Kök-ur nematodları ile mücadelede en etkili yöntemlerin başında sentetik nematisitler gelmesine rağmen, günümüzde pek çok nematisit, çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı yasaklanmıştır (Caboni ve ark., 2013). Bu durum, nematisit etkiye sahip doğal bileşiklerin araştırılmasına olan ilgiyi arttırmıştır (Ntalli ve Caboni, 2012). Özellikle bitkiler, nematisit aktiviteye sahip bileşiklerin araştırılması için önemli bir potansiyele sahiptir (Oka, 2012). Bitkilerden farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak elde edilen uçucu yağlar ve ekstraktların, kök-ur nematodunun yumurta açılımına, ikinci dönem larva hareketi ve ölümüne etkileri ile ilgili çok sayıda araştırma yürütülmüştür (Walker ve Melin, 1996; Al-Banna ve ark., 2003; Oka, 2012; Oka ve ark., 2012; Oka ve ark., 2014; Caboni ve ark., 2013; Aydın ve Mennan, 2014; Kepenekçi ve Sağlam, 2015; Çetintaş ve Kara, 2016; Kepenekçi ve ark., 2016; Kepenekçi ve ark., 2017; Kepenekçi ve Sağlam, 2018; Dura ve ark., 2018). Bu araştırmaların bir kısmında, nematoda etkili bileşiklerin bitkilerden elde edilebilmesi için organik çözücüler (etanol, metanol vb.) kullanılmıştır (Oka ve ark., 2012; Oka ve ark., 2014; Caboni ve ark., 2013; Kepenekçi ve ark., 2016). Buna karşın, toksik organik çözücüler kullanmadan, bitki sulu ekstraktlarının doğrudan uygulanabilmesi, bitki koruma açısından daha kıymetlidir (Caboni ve ark., 2013). Bu itibarla, çalışmada insan beslenmesinde kullanılabilen bitkilerden roka (*Eruca sativa*), yaprak lahanası (*Brassica oleracea* var. *acephala*), tere (*Lepidium sativum*) ve naneden (*Mentha piperita*) elde edilen sulu ekstraktların *M. arenaria*'nın yumurta ve ikinci

dönem larvalarına etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Nematod Kültürü

Çalışmada, saksı kültürü olarak tek yumurta kümesinden geliştirilerek muhafaza edilen *M. arenaria* türü ile bulaşık hassas domates (*Solanum lycopersicum* L.) bitkileri sökülmiş ve genç dişiler stereomikroskop altında pens yardımıyla köklerden toplanmıştır. Seçilen dişiler esteraz enzim fenotipine göre analiz edilmiş ve çalışmada kullanılan nematod türünün *M. arenaria* olduğu doğrulanmıştır (Aydın ve Mennan, 2016). Denemelerde kullanılacak yumurtaların elde edilmesi için bitki kökleri 2-3 cm'lik parçalar halinde kesilerek, içerisinde %0.5 sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonu bulunan erlenmayere yerleştirilmiş ve 3 dakika kuvvetlice çalkalanmıştır. Bu kök solüsyonu, çeşme suyu altında bulunan 200 ve 500 mesh eleklerden geçirilmiş, 500 mesh elekten takılan yumurtalar, su ile behere toplanmıştır (Hussey ve Barker, 1973). Ekstraktların nematod yumurtasına etkisini değerlendirmek için gerekli miktarda yumurta, inokulum olarak kullanıldıktan sonra, kalan yumurtalar ikinci dönem larvaları elde etmek amacıyla kullanılmıştır. Bunun için yumurta solüsyonu, huni içerisindeki elek üzerine yerleştirilen filtre kağıdına dökülmüş ve yumurtalardan çıkıp suya geçen ikinci dönem larvalar huniden toplanmıştır. Deneme için en fazla 2 günlük ikinci dönem larvalar kullanılmıştır.

Bitki Ekstraktları

Çalışmada kullanılan ekstraktlar, roka, yaprak lahanası, tere ve nane bitkilerinden elde edilmiştir. Bitkiler, Samsun ilindeki üreticilerden taze olarak temin edilmiş ve kullanılabildiği kadar 2-3 gün süre ile 4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Ekstraksiyon için, bitkilerin topraküstü kısmının taze ve kurutulmuş olarak iki farklı materyali değerlendirilmiştir. Bunun için taze bitkiler 60°C'deki etüvde kuru ağırlıkları sabitlenene kadar kurutulmuş ve öğütüldükten sonra oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir (Oka ve ark., 2012).

Taze bitkilerden %25 (w/w)'lik, kuru bitkilerden ise %10 (w/w)'luk sulu ekstraktlar stok olarak hazırlanmıştır. Taze bitkilerden sulu ekstraksiyon için 125 g taze bitki materyali, 375 ml saf su içerisinde blenderde parçalanmıştır. Kuru bitkilerden sulu ekstraksiyon için ise 30 g kuru bitki materyali 270 ml saf su bulunan erlenmayere yerleştirildikten sonra 4°C'deki dairesel hareketli çalkalayıcıda, 100 rpm'de 24 saat tutulmuştur. Bundan sonraki işlemler, her iki bitki materyali için de aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sulu karışımlar ilk olarak kaba tel elekten, daha sonrada 38 mikronluk (400 mesh) elekten geçirilmiştir. Eleklerden süzülen

sıvı kısımlar, 15 ml hacmindeki tüplere yerleştirilerek 5000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve sıvıların üst fazı Whatman filtre kağıdından (No.1) geçirilmiştir. Bu şekilde elde edilen ekstraktlar, kullanılabildiği kadar ışık geçirmeyen şişeler içinde 4°C'de muhafaza edilmiştir (Oka, 2012; Oka ve ark., 2014).

Ekstraktların İkinci Dönem Larvalara Etkisinin Değerlendirilmesi

Çalışma, ekstraktların ikinci dönem larvaların hareketine ve canlılığına etkilerini saptamak amacıyla, steril ve düz tabanlı 96 kuyucuklu platelerde yürütülmüştür. İlk olarak platedeki her bir kuyucuğa mikropipet yardımıyla 50 µl su içerisinde yaklaşık 50 adet ikinci dönem larva yerleştirilmiştir. Daha sonra, kuyucuklardaki ekstraktların final hacmi 200 µl olacak şekilde, ekstraktların stok solüsyonundan ve saf sudan gerekli hacimler eklenmiştir. Stok solüsyondan kullanılacak ekstrakt ile saf suyun hacmi, etkisi araştırılacak ekstraktın konsantrasyonuna göre ayarlanmıştır. Taze bitki ekstraktları için %1, %2 ve %4, kuru bitki ekstraktları için ise %0.5, %1 ve %2 kullanılmıştır. Kontrol grubuna ise ekstrakt yerine saf su eklenmiştir. Uygulamalar tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak hazırlanmıştır. Plateler 24°C'deki inkübatörde 48 saat bekletilmiş ve bu sürenin sonunda her bir kuyucuktaki hareketli ve hareketsiz ikinci dönem larvalar sayılarak kaydedilmiştir. Bu sayım sonuçlarına göre ekstrakt uygulamalarındaki hareketsiz ikinci dönem larva oranları yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Sayım yapılan larvalardaki ekstraktlar mikropipet yardımıyla uzaklaştırılarak, yerine saf su eklenmiş ve plateler 24°C'deki inkübatörde 24 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda yapılan sayımlarda, hareketsiz ikinci dönem larvalar ölü olarak değerlendirilmiş ve her bir uygulama için ölüm oranları % olarak hesaplanmıştır.

Ekstraktların Yumurtalara Etkisinin Değerlendirilmesi

Ekstrakt uygulamalarının nematod yumurtasına etkisinin yanı sıra bitkilere etkisini değerlendirmek amacıyla, çalışma steril toprak ve bitki ortamında yürütülmüştür. Nem oranı %1'den daha düşük olan 200 g steril kumlu toprak, plastik poşete alınarak 1 ml hacmindeki 1000 adet yumurta bulaştırılmıştır. Nematod inokulasyondan hemen sonra, topraklara her bir bitki ekstraktından 20 ml eklenmiştir. Kontrol uygulamalarına ise ekstrakt yerine aynı hacimde su verilmiştir. Uygulama yapılan poşetler gevşek bir şekilde kapatılmıştır. Çalışmada kullanılan ekstrakt konsantrasyonları, taze bitki materyali için %1, %2 ve %4, kuru bitki materyali için %0.5, %1 ve %2'dir. Her bir uygulama 4 tekerrürlü olarak hazırlanmış ve topraklar 24±2°C'deki karanlık ortamda, 1 hafta bekletilmiştir. Bu süre sonunda saksılara yerleştirilen

topraklara, torf içerisinde 2-3 gerçek yapraklı fide haline getirilen nematoda hassas domates fideleri (Falcon) şaşırtılmıştır. Saksılar tesadüf parselleri deneme desenine göre 25±2°C'deki seraya yerleştirilmiştir. Bitkiler düzenli sulanarak başka herhangi bir işlem yapılmamış ve 4 hafta sonra sökülülmüştür. Bitki gövde boyu, gövde yaş ağırlığı ve kök ağırlığı belirlenen bitkilerin, köklerdeki urlanma oranı değerlendirildikten sonra, kökler Phloksin B solüsyonu ile boyanmış ve köklerdeki yumurta kümeleri sayılmıştır. Köklerdeki urlanma ve yumurta kümesi, 0-5 skalasına (0= ur/yumurta kümesi yok; 1= 1-2 ur/yumurta kümesi; 2=3-10 ur/yumurta kümesi; 3=11-30 ur/yumurta kümesi; 4=31-100 ur/yumurta kümesi; 5= ur/yumurta kümesi sayısı >100) göre değerlendirilmiştir (Taylor ve Sasser, 1978).

Verilerin Analizi

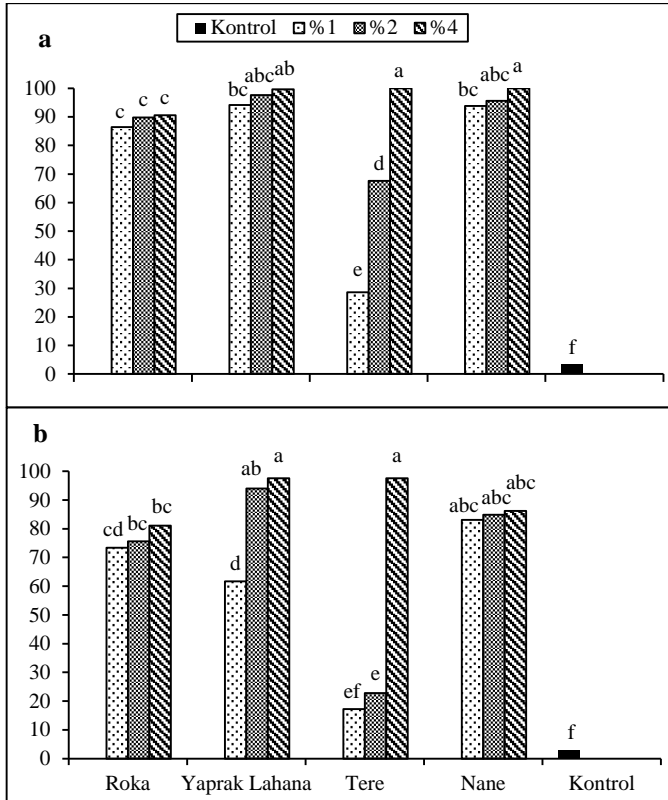
Çalışmalarda taze ve kuru bitki materyallerinin ekstraktlarına ait veriler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Ekstraktların ikinci dönem larvalara etkisini değerlendirmek için yürütülen çalışmada, hareketsizlik ve ölüm oranına ait % değerlere, istatistiksel analiz yapılmadan önce açı transformasyonu uygulanmıştır. Denemelerden elde edilen verilere varyans analizi (ANOVA) yapıldıktan sonra, uygulamalar arasındaki farklılık, Tukey HSD testine göre %5 önem seviyesinde değerlendirilmiştir. Analizler SPSS programında gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

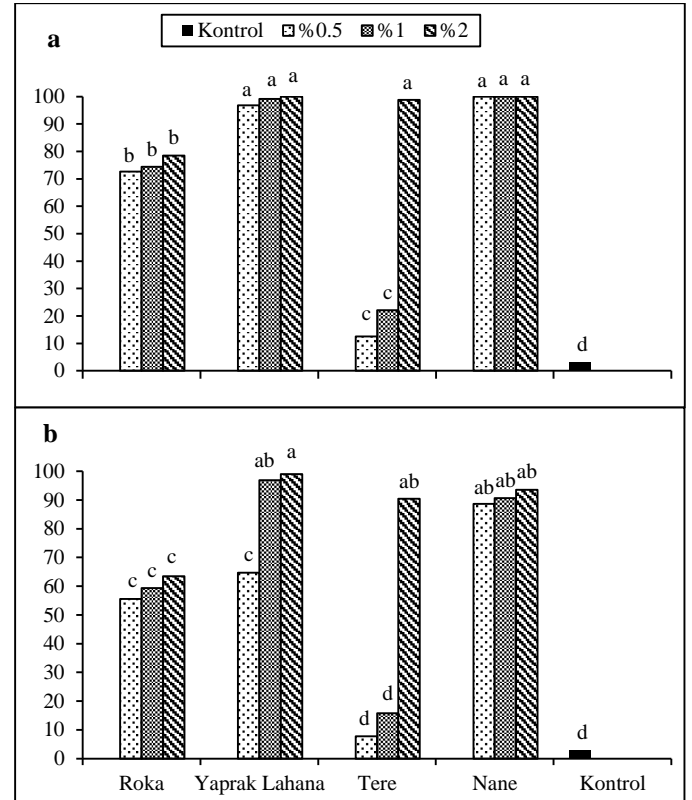
Ekstraktların ikinci dönem larvalara etkisini değerlendirmek amacıyla yürütülen çalışmada, taze bitki ekstraktlarının tamamında, kontrolden daha yüksek oranda hareketsiz ikinci dönem larva tespit edilmiştir (Şekil 1a). En yüksek hareketsiz ikinci dönem larva oranları, terenin %4 konsantrasyonunda (%100), nane (%95.59-100) ve yaprak lahananın (%97.67-99.62) %2 ve %4 konsantrasyonlarında saptanmıştır.

Hareketsiz ikinci dönem larva oranı belirlenen uygulamalar, 24 saat suda bekletildikten sonra tekrar yapılan sayımlarda, bazılarının aktif hale geçtiği belirlenmiş ve her bir uygulama için değişen oranlarda ölü ikinci dönem larvalar tespit edilmiştir (Şekil 1b). En yüksek ikinci dönem larva ölüm oranı, yaprak lahananın %2 (%94.01) ve %4 (%97.50), terenin %4 (%97.51) ve nanenin her üç konsantrasyonunda (%83.03-86.22) tespit edilmiştir.

Kuru bitki ekstraktlarında en yüksek hareketsiz ikinci dönem larva oranları yaprak lahanası ve nane ekstraktlarının her üç konsantrasyonu ile terenin en yüksek konsantrasyonunda tespit edilmiş olup, %96.87'den %100'e kadar değişmektedir (Şekil 2a).



Şekil 1. Farklı bitki türlerinden elde edilen taze bitki ekstraktlarındaki hareketsiz (a) ve ölü (b) ikinci dönem larva oranları (%) (Ekstrakt içerisinde 48 saat bekletilen ikinci dönem larvalarda, hareketsizlik oranı belirlendikten sonra ekstraktların yerine saf su yerleştirilmiş ve 24 saat sonra yapılan sayımda hareket etmeyen ikinci dönem larvalar ölü olarak değerlendirilmiştir. Her bir grafikteki aynı harfe sahip uygulamalar Tukey testine göre %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklıdır)



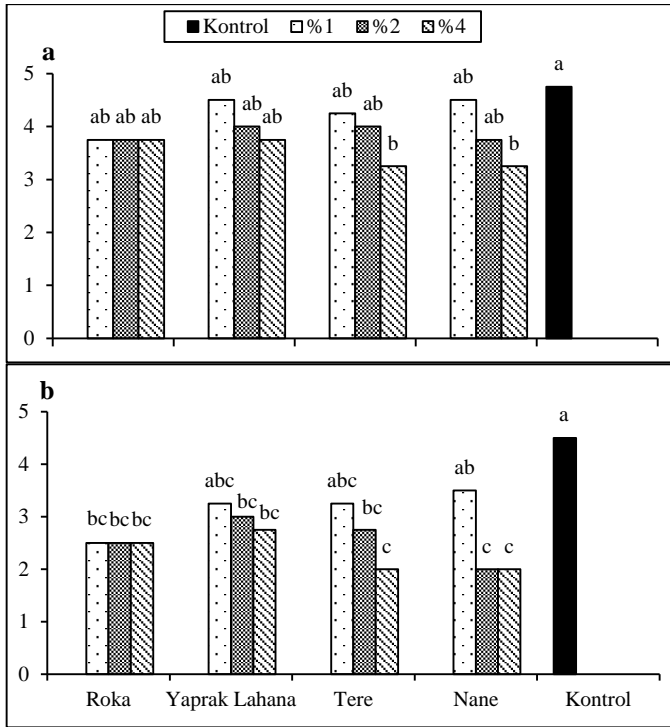
Şekil 2. Farklı bitki türlerinden elde edilen kuru bitki ekstraktlarındaki hareketsiz (a) ve ölü (b) ikinci dönem larva oranları (%) (Ekstrakt içerisinde 48 saat bekletilen ikinci dönem larvalarda, hareketsizlik oranı belirlendikten sonra ekstraktların yerine saf su yerleştirilmiş ve 24 saat sonra yapılan sayımda hareket etmeyen ikinci dönem larvalar ölü olarak değerlendirilmiştir. Her bir grafikteki aynı harfe sahip uygulamalar Tukey testine göre %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklıdır)

En yüksek hareketsiz ikinci dönem larva oranlarının tespit edildiği bu ekstraktlardan yaprak lahananın %0.5'lik konsantrasyonu dışındaki diğer uygulamalarda, en yüksek ikinci dönem larva ölüm oranları %88.69-98.99 olarak saptanmıştır (Şekil 2b).

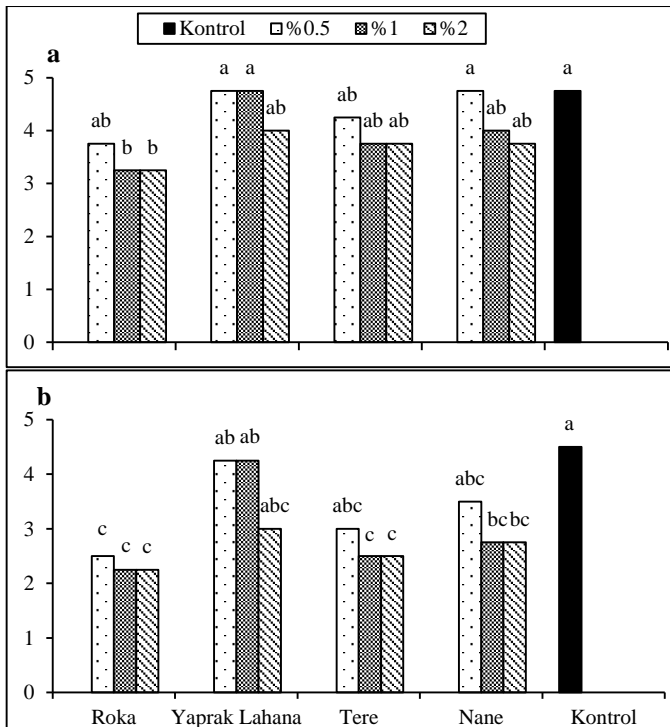
Farklı bitki türlerinin taze ve kuru materyallerinden elde edilen sulu ekstraktların uygulandığı nematodlu topraklarda yetiştirilen bitkilerin hiç birinde, fitotoksik etki görülmemiştir. Ekstraktların bitki gelişimine etkisini değerlendirmek için elde edilen bitki gövde boyu, gövde yaş ağırlığı ve kök ağırlığı verilerine varyans analizi yapıldığında, F testine göre uygulamaların istatistiksel anlamda farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Buna karşın, uygulamalarda tespit edilen ur ve yumurta kümesi skalasına ait ortalamalar, varyans analizinde %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Taze bitki ekstraktlarından tere ve nanenin en yüksek konsantrasyonunun uygulandığı topraklarda yetiştirilen bitkilerin ur skalası değerleri ortalama 3.25 olup, bu değer kontrol grubunda tespit edilenden önemli seviyede düşüktür (Şekil 3a).

Diğer uygulamalardaki ur skalası değerleri kontrole göre daha az olmasına rağmen, bu azalış istatistiksel olarak önemli değildir. Ayrıca, tere ve nane dışındaki bitki türlerinin farklı uygulama konsantrasyonları arasında istatistiksel anlamda farklılık görülmemiştir. Yaprak lahanaya, tere ve nane bitkilerinden elde edilen ekstraktların en düşük konsantrasyonları dışındakiler ve rokanın bütün konsantrasyonları, bitki köklerindeki yumurta kümesini kontrole göre önemli seviyede azaltmıştır (Şekil 3b). En düşük yumurta kümesi skalası (2), nanenin %2 ve %4 konsantrasyonu ile terenin %4 konsantrasyonunda tespit edilmiştir.

Kurutulmuş bitkilerden elde edilen ekstraktlar kullanıldığında, en düşük ur skalası değeri (3.25) rokanın %1 ve %2 konsantrasyonlarında elde edilmiştir (Şekil 4a). Ortalama ur skalası, bu değer üzerinde tespit edilen diğer ekstrakt uygulamalarının kontrol ile aynı istatistiksel öneme sahip olduğu saptanmıştır. Ekstrakt uygulaması yapılan topraklarda yetiştirilen bitkilerin tamamında kontrole göre daha düşük yumurta kümesi tespit edilmiş olmasına rağmen, rokanın her üç konsantrasyonu ile



Şekil 3. Farklı bitki türlerinden elde edilen taze bitki ekstraktlarının uygulandığı topraklarda dört hafta yetiştirilen domates köklerinde tespit edilen ur skalası (a) ve yumurta kümesi skalası (b) değerleri (Her bir grafikteki aynı harfe sahip uygulamalar Tukey testine göre %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak farksızdır)



Şekil 4. Farklı bitki türlerinden elde edilen kuru bitki ekstraktlarının uygulandığı topraklarda dört hafta yetiştirilen domates köklerinde tespit edilen ur skalası (a) ve yumurta kümesi skalası (b) değerleri (Her bir grafikteki aynı harfe sahip uygulamalar Tukey testine göre %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak farksızdır)

tere ve nanenin % 1 ve %2 konsantrasyonunda tespit edilen değerler (2.25-2.75) kontrolden önemli seviyede daha düşüktür (Şekil 4b).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmada değerlendirilen bitkilerin taze ve kuru materyallerinden elde edilen sulu ekstraktlarının ikinci dönem larva hareketi ve ölümü üzerine etkileri genellikle kontrol grubuna göre önemli seviyede olmasına rağmen, bu ekstrakt uygulamalarından bazılarının, yumurta ile bulaştırılan topraklardaki etkinlikleri kontrol grubu ile aynı düzeyde olup, etkisiz olarak değerlendirilmiştir.

Genel olarak ekstrakt uygulamalarının tamamında, yumurta kümesi skalasının, ur skalasına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun bir nedeni, ekstrakt uygulamalarının yumurta açılımını engellemesinden dolayı larva çıkışlarını geciktirmesi olabilir. Diğer olası bir neden ise yumurtadan çıkan ikinci dönem larva hareketinin ekstraktlar tarafından engellenmesidir. Her iki hipoteze göre de yumurtadan çıkan larvanın köke girişi daha geç ya da az olacaktır. Bundan dolayı, köke geç giriş yapan ikinci dönem larvalar, köklerde ırlanmaya neden olabilmiş, ancak yumurta kümesi oluşturacak kadar yeterli süreye sahip olamamıştır. Çünkü, bu çalışmada test bitkisi olarak kullanılan domatesin ekstrakt uygulanmış topraklarda yetiştirilme süresi, nematodun ancak bir dönümü tamamlayabileceği kadardır (Maleita ve ark., 2012). Dolayısıyla, nispeten kısa süreli bitki yetiştiriciliğinin uygulandığı denemelerde, ekstraktların nematoda etkisini değerlendirirken, yumurta kümesine kıyasla ırlanma oranı dikkate alınmalıdır.

Her iki denemeden elde edilen sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, taze bitki ekstraktlarından nane ve tere, kuru bitki ekstraktlarından ise rokanın, *M. arenaria* ile mücadelede kullanılabilme potansiyelinde olduğu tespit edilmiştir. Nanenin kuru bitki ekstraktı uygulamaları özellikle ikinci dönem larvalara karşı yüksek seviyede etkili olup, test edilen her üç konsantrasyon ikinci dönem larva hareketini 24 saatte %100 oranında engelleyerek nematisit etkisi %89-94 arasında değişmiştir. Benzer şekilde, Caboni ve ark. (2013), kuru nane bitkisinden elde edilen sulu ekstraktın *M. incognita* ikinci dönem larvalarına karşı önemli seviyede nematisit etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Kök-ur nematodlarının mücadelesinde nane bitkisinin kullanılabilme potansiyelini araştıran Walker ve Melin (1996), farklı nane hatlarından bazılarının yüksek nematod popülasyonunda çok az sayıda ur oluşumuna izin vermesine rağmen, genel olarak *M. incognita* ve *M. arenaria*'ya karşı konukçu olmadıklarını belirlemişlerdir. Ayrıca, nane bitkisinin nematod ile bulaşık toprakta 8 ve 12 hafta yetiştirilmesinden sonra dikilen hassas domatesin köklerinde, domates

yetiştiriciliğini takiben dikilen domatese kıyasla, urlanma oranının %90 azaldığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, taze nane bitkisinin sulu ekstraktının uygulandığı nematodlu topraklarda yetiştirilen domates bitkisinin köklerindeki urlanma oranı, kurutulmuş nane bitkisinden elde edilen sulu ekstrakt uygulamalarına kıyasla daha düşüktür. Önceki çalışmalar ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, nane bitkisinin nematod ile bulaşık alanlarda, üretimi yapılacak kültür bitkisinden önce yetiştirilip yeşil gübre olarak toprağa karıştırılması sonucunda nematod popülasyonunun baskılanabileceği düşünülmektedir.

Nane bitkisinde olduğu gibi tere de taze bitki ekstraktı olarak hazırlandığında ve en yüksek konsantrasyonda uygulandığında, *M. arenaria*'ya karşı etkilidir. Bu bitki ekstraktının daha düşük konsantrasyonları, diğer bitki ekstraktlarına oranla ikinci dönem larvalara karşı önemli seviyede düşük etkiye sahiptir. Benzer şekilde, methanol ekstraktının *M. javanica* ve *M. incognita* ikinci dönem larvalarına karşı, ilk 24 saatte oldukça düşük öldürücü etki gösterdiği tespit edilmiştir (Al-Banna ve ark., 2003). Nane ve tere bitkilerinin aksine rokanın, özellikle kuru bitkilerden elde edilen sulu ekstraktları, taze bitki materyalinden elde edilenlere göre daha etkilidir. Roka, sahip olduğu glukosinolat içeriği nedeniyle, kök-ur nematodlarına karşı mücadelede biyofumigant olarak kullanılabilme potansiyeli bilinen bir bitkidir (Melakeberhan ve ark., 2006; Sarıkamış ve ark., 2017). Bu nedenle, nematod ile bulaşık topraklarda yetiştirildikten sonra yeşil gübre olarak toprağa uygulandığında, nematod popülasyonu üzerine baskılayıcı etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Aydınlı ve Mennan, 2018). Buna karşın, beklenilen aksine rokanın kuru materyalinden elde edilen ekstraktlar, taze ekstraktlara göre daha etkili bulunmuştur. Ekstrakt elde etmek için kullanılacak bitki materyalinin niteliği (taze veya kuru), nematoda karşı etkili olabilecek bileşik(ler)in varlığının veya konsantrasyonunun değişmesine neden olabilir (Oka ve ark., 2014). Ayrıca, nematisit özelliğe sahip bileşiklerin elde edilmesi için sulu ekstraksiyon her zaman yeterli değildir. Oka ve ark. (2012), *Myrtus communis* bitkisinden farklı çözücüler kullanılarak elde edilen ekstraktların, *M. javanica*'ya gösterdiği nematisit etki seviyesinin farklı olduğunu ve methanol ekstraktının yüksek, sulu ekstraktın ise düşük nematisit etki gösterdiğini tespit etmiştir. Buna karşın, Caboni ve ark. (2013), kuru nane bitkisinden elde edilen sulu bitki ekstraktının, uçucu yağ ve methanol ekstraktlarına kıyasla daha etkili ve *M. incognita* ikinci dönem larvalarına nematisit özellikle olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, sulu ekstraktların flavonoidler ve karboksilik asitler bakımından zengin olduğunu, özellikle reaktif karbonil türlerin *M. incognita*'ya karşı güçlü ve hızlı bir etki mekanizması göstererek ikinci dönem larvaları paralyze ederek bir

süre sonra ölümüne neden olduğunu belirtmişlerdir (Caboni ve ark., 2013). Özellikle, sulu bitki ekstraktlarının diğer ekstraksiyon yöntemlerine (ethanol, methanol ekstraktları gibi) göre en önemli avantajları, hazırlanmasında özel ekipman gerekmemesi, kolay, ucuz ve güvenli bir şekilde kullanılabilir olmasıdır (Caboni ve ark., 2013).

Çalışmada, domateste urlanma oranı ve yumurta kümesinin düşük tespit edildiği uygulamalar, önemli derecede nematod kontrolü sağlamasına rağmen mücadelede tek başına kullanılabilir yeterli de değildir. Fakat nematod popülasyonunu azaltma potansiyeline sahip olmaları nedeniyle, diğer mücadele yöntemleri ile bir arada kullanıldıklarında etkili bir nematod kontrolü sağlayabilirler. Riga (2011), yeşil gübre olarak toprağa karıştırılan roka ile birlikte düşük dozdaki nematisit uygulamasının (tavsiye dozunun yarısı) başarılı bir nematod mücadelesi sağlandığını ve mücadele masraflarının, sadece nematisit (tavsiye edilen dozda) kullanılarak gerçekleştirilene göre %35 azaldığını saptamıştır. Ayrıca, nematisitin düşük dozunun topraktaki yararlı nematodların popülasyonunu etkilemediği de belirtilmiştir. Özellikle, çalışmada etkinliği önemli bulunan nane ve terenin, rokada olduğu gibi nematod ile bulaşık topraklarda yetiştirildikten sonra yeşil gübre olarak toprağa uygulanması ile elde edilecek mücadele başarısının, ileriki çalışmalarda belirlenmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Al-Banna L, Darwish RM, Aburjai T 2003. Effect of Plant Extracts and Essential Oils on Root-Knot Nematode. *Phytopathologia Mediterranea*, 42: 123-128.
- Aydınlı G, Mennan S 2014. Effect of Some Plant Extracts on *Meloidogyne arenaria* Neel, 1889 (Tylenchida: Meloidogynidae) and Tomato. *Turkish Journal of Entomology*, 38(3): 323-332.
- 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: 675-685.
- Aydınlı G, Mennan S 2018. Biofumigation Studies by Using *Raphanus sativus* and *Eruca sativa* as a Winter Cycle Crops to Control Root-Knot Nematodes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 61: e18180249.
- Caboni P, Saba M, Tocco G, Casu L, Murgia A, Maxia A, Menkissoglu-Spiroudi U, Ntalli N 2013. Nematicidal Activity of Mint Aqueous Extracts against the Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61: 9784-9788.
- Collange B, Navarrete M, Peyre G, Mateille T, Tchamitchian M 2011. Root-Knot Nematode (*Meloidogyne*) Management in Vegetable Crop Production: The Challenge of an Agronomic System

- Analysis. *Crop Protection*, 30: 1251-1262.
- Çetintaş R, Kara H 2016. Arthrobacter (ROA) ve Kadife Çiçeği (*Tagetes patula*) Ekstraktlarının *Meloidogyne incognita* (Kofoid&White) Populasyonuna Karşı Etkinliği. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(2): 221-226.
- Dura O, Sönmez İ, Çelik YN, Kurtuldu HM, Dura S, Kepenekçi İ 2018. Effect of Castor Bean [*Ricinus communis* Linn (Euphorbiaceae)] and Dieffenbachia [*Dieffenbachia maculata* (Araceae)] of Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) on Greenhouse Tomatoes. *Munis Entomology Zoology*, 13(2): 566-573.
- Hussey RS, Barker KR 1973. A Comparison of Methods of Collecting Inocula of *Meloidogyne* spp., Including A New Technique. *Plant Disease Reporter*, 57: 1025-1028.
- Jones TJ, Haegeman A, Danchin EG, Gaur HS, Helder J, Jones MGK, Kikuchi T, Manzanilla-Lopez R, Palomares-Rius JE, Wesemael WML, Perry RN 2013. Top 10 Plant-Parasitic Nematodes in Molecular Plant Pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9): 946-961.
- Karssen G, Moens M 2006. Root-Knot Nematodes (Plant Nematology, CAB International, Wallingford, UK: Ed. Perry RN, Moens M) 59-90.
- Kepenekçi İ, Erdoğan D, Erdoğan P 2016. Effects of Some Plant Extracts on Root-Knot Nematodes in Vitro and in Vivo Conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 40(1): 3-14.
- Kepenekçi İ, Katı Çekengil T, Erdoğan FD, Erdoğan P, Sağlam HD 2017. Beş Farklı Bitki Ekstraktının Domateste Zararlı Kök-Ur Nematod (*Meloidogyne incognita* Irk 2 ve *M. arenaria* Irk 2) (Tylenchida: Meloidogynidae)'larına Karşı Sera Koşullarındaki Etkisinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 20(1): 36-47.
- Kepenekçi İ, Sağlam HD 2015. Extracts of Some Indigenous Plants Affecting Hatching and Mortality in the Root Knot Nematode *Meloidogyne javanica* Treub Chitwood. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(1): 39-44.
- Kepenekçi İ, Sağlam HD 2018. Effects of Some Indigenous Plant Extracts on *Meloidogyne javanica* Infesting Eggplant and Pepper under Greenhouse Condition. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20(6): 1269-1278.
- Maleita C, Curtis R, Abrantes I 2012. Thermal Requirements for the Embryonic Development and Life Cycle of *Meloidogyne hispanica*. *Plant Pathology*, 61: 1002-1010.
- Melakeberhan H, Xu A, Kravchenko A, Mennan S, Riga E 2006. Potential Use of Arugula (*Eruca sativa* L.) as a Trap Crop for *Meloidogyne hapla*. *Nematology*, 8(5): 793-799.
- Moens M, Perry RN, Starr JL 2009. *Meloidogyne* Species- A Diverse Group of Novel and Important Plant Parasites (Root-Knot Nematodes, CAB International, Wallingford, UK: Ed. Perry RN, Moens M, Starr JL) 1-17.
- Ntalli NG, Caboni P 2012. Botanical Nematicides: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 9929-9940.
- Oka Y 2012. Nematicidal Activity of *Verbesina encelioides* Against the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* and Effects on Plant Growth. *Plant and Soil*, 355: 311-322.
- Oka Y, Ben-Daniel B, Cohen Y 2012. Nematicidal Activity of the Leaf Powder and Extracts of *Myrtus communis* to the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica*. *Plant Pathology*, 61: 1012-1020.
- Oka Y, Shuker S, Tkachi N, Trabelcy B, Gerchman Y 2014. Nematicidal Activity of *Ochradenus baccatus* Against the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica*. *Plant Pathology*, 63: 221-231.
- Riga E 2011. The Effects of Brassica Green Manures on Plant Parasitic and Free Living Nematodes Used in Combination with Reduced Rates of Synthetic Nematicides. *Journal of Nematology* 43(2):119-121.
- Sarıkamış G, Aydın G, Mennan S 2017. Glucosinolates in Some Brassica Species As Sources of Bioactive Compounds Against Root-Knot Nematodes. *International Journal of Advanced Research*, 5(10): 271-278.
- Seid A, Fininsa C, Mekete T, Decraemer W, Wesemael WML 2015. Tomato (*Solanum lycopersicum*) and Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) – A Century-Old Battle. *Nematology*, 17(9): 995-1009.
- Taylor AL, Sasser JN 1978. Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.). A Cooperative Publication of the Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the United States Agency for International Development, Raleigh, NC, USA, North Carolina State University Graphics, 111 pp.
- Walker JT, Melin JB 1996. *Mentha x piperita*, *Mentha spicata* and Effects of Their Essential Oils on *Meloidogyne* in Soils. *Journal of Nematology*, 28(4S): 629-635.