

Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yavrularında Görülen Hexamitozis'in Tanı ve Tedavisi

Fikri BALTA^{1*} Zeynep DENGİZ BALTA²

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, Rize, Türkiye.

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Rize, Türkiye.

Öz: Bu çalışmada, 0,5-10 gr'lık gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularında öldürücü bir hastalık olan hexamita enfestasyonu Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesindeki farklı alabalık çiftliklerinde 2006 ve 2012 yılları arasında araştırılmıştır. Aylık olarak 360 hasta balık muayene edilmiştir. En yoğun ölüm oranı ilkbahar ve sonbahar aylarında görülmüş ve enfestasyonları yıl boyu devam etmiştir. Tanı ışık mikroskopunda bağırsaktan alınan dışkı içeriğinde hexamita'nın gözlemlenmesi ile yapılmıştır. Albendazol, metronidazole, trichlorfon, toltrazuril ve magnezyum sülfat gibi farklı kemoterapotiklerin enfestasyonun tedavisi için gökkuşluğu yavrularına uygulanmıştır. Albendazol ve metronidazole en etkili tedavi edici olarak bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Alabalık, protozoan parazit, hexamita, tanı, tedavi.

Identification and Treatment of Hexamitiasis Observed in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fry

Abstract: In this study, hexamitiasis which is a fatal disease in 0.5-10g of rainbow trout fry in different fish farms in the Eastern Black Sea Region of Turkey was investigated between 2006 and 2016. A total of 360 diseased fish was examined monthly. The highest mortality rate in fish was observed in spring and autumn months and their infestation continued throughout the year. Diagnosis was made by observation of the hexamita in feces contents from gut in light microscopy. Different chemotherapeutics such as albendazol, metronidazole, trichlorfon, toltrazuril and magnesium sulphate were applied on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry for treatment of infestation. Albendazol and metronidazole were founded as the most effective treatment.

Keywords: Trout, protozoan parasite, hexamita, diagnosis, treatment

GİRİŞ

Bağırsak diplomonad flagellatı olan *Hexamita salmonis* Moore (1923) tarafından birçok farklı tür alabalığın konakçısı olduğu (Lom ve Dykova, 1992; Woo ve Poynton, 1995), kabuklularda, balıklarda ve kurbağalarda enfeksiyona neden olduğu bildirilmiştir (Woo ve Poynton, 1995). Hastalık tatlı su, deniz balıkları, akvaryum balıkları ve doğal balıklarda özellikle alabalıklar, ciklitler, gadidler ve sazanlarda, Kuzey Amerika, Asya ve Avrupa'daki soğuk, sıcak ve ılıman sularda görüldüğü rapor edilmiştir. *Hexamita salmonis* (*H. salmonis*) genellikle bağırsak lümeninde, daha az olarak deri ve sistemik enfeksiyonlar meydana getirdiği rapor edilmiştir. Hem bağırsak hem de sistemik enfeksiyonlar akuakültürde önemli morbidite ve mortaliteye neden olduğu bildirilmiştir (Poynton ve Morrison, 1990; Awakura 1992; Kent vd., 1992; Poppe vd., 1992; Poynton vd., 1995; Woo ve Poynton, 1995; Uldal ve Buchmann,

1996; Sterud vd., 1998; Sterud, 1998, Jørgensen ve Sterud, 2006). Avrupa (1903)'da gökkuşluğu alabalığından, *Oncorhynchus mykiss* (*O. mykiss*) ilk rapor olarak bildirilen diplomonad flagellat enfeksiyonları, *Urophagus intestinalis* (syn. *Hexamitus intestinalis*) olarak uzun zamandan beri bildirilmiştir. Almanya'da 17 yıl sonra alabalıklardan tanımlanan bu organizma Schmidt (1919/1920), tarafından *Octomitus intestinalis truttae* olarak değiştirilmiştir. Kısa bir süre sonra, Kuzey Amerika'nın doğu kıyısında, New York eyaletindeki bir kuluçkahanede yetiştiriciliği yapılan kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*), kahverengi alabalığı (*Salmo trutta*), gökkuşluğu alabalığı (*O. mykiss*) ve göl alabalığı (*Salvelinus namaycush*) yavrularında *Octomitus salmonis* varlığı tanımlanmıştır. Moore, (1922a,b) parazitin çekirdeğinin boyutuna, trofozoitlerine ve kistlerdeki "axostylerin ilişkisi" ve kaudal olukların varlığı veya yokluğuna dayanan farklılıklarla Avrupa alabalığı

diplomonadlarından Amerikan alabalığı diplomonadlarını ayırt edilmiştir.

Balıklardan 3 cins (*Hexamita*, *Octomitus* ve *Spironucleus*) ve 15 ile 20 tür diplomonad flagellatlar rapor edilmiş olmasına rağmen, bu açıklamaların çoğu sadece ışık mikroskobu ile yapıldığı için idendifikasyonunun eksik olduğu bildirilmiştir. Cins ve türlerin doğru identifikasyonun için tarama (scanning electron microscopy [SEM] ve transmisyon (transmission electron microscopy [TEM]) elektron mikroskop gerekli olduğu kabul edilmiştir (Poynton ve Sterud, 2002, Jørgensen ve Sterud, 2006). Bazı araştırmacılar, konakçının yetersiz beslenme, diyetteki bir değişim, sudaki düşük oksijen içeriği, aşırı kalabalık, uygunsuz elleme ve farklı boyuttaki balıkları birlikte tutmak gibi diğer faktörler ile zayıflatıldığı zaman patolojik etkilerin meydana geldiği ileri sürülmüştür (Becker, 1977; Vickerman, 1989).

Bu araştırmada, enfestasyona neden olan *H. salmonis*'in varlığı tespit edildikten sonra sağaltım için farklı kimyasal maddeler (albendazol, metronidazole, trichlorfon, toltrazuril ve magnezyum sülfat) balık yemine katılıp oral yolla verildiğinde en etkin ve ekonomik tedavi belirlenmeye çalışılmıştır.

METERYAL VE METOT

Doğu Karadeniz bölgesindeki 4 gökkuşuğu alabalık çiftliklerinin kuluçkahanelerindeki hastalık vakalarından 2006 ve 2012 yılları arasında parazit kontrolü yapıldı. Aylık olarak her bir çiftlikteki 9 yavru büyüme tanklarından (yalak veya havuz) 10'ar adet yavru balık olmak üzere toplam 360 hasta balık muayene edilmiştir. Yavru büyüme tanklarındaki hastalıklı balıkların bağırsak içeriği bir damla su damlatılmış lam üzerine alınıp lamel kapatılarak önce 10x sonra 40x büyütme ışık mikroskobunda *H. salmonis* varlığı tespit edildi. İlaç denemeleri de aynı çiftliklerde yapıldı. Bu amaç için deneme ve kontrol grupları oluşturulurken bağırsak içeriğinde 20'den fazla *H. salmonis* tespit edilen gruplardan rastgele seçilerek deneme grupları oluşturuldu.

Deneme gruplarında ortalama ağırlığı 3 ± 0.5 gr, 10 ± 0.8 g olan 20'er adet gökkuşuğu alabalık yavruları kullanıldı. Çalışmadaki kontrol (K) grubu ve farklı ilaç grupları ikişer paralel olmak üzere oluşturuldu. Deneme hava motoru ile sürekli havalandırılan 30 L (50x30x20) plastik akvaryumlarda gerçekleştirildi. Denemede kullanılan suyun sıcaklığı $10\pm 2^\circ\text{C}$, çözülmüş oksijen miktarı $9,6 \pm 0,8$ mg/l ve pH'sı $6,8 \pm 0,6$ olarak ölçüldü.

Denemede kullanılan kemoterapotik maddeler; 25 mg/kg albendazol (A1) ve 33,33 mg/kg albendazol (A2) (Vermiprazole, Hipra), 25 mg/kg metronidazole (M1) ve 50 mg/kg metronidazole (M2) (Flagyl, Eczacıbaşı), 7 mg/kg toltrazuril (To1) ve 12,5 mg/kg toltrazuril (To2) (Baycox,

Bayer), 25 mg/kg trichlorfon (Tr1) ve 50 mg/kg trichlorfon (Tr2) (Neguvon, Bayer) canlı ağırlık dozunda (Tablo 1) yeme katılarak hazırlandı. Magnezyum sülfat (MS) (Merck) ise kg yeme 30 g hesabıyla ilave edilerek hazırlandı. Hazırlanan ilaçlı yemler oral olarak günde bir kez olmak üzere 5 gün süreyle verildi. Kontrol grupları ilaçsız yem ile aynı şekilde beslendi.

BULGULAR

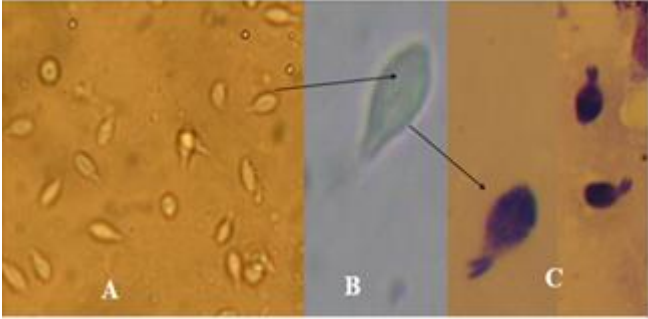
Doğu Karadeniz Bölgesindeki farklı alabalık çiftliklerinin kuluçkahanelerinde 2006-2012 yılları arasında gökkuşuğu alabalık yavrularının bağırsak içeriğinde hexamitozis etkeni olan *H. salmonis* varlığı ışık mikroskobu kullanılarak belirlendi. İlk hexamitozis vakasına 1999 Mart-Nisan aylarında porsiyonluk gökkuşuğu alabalıklarda su sıcaklığı $6\pm 2^\circ\text{C}$ olduğunda rastlanıldı. Aynı yıl Fakültemizin hastalık laboratuvarına getirilen akvaryum balıklarından koi'ler (*Cyprinus carpio carpio*)'de hastalık etkeninin varlığına rastlanıldı (yayınlanmadı). Daha sonraki hexamitozis vakalarına farklı boydaki gökkuşuğu alabalık yavrularında (0.2-5 gr, 5-10g) Mart-Nisan-Mayıs-Haziran ve Eylül-Ekim-Kasım aylarında bağırsak içeriğinin muayenesinde tespit edildi. Ayrıca, 3 kg ağırlığında ölmekte olan bir anaç balığın bağırsak içeriğinde parazitin varlığı mikroskobik olarak belirlendi.

Hexamitozis enfestasyonlarında parazit sayısına bağlı olarak balıklarda farklı semptomların görüldüğü tespit edildi. Akut hastalık vakalarında yavru balıkların (0.2-5 gr) iştahının azaldığı, letarjik (uyuşuk) olduğu, su çıkında yüzdüğü ve bağırsaktan dışkının uzadığı (kahverengi), kronik vakalarda ise renkte kararma, gözde exophthalmos, havuz çıkışına toplandığı, anorexia'ya (iştahsızlık) bağlı olarak yem almadığı ve başın büyük bedenine ince olduğu (topu iğne görünümü) görüldü. Hastalıklı balıkların operkulumları elle veya pensle açıldığında şiddetli anemiye bağlı olarak solungaçların solgun olduğu görüldü. Bazen hasta yavru balıklarda kendi eksenleri etrafında (tirbuşon) yavaş bir şekilde döndükleri, düzensiz hareket ettikleri ve su yüzeyinde uyuşuk yüzen balıkların kepçe ile yakalamak istenildiğinde havuzun dibine doğru ani kaçış yaptıkları tespit edildi. Otopside sindirim sisteminin boş, sarı veya krem renginde mukus ile dolu olması ve bağırsağın normalinden daha beyaz renkte solgun olduğu görüldü (Şekil 1).

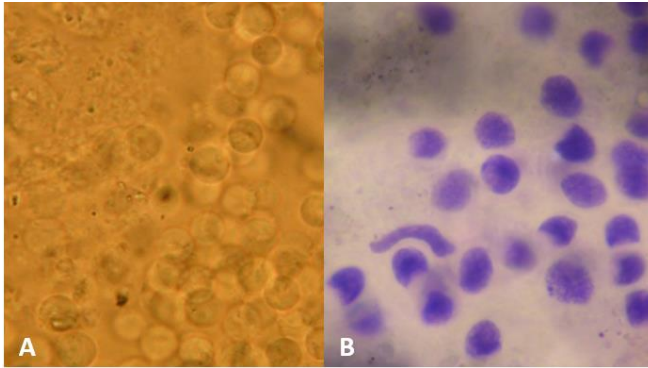


Şekil 1. Gökkuşuğu alabalık yavrularının baağırsağın posterior kısmı normalden daha soluk (Orijinal).

Mortalite yavru balıklarda porsiyonluklara oranla çok daha şiddetli olduğu tespit edildi. Kuluçkahanelerde erken teşhis edilmediğinde, bir önceki yıla ait 8-15 gr'lık yavrularda 4°C'de beslenmenin yetersiz olduğu dönemlerde mortalitenin daha yüksek olduğu belirlendi. Hastalık vakalarında yapılan mikroskopik muayenede özellikle bağırsak içeriğinde farklı sayıda parazite rastlanıldı. Bazı vakalarda az sayıda (1-10), bazılarında 10-20 adet ve bazı vakalarda sayılamayacak kadar çok parazitin varlığı tespit edildi. Hexamita mikroskopik muayenesinde dikkat edilmesi gereken en önemli bilginin ise hazırlanan preparatın çok hızlı muayene edilmesi gerektiğinin bilinmesidir. Parazit armut veya limon şeklinde flagellaları yardımı ile çok hızlı bir şekilde hareket ederken (Şekil 2), bazı durumlarda parazit çok kısa sürede küre şeklini alarak hareketsiz forma dönüşmektedir (Şekil 3). Hazırlanan preparatlar Giemsa ile boyandıktan sonra mikroskopik olarak hexamita'nın varlığı tespit edildi (Şekil 2C ve Şekil 3B).



Şekil 2. *H. salmonis*; (A, B) armut veya limon şeklindeki, (C) Giemsa ile boyandıktan sonraki mikroskopik görünüm (Orijinal).



Şekil 3. *H. salmonis*; (A) küre şeklindeki, (B) Giemsa ile boyandıktan sonraki mikroskopik görünüm (Orijinal).

Parazit teşhisini yapılamaması durumunda antibiyotik tedavisinin hastalığın durdurmadığı görülmektedir. Hazırlanan preparatın havada kurutulup alkolle (metanol) tespit edilip Giemza ile boyandıktan sonra 1000x büyütmede yapılan mikroskopik muayenede parazitin varlığı tespit edildi.

İlaçların etkinliği denemenin başladığı günden itibaren 2., 4. ve 6. günlerde her gruptan rastgele 5'er balık alınarak lam üzerine bir damla su damlatıldıktan sonra

bağırsak içeriğinden hazırlanan preparat 100x ve 400x büyütmede mikroskopik olarak incelendi. Yapılan muayenelerde albendazol uygulamasından sonraki 2. günde A1 ve A2 gruplarından alınan 5 balığın 3'ünde parazite rastlanmazken 2'sinde 1-3 parazit görüldü ve 4. günde yapılan muayenede hiçbir parazite rastlanılmadı. Metronidazole uygulamasının 2. gününde M1 grubundan alınan 5 balığın hepsinde 10-20 arası parazite rastlanırken 4. günde ise parazit sayısı 7-9 adet olarak tespit edildi, M2 grubunda ise 2. günde 5 balıktan 2'sinde 1-2 adet, 4. günde ise 5 balığın hiçbirinde parazite rastlanılmadı. Trichlorfon ilave edilmiş yem ile beslenen Tr1 grubunda 2. gün örnekleme için 5 balıkta 10-12'adet parazite rastlanırken 4. günde ise parazit sayısı 3-5 adet, Tr2 grubunda ise 2. günde alın örneklerde 3-5 adet, 4. günde ise hiçbir parazite tespit edilemedi. Toltrazuril uygulanan denemenin To1 grubunda 2. gün örnekleme için bütün balıklarda 25'den fazla parazite rastlanırken 4. günde ise parazit sayısı 15-25 düştüğü, To2 grubunda ise 2. günde örneklerin hepsinde 20'den fazla, 4. günde 15-20 adet parazit sayıldı. Magnezyum sülfat uygulamasını 2. günde 2 balıkta 3-5 adet parazite rastlanırken 4. günde hiçbir parazite tespit edilemedi. Uygulamanın 6. günde parazite ilaçların etkinliği sırasıyla albendazolün her iki dozunda, 50 mg/kg metronidazole, 50 mg/kg trichlorfon ve kg yeme 30 g dozunda magnezyum sülfat uygulanan deneme gruplarında herhangi bir parazite rastlanılmadı. Uygulamanın 6. günde sadece bağırsak içeriğinde parazit rastlanılmayan A1 ve Tr2 gruplarda %5 mortalite görüldü. Fakat yeme 33,33 mg/kg albendazol, 50 mg/kg metronidazole ve kg yeme 30 g magnezyum sülfat ilave edilen gruplarda mortalite görülmedi. Deneme sonunda 25 mg/kg dozunda metronidazole ve Trichlorfon verilen gruplarda farklı bireylerde 1-3 arası parazite rastlandı ve mortalite sırasıyla, %15 ve %25 olarak belirlendi. Toltrazuril 7 mg/kg C.A dozunda verilen grupta parazit sayısı 10-20 ve % 35 mortalite olduğu belirlenirken, 12,5 mg/kg C.A dozunda ise parazit sayısı 1-7 ve %25 mortalite tespit edildi. İlaç uygulaması sonrası yapılan tetkiklerde elde edilen veriler Tablo 1'de verilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, gökkuşuğu alabalığı yavrularından mikroskopik olarak yapılan teşhiste parazitin *Hexamita salmonis* olarak isimlendirilmiştir. Fakat, literatürde PCR test sonuçlarına göre doğadan ve çiftliklerdeki salmonidlerden izole edilen parazitler arasında ekolojik ve genetik olarak farkların bulunmasından dolayı parazitin *Spironucleus salmonicida* olarak isimlendirilmesi önerilmiştir (Jørgensen ve Sterud, 2006). Bu nedenle gelecek çalışmalarda electron mikroskop veya PCR testi kullanılarak bu parazitin genetik olarak doğru teşhisinin yapılması daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Deneme sonunda en etkin kemoterapotik maddenin 25 ve 33,33 mg/kg albendazol, 50 mg/kg metronidazole, 50 mg/kg trichlorfon ve kg yeme 30 g dozunda magnezyum sülfatın etkili olduğu tespit edilmiştir. Saha çalışmalarında diğerlerine göre daha ekonomik ve etkili olması nedeniyle albendazole etken maddeli ilaçlar üreticiye tavsiye edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre metronidazole ve trichlorfon etken maddeli ilaçların etkili olmasına rağmen kullanımının Avrupa Topluğu ülkelerinde 613/98 sayılı direktif ile yasaklanmış olması nedeni ile TC Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından da balıklarda kullanımının yasaklanması nedeniyle üreticiye önerilmemiştir.

Magnezyum sülfatın saha çalışmalarında çok başarılı olmaması ve uzun süre kullanımı balıklarda kilo kaybına neden olabileceği düşüncesiyle pek tavsiye

edilmedi. Fakat saha çalışmalarında hastalık vakalarının sağaltımında 2 gün magnezyum sülfat + 3 gün albendazole uygulaması başarılı olduğu görüldü. Hastalıklı balıklarda ağırlık kaybı veya toplu iğne gibi görünüm anorexia ile ilişkili olduğu, sindirim sisteminin boş ve hastalıklı balıkların sindirim sistemlerinde sarı mukusun varlığının çok yüksek olması gibi otopsi bulguları Uldal ve Buchmann (1996), çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Su kaynağında buluna amfibiler parazitin konakçısı olması, organik yükün artışı hexamita'nın çoğalmasını hızlandırdığı, aksine iyi besleme ve su kalitesini artırarak organik yükün azaltılması parazit ayısının azalmasına ve salgının şiddetini azalttığı bildirilmiştir (Gratzek, 1988).

Tablo 1. Denemede kullanılan kemoterapotikler maddeler, kullanım dozu ve etkileri.

Guruplar	Kod	İlaç Dozu	Süre	Sayı	Mortalite	Parazit
Kontrol (K)	K	İlaçsız yem	5 gün	2x20	%75	(+++)
Albendazole (Vermiprazole, Hipra)	A1	25 mg/kg C.A	5 gün	2x20	%5	(-)
	A2	33,33 mg/kg C.A	5 gün	2x20	%0	(-)
Trichlorfon (Neguvon, Bayer,)*	Tr1	25 mg/kg C.A	5 gün	2x20	% 25	(+)
	Tr2	50 mg/kg C.A	5 gün	2x20	%5	(-)
Metronidazole* (Flagyl, Eczacıbaşı)	M1	25 mg/kg C.A	5 gün	2x20	% 15	(+)
	M2	50 mg/kg C.A	5 gün	2x20	%0	(-)
Toltrazuril (Baycox, Bayer)	To1	7 mg/kg C.A	5 gün	2x20	%35	(++)
	To2	12,5 mg/kg C.A	5 gün	2x20	%25	(+)
Magnezyum Sülfat (Merck)	MS	30 g/kg yem	5 gün	2x20	%10	(-)

K: kontrol, A1: 25 mg/kg albendazole, A2: 33,33 mg/kg albendazole, M1: 25 mg/kg metronidazole, M2: 50 mg/kg metronidazole,

To1: 7 mg/kg toltrazuril To2: 12,5 mg/kg toltrazuril, Tr1: 25 mg/kg trichlorfon Tr2: 50 mg/kg trichlorfon, MS: magnezyum sülfat.

C.A: Balık canlı ağırlığı, *: Bakanlıkça balıkta kullanımı yasak olan ilaçlar.

Parazit sayısı (+++): 20'den fazla, (++) :10'dan fazla; (+):1-10 arası, (-): Parazit yok.

Post (1987), balık başına mikroskopik alanda 15-30 trofozite rastlanıldığında tedavi önermiştir. Dimetridazol ve metranidazol yeme ilave edilerek verildiğinde daha etkili olduğu, banyo şeklinde uygulandığında daha az etkili olduğu ve hastalık etkenini tamamen yok edemediği bildirilmiştir. Bu iki ilacında insan tüketimine sunulan balıklarda kullanımının lisanslı olmadığı rapor edilmiştir (Gratzak, 1988; Stoskopf, 1988). Antibakteriyel ajan olan furazolidon genellikle yeme ile birlikte verildiğinde, bağırsak hexamitozisinin kontrolünde başarılı olduğu ve balık ölümlerini azalttığı bildirilmiştir (Ferguson, 1979; Andrews vd.,1988). Nitroimidazoller (metranidazol, benznidazol, ronadizol ve secnidazol), gökkuşağı alabalıklarındaki bağırsak *H. salmonis* enfeksiyonlarını tamamen elimine ettiği ve bazı non-nitroimidazollerin (albendazol, aminosidine, dietilkarbamazine ve nitroskanat) de etkili olduğu bildirilmiştir. Ancak, aynı çalışmada diğer non-nitroimidazol grubu amprolium, bithionol, febantel, praziquantel, vs gibi kemoterapotiklerin enfekte balıklardaki parazit miktarlarına fark edilir bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Tojo ve Santamarina, 1998). Dimetridazol, metronidazole ve mebendazole, *in vitro* koşullar altında *S. vortens*'in çoğalmasını baskılamada oldukça etkili olduğu, fakat aynı çalışmada bazı balık çiftliklerinde metronidazole dirençli *H. salmonis* suşları ortaya çıktığı rapor edilmiştir

(Sangmaneedet ve Smith, 1999). Başka bir çalışmada enfeksiyonu tamamen elimine eden non-nitroimidazole ilaçların sadece albendazole, aminosidine, diethylcarbamazine ve nitroskanat oldu bildirilmiştir. Bunlardan, sadece biri daha önceki çalışmalarda *Hexamita salmonis* ile olan enfeksiyonun tedavisi için tavsiye edilen aminosidin (kg yeme 15 g olarak 3 gün üst üste) kullanılmış olduğu rapor edilmiştir (Herwig vd., 1979).

Bu çalışmanın sonucu olarak gökkuşağı alabalık yavrularında hexamitozisin tedavisinde en etkili kullanılabilecek kimyasal maddenin albendazol'un olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Awakura, T. (1992).** Parasites of salmonid fishes in Japan. In: Kimura T (ed) Salmonid diseases (Proceedings of the OJI International Symposium on Salmonid Diseases). Hokkaido University Press, Sapporo, p 259–266.
- Becker, C.D. (1977).** *Flagellate parasites of fish*. In: Kreier JP (ed) Parasitic Protozoa, Vol 1. Academic Press, New York, p 357-416.

- Jørgensen, A. & Sterud, E. (2006).** The marine pathogenic genotype of *Spironucleus barkhanus* from farmed salmonids redescribed as *Spironucleus salmonicida* n. sp. *Journal of Eukaryotic Microbiology* **53**(6), 531-541.
- Kent, M.L., Ellis, J., Fournie, J.W., Dawe, S.C., Bagshaw, J.W. & Whitaker, D.J. (1992).** Systemic hexamitid (Protozoa: Diplomonadida) infection in seawater pen-reared Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. *Disease of Aquatic Organism*, **14**, 81–89.
- Lom, J. & Dykova, I. (1992).** *Developments in aquaculture and fisheries science*. Vol. 26 Protozoan parasites of fishes. Elsevier, Amsterdam. 1-315.
- Poppe, T.T., Mo, T.A. & Iversen, L. (1992).** Disseminated hexamitosis in sea-caged Atlantic salmon *Salmo salar*. *Disease of Aquatic Organism*, **14**, 91–97.
- Poynton, S.L. & Morrison, C.M. (1990).** Morphology of diplomonad flagellates: *Spironucleus torosan*. sp. from Atlantic cod *Gadus morhua* L., and haddock *Melanogrammus aeglefinus* (L.) and *Hexamita salmonis* Moore from brook trout *Salvelinus fontinalis* (Mitchill). *Journal Protozoology*, **37**, 369–383.
- Poynton, S.L., Fraser, W., Francis-Floyd, R., Rutledge, P., Reed, P. & Nerad, T.A. (1995).** *Spironucleus vortens* n.sp., from freshwater angel fish *Pterophyllum scalare*: morphology and culture. *Journal Eukaryot Microbiology*, **42**, 731–742.
- Poynton, S.L. & Sterud, E. (2002).** Guidelines for species descriptions of diplomonad flagellates from fish. *Journal of Fish Disease*, **25**, 15–31.
- Sterud, E. (1998).** In vitro cultivation and temperature-dependent growth of two strains of *Spironucleus barkhanus* (Diplomonadida: Hexamitidae) from Atlantic salmon *Salmo salar* and grayling *Thymallus thymallus*. *Disease of Aquatic Organism*, **33**, 57–61.
- Sterud, E., Mo, T. A. & Poppe, T. T. 1997.** Ultrastructure of *Spironucleus barkhanus* n. sp. (Diplomonadida: Hexamitidae) from grayling *Thymallus thymallus* (L.) (Salmonidae) and Atlantic salmon *Salmo salar* L. (Salmonidae). *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, **44**, 399-407.
- Sterud, E., Mo, T.A. & Poppe, T.T. (1998).** Systemic spironucleosis in sea-farmed Atlantic salmon *Salmo salar*, caused by *Spironucleus barkhanus* transmitted from feral Arctic char *Salvelinus alpinus*? *Disease of Aquatic Organism*, **33**, 63–66.
- Uldal, A. & Buchmann, K. (1996).** Parasite host relations: *Hexamita salmonis* in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Disease of Aquatic Organism*, **25**, 229–231.
- Vickerman, K. (1989).** *Phylum Zoomastigina. Class Diplomonadida*. In: Margulis L, Corliss JO, Melkanian M, Chapman D (eds) *Handbook of Protoctista*. Jones and Barlett, Boston, p 200-210.
- Woo, P.T.K. & Poynton, S.L. (1995).** *Diplomonadida, Kinetoplastida and Amoebida (phylum Sarcocystigophora)*. In: Woo PTK (ed) *Fish diseases and disorders*, Vol 1. Protozoan and metazoan disorders. CAB International, Wallingford, p27–96.

Received date: 24.11.2017

Accepted date: 16.01.2018

***Corresponding author's:**

Prof. Dr. Fikri BALTA

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, Zihni Derin Yerleşkesi, Fener Mah. 53100 Rize, Türkiye.

E-mail: fikri.balta@erdogan.edu.tr