



DOĞANIN SESİ

KÜLTÜR BALIKÇILIĞINDA BALIK-SİLİYAT (PROTISTA: CILIOPHORA) ETKİLEŞİMLERİ: SİMBİYOTİK ve EKOLOJİK İLİŞKİLER

Fish-Ciliate (Protista: Ciliophora) Interactions in Aquaculture: Symbiotic and Ecological Relations



Haziran 2019
Yıl: 2 Sayı: 3
Sayfalar: 25-34

Prof.Dr. Naciye Gülkız ŞENLER
Tekirdağ Namık Kemal
Üniversitesi, Fen-Edebiyat
Fakültesi Biyoloji Bölümü,
59030, Tekirdağ
ngulkiz@nku.edu.tr

Dr. İsmail YILDIZ
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen
Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Van
iyildiz@yyu.edu.tr

İletişim
ngulkiz@nku.edu.tr

Anahtar Kelimeler
Siliyat, balık,
simbiyotik ilişkiler, ekoloji

Keywords
Ciliates, fish, symbiotic
relationships, ecology

Yazıların tüm teknik ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. İleri sürülen fikir ve iddialar Doğa ve Sürdürülebilirlik Derneğinin görüşünü yansıtmayabilir.

Siliyatlar en homojen ve tür çeşitliliği en fazla olan protist grubudur. Çoğu siliyat türü denizel, tatlısu ve karasal habitatlarda serbest yaşarlar. Bununla birlikte simbiyont olarak yaşayanları da mevcuttur. Simbiyotik türler zorunlu parazitlik ve kommensallikten fırsatçı, fakültatif formlara kadar çeşitlilik gösterirler. Siliyatlar balıklarda direkt olarak hastalığa sebep oldukları gibi, bakteri ve fungus gibi balık patojenleri aracılığıyla da balık sağlığını dolaylı olarak etkilerler. Ülkemizde son yıllarda kültür balıkçılığı ile gerek hobi niteliğinde gerekse gezme görme ve eğitim amaçlı olmak üzere, akvaryum balıkçılığı oldukça hızlı bir gelişim göstermiştir. Balık popülasyon yoğunluğu yüksek olan akvaryumlar ve balık çiftliklerinde simbiyotik siliyatların neden olduğu hastalıklar da yaygınlaşmakta ve önemli kayıplara neden olmaktadır. Siliyatların balıklarla etkileşimleri sadece hastalık düzeyinde değildir. Sucul besin ağının önemli elemanlarıdır. Ayrıca balık kültürlerinde su kalitesinin değerlendirilmesi noktasında, biyolojik indikatörler olma potansiyeline sahiptirler. Bu derleme çalışma balık-siliyat arasındaki ilişkilere, özellikle simbiyotik ilişkinin bir parçası olan fırsatçı patojen siliyatlara dikkat çekmek amacıyla hazırlanmıştır.

ABSTRACT

The ciliates are the most homogeneous and the most diverse group of protists. Most ciliate species live free in marine, freshwater and terrestrial habitats. However, there are also those living as symbiont. The symbiotic species range from obligatory parasitism and commensalism to opportunistic facultative forms. As the ciliates directly cause disease in fish, they affect fish health indirectly through fish pathogens such as bacteria and fungi. In aquariums and fish farms with high fish population density, diseases caused by symbiotic ciliates also become widespread and cause significant losses. The interaction of the ciliates with the fish is not the only disease. They are important members of aquatic food web. And they also have the potential to be biological indicators in the evaluation of water quality in fish cultures. This review is intended to draw attention to the relationships between fish-ciliate and particularly to opportunistic pathogen ciliates, which are part of the symbiotic relationship.



DOĞANIN SESİ



İstanbul akvaryum (Florya); 4000 m³ su kapasiteli, içinde 5000 canlı türünü barındıran Atlantik Okyanusu temalı bölüm, 2009 ©Tuğçe TÜRK

GİRİŞ

Balık endüstrisi içerisinde kültür balıkçılığı dünya çapında rekabetçi ve umut verici bir sektörü temsil etmektedir (Kılıçerkan ve Çek, 2011; Martins, Marchiori, Roumbedakis ve Lami, 2012). Ülkemizde çiftlik balıkçılığı ve hobi niteliğinde yapılan süs balıkçılığının yanı sıra, dünya balıklarını tanıtmak amacıyla gezi ve gözleme açık, aynı zamanda eğitim amaçlı kurulmuş pek çok akvaryum bulunmaktadır.

Balık kültürüne yönelik çalışmalar balıkların doğal yayılışı olmayan bölgelere taşınmasına ve doğal biyotada önemli ekolojik değişikliklerin oluşmasına sebep olur. Ekolojik risklerden biri de yabancı istilacı balık parazitlerinin taşınmasıdır. Balıklar sudaki patojen ve patojen olmayan etkenlerle sürekli temas halinde oldukları için kolayca etkilenirler. Dünya çapında balık ticaretinin gelişmesine paralel olarak, bulaşıcı hastalıkların ülkeler arası taşınması ve yayılması kolaylaşmıştır. Bu durum yerel olmayan istilacı balık parazitlerinin yayılmasına neden olmuş ve dünyanın hemen hemen her yerinde farklı hastalık etkenleri görülmeye başlamıştır. Bunun

sonucunda, balık hastalıkları, hem akvaryum balık yetiştiriciliğini hem de kültür balıkçılığını sınırlayıcı faktörler arasında yer almaya başlamıştır. (Bulgurluoğlu, 2014; Smit, Malherbe ve Hadfield, 2017).

Dünya üzerindeki ticari öneme sahip bütün kültür ve akvaryum balık çiftliklerinde hemen hemen bütün gruplara ait pek çok parazite rastlanır. Hastalık etkenleri yüksek stoklama yoğunluğu, uygun olmayan su kalitesi ve yetersiz işletme koşulları balık üretimi için ciddi ve sürekli bir tehdit oluşturmakta ve büyük kayıplara neden olmaktadır (Helfman, 2007). Parazitizm sonucunda balıklarda zayıflama, üreme bozukluğu veya iktidarsızlık, körlük, anormal davranış, epitelde lezyonlar, solungaçlarda deformasyonlar görülür (Nematollahi, Jaber, Ashrafi Helan ve Sheikhzadeh, 2016). Kültür balıkçılığında balık kaybına neden olan önemli parazit grupları şunlardır: Flagellatlar, sporozoonlar (koksidiyalar), siliyatlar, mikrosporoidler, myxozoa, yassı kurtlar (Monogenea ve Digenea), sestodlar, nematodlar, akantosefaller, artropodlar, sülükler (Dörücü ve Mutlu, 2008).



DOĞANIN SESİ

Serbest yaşayan bir hücrelilerin (protozoonlar) yanı sıra, konakçının vücut yüzeyinde, hücre ve dokularında, vücut sıvılarında yaşayan çok sayıda simbiyotik protozoon türü vardır. Bu simbiyotik ilişkinin sınırı mutualizmden parazitizme kadar değişir. Bazı parazitik bir hücreliler, balıkların önemli patojeni olup, metazoon parazitlere göre daha hızlı üreme potansiyeline sahiptirler. Bu nedenle kitlesel balık ölümlerine neden olurlar.

Ciliophora şubesinin silli protozoonları hayvansal beslenme stratejisi gösteren protistlerdir. Diğer protistlerden kolaylıkla ayırt edilebilirler. Hareket ve beslenme organelleri sil ya da bileşik sillerdir (sirler). Hemen hemen bütün üyeleri bir seri ayırt edici özelliklere sahiptirler. Siliyatlar heterokaryotik organizmalardır. Farklı büyüklükte ve farklı fonksiyonları olan makro- ve mikronukleusa sahiptirler. Makronukleus genellikle poliploid (Karyorelictea hariç), RNA sentezi ve ontogenez gibi somatik fonksiyonları kontrol eder. Mikronukleus ise diploidtir ve konjugasyon sırasında aktiftir. Siliyatlar, göllerde, havuzlarda, okyanuslarda ve toprakta gibi nemin olduğu hemen hemen her yerde serbest olarak bulunurlar. Bununla birlikte çok sayıda tür çok çeşitli hayvanların, hem omurgalı hem de omurgasızların simbiyontlarıdır. Serbest yaşayanların ve simbiyotik yaşayanların ayırımını yapmak zordur. Serbest yaşayan siliyatlar sucul, karasal ve yarı karasal ortamlarda, metazoonlarla ilişkili, ancak onlardan bağımsız olarak yaşamlarını sürdürürler. Simbiyotik siliyatlar ise mutualist, kommensal veya parazit olarak bir metazoonun üzerinde ya da içinde yaşamlarını sürdürürler. Tanımlanmış siliyat tür sayısına ait bir envanter mevcut değildir. Corliss (2000) toplam 8000 tanımlanmış siliyat türü olduğunu, bunun yaklaşık 2600'ünün simbiyont olduğunu ifade etmiştir. Mevcut potansiyel tür sayısının 27.000 – 40.000 olduğu tahmin edilmektedir. Bu sayıya birçok ekto- ve endosimbiyotik türün yanı sıra bazı zorunlu ve fırsatçı parazitler de dahildir (Nielsen ve Kiørboe, 1994; Foissner, Chao ve Katz, 2007, Lynn, 2008). Genellikle

kommensal organizmalardır. Konaklarına ne yararları ne de zararları vardır. Ruminant siliyatların mutualistik olduklarına dair bazı deliller mevcuttur (Lynn ve Small, 2000). Ruminant konakların güçlenmelerini ve kilo almalarını desteklerken, kendileri rumen ortamından yararlanırlar. Az sayıda siliyat türü parazitik ya da fakültatif (fırsatçı) parazittirler. *Balantidium* uzun zamandır omurgalıların tek parazitik siliyatı olarak kabul edilmiştir, tipik olarak insanların ve evcil hayvanlarının ve diğer hayvanların bağırsak dokularını istila eder. Bununla birlikte insanların idrar torbalarında gözlemlendiğine dair bir rapor da mevcuttur (Maleky, 1998).

Balık havuzlarında ve akvaryumlarda yüksek siliyat populasyon büyüklüğü dolaylı ya da dolaylı olmayan bir şekilde balık üretimini etkiler. Bunun için balık-siliyat etkileşimi özellikle ekonomik açıdan önemlidir. Ülkemizde balıklarla ilişkili siliyat türleri ve balık-siliyat etkileşimleri yeterince bilinmemektedir. Bunun nedeni siliyatların teşhisinin zor ve zaman alıcı olması ve balık siliyatları konusundaki uzman eksikliğidir. Bu derleme çalışma konuya dikkat çekmek amacıyla hazırlanmıştır.

BALIK – SİLİYAT ETKİLEŞİMİ

Balık-siliyat etkileşimi, özellikle ekonomik açıdan önemli olduğu için uzun zamandır ilgi çekmektedir. Sucul ortamlarda çok sayıda siliyat türü bulunur. Siliyat türleri yabani, çiftlik ve akvaryum balıkları ile ektokommensal, epibiyont ya da parazit olarak ekolojik ilişkiler kurarlar. Suyun fizikokimyasal özellikleri ve organik madde miktarı bu mikroorganizmaları etkiler. Balık populasyonunun artışı, hem sucul ortama dışarıdan fazla besin verilmesine neden olur, hem de balıkların kilo ve güç kaybederek ölmelerine sebep olur. Böylece sucul ortamın organik yükü artar. Bunu takiben silli protozoon sayısında oldukça büyük bir artış görülür (Klinger ve Floyd, 2013). Bunların bazıları da patojen olabilirler. Siliyatların balıklarla olan ilişkileri 4 gruba ayrılabilir (Pinherio ve Bols, 2013).



DOĞANIN SESİ

1. Balıklarda patojen olan siliyatlar: Bu siliyatlar fırsatçı, mutualistik, kommensal veya parazittirler.
2. Canlı, cansız ve ölü balık döküntüleriyle beslenen siliyatlar. Bu siliyatlar ektokommensal veya serbest yaşarlar (epibiyont siliyatlar).
3. Mikrobiyal balık patojenlerini etkisiz hale getiren ya da koruyan siliyatlar: Serbest veya simbiyotik yaşayan siliyatlardır.
4. Balık larvalarının besini olarak işlev gören siliyatlar: Bunlar serbest yaşayan siliyatlardır.

Balıkların Patojen Siliyatları

Bazı siliyatlar yaşam döngüsünü tamamlamak için tamamen balığa bağımlıdır. Bu nedenle zorunlu parazit ya da zorunlu endoparazitlerdir: *Ichthyophthirius multifiliis*, *Cryptocaryon irritans* [Olygohymenophorea, Hymenostomatida]. *I. multifiliis* epidermis, solungaçlara, yüzgeçlere ve korneaya saldırarak “beyaz beneklilik” (*ichthyophthiriasis*) hastalığına neden olur. Bu hastalık akvaryum ve yetiştiriciliği yapılan tatlı su balıklarında ciddi ekonomik kayıplara neden olur. Küresel bir yayılışa sahiptir. Konağa spesiflik yoktur. Her hangi bir tatlısu balığı potansiyel olarak konaktır. Monoksendirler (bir-konaklı), yaşam döngülerini sadece balıkta tamamlarlar. Bu patojenik parazitin süs balığı ticareti ile tüm dünyaya yayıldığı düşünülmektedir (Smit ve diğerleri, 2017). *I. multifiliis*'un parazitik yaşam modeli tartışmalıdır. Çoğu araştırmacı bu siliyatı ektoparazit olarak kabul ederken (Brabrand, Bakke ve Faafeng, 1994; Göçmen, 2000; Öztürk, Özer ve Ünsal, 2010; Ghoneim, Khalil, Saad, Tanekhy ve Abdel-Latif, 2015), endoparazit olarak rapor edenler de mevcuttur (Pineiro ve Bols, 2013). Bu durum muhtemelen parazitin yaşam döngüsünden kaynaklanır. *I. multifiliis* polimorfik yaşam döngüsüne sahiptir. Beslenebilen form (trophont) epidermise yerleşip orada beslendiği için, muhtemelen bazı araştırmacılar bu etkeni endoparazit olarak kabul ederler. Beslenmeden sonra trophont epidermisi yırtar ve konaktan ayrılır, dış ortamda kist oluşturur (tomont). Kistin içinde gerçekleşen bölünme sonucunda çok sayıda tomit oluşur. Kistten çıkan tomitler enfektif formlara (theront) farklılaşırlar. *I. multifiliis*'in denizel karşılığı *Cryptocaryon*

irritans'dir. Bu siliyat türü deniz balıklarında benzer rahatsızlığa sebep olan yaygın, zorunlu bir diğer balık patojenidir.

Bazı siliyat türleri fakültatif endoparazittir. Bunlar fırsatçıdır (oportünist) ve konağın iç tarafında yerleşirler. Fırsatçı parazitizm immun sistemi baskılanmış bir konak ile fırsatçı parazitler arasındaki simbiyotik ilişki olarak tanımlanabilir (Samuel, 2016). Patojen olmayan siliyat türleri (ya da kommensal olan siliyat türleri) farklı çevresel ya da doğuştan gelen faktörlerle konağın direnci zayıfladığı zaman yaygın bir şekilde fırsatçı parazitik enfeksiyonlara neden olurlar. Fırsatçı parazitik enfeksiyon, konağın immun sistemi normal fonksiyonunu gerçekleştirdiği sürece, şiddetli patolojik değişimlere sebep olmaz. Bununla birlikte özel bir takım koşullardan dolayı immun sistem zayıflarsa, fırsatçı parazitler bu durumu avantaja döndürürler ve bir enfeksiyon başlatırlar. Bazı bakteriyel ve viral enfeksiyonlar da fırsatçı parazitlerin konakta gelişmesi ve hastalığa neden olması için uygun ortamlar sağlarlar (Shin ve diğerleri, 2011). Balıklarda fırsatçı ya da fakültatif siliyat parazit türler çoğunlukla Olygohymenophorea sınıfında, özellikle Scuticociliatia ve Hymenostomatia alt sınıflarında bulunurlar.

Uronema marinum, *Miamiensis avidus*, *Paruronema virginianum*, *Pseudocohnilembus persalinus* [Olygohymenophorea, Scuticociliatia] serbest yaşayan fakat kendileri için uygun koşulları buldukları zaman fakültatif endoparazitliğe sebep olan skutikosiliyat türlerdir. Histofajdırılar, konağı sistematik bir şekilde istila etme potansiyelleri vardır ve bazen de yüksek mortaliteye neden olan patojenlerdir (Shin ve diğerleri, 2011). *Skutikosiliyatozis* 1990'lardan beri dünya çapında deniz balıkçılığı yetiştiriciliği için problem olmuş, önemli ekonomik kayıplara neden olmuştur. Skutikosiliyatlar öncelikle solungaç, deri ve yüzgeçleri enfekte ederler ve balıkların aşırı mukus salgılarına neden olurlar. Fakat kısa zamanda balığın iç organlarını, beyin ve omuriliğini etkiler. Bu durum yüksek mortalite ile sonuçlanır. *Uronema marinum*, *Miamiensis avidus*, *Paruronema virginianum*, *Pseudocohnilembus persalinus* İspanya, Portekiz ve Fransa'da kalkan balıklarının kitlesel



DOĞANIN SESİ

ölümüne sebep olmuşlardır (Shin ve diğerleri, 2011). Sucul ekosistemlerin bakteri üzerinden beslenen doğal üyeleridir. Bu nedenle bu hastalıkların kontrolü zordur ve tedavi yetersizdir (Klinger ve Floyd, 2013; Pinheiro ve Bols, 2013).

Hymenostom siliyatlardan *Tetrahymena* cinsinin türleri ve onun filogenetik olarak yakın akrabası *Lambornella* da tipik olarak fakültatif parazitlerdir. Bunların çeşitli omurgasız ve omurgalıları, özellikle balıkları enfekte ettikleri ve ölümlerine sebep oldukları rapor edilmiştir (Lynn ve Small, 2000; Lyn, Gransden, Wright ve Josephan, 2000; Pinheiro ve Bols, 2013).

Tetrahymenosis skutikosiliyat kaynaklı hastalıkların tatlısudaki karşılığıdır. Akvaryum ticareti için tropikal balık üretiminde, tetrahymenosis dikkate değer ekonomik kayıplara neden olur. *Tetrahymena* (Oligohymenophorea, Hymenostomatia) türleri öncelikle tatlısu siliyat faunasının önemli üyeleridir. Bu siliyatlar balık veya herhangi bir diğer hayvandan bağımsız olarak gelişebilen serbest yaşayan organizmalardır. Bununla birlikte bazı türlerinin fakültatif endoparazit oldukları da uzun zamandan beri bilinmektedir. Enfekte balıklarda kas içine kadar uzanan, nekrotik deri lezyonlarına sebep olurlar. Patojen, dolaşım sistemine dahil olur ve iç organlara zarar verir. *Tetrahymena*'ya ait iki türün (*T. corlissi* ve *T. rost-rata*) endoparazit olduğuna dair kayıtlar mevcuttur. Ayrıca, derin deri yarası olan birkaç süs balığı türü *T. pyriformis* ile deneysel olarak enfekte edilebilmiştir (Pinheiro ve Bols, 2013). *T. pyriformis*'in tatlısu istakozunda enfeksiyon geliştirdiği ile ilgili bir rapor da mevcuttur (Edgerton, O'Donoghue, Wingfield ve Owens, 1996). *Ophryoglena*, *Glaucoma*, *Colpidium* da özel koşullar altında, özellikle stres ve travma etkisindeki balıklarda koloni oluşturan fakültatif parazitler ya da fırsatçılardır. *Ophryoglena* esas olarak ölü balıklar üzerinden beslenen fırsatçı histofaj siliyattır (Lynn ve diğerleri, 2000). Skutikosiliyatlar, *Tetrahymena*, *Glaucoma*, *Colpidium* sucul ekosistemlerin bakteri üzerinden beslenen doğal üyeleridir. Bunun için bu etkenlerin oluşturdukları balık hastalıklarının kontrolü zordur ve tedavileri yetersiz kalmaktadır (Klinger ve Floyd, 2009; Pinheiro ve Bols, 2013). Balıkların yaşadıkları çevrede ideal koşulla-

rın sağlanması, kısacası çevre kirliliğinin kontrol altına alınması bu fırsatçılarla mücadelede en uygun çözüm olacaktır. Zira kimyasal mücadele doğal dengeyi bozacak ve ekolojik başka problemlerin ortaya çıkmasına sebep olacaktır.

Chilodonella [Phyllopharyngea, Cyrtophoria] cinsi tatlısu ekosistemlerinde esas olarak serbest yaşayan siliyat, faunasının önemli elemanlarındandır. Bununla birlikte bazı türler, özellikle populasyonun çok yüksek olduğu akvaryumlarda ya da su ürünleri yetiştiriciliğinin yapıldığı havuzlarda yüksek oranda balık ölümleri ile sonuçlanan salgınlara neden olurlar. İki *Chilodonella* türü [*C. piscicola* (syn. *C. cyprini*) ve *C. hexasticha*] tatlısu ve acısu balıklarında *chillodonellosis*'e sebep olan fakültatif ek-toparazitlerdir (Smit ve diğerleri, 2017). Özelleşmiş ağızları (sitostofarenjiyal yapı) ile balık solungaç ve derisi üzerindeki biyofilmde bulunan bakteri, diyatom, filamentoz yeşil alg ve siyanobakterilerle (Gomes, Jerry, Miller ve Hutson, 2016) beslenirler. Bu sırada sitostom balığın epitel hücrelerine nüfus eder ve parazit konağın epitel hücreleriyle beslenmeye başlar. Konaktan ayrı olduklarında ise sudaki bakteriler üzerinden beslenirler. Bu parazitler konak özgüllüğü göstermezler, kozmopolit yayılış gösteren tüm balıklarda enfeksiyon oluşturabilirler ve monoksen yaşam döngüsüne sahiptirler (Pádua ve diğerleri, 2013). *C. hexasticha*'nın yırtıcı balıklarda da kitlesel ölümlere neden olduğuna dair raporlar mevcuttur (Pinheiro ve Bols, 2013). *Chilodonellid*ler konak üzerinde enine bölünme ile çoğalırlar. Diğer taraftan konjugasyon şeklinde eşeysel üreme gösterirler. Hastalığın yayılması, enfekte balıklar ile sağlıklı balıklar arasındaki doğrudan temas ile olur. Parazit, balık yetiştiriciliğinde kullanılan mutfak eşyaları ve balık taşımacılığındaki suyla yayılır ve bu da en önemli yayılma faktörü olarak kabul edilebilir. Bir kist safhasının olup olmadığı şüphelidir. Bazı araştırmacılar *Chilodonella*'nın parazitik yaşam tarzını korumak için, dirençli kistler oluşturabildiğini öne sürmektedirler, ancak bu strateji henüz tam olarak anlaşılmamıştır (Rowland, Ingram ve Prokop, 1991; Martins, Cardoso, Marchiori ve Pádua, 2015).



DOĞANIN SESİ

Brooklynella hostilis [Phyllopharyngea, Cryptophoria] denizel balıkların ektoparazitidir (Lom ve Nigrelli, 1970; Diamant, 1998; Lynn, 2008; Pinheiro ve Bols, 2013). Fakültatif ektoparazit olduğuna dair kayıt da mevcuttur (Dickerson ve Clark, 1996). *Chillodonellosis*'e benzer bir hastalık olan *brooklynellosis* (palyaço balığı hastalığı) hastalığının etkenidir. Özellikle doğadan toplanmış palyaço balıkları ve denizatlarında çok yaygındır. Stres altındaki denizel balık kültürlerinde ve akvaryumda tutulan balıklarda mortalite yüksektir ve tekrarlayan kitlesel ölümler gözlenir. Enfeksiyon derinin büzülmesine ve solungaçların tıkanmasına neden olur. Parazit hızla yayılır ve kolayca yeni bir konağa taşınabilir. Aslında balık solungaçları yüzeyinde sürünerek çöpçülük yapan bir siliyat türüdür. Yeterince besin bulamadıklarında (yüzeyde hücre döküntüsünün yokluğunda) dışarıya doğru uzayabilen sitofarenjiyal yapı ile solungaç hücrelerine zarar verir ve siliyat bu hücrelerle beslenmeye başlar (Dickerson ve Clark, 1996). Balıklar *Chilodonella*'ya benzer bir şekilde etkilenir bununla birlikte *B. hostilis* saldırısı solungaç dokusu ile sınırlıdır. Oradaki epitelyum ve kan hücreleri ile beslenir, ciddi lezyonlara sebep olur. Parazite bağlı olarak, konak sekonder bakteriyel enfeksiyon da geliştirebilir (Khalil, 2010). *B. hostilis*'in konaktan ayrı yaşadığına dair bir bilgi yoktur. Ancak *Brooklynella* cinsine ait ikinci tür olan *B. sinensis* denizel bir türdür ve serbest yaşayan siliyat faunası üyesidir (Gong ve Song, 2006).

Balantidium ctenopharyngodonis [Litostomatea, Trichostomata] zararsız bir endokommensal olduğu halde (bazı balıkların bağırsak lümeninde yaşar) *balantidiasis* adı verilen enterik hastalıklarla ilişkilidir. Yaşlı balıklarda bağırsak lezyonlarına sebep olur (Pinheiro ve Bols, 2013).

Trichodinid siliyatlar (*Trichodina acuta*, *T. centrostrigata*, *T. compacta*, *T. heterodentata*, *T. mutabilis*, *T. nigra*, *T. pediculus*, *T. reticulata*, *T. uniforma*, *Trichodinella epizootica*, *Tripartiella cichlidarum*, *Paratrichodina* sp.) [Oligohymenophorea, Peritrichia, Mobilida] balıkların ve diğer pek çok sucul omurgalının ektokommensalleridir (Basson ve Van As, 1987; Öktener, Yalçın ve Koçyiğit, 2004; Xu, Song ve Warren, 1999; Abowei, Briyani ve Bassey, 2011; Pinheiro

ve Bols, 2013; Smit ve diğerleri, 2017). Balıkların deri ve solungaçlarına gevşek bir şekilde tutunurlar, sudaki partikül, bakteri ile beslenirken balığın bozulmuş hücre döküntüleri ve balığın bakteri florası ile beslenmeye başlarlar. Bu nedenle fakültatif ektoparazitler (Pinheiro, 2013). Balıklarda *Trichodiniasis* hastalığı etkenleridir. *Trichodiniasis* dünyanın her tarafındaki tatlı su, acı su, denizde yetiştiriciliği yapılan balıklarda, doğal ortamdaki balıklarda ve akvaryum balıklarında görülmektedir. Stres oluşturan çevre şartlarında, su kalitesinin düşük olduğu ortamlarda, siliyat sayısı artar ve mortalite ile sonuçlanan solungaç ve deri lezyonlarına neden olurlar.

Balıkların Epibiyont Siliyatları

Epistylis, *Ambiphyra* (syn. *Scyphidia*), *Apiosoma* (syn. *Glossatella*) [Olygohymenophorea, Peritrichia, Sessilida] sesil siliyatlardır. Gerçek parazit değildirler, canlı, cansız ve ölü balık döküntüleriyle beslenirler. Epibiyot ya da daha dar anlamda epizootik siliyatlardır. Epibiyozis iki organizma arasındaki fakültatif birlikteliktir. Sesil siliyatlar canlı bir substrata tutunurlar ve onları platform olarak kullanırlar. Siliyat "epibiyont" olarak isimlendirilir, canlı tutunma platformu ise "basibiyont" ismini alır. Tatlısu ve nadiren denizel habitatlardaki birçok omurgasız ve omurgalı bu siliyatlar için basibiyonttur. Aslında bu ilişki konakçının simbiyont için uygun bir substrat olarak işlev gördüğü bir çeşit kommensalizmdir (Azevedo, Brandão, Abdallah ve Silva, 2014, Martins ve diğerleri, 2015). Siliyat konağın derisine ve solungaç yüzeyine ya direkt olarak ya da bir sap ile tutunur ve konak ile bütünleşir. Sapı olmayanlar konağa skopula (scopula) adı verilen farklılaşmış bir hücre bölgesi ile tutunur (skopula siliyatın posteriyor ucunda yer alan tigmotaktik yapıdır, adhesiv disk). Sesil siliyatlar için balıklar hem ekonomik hem de doğal denge anlamında önemli basibiyontlardır. Bakteri ve organik döküntü ile beslenirler ve sayıları düşük olduğu zaman konakları için zararlı değildirler (Lynn, 2008). İkiye bölünme ve konjugasyon yoluyla çoğalırlar. Suda telotroch olarak isimlendirilen sesil olmayan, hareketli formlar oluştururlar. Bu hareketli larval safhalar ana koloniden ayrılırlar ve tutunmak için yeni konaklar ararlar. Serbest yüzen telotroch'lar ile bulaşma gerçekleşir.



DOĞANIN SESİ

Her ne sebeple olursa olsun, balığın ölümünden sonra da siliyat ile balık arasında ekolojik açıdan önemli etkileşimler mevcuttur. Siliyatlar ölmek üzere olan balıkların etrafında gözlendikleri için, balık leşleri ile beslendikleri düşünülmektedir. Ölü materyal üzerinden beslendiklerine dair kayıt mevcuttur. Fakat bu durum henüz net bir şekilde açıklanamamıştır. Ölü parçaların çevresinde sayılarının artış göstermesi delil olarak kabul edilmektedir. Ancak bu durum ekolojik olarak da önemlidir. Suda flokulasyon işlemine katkıda bulunurlar. Flokulasyon biyotik ve abiyotik süreçlerin bir sonucu olarak organik/inorganik ince partiküllerin daha büyük kırılğan yapılar olarak bir araya toplanmasıdır (Pinherio ve Bols, 2013). Siliyatlar doğal çevrelerde direkt flokulasyon işlemine katıldıkları gibi bakteri üzerinden beslenerek bakteriyel popülasyonu canlı tutar ve flokulasyon işlemini hızlandırır. Atık su arıtma sistemlerinde flokulasyon sürecinde siliyatların önemli katkıları gösterilmiştir (Curds, 1992; Şenler, Bıyık ve Yıldız, 1999).

Epistylis sesil ve koloniyal siliyattır. Ağız bölgesi dışında vücutlarında sil taşımazlar. Yaşam döngüsünde sadece hareketli larval safhalarında (telotroch) sil bandı taşırlar. Balıkların derisinde ve bazen solungaçlarına, kontraktil olmayan bir sap ile tutunarak koloni oluşturur. Öncelikle sudaki organik döküntü ve bakteri üzerinden beslenir. Genellikle sayıları düşük ve konak sağlıklı olduğu zaman konağa zarar vermezler. Ancak *Epistylis* popülasyonu büyürse ve ortam koşulları kötü, balık stres altında ise sekonder patojenlerin (bakteri, fungus gibi) yayılmasına neden olurlar. *Epistylis*'in sapsarı ile ilişkili bir bakteri florasının varlığı da gösterilmiştir. Bunun için, bu siliyat fırsatçı bakteriler için enfeksiyon aracıdır (mekanik vektörlük). Tutundukları noktada konakçı epiteli tahriş olur ve iltihaplanma sonucunda *Aeromonas hydrophila*'nın sekonder enfeksiyonları için giriş kapısı oluştururlar (Xu, Shoemaker ve Klesius, 2012; Pádua ve diğerleri, 2016). Epistylia sis telotroch'ların yeni bir koloni oluşturmak için, yeni konaklar araması sonucunda bulaşır. Ayrıca akvaryum ve kültür balıkçılığında, zooplanktonik mikrokrustaselerin *Epistylis* türleri için vektör ya da rezervuar

konak oldukları ileri sürülmektedir (Pádua ve diğerleri, 2013).

Ambiphyra ve *Apiosoma* (*Apiosoma nasalis* ve *A. piscicola*) soliter siliyatlardır, koloni oluşturmazlar. Erişkin safhalarında sesildirler. Sapsızdırlar, balıkların deri, solungaç ve yüzgeçlerine direkt olarak skopula bölgesiyle tutunarak yaşarlar. Diğer sesil peritrikoz siliyatlar gibi, balığı sadece tutunma için kullanırlar ve epitelyum hücrelerine saldırmazlar. Suyun askıda materyalini süzerek beslenirler. Balığın deri, yüzgeç ve solungaçlarında bulunurlar. Sadece balık havuzlarında yaygındırlar ve sayıları az olduğu zaman problem teşkil etmezler (Li, Wang, Zhu ve Gu, 2008, Klinger ve Floyd, 2013, Smit ve diğerleri, 2017, Abdel-Baki, Gewik ve Al-Quraishy, 2014). Daha çok balık larvalarının besinini oluştururlar (Pinherio ve Bols, 2013). Bununla birlikte siliyat popülasyonu aşırı büyüdüğünde ve balık eğer stres koşulları altında ise hastalığa sebep olabilirler (Abowei ve diğerleri, 2011). Bu nedenle bunları ektoparazitik siliyatlar kategorisine dahil edenler de mevcuttur (Klinger ve Floyd, 2009). Süs balıklarını, nadiren de denizel balıkları etkilediklerine dair kayıtlar mevcuttur (Durborow, 2003). Bulaşmaları serbest yüzen safhaları olan telotroch'larla olur.

Balık patojen bakterileri ile siliyatlar arasında ilişkiler
Balıklar nadiren tek bir patojen tür ile karşı karşıya kalırlar. Çoğu kez, birden fazla hastalık etkeni birlikte enfeksiyona neden olurlar. Siliyat türleri doğrudan balıkları enfekte edebildikleri gibi, bakteri ve mantar gibi diğer balık patojenleriyle etkileşime girerek balık sağlığını dolaylı olarak da etkileyebilirler. Bakteriyel mikrobiyom ile siliyat türleri arasındaki etkileşimin araştırıldığı çalışmalarda birbirine zıt iki düşünce ortaya çıkmıştır: Siliyatlar patojeni tahrip ederler veya korurlar (Xu ve diğerleri, 2012; Pinherio ve Bols, 2013).

Atıksu arıtma sistemlerinde ve doğal sucul ekosistemlerde serbest yaşayan siliyatlar bakteri üzerinden beslenerek bakterileri etkisiz hale getirirler (av-avcı ilişkileri) (Curds, 1992). Bu düşüncenin esas alındığı çalışmalarda, *Tetrahymena pyriformis* ve *E. coli*'nin birlikte bulunduğu kültürlerde, siliyatların bakteriyel popülasyonu büyük ölçüde küçülttüğü, fakat



DOĞANIN SESİ

tamamıyla yok etmedikleri gözlenmiştir. Pinherio ve Bols (2013) siliyat türlerinin, patojen bakterileri tü-müyle yok etme potansiyelini sahip oldukları halde, ortamda daima küçük, dengede bir bakteriyel popu-lasyonun olmasını desteklediklerini ifade etmişler-dir. Bu durum siliyat türlerinin, rezervuar konaklar gibi, bakteriyel patojenlerin doğada devamlılığını sağlayan “kaynak olma stratejisi” olabilir.

Balık Besini Olan Siliyatlar

Serbest yaşayan siliyatlar, sucul ekosistemlerin mik-robiyal besin ağında enerji akışında ve besin reje-nerasyonunda önemli organizmalardır. Bir taraftan balık larvalarının besinini oluştururken, diğer ta-raftan da ya balık döküntüleri üzerinden beslenirler ya da bakteri üzerinden beslenerek bakteriyel geli-şimi desteklerler. Böylece ölü balıkların parçalanıp yeniden besin ağına katılmalarını sağlarlar.

Son olarak, siliyatların biyoindikatör olarak bir de-ğer taşıdığı da ifade edilmelidir. Siliyatlar, balık ha-vuzlarında su kalitesinin değerlendirilmesinde biyo-indikatör olarak kullanılabilirler. Bu organizmalar kısa hayat döngüsü ile yüksek üreme oranına sahip-tirler ve kirleticilere karşı çok duyarlıdırlar. Bu ne-denle diğer organizmalara göre çevresel kirleticilere daha hızlı yanıt verirler. Böylece siliyat tür sayısı ve tür kompozisyonu su kalitesinin belirlenmesinde öncü bir gösterge olma potansiyeline sahiptirler. Bu anlamda kirlilik indikatörü olarak balıkların siliyat parazitlerinin de kullanılabileceği önerilmektedir (Turgut ve Özgül, 2009).

SONUÇ

Kültür balıkçılığında sucul mikrobiyal besin ağının önemli elemanlarından olan siliyat türleri ve siliyat-balık etkileşiminin bilinmesi hem ekolojik hem de ekonomik açıdan önem taşımaktadır. Balık yetiştiriciliğinde balık sağlığıyla ilgili problemlerin çoğu çevreseldir. Siliyat türleri gerek doğada gerekse kül-tür balıkçılığında balıklarla çeşitli ekolojik ilişkiler kurarlar. Bu ilişkiler ektokommensal, epibiyont, ya da gerçek parazitlik şeklinde olabildiği gibi av-avcı ilişkileri ve biyoindikatörlük de olabilir. Düşük su ka-litesi, yüksek stoklama yoğunluğu, besin yetersizliği ya da stres en önemli çevresel faktörlerdir. Yüksek stoklama yoğunluğu su ortamına aşırı besin madde-sinin girdisine neden olur. Bu durum mikroflora ve mikrofaunanın diğer üyelerinde olduğu gibi, siliyat türlerinin de çoğalmasına neden olur. Aşırı siliyat çoğalması, kontrol edilmediği taktirde kültür ba-lıkçılığında önemli ekonomik kayıplar oluşturabilir. Sucul ekosistemlerde siliyat türleri hala tam olarak bilinmemektedir, bu durum siliyat-balık etkileşi-minin anlaşılmasını zora sokar. Siliyat tür kompo-zisyonunun ve balıklarla olan etkileşimlerinin daha iyi anlaşılması, balık kültürlerinde hastalık riskinin azaltılması konusunda yeni stratejilerin geliştirilme-sine yol açacaktır.



DOĞANIN SESİ

KAYNAKLAR

- Abdel-Baki, A.-A.S., Gewik, M. M., Al-Quraishy, S. (2014). "First records of *Ambiphrya* and *Vorticella* spp. (Protozoa, Ciliophora) in cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the central region of Saudi Arabia". Saudi J Biol Sci, 21, 520-523.
- Abowei, J. F. N., Briyai, O F., Bassey S.E. (2011). "A review of some basic parasite diseases in culture fisheries flagellids, dinoflagellides and ichthyophthiriasis, ichtyobodiasis, coccidiosis, trichodiniasis, helminthiasis, Hirudinea infestation, crustacean parasite and ciliates". British Journal of Pharmacology and Toxicology, 2, 213-226.
- Azevedo, R. K., Brandão, H., Abdallah, V. D., Silva, R. J. (2014). "First record of an epibiont protozoan *Epistylis* sp. (Ciliophora, Peritrichia) attached to *Ergasilus chelangulatus* (Ergasilidae) in Brazil". Braz. J. Biol., 74, 460-463.
- Basson, L. & Van As, J. G. (1987). "Trichodinid (Ciliophora; Peritricha) gill parasites of freshwater fish in South Africa". Systematic Parasitology, 9, 143-151.
- Brabrand, Å., Bakke, T. A., Faafeng, B. A. (1994). "The ectoparasite *Ichthyophthirius multifiliis* and the abundance of roach (*Rutilus rutilus*): larval fish epidemics in relation to host behaviour". Fisheries Research, 20, 49-61.
- Bulgurloğlu, S. Y. (2014). "Bazı akvaryum balıkları (Cichlidae ve Poeciliidae)'nda rastlanılan ektoparaziter enfestasyonların araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, T.C. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Turkey.
- Corliss, J. O. (2000). "Biodiversity, Classification, and Numbers of Species of Protists", In: Raven PH, Williams T (eds) Nature and Human society. The quest for a sustainable world. National Academy Press, Washington, USA.
- Curds, C. R. (1992). "Protozoa and The Water Industry". Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Diamant, A. (1998). "*Brooklynella hostilis* (Hartmannulidae), a pathogenic ciliate from the gills of maricultured sea bream". Bull. Eur. Ass. Fish Pathol, 18: 33-36.
- Dickerson, H. W. & Clark, T. G. (1996). "Immune response of fishes to ciliates". Annual Review of Fish Diseases, 6, 107-120.
- Dörücü, M. & Mutlu, N. (2008). "Paraziter balık hastalıkları ve ilaçla tedavileri". Natural and Applied Sciences, 3, 372-380.
- Durborow, R. M. (2003). "Protozoan Parasites. SRAC Publication No: 4701". Mississippi State University, Mississippi, Starkville, USA.
- Edgerton B., O'Donoghue, P., Wingfield, M., Owens, L. (1996). "Systemic infection of freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* by hymenostome ciliates of the *Tetrahymena pyriformis* complex". Dis Aquat Org, 27, 123-126.
- Foissner, W., Chao, A., Katz, L. A. (2007). "Diversity and geographic distribution of ciliates (Protista: Ciliophora)". Journal Biodiversity and Conservation, 17, 345-363.
- Ghoneim, W., Khalil, R. H., Saad, T. T., Tanekhy, M., Abdel-Latif, H. M. R. (2015). "Ectoparasite fauna of cultured African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), El-Behera Province, Egypt". International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 3, 19-22.
- Gomes, G. B., Jerry, D. R., Miller, T. L., Hutson, K. S. (2016). "Current status of parasitic ciliates *Chilodonella* spp. (Phyllopharyngea: Chilodonellidae) in fresh water fish aquaculture". Journal of Fish Diseases, 1-13.
- Gong, J. & Song, W. (2006). "Description of a new marine cyrtophorid ciliate, *Brooklynella sinensis* n. sp. from the China Sea with a new definition of the genus *Brooklynella* (Protozoa, Ciliophora, Cyrtophorida)". Zootaxa, 1113, 41-49.
- Göçmen, B. (2000). "Genel Parazitoloji. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 168". Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Helfman, G. (2007). "Fish conservation: A guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources". Island Press, Washington, D.C., USA.
- Khalil, B. (2010). "Histopathology of skin of some fishes of family Sciaenidae from Karachi Coast", PhD Martin Thesis, Department of Zoology, Jinnah, University for Women, Nazimabad, Karachi, Pakistan.
- Kılıçerkan, M. & Çek, Ş. (2011). "Hatay ilçelerindeki akvaryum işletmelerinin genel profili'nin çıkarılması üzerine bir araştırma". Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der, 1: 77-82.
- Klinger RE, Floyd RF (2013). "Introduction to freshwater fish parasites". University of Florida, CIR716. <http://edis.ifas.ufl.edu> (01.02.2019).
- Li, M., Wang, J., Zhu, D., Gu, Z. (2008). "Study of *Apiosoma piscicola* (Blanchard 1885) occurring on fry of freshwater fishes in Hongze, China with consideration of the genus *Apiosoma*". Parasitology Research, 102, 931-7.
- Lom, J. & Nigrelli, R. F. (1970). "*Brooklynella hostilis* n. g., n. sp., A pathogenic cyrtophorine ciliate in marine fishes". Journal of Eukaryotic Microbiology, 17, 224-232.



DOĞANIN SESİ

- Lynn, D. H. (2008). "The ciliated protozoa: characterization, classification, and guide to the literature". Springer, Guelph, Ontario, Canada.
- Lynn, D. H., Gransden, S. G., Wright, A-D., Josephson, G. (2000). "Characterization of a new species of the ciliate *Tetrahymena* (Ciliophora: Oligohymenophorea) isolated from the urine of a dog: first report of *Tetrahymena* from a mammal." *Acta Protozool*, 39, 289 – 294.
- Lynn, D. H. & Small, E. B. (2000). Phylum Ciliophora, Doflein, 1901. J. J. Lee, G. F. Leedale, P. C. Bradbury (Editors), An illustrated guide to the protozoa Vol 1. Kansas, USA: Society of Protozoologists, Lawrence.
- Maleky, F. (1998). "Case report of *Balantidium coli* in human from south of Tehran, Iran". *Indian Journal of Medical Sciences*, 5, 201-2.
- Martins, M.L., Cardoso, L., Marchiori, N., Pádua, S.B. (2015). "Protozoan infections in farmed fish from Brazil: diagnosis and pathogenesis". *Braz. J. Vet. Parasitol.*, Jaboticabal, 24, 1-20.
- Martins, M. L, Marchiori, N., Roumbedakis, K., Lami, F (2012). "*Trichodina nobilis* Chen, 1963 and *Trichodina reticulata* Hirschmann et Partsch, 1955 from ornamental freshwater fishes in Brazil". *Braz. J. Biol*, 72, 281-286.
- Nematollahi, A., Jaber, S., Ashrafi Helan, J., Sheikhzadeh, N. (2016). "Histopathological study on parasites in freshwater ornamental fishes in Iran". *J. Parasit. Dis.*, 4, 756-759.
- Nielsen T. G. & Kjørboe T. (1994). "Regulation of zooplankton biomass and production in a temperate, coastal ecosystem". 2. Ciliates. *Limnology and Oceanography*, 39, 508-519.
- Öktener, A., Yalçın, M., Koçyiğit, E. (2004). "Türkiye'deki balıklarda kaydedilen protozoon parazitler". *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 297-305.
- Öztürk, T., Özer, Ö., Ünsal, G. (2010). "*Ichthyophthirius multifiliis* üzerine bazı terapötiklerin in vitro etkisi". *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4, 209-215.
- Pádua, S. B., Martins, B. L., Carrijo-Mauad, J. R., Ishikawa, M. M., Jerônimo, G. T., Dias-Neto, J., Pilarski, F. (2013). "First record of *Chilodonella hexasticha* (Ciliophora: Chilodonellidae) in Brazilian cultured fish: A morphological and pathological assessment". *Veterinary Parasitology* 191, 154-160.
- Pádua, S. B., Martins, B. L., Valladão, M. R., Utz, L., Zara, F. J., Ishikawa, M. M., Andrade Belo, M. A. (2016). "Host-parasite relationship during *Epistylis* sp. (Ciliophora: Epistylididae) infestation in farmed cichlid and pimelodid fish". *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 51, 520-526.
- Pinheiro, M. D. O. & Bols, N. C. (2013). "Use of cell cultures to study the interactions of ciliates with fish". *Springer Sciences Reviews*, 1, 95-113.
- Rowland, S. J., Ingram, B. A., Prokop, R. B. (1991). "Suspected cysts of the protozoan parasite *Chilodonella hexasticha*". *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 11, 159-161.
- Samuel, F. (2016). "Opportunistic parasitism: parasitic association with the host that has compromised immune system". *J Bacteriol Parasitol.*, 7, 261.
- Shin, S. P., Han, J. E., Gomez, D. K., Kim, J. H., Choresca, C. H., Jun, J. W., Park, S. C. (2011). "Identification of scuticociliate *Philasterides dicentrarchi* from indo-pacific seahorses *Hippocampus kuda*". *African Journal of Microbiology Research*, 5, 738-741.
- Smit, N. J., Malherbe, W., Hadfield, K. A. (2017). "Alien freshwater fish parasites from South Africa: diversity, distribution, status and the way forward". *International Journal for Parasitology: parasites and wildlife*, 6, 386-401.
- Şenler, N. G., Bıyık, H., Yıldız, İ. (1999). "A study of the relationships between microfauna and water quality in biological sewage-treatment plant of Yüzüncü Yıl University in Van". *Bio-Science Research Bulletin*, 15, 37-47.
- Turgut, E. & Özgül, G. (2009). "Sucul ekosistemin izlenmesinde kirlilik biyoindeksi olarak balık parazitlerinin kullanılması". *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26, 13-18.
- Xu, K., Song, W., Warren, A. (1999). "Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) from the gills of mariculture molluscs in China, with the descriptions of four new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1838". *Systematic Parasitology*, 42, 229-237.
- Xu, D-H., Shoemaker, C. R., Klesius, P. H. (2012). "*Ichthyophthirius multifiliis* as a potential vector of *Edwardsiella ictaluri* in channel catfish". *FEMS Microbial Lett*, 329, 160-167.