



Bir Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Çiftliğinde Görülen Gaz Kabarcığı Hastalığı

Fikri BALTA^{1*} Bülent VEREP²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Hastalıklar Anabilim Dalı, Rize, Türkiye
²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye

Geliş Tarihi: 17.10.2022

Kabul Tarihi: 14.11.2022

Basım Tarihi: 31.12.2022

Atf yapmak için: Balta, F. & Verep, B. (2022). Bir gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliğinde görülen gaz kabarcığı hastalığı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(4), 425-429. DOI: [10.35229/jaes.1190372](https://doi.org/10.35229/jaes.1190372)

How to cite: Balta, F. & Verep, B. (2022). Occurrence of gas bubble disease in a rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farm. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(4), 425-429. DOI: [10.35229/jaes.1190372](https://doi.org/10.35229/jaes.1190372)

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-1823-5823>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>

*Sorumlu yazarın:

YAZAR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Hastalıklar Anabilim Dalı, Rize, Türkiye
✉: fikri.balta@erdogan.edu.tr

Öz: Rize ilinde gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliğinde porsiyon büyüklüğünde (250 gr) balıkta gaz kabarcığı hastalığı vakası tespit edildi. Çiftliğe gelen suyun, yükseklik ve mesafe farkı olan bir dereден kapalı bir boru içinde geldiği belirlendi. Ayrıca, suyun boruyu tamamen doldurmadığı, suyun borunun içine hava çektiği ve aşırı doymuş hale geldiği gözlemlendi. Suyun dinlendirilmeden (gazı uçurulmadan) direkt balık havuzlarına akıtıldığı belirlendi. Balık havuzlarında serbest oksijen (O₂) miktarı, oksijen doymunluğu, su sıcaklığı sırasıyla 10.03-11.88 mg/L, %116.9-139.1 ve 20.3-20.9°C olarak ölçüldü. Sudaki gaz doymunluğunu %103'in altına düşürmek için farklı yöntemler uygulandı; boru ağzı küçültüldü, dinlendirme havuzu yapılarak su havuza direkt verilmesi engellendi ve balık yetiştirme havuzlarına suyun fiskiye şeklinde akıtılmak gibi. Suyun gaz doymunluğu %100'e düşürüldüğünde gaz kabarcığı belirtilerinin ortadan kalktığı görüldü. Bu vakada porsiyonluk boydaki gökkuşluğu alabalıklarında ölüm oranının %5 olduğu tespit edildi. Sonuç olarak, bu uygulamalar ile çiftlikteki gaz kabarcığı sorunu çözüldü.

Anahtar kelimeler: Aşırı doymuşluk, gaz kabarcığı hastalığı, gökkuşluğu alabalığı, tedavi.

Occurrence of Gas Bubble Disease in a Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Farm

Abstract: A case of gas bubble disease was found in portion size (250 g) fish in a rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farm in Rize province. It was determined that the water coming to the farm came in a closed pipe from a stream at a distance of altitude and distance difference. In addition, it was observed that the water did not completely fill the pipe, the water drew air into the pipe and became supersaturated. It was determined that the water was poured directly into the fish ponds without resting (without degassing). The amount of free oxygen (O₂), oxygen saturation and water temperature in the fish ponds were measured as 10.03-11.88 mg/L, 116.9-139.1% and 20.3-20.9°C, respectively. Different methods were applied to reduce the gas saturation in water below 103%; the pipe mouth was made smaller, a resting pool was built to prevent the direct supply of water to the pool, and the water is poured into the fish breeding pools in the form of a fountain. In this case, it was determined that the mortality rate in portion size rainbow trout was 5%. As a result, with these applications, the gas bubble problem in the farm was solved.

Keywords: Gas bubble disease, rainbow trout, supersaturation, treatment.

GİRİŞ

Gaz kabarcığı hastalığının bulaşıcı bir hastalık olmadığı ve sudaki toplam çözünmüş gazın aşırı doymuş seviyeleri tarafından oluşturulduğu çeşitli literatürde bildirilmektedir (Bouck, 1980; Weitkamp & Katz, 1980; Grahn vd., 2007; Ross vd., 2018). Balıklardaki lezyonlar kan damarları ve dokuların içinde gaz baloncuklarının birikimi ile şekillenmektedir. Hastalığın nedeni genellikle

kaynak/yer altı suyunda özellikle azotun artan kısmı bir basıncı, oksijen ya da azot gazının aşırı doymunluğunun hastalığa neden olduğu, ancak toplam çözünmüş gazın bireysel gazlardan veya değişen gaz kombine oranından daha önemli olduğu rapor edilmektedir. Suda solunum yapan balığın kandaki gaz basıncı sudaki gaz basıncı ile aynı seviyededir. Eğer bu basınç oksijenin çok kullanılmasından dolayı düşmüş ise ve suyun sıcaklığında düşme varsa ya da içindeki gaz miktarı düşük olan yeni bir

su eklenmişse bu durumda kanda eriyik halinde bulunan azot gazı gaz formuna geçerek kan damarlarında kabarcıklar oluşturmaktadır. Balıklar çözünmüş oksijeni %300'e kadar tolere edebildiği, nitrojen yoluyla olan aşırı doymanın şiddetli bir şekilde ağır problemlere sebep olduğu bildirilmektedir (Schlotfeldt & Alderman, 1995; Pennell & Mclean, 1996; Timur & Timur, 2003). Hastalığa amfibiler ve sucul omurgasızların yanı sıra bütün balık türlerin duyarlı olduğu, balık türlerinde ve yaş gruplarında hassasiyetin farklı olduğu ve yavru balıkların serbest yüzene kadar çok hassas olduğu bildirilmektedir (Arabacı vd., 2020; Balta & Dengiz Balta, 2020). Hastalıkta toplam gaz basıncının yaklaşık %103 olduğunda kronik form, %110-115 üzerinde ise akut form meydana geldiği rapor edilmektedir (Hitchman, 1978; Colt, 1984). Kronik formda, özellikle yavru balıkların semptom göstermeksizin yavaş yavaş öldüğü ve ölüm oranının %5 seviyelerde olduğu bildirilmiştir. Akut formda ise klinik semptomlar olarak hasta balıkta uyum bozukluğu, deri altı amfizem, emboli, çoğunlukla sadece tek taraflı ekzofthalmus, deride kararma olan balıkların su yüzeyine yakın yüzdüğü, kanamalar ve yüksek oranlarda ölüm meydana geldiği ve bu oranların %100 ulaştığı rapor edilmiştir (Hitchman, 1978; Colt, 1984). Sürdürülebilir üretimde ekonomik kayıpların artan toplam gaz basıncıyla arttığı tespit edilmiştir. Kronik formdaki ölümler genellikle amfiyatöz dokunun sekonder enfeksiyonları tarafından arttığı bildirilmiştir (Hitchman, 1978; Colt, 1984). Teknik işlemler, örneğin; su pompalama, su ısıtma veya ılık su ile soğuk suyu karıştırma toplam gaz basıncının artmasına neden olduğu bildirilmektedir. Gaz kabarcığı hastalığının ana sebebi nitrojen (N₂) olmakla birlikte karbondioksit (CO₂) ve bazı nadir gazların (argon vs) daha az önemli olduğu rapor edilmektedir. İlk çözünmüş oksijen (DO) konsantrasyon, akan suyun doygunluğu derecesine ve oksijen çözünürlüğüne bağlı olduğu rapor edilmiştir. Oksijen çözünürlüğü sıcaklık ve tuzlulukla azalırken barometrik basınçla arttığı bildirilmektedir (Hitchman, 1978; Colt, 1984). Deniz seviyesinde (BP=760 mm Hg) 10°C'de tatlı suyun atmosfer basıncı ile dengede (%100 doygunluk), 11,3 mg/l oksijen konsantrasyonuna sahip olduğu bildirilmiştir. Oksijen konsantrasyonunun eğer doygunluk %95 ise bu durumda $0,95 \times 11,3 = 10,7$ mg/l, doygunluğun %150 olduğu durumda ise $1,5 \times 11,3 = 17,0$ mg/l olarak hesaplandığı bildirilmiştir (Pennell & Mclean, 1996).

Bu çalışmada, gaz kabarcığı hastalığına neden olan suyun kimyasal özellikleri klasik yöntem ve oksijen metre ile ölçülerek belirlendi. Suda oluşan gazın aşırı doygunluğunun önlenmesi için borular toprak altına gömüldü, suyun alındığı mevkide hava emmesini önlemek için su borusunun ağzı küçültüldü, suyun havuzlara direkt dökülmesi engellemek için dinlendirme havuzu yapıldı,

dinlendirme havuzlarına ve balık yetiştirme havuzlarına suyun fiske tarzında akıtılması gibi çeşitli yöntemlere başvuruldu. Toplam gaz doygunluğu %100'ün altına düşürüldü. Sonuç olarak balıklardaki hastalık semptomları ortadan kaldırıldığı, ölümlerin durduğu ve fizyolojik fonksiyonlarının normale döndüğü gözlemlendi.

MATERYAL VE METOT

Temmuz 2012 yılında Doğu Karadeniz Bölgesindeki Rize ilinde küçük bir gökkuşağı alabalığı çiftliğinde hastalık belirtisi gösteren 5'er alabalık farklı havuzlardan kepçe yardımı ile su dolu kovada toplandı. Alabalıklar önce makroskopik olarak incelendi ve gözlemlenen klinik belirtiler kaydedildi. Hastalık belirtileri gösteren alabalıkların resimleri çekildi (Şekil 1). Hastalıklı alabalıkların böbrek ve dalaklarından Triptik Soy Agar (TSA) ve Triptik Broth (TSB)'a ekimler yapıldı (Önal, 2019). Besi yerleri 20°C'deki soğutmalı etüvde bir hafta bekletildi (Önal & Çevik, 2020).

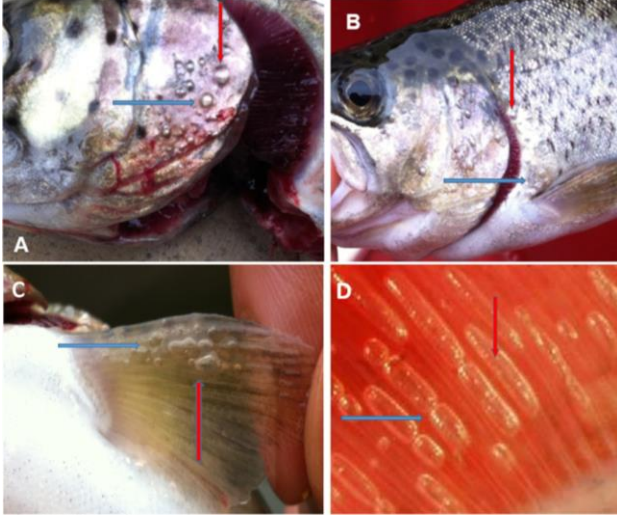
Alabalık havuzlarına akıtılan dere suyunun kimyasal özellikleri klasik yöntemlerle analiz edildi. Ayrıca suyun sıcaklık, pH, serbest oksijen seviyesi, oksijen doygunluğu ve basıncı (hektopaskal=hpa) oksijen metre (Hach HQ40d multi) cihazı ile ölçülerek kaydedildi. Balık havuzlarına akıtılan dere suyunun geliş mesafesi, suyun çiftliğe getiriliş şekli, suyu taşıyan boru çapı ve özellikle suyun boruyu doldurup doldurmadığı incelenerek kayıt edildi

BULGULAR

Doğu Karadeniz Bölgesindeki Rize ilinde Temmuz 2012 yılında küçük bir gökkuşağı alabalığı çiftliğinde gaz kabarcığı hastalığı vakasına rastlanıldı. Kültürü yapılan gökkuşağı alabalık çiftliğinde havuzlara akıtılan suyun uzak mesafeden kapalı boru ile getirildiği tespit edildi. Hastalanan balıkların 180-250 gram ağırlığında olduğu belirlendi. Balık havuzlarına akan suyun direkt havuzlara verilmiş olduğu tespit edildi. Havuzlara akan suyun boruyu tam olarak doldurmadığı ve zaman zaman kesik kesik aktığı görüldü. Bu vakada porsiyonluk boydaki gökkuşağı alabalıklarında gaz kabarcığı hastalığına erken müdahale edildiği için ölüm oranı düşük düzeyde kaldığı gözlemlendi.

Hastalığın Semptomları: Alabalıklara yapılan ilk gözlemlerinde balıkların renklerinde kararma ve balıkların durgun olduğu tespit edildi. Ayrıca balıkların dış bakıda gözlerinde tek veya çift taraflı ekzofthalmus varlığı belirlendi. Hastalık semptomları gösteren balıkların yapılan ilk muayenelerinde balıkların su yüzeyinde sırt üstü yüzdüğü, halsiz olduğu, verilen yemi alamadıkları,

balıkların uyarılara duyarsız olduğu ve yakalama girişimlerinde balıkları su zemine kaçama eğilimi göstermediği gözlemlendi. Porsiyonluk boydaki hasta balıkların yakından incelendiğinde solungaç kapakları üzerinde, deri üzerinde ve pektoral yüzgeçlerin üzerinde gaz kabarcıklarının varlığı belirlendi. Ayrıca, balıkların solungaç lamelleri üzerinde yoğun gaz embolilerinin varlığı tespit edildi. Bu vakadaki balıklara ait hastalık semptomları fotoğraflanarak Şekil 1'de verildi.



Şekil 1. Gökkuşuğu alabalıklarında gaz kabarcığının klinik belirtilerin görünümü (Orijinal). Operkulum üzerinde (A), solungaç kapakları ve deri üzerinde (B), pektoral yüzgeç üzerinde gaz kabarcıkları (C), solungaç lamellerindeki gaz embolileri (D).

Figure 1. Appearance of clinical signs of gas bubble in rainbow trout (Original). On the operculum (A), on the gill covers and on the skin (B), gas bubbles on the pectoral fin (C), gas embolisms in gill lamellae (D).

Suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri: Balık havuzlarına gelen dere suyunun 150 mm çaplı plastik kapalı borularla uzak mesafeden (5 km) mesafeden getirildiği, arazinin orman ve zeminin taşlık olması nedeniyle toprağa gömülmediği yapılan incelemelerde tespit edildi. Havuzlara akan suyun daha yüksek bir yerden geldiği, su borusunu tam doldurmadığı, borular iyi yapıştırılmadığından eklem yerlerinden hava aldığı, tazyikli ve beyazımsı renkte aktığı görüldü. Balık havuzlarında kullanılan dere suyu Hach Lange HQ40d multimetre ile ölçüldü (Şekil 2). Oksijen metre ile ölçülen sıcaklık, oksijen, pH ve oksijen doygunluk (%) değerleri Tablo 1'de verildi.

Tablo 1. Hastalık vakasında havuza dökülen suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 1. Physical and chemical properties of the water poured into the pool in the disease case.

Gaz kabarcığı hastalık vakası tespit edilen suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri			
Sıcaklık	20,9 °C	Nitrit (NO ₂)	0,015 mg/L
pH	7,11	Nitrat (NO ₃)	1,023 mg/L
Oksijen (O ₂)	11,88 mg/L	T. Amonyak (NH ₃)	0,016 mg/L
Karbonat (CO ₃)	0	Bikarbonat HCO ₃	10,87 mg/L
CO ₂	5,1 mg/L	O ₂ Doygunluğu	%139,1
Toplam sertlik	18 mg/L CaCO ₃	Basınç	969 hpa



Şekil 2. Havuza dökülen suyunun oksijen metre (Hach Lange HQ40d multimetre) ile ölçülen boru içindeki değerleri.

Figure 1. The values of the water poured into the pool in the pipe measured with an oxygen meter (Hach Lange HQ40d multimeter).

Bakteriyel kontrol: Ekim yapılan besi yerleri bir hafta boyunca takip edildi. Balıklardan patojen bir bakteri izole edilemedi.

Gaz kabarcığının tedavisi: Hastalığın tedavisi yapılabilmesi için ilk önce suyun oksijen doygunluk seviyesini %103'ün altına indirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, açıktan gelen su boruların ek yerleri iyice hava alamayacak şekilde yapıştırıldı. Açıktan gelen su boruları kanal açılarak toprak altına yerleştirildi. Suyun boruyu tam doldurması sağlamak için borunun ağız kısmı kademeli olarak daralttırdı. Uzak mesafeden gelen suyun önce bir havuzda dinlendirilmesi sağlandı. Bu için 1,5x1,5x1,5 m ebatlarında yeni bir dinlendirme havuzu inşa ettirildi. Yapılan havuzun üzerine 90 derece açılı 160 cm çapında PVC dirsek boru ile en az 6 adet baca yapılarak gazların uçurulması sağlandı. Dinlenme havuzundan çıkıp üretim havuzuna giden suyun boru çapları daha küçük boyutlara indirildi. Porsiyonluk balıklarda dinlendirme havuzlarından çıkan su içine dere taşı dizilerek suyun açık kanaldan havuza akıtılması sağlandı. Kısa sürede balıklarda gaz kabarcığı hastalığı nedeni ile oluşan klinik belirtilerin bertaraf edildiği ve balık ölümlerinin durduğu belirlendi.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kültür balıkçılığında sudaki çözünmüş oksijen miktarı sürdürülebilir bir üretim için gereklidir. Bu durum balık sağlığı için en önemli belirleyici faktörlerden bir olarak söylenebilmektedir. Bu bağlamda sudaki serbest olarak erimiş oksijenin tüketimi balık refahı açısından en önemli su kirliliği parametrelerden biridir. Sudaki serbest

oksijenin azalmasına bağlı olarak balıkların yem tüketiminde isteksizlik, suyun yüzeyinde yüzme, balıkların suyun yüzeyinden havadan soluklandıkları, su akışına yöneldikleri, uyuşuk bir şekilde tepkisiz yüzdükleri, kolay yakalandıkları ve sonunda oksijen azlığından boğularak öldükleri bildirilmektedir (Balta & Dengiz Balta, 2020). Fakat buna karşın suda aşırı çözülmüş oksijen, nitrojen ve karbondioksit miktarlarına bağlı olarak gaz kabarcığı hastalığı ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmada, havuzlara uzak mesafeden kapalı boru sistemi ile gelen suyun sıcaklığı 20,9°C'e, çözülmüş oksijen 11,88 mg/L ve oksijenin saturasyonu %139,1 olarak ölçülmüştür. Sudaki çözülmüş oksijen saturasyonunun %103 üzerine çıktığında yumurtadan çıkan ve yeme alışan yavru balıklarda problemlere neden olurken saturasyonunun %110'un üzerine çıktığı durumlarda gökkuşağı alabalıklarında gaz kabarcığı hastalığına neden olduğu rapor edilmiştir (Machova vd., 2017). Bu durumun aksine sudaki aşırı oksijenin aşırı doygunluğu sonucunda balıklarda oluşan hasarın nadir görüldüğü bildirilmiştir. Sudaki oksijen süper saturasyon miktarı %250-300 seviyelerinde olduğunda balıklarda belirti olarak solungaç lamellerinin oldukça açık kırmızı renkte, solungaç lamellerin uç kısımlarının yıprandığı bildirilmiş ve hasar görmüş bu balıkların solungaç lamelleri üzerinde sekonder mantar enfeksiyonlarının geliştiği ve balıkların bazılarının da öldüğü rapor edilmiştir (Svobodova vd., 1993). Gaz süper saturasyonu vakaları doğal ortamda Amerika Bileşik Devletlerinin Missouri eyaletindeki bir barajın çıkış suyunda 1978-1979 yıllarının ilkbahar aylarında meydana geldiği ve yaklaşık 500 bin adet balığın yüksek süper saturasyon sonucu öldüğü rapor edilmiştir (Marking, 1987). Çin'de 2014 yılında Yangtze Nehri üzerinde kurulu bir barajın çıkış suyunda farklı balık türlerinde tahminen 40 ton balık ölümlerinin nedeni gaz süper saturasyon sonucu meydana geldiği bildirilmiştir (Cao vd., 2019). Bu çalışmada, havuzlara dökülen suyun çok iyi kaliteli olduğu fakat oksijen doygunluğu %136'ya ulaştığı belirlenmiştir. Havuzdan alınan suda yapılan ölçüm sonucuna göre karbondioksit miktarı 5,1 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada solungaç kapakları üzerinde, deri üzerinde ve pektoral yüzgeçlerin üzerinde gaz kabarcıklarının varlığı yanı sıra solungaç lamelleri üzerinde aşırı gaz embolilerinin olduğu tespit edilmiştir. Arabacı vd., (2020) tarafından yapılan bir çalışmada gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) anaç balıkların deri, solungaç, gözün etrafında ve yüzgeçlerin üzerinde gaz kabarcıklarının varlığının olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, aynı çalışmada yavru balıkların larva evresinde besin kesesinin çevresinde gaz kabarcığının oluştuğunu rapor etmişlerdir. Bu larvaların besini tüketemedikleri, suyun yüzeyinde ters bir şekilde yüzdüklerini bildirmişlerdir. Doğu Karadeniz Bölgesinde gökkuşağı

alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinin kuluçkahanesindeki yem keseni yeni bitirmiş yavru balıkların karın altında gaz kabarcığı semptomları gösteren ve suyun üst kısmında ters bir durumda bir araya toplanmış bir çok yavru balığın beslenemediği ve sonuçta ölümlerin görüldüğü bildirilmiştir (Balta & Dengiz Balta, 2020). Başka bir çalışmada, sazan havuzlarında %150 oksijen doygunluğuna maruz kalan balıkların, %100-125 oksijen doygunluğunda maruz kalan balıklardan hastalığın daha yoğun görüldüğü ve klinik semptomların daha belirgin olduğu rapor edilmiştir. Aynı çalışmada, sudaki oksijen doygunluğunun %300 ulaşıldığında sazanların kitleler halinde öldüğü bildirilmiştir (Boyd, 1990).

Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) ve melez kırmızı tilapya (*Oreochromis sp.*)'da, sudaki aşırı doygunluk sonucu gelişen gaz kabarcığı hastalığı vakaları üzerine deneysel olarak yapılan bir çalışmanın iki farklı mevsimde (Ağustos ve Aralık aylarında) çalışıldığı bildirilmiştir. Deneme balıklarında klinik ve histolojik incelemeler sonucu genellikle dorsal, pektoral ve kaudal yüzgeçlerde gaz kabarcıklarının mevcut olduğu, bununla birlikte pektoral, dorsal, kaudal yüzgeç ve solungaç kapağının etrafında nokta şeklinde kanamaların şekillendiği bildirilmiştir. Deneme balıklarının nekropsisi muayenesinde özellikle mide ve bağırsakların gaz kabarcıkları ile dolu olduğu ve solungaçların ise hemorajik olduğu rapor edilmiştir. Histolojik muayenede solungaçların hiperplazik ve ödemli olmasına karşın, karaciğer ve dalakta kanamanın mevcut olduğu, mide ve bağırsak mukozasında ise epitel hücrelerinin parçalanmış olduğu tespit edilmiştir (Midilli vd., 2019).

Gazların aşırı doygunluğuna maruz kalma, suda yaşayan ve akuakültür sistemlerinde tutulan hayvanlar üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceği bildirilmiştir. Bu da hayvanların dokularında ve vasküler sistemlerinde gaz kabarcıklarının oluşması nedeniyle gaz kabarcığı hastalığı belirtilerinin ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Colt, 1984). Bu güne kadar tipik olarak, aşırı gaz doygunluğu üzerine yapılan araştırmaların çoğu, akut ölümcül seviyelere maruz kalan alabalık türleri üzerinde yürütülmüştür. Süper saturasyona bağlı olarak oluşan gaz kabarcığı hastalığının birçok yüzey suyunun gaz seviyelerindeki önemli mevsimsel değişikliklere bağlı olabileceği de ileri sürülmüştür. Gaz kabarcığı hastalığına bağlı oluşan travmaların, aşırı doymuş olan giriş suyu veya kuluçkahanedeki gazın aşırı doygunluğa ulaşması ile üretilebileceği bildirilmiştir. Kuluçkahanelerde gaz kabarcığı hastalığından korunmak için, kuluçka giriş suyunun su kalitesi kriterlerinin takip edilmesi, su sistemlerinin düzgün bir şekilde çalışması sağlamak ve su sistemlerinin aşırı gaz doygunluğunu önleyecek şekilde tasarlanması ve sularının bazı işlemlerden geçirerek

gazının uzaklaştırılması gerektiği bildirilmiştir (Colt, 1984).

Sonuç olarak balıklarda görülen hastalığın ve ölümlerin nedeninin patojen mikroorganizmalardan kaynaklanmadığı anlaşılmıştır. Toplam gaz doygunluğu %100'ün altına düşürülerek alabalıklardaki hastalık semptomlarının ortadan kalktığı, ölümlerin durduğu ve alabalıklarda fizyolojik fonksiyonlarının normale döndüğü gözlemlendi.

KAYNAKLAR

- Arabacı, M., Karataş, B. & Akkuş, M. (2020).** Gökkuşluğu alabalığı anaç ve larvalarında görülen gaz kabarcığı hastalığı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 304-308. DOI: [10.35229/jaes.737359](https://doi.org/10.35229/jaes.737359)
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2020).** Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularında görülen gaz kabarcığı hastalığı ve tedavisi üzerine bir araştırma. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(1), (100-105. DOI: [10.35229/jaes.706925](https://doi.org/10.35229/jaes.706925)
- Bouck, G.R. (1980).** Etiology of gas bubble disease. *Transactions of the American Fisheries Society*, 109, 703-707.
- Boyd, C.E. (1990).** *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama, USA.
- Cao, L., Li, Y., An, R., Wang, Y., Li, K. & Buchmann, K. (2019).** Effects of water depth on GBD associated with total dissolved gas supersaturation in Chinese sucker (*Myxocyprinus asiaticus*) in upper Yangtze River. *Scientific Reports* 9(6828), 1-8. DOI: [10.1038/s41598-019-42971-8](https://doi.org/10.1038/s41598-019-42971-8)
- Colt, J. (1984).** Gas supersaturation-impact on the design and operation of aquatic systems. *Aquacultural Engineering*, 5,(1), 49-85. DOI: [10.1016/0144-8609\(86\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0144-8609(86)90005-1)
- Grahn, B.H., Sangster, C., Breaux, C., Stephen, C. & Sandmeyer, L. (2007).** Case report: Clinical and pathologic manifestations of gas bubble disease in captive fish. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 16(2), 104-112. DOI: [10.1053/j.jepm.2007.03.008](https://doi.org/10.1053/j.jepm.2007.03.008)
- Hitchman, M.L. (1978).** *Measurement of dissolved oxygen*. Willey interscience; New York NY 255p.
- Machova, J., Faina, R., Randak, T., Valentova, O., Steinbach, C., Kroupova, H.K. & Svobodova, Z. (2017).** Fish death caused by gas bubble disease: a case report. *Veterinarni Medicina*, 62(4), 231-237. DOI: [10.17221/153/2016-VETMED](https://doi.org/10.17221/153/2016-VETMED)
- Marking, L.L. (1987).** *Gas supersaturation in fisheries: causes, concerns, and cures*. Us Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Fish and Wildlife, Leaflet 9, (pp 1-12). Washington: La Crosse Wisconsin.
- Midilli, S., Çoban, D., Güler, M. & Küçük, S. (2019).** Kültür koşullarında Nil tilapyası ve melez kırmızı tilapya (*Cichlidae, Oreochromis spp.*)'da görülen gaz kabarcığı hastalığı. *Su Ürünleri Dergisi*, 36(3), 285-29. DOI: [10.12714/egejfas.2019.36.3.09](https://doi.org/10.12714/egejfas.2019.36.3.09)
- Önalın, Ş. & Çevik, M. (2020).** Investigation of the effects of some phytochemicals on *Yersinia ruckeri* and antimicrobial resistance. *Brazilian Journal of Biology*, 80, 934-942. DOI: [10.1590/1519-6984.234969](https://doi.org/10.1590/1519-6984.234969)
- Önalın, Ş. (2019).** Expression differences of stress and immunity genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) with different bacterial fish diseases. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 71(1), 1-10. DOI: [10.46989/001c.20978](https://doi.org/10.46989/001c.20978)
- Pennell, W. & McLean, W. E. (1996).** *Early rearing. In principles of salmonid culture*. Vol. 29 (eds. William, P. and Barton, B.A.), 365-465 pp. The Netherlands, Amsterdam, Elsevier.
- Ross, P.M., Pande, A., Jones, J.B., Cope, J. & Flowers, G. (2018).** First detection of gas bubble disease and Rickettsia-like organisms in Paphies ventricosa, a New Zealand surf clam. *Journal of Fish Diseases*, 41, 187-190. DOI: [10.1111/jfd.12684](https://doi.org/10.1111/jfd.12684)
- Schlotfeldt, H.J. & Alderman, D.J. (1995).** What should I do? A practical guide for the fresh water fish farmer. *Supplement to Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 15(4), 7-8. Warwick Press, Dorset, U.K.
- Svobodova, Z., Lloyd, R., Machova, J. & Vykusova, B. (1993).** *Water quality and fish health* (No. 35). EIFAC, Rome. 59pp.
- Timur, G. & Timur, M. (2003).** *Balık hastalıkları*. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, İstanbul, 320-322s.
- Weitkamp, D.E. & Katz, M. (1980).** A review of dissolved gas supersaturation literature. *Transactions of the American Fisheries Society*, 109, 659-70.