

Derleme (Review)

Nematodlar ile böcekler arasındaki ilişki tipleri

The relationship types between nematodes and insects

Canan HAZIR^{1*}

Summary

Many of the insects spend most or part of their life cycles in environments conducive to nematode growth and reproduction. In fact, the insect itself represents a potential food and shelter resource for nematodes. Also, nematodes have limited powers of dispersion relative to their insect hosts. Those that develop associations with insects stand to benefit from more predictable resource availability and accompanying dispersal mechanism. In this study, the relationship types between nematodes and insects are reviewed.

Key words: Nematodes, insects, relationship.

Özet

Böceklerin pek çoğu hayat evrelerinin büyük bölümünü ya da bir kısmını nematodların geliştiği ve ürediği ortamlarda geçirir. Aslında böcekler nematodlar için potansiyel bir besin kaynağı ve iyi birer sığınaktır. Ayrıca, nematodlar böcek konaklarına nazaran sınırlı yayılım gücüne sahiptir. Bu nedenle böceklerle ilişki kurabilenler, onlarla birlikte dağılımlarını sağlarken bu sayede gereksinim duydukları besine de bol miktarda ulaşırlar. Bu çalışmada nematodlar ile böcekler arasında rastlanan ilişki tipleri özetlenerek derlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Nematodlar, böcekler, ilişki.

¹ Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Çevre Sağlığı Programı, 09100, Aydın

* Sorumlu yazar (Corresponding author) email: cananhazir@gmail.com

Alınış (Received): 09.12.2013 Kabul edilmiş (Accepted): 19.03.2014

Giriş

Nematodlar (Nematoda) segmentsiz, genellikle silindirik ve uzamış vücutlarından dolayı halkasal veya iplikkurdu olarak bilinen, boyları 0.1 mm ile birkaç metre arasında değişen omurgasız hayvanlardır (Kaya & Koppenhöfer, 1999; Koppenhöfer, 2007).

Nematodların 26.000'den fazla türü bulunmaktadır. Bunların büyük kısmı tarım, medikal ve veterinerlik açısından önemli olan türlerdir (Chilton et al., 2003). Buna karşın dünya üzerinde en azından 500.000 tür nematod olduğu tahmin edilmektedir (Poinar, 1983).

Nematodlar, birey sayısı bakımından dünyadaki en fazla sayıya sahip çok hücreli hayvanlardır. Yaklaşık % 50'si denizde yaşar, tüm okyanuslarda intertidal zonlardan yüzlerce metre derinliğe kadar çok sayıda bulunurlar. Nematodların %15'i omurgalı ve omurgasız hayvansal (insan dahil) organizmalarda parazittir. Bitki paraziti olan nematodlar tüm nematodların % 10'luk kısmını; serbest yaşayanlar ise %25'lik kısmını oluşturur (Viglierchio, 1991). Serbest yaşayanlar bakteri, fungus, protozoa ve diğer nematodlar üzerinden beslenir. Tüm nematodlar sucul veya nemli ortamlar içerisinde yaşar, çünkü ancak bu habitatlarda aktiftirler (Felix, 2004; Yeates & Boag, 2004).

Yeates & Bongers (1999), nematodları beslenme şekillerine göre 8 gruba ayırmıştır:

- 1) Bitkiyle beslenenler
- 2) Fungusla beslenenler
- 3) Bakteriyle beslenenler
- 4) Parçalanmış besinlerle beslenenler (özellikle üzerinde bakterilerin ürediği)
- 5) Predatör olan nematodlar: Protozoa ve toprakta yaşayan hayvanlar (rotiferler, diğer nematodlar) üzerinde predatörlük yapanlar
- 6) Diatomlar ve diğer algler üzerinden beslenenler
- 7) Omurgalı ve omurgasız hayvanlarda parazit olarak yaşayanlar
- 8) Omnivorlar: Hem bitki hem de hayvanlar üzerinden beslenenler

Dünyada, bir milyonun üzerinde tanımlanmış böcek türü bulunmaktadır. Bunların pek çoğu hayat evrelerinin büyük bölümünü ya da bir kısmını nematodların geliştiği ve ürediği ortamlarda geçirir. Aslında böcekler nematodlar için potansiyel bir besin kaynağı ve iyi birer sığınaktır. Nematodlar suya ve neme ihtiyaç duyan organizmalar olduğundan, karasal böcek konaklarına nazaran sınırlı yayılım gücüne sahiptir. Böceklerle ilişki kurabilenler, onlarla birlikte dağılımlarını sağlarken bu sayede gereksinim duydukları besine de bol miktarda ulaşırlar (Giblin-Davis et al., 2003).

Çok sayıda nematod türü böceklerle ilişki içindedir. Bu ilişki forezisten parazitizme kadar değişik şekillerde olabilir (Koppenhöfer, 2007). Böcek-nematod ilişkisi bakımından en büyük çeşitlilik Secernentea sınıfında, Rhabditida, Tylenchida, Aphelenchida, Oxyurida, Spirurida, Strongylida, Rhignonematida ve Ascarida ordolarında görülmektedir. Buna karşın, Adenophorea sınıfında böceklerle ilişkili olduğu bilinen tek ordo Mermithida'dır (Giblin-Davis et al., 2003).

Doğada üç basit simbiyotik ilişki vardır; kommensalizm, mutualizm ve parazitizm (Giblin, 1987).

Kommensalizm

Kommensalizm tipi ilişkide birlikte yaşayan iki türden birinin diğerinden yararlanması, diğerinin ise bu ilişkiden yarar veya zarar görmemesi durumu söz konusudur (Saygı, 1999). Bu yararlanma ya diğer türün artık maddelerinden yararlanma ya da vücuduna zarar vermeden çeşitli amaçlar için kullanma şeklinde olur (Demirsoy, 1998). Bazı nematod türleri konakçısı olduğu böceklerle zorunlu kommensal

ilişkiler içine girer (Kaya & Koppenhöfer, 1999). Eğer dauer juvenil fazdaki bir nematod, sağlıklı bir konak üzerinde bulunursa nematod ile böcek arasındaki ilişkinin kommensal olduğu farz edilebilir (Giblin, 1987).

Böcekler ile nematodlar arasındaki kommensal ilişki forezis şeklindedir (Giblin, 1987). Burada böcek, nematodu sadece bir yerden başka bir yere taşımaktadır. Genellikle aynı habitatı paylaşan nematod ile böcek arasında gerçekleşir. Nematodlar sınırlı yayılım gücüne sahip hayvanlardır. Böceklerle foretik ilişki kurarak yeni habitatlara yayılımlarını sağlar, yeni ve bol kaynaklara ulaşırlar. Foretik ilişki kuran nematodlar, böcekte yayılımlarını dauer juvenil formunda gerçekleştirir (Poinar, 1983; Giblin, 1987). Bir nematodun açığa, kurumaya ve kimyasallara karşı dirençli, özel bir morfolojiye ve enerji metabolizmasına sahip, beslenmeyen, uzun süre hayatta kalma özellikleriyle donatılmış juvenillerine dauer juvenil denir. Dauer juvenillerin oluşumu feromonlar ve çevresel uyarılarla düzenlenmektedir (Giblin, 1987; Riddle, 1988).

Forezis, eksternal (dış) veya internal (iç) olabilir (Poinar, 1983). Dauer formdaki nematodlar sıklıkla konakçısının elitrasının altında, segmentler arası katlantılarında veya bacakları üzerinde taşınır. Bazı foretik nematodlar ise böceklerin bağırsak ve buna bağlı bezler içinde ya da üreme sistemi, trakeal sistem gibi iç yapılarında taşınabilir. Bu nedenle kolaylıkla parazitlerle karıştırılabilir (Giblin, 1987). Eksternal forezise örnek olarak *Rhabditis coarctata* Leuckart (Rhabditida: Rhabditidae) verilebilir. Bu nematod türü büyükbaş hayvanların gübresinde bulunan bakterilerle beslenir. Habitat kurduğunda dayanıklı fazı olan dauerler meydana gelir. Aynı ortamda beslendiği arthropodun yüzeyine tutunur. Özellikle *Aphodius* (Coleoptera: Scarabaeidae) cinsi böceklerin başına, toraksına, elitrasına ya da bacaklarına tutunarak kendini taşıtır (Poinar, 1983).

Çok sayıda Aphelenchida türü, Scolytidae (Coleoptera) familyası böceklerin açtığı tünellerde bulunur. Onların atıklarında gelişen funguslar üzerinden beslenir. Böcekleri kullanarak bir ağaçtan diğerine taşınımını sağlar. Dauer juvenil evre nematod, böceğin elitra altına, tergilerin segmental arası katlantılarına ve sternitlerine tutunur. Bu şekilde tek bir böcek yüzlerce daueri taşıyabilir. Bu ilişki bir ektoforezis örneğidir. Ektoforetik nematodlar fungusla beslenir ve konakçı böceği sadece taşıma aracı olarak kullanır. Aphelenchida ordosunda bu duruma en iyi örnek *Bursaphelenchus* Fuchs (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) üyeleridir (Giblin, 1985; Hunt, 1993). *Bursaphelenchus* cinsi çeşitli habitatlarda funguslarla beslenen organizmalardır (Braasch, 2001). Bazı türleri, böcekler ve ölü ya da ölmek üzere olan konifer ağaçlarla ilişkilidir (Ryss et al., 2005). Çoğunlukla ektoforetik ilişki kurdukları böcekleri yeni çevrelere taşınmak için kullanırlar (Braasch, 2001). Başlıca vektörleri Coleoptera ordosundan Scolytidae, Cerambycidae, Curculionidae ve Buprestidae familyasına ait böceklerdir (Ryss et al., 2005).

Internal forezise örnek olarak *Caenorhabditis dolichura* (Schneider) (Rhabditida: Rhabditidae), *Diploscapter coronata* (Cobb) (Rhabditida: Rhabditidae) ve *Pristionchus Iheritieri* (Maupas) (Rhabditida: Neodiplogastridae) türü nematodlar gösterilebilir. Bu nematodlar karıncaların yuvasında yaşar. Dauer fazındayken karıncaların başlarında yer alan bezlerin içine girer. Bez içinde gelişmeyen nematodlar tekrar toprağa döndüğünde beslenmeye ve gelişmeye başlar (Poinar, 1983). *Bursaphelenchus* cinsi nadir olarak endoforetik ilişkiler de kurabilir. Toprak kazıcı arılardan Halictidae ve Apidae (Anthophorini) familyalarına ait türlerle endoforetik ilişki kurduğu belirlenmiştir (Giblin-Davis et al., 1990; Giblin-Davis et al., 1993; Giblin-Davis et al., 2005; Hazır et al., 2010).

Forezisin temel özellikleri şu şekilde belirtilebilir:

1. Omurgasız canlı ile nematodun tek bir fazı ilişkilidir.
2. Omurgasız canlı ile nematod arasında beslenmeye dayalı bir ilişki söz konusu değildir.
3. Nematoda kazandırdığı en büyük yarar onun hayatta kalmasını ve dağılımını sağlamaktır (Poinar, 1983).

Foretik ilişkilerde genellikle böceklerde ya hiç zarar oluşmaz ya da çok az zarar meydana gelir. Azalan kaynaklardan daha elverişli alanlara kendilerini taşıtan nematodlar bu ilişkiden yarar sağlayan taraftır (Giblin et al., 1981).

Mutualizm

Mutualizm, türler arasında karşılıklı yararlanmanın esas olduğu bir ilişkidir (Bronstein, 2001). Bu yararlanma evrimsel olarak bir zaman sonra o denli sıkı ilişkilere döner ki, artık bireyler birbirinden bağımsız olarak yaşayamaz (Demirsoy, 1998). Nematodlar ve böcekler arasında bildirilen tek mutualizm örneği *Fergusobia* Currie (Tylenchida: Neotylenchidae) cinsi nematodlar ile *Fergusonina* Malloch (Diptera: Fergusoninidae) cinsi sinekler arasındadır. Bu ilişki sonucunda *Eucalyptus* L'Hér. (Myrtales: Myrtaceae), *Corymbia* Hill & Johnson (Myrtales: Myrtaceae), *Angophora* Cavanilles (Myrtales: Myrtaceae), *Melaleuca* L. (Myrtales: Myrtaceae) ve *Syzygium* R.Br. (Myrtales: Myrtaceae) gibi bitkilerin genç meristematik ve apikal dokularında gal meydana gelir. Sinek, nematodun yayılımından ve beslemesinden, nematod ise sinek larvasının beslendiği ve korunduğu gal oluşumundan sorumludur (Giblin-Davis et al., 2003).

Giblin (1987), bazı foretik nematodların buldukları konakçı kuluçkasındaki böcek patojeni funguslar üzerinden beslenerek böcek topluluğuna yarar sağladığını ileri sürmüştür. Buna örnek olarak *Anthophora bomboides stanfordiana* Cockerell (Hymenoptera: Apidae) türü toprak kazıcı arısıyla foretik ilişki kuran *Bursaphelenchus seani* Giblin & Kaya (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) verilebilir. Bu nematod, üzerinden beslendiği geniş bir fungal konak aralığına sahiptir. *A. bomboides stanfordiana*'nın yavru gözeneklerinde olabilecek böcek patojeni funguslar üzerinden beslenerek arıya yarar sağladığı düşünülmektedir (Giblin & Kaya, 1984; Giblin, 1985). Bunun dışında *Anthophora abrupta* Say (Hymenoptera: Apidae) türü kazıcı arıyla ilişkili *Bursaphelenchus abruptus* Giblin-Davis (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) dauer formlarının da juvenil evreden ergin evreye geçerken arı yavru gözeneklerinde yabancı mikroorganizma ya da böcek patojeni olabilen funguslarla beslenerek arıya yarar sağladığı ifade edilmiştir (Giblin-Davis et al., 1990).

Parazitizm

Birlikte yaşayan farklı türlerden iki canlıdan birinin diğerine (konak) bağımlı olarak ve onun zararına yaşamını sürdürmesine parazitlik denir (Saygı, 1999). Giblin (1987), nematodları böceklerle kurdukları parazitik ilişkilere göre 3 kategoriye ayırır. Birincisi, mutualistik komplekslerle oluşturulan parazitlik; ikincisi, iki evreli (dicyclic) parazitlik; üçüncüsü ise zorunlu parazitliktir. Mutualistik komplekslerle oluşturulan parazitliğe örnek olarak Steinernematidae ve Heterorhabditidae (Ordo: Rhabditida) familyasına mensup entomopatojen nematodlar verilebilir. Bu nematodlar mutualistik ilişki içerisinde oldukları *Enterobacteriaceae* familyasına ait *Xenorhabdus* (Steinernematidler'de) ve *Photorhabdus* (Heterorhabditler'de) bakterileri sayesinde böcek konaklarını 48 saat içerisinde öldürme yeteneğine sahiptir (Burnell & Stock, 2000; Hazır, 2002).

İki evreli (dicyclic) parazitliğe örnek olarak Neotylenchidae (Tylenchida) familyasına mensup nematodlar verilebilir. Bu gruptan *Deladenus* Thorne türleri farklı morfolojiye ve biyolojiye sahip, farklı konaklara adapte olabilen dimorfik nesiller oluşturur. Serbest yaşayan nesil fungus üzerinden beslenirken, diğer nesil böcek konağında (genellikle *Sirex* spp. vasplarda) (Hymenoptera: Siricidae) parazitlik yapar (Giblin, 1987; Giblin-Davis et al., 2003).

Zorunlu parazitlik ise bir parazitin hayat döngüsünü tamamlamak için mutlak bir konağa ihtiyaç duyması şeklinde tanımlanabilir. Mermithidae, Tetradonematidae, Allanonematidae, Sphaerulariidae, Entaphelenchidae, Parasitodiplogasteridae, Oxyuridae, Rhabditidae, Carabonematidae, Aphelenchoididae ve Syrphonematidae nematod familyalarında bu tip ilişkiye rastlanılmaktadır (Giblin, 1987). Kaya & Koppenhöfer (1999), zorunlu parazitlik yanında fakültatif parazitlikten de bahseder. Fakültatif ilişkilerde nematod, hayatının belirli bir dönemini konakçısı olan böcekten bağımsız olarak

geçirir. Ne zamanki çevresinde konakçısı böceklerle karşılaşır, o zaman parazitik yaşam döngüsü başlar. Ancak, zorunlu ilişkilerde nematod, konakçı böceğin yokluğunda yaşayamaz.

Sonuç

Nematodların diğer organizmalarla ilişki kurması sıkça rastlanan bir durumdur. Bitki ve hayvan tür çeşitliliği, bunlarla ilişkili nematod çeşitliliğini de doğrudan etkiler. Nematodların çeşitliliği hakkında etkili ve test edilebilir hipotezler kurabilmek için nematodlardaki türleşme mekanizmalarının ve modellerinin anlaşılması gerekir. Bu nedenle ana sorulardan birisi nematodların diğer organizmalarla olan ilişkilerinin önemidir.

Teşekkür

Her konuda destek olan Prof. Dr. Selçuk Hazır'a teşekkür ederim.

Yararlanılan Kaynaklar

- Braasch, H., 2001. *Bursaphelenchus* species in conifers in Europe: Distribution and Morphological Relationships. EPPO Bulletin, 31: 127-142.
- Bronstein, J. L., 2001. The cost of mutualism. American Zoologist, 41(1): 825-839.
- Burnell, A.M. & S.P. Stock, 2000. *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts- lethal pathogens of insects. Nematology, 2(1): 31-42.
- Chilton, N. B., F. Huby-Chilton & R. B. Gasser, 2003. First complete large subunit ribosomal RNA sequence and secondary structure for a parasitic nematode: phylogenetic and diagnostic implications. Molecular and Cellular Probes, 17: 33-39.
- Demirsoy, A., 1998. Yaşamın Temel Kuralları. Genel Biyoloji-Genel Zooloji, Cilt 1, Kısım 2, Meteksan A.Ş., Ankara. 447 s.
- Felix, M. A., 2004. "Developmental Biology of Nematodes, 71-175". In Nematology: Advances and Perspectives: Vol 1: Nematode Morphology, Physiology and Ecology (Ed: Z.X. Chen, S.Y. Chen & D.W. Dickson), Tsinghua University Press/CABI Publishing. New York, USA, 636 pp.
- Giblin, R. M., 1985. Association of *Bursaphelenchus* sp. (Nematoda: Aphelenchoididae) with nitidulid beetles (Coleoptera: Nitidulidae). Revue de Nématologie, 8(4): 369-375.
- Giblin, R. M., 1987. "Culture of Nematodes Associates and Parasites of Insects, 408-413". In: Vistas on Nematology, Chapter 54 (Ed: J.A. Veech & D.W. Dickson). Society of Nematologists, Hyattsville, USA. 509 pp.
- Giblin, R. M. & H. K. Kaya, 1984. Associations of Halictid bees with nematodes, *Aduncospiculum halicti* (Diplogasterida: Diplogasteroididae) and *Bursaphelenchus kevinci* (Aphelenchida: Aphelenchoididae). Journal of The Kansas Entomological Society, 57(1): 92-99.
- Giblin, R. M., H. K. Kaya & R. W. Brooks, 1981. Occurrence of *Huntaphelenchoides* sp. (Aphelenchoididae) and *Acrostichus* sp. (Diplogasterida) in the reproductive tracts of soil nesting bees (Phoresis) (Hymenoptera: Apoidea). Nematologica, 27(1): 20-27.
- Giblin-Davis, R. M., B. B. Norden, S. W. T. Batra & G. C. Eickwort, 1990. Commensal nematodes in the glands, genitalia, and brood cells of bees (Apoidea). Journal of Nematology, 22 (2): 150-161.
- Giblin-Davis, R. M., M. Mundo-Ocampo, J. G. Baldwin, B. B. Norden & S.W.T. Batra, 1993. Description of *Bursaphelenchus abruptus* n. sp. (Nematoda: Aphelenchoididae), an associate of digger bee. Journal of Nematology, 25(2): 161-172.
- Giblin-Davis, R. M., K. A. Davies, G. S. Taylor & W. K. Thomas, 2003. "Entomophilic Nematode Models for Studying Biodiversity and Cospeciation, pp 492-538". In Nematology: Advances and Perspectives: Vol 1: Nematode Morphology, Physiology and Ecology (Ed: Z.X. Chen, S.Y. Chen & D.W. Dickson). Tsinghua University Press/CABI Publishing. New York, USA, 636 p.

- Giblin-Davis, R. M., S. Hazir, B. J. Center, W. Ye, N. Keskin, R. W. Thorp & W. K. Thomas, 2005. *Bursaphelenchus anatolius* n. sp. (Nematoda: Parasitaphelenchidae), an associate of bees in the genus *Halictus*. *Journal of Nematology*, 37 (3): 336-342.
- Hazir, S., 2002. Türkiye'deki Entomopatojenik Nematodlar (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Üzerine Faunistik Çalışmalar. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 158 s.
- Hazir, C., R. M. Giblin-Davis, N. Keskin, W. Ye, S. Hazir, E. Scheuchl & W. K. Thomas, 2010. Diversity and distribution of nematodes associated with wild bees in Turkey. *Nematology*, 12 (1): 65-80.
- Hunt, D.J., 1993. "Order Aphelenchida, 1-160". In: *Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: Their systematic and Bionomics* (Ed: Hunt, D.J.). CAB International, Wallingford, UK, 352 p.
- Kaya, H. K. & A. M. Koppenhöfer, 1999. "Biology and Ecology of Insecticidal nematodes, 1-8". In *Workshop Proceedings: Optimal Use of Insecticidal Nematodes in Pest Management* (Ed: Polavarapu, S.). Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA, 102 pp.
- Koppenhöfer, A. M., 2007. "Nematodes, 249-267". In *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology* (Ed: Lawrence A. L. & H. K. Kaya). Dordrecht, The Netherlands, 868 pp.
- Poinar, G. O. Jr., 1983. *The Natural History of Nematodes*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 323 pp.
- Riddle, D. L., 1988. "The Dauer Larva, 393-412". In *The Nematode Caenorhabditis elegans* (Ed: Wood W. B.). Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, USA. 667 pp.
- Ryss, A., P. Vieira, M. Mota & O. Kulinich, 2005. A synopsis of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) with keys to species. *Nematology*. 7(3): 393-458.
- Saygı, G., 1999. "Parazitlik, Parazitler, Konaklar ve Parazitoloji, 1-29". In: *Genel Parazitoloji* (Ed: Saygı, G.). Esnaf Ofset Matbaacılık, Sivas, 220 s.
- Viglierchio, D.R., 1991. *The World of Nematodes*. University of California, Davis, Sacramento, USA. 266 pp.
- Yeates, G. W. & B. Boag, 2004. "Background for Nematode Ecology in the 21st Century, 406-429". In *Nematology: Advances and Perspectives: Vol 1: Nematode Morphology, Physiology and Ecology* (Ed: Chen, Z.X., S.Y. Chen & D.W. Dickson). Tsinghua University Press/CABI Publishing. New York, USA, 636 p.
- Yeates, G. W. & T. Bongers, 1999. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 113-135.