

## Sucul Ekosistemin İzlenmesinde Kirlilik Biyoindikatörü Olarak Balık Parazitlerinin Kullanılması

Emine Turgut

Gülistan Özgül

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, 60240 Tokat

**Özet:** Parazitlerin pek çoğu karmaşık yaşam döngüsüne ve farklı yaşam evrelerine sahip canlılardır. Bu yaşam döngülerinde parazitler farklı ihtiyaçlara sahip olup çevresel değişimlere de hassastırlar. Bunlardan dolayı da parazitler, çeşitli şekillerde ortaya çıkan çevresel kirlilikle etkileşim halindedirler. Bu çevrede gerçekleşen değişimler enfeksiyon düzeyinde ve tür çeşitliliğinde azalma veya çoğalma şeklinde görülmektedir. Ayrıca, bazı parazitler ağır metalleri konak balığın dokusundakinden ve sucul çevredekenden çok daha fazla oranda biriktirebilirler. Bu derlemede, bir biyoindikatör olarak balık parazitlerinin sucul ekosistem kirliliğinin izlenmesinde kullanımının önemi tartışılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** parazitler, kirlilik, biyoindikatör, balık

## The Use of Fish Parasites as Pollution Bioindicator in Monitoring Aquatic Ecosystem

**Abstract:** Parasites have complex life cycles and different life stages which has different requirement and sensitive to environmental changes. Therefore, parasites interact with environmental pollution in variety of ways. Reduction or increase in their level of infection and diversity of species shows that changes are occurring in the environment. Also, certain parasites can accumulate heavy metals at concentration that are orders of magnitude higher than those in the host tissue or aquatic environment. In this review, the value of fish parasites as a bioindicator in monitoring aquatic ecosystem will be discussed.

**Keywords:** Parasites, pollution, bioindicator, fish.

### 1. Giriş

Sucul çevre devamlı olarak evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklara maruz kalarak kirlenmekte ve kirliliğin ekosistem üzerindeki olumsuz etkisi gittikçe artmaktadır. Bu da su kaynaklarının kalitelerinin bozulmasına ve sucul ekosistemin sürekli değişmesine neden olur. Bunun bir sonucu olarak da doğada balık populasyonlarında görülen hastalık ve anormalliklerde de artış gözlemlenmektedir. Bu hastalıklar genellikle virüsler, bakteriler ve parazitlerden kaynaklanmaktadır. Bu hastalık etkenlerinden, özellikle parazitler üzerine yapılan çalışmalar genellikle balık sağlığını tehdit eden paraziter hastalıklarla ilgilidir (Woo, 1996). Bunun yanında, doğal ortamdaki balıklarda yaygın olarak bulunan ve balıklarda hastalıklara neden olmayan parazitler de bulunmaktadır. Parazitleri direk olarak çevresel faktörler etkileyebileceği gibi çevresel faktörlerin konak üzerine etkisi de parazitleri dolaylı yoldan etkiler.

Parazitler, besin zincirinde en üste, bulunmasından dolayı kirleticilerin besin zincirindeki olumsuz etkilerini bütünleştirirsek ekosistem içinde önemli yere sahiptirler. Parazitler çevresel stres, besin ağı yapısı,

işleyişi ve biyolojik çeşitlilik hakkında (Marcogliese, 2003; 2004) ve kendi konaklarının göç, üreme ve filogenisi gibi biyolojik özellikleri hakkında da önemli bilgiler verirler (Williams et al., 1992). Ayrıca, bunlar sucul ortamın kirlilik düzeyinin belirlenmesinde iyi bir biyoindikatör olarak kullanılabilen (Khan and Thulin, 1991; Sures et al., 1994; MacKenzie et al., 1995; Marcogliese and Cone, 1997) ve yine kirlilik düzeyinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan kimyasal analiz, bakteri sayımı ya da omurgasızların değerlendirilmesi şeklinde yapılan biyolojik analizlerin tamamlayıcısı olarak da iş görebilmektedirler (Sasal et al., 2007).

Çeşitli çevresel stres faktörlerine bağlı olarak oluşan biyolojik çeşitlilikteki ve biyolojik topluluk yapısındaki değişimler son yıllarda ekosistemin bütünlüğünü belirlemek için uygulamalarda önem kazanmıştır. Bundan dolayı, çevresel parametrelerin izlenmesinde parazitlerin kirliliğe karşı tepkilerinin belirlenmesi son yıllarda büyük ilgi çekmektedir. Bu nedenle, bu derlemenin amacı sucul ekosistemin kirliliğinin izlenmesinde parazit topluluklarının biyoindikatör olarak kullanımını anlamaya katkıda bulunmaktır.

## 2. Biyoindikatör Organizmalar ve Parazitlerin Kirlilikte İndikatör Olarak Kullanımı

İyi bir biyoindikatör organizma çevresel değişikliklere karşı hassas olmalıdır. Ayrıca, bulguların çalışılan alanı temsil edebilmesi için organizmanın belli bir alanda yayılış göstermesi ve konak canlılarının da tanımlanmış olması gerekir. Bunun yanında, organizmanın analizler için kullanılmaya uygun büyüklükte, kolaylıkla toplanabilen ve tanımlanabilen özellikte olması gerekmektedir. Biyoindikatör organizmaların biyolojisi, mevsimsel değişimleri ve üreme özellikleri çalışılmış olmalı ve bu organizmalar yaşam süreleri boyunca ve zaman içerisinde kirlenmeleri vücutlarında biriktirebilen yapıda olmalıdırlar (Sures, 2004).

Parazitler kirliliğe karşı konak canlıya göre daha hassas organizmalardır. Bu özelliklerinden dolayı da bunlar kötüleşen koşulları göstermede bir uyarı mekanizması şeklinde kullanılabilir (Sures, 2004). Kirlenmelerin sucul çevre üzerine etkilerini izlemede parazitlerin kullanılmasının nedenleri şu şekillerde sıralanabilir (Sures, 2004): Bunlar:

1) Poulin ve Morand (2000) omurganlı konak türünden (45000) %50 daha fazla parasitic helminth türü bulunduğunu belirtmişlerdir. Parazitler ayrıca konaklarına karşı yüksek özgüllük göstermektedirler. Dopson (et al., 2008) ortalama olarak kemikli balıklarda konak başına düzen parazitik helminth türü 1.5 olarak belirtilmiştir. Parazitler çok farklı konak türlerinde, alanlarda veya çevrelerde parazit yaşam sürdürebilmektedirler ve çevresel şartlar değiştiği zaman yeni yaşam biçimlerine uyum sağlamayabilirler.

2) Bazı metazoan parazitler karmaşık bir yaşam döngüsüne sahip olup farklı gelişim devreleri ve çok farklı biyolojik gereksinimleri vardır. Ancak, bu şekilde her aşama ayrı ayrı değerlendirilebilir; bu nedenle de potansiyel indikatör sayısı artmaktadır.

3) Birçok parazitin kırılma ve bağımsız yaşam evreleri vardır ve bunlar çevresel değişimlere karşı oldukça duyarlıdır. Bu nedenle, parazitler çok küçük çevresel değişimlerden bile olumsuz yönde etkilenebilirler ve bu durum bu organizmaların yaşam döngülerinin zayıf halkaları olarak görülürler. Bazı parazitler çevre değişimlerine karşı çok hassasken bazıları da konaklarına göre daha dayanıklı olup kirlenme durumlarında sayıca artabilirler. Örneğin,

MacKenzie (1999), kirlenme arttıkça, karmaşık ve dolaylı yaşam döngüsü olan endoparazit helmint enfeksiyonlarının azalma eğilimi, doğru ve tek konaklı yaşam döngüleri olan ektoparazit enfeksiyonlarının ise artma eğilimi gösterdiğini belirtmiştir.

### 2.1. Balık Parazitlerinin Çevresel Kirliliğin Belirlenmesinde Kullanımı

Hem konaklar hem de parazitler çevresel kirlilikten farklı şekilde etkilenmektedirler. Kirliliğin parazit popülasyonu üzerinde, çoğu zaman tür çeşitliliği ve yoğunluğuna etkisi hakkında bir çok veri bulunmaktadır (Çizelge 1) (Khan and Thulin, 1991; Poulin, 1992; MacKenzie et al., 1995; Lafferty, 1997; Sures, 2004). Konağın savunma mekanizmasının kirlilikten olumsuz etkilenmesi sonucu parazitizm artabilir. Bu konaktaki mukusun artışı yada mikrobiyal aktivitenin artışı sonucu, mukus ve bakterilerle beslenen parazitlerin artışı şeklinde olabilir. Bu durumun tersi olarak da kirlenmeler balık parazitlerini doğrudan etkileyebilirler; örneğin dolaylı yoldan hareket ederek serbest-yaşam evrelerini veya kabuklu, copepod ve diğer omurgalı veya omurgasız konaklar içindeki gelişme evrelerini etkileyebilirler. Böylece, çevresel kirlilik sonucu ortamda bulunan parazit için gerekli olan ara konak canlılar yok olabileceğinden parazitizm azalabilir (Mackenzie, 1999). Nematotlar yaşam döngülerini sucul ortamdaki konaklarda geçirirler ve çevresel değişiklikler yaşam döngülerindeki konakları olumsuz etkilediği zaman buda dolaylı olarak parazitizmi azaltır (Geetan et al., 2002).

Balıkların solungaçlarında yaşayan monogenean parazitler çevresel kirliliğin belirlenmesinde kullanılacak parazitlere bir örnek teşkil etmektedir. Burada parazit hem dış ortam hem de canlı balıkla temas halinde olduğundan önemli bir kirlilik göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Morova Nehri'nde (Çek Cumhuriyeti) tatlısu kefal balıklarının parazitleri üzerine yapılan çalışmada, nehrin kirliliğindeki balıklarda bulunan parazit topluluğundaki tür çeşitliliğinin temiz bölgeye göre daha az olduğunu belirtilmiştir (Dusek et al., 1998). Parazit çeşitliliğindeki bu fark özellikle monogenean türlerinde gözlemlenmiş, kirliliğindeki monogenean cinslerinden *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus* ve *Paradiplozoon*'ların balık türlerine olan seçiciliği azalmış ve

tür çeşitliliğinde de azalma görülmüştür. Kirliliğin etkisinin *Dactylogyryus* ve *Paradiplozoon*'ların yaygınlığını olumsuz

etkilediği fakat, *Gyrodactylus* cinsinde ise önemli bir değişiklik oluşturmadığı bildirilmiştir (Dusek et al., 1998).

Çizelge 1. Çevresel kirliliğin parazit popülasyonları ve toplulukları üzerine etkisi (Sures, 2004)

Parazit Grubu	Konak	Kirlilik	Parazitlerde Etkisi
<i>Gyrodactylus</i> sp.	<i>Hippoglossoides platessoides</i> (Atlantik pisi balığı)	Sedimentte kirlilik	Parazit yoğunluğunda artış
<i>Trichodine</i> sp.	<i>H. platessoides</i>	Sedimentte kirlilik	Parazit yoğunluğunda azalma
<i>Trichodinid ciliates</i>	<i>Platichthys flesus</i> (Pisi Balığı)	Ötrifikasyon	Yaygınlıkta ve yoğunlukta artış
<i>T. ciliates</i>	<i>P. flesus</i>	Ötrifikasyon, genel deniz kirliliği	Yaygınlıkta ve yoğunlukta artış
Parazit topluluğu	<i>Rutilus rutilus</i> (Kızılgöz) ve <i>Perca fluviatilis</i> (Tatlısu Levreği)	Ötrifikasyon	Parazit çeşitliliğinde artış
<i>Acanthocephalans</i>	<i>Tautogolabrus adspersus</i> (cunner)	Kentsel ve endüstriyel atıklar	Yaygınlıkta ve yoğunlukta artış
<i>T. ciliates</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i> (Dikence Balığı)	Organik kirlilikte	Yoğunlukta artış
Parazit topluluğu	<i>Leuciscus cephalus</i> (Tatlısu Kefali)	Organik kirlilikte	Tür çeşitliliğinde azalma
<i>Dactylogyrids</i>	<i>R. rutilus</i>	Kâğıt fabrika atıkları	Tür çeşitliliği ve yoğunluğunda azalma
<i>Rhipidocotyle fennica</i> (Digenea)	<i>R. rutilus</i>	Kâğıt fabrika atıkları	Yoğunlukta artış
<i>Rostellascaris</i>	<i>Arius folcaris</i>	Petrol atıkları	Yoğunlukta azalma

Ayrıca, Galli et al. (2001), farklı derecede kirlenmiş iç sulardaki tatlı su kefalinde yaptıkları çalışmalarda *Lamproglana pulchella* ve *Pomphoryncus laevis*'i temiz ve az kirli nehir kollarında gözlemlenmelerine rağmen, *Asymphyllodora tincae*, *Glochidia* sp. ve *Diplostomum spathaceum* larvalarını aşırı kirlenmiş bölgelerde gözlemlenmediklerini bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar su kirliliğinin parazit topluluğunun yapısını, parazit türleri arasındaki etkileşimleri ve tür zenginliğini etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca, mezgitlerde (*Merlangius merlangus*) parazitik olarak yaşayan *Trichodina* spp'nin mevsimsel yaygınlığı ve yoğunluğunun organik kirlilikten etkilendiği ve artış gösterdiği de bildirilmiştir (Öğüt and Palm, 2005).

Khan and Billiard (2007), Amerikan pisi balığı (*Pleuronectes americanus*) üzerine yaptıkları çalışmada bir ektoparazit olan *Cryptocotyle lingua*'nın sanayi atıklarının bulunduğu kirlenmiş bölgede referans alanına göre daha fazla görüldüğünü bildirmişler. Ayrıca, kirlenmiş bölgedeki balıkların

büyükliğinde anormal dağılım, iç ve dış lezyonlar, büyümüş karaciğer ve gelişmemiş gonadlar gözlemlenmişler ve bu değişiklikleri kirlilikle ilişkilendirmişlerdir.

Valtonen et al. (2003), Finlandiya'da 1986-1995 yılları arasındaki 9 yıllık dönemde kirlenmelerin etkisinin belirgin olarak azaldığı, biri kirlenmiş 3 gölde yaptığı karşılaştırmalı çalışmada kontrol olarak kullanılan göldeki parazit topluluklarında değişim bildirmemişlerdir. Bununla birlikte, araştırmacılar kirlenmiş olan göldeki levreklerde (*Perca fluviatilis*) *Anodonta piscinalis*, kızılözde *R. fennica* ve her iki balıkta da *Rhipidocotyle campanula* sayısında belirgin artış gözlemlenmişlerdir. Diğer taraftan, levreklerdeki *Dermocystidium percae* ve kızılözlerdeki *Ichthyophthirius multifiliis*'in azalması, su kalitesinin iyileşmesi sonucu balıkların bağışıklık sisteminin güçlendiğini göstermektedir.

Ayrıca, nematodlar sucul ortamdaki değişimlere çok hızlı cevap vermektedir. Örneğin; bir nematod olan *Rostellascaris*

denizsel ortamda kirliliğe karşı hassasiyeti bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Geetanaj et al., 2002)

## 2.2. Ağır Metal Kirliliğinin Parazitler Tarafından Biriktirilmesi

Balıklar metal ve pestisitleri kirleticilerin buldukları ortamdan su, besin yolu ve solungaçları ile pasif difüzyonla alırlar (Lloyd, 1992). Metaller solungaç ve sindirim sistemi ile vücudun diğer doku ve organlarına, organizmada iz elementler ve toksik metallerin metabolizmasında rol oynayan, özellikle de ağır metalleri bağlayan bir protein olan metallothionein aracılığıyla dağılmaktadır (Stagg and Shuttleworth, 1982).

Balık parazitlerinin kirleticiler için biyoindikatör olarak kullanımı ve parazitlerin vücutlarında metalleri biriktirmesi konusunda değişik çalışmalar yapılmıştır (Gelner et al., 1997; Dusek et al., 1998; Halmetajo et al., 2000). Farklı helmint türlerinin ağır metal biriktirme kapasitelerini belirlemeye yönelik çalışmalar (Sures et al., 1999; 2003) özellikle Acanthocephala gurubu üzerine yoğunlaşmıştır. Buna karşılık diğer helmint grupları (Monogenea, Digenea, Cestoda ve Nematoda) ile kirleticilerin ilişkisi, parazit olarak yaşadığı balık ve helmintlerdeki ağır metal birikimlerinin karşılaştırılmasına yönelik çalışmaların sayısı ise azdır. Bunun yanında Cestodların da ağır metalleri oldukça yüksek düzeyde biriktirebildikleri bildirilmektedir (Sures et al., 1999; Sures, 2001; 2004). Nematodlar ise metalleri düşük miktarlarda biriktirmeleri sebebiyle bu tür çalışmalarda genellikle göz ardı edilmişlerdir. Monogenea grubu helmintlerde metal birikimleriyle ilgili çalışmalara bu güne kadar rastlanılmamış, Digenea grubunda ise ağır metal birikimi henüz tam olarak bilinmemektedir (Retief et al., 2006). Dolayısıyla Cestodlar ve Acanthocephalalar yüksek metal biriktirme kapasitelerinden dolayı metal kirliliklerinin biyoindikatörü olarak en çok çalışılan parazitler olmuş ve ümit verici bulunmuşlardır. Helmint türlerinin buldukları ortamdan metalleri alımları da gruplara göre değişmektedir.

Yapılan çalışmalarda genel olarak balık helmintlerinin konaktan ve bulunduğu ortamdan daha fazla ağır metal biriktirebildikleri ortaya konulmuştur (Sures et al., 1999; Sures, 2001, 2003, 2004). Örneğin,

Acanthocephalalar ağır metalleri üzerinde yaşadıkları son konaklarına göre 2700 kat fazla, sudakinden ise 11000 kat daha fazla biriktirebilmektedir. Ayrıca, Schludermann et al., (2003) *Pomphorynchus laevis*'teki kadmiyum (Cd), çinko (Zn) ve kurşun (Pb) birikiminin bu parazitin konağı olan *Barbus barbus*'a göre 2860 kere daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. *Abramis brama*'da görülen *Ligula intestinalis*'in (Cestod) konak balıktan 18, *Monobothrium wagneri*'nin (Cestod) 150 ve nematod türü olan *Philometra ovata*'nın da 120 kat daha fazla Cd ve krom (Cr) biriktirdikleri bildirilmiştir (Sures, 2004). Bu nedenle de çalışmaların çoğunluğu Acanthocephalan'lar üzerinde yoğunlaşmıştır (Sures et al.,1994; 1999; 2003; Sures, 2001; 2004).

Türkiye'de balıklarda parazit olarak yaşayan helmintlerde ağır metal birikimleriyle ilgili çalışma sayısı oldukça sınırlı düzeydedir (Tekin-Özan ve Kır, 2005; 2007; Genç ve ark, 2008). Tekin-Özan ve Kır (2005), Kovada Gölü suyunda, sedimentte, kadife balığında (kas, karaciğer ve solungaç) ve *Ligula intestinalis* pleurocercoidlerinde bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), Zn, Cr, Cd ve Pb miktarlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında parazitteki Cu, Fe, Zn ve Cd düzeyini kadife balığından daha yüksek oranlarda bulmuşlardır. Genç ve ark. (2008), Asi Nehrinden yakaladıkları *Anguilla anguilla*'nın (Avrupa yılan balığı) değişik dokularında (hava keseciği, karaciğer, kas, deri) Cd, Cr, Cu, , Mn, Fe, Pb, Zn ve civa (Hg) miktarlarının kabul edilebilir sınırlarda olduğunu; bu balıklarda parazit bir nematod olan *Anguillicola crassus*'daki Fe oranının ise bu balıklardakine göre 25,52 kat daha fazla bulduklarını bildirmişlerdir.

## 3. Sonuç

Parazit topluluklarının biyoindikatör olarak kullanılmasının diğer bir avantajı da trofik ilişkilerle ilgilidir. Parazitler besin ağları boyunca hareket eder ve çeşitli kirleticilerin olumsuz etkilerini bütünleyerek, trofik ilişkilerde en tepede dururlar.

Parazit-kirlilik çalışmalarında halen araştırılması gereken konular bulunmaktadır. Birçok parazitin kirlilik ekolojisi hala bilinmezliğini korumakta ve tüm konak balıklar çevresel araştırmalar için ideal olmamaktadır. Kirlilik seviyesi arttıkça kirliliğe dolaylı ya da

doğrudan hassas olan parazit türleri kaybolmaktadırlar. Sonuç olarak parazitler, olumsuz çevresel olaylara karşı bir erken teşhis indikatörü ve sucul ekosistem kirliliğinin belirlenmesinde faydalı ve güvenilir bir biyoindikatör olarak kullanılabilirler. Ülkemizde balık parazitolojisi konusundaki çalışmalar,

parazitlerinin biyolojisi, taksonomisi, dağılımı ve mevsimsel dinamiği üzerine yoğunlaşmıştır. Sucul ekosistemdeki değişikliklerin parazit toplulukları üzerine olan etkileri üzerine çalışmalar yeni başlamıştır ve bu konuda farklı su kaynaklarında ve farklı balık ve parazit türleri üzerine çalışmalara gerek duyulmaktadır.

### Kaynaklar

- Dopson, A., Lafferty, K. D., Kuris, A. M., Hechinger R. F., Jetz, W. 2008. Homage to Linnaeus: How many parasites? How many hosts?. *Proceedings of the National Academy of Science*, 105, 11482-11489.
- Dusek, L. M., Gelnar M. and Sebelova S. 1998. Biodiversity of parasites in a freshwater environment with respect to pollution: metazoan parasites of chub (*Leuciscus cephalus* L.) as a model for statistical evaluation. *International Journal of Parasitology*, 28 (10), 1555–1571.
- Gali, P., Crosa, G., Mariniello, M., Ortis, M. And Amelio, S.D. 2001. Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiologia.*, 452, 173–179.
- Geetanj A., Malhotra, S. K., Malhotra, A., Ansari, Z., Chatterji, A. 2002. Role of nematodes as bioindicators in marine and freshwater habitats. *Current Science*, 82 (5), 505-507.
- Gelnar, M., Sebelová, S., Dušek, L., Koubková, B., Jurajda, P. and Zahrádková S. 1997. Biodiversity of parasites in freshwater environment in relation to pollution. *Parasitology*, 39, 189–199.
- Genç, E., Sangun, M.K., Dural, M., Can, M. F. and Altunhan, C. 2008. Element concentrations in the swimbladder parasite *Anguillicola crassus* (nematoda) and its host the European eel, *Anguilla anguilla* from Asi River (Hatay-Turkey). *Environmental Monitoring Assessment*, 141, 59-65
- Halmetoja, A., Valtonen, E.T., Koskenniemi, E. 2000. Perch (*Perca fluviatilis* L.) parasites reflect ecosystem conditions: a comparison of a natural lake and two acidic reservoirs in Finland. *International Journal of Parasitology*, 30, 1437–1444.
- Khan, R. and Billiard, S. 2007. Parasites of winter flounder (*Pleuronectes americanus*) as an additional bioindicator of stress-related exposure to untreated pulp and paper mill effluent: a 5-year field study. *Archive Environmental Contamination Toxicology*, 52(2), 243–50
- Khan, RA., Thulin, J. 1991. Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Parasitology*, 30, 201–238.
- Lafferty, KD., 1997. Environmental parasitology: What can parasite tell us about human impact on the environment?. *Parasitol Today*, 13, 251-252.
- Lloyd, R., 1992. *Pollution and Freshwater Fish*. Blackwell Scientific Publications Ltd. England, pp. 176.
- MacKenzie, K., 1999. Parasites as pollution indicators in marine ecosystems: a proposed early warning system. *Marine Pollution Bulletin*, 38(11), 955–959.
- MacKenzie, K., Williams, HH., Williams, B., McVicar AH., Siddall, R., 1995. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advance in Parasitology*, 35, 85–114.
- Marcogliese, DJ., 2003. Food webs and biodiversity: are parasites the missing link?. *Journal of Parasitology*, 89, 106-113
- Marcogliese, DJ., 2004. Parasites: small players with crucial roles in the ecological theatre. *Ecohealth.*, 1, 151-164.
- Marcogliese, DJ., Cone, DK. 1997. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. *Parasitology*, 39, 227–232.
- Ogut, H., Palm, HW. 2005. Seasonal dynamics of *Trichodina* spp. on whiting (*Merlangius merlangus*) in relation to organic pollution on the eastern Black Sea Coast of Turkey. *Parasitology Research*, 96, 149–153.
- Poulin, R., 1992. Toxic pollution and parasitizim in freshwater fish. *Parasitology Today*, 8, 58-61.
- Poulin, R., Morand, S. 2000. The diversity of parasites. *The Quarterly Review of Biology*, 75, 277-293.
- Retief, NR., Avenant, A., Oldewage, H., Preez, D., 2006. The use cestodes parasites from the largemouth yellowfish, *Labeobarbus kimberleyensis* Gilchrist and Thompson, 1913 in the Vaal Dam, South Africa as indicators of heavy metal bioaccumulation. *Physics and Chemistry of the Earth*, 31, 840 -847.
- Sasal, P., Mouillot, D., Fichez, R., Chifflet, S., Kulbicki, M., 2007. The use of fish parasites as biological indicators of anthropogenic influences in coral-reef lagoons: A case study of Apogonidae parasites in New-Caledonia. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1699–1706.
- Schludermann, C., Konecny, R., Laimgruber, S., Lewis JW., Schiemer, F., Chovanec, A., Sures, B. 2003. Fish macroparasites as indicators of heavy metal pollution in river sites in Austria. *Parasitology*, 126, 61–69.
- Stagg, RM., Shuttleworth, TJ., 1982. The accumulation of copper in *Platichthys flesus* L. And its effects on plazma electrolyte concentrations. *Journal of Fish Biology*, 20, 491 – 500.
- Sures, B. 2001. The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems: review. *Aquatic Ecology*, 35 (11), 245-255.
- Sures, B. 2003. Accumulation of heavy metals by intestinal helminths in fish: an overview and perspective. *Parasitology*, 126, 53–60.

## Sucul Ekosistemin İzlenmesinde Kirlilik Biyoindikatörü Olarak Balık Parazitlerinin Kullanılması

- Sures, B. 2004. Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in Parasitology*, 20, 170-177.
- Sures, B., Siddall, R., Taraschewski, H. 1999. Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. *Parasitology Today*, 15 (1), 16-21.
- Sures, B., Taraschewski, H., Jackwert, E., 1994. Comparative study of lead accumulation in different organs of perch (*Perca fluviatilis*) and its intestinal parasite *Acanthocephalus lucii*. *Bulleting of Environmental Contamination and Toxicology*, 52, 269-273.
- Sures, B., Zimmerman, S., Sonntag, C., Strüben, D., Taraschewski, H. 2003. The acanthocephalan *Paratenuisentis ambiguus* as a sensitive indicator of the precious metals Pt and Rh from automobile catalytic converters. *Environmental Pollution*, 122, 401-405.
- Tekin-Özan, S., Kır, İ. 2007. Seasonal variations of some heavy metals in pikeperch (*Sander luciperca* L., 1758) and crucian carp (*Carassius carassius* L.1758) from Kovada Lake, Turkey. *Fresen Environ Bull.*, 16 (8), 904-909.
- Tekin-Özan, S., Kır İ. 2005. Comparative study on the accumulation of heavy metals in different organs of tench (*Tinca tinca* L. 1758) and plerocercoides of its endoparasite *Ligula intestinalis*. *Parasitology Research*, 97(2), 196-199.
- Valtonen, ET., Holmes, JC., Aronen, J., Rautalahti, I., 2003. Parasite communities as indicators of recovery from pollution: parasites of roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*) in Central Finland. *Parasitology*, 126, 43-52.
- Williams, HH., MacKenzie, K., MacCarthy, AM., 1992. Parasites as biological indicators of the population biology, migration, diet and phylogenetics of fish. *Fish Biology*, 2, 144-176.
- Woo, PTK. 1996. Protozoan and Metazoan Infections in Fish Diseases and Disorders. Volume Vol. 2<sup>nd</sup> edition, CABI International, Oxford, pp. 16-4.