

Orijinal araştırma (Original article)

Şanlıurfa ilinde tarımsal ve doğal alanlarda nematod biyoçeşitliliği¹

Şenol YILDIZ^{2*} İ. Halil ELEKÇİOĞLU³

Summary

Nematode biodiversity in agricultural and natural habitats of Sanliurfa, Turkey

The study was conducted to examine the biodiversity of terrestrial nematodes in agricultural and non-agricultural areas of Sanliurfa, Turkey. Study area defined with the semi-arid features consisting irrigated and dry cultures, has been divided into 5 sub-regions regarding the geographic and ecological boundaries. Samples were taken twice a year, one in the mid-spring and second in the mid-fall for 3 years, in 2003-2005.

Nematode fauna has been represented by 26 species, 28 genus, and 4 families which all belonged to 8 orders. The proportions of plant parasitic and free-living nematodes were 39 % and 61%, respectively. Plant parasitic nematodes were represented by 26 species and 6 genera belonged to 2 orders (Tylenchida and Dorylaimida); bacterivores were represented by 4 families and 10 genus belonged to 4 orders (Rhabditida, Cephalobida, Diplogasterida and Monhysterida); fungivores were represented by 3 genus belonged to 2 orders (Aphelenchida and Tylenchida); predators were represented by 2 genus belonged to 2 orders (Mononchida and Aphelenchida) and the omnivores represented by 7 genus belonged to 1 order (Dorylaimida). Diversity of nematode communities either in the plant parasitic fauna or the free-living fauna have displayed differences in the sub-regions of the study area. The main reason may be due to the past history of the agricultural practices employed in each of the sub-regions.

Key words: Biodiversity, nematode, plant-parasitic, free-living

Anahtar sözcükler: Biyoçeşitlilik, nematod, bitki paraziti, serbest yaşayan

¹ Bu çalışmanın bir bölümü, 5-9 Haziran tarihinde Bulgaristan'da düzenlenen "XXVIII. Avrupa Nematoloji Topluluğu Sempozyumu'nda sözlü olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

² Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 12100, Bingöl

³ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Adana

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: syildiz@bingol.edu.tr

Alınış (Received): 04.06.2010 Kabul edilmiş (Accepted): 14.10.2010

Giriş

Karasal nematodlar, dünya üzerinde her türlü iklimde birçok habitata uyum sağlamış, nematoda şubesine bağlı mikroskopik yapıları canlılardır. Bitkilerde parazit olarak yaşayan formları ve toprak ortamında mikroorganizmalarla beslenen serbest yaşayan formları ile toprak oldukça geniş bir yelpazeye dağılmışlardır (Freckman & Baldwin, 1990; Bernard, 1992; Boag & Yeates, 1998).

Nematodlar, bitki paraziti herbivorlar, toprak ortamında bakterilerle beslenen bakterivorlar, fungus miselleriyle beslenen fungivorlar, diğer nematodları avlayarak beslenen predatörler ve bütün bu sayılan besin kaynaklarıyla beslenebilen omnivorlar olarak değişik trofik gruplara ayrılmışlardır (Yeates, 1971; Freckman & Caswell, 1984; Yeates et al., 1993; Ferris, 2001).

Çeşitli habitatlarda yüksek yoğunlukla ve çeşitli beslenme grubu ile temsil edilen nematodlar: a) Toprakta elde edilmeleri ve taksonomik ayrımlarının kolaylığı, b) mikroorganizmalara göre daha uzun yaşam döngüsüne sahip olmaları, c) vücut duvarlarının yüksek geçirgenliği sayesinde çevresel değişimlere oldukça duyarlı olmaları gibi özellikleri ile diğer toprak canlılarına göre, ekosistem ve toprak sağlığı çalışmalarında biyoindikatör olarak sık başvurulan canlı grubudur (Yeates, 1998; Yeates & Bongers, 1999; Ferris et al., 2001; Neher, 2002).

Bitki paraziti nematod türlerinin çeşitliliği ve yoğunluğu ekosistemde bitkisel kökenli kaynaklarda meydana gelecek kayba; serbest yaşayan nematodların çeşitlilik ve yoğunluğu ise toprak sağlığı ve verimliliğine dönük bilgileri yansıtmaktadır. Nematodların ekosistemdeki yoğunluk ve çeşitliliğini etkileyen faktörlerin başında, içinde buldukları toprağın özellikleri, iklim, bitki örtüsü, arazi kullanım biçimi ve çevresel stres faktörleri gelmektedir (Neher et al., 1999).

Türkiye’de nematod biyoçeşitliliği üzerine yapılmış çalışma oldukça sınırlı düzeydedir ve serbest yaşayan nematodlar hakkında ise fazla bilgi yoktur. Yakın geçmişte sulu tarım olanaklarına kavuşarak tarımsal açıdan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)’nin en önemli merkezi durumunda olan Şanlıurfa ilinde nematod faunası hakkında bilgi yok denecek kadar azdır.

Bu çalışmada; Şanlıurfa ili doğal ve agro-ekosistemlerdeki (karasal) nematod biyoçeşitliliği, tarımsal alanlardaki bitki paraziti nematodların dağılımları ve serbest yaşayan nematod faunasının çeşitlilik ve dağılımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini Şanlıurfa ili doğal ve tarımsal ekosistemlerinden alınan toprak örnekleri ve bunlardan elde edilen nematodlar oluşturmaktadır.

Çalışma alanı: Şanlıurfa ili, 37° 49' 12"- 40° 10' 00" E enlem ve 36° 41' 28"- 38° 00' 50" N boylamları arasında, ortalama yüksekliği 518 m, yarı kurak (Semi-arid) kuşak içinde yer almaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 460 mm, yıllık ortalama sıcaklık 19 C° ve yıllık ortalama nispi nem oranı % 45'dir. (Anonymous, 2002). Tarım alanlarında kuru kültür olarak hububat, mercimek, antepfıstığı ve bağ; sulu kültür olarak ise pamuk ve mısır yer almaktadır.

Çalışma alanı ulaşım, topoğrafik ve ekolojik benzerlikler göz önüne alınarak 5 alt bölgeye ayrılmıştır.

I. Alt-Bölge: Bu alt-bölge Şanlıurfa ili Merkez ve Harran Ovası'nı kapsamaktadır. Harran Ovası kuzeyde Şanlıurfa Merkez, doğuda Tektek Dağları, batıda Fatik Dağları ve güneyde Suriye sınırlarına dayanan 225.000 ha'lık bir alana sahiptir.

Harran Ovası toprakları koyu kırmızı-kahverengi, kil oranı yüksek, pH 7.2 - 7.6 arasında, organik madde oranı düşük, Entisols, Vertisols ve Aridisols toprak ordolarına ait 25 toprak serisi içermektedir (Dinç et al., 1988; Aydemir, 2001).

II. Alt-bölge: Bu alt-bölge Ceylanpınar Devlet Üretim Çiftliği ve Viranşehir ilçelerini kapsamaktadır. Toprak kahve renginde, kilce zengin; kireç oranı yüksek olan yerlerde ise sarı, açık-sarı renklidir. Organik madde oranı oldukça düşüktür.

III. Alt-bölge: Siverek ve Karacadağ'ı içine almaktadır. Koyu kahverengi, volkanik ana materyalden oluşmuş, hafif tekstürlü, kil oranı düşük topraklardan oluşmuştur. Bu alt-bölge meraları Karacadağ'da yayılmış olup, irili-ufaklı kayalarla kaplı, toprak derinliği az olan bir yapıdadır.

IV. Alt-bölge: Bozova ve Suruç ilçelerini kapsamaktadır. Toprak, kırmızımsı-kahverengi, yüksek kil içerikli; bazı alanlarda ise kireç oranı yüksek olup, sarı renktedir. Mera alanları geniş olup, zayıf bitki örtüsüne sahip engebeli alanlardan oluşmaktadır.

V. Alt-bölge: Bu alt-bölge sebze yetiştiriciliğinin yoğun olduğu Fırat Vadisi ile antepfıstığı, hububat üretiminin yaygın olduğu yüksek kesimlerden oluşmaktadır. Fırat Vadisi toprağı nehre yaklaştıkça kum ve mil oranı artan; nehirден uzaklaşıp yüksekere çıkıldıkça kireç oranı artan oldukça beyaz renkli topraklardan oluşmaktadır.

Örnekleme: Şanlıurfa ili nematod faunası ve biyoçeşitliliğini araştırmak amacıyla belirlenen alt-bölgelerde 2003-2005 yılları arasında sürvey çalışmaları yürütülmüştür. Belirlenen alt-bölgelere mayıs ve eylül aylarında toplam 6 sürvey yapılmıştır. Çalışmada tarımsal ekosistemler ve doğal ekosistemlerden toplam 630 örnek alınmıştır. Örnekler, her tarlanın yaklaşık 5 da kısmının en az 10 yerinden alınan toprak örneği birleşiminden oluşmuştur (Prot & Ferris, 1992).

Nematodların topraktan elde edilmesi ve sayımları: Nematodları topraktan elde etmek için, nematodların hareketliliğinden yararlanıp toprak ortamından su ortamına geçişinin sağlandığı “Geliştirilmiş-Baermann Huni Yöntemi” ile az hareketli ve kistler gibi hareketsiz formları elde etmek için “Fenwick Elek Yöntemi” ile toprak yıkama (Shepherd, 1986) ve şekerli suda santrifüj işlemi yapılmıştır (Hooper, 1986). Elde edilen nematodlar cins düzeyinde trofik gruplara (Yeates, 1971; Yeates et al., 1993) göre baş yapılarındaki farklı morfolojik özelliklerinden yararlanılarak ayrılmış ve sayımları yapılmıştır.

Nematod biyoçeşitliliğinin incelenmesi: Bu çalışmada nematodlar bitki paraziti ve serbest yaşayan nematodlar olmak üzere iki ana grupta incelenmiş olup, bitki paraziti nematodlar ekonomik önemlerine göre tür seviyesinde, serbest yaşayan nematodlar cins ve familya düzeyinde değerlendirilmiştir.

Beslenme (trofik) gruplarının dağılımı: Değişik besin kaynağına adapte olan nematodlar toprak ekosisteminde çeşitli ekolojik rollere sahiptirler. Bunlar, bitki parazitleri, bakterivorlar, fungivorlar, predatörler ve omnivorlar olarak gruplandırılmışlardır. Bu gruplara ait taksonomik çeşitlilik ve birim ağırlıktaki yoğunlukları belirlenmiştir.

C-P gruplarının dağılımı: C-P grupları nematodların r-K yaşam stratejisi ilkelerine göre (Bongers, 1990) 1 ile 5 arasında gruplandırıldıkları bir skaladır. C-P grup değeri arttıkça nematodların yaşam biçimlerinde ve özellikle toprak ortamındaki çevresel kaynaklı değişimlere karşı gösterdikleri tepkilerde de farklılıklar oluşmaktadır. Böylece bu gruplara ait yoğunluk değerlerindeki değişimler ile toprak sağlığı arasında ilişkiler kurulabilmektedir. Nematod faunasına ait biyomasının belirlenmesinde Andrassy (1956), tarafından geliştirilen bireysel nematod ağırlık formülü (G) kullanılmıştır. Buna göre bir örnek/bir alana ait nematod biyomasını belirlerken, her bir taksona ait bireysel ağırlıklarının yoğunlukları çarpımıyla elde edilir.

$$G = (a^2 \cdot b) / 1\ 600\ 000 \mu g$$

G: Bireysel nematod ağırlığı

a: Nematod vücudunun en geniş yerinin ölçümü

b: Nematod vücut uzunluğu

1 600 000: Sabit değer

Biyçeşitlilik indisleri: Biyçeşitlilik çalışmalarının temelini oluşturan tür sayısı (SR) ve nematod toplulukların kompozisyonunu sayısal ifadelerle özetleyen, nematolojik çalışmalarda en çok başvurulan indislerden yararlanılmıştır.

Shannon çeşitlilik indisi (H'), bir topluluktaki taksonomik çeşitliliği ve topluluktaki bireylerin bu taksonlar arası dağılımını niteleyen rakamsal bilgiler içerir.

$$\text{Shannon-Weaver indisi: } (H') = -\sum_{i=1}^s p_i \log_e P_i$$

s : Belirlenen takson sayısı,
Pi: (i): Taksondaki birey sayısı.

Topluluklardaki bireylerin taksonlar arası dağılımının dengeli olup olmadığını belirlemek için Shannon (E) indisi kullanılmıştır (Shannon, 1948).

Shannon (E) indisi: $E = H' / H'_{\max}$, ($H'_{\max} = \log_e s$)

Nematod Biyçeşitlilik çalışmalarında en çok başvurulan Maturity indisi (MI), serbest yaşayan nematod komunitelerinin teşekkül durumunu ve çevrenin komünite kompozisyonuna etkisinin rakamsal özetlerini içermektedir. MI, bir alandan/örnekten elde edilen nematodların r-K yaşam stratejisi özelliklerine göre kolonistler-kalıcılar (c-p) olarak ayrılıp, aldıkları 1-5 arası skala değerlerinin ve örnek içerisindeki oranlarının ağırlıklı ortalamasıdır (Bongers, 1990).

$$\text{Maturity indisi (MI)} = \sum_{i=1}^n C-P_i \cdot v_i$$

C-P_i: Her bir familyanın skala değeri
v_i : Her bir familyanın örnekteki oranı
n : Toplam birey sayısı

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Şanlıurfa ili nematod faunası ve biyçeşitliliği üzerine 2003–2005 yılları arasında yapılan çalışmada 6 cins ve 26 bitki paraziti nematod türü ile 14 bakterivor, 3 fungivor, 2 predatör ve 7 cins omnivor olmak üzere Şanlıurfa ili nematod faunasına ilişkin 58 takson belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Şanlıurfa ilinde tespit edilen nematodların taksonomik gruplarının dağılımı

Trofik grup	Familya	Cins	Tür	Takson adedi
Bitki Paraziti	-	6	26	32
Bakterivor	4	10	-	14
Fungivor	-	3	-	3
Predatör	-	2	-	2
Omnivor	-	7	-	7
Toplam takson	4	28	26	58

Bitki paraziti nematodlar: Çalışmada tespit edilen bitki paraziti gruba ait nematodlardan tür teşhisi yapılanlara ait görülme sıklığı ve bulunduğu konukçuya ait bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada tespit edilen bitki paraziti nematod türleri, bulunduğu konukçular ve görülme sıklığı

Nematod türü	Sistemattikteki yeri	Konukçu	Bulunma sıklığı (%)
<i>Helicotylenchus dihystra</i> (Cobb) Sher	Hoplolaimidae: Tylenchida	ba, af, m, a, g	15,7
<i>H. multisinctus</i> (Cobb) Sher	Hoplolaimidae: Tylenchida	ba, af, ç	3,1
<i>H. pseudorobustus</i> (Steiner) Golden	Hoplolaimidae: Tylenchida	P	2,3
<i>Rotylenchus</i> spp. Filipjev	Hoplolaimidae: Tylenchida	b,m,g	-
<i>Rotylenchulus macrosomus</i> Dasgupta, Raski & Sher	Rotylenchulidae: Tylenchida	P	3,5
<i>Pratylenchus thomei</i> Sher and Allen	Pratylenchidae: Tylenchida	a, g, p, b	17,2
<i>P. flakkensis</i> Seinhorst	Pratylenchidae: Tylenchida	P	1,1
<i>P. neglectus</i> Filipjev and Schuurmans Stekhoven	Pratylenchidae: Tylenchida	g,b	3,2
<i>P. loosi</i> Loof	Pratylenchidae: Tylenchida	m	0,7
<i>P. crenatus</i> Loof	Pratylenchidae: Tylenchida	p,	2,1
<i>P. scribneri</i> Steiner	Pratylenchidae: Tylenchida	g,	1,3
<i>P. penetrans</i> Chitwood & Oteifa	Pratylenchidae: Tylenchida	m, g,m	1,1
<i>P. pratensis</i> (de Man) Filipjev	Pratylenchidae: Tylenchida	b,	1,0
<i>Pratylenchoides alkani</i> Yüksel	Pratylenchidae: Tylenchida	b, p,g	9,3
<i>P. erzurumensis</i> Yüksel	Pratylenchidae: Tylenchida	b,g	4,3
<i>Meloidogyne incognita</i> Chitwood	Meloidogynidae: Tylenchida	d, bi, pa, ma	10
<i>Heterodera latipons</i> Franklin	Heteroderidae: Tylenchida	b	1,3
<i>H. filipjevi</i> (Madzhidov) Stelter	Heteroderidae: Tylenchida	b	0,3
<i>Paratrophurus striatus</i> Castillo, Siddiqi & Gómez	Telotylenchidae: Tylenchida	a,b,m	3,1
<i>P. acristylus</i> Siddiqi	Telotylenchidae: Tylenchida	m	1,2
<i>Amplimerlinius viciae</i> (Thorne) Siddiqi	Telotylenchidae: Tylenchida	g, m	3,2
<i>Geocenamus brevidens</i> (Allen) Siddiqi,	Telotylenchidae: Tylenchida	g, m, p	21,7
<i>G. microdorus</i> (Geraert) Siddiqi	Telotylenchidae: Tylenchida	g,	4,7
<i>Scutylenchus</i> spp. Jairajpuri	Telotylenchidae: Tylenchida	b,p	0,4
<i>Tylenchorhynchus usmanensis</i> Khurma & Mahajan	Telotylenchidae: Tylenchida	P	1,3
<i>Criconema</i> spp. Hofmannner & Menzel	Criconematidae: Tylenchida	b	0,1
<i>Paratylenchus israelensis</i> Raski	Paratylenchidae: Tylenchida	b,a,m	33
<i>Xiphinema pachtaicum</i> Kirjanova	Longidoridae: Dorylaimida	a, b, m	0,3
<i>X. index</i> Thorne & Allen	Longidoridae: Dorylaimida	b, ba, af	1,3
<i>Trichodorus</i> sp. Cobb	Trichodoridae: Dorylaimida	ba,af	-

*Konukçu: a: Arpa, af: Antepfıstığı, b: Buğday, ba: Bağ, bi: Biber, ç: Çam, d: Domates, g: Gramineae, m: Mercimek, ma: maydanoz, mi: Mısır, p: Pamuk, pa: Patlıcan

Bitki parazitleri nematodların tür çeşitliliği bakımından diğer gruplara göre daha yüksek sayıya sahip oldukları görülmüştür. Bunlar arasından bitki koruma açısından önemli olanlarının tür düzeyinde teşhisleri yapılmıştır. *Pratylenchus* cinsi 8 tür ile en fazla tür içeren cins olup bunu, 3 tür ile *Helicotylenchus*, 2'şer tür ile *Pratylenchoides*, *Paratrophurus*, *Xiphinema* ve *Heterodera*, bir tür ile *Paratylenchus*, *Amplimerlinius*, *Tylenchorhynchus*, *Meloidogyne* ve *Rotylenchulus* izlemiştir.

Buna rağmen, iklim ve tarımsal kaynakları bakımından nematodlar için oldukça uygun olan Şanlıurfa ilinde bitki paraziti nematodlara ait hem tür sayısı hem de yoğunluk bakımından verilerin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun belki de en büyük nedeni, bu alanın sulu tarım geçmişinin yeni olması gösterilebilir. Sulama ile birlikte artan üretim deseni ve ekolojik koşulların nematodların lehine dönmesi ile yeni türlerin girmesi yanında yoğunluklarında da artışlar beklenebilir.

Elekçioğlu et al. (1994), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bitki parazitlerini belirlemek amacıyla, 12 kültür bitkisinden alınan örneklerde 36 bitki paraziti nematod türü; Yeates (1996), Yeni Zelanda'da çayır-mera, çalılık ve ormanlık alan olmak üzere üç değişik bitki örtüsü altındaki nematod fauna yapısını incelemiş, 44 taksonomik grup belirlemiştir. Krall (2000), Estonya'da nematod çeşitliliğini belirlemek için yaptığı çalışmada toplam 173 herbivor ve serbest yaşayan nematod türü tespit etmiştir. Değişik habitatlarda nematod çeşitliliği üzerine yapılan çalışmalarda belirlenen tür sayılarının Şanlıurfa ili fauna verilerine göre yüksek değerlere sahiptir.

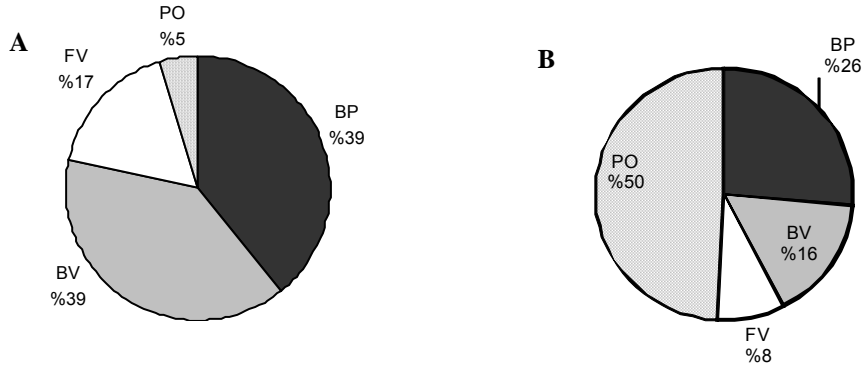
Serbest yaşayan nematodlar: Şanlıurfa ili nematod faunasının bitki parazitleri dışındaki üyelerinden oluşan ve faunada önemli bir yer teşkil eden serbest yaşayan nematodlara (bakterivorlar, fungivorlar, predatörler ve omnivorlar) ilişkin liste Çizelge 3'te verilmiştir. Bakterivor nematodlar serbest yaşayan fauna içerisinde 10 cins ve 4 familya ile temsil edilerek çeşitlilik bakımından en zengin grubu oluştururken, 7 cins ile omnivor grup, 3 cins ile fungivor grup temsil edilirken, predatör grup ise 2 cins ile temsil edilip en düşük çeşitliliğe sahip trofik grup olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Nematod faunasının trofik gruplara göre biyomas dağılımı: Şanlıurfa ili nematod faunasının trofik gruplara göre populasyon yoğunluğu (birey/100 g toprak) ve biyomas ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ toprak) dağılımları Şekil 1A ve 1B' de verilmiştir. Yoğunluk bakımından incelendiğinde bitki paraziti nematodlar faunanın % 39'unu, bakterivorlar % 39'unu, fungivorlar % 17'sini ve predatörler ile omnivorlar ise % 3'ünü oluşturmaktadırlar (Şekil 1A). Çalışma alanı genelinin ortalaması ele alındığında, % 39'u bitki paraziti nematodlardan ve % 61'i serbest yaşayan nematodlardan oluşmuş bir fauna görülmektedir (Şekil 1A).

Çizelge 3. Şanlıurfa ili tarım ve tarım dışı alanlarında tespit edilen serbest yaşayan nematodlar

Bakterivor	Fungivor	Predator	Omnivor
Rhabditidae	<i>Aphelenchoides</i>	<i>Mononchus</i>	<i>Aparcelaimus</i>
Panagrolaimidae	<i>Aphelenchus</i>	<i>Seinura</i>	<i>Aparcelaimellus</i>
Monhysteridae	<i>Ditylenchus</i>		<i>Eudorylaimus</i>
<i>Cephalobus</i>			<i>Discolaimus</i>
<i>Eucephalobus</i>			<i>Labronema</i>
<i>Acrobeloides</i>			<i>Doryllium</i>
<i>Chiloplachus</i>			<i>Tyleptus</i>
<i>Heterocephalobus</i>			
<i>Cervidellus</i>			
<i>Acrobeles</i>			
<i>Wilsonema</i>			
<i>Metacrobeles</i>			
<i>Amphidelus</i>			
Diplogasteridae			

Öte yandan nematod trofik gruplarının topraktaki biyomas dağılımlarına bakıldığında zaman en düşük yoğunluğa sahip olan predator ve omnivor grupları faunanın % 50'sini oluşturarak tüm nematod faunasının yarı ağırlığına sahip oldukları görülmektedir (Şekil 1B). Bu fark, hem predator ve hem de omnivor nematodların vücut yapılarının diğer trofik gruplara ait nematodlara oranla daha iri olmasından kaynaklanmaktadır. Bitki paraziti, bakterivor ve fungivorlar sırasıyla % 26, % 16 ve % 8'lik oranlara sahip olup, vücut ebatları bakımından belirgin fark olmadığı için yoğunluk dağılımlarına uygun bir dizilim göstermişlerdir (Şekil 1B).



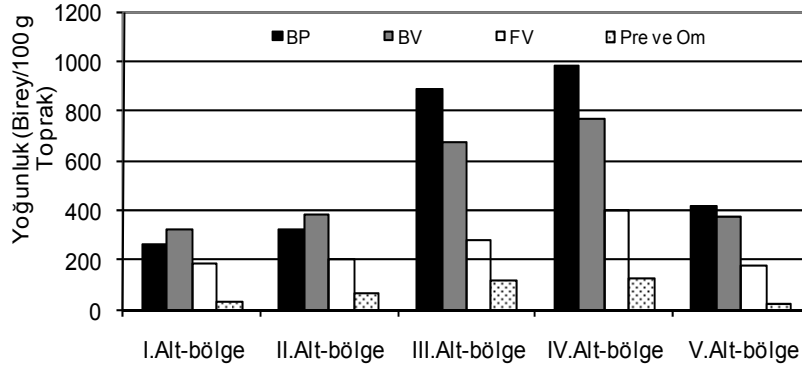
Şekil 1. Şanlıurfa İli nematod fauna yoğunluğu, A; fauna biyomas dağılımı, B., BP: Bitki paraziti, BV: Bakterivor, FV: Fungivor, PO: Predatör ve Omnivor.

Çalışma alanı alt-bölgelerinde nematod biyoçeşitliliği

Çalışma alanı alt-bölgeleri, nematod fauna ve biyoçeşitlilik kriterleri yönünden ele alındığında bazı farklılıkların olduğu saptanmıştır. Nematod fauna analizi ve biyoçeşitlilik çalışmalarının temel kriterlerinden olan trofik yapı ve

dağılımı, nematod faunası ve ekosistem arasındaki ilişkiyi incelemeye yararlanılan kolonistler-yerleşikler (C-P) skalası ve nematod faunasının taksonlara dağılımı ile çevresel ilişkilerinin matematiksel özeti olan biyoçeşitlilik indislerine başvurulmuştur.

Trofik gruplar: Nematod trofik gruplarının yoğunluk (birey/100 g toprak) dağılımının alt-bölgeler arasında farklılık gösterdiği Şekil 2’de verilmiştir. Bitki parazitleri, bakterivorlar, fungivorlar ve predatör ve omnivor gruplarına ait yoğunluk oranlarının IV. Alt-bölgede diğer alt-bölgelere oranla bariz olarak yüksek olduğu, bunu III. Alt-bölgenin izlediği görülmektedir. Diğer 3 alt-bölgede dağılımların bariz farklılıklar içermediği görülürken, I. Alt-bölgeye ait trofik gruplara ilişkin yoğunluk oranlarının diğer bütün alt-bölgelere göre bariz olmamakla birlikte daha düşük değerler almıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanı alt-bölgelerinde nematod trofik gruplarının dağılımı.

BP: Bitki paraziti, BV: Bakterivor, FV: Fungivor, Pre ve Om: Predatör ve Omnivor.

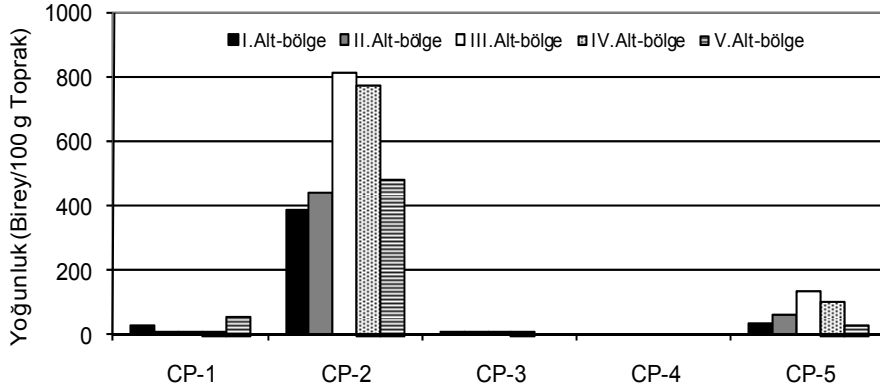
Bitki paraziti ve bakterivor gruba ait nematodların bütün alt-bölgelerde fauna içerisinde baskın gruplar olduğu, fungivorların bunları izlediği, predatör ve omnivor grubun ise oldukça düşük yoğunluğa sahip oldukları saptanmıştır (Şekil 2).

Ivezic et al. (2000), dört farklı ekosistemde nematod topluluklarını incelemişlerdir. Trofik grupların dağılımı ekosistemlere farklılık göstermemiş; bakterivor ve bitki paraziti nematodlar baskın bulunurken, yoğunluğu en az grubun predatörler olduğu belirlenmiştir. Smolik & Lewis (1982), ABD’de iki farklı otlakta nematod çeşitliliğini karşılaştırmış, her iki alanda da herbivor ve bakterivorların faunadaki baskın trofik gruplar olduğunu tespit etmişti ki, bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla uyumludur.

Nematod C-P grupları: Serbest yaşayan nematod faunasının kolonist ve yerleşik (C-P) gruplarının hem alt-bölgeler arasında hem de kendi arasında oransal farklılıklara sahip oldukları saptanmıştır (Şekil 3). C-P grupları arasında, bakterivor ve fungivorlar nematodlardan oluşan CP-2 grubu nematodların,

diğer C-P gruplarındakilerden çok bariz olarak yoğunluk farkına sahip oldukları görülmektedir (Şekil 3).

CP-2 grubu nematodların III. ve IV. alt-bölgelerde bariz olarak diğer alt-bölgelere göre daha yüksek yoğunluk oranlarına sahip olmuştur. Diğer C-P gruplarına ait nematodların çok düşük yoğunluk değerlerine sahip oldukları hatta CP-4 grubu nematodların hiç varlık gösteremedikleri gözlenmiştir. CP-1 grubunda kolonistler olarak bilinen ve toprak organik maddesindeki değişimlere paralel olarak ani popülasyon değişimleri gösteren nematodların bütün alt-bölgelerde düşük yoğunlukta olmaları dikkat çekicidir.



Şekil 3. Çalışma alanı alt-bölgelerinde nematod C-P gruplarının dağılımı.

Biyçeşitlilik indisleri: Nematod biyçeşitlilik indisleri alt-bölgeler arasında farklılık göstermiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Şanlıurfa ili tarım ve tarım dışı alanlarında tespit edilen bitki paraziti ve serbest yaşayan nematodların biyçeşitlilik indislerinin Alt-bölgelere göre dağılımı

Alt-bölgeler	SR	H	E	MI
I. Alt-bölge	9,2	1,7	0,8	1,9
II. Alt-bölge	10,9	1,9	0,8	2,2
III. Alt-bölge	13,2	2,1	0,8	2,4
IV. Alt-bölge	12,5	2,0	0,8	2,6
V. Alt-bölge	10,5	1,8	0,8	2,1

III. ve IV. Alt-bölgelerde tür zenginliği (SR) Shannon çeşitlilik (H') ve Maturity (MI) indis değerlerinin diğer alt-bölgelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4). III. ve IV. Alt-bölgelerde faunaya ait yoğunluk değerlerinin yüksek olduğu da daha önce belirtilmiş olup, indis değeriyle de biyçeşitliliğin bu alt bölgelerde daha iyi durumda olduğu desteklenmektedir. İndis değerlerinin ışığında, özellikle Harran Ovası'nın bulunduğu I. Alt-bölge'de biyçeşitliliğin diğer alt-bölgelere göre daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Bu

durum bitki parazitleri açısından olumlu iken, serbest yaşayan nematod faunası dolayısıyla toprak canlılığı ve sağlığı açısından istenmeyen bir yapı olduğu sonucu çıkmaktadır. Harran ovasına ait indis değerlerinin düşük bulunması, tarım uygulamaların yoğunluğuna bağlanabilir. Özellikle sık toprak işleme nematod biyoçeşitliliği açısından olumsuz etkilerinin olduğu daha önce yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Ivezic et al., 2000; Fiscus & Neher, 2002)

Bitki paraziti ve serbest yaşayan nematodların bulunma sıklıkları:

Nematodların örneklerdeki bulunma sıklığı alt-bölgeler arasında farklılıklar göstermektedir. Özellikle bitki paraziti nematodların II. Alt-bölgede diğer alt-bölgelere oranla daha yüksek rastlanma sıklığına (%) sahip oldukları görülmektedir (Çizelge 5).

Tylenchus, *Paratylenchus*, *Geocenamus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus* ve *Pratylenchoides* cinslerinin bütün alt-bölgelerde rastlanma sıklıklarının diğer cinslere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. *Meloidogyne* cinsi sadece I. ve V. Alt-bölgede varlık göstermiş olup, V. Alt-bölgedeki görülme sıklığının ise oldukça yüksek (% 42,5) olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Serbest yaşayan nematod faunasından bakterivor gruba ait Acrobeloides cinsinin bütün alt-bölgelerde yüksek rastlanma sıklığına sahip olduğu görülmüştür. Fungivorlardan *Ditylenchus*, *Aphelenchoides* ve *Aphelenchus* cinsi nematodların bütün alt-bölgelerde fazla farklılık göstermeden rastlanma sıklıklarının yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Omnivor gruba ait Dorylaimida takımı nematodlarının da alt-bölgelerdeki rastlanma sıklığının yüksek olduğu ve alt-bölgeler arasında kararlı bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Elde edilen bu sonuçların serbest yaşayan nematod faunasının trofik gruplar arası dağılımının daha önce yapılmış olan çalışmalarla (Smolik & Lewis, 1982; Ivezic et al., 2000 ve Popovici & Ciobanu, 2000) uyum içinde olduğu söylenebilir.

Çalışma alanı alt-bölgelerinde nematod fauna ve biyoçeşitlilik verilerinde görülen farklılıkların olası nedenleri olarak:

a) Aktif taşınma ve yayılma kabiliyeti olmayan nematodlara, çalışma alanının geniş olması nedeniyle görülen mesafenin etkisi, ekolojik farklılıklardan ve b) alt-bölgelerin tarımsal geçmişi ve ekolojik farklılıklarının nematod biyoçeşitliliği üzerine etkileri, c) toprağın fiziksel, kimyasal ve organik madde bakımından nematod biyoçeşitlilik yapısı üzerine etkileri (Neher et al., 1995; Fiscus & Neher, 2002) olarak sıralanabilir.

Sonuç olarak, yapılan çalışma ile Şanlıurfa ili hem bitki parazitleri ve hem de serbest yaşayan nematodlar bakımından incelenmiş olup, bitki paraziti nematodların ekonomik kayba neden olan tür sayısı bakımından düşük olduğu ve bazı lokal alanlar haricinde verim kaybına neden olacak yoğunlukların olmadığı saptanmıştır. Diğer taraftan, toprak sağlığı açısından son derece önemli olan serbest yaşayan nematodların çeşitlilik ve yoğunluk bakımından ise çok zengin olmadığı görülmüştür.

Çizelge 5. Şanlıurfa ili tarım ve tarım dışı alanlarında tespit edilen bitki paraziti ve serbest yaşayan nematodların alt- bölgelere göre (%) rastlanma oranları

Bitki paraziti nematodlar	I. Bölge	II. Bölge	III. Bölge	IV. Bölge	V. Bölge
<i>Neoditylenchus</i> spp.	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
<i>Tylenchus</i> spp.	62,0	48,5	34,5	40,5	23,0
<i>Filenchus</i> spp.	11,0	17,0	9,5	7,0	3,0
<i>Helicotylenchus</i> spp.	19,5	29,5	22,5	26,0	8,0
<i>Rotylenchus</i> spp.	4,5	4,0	2,0	5,0	1,0
<i>Rotylenchulus</i> sp.	1,0	11,0	2,0	2,0	0,5
<i>Pratylenchus</i> spp.	24,5	28,0	23,5	25,0	13,5
<i>Pratylenchoides</i> spp.	14,5	27,0	12,5	18,0	4,0
<i>Meloidogyne</i> spp.	4,5	0,0	0,0	0,0	42,5
<i>Heterodera</i> sp.	1,5	1,0	1,5	2,5	1,5
<i>Paratrophurus</i> spp.	1,0	3,5	7,0	1,0	3,0
<i>Geocenamus</i> spp.	35,5	46,5	29,5	39,5	19,0
<i>Tylenchorhynchus</i> spp.	5,0	5,0	7,0	4,0	3,0
<i>Criconema</i> spp.	1,5	1,0	1,5	1,5	1,0
<i>Paratylenchus</i> spp.	40,0	37,5	31,0	41,0	20,0
<i>Xiphinema</i> spp.	3,0	1,0	1,0	3,0	0,5
<i>Trichodorus</i> sp.	0,5	0,0	2,0	0,0	0,0
Bakterivor					
Rhabditidae	33,0	18,0	7,5	7,5	27,0
Panagrolaimidae	5,0	0,0	0,5	1,5	4,5
Monhysteridae	60,0	67,0	68,0	77,0	53,0
<i>Cephalobus</i> spp.	51,0	58,0	61,0	66,0	40,0
<i>Eucephalobus</i> spp.	26,5	25,5	19,5	25,5	25,0
<i>Acrobelloides</i> spp.	89,5	95,0	89,5	90,0	90,0
<i>Chiloplachus</i> spp.	2,0	0,0	0,0	0,0	2,5
<i>Cervidellus</i> spp.	18,5	34,5	23,0	34,0	33,0
<i>Acrobeles</i> spp.	23,5	35,0	37,5	29,5	20,0
<i>Wilsonema</i> spp.	22,5	29,0	32,5	35,0	12,5
<i>Matacrobeles</i> spp.	2,5	3,0	4,5	3,0	1,0
<i>Heterocephalobus</i> spp.	10,0	7,0	12,0	16,0	11,0
<i>Amhidelus</i> sp.	17,5	11,0	20,5	20,5	16,5
Diplogasteridae	3,5	5,5	11,0	6,5	0,0
Fungivor					
<i>Aphelenchoides</i> spp.	74,0	75,5	72,0	70,0	73,5
<i>Aphelenchus</i> spp.	48,0	65,5	57,5	68,5	61,5
<i>Ditylenchus</i> spp.	80,0	81,0	70,5	73,0	77,0
Pred. ve omnivor					
Dorylaimida	71,5	69,5	81,5	77,5	63,5
<i>Mononchus</i> sp.	8,0	4,0	8,5	5,5	4,0
<i>Seinura</i> sp.	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0

Özet

Şanlıurfa ili nematod faunası ve biyoçeşitliliğini belirlemek amacıyla, tarımsal ve doğal ekosistemlerde survey çalışmaları 2003-2005 yılları arasında yürütülmüştür. Yarıkurak olarak nitelendirilen bu çalışma alanı, kuru ve sulanabilir tarım alanlarını içermektedir. Coğrafi ve ekolojik farklılıklar ile ulaşım imkanları göz önüne alınarak çalışma alanı 5 alt-bölgeye ayrılmıştır. Örnekleme, 3 yıl boyunca, biri bahar döneminde diğeri güz döneminde olmak üzere yılda iki kez yapılmıştır.

Bu çalışmada tespit edilen nematod faunası 8 takıma ait 26 tür, 28 cins ve 4 familyadan oluşmuştur. Faunada bitki paraziti ve serbest yaşayan nematodların oranı sırasıyla % 39 ve % 61 olarak gerçekleşmiştir. Bitki parazitleri 2 takıma (Tylenchida ve Dorylaimida) ait 26 tür ve 6 cins ile; bakterivorlar 4 takıma (Cephalobida, Diplogasterida,

Monhysterida ve Rhabtida) ait 4 familya ve 10 cins ile; fungivorlar 2 takıma ait (Aphelenchida ve Tylenchida) ait 3 cins ile; predatörler 2 takıma (Aphlenchida ve monochida) ait 2 cins ile; omnivorlar 1 takıma (Dorylaimida) ait 7 cins ile temsil edilmişlerdir. Ekosistem bitki örtüsünün, nematod fauna ve biyoçeşitliliğine etkisinin diğer faktörlere göre daha bariz olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür

Çalışmayı, (TOVAG-3254) nolu proje kapsamında destekleyen TÜBİTAK ve (FBE-2002-D205) numaralı tez projesi olarak destekleyen Ç.Ü. BAP ve arazi çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden Doç. Dr. Levent ÜNLÜ, Doç. Dr. Bekir BÜKÜN, Yrd. Doç. Dr. Ertan YANIK'a ve Toprak Bölümü'nden Doç. Dr. Salih AYDEMİR'e teşekkür ederiz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Anonymous, 2002. Şanlıurfa ili arazi yapısı. Şanlıurfa Tarım İl Müdürlüğü verileri. (Web sayfası: <http://www.sanlıurfa-tarim.gov.tr>) (Erişim tarihi: Nisan 2007).
- Andrássy, I., 1956. Die Rauminhalts- und Gewichtsbestimmung der Fadenwürmer (Nematoden). **Acta Zoologica Hungaria**, **2**: 1–15.
- Aydemir, S., 2001. Palygorskite-influenced Vertisols and Vertic Like Soils in the Harran Plain in the Southeastern Turkey. PhD. Thesis, pp:290, Texas A&M University, Soil and Crop Sciences Department, College Station, TX 77843, USA.
- Bernard, E. C., 1992. Soil nematode biodiversity. **Biology and Fertility of Soils**, **14**: 99–103.
- Boag, B. & G. W. Yeates, 1998. Soil nematode biodiversity in terrestrial ecosystems. **Biodiversity and Conservation**, **7** (5): 617–630.
- Bongers, T., 1990. The Maturity Index: An ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, **83** (1): 14-19.
- Dinç, U., S. Şenol, M. Sayın, S. Kapur & N. Güzel, 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. Harran Ovası. TÜBİTAK-TOAG Gündümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu. Proje No: TOAG-534.
- Elekçioğlu, İ. H., Ohnesorge, B., Lung, G. & Uygun, N., 1994. Plant parasitic nematodes in the East Mediterranean region of Turkey. **Nematologia Mediterranea**, **22**: 59-63.
- Ferris, H., T. Bongers & R. G. M. de Goede, 2001. A framework for soil food web diagnostics: Extension of the nematode faunal analysis concept. **Applied Soil Ecology**, **18**: 13–29.
- Ferris, H., 2001. Structure and functions of soil food webs. (web page: <http://www.ucdavis.edu/nemaplex/powerpoint/foodwebs>, (Data accessed: October, 2005).
- Fiscus, D. A. & D. A. Neher, 2002. Distinguishing sensitivity of free-living Nematode genera to physical and chemical disturbances. **Ecological Applications**, **12** (2): 565-575.
- Freckman, D. W. & J. G. Baldwin, 1990. Nematoda, 155-200. In: Soil Biology Guide (DL. Dindal). John Wiley & Sons, Inc. New York, 1349 pp.

- Freckman, D. W. & E. P. Caswell, 1984. The ecology of nematodes in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, **23**:275-295.
- Hooper, D. J., 1986 Extraction of Free Living Stages from Soil. In: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. (Southey, J. F.) Her Majesty's Stationary Office, London: 5-30.
- Ivezic M., E. Raspudic & M. Brmez, 2000. Structure of nematode communities in different agroecosystems in Croatia. **Helminthologia**, **37**:165–169 pp.
- Krall, E., 2000. Biodiversity of species and pest status of some plant parasitic nematodes in Estonia. **Transactions of the Estonian Agricultural University Agronomy**, **209**:76-79.
- Neher, D. A., S. L. Peck, J. O. Rawlings & C. L. Campbell, 1995. Measures of nematode community structure and sources of variability among and within agricultural fields. The significance and regulation of soil biodiversity. Proceedings International Symposium Michigan State University, East Lansing, May 3-6, 1995, 187-201. pp.
- Neher, D. A., T. R. Weicht, M. Savin, J. H. Görres & J. A. Amador, 1999. Grazing in a porous environment. 2. Nematode community structure. **Plant and Soil**, **212**: 85–99.
- Neher, D. A., 2002. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. Symposium Paper Presented at the 39th Annual Meeting of The Society of Nematologists, (June 24-28, 2000), Quebec City, Quebec Canada.
- Popovici, I. & M. Ciobanu, 2000. Diversity and Distribution of Nematode Communities in Grasslands from Romania in Relation to Vegetation and Soil Characteristics. **Applied Soil Ecology**, **14**: 27–36.
- Prot, J. C. & H. Ferris. 1992. Sampling approaches for extensive surveys in nematology. **Journal of Nematology**, **24**: 757-764.
- Shannon, C. E., 1948. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, **27**: 379–423 and 623–656.
- Shepherd, A. M., 1986. Extraction and Estimation of Cyst Nematodes. In: Southey, J. F. (ed). Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Her Majesty's Stationary Office, London: 5-30.
- Smolik, J. D. & J. K. Lewis, 1982. Effect of range condition on density and biomass of nematodes in a mixed prairie ecosystem. **Journal of Range Management**, **5**: 657-663.
- Yeates, G. W., 1971. Feeding types and feeding groups in plant and soil nematodes **Pedobiologia**, **8**:173-79.
- Yeates, G. W., T. Bongers, R. G. M. de Goede, D. W. Freckman & S. S. Georgieva, 1993. Feeding habitats in soil nematode families and genera-an outline for soil ecologists. **J of Nematology**, **25**: 315–331.
- Yeates, G. W., 1996. Diversity of nematode faunae under three vegetation types on a Pallic soil in Otago, New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, **23** (4): 401-407.
- Yeates, G. W., 1998. Soil nematode assemblages: Regulators of ecosystem productivity. **Phytoparasitica**, **26**:2 (Guest Editorial) 97-100.
- Yeates, G. W. & T. Bongers, 1999. Nematode diversity in agro-ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, **74**: 113–135.