

# Kültür koşullarında Nil Tilapyası ve Melez Kırmızı Tilapya (Cichlidae, *Oreochromis* spp.)'da görülen gaz kabarcığı hastalığı


## Gas bubble disease in Nile Tilapia and Hybrid Red Tilapia (Cichlidae, *Oreochromis* spp.) under culture conditions

Sema Midilli\* • Deniz Çoban<sup>2</sup> • Mehmet Güler<sup>3</sup> • Semra Küçük<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Güney Kampüsü, 09100, Aydın, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0001-6284-2949>

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Güney Kampüsü, 09100, Aydın, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0002-9299-5986>

<sup>3</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Güney Kampüsü, 09100, Aydın, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0001-8257-1138>

<sup>4</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Güney Kampüsü, 09100, Aydın, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0001-7058-3123>

\*Corresponding author: [sema.ozturk@adu.edu.tr](mailto:sema.ozturk@adu.edu.tr)

Received date: 05.04.2019

Accepted date: 25.06.2019

### How to cite this paper:

Midilli, S., Çoban, D., Güler, M. & Küçük, S. (2019). Gas bubble disease in Nile Tilapia and Hybrid Red Tilapia (Cichlidae, *Oreochromis* spp.) under culture conditions. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(3), 285-291.

DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.3.09

**Öz:** Su içerisinde çözünebilir gazların süpersatürasyonu balıklarda gaz kabarcığı hastalığına yol açabilmekte ve bu durum ölüme sonuçlanabilmektedir. Bu çalışmada Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) ve melez kırmızı tilapyada (*Oreochromis* sp.), gaz süpersatürasyonu sonucu gelişen gaz kabarcığı hastalığı vakaları incelenmiştir. Elde edilen makroskopik ve histolojik bulgular kültür koşulları ile birlikte ele alınarak balık yetiştiriciliğinde sıklıkla görülebilen bu hastalık hakkındaki bilgilerin çeşitlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma, deneysel olarak kültürü yapılan balıklar üzerinden; yaz (Ağustos) ve kış (Aralık) aylarında olmak üzere iki adımlı olarak yürütülmüştür. Klinik ve histolojik incelemesi yapılan balıkların genelinde dorsal, pektoral ve kaudal yüzgeçte gaz kabarcıkları, ayrıca pektoral, dorsal, kaudal yüzgeç ve solungaç kapağı çevresinde peteşiyal tip kanamalar olduğu tespit edilmiştir. Nekropside özellikle mide ve bağırsakların gaz kabarcıkları ile dolu olduğu ve solungaçların da kanamalı olduğu izlenmiştir. Histolojik bulgulara solungaçlarda hiperplazi ve ödem, karaciğer ve dalakta kanama, mide ve bağırsak mukozasında yıkımlanmalar izlenmiştir. Birkaç özel durum dışında her iki balıktan elde edilen klinik bulgular benzer olup süpersatürasyonun etkilerinin her iki balık türü için de ağır olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gaz süpersatürasyonu, Nil tilapyası, melez kırmızı tilapya, gaz kabarcığı hastalığı, histoloji, tank üretimi

**Abstract:** The supersaturated gases in water can cause gas bubble disease in fish and this can result in death. At the present study a case of gas bubble disease resulted from the gas supersaturation were investigated in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and hybrid red tilapia (*Oreochromis* sp.). Macroscopic and histological findings were obtained from the culture conditions to find more knowledge on this disease which is frequently seen in fish farming. Study was conducted as two steps in summer (August) and winter (December) months with experimentally cultured fish. According to clinical and histological examinations gas bubbles were found in the dorsal, pectoral and caudal fin, and petechial bleeding were found on pectoral, dorsal, caudal fins and the gill cover. The necropsy were revealed that the stomach and intestines were filled with gas bubbles and the gills were hemorrhagic. According to the histological findings hyperplasia and edema in the gills and hemorrhage in the liver and spleen were found, and gastrointestinal mucosa destruction was observed. The clinical findings were similar for both fishes except for a few special cases and it was observed that the effects of supersaturation were severe for both fish species.

**Keywords:** Gas supersaturation, Nile tilapia, hybrid red tilapia, gas bubble disease, histology, tank culture

## GİRİŞ

Süpersatürasyon terimi ilk kez 1866 yılında sıvı bir solüsyondaki her hangi bir gazın ya da bütün gazların çözünerek suyun belli sıcaklık değerleri ve belli atmosferik basınç değerleri altında, normalde bulunduğu miktarların üzerinde bulunması anlamında kullanılmıştır (Marking, 1987; Meyers, 2014). Sudaki gaz süpersatürasyonu, yer altı suları üzerinde hakim

olan yüksek basınç ve/veya suyun yüzeye çıktığı andaki ısınma durumuna bağlı olarak gelişebilmektedir. Suyun süpersatürasyonu doğal olarak oluşabilmesinin yanında, su iletim sistemlerindeki mevcut mekanizasyona bağlı emme borusunda meydana gelen sızıntılara da yüksek debinin fiskeye etkisi yaratması gibi problemler sonucunda da oluşabilmektedir (Marking, 1987; Ji vd., 2019). Sudaki gaz süpersatürasyonuna

bağlı olarak oluşan gaz kabarcığı hastalığı ise balıklarda ilk kez [Gorham \(1901\)](#) tarafından tanımlanmış olup, hem doğada hem de kültür koşullarında karşılaşılan bir hastalıktır. Bu hastalık özellikle yüzgeç, solungaç yaları ve deriyi etkilemektedir. Bu sayılan organlarda gaz kabarcığı birikiminin yanında, dış bakıda gözde ekzoftalmus, deride renk değişimleri ve pullarda dökülmeler, vücudun dış yüzeyinde ve çeşitli iç organlarda hemorajiler ([Meyers, 2014; Machova vd., 2017; Wang vd., 2018](#)), lokal ödemler, endotelial hasar, çeşitli dokularda tromboz, dolu ve büyümüş safra kesesi ile abdominal boşlukta asites oluşumu gözlenebilir ([Saeed ve Al-Thobaiti, 1997](#)). Kabarcıkların solungaçlarda veya kalpte ya da her iki dokuda birden kan dolaşımını engellemesi sonucunda vakalar genellikle ölümle sonuçlanabilmektedir ([Schisler ve Bergersen, 1999; Stephens vd., 2002; Machova vd., 2017; Wang vd., 2018; Cao vd., 2019](#)).

Klinik bulgulara bakıldığında, balıkta yüzme davranışında ve yatay dengede bozulmalar izlenebilir ([Marking, 1987; Wang vd., 2018; Cao vd., 2019](#)). Buna bağlı olarak, şiddetli kafa sallama ve çırpınma şeklinde anormal derecede canlı yüzme davranışı ya da denge kaybı sonucu gelişen yüzeyde sürüklenme bulgusu görülebilir ([Cao vd., 2019](#)). Ayrıca hastalık devamlı açılıp kapanan operkul kapakları ve bukkal boşluğu kaplayan mukoza üzerindeki gaz kabarcıkları ile teşhis edilebilir. Bu durumun devam etmesi halinde balıklar ağızları açık bir şekilde suyun yüzeyinde ölü olarak bulunmaktadır ([Stephens vd., 2002](#)). Balığa ilişkin bulgular yanında, kültür koşullarında hastalığın çevresel belirteçlerinden biri de tank duvarlarının su altında kalan kısımlarında yapışık şekilde duran gaz kabarcıklarıdır ([Schisler ve Bergersen, 1999](#)).

Yetiştiriciliği yapılan balıklar, kültür koşulları altında genellikle sığ sularda ve yüksek stok yoğunluğuna bağlı olarak gelişen stres altında tutuldukları için, gaz süpersaturasyonunun olumsuz etkilerinden doğadaki balıklara kıyasla daha çok etkilenmektedirler. Sudaki çözünmüş gazların süpersaturasyon seviyelerine bağlı olarak balıklarda gelişen gaz kabarcığı hastalığı, yalnızca oksijen ya da nitrojen gazı sebepli olabilmesi yanında total çözünmüş gaz kaynaklı olarak da görülebilmektedir ([Marking, 1987; Yuan vd., 2018; Ji vd., 2019](#)). Bununla beraber su sıcaklığı, herhangi bir gazın süpersaturasyonu ve total çözünmüş gaz süpersaturasyonu ile ilgili belirleyici etmenlerden biri olup, balık ölüm oranları üzerine önemli bir etkiye sahiptir ([Schisler ve Bergersen, 1999; Yuan vd., 2018](#)).

Total çözünmüş gazlardan dolayı oluşan süpersaturasyonun etkisi, balık türüne ve balığın yaşam safhasına, yaşadığı suyun kalitesi ve derinliğine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir ([Colt ve Orwicz, 1991; Summerfelt, 1993; Yuan vd., 2018](#)). [Alderdice ve Jensen \(1985\)](#), [Jensen vd. \(1986\)](#) ve [Huang vd. \(2010\)](#)'ne

göre çözünmüş gaz seviyesi yükseldikçe mortalite artmaktadır. Ayrıca akut gelişen vakalar hayatta kalmayı olumsuz yönde etkileyebilmektedir ([Schisler ve Bergersen, 1999](#)). Kronik gaz süpersaturasyonunda ise, balıkta stres gelişmektedir ve bu durum direk mortalite sebebi değildir. Ancak kronik seyir balıkların patojenik organizmalarca sekonder infeksiyonlara yakalanma yatınlıklarını arttırmaktadır ([Marking, 1987; Saeed ve Al-Thobaiti, 1997; Sarihan, 2005; Meyers, 2014](#)).

Bu çalışmada kültür koşullarında beslenen Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) ve melez kırmızı tilapyada (*Oreochromis sp.*) gaz süpersaturasyonu sonucu gelişen gaz kabarcığı hastalığı vakaları incelenmiştir. Elde edilen makroskobik ve histolojik bulgular kültür koşulları ile birlikte ele alınarak balık yetiştiriciliğinde sıklıkla görülebilen bu hastalık hakkındaki bilgilerin çeşitlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Üretim koşulları

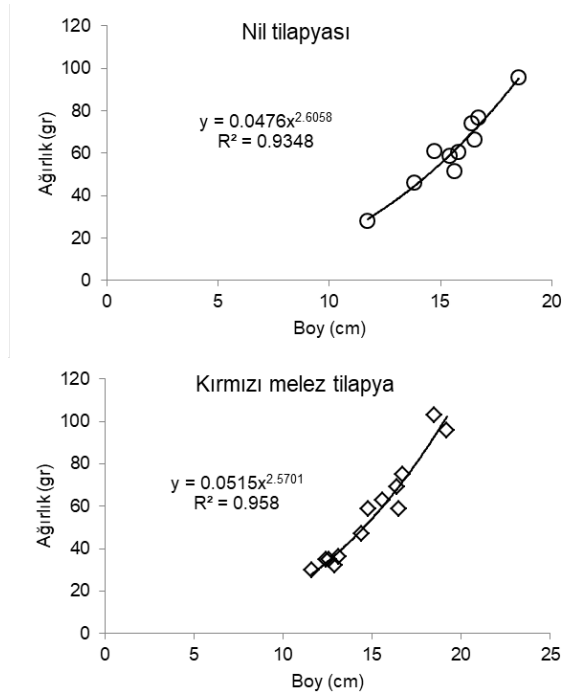
Çalışma, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Birimi'nde deneysel olarak kültürü yapılan tilapylar üzerinden; yaz (Ağustos) ve kış (Aralık) aylarında olmak üzere iki adımlı olarak yürütülmüştür. Su sıcaklıkları, Ağustos ayında 19,1–19,4 °C, Aralık ayında 18,5 °C; debi her iki ayda da 0,25 l/sn; çözünmüş oksijen Ağustos ayında 7,8–7,95 mg/l (%84) ve Aralık ayında 8–8,05 mg/l (%89) olarak kaydedilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü tanklar, iç mekânda yer almakta olup, sürekli su akışı ve havalandırmaya sahip ve 1 ton kapasitelidir. Örneklerin alındığı tankların hepsinde balık yoğunluğu 20 litreye 1 balık şeklindedir. Su parametreleri WTW Multiline IDS serisi multi-parametre ile ölçülmüştür. Su, çalışmanın yapıldığı tesise yaklaşık 60 metre derinlikten pompa ile çekilerek getirilmekte ve tesise girmeden önce hydro-cyclon filtreden geçirilmektedir. Çalışmamızın sonunda gaz kabarcığı hastalığının ortadan kaldırmak için [Hisar vd. \(2007\)](#)'ne istinaden tesiste bulunan her bir tankın su girişine 1 metre boyunda, içerisi yüzey arttırıcı malzeme ile dolu saturasyon kolonları yerleştirilmiştir. Ayrıca çalışmamızda, yapılan makroskobik gözlemlere (deri, göz, solungaç, yüzgeçler, ağız içi, iç organlar) dayanarak sekonder bir hastalık etkenine rastlanmamıştır.

### Örneklenen Balıklar

Yeni ölmüş 10 adet Nil tilapyası (*O. niloticus*) ile 13 adet kırmızı melez tilapyası (*Oreochromis sp.*) ile çalışılmış olup, balıkların öncelikle dış muayenesi yapılmıştır. Nil tilapylarından ilk altı balık Ağustos 2016, sonraki dört balık Aralık 2016 tarihinde alınmıştır. Kırmızı melez tilapyların ise ilk üçü Ağustos 2016, sonraki on balık Aralık 2016'da alınmıştır. Çalışmada kullanılan yeni ölmüş balıkların boy ve ağırlık ilişkileri [Şekil 1](#) üzerinde regresyonla gösterilmiştir.

## Histolojik örnekleme

Yeni ölmüş balıklardan solungaç ve deri örneği yanında, iç organlardan mide, bağırsak, dalak ve karaciğer dokusu alınmış ve %10'luk tamponlu formalinde fikse edilmiştir. Örnekler Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'nda, rotary mikrotom (Leica RT 2125 RTS) cihazıyla 5-6 µm kalınlığında kesilmiş ve Hematoksilin-Eosin boyama yöntemi ile boyanmıştır (Culling vd., 1985). Boyama sonrası preparatlar ışık mikroskobu (Novex B serisi BTS ve Olympus CX31) altında 10x büyütmede incelenerek dokulardaki değişimler kaydedilmiştir. Doku kesitleri Novex B serisi BTS için CMEX DC5000 ve Olympus CX31 ışık mikroskobu için Olympus DP20 dijital kameralarla çekilen yüksek çözünürlüklü fotoğraflar üzerinden takip edilmiştir.



**Şekil 1.** Çalışmada kullanılan balıkların boy ve ağırlık ilişkileri.  
**Figure 1.** Non-linear length and weight relationships of the sampling used in the study

## BULGULAR

### Klinik bulgular

Aralık ayında yapılan örneklemede Nil tilapyası ve kırmızı melez tilapyaya örneklerinden elde edilen klinik bulgular aynı olup, balıklar su yüzeyinde ağızları açık şekilde ölü olarak tespit edilmiştir. Dorsal yüzgeç sonu ve kaudal yüzgecin yumuşak kısımlarında, pektoral

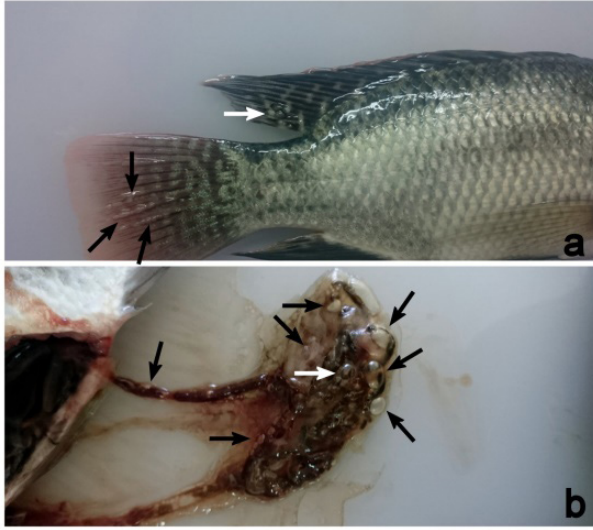
yüzgeç ve yer yer sırttaki deride gaz kabarcıkları izlenmiştir (Şekil 2a). Ayrıca mide ve tüm bağırsaklar gaz kabarcıkları ile dolu olarak bulunmuştur (Şekil 2b). Bazı balıklarda hava keseleri çok şişkin olarak izlenmiştir. Özellikle pektoral ve kaudal yüzgeç, solungaç kapağı çevresi ve ayrıca dorsal yüzgeçte noktasal kanamalar belirgindir (Şekil 3a, 3b). Solungaçların bazılarında ise kanama izlenmiştir. Nekropsi esnasında karnı açarken, solungaç yarıklarından, gaz kabarcıklarınca zenginleşen kan vücut dışına doğru sızmıştır. Işık mikroskobu altında ise özellikle solungaç lamellerinin uçlarında filamentler arasında gaz kabarcıkları gözlenmiştir. Kırmızı melez tilapyada ise, aynı bulguların yanında, ayrıca bir balığın bir gözünde ekzoftalmus gözlenmiştir.

Ağustos ayında yapılan örneklemede, Nil tilapyaları ve kırmızı melez tilapyaların, yine su yüzeyinde ancak ağızları hafif açık şekilde ölü olarak tespit edilmiştir. Kaudal yüzgeçte daha fazla olacak şekilde, dorsal yüzgecin posterior kısmında ve kaudal üzerinde gaz kabarcıklarına rastlanmıştır. Çalışmamızın sonunda tesiste bulunan her bir tankın su girişine suda çözünen fazla gazın uzaklaştırılması ve oksijenlenmesi için kullanılan saturasyon kolonları yerleştirilmiş ve bu vasıta ile problemin ortadan kalktığı gözlenmiştir.

### Histolojik bulgular

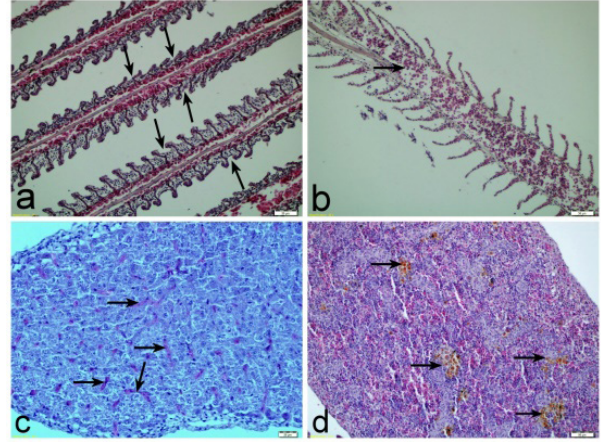
Aralık ayında tüm balıklardan alınan örneklerde deri epidermisinde bazı bölgeler dejeneratif olarak izlenirken, kas doku normal yapıda izlenmiştir. Kırmızı melez tilapyada, bağırsaklarda kanama, bağırsak mukoza hücrelerinde hiperplazi ve villi tabakada dejenerasyon oluşumuna, mukus hücrelerinde artışlar da eşlik etmiştir. Karaciğer ve dalak kanamalı olmakla beraber dalakta melanomakrofaj odaklarında artış, hepatositlerde dejenerasyonlar gözlenmiştir. Solungaç filamentlerindeki damarlarda konjesyon, filamentlerde hiperplazi ve ödem çok yaygın olarak izlenmiştir. Nil tilapyalarında, karaciğer hemorajik, hepatositler yağlı ve dejeneratif, solungaçlar hiperplazik, ödemli ve dejeneratif, mide duvarı ve gastrik bezler dejeneratif, dalak kanamalı ve melanomakrofaj odaklarında artış gözlenmiştir. İki tür için de sonuçlar benzer olmakla birlikte Aralık ayı örneklerinden elde edilen sonuçlar Ağustos ayında elde edilenlerden daha şiddetli olarak izlenmiştir. Böylece Ağustos ayında solungaçlarda hafif hiperplazi ve ödem, karaciğerde hafif konjesyon ve dalakta melanomakrofaj odaklarında hafif bir artış izlenmiştir. Şekil 4'te solungaç, karaciğer ve dalakta meydana gelen çeşitli histolojik değişimler verilmiştir.





**Şekil 2.** a. Nil tilapyalarda özellikle dorsal yüzgecin posterior kısmı ve kaudal yüzgeçte kanamayla birlikte gaz kabarcıkları (siyah ve beyaz oklar). b. Nil tilapyalarda bağırsaklarda fazlaca gaz kabarcığı izlenmekte (siyah ve beyaz oklar) (Ağustos 2016)

**Figure 2.** a. Hemorrhage in especially posterior part of dorsal fin and caudal fin with gas bubbles in the Nile tilapia (black and white arrows). b. Many gas bubbles in intestine of the Nile tilapia (black and white arrows) (August 2016)

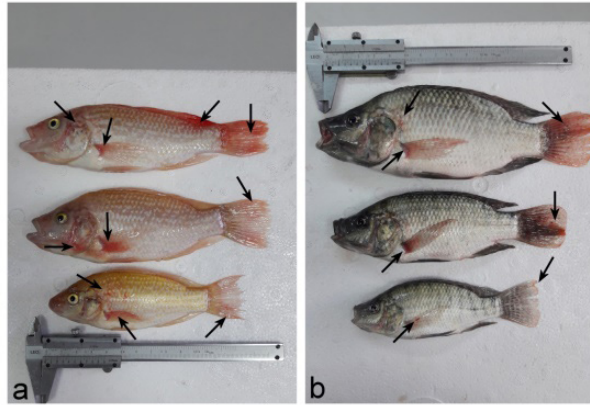


**Şekil 4.** a. Sekonder filamentlerde hiperplazi (oklar) b. Sekonder filamentlere kan taşıyan ana damarlarda konjesyon izlenmiştir (ok), c. Karaciğerde kan damarlarında kan hücreleri belirgin bir şekilde artmıştır (oklar), d. Dalakta melanomakrofaj odaklarında artış izlenmiştir (oklar). Büyütme=10x

**Figure 4.** a. Hyperplasia in secondary filament (arrows), b. Congestion in main vein that carrying blood to secondary filaments (arrow), c. Significant blood cells increasement in hepatic vein of liver (arrows), d. Increased melanomacrophage centers in spleen (arrows). Magnification=10x

## TARTIŞMA

Doğada doğal olarak oluşan gaz süpersaturasyonu vakalarına bakıldığında, Missouri'de (ABD) bir barajda, 1978 ve 1979 ilkbaharlarında, yüksek süpersaturasyon sonucu yaklaşık 500,000 adet balığın öldüğü not edilmiştir (Marking, 1987). Çin'de ise 2014 yılında Yangtze Nehri üzerinde bir baraj rezervuarında çeşitli türlerden yaklaşık 40 ton balığın ölümüne rastlandığı bildirilmiştir (Cao vd., 2019). Kültür koşullarında meydana gelen gaz süpersaturasyonu vakalarına bakıldığında, tuzlusu tilapyaları (*Oreochromis spilurus*) (52,5 g) ve Nil tilapyalarda (*O. niloticus*) (270 g) Kızıl Deniz kıyılarında yapılan bir çalışmaya göre: artezyenle 30 ve 70 metre derinden alınan sularda yüksek süpersaturasyon oluşması sonucunda, balıkların sırasıyla %40 ve 50'si etkilenmiş olup, mortalite oranları yaklaşık %25-30 olarak bildirilmiştir (Saeed ve Al-Thobaiti, 1997). Bizim çalışmamızdaki gaz kabarcığı hastalığının meydana geldiği tanklarda kullanılan su kaynağı yer altından sağlanmakta olup, bu suyun bir yüzeye çarpmaması sonucunda bünyesindeki çözünmüş gazların muhafaza edilerek tanklara ulaştığı ve bunun sonucunda tanımlanan bulgulara ve mortaliteye yol açtığı düşünülmektedir. Ayrıca yeraltı sularında gaz süpersaturasyonu mevsimsel



**Şekil 3.** a. Kırmızı melez tilapyalarda özellikle dorsal, pektoral ve kaudal yüzgeçte olmak üzere çeşitli bölgelerde kanamalar (siyah oklar). b. Nil tilapyalarda kaudal ve pektoral yüzgeçlerde ağırlıklı olmak üzere çeşitli kanamalar (siyah oklar) (Aralık 2016)

**Figure 3.** a. Specially dorsal, pectoral and caudal fins hemorrhage in red hybrid tilapia (black arrows). b. Predominantly caudal and pectoral fin hemorrhage in Nile tilapia (black arrows) (December 2016)

olarak değişkenlik gösterebilmektedir ve suyun yapısı devamlı gözetim altında tutulmalıdır (Marking, 1987). Bizim çalışmamızda Ağustos ayında balıkların %50'si etkilenip bu balıkların çoğu ölmüşken, Aralık ayında tüm balıklar etkilenmiş ve bu balıkların hepsi ölmüştür.

Balıkların kanları ve yaşadıkları su ortamının benzer saturasyon değerlerine sahip olabilmesi için solungaçlar vücudun iki yanında devamlı olarak ozmotik basınç eşitlemesi yapmaktadır. Bu nedenle gaz süpersaturasyonunda en yaygın ve önemli lezyonlar genellikle solungaç filamentlerinde meydana gelmektedir (Marking, 1987; Machova vd., 2017; Wang vd., 2018). Bizim makroskopik ve mikroskopik bulgularımıza göre solungaç filamentlerinin özellikle serbest uçlarında iri gaz kabarcıkları ve histolojik incelememizde de yaygın şekilde filament damarlarında konjesyon, sekonder filamentlerde hiperplazi ve ödem izlenmiştir. Diğer çalışmalarda ise solungaçlarda solgunluk (Saeed ve Al-Thobaiti, 1997), filamentlerde gaz kabarcıkları (Schisler ve Bergersen, 1999) ve solungaç travması bildirilmiş olup (Chen vd., 2012), bu bulgular çalışmamızla paralellik göstermiştir.

Gaz süpersaturasyonuna karşı gelişen klinik bulgulara bakıldığında, Huang vd. (2010)'ne göre, juvenil boyda kaya sazanlarının (*Procypris rabaudi*) yüksek gaz süpersaturasyonuna sahip suyla karşılaştıklarında oradan yüzerek şiddetli şekilde uzaklaşmaya çalıştıkları bildirilmiştir. Başka bir çalışmada somon (*Oncorhynchus* spp.) ve gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*), yine yüksek değerlerle karşılaştıklarında her zaman hızlıca yüzerek uzaklaşmaya çalıştıkları not edilmiştir (Stevens vd., 1980). Ayrıca Wang vd. (2015a; 2015b)'ne göre deneysel çalışmalarda da farklı sazan türlerinde (*Schizothorax prenanti* ve *Procypris rabaudi*) benzer şekilde yüzerek kaçma ve uzaklaşma davranışı görülmüştür. Çalışmamızda ölü balıkların yanında hala canlı olan balıkların yüzeyde ağızları açık bir şekilde yüzdüğü izlenmiştir. Ayrıca gaz süpersaturasyonunun kronik gelişimi sonucunda, anfizem gelişmekte ve bu durumun devamlılığı mortalitenin gelişmesine yol açabilmektedir (Marking, 1987; Cao vd., 2019). Çalışmamızda buna benzer şekilde mortalitesi gerçekleşen balıkların ağızı açık şekilde tespit edilmesi bu bulguya paralellik göstermektedir.

Hastalığın makroskopik bulguları bazı vakalarda oldukça belirgin olabilmekte beraber, bir çalışmada tuzlu su tilapyanlarında (*Oreochromis spilurus*), dorsal yüzgeç ışınları arasında ve vücutta bazı bölgelerde derinin altında gaz kabarcıkları ve bilateral ekzoftalmus izlenilmiştir. Postmortem incelemede ise, tam dolu ve büyümüş safra kesesine, gözde kan pıhtısına ve abdominal boşlukta asitese rastlanmıştır (Saeed ve Al-Thobaiti, 1997). Başka bir çalışmada farklı türde kaya balıklarıyla yapılan bir çalışmada siyah (*Sebastes melanops*) ve mavi kaya balıkları (*Sebastes mystinus*)

çok çeşitli makroskopik bulgular göstermiştir. Buna rağmen, hastalık sarı kaya balıklarında (*Sebastes flavidus*) özellikle farinks ve özafagus membranında gaz kabarcıklarına ve hava kesesinde fonksiyon bozulmasına yol açmıştır. Egzoftalmus gelişimi ve göz merceğinde gaz kabarcıklarına ise siyah kayabalığından daha az rastlanmıştır (Pribyl vd., 2009). Diğer bir çalışmada Nil tilapyanlarında abdominal asites, solgun solungaçlar, nekrotik kuyruk sapı ve kaudal yüzgeç, bazı balıklarda ise oldukça belirgin bilateral ekzoftalmus ile göz küresi kaybı, pek çok gözde bulutsu lens veya korneal opaklık ve oldukça dolu ve genişlemiş safra kesesi izlenmiştir (Saeed ve Al-Thobaiti, 1997). Dermal kan damarları gaz kabarcıkları ile dolu görülmüştür (Speare, 1991; Kitano, 1995). Çalışmamızda bu bulgulara benzer şekilde, ışık mikroskobu altında solungaç filamentlerinde belirgin gaz kabarcıkları, gözle görülür şekilde yüzgeçlerde gaz kabarcıkları ve ekzoftalmus belirlenmiştir. Diğer çalışmalardan farklı olarak pektoral, dorsal, kaudal yüzgeç, solungaçlar ve solungaç kapağı çevresinde noktasal kanamalar görülmüştür. Ayrıca mide ve bağırsakların gaz kabarcıkları ile dolu olduğu tespit edilmiştir.

Hastalığın histolojik bulguları ile ilgili olarak, Chinook somonda (*Oncorhynchus tshawytscha*), deneysel olarak gaz süpersaturasyonu yüksek olan bir yer altı suyuna maruz bırakılan balıklarda, çeşitli organlarında büyük lezyonlar gelişmiştir (Speare, 1991; Kitano, 1995). Farklı bir deneysel çalışmada juvenil Atlantik somonlarda (*Salmo salar*) artan oksijen doyunluğuna sahip gruplar ve artan süreli çalışma gruplarında, süre ve doyunluğun artışı ile öncelikle makroskopik olarak dokularda (yüzgeç, lateral çizgi, solungaç ve göz) izlenen gaz baloncukları histolojik kesitlerde de belirlenerek makroskopik bulgular desteklenmiştir (Espmark vd., 2010). Gaz süpersaturasyonunun akut şekilde artışı atar damarlarda yıkımlanmalara, toplar damarlarda yağ embolisine ve tromboli şeklinde kendini gösteren anormalliklere yol açabilmektedir (Kitano, 1995). Bizim çalışmamızda ise histolojik inceleme açısından farklı organlar ele alınmış olup, dokular arasında en fazla solungaçların etkilendiği, bunun yanında mide ve bağırsakların lümeninde dejeneratif yıkımlanmalar, karaciğer ve dalakta ise kanamaya bağlı olarak kan hücrelerinde artışlar ve dejenerasyonlar izlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, Nil tilapyanında gaz kabarcığı hastalığı *Streptococcus* sp. enfeksiyonu ile birlikte görülürken, gaz kabarcığı hastalığına çözüm bulunduğu ardından enfeksiyon varlığı da ortadan kalkmıştır (Sarhan, 2005). Başka bir çalışmada yine Nil tilapyanında meydana gelen gaz kabarcığı hastalığı sonrasında bağışıklığı zayıf düşen balıklarda, ağır bir monogenetik trematod enfeksiyonu gelişmiştir (Saeed ve Al-Thobaiti, 1997). Çalışmamızda, yapılan makroskopik gözlemlere göre sekonder bir hastalık etkenine

rastlanmamıştır. Çalışmamız sonunda yetiştiricilik tesisindeki tankların su girişlerine saturasyon kolonları yerleştirilmiş ve hastalığın giderildiği gözlemlenmiştir. Bu durum, sekonder bir hastalık etkeninin söz konusu olmadığı bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Gaz kabarcığı hastalığının gelişiminde, etkili olan faktörlerden biri su sıcaklığı olup buna bağlı olarak Nebeker vd. (1978)'ne göre, gökkuşağı alabalığı ve Chinook somonla yapılan bir çalışmada, artan su sıcaklığı ile mortalitenin de artmış olduğu bildirilmiştir. Ancak coho/gümüş somon (*Oncorhynchus kisutch*) ile sockeye/kırmızı somon (*Oncorhynchus nerka*) bu durumdan etkilenmemiştir. Çalışmamızda suyun sıcaklığı Ağustos ayı için daha yüksek olmasına rağmen, Aralık ayı ile arasındaki fark oldukça küçüktür, bununla beraber Aralık ayında elde edilen klinik bulgular daha şiddetli bulunmuştur.

Gaz kabarcığı hastalığına sebep olan vakalarda, problemin çözümü için, havalandırmanın artırılması veya suyun yavaşlatılması, suyun yüzey alanının atmosferle daha fazla temas ettirilmesi önerilmektedir (Marsh ve Gorham, 1905; Marking, 1987; Hisar vd., 2007). Diğer yandan bazı çalışmalarda balığı gaz süpersaturasyonundan korumak için derin suya yönlendirme konusu ele alınmıştır (Chamberlain vd., 1980; Stevens vd., 1980; Wang vd., 2015a). Bu yöntemde her bir metre derinlik artışı gaz kabarcığı hastalığının olasılığını daha da düşürmektedir (Elston vd., 1997). Diğer bir çalışmaya göre gaz süpersaturasyon problemi olan dhufish (*Glaucosoma hebraicum*) tanklarında gaz kabarcığı hastalığının önlenmesi için yaklaşık 1.5

metre derinliğe ihtiyaç olduğu öne sürülmüş ve bu tip bir önlemin salmonidler için de geçerli olabileceği bildirilmiştir (Colt ve Bouck 1984; Stephens vd., 2002). Çalışmamızda kullandığımız tanklarda su derinliği 70 cm olup, daha önce yapılan çalışmadaki seviyenin oldukça altında olduğu görülmektedir. Başka çalışmalarda üretim tanklarında gelişen gaz süpersaturasyonunun önlenmesi için su kaynağının başka havalandırma sistemleri ile düzenlenmesi, daha düşük gaz basınçlı bir su kaynağı ile değiştirilmesi veya tankların su girişlerine saturasyon kolonu yerleştirilmesi yoluyla gaz basıncı düşürülmüş ve problemler ortadan kaldırmıştır (Saeed ve Al-Thobaiti, 1997; Hisar vd., 2007).

Sonuç olarak tilapyalarda yer altı suyunun kaynak olarak kullanılması durumunda saturasyon kolonu ya da benzer işlev görecektir sıçratma tahtalarının kullanımının önemli ve gerekli olduğu söylenebilir. Yetiştiricilik tesislerinde balıkların süpersaturasyonun etkileri ile ilgili takibi sürekli olarak yapılmalı ve tank duvarlarında su altında kalan kısımlardaki gaz kabarcıklarının mevcudiyeti izlenmelidir; bu tip gözlemler erken önlem alınabilmesi bakımından faydalı olacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasında desteklerinden dolayı Kılıç Deniz Ürünleri AŞ'ne; Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi - TARBİYOMER'e sağladıkları olanaklar için teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- Alderice, D.F. & Jensen, J.O.T. (1985). Assessment of the influence of gas supersaturation on salmonids in the Nechako River in relation to Kemano Completion. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, No. 1386.
- 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)
- Chamberlain, G.W., Neill, W.H., Romanowsky, P.A. & Strawn, K. (1980). Vertical responses of Atlantic croaker to gas supersaturation and temperature change. *Transactions of the American Fisheries Society* 109, 737-750. DOI: [10.1577/1548-8659\(1980\)109<737:VROACT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1980)109<737:VROACT>2.0.CO;2)
- Chen, S., Liu, X., Jiang, W., Li, K., Du, J., Shen, D. & Gong, Q. (2012). Effects of total dissolved gas supersaturated water on lethality and catalase activity of Chinese sucker (*Myxocyprinus asiaticus* Bleeker), *Journal of Zhejiang University-Science B- Biomedicine & Biotechnology* 13(10), 791-796. DOI: [10.1631/jzus.B1200022](https://doi.org/10.1631/jzus.B1200022). PMID: [PMC3468822](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2468822/)
- Colt, J. & Bouck, G. (1984). Design of packed column for degassing. *Aquacultural Engineering*, 3(4), 251-273. DOI: [10.1016/0144-8609\(84\)90007-4](https://doi.org/10.1016/0144-8609(84)90007-4)
- Colt, J.E. & Orwicz, K. (1991). Aeration in intensive culture. In *Aquaculture and water quality*, D. E. Brune and J. R. Tomasso (Ed.), *World Aquaculture Society, Louisiana State University*, (pp 198-271). Louisiana: Baton Rouge.
- Culling, A.F., Allison, T.R. & Barr, T.W. (1985). Cells and tissues. *Cellulery Patholog Technique*. 4. rt Ed., (pp 1-5). London: Mid-County Pres.
- Elston, R., Colt, J., Abernethy, S. & Maslen, W. (1997). Gas bubble reabsorption in chinook salmon: pressurisation effects. *Journal of Aquatic Animal Health*, 9(4), 317-321. DOI: [10.1577/1548-8667\(1997\)009<0317:GBRICS>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(1997)009<0317:GBRICS>2.3.CO;2)
- Espmark, A.M., Hjelde, K. & Baevefjord, G. (2010). Development of gas bubble disease in juvenile Atlantic salmon exposed to water supersaturated with oxygen. *Aquaculture* 306(1-4), 15 August 2010), 198-204. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2010.05.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.05.001)
- Gorham, F.P. (1901). The gas bubble disease of fish and its cause. *Bulletin of the United States Fish Commission*, 19(1899), 33-37.



- Hisar, O., Hisar, Ş.A., Sirkecioğlu, A.N., Karataş, M. & Yanık, T. (2007). Using a oxygenating and degassing column to improve water quality in salmonid hatcheries. *International Journal of Natural and Engineering Science* 1(3), 63-64.
- Huang, X., Li, K.F., Du, J. & Li, R. (2010). Effects of gas supersaturation on lethality and avoidance responses in juvenile rock carp (*Procypris rabaudi* Tchang). *Journal of Zhejiang University- Science B- (Biomedicine & Biotechnology)*, 11(10), 806-811. DOI: [10.1631/jzus.B1000006](https://doi.org/10.1631/jzus.B1000006)
- Jensen, J.O.T., Schnute, J. & Alderdice, D.F. (1986). Assessing juvenile salmonid response to gas supersaturation using a general multivariate dose-response model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43(9), 1694-1709. DOI: [10.1139/f86-213](https://doi.org/10.1139/f86-213)
- Ji, Q., Xue, S., Yuan, Q., Yuan, Y., Wang, Y., Liang, R., Feng, J., Li, K. & Li, R. (2019). The tolerance characteristics of resident fish in the upper Yangtze River under varying gas supersaturation. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(2021), 1-13. DOI: [10.3390/ijerph16112021](https://doi.org/10.3390/ijerph16112021)
- Kitano, M. (1995). Pathological aspects of decompression sickness. *Departmental Bulletin Paper*, 25, 47-59.
- 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(04), 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.
- Marsh, M.C. & Gorham, F.P. (1905). The gas disease in fishes. *Report of the United States Bureau of Fisheries*, 1904, 343-376.
- Meyers, T. (2014). Policies and guidelines for Alaska fish and shellfish health and disease control, 3<sup>rd</sup> Edition, Alaska Department of Fish and Game, *Regional Information Report*, No. 5J14-04 (pp 90-91). Juneau.
- Nebeker, A.V., Andros, J.D., McCrady, J.K. & Stevens, D.G. (1978). Survival of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) eggs, embryos, and fry in air-supersaturated water. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 35(2), 261-264.
- Pribyl, A.L., Schreck, C.B., Kent, M.L. & Parker, S.J. (2009). The differential response to decompression in three species of nearshore Pacific rockfish. *North American Journal of Fisheries Management* 29(5), 1479-1486. DOI: [10.1577/M08-234.1](https://doi.org/10.1577/M08-234.1)
- Saeed, M.O. & Al-Thobaiti, A. (1997). Gas bubble disease in farmed fish in Saudi Arabia, *Veterinary Record*, 140 (26), 682-684. DOI: [10.1136/vr.140.26.682](https://doi.org/10.1136/vr.140.26.682)
- Sarıhan, F. (2005). Tilapia (*Oreochromis niloticus*)'larda levamisol ve *Streptococcus iniae* uygulamasından sonra oluşan immün yanıtın izlenmesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, *Doktora Tezi* (pp 24-25). Adana, Türkiye.
- Schisler, G.J. & Bergersen, E.P. (1999). Evaluation of chronic gas supersaturation on growth, morbidity, and mortality of fingerling rainbow trout infected with *Myxobolus cerebralis*, *North American Journal of Aquaculture*, 61(3), 175-183. DOI: [10.1577/1548-8454\(1999\)061<0175:EOCGSO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8454(1999)061<0175:EOCGSO>2.0.CO;2)
- Speare, D.J. (1991). Endothelial lesions associated with gas bubble disease in fish. *Journal of Comparative Pathology*, 104, 327-335. DOI: [10.1016/S0021-9975\(08\)80044-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9975(08)80044-8)
- Stephens, F.J., Cleary, J.J., Jenkins, G., Jones, B., Raidal, S.R. & Thomas, J.B. (2002). Health problems of the western Australian dhufish, Fisheries Research and Development Corporation Report, FRDC Project 98/328, *Division of Veterinary and Biomedical Sciences Murdoch University* (pp 9-34). Murdoch Western Australia.
- Stevens, D.G., Nebeker, A.V. & Baker, R.J. (1980). Avoidance responses of salmon and trout to air-super-saturated water. *Transactions of the American Fisheries Society*, 109, 751-754.
- Summerfelt, S.T. (1993). Low-head, roughing filters for enhancing recycle water treatment for aquaculture, Iowa State University Capstones, *Theses and Dissertations* (pp 9-13). Iowa, Microfilmed.
- Wang, Y., Li, K., Li, J., Li, R. & Deng, Y. (2015a). Tolerance and avoidance characteristics of Prenant's Schizothoracin *Schizothorax prenanti* to total dissolved gas supersaturated water. *North American Journal of Fisheries Management* 35(4), 827-834. DOI: [10.1080/02755947.2015.1052160](https://doi.org/10.1080/02755947.2015.1052160)
- Wang, Y., Liang, R., Tuo, Y., Li, K. & Hodges, B. (2015b). Tolerance and avoidance behavior towards gas supersaturation in rock carp *Procypris rabaudi* with a history of previous exposure. *North American Journal of Aquaculture* 77(4), 478-484. DOI: [10.1080/15222055.2015.1059913](https://doi.org/10.1080/15222055.2015.1059913)
- Wang, Y., Li, Y., An, R. & Li, K. (2018). Effects of total dissolved gas supersaturation on the swimming performance of two endemic fish species in the upper Yangtze River. *Scientific Reports* 8(10063), 1-9. DOI: [10.1038/s41598-018-28360-7](https://doi.org/10.1038/s41598-018-28360-7)
- Yuan, Y., Wang, Y., Zhou, C., An, R. & Li, K. (2018). Tolerance of Prenant's Schizothoracin *Schizothorax prenanti* to total dissolved gas supersaturated water at varying temperature. *North American Journal of Aquaculture* 80, 107-115. DOI: [10.1002/naaq.10007](https://doi.org/10.1002/naaq.10007)