

Orijinal araştırma (Original article)

Türkiye buğday faunası için yeni bir tür, *Meloidogyne artiellia* (Franklin)'nın morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanması

Morphological and molecular identification of a new species *Meloidogyne artiellia* (Franklin) on wheat fauna in Turkey

Mustafa İMREN^{1*}

Adem ÖZARSLANDAN²

Ece B. KASAPOĞLU³

Halil TOKTAY⁴

İbrahim Halil ELEKÇİOĞLU³

Summary

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are among some of the most economically important plant parasitic nematodes in the world. It is known that the nematode belong to *Meloidogyne* genus causes significantly crop losses in vegetables and cereals. The root-knot nematodes, *M. artiellia* causes damages especially cereals, legumes and cruciferous crops. Isolates of *M. artiellia* recovered from root and soil samples collected from wheat fields in 2012 growing season were firstly identified by using morphological and molecular aspects in Hatay province of Turkey. *M. artiellia* was morphologically identified by using morphological features and allometric criteria of second stage juvenile and female. Also, it was molecularly identified by using the sequences of partial mitochondrial DNA cytochrome C oxidase subunit (COI) gene region and clearly separated from other species.

Key words: *Meloidogyne artiellia*, morphology, nucleotide polymorphism, wheat.

Özet

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) dünyada ekonomik önem sahip bitki paraziti nematodları arasındadır. *Meloidogyne* cinsine ait nematod türleri sebze ve tahıllarda önemli oranda ürün kayıplarına neden oldukları bilinmektedir. Kök ur nematodu, *M. artiellia* özellikle tahıllar, baklagiller ve cruciferae familyasına ait ürünlerde zarara neden olabilmektedir. Bu çalışmadaki *M. artiellia* izolatları Türkiye'de ilk defa Hatay ili buğday ekim alanlarından 2012 yılı üretim sezonunda toplanan toprak ve kök örneklerinden elde edilmiş olup morfolojik ve moleküler olarak tanımlamaları yapılmıştır. *M. artiellia*, ikinci dönem larva ve dişi bireylere ait morfolojik özellikler ve allometrik kriterler esas alınarak tanımlanmıştır. Ayrıca, mitokondriyal DNA'nın sitokrom C oksidaz alt ünitesine (COI) ait nükleotid dizilimleri kullanılarak moleküler olarak da tanımlanmış ve diğer kök ur nematodu türlerinden bariz olarak ayrıldığı saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: *Meloidogyne artiellia*, morfoloji, nükleotid polimorfizmi, buğday.

¹ Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Gököy Kampüsü, Bolu

² Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Yüreğir, Adana.

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam, Adana.

⁴ Niğde Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Merkez Yerleşke, Niğde

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: m.imren37@gmail.com.com

Alınış (Received): 22.10.2013

Kabul edilmiş (Accepted): 08.05.2014

Giriş

Türkiye'de kültür bitkilerinde arız olan birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot bulunmaktadır. Dünya ekonomisine yıllık maliyeti yaklaşık 100 milyar Euro olduğu tahmin edilen bitki paraziti nematodlar, zararlı etmenler içerisinde en önemli grubu oluşturmaktadır (Moens et al., 2009). Bitki paraziti nematolar içerisinde de bitki köklerinde oluşturdukları irili - ufaklı urlar ile karakterize edilen kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) bu grubun ana zararlı konumundadır. Dünyanın tropik ve subtropik iklim bölgelerinde; kök ur nematodlarının farklı türleri, ırkları ve çok sayıda virülent - avirülent popülasyonlarının olduğu bildirilmektedir (Decker & Fritzsche, 1991; Xu et al., 2001). Dünya'da *Meloidogyne* cinsine ait 2009 yılına kadar tespit edilmiş 97 tür bulunmaktadır (Hunt & Handoo, 2009). Türkiye'de 2011 yılına kadar gerçekleştirilen araştırma bulgularına göre 48 farklı lokasyonda, 66 ayrı konukçuda 240 bitki paraziti nematod türü tespit edilmiştir. Bu çalışmalar içinde *M. incognita* (Chitwood), *M. arenaria* (Chitwood), *M. chitwoodi* (Golden, O'Bannon, Santo & Finley), *M. exigua* (Göldi), *M. hapla* (Chitwood), *M. javanica* (Chitwood), *M. thamesi* (Goodey) ve *M. ethiopica* (Whitehead) olmak üzere toplam 8 adet kök ur nematodu türü tespit edilmiştir (Kepenekci, 2012; Aydınli et al., 2013).

Buğday ülkemizin en önemli tarımsal ürünü olup, 8.5 milyon hektar ekim alanında 19-21 milyon ton üretimi yapılmaktadır (Tuik, 2013). Buğday yetiştiriciliğinde bitki paraziti nematodların dünyada her yıl ortalama %7-10 oranında ürün kaybına neden oldukları bildirilmektedir (Sasser, 1987). Dünyada buğdayda ürün kayıplarına neden olan bitki paraziti nematodlar; tohum gal nematodu, soğan sak nematodu, kök ur nematodu, kök yara nematodu ve tahıl kist nematodu olduğu belirtilmektedir (Nicol, 2002). Buğdayda zararlı nematodlar içerisinde kök ur nematodları önemli bir yere sahip olup, *M. naasi* (Franklin) ve *M. artiellia* (Franklin) en yaygın bulunan türler olduğu bildirilmektedir (Sikora, 1988). *M. artiellia* geniş bir konukçu dizisine sahip olup, Akdeniz Havzası'nda tahıllar (mısır ve yulaf hariç), Cruciferae familyasına ait ürünler ile baklagillerde (mercimek hariç) yaygın olarak bulunduğu bildirilmektedir (Kyrou, 1969; Ritter, 1972; Tobar Jiménez, 1973; DiVito & Zaccheo, 1987). Kök ur nematodlarının Akdeniz türü olarak bilinen *M. artiellia* Cezayir, İngiltere, Fransa, Yunanistan, İtalya, İsrail, Suriye, Tunus ve Sibirya'da bulunduğu rapor edilmiştir (Greco et al., 1992 a, b; Shiabova, 1981). *M. artiellia* tahıllar içerisinde özellikle arpa (*Hordeum vulgare*) ve makarnalık buğdayda (*Triticum durum* ve *T. vulgare*) zarar oluşturmaktadır. *M. artiellia*'nın bitki kökünde küçük urlar meydana getirdiği, iletim demetlerinin yapısını bozduğu böylelikle bitkide bodurluk, yapraklarda sararma ile başağının seyrek ve küçük olmasına neden olduğu bildirilmektedir (DiVito & Zaccheo, 1987). *M. artiellia* Akdeniz Havzası'ndaki ülkelerde sırasıyla İtalya, İspanya, Fransa ve Yunanistan'da buğdayda önemli derecede zarara neden olduğu ve ortalama ürün kaybının %10-12 arasında gerçekleştiği belirtilmektedir (Kyrou, 1969; Ritter, 1972; Tobar Jiménez, 1973; DiVito et al., 1987). Özellikle nohut ve buğday münavebe sisteminde verimde %80'lere varan kayıplara neden olduğu rapor edilmiştir (DiVito & Greco, 1988). *M. artiellia* buğdayda beslenmesi ile doğrudan zararının yanı sıra hastalıkların (*Fusarium* spp.) bitkiye infeksiyonuna yardımcı olması ile de dolaylı olarak zarara neden olabilmektedir (Castillo et al., 2003). *M. artiellia*'nın konukçusu olduğu kültür bitkilerinin (en yoğun buğday ve nohut) açık ve geniş alanlarda üretiminin yapıyor olmasından dolayı zararlıya karşı mücadelede en ekonomik yöntemin kültürel önlemler ve dayanıklı/tolerant çeşitlerin kullanımı olduğu bilinmektedir. Ülkemizde *M. artiellia* Uşak'ta bir nohut lokasyonunda saptanmış olmakla birlikte buğdayda tespit edildiğine yönelik her hangi bir kayda rastlanılmamıştır (DiVito et al., 1994). Bu çalışmada Hatay ili buğday alanlarından alınan dört adet kök ur nematodu popülasyonunun morfolojik ve moleküler yöntemlerle teşhisi yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Hatay ilinde buğday alanlarından dört farklı lokasyondan alınan kök ur nematodu populasyonu ile çalışılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan kök ur nematodu populasyonlarının elde edildiği yerlere ait bilgiler

No	Lokasyon	Enlem	Boylam	Yükseklik
1	Akcurun (doğu)	36° 11' 56K	36° 17' 35D	170
2	Akcurun (batı)	36° 11' 56K	36° 17' 31D	149
3	Danışma	36° 11' 48K	36° 18' 20D	164
4	Kozluca - Avsuyu	36° 12' 17K	36° 18' 12D	195

Morfolojik teşhis

Kök ur nematodlarının ikinci dönem larva (J₂) ve dişi bireylerine ait morfolojik karakterler ile morfometrik ölçümleri kullanılarak klasik teşhisi yapılabilmektedir. Bu amaçla *M. artiellia*'nın ikinci dönem larva ve dişi bireylerine ait daimi preparatları hazırlanmıştır.

İkinci dönem larva: *M. artiellia* ile infekteli buğday bitkisinin kök bölgesinden nematoda ait yumurta paketleri toplanmış, yumurta paketlerinden ise ikinci dönem larvalar elde edilmiştir. *M. artiella*'ya ait ikinci dönem larvalar 65 °C'de 2 dakika su banyosu yaptırılarak, TAF çözültisi (7ml formalin (%40 formaldehid) + 2 ml triethanolamin + 91 ml saf su) içerisinde fikse edilmiştir (Hooper, 1986). Nematodlar fiksasyon işleminden sonra çözülti 1'de (1 kısım gliserin ve 79 kısım saf su) 35–40 °C'de 12 saat ve çözülti 2'de (5 kısım gliserin ve 95 kısım (%96) ethanol) 40 °C'de 3 saat bekletilip gliserin içerisine alınmış ve en son lam üzerinde sabitleştirilerek tür teşhisine hazır duruma getirilmiştir (Seinhorst, 1959).

Dişi Birey: *M. artiellia* ile infekteli buğday köklerinden toplanan yumurta paketlerinden binoküler altında dişi bireyler pens yardımıyla elde edilmiştir. *M. artiellia*'ya ait dişi bireylerin daimi preparatları Hartman & Sasser (1985) tarafından geliştirilmiş olan "Perineal Örneklerin Preperasyon Yöntemi" kullanılarak hazırlanmıştır. Bu amaçla, dişilerin vulval kesitleri %45 'lik laktik asit içerisinde kesilerek, gliserin içerisinde sürekli preparatları yapılmıştır.

Meloigodyne artiellia'ya ait ikinci dönem larva ve dişi bireylerin morfolojik özellikleri ve allometrik kriterler esas alınarak klasik teşhisleri yapılmıştır. *Meloigodyne artiellia*'nın klasik teşhisleri Erica & Venette (2004)'den faydalanılarak gerçekleştirilmiştir.

Moleküler teşhis

Kök ur nematodlarının klasik teşhisinde kullanılan morfolojik karakterlerin bazı türlerde bir birine çok yakın olması, teşhisin deneyim gerektirmesi ve zaman alması nedeniyle klasik teşhis sonuçların moleküler bulgularla desteklenmesi istenmektedir. *M. artiellia*'nın bir diğer kök ur nematodu türü *M. graminicola* (Golden & Birchfield) ile morfolojik karakterlerinin benzerlik gösterdiği bilinmekte olup, bu amaçla çalışmadaki kök ur nematodu populasyonlarına ait mitokondriyal DNA'nın sitokrom C oksidaz alt ünitesinin (COI) nükleotid dizilimleri kullanılarak tür teşhisleri gerçekleştirilmiştir.

DNA izolasyonu: DNA izolasyonu Waeyenberge et al. (2000)'nin tek larvadan DNA elde etme protokolü esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu metoda göre içerisinde 25 µl ddH₂O bulunan PCR tüpteki (0.2 ml) 6-8 larva üzerine 25 µl WLB (+) ilave edilmiştir. Karışım 65°C'de 1.5 saat ardından 99°C'de 5dk thermocycle'de inkübe edilerek –20 °C'de muhafaza edilmiştir.

DNA'nın izolasyonunda kullanılan WLB (+)'nin hazırlanmasında 950µl Worm Lysis Buffer WLB (-) +10 µl beta-mercaptoethanol + 40 µl (20mg/ml ProtK) kullanılmıştır.

DNA Amplifikasyonu: *M. artiellia*'nın genomundaki Mitokondriyal DNA'nın sitokrom C oksidaz alt ünitesi (COI) forward ve reverse primerler (Çizelge 2) kullanılarak amplifike edilmiştir. PCR reaksiyonu 5 ng / µl DNA, 2.5 µl PCR tampon çözelti, 2 mM MgCl₂, 200 µM dNTP, her primerden 0.4 µM primer, 1 ünite Taq DNA polimeraz ve ddH₂O olacak şekilde toplam 25 mikrolitrede gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2. *Meloidogyne artiellia* türünün moleküler tanımlanmasında kullanılan primerler

Primer ismi	5_3 sekans	Kaynaklar
JB3 (Forward)	TTTTTTGGGCATCCTGAGGTTTAT	Hu et al. (2008)
JB5 (Reverse)	AGCACCTAAACTTAAAACATAATGAAAATG	Hu et al. (2008)

Amplifikasyon işlemi her bir populasyon için üç defa tekrarlanmış ve sekans analizine gönderilecek yeterli miktarda PCR ürünü elde edilmiştir. PCR ürünü Promega'nın saflaştırma kiti kullanılarak (Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System) agoroz jelden profike edilip sekansa gönderilmiştir.

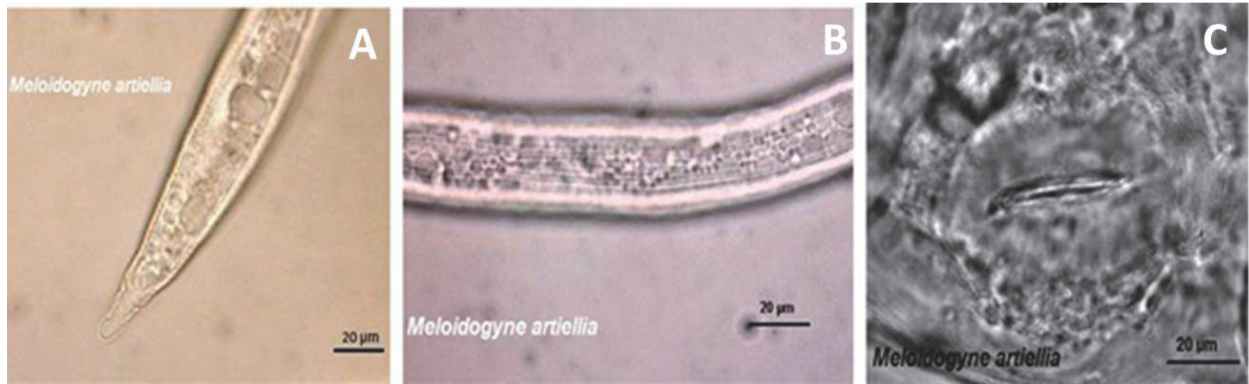
Sekans Analizi: Mitokondriyal DNA'nın sitokrom C oksidaz gen bölgesi JB3 ve JB5 primerleri ile amplifike edilen kök ur nematodu populasyonlarının sekans analizleri Güney Kore'de Macrogen firmasına yaptırılmıştır. Populasyonlara ait nükleotid dizileri Q-bank'ta (<http://www.q-bank.eu>) tanımlanmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Morfolojik teşhis

Dişilerin vulva bölgesi oval veya yuvarlak şeklinde olup, dorsal ve ventral çok iyi gelişmiş stria'lar ve kutikular kıvrımlar mevcuttur. Lateral alanlar oldukça belirgin, boşaltım kanalı (excretory pore) stylet tokmacıkları hizasında olup, EP/ST oranı 1.6'dır. İkinci dönem larvada hemizonid boşaltım deliğinin bir iki anül önünde yer alır ve kuyruk uzun, dar ve koniktir. Erkeklerde ise lateral alan, vücudun ön ve arka kısmında 4 çizgili, vücut ortasında ise 6 çizgilidir.

Kök ur nematodu populasyonlarının ikinci dönem larva ve dişi bireylerin morfolojik özellikleri ve bazı allometrik kriterleri esas alınarak yapılan teşhis sonucunda tüm örneklerin *M. artiellia* olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1) (Çizelge 3).



Şekil 1. *Meloidogyne artiellia*'nin ikinci dönem larva ve dişi bireyi. A: İkinci dönem larvaya ait kuyruk yapısı, B: İkinci dönem larvadaki lateral alan, C: Dişi bireye ait vulva kesiti

Çizelge 3. *Meloidogyne artiellia* populasyonlara ait ikinci dönem larva ve dişilerinin ölçüm değerleri ile bazı allometrik kriterler

Karakter	İkinci dönem larva (µm)		Dişi (µm)	
	Çalışma bulguları	Erica & Venette (2004)	Çalışma bulguları	Erica & Venette (2004)
n	10	10-20	10	8-10
Vücut uzunluğu (L)	355.96 ± 8.02 (344 - 369.6)	301 - 370	355.96 ± 6.02 (344 - 362.6)	650 - 760
Vücudun en geniş yerindeki genişlik	15.04 ± 0.82 (14.4 - 16.8)	10 - 16	385.96 ± 7.24 (344 - 392.3)	340 - 460
Boşaltım kanalındaki vücut genişliği	13.84 ± 0.53 (12.8 - 14.4)	-	-	-
Anus'deki vücut genişliği	9.9 ± 0.89 (8.8 - 11.2)	-	-	-
Stilet uzunluğu	14.16 ± 0.65 (14 - 15.6)	14 - 16	12.90 ± 0.25 (11.5 - 14.6)	12 - 16
DGO*	2.24 ± 0.12 (2.2 - 2.8)	-	-	-
EP / ST	-	-	1.6	-
Kuyruk uzunluğu	27.36 ± 1.49 (24 - 28.8)	18-26	-	-
Kuyruk terminus uzunluğu	6.72 ± 1.01 (4.8 - 8.0)	-	-	-
Anus primordium	86.88 ± 7.43 (76.8 - 104.0)	-	-	-
Vulva genişliği	-	-	16.14 ± 0.22 (14.4 - 18.12)	15 - 22
a **	23.73 ± 1.5 (20.48 - 25.65)	-	-	-
b'	5.32 ± 0.22 (5.0 - 5.7)	-	-	-
c	14.30 ± 0.85 (12.33 - 15.40)	-	-	-
(Excretory pore/L) X 100	18.5 ± 0.16 (17.60 - 20.12)	-	-	-

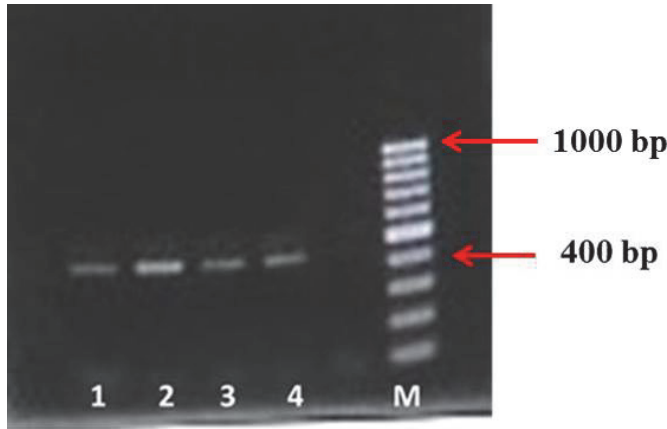
* DGO: Dorsal ösafagus gland bezi açıklığı ile stilet tokmakçığı arasındaki uzaklık; EP / ST: Dişi bireyde stilet tokmakcıkları ile boşaltım kanalı (excretory pore) arasındaki uzaklığın stilet uzunluğuna oranı.

** a: Vücut uzunluğunun vücudun en geniş yerine oranı; b': vücut uzunluğunun ösafagal bezlerin posteriyör ucu ile vücudun en ön ucu arasındaki uzaklığa oranı; c: Vücut uzunluğunun kuyruk uzunluğuna oranı.

Çizelge 3'te araştırma bulguları Erica & Venette (2004) ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmadaki *M. artiellia* populasyonlarının ikinci dönem larva ve dişi bireye ait morfolojik karakterlerin genelde referans değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ikinci dönem larvanın kuyruk uzunluğunun referans değerlerinden biraz yüksek olduğu belirlenmiştir. Buldukları toprak tipi, coğrafya, yükseklik, beslenme koşulları vb. özelliklere göre dikkate alındığında bu farklılığın varyasyon şeklinde görülebileceği sonucuna varılmıştır.

Moleküler teşhis

Mitokondrial DNA'nın sitokrom C oksidaz gen bölgesi JB3 ve JB5 primerleri ile amplifike edilen kök ur nematodu populasyonlarına ait PCR ürünü UV transilluminatörde görüntülenmiş ve 400 bp'de tek bir DNA bandı gözlemlenmiştir (Şekil 2.). Bu sonucun Hu et al. (2008) ile uyumlu olduğu saptanmıştır.



Şekil 2. *Meloidogyne artiellia* populasyonlara ait PCR ürünlerinin 400 bp'de oluşturduğu DNA bant görüntüsü

Kök ur nematodu populasyonlarına ait nükleotid dizileri Macrogen (Güney Kore) firmasından elde edilmiştir. Populasyonlara ait elde edilen nükleotid dizileri Q-bank'ta (<http://www.q-bank.eu>) blast yapılmış ve 2728 *Meloidogyne artiellia* COI NEMAT referans numarası ile *M. artiellia* oldukları tespit edilmiştir. Q-bank, Avrupa Birliği Karantina listesindeki bitki hastalık ve zararlılarına ait kapsamlı bir veri tabanıdır. Q-bank virus, viroid, fitoplazma, nematod, böcek, fungus ve bakteri gibi bitki patojenlerinin morfolojik, ekolojik, fizyolojik ve sekans verilerini içermektedir. Q-bank'ta sekans verilerinin sitemdeki mevcut veri tabanında eşleştirilmesi yapılabilmekte, sisteme dışarıdan veri girilememektedir. Bu durum Q-bank'ın güvenilirliğini artırmakta ve sonuçların kesin olduğunu göstermektedir.

Kök ur nematodunun çalışma kullanılan populasyonlarının Q-bank veri tabanı ile %91.72 oranında örtüştüğü ve %100 benzerlikle ile *M. artiellia* olduğu saptanmıştır. Sekans analizi ile moleküler düzeyde tür teşhislerinde %90 ve üzerinde nükleotid eşleşmesi istenildiği dikkate alındığında çalışma sonucunun oldukça güvenilir olduğu görülmektedir. Ayrıca, Q-bank'ta populasyonlara ait nükleotid dizilerinin blast yapıldığında sonuçların *M. artiellia* dışında düşük tekrar oranında bile olsa başka bir kök ur nematodu ile eşleşme göstermemesi moleküler teşhisin güvenilirliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada hem morfolojik hem de moleküler düzeyde kök ur nematodu populasyonlarının *M. artiellia* olduğu saptanmıştır. Bu çalışma ile Hatay ili buğday alanlarında tespit edilen *M. artiellia* ülkemizdeki buğdayda zararlı nematod faunası için ilk kayıt olma niteliğindedir. Kök ur nematodunun Akdeniz türü olarak adlandırılan *Meloidogyne artiellia* Akdeniz Havzası'nda birçok ülkede saptanmıştır. Bu kapsamda *M. artiellia* Yunanistan (Kyrou, 1969), Fransa (Ritter, 1972), İspanya (Tobar Jiménez, 1973) ve Suriye'de (DiVito & Zaccheo, 1987) tespit edildiği bildirilmektedir. Ülkemizde *M. artiellia* Uşak'ta bir lokasyonda nohutta saptanmış olmakla birlikte buğdayda tespit edildiğine yönelik her hangi bir kayda rastlanılmamıştır (DiVito et al., 1994). Yukarıda *M. artiellia*'nin tespit edildiği ülkelerin ortak özelliği Akdeniz havzasında olmalarıdır. Türkiye'nin Akdeniz sınırında bulunan Hatay ili buğday alanlarında *M. artiellia*'nin tespit edilmiş olması Akdeniz havzasında bulunan ülkelerdeki sonuçlarla uyumluluk göstermektedir.

Meloidogyne artiellia'nin konukçu dizisi içerisinde buğday (makarnalık), arpa, nohut yoğun olarak zarar oluşturduğu bildirilmektedir (DiVito & Zaccheo, 1987). Ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde nohut ve özellikle makarnalık buğdayın yoğun bir şekilde üretimi yapılmakta olup, *M. artiellia*'nin söz konusu ürünlerin münavebe sisteminde %80'lere varan kayıplara neden olduğu bildirilmektedir (DiVito & Greco, 1988). Bu nedenle önümüzdeki dönemde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde nohut ve buğday başta olmak üzere Bölgede yetiştirilen *M. artiellia*'nin konukçusu olduğu bilinen ürün grupları itibariyle kapsamlı bir sörvey çalışmasının yapılarak nematodun mevcut durumunun ortaya konulması gerekmektedir. Ayrıca, *M. artiellia*'nin konukçusu olduğu kültür bitkilerinin (en yoğun buğday ve nohut) açık ve geniş

alanlarda üretiminin yapıyor olmasından dolayı zararlıya karşı mücadelede en ekonomik yöntemin kültürel önlemler ve dayanıklı/tolerant çeşitlerin kullanımı olduğu bilinmektedir. Bu sebeple yapılacak sörvey çalışmalarında elde edilebilecek populasyonların bölgede yaygın olarak yetiştirilen buğday hat ve çeşitlerine karşı reaksiyonları araştırılmalıdır. Bunun yanında nematod ve hastalığa (*Fusarium* spp.) karşı buğday hat ve çeşitlerinin çoklu dayanıklılığı da ayrıca incelenmelidir.

Teşekkür

Çalışmada morfolojik ve moleküler teşhiste yardımcı olan Ghent (Belçika) şehrinde bulunan Ziraat ve Balıkçılık Enstitüsü'nden (ILVO) Lieven WAEYENBERGE ve Nancy De SUTTER'e teşekkür ederim.

Yararlanılan Kaynaklar

- Aydınlı, G., S. Mennan, Z. Devran, S. Şirca & G. Urek, 2013. First report of the Root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*, 97 (9): 1262.
- Castillo, P., J. A. Navas-Cortés, D. Gomar Tinoco, M. DiVito & R. M. Jiménez-Díaz, 2003. Interactions between *Meloidogyne artiellia*, the cereal and legume rootknot nematode and *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* race 5 in chickpea. *Phytopathology*, 93: 1513-1523.
- Decker, H. & R. Fritzsche, 1991. Resistenz von Kulturpflanzen gegen Nematoden. Akademie Verlag-Berlin, 340 p.
- DiVito, M. & G. Zaccheo, 1987. Response of cultivars of wheat to *Meloidogyne artiellia*. *Nematologia Mediterranea*, 15: 405-408.
- DiVito, M. & N. Greco, 1988. Effect of population densities of *Meloidogyne artiellia* on yield of wheat. *Nematologia Mediterranea*, 16: 167-169.
- DiVito, M., N. Greco, G. Ores, M.C. Saxena, K.B. Singh & I. Küsmenoğlu, 1994. Plant parasitic nematodes of legumes in Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 22: 245-251.
- Erica, E.D. & R.C. Venette, 2004. Mini Risk Assessment British root-knot nematode: *Meloidogyne artiellia* Franklin (Nematoda: Meloidogynidae). Department of Entomology, University of Minnesota.
- Greco, N., M. DiVito & M.C. Saxena, 1992a. Plant parasitic nematodes of cool season food legumes in Syria. *Nematologia Mediterranea*, 20: 37-46.
- Greco, N., N. Vovlas, M. DiVito & R.N. Inserra, 1992b. *Meloidogyne artiellia*: a Root-Knot Nematode Parasite of Cereals and Other Field Crops. Florida Department of Agriculture & Consumer Services, Nematology Circular, 201, 4 p.
- Hartman, K. M. & J.N. Sasser, 1985. "Identification of *Meloidogyne* Species on The Basis of Differential Host Test and Perineal Pattern Morphology, 69–77". In: An advanced treatise on *Meloidogyne*, Volume II. Methodology. (Ed. K.R. Barker, C.C. Carter & S. Sasser). Printed by North Carolina State University graphics, Raleigh, North Carolina, 223 p.
- Hooper, D. J., 1986. "Extraction of Free Living Stages From Soil, 5–30". In: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. (Ed. Southey, J.F.). Her Majesty's Stationery Office, London..
- Hu, J., S. Zacharek, Y.J. He, H. Lee, S. Shumway, R.J. Duronio & Y. Xiong, 2008. WD40 protein FBW5 promotes ubiquitination of tumor suppressor TSC2 by DDB1-CUL4-ROC1 ligase. *Genes & Development*, 22(7): 866--871.
- Hunt, D.J. & Z.A. Handoo, 2009. "Taxonomy, Identification and Principal Species, 55-97". In: Root-knot Nematodes (Ed. Perry, R.N., Moens, M. & Starr, J.L.). CAB International, Wallingford, UK...
- Kepenekci, İ. 2012. Nematoloji (Bitki Parazitleri ve Entomopatogen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I), ISBN 978-605-4672-11-0, Taksonomik Nematoloji (Cilt-II) ISBN 978-605-4672-12-7] Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), 1155 sayfa.
- Kyrou, N.C., 1969. First record of occurrence of *Meloidogyne artiellia* on wheat in Greece. *Nematologica*, 15: 432-433.
- Moens, M., R.N. Perry & J.L. Starr, (2009). "*Meloidogyne species* - a Diverse Novel Group and Important Plant Parasites, 1-17". In: Root Knot Nematodes (Ed. Perry, R.N., Moens, M. & Starr, J.L.). CAB International, Wallingford, UK,.

- Nicol, J.M., 2002. "Important Nematode Pests, 345-366". In: Bread Whead Improvement and Production (Ed. Curtis, B. C., S. Rajaram, H. Gomez Macpherson). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.,.
- Ritter, M., 1972. The economic importance of *Meloidogyne* in Europe and the Mediterranean Basin. OEPP/EPPO, Bulletin 6: 17-22.
- Sasser, J.N.A., 1987. "Perspective on Nematode Problems Worldwide, 1-12". In: Nematode Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-arid Regions. (Ed: M.C. Saxena, R.A. Sikora & J.P. Sarivastava). Proceedings of a Workshop (1-5 March 1987), Larnaca, Cyprus.
- Seinhorst, J.W., 1959. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. Nematologica, 4: 67-69.
- Shiabova, T. N., 1981. *Meloidogyne artiellia* a parasite of cereals in western Siberia. Helminthological, 37: 29-32.
- Sikora, R. A., 1988. "Plant Parasitic Nematodes of Wheat and Barley in Temperate and Temperate Semi-arid Regions –a Comporative Analysis, 46-68". In: Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-arid Regions. (Ed: M.C. Saxena, R. A. Sikora & J. P. Srivastava). ICARDA: Alepo, Syria.,
- Tobar Jiménez, A., 1973. Nematodes de los secanos dela comarca de Alhama. I. Niveles de población cultivos hospedadores. Revista Ibérica de Parasitología, 33: 525-556.
- Tuik, 2013. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara (<http://tuikrapor.tuik.gov.tr>). (Erişim tarihi: Kasım, 2013).
- Waeyenberge, L, A. Ryss, M. Moens, J. Pinochet & T.C Vrain, 2000. Molecular characterization of 18 *Pratylenchus* species using rDNA restriction fragment length polymorphism. Nematology, 2: 135-142.
- Xu, J., T. Narabu, T. Mizukubo & T. Hibi, 2001. A molecular marker correlated with selected virulence against the tomato resistance gene *Mi* in *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria*. Phytopathology, (91): 377-382.