



Hirfanlı Baraj Gölünde Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Bakteriyel Hastalıklarının Araştırılması

Oğuzhan KUZUCU¹, Hakan Murat BÜYÜKÇAPAR², Selim SARP³

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Şanlıurfa, Türkiye, ²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye ³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-9152-0663>, ²<https://orcid.org/0000-0003-0253-1828>, ³<https://orcid.org/0009-0007-8499-5867>

✉: oguzhankuzucu@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada Kırşehir ilindeki Hirfanlı Baraj Gölünde yetiştiriciliği yapılan Gökkuşluğu alabalığında, sıklıkla rastlanan bakteriyel hastalıkların taranması amaçlanmıştır. Bu amaçla 2023 yılında enfeksiyona dayalı ölüm bildirisi ile 5 farklı işletmeye gidilmiş ve balıklar kafeslerde klinik (dış) muayeneden geçirilmiştir. Yavaş hareket, yeme tepkisizlik, koyu vücut rengi, ekzoftalmi ve vücut yüzeyinde görülen ülserler ile tespit edilmiştir. Hastalık semptomu gösteren toplam 70 adet Gökkuşluğu alabalığından karaciğer, dalak ve böbreklerde histopatolojik ve mikrobiyolojik muayeneler yapılmış ve örnekler alınmıştır. Bu örneklerden elde edilen saf suşlara biyokimyasal tanımlama testler uygulanmıştır. Biyokimyasal testler ile identifiye edilen suşların sekans analizi yapılmış ve analiz sonucu NCBI'daki referans bakterilere göre yorumlanmıştır. Sonuç olarak; *Aeromonas sobria*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Hafnia alvei* bakterileri genetik özelliklerine göre tanımlama yapılmıştır. Ayrıca elde edilen suşların Kirby Bauer disk difüzyon yöntemi ile antibiyotik duyarlılıkları belirlenmiştir.

Fisheries

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 29.11.2024

Kabul Tarihi : 21.02.2025

Anahtar Kelimeler

Akuakültür

Hirfanlı baraj gölü

Gökkuşluğu alabalığı

Bakteriyel hastalık

16s rRNA gen dizilimi

Investigation of bacterial diseases in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) farms in Hirfanlı Dam Lake

ABSTRACT

The aim of this study was to screen rainbow trout cultured in Hirfanlı Dam Lake, Kırşehir Province, for common bacterial diseases. For this purpose, five different facilities were visited in 2023, following reports of fish mortality due to infection. Fish in the cages underwent clinical (external) examination. Observed symptoms included slow movement, unresponsiveness to feed, darkened body color, exophthalmos, and occasional ulcers on the body surface. Histopathological and microbiological samples were collected from the liver, spleen, and kidneys of a total of 70 rainbow trout exhibiting disease symptoms. Biochemical identification tests were performed on pure bacterial strains obtained from these samples. The strains identified through biochemical tests were further analyzed using sequence analysis, and the results were compared with reference bacteria in the NCBI database. As a result, *Aeromonas sobria*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Hafnia alvei* were identified based on their genetic characteristics. Additionally, the antibiotic susceptibilities of the bacterial strains were determined using the Kirby-Bauer disk diffusion method.

Fisheries

Research Article

Article History

Received : 29.11.2024

Accepted : 21.02.2025

Keywords

Aquaculture

Hirfanlı Dam Lake

Oncorhynchus mykiss

bacterial disease

16s rRNA gene sequence

Atf İçin : Kuzucu, O, Büyükçapar, H.M., & Sarp, S (2025). Hirfanlı Baraj Gölünde Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Bakteriyel Hastalıklarının Araştırılması. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 28 (2), 561-570. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1593446.

To Cite: Kuzucu, O, Büyükçapar, H.M., & Sarp, S (2025). Investigation of bacterial diseases in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) farms in Hirfanlı Dam Lake. *KSU J. Agric Nat* 28 (2), 561-570. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1593446.

GİRİŞ

Son yirmi yılda, dünya çapında su ürünleri yetiştiriciliği üretimi önemli bir büyüme sağlamış ve 2000 yılında yaklaşık 40 milyon ton olan, çoğunlukla insan gıdası olarak kullanılan toplam 87,5 milyon ton üretime ulaşarak %120'lik kayda değer bir artış göstermiştir. Küresel olarak, su ürünleri yetiştiriciliği üretimi ağırlıklı olarak Asya ülkelerinde, özellikle de üretimin %88,7'sine katkıda bulunan Çin'de yoğunlaşmıştır. Çin'in ardından, Avrupa (%4,39), Amerika (%4,35), Afrika (%2,33) ve Okyanusya (%0,33) gelmektedir (Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Department, 2000; FAO, 2022). Bu üretim içerisinde Gökkuşluğu alabalığı *O. mykiss*, farklı koşullarda su ürünleri yetiştiriciliği için son derece uyarlanabilir ve uygun olmasını sağlayan birçok faktörün kombinasyonu sayesinde yetiştiricilik için avantajlı bir tür olarak yerini almıştır (Sarıeyyüpoğlu ve ark., 2017).

Norveç, Şili ve Türkiye, kültür balığı türlerinin çeşitliliği açısından ilk on ülke arasında yer almakta ve özellikle somon yetiştiriciliği yoluyla toplam küresel su ürünleri üretiminin yaklaşık %1 ila %2'sine katkıda bulunmaktadır (Medina ve ark., 2020; Naylor ve ark., 2021). Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliği yeraltı suları, doğal göller, nehirler ve baraj gölleri gibi iç su kaynaklarında ve denizlerde yapılmaktadır. Türkiye'de Gökkuşluğu alabalığı (*O. mykiss*) üretimi 1970'lerde başlamış ve şu anda yıllık 165.683 ton üretimle (134.174 ton iç sularından ve 31.509 ton denizlerden), alabalık yetiştiriciliğinde Avrupa'nın önde gelen ülkelerinden biri haline gelmiştir (FEAP, 2022). Ancak üretimdeki bu hızlı artış özellikle iç sularda tam olarak tanımlanmamış çeşitli hastalıkları beraberinde getirmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki bakteriyel hastalıkların birçok ülkede önemli ekonomik ve sosyal etkileri olduğu bilinmektedir (Defoirdt ve ark., 2011).

Son yıllarda Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de hızla artan su ürünleri yetiştiriciliği yeni üretim sahalarının da açılmasını tetiklemiştir. Çalışmaya konu olan Hirfanlı Baraj Gölü su havzası bakımından Ankara, Aksaray ve Kırşehir İllerinin idari sınırlarında olup; su ürünleri yetiştiriciliği sadece Kırşehir İline bağlı olan 5. ve 6. bölgede gerçekleşmektedir. Bu bölgelerde ilgili bakanlık tarafından toplam 3.300 da'lık su alanı üretime açılmış ve ilk tesis 2017 yılında kurulmuştur (Anonim, 2024). Baraj gölünde 2024 yılı itibarıyla 17 işletme faaliyet göstermektedir. Baraj gölünde su ürünleri yetiştiriciliği yakın zamanda başladığı için bu havza ile ilgili su ürünleri yetiştiriciliği açısından çok fazla çalışma yapılmamış olup; balık hastalıkları konusunda tek çalışma 2021 yılında gölde yaşayan sazan balıklarının parazitolojik, bakteriyolojik ve virolojik yönden incelenmesi yönünde olmuştur ve çalışmada bakteriyolojik analiz Vitek-2 sistemi ile yapılmıştır (Çilli ve ark., 2023).

Tatlı suda kültürü yapılan balık türlerinin de *Flavobacterium*, *Aeromonas*, *Yersinia*, *Renibacterium*, *Mycobacterium* ile *Streptococcus* ve *Lactococcus* türleri tarafından tehdit edildiği bildirilmiştir (Pridgeon ve Klesius 2012; Sudheesh ve ark., 2012; Özcan ve Sarıeyyüpoğlu, 2014; Özcan ve Gök, 2019). Ülkemizde de kültürü yapılan gökkuşluğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) farklı coğrafik bölgelerde enfeksiyona neden olan bakteriyel patojenlerin izolasyonu ve teşhisi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır (Sarıeyyüpoğlu, 1984; Timur ve ark., 1996; Karataş Düğenci ve Candan, 1997; Kılıç ve ark., 2007; Diler ve ark., 2000a; Diler ve ark., 2000b; Aydın ve ark., 2001; Altun ve ark., 2010; Özcan ve Sarıeyyüpoğlu, 2013; Özcan ve ark., 2014; Özcan ve Barış 2019; Özcan, ve Kuzucu 2019; İspir ve ark., 2021; Özcan ve Donat 2022).

Bu çalışmanın amacı yakın zamanda su ürünleri yetiştiriciliğinin başladığı Hirfanlı Baraj Gölünde işletmelerden hastalık semptomlu balıkların örnekleme yapılarak, bakteriyel enfeksiyona neden olan patojenlerin ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla işletmelerde hastalık semptomu gösteren örneklerin patolojik incelemesinin ardından bakteriyel izolasyonu ve bu bakterilerin 16s rRNA gen sekans analizi ile tanımlaması yapılmıştır. Ayrıca izole edilen bakteri türlerine karşı antibiogram test uygulanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Hirfanlı Baraj Gölünde faaliyet gösteren alabalık yetiştiricilik tesislerinden 2023 yılında hastalık bildirimine müteakip örnekleme yapılmış olup; 17 işletmenin 5'inden örnekler tesadüfi olarak seçilmiştir. İstatiksel açıdan toplam işletme sayısının %29'unu temsil etmektedir. Örnekler öncelikle yavru ve porsiyonluk olarak ayrılmış ve her iki grubun kendi arasında standart sapması hesaplanmıştır. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Balık Hastalıkları laboratuvarına teşhis için gönderilen balık örnekleri (50-250 gr) makroskobik olarak muayene edildikten sonra vücut yüzeyi, dış bakteri florasını dekontamine etmek için %70 etil alkol kullanılarak muamele edilmiştir. Örneklerin patolojik muayenesi için öncelikle; deri, karaciğer, kalp, böbrek ve bağırsakları kasete alınarak preparatları hazırlanmış ve mikroskop altında incelenmiştir. Bakteriyolojik inceleme için ise örneklerde nekropsinin ardından karaciğer, dalak ve böbreklerinden, Tryptic Soy Agar (TSA) ve Beyin Kalp İnfüzyon Agar (BHIA) üzerine ekim yapılmıştır. 24°C'de 24-72 saat inkübasyondan sonra, balıklardan izole edilen bakteriler, izolasyonun saflığını kontrol etmek amacıyla aynı koşullar altında alt kültüre tabi tutulmuştur. Saflaştırılan bakteri kolonileri fizyolojik açıdan incelenmiştir. Ardından elde edilen saf bakteri kültürleri; %20 gliserol ilaveli Tryptic Soy Broth (TSB) ile -22 °C'de stoklanmıştır. Bakteriyel identifikasyon için ise daha önce

stoklanan bakteri örnekleri uygun besiyerlerinde canlandırma işleminden sonra pasajlanarak saf kültür haline getirilmiştir. Bakteri örneklerinin moleküler yöntemlerle teşhisinde ticari DNA izolasyon kiti kullanılmıştır (Vivantis GF-BA-100). Kit protokolüne göre elde edilen DNA örneklerinin saflığının belirlenmesi için NanoDrop cihazında ölçümleri yapılarak, DNA örneklerinin 260/280 nm dalga boyundaki absorpsiyon değerleri 1,8-2.0 aralığında ve konsantrasyonu 100 ng/µl en yakın olan örnekler çalışmaya dahil edilmiştir. İzole edilen DNA örneklerinin tanımlanması için evrensel bakteriyel primer olarak adlandırılan İnternal Transcribed Spacer (ITS) gen bölgelerinden

BAK2-F:5'AGTTTGATC(A/C)TGGCTCAG/3'

BAK11-F: 5'GGACTAC(C/T/A)AGGGTATCTAAT/3' primer çiftleri kullanılmıştır.

DNA örneklerinin uygun PCR koşullarında çoğaltılması ve DNA bantlarının DNA gen dizi analizi için çoğaltılmasında PCR karışım protokolü (2 µL 10x PCR Buffer, 0,4 µL MgCl₂, 0,4 µL Primer F, 0,4 µL Primer R, 1 µL DNA (Template), 0,4 µL dNTP, 0,3 µL Taq polimeraz, 15,1 µL dH₂O) uygulandı (Kuzucu, 2023). Karışım, protokolün hazırlanmasının ardından bakteri DNA'larının çoğaltılması için; 95°C 5 dakika, 35 tekrar ile [5°C 30 sn.- 48°C 45 sn. 72°C 1dk.], 72°C 10 dakika ve +4°C'de tamamlandı. Elde edilen DNA örneklerinin amplifikasyonunun kontrolü için PCR ürünleri agaroz jel elektroforezinde yürütüldü.

Çalışmada DNA gen dizi analizi için AB3130XL16 kapiller cihazı (Hitachi, Japonya) kullanıldı. Jel elektroforezinde uygun bant gösteren örnekler sekans işlemi için seçilerek Exso-SAP pürifikasyonu; 2,5 µl PCR ürünü, 1 µl Exosap ile karıştırılarak, 37°C 30 dakika, 80°C'de 15 dakika ve +4 °C'de sonlandırılacak şekilde reaksiyon karışımı ve PCR protokolü uygulandı. ExsoSAP pürifikasyonundan sonra Cycle Sequencing PCR reaksiyon karışımı; 3,5 µl PCR ürünü, 2 µl Big Dye, 2 µl Buffer (5x), 0,5 µl dH₂O ve 2 µl Primer (F ve R, 2 ng/ul) şeklinde hazırlandı ve PCR protokolü uygulandı. Sekans öncesi tüm örnekler Sephadex pürifikasyonu yapılarak AB3130xl Genetic Analyzer cihazına yüklendi. Sephadex pürifikasyonu için; 1 gr Sephadex 14 ml deiyonize ultra saf su içerisinde çözülerek 700 µl alıcı sütun içerisine aktarıldı. 4600 rpm 2.5 dk santrifüj edilerek sephadex karışımının sıvı kısmı uzaklaştırıldı. Elde edilen kolona Sekans PCR ürünleri eklenerek 4600 rpm 2.5 dk santrifüj edildi. Santrifüj sonrası altta kalan kısım sekans cihazına yüklendi.

Sekans datalarının değerlendirilmesi için ham veriler Bioedit 7.2.5 software ile işlenerek NCBI - Basic Local Alignment Search Tools (BLAST) programı kullanılarak referans veri tabanları ile karşılaştırıldı. Tüm örnekler çift yönlü çalışılarak konsensüs oluşturulup blastlandı. İdentifikasyonu yapılarak stoklanan suşların antibiyotik duyarlılığının tespiti için Kirby Bauer disk difüzyon yöntemi BD ticari markalı antibiyotik diskleri ile Muller-Hilton agarda uygulandı (Bauer ve ark., 1966).

Örnekleme yapılan tesisin baraj gölünü temsili ve örnekleme sayısının anlamlı bir sonuç oluşturup oluşturmadığı ile ilgili verilerin istatistiksel değerlendirmeleri IBM SPSS Statistics v25.0 yazılımı ile gerçekleştirildi (Anonim, 2001).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Klinik ve Histopatolojik Bulgular

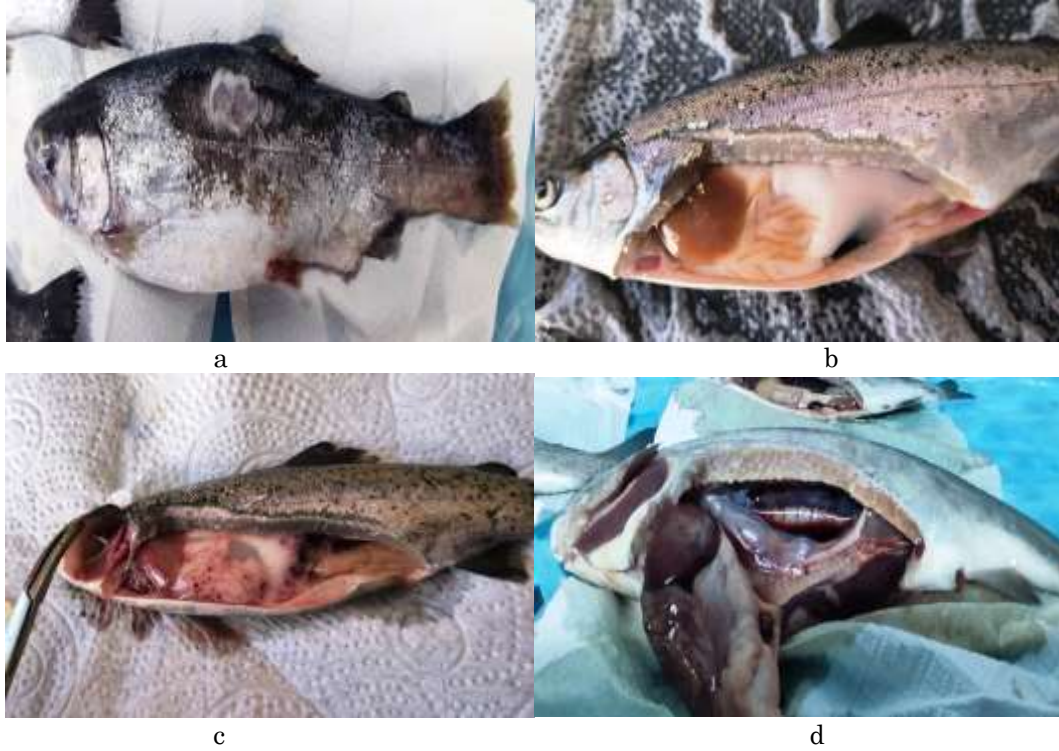
İşletmelerden farklı zamanlarda gelen örnekler tartılarak ağırlıkları kayıt altına alınmıştır. Yavru balık için toplam 27 numunenin ortalama ağırlığı $\bar{x} = 51,35$, $S_x = 0,017$ gr olarak bulunmuştur. Porsiyonluk olarak ayrılan grupta ise 43 numunenin ortalama ağırlığı $\bar{x} = 241,40$ $S_x = 0,038$ gr olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlılık derecesi, $p < 0,05$ olarak belirlendi ve bulunan varyans (standart sapma) değerleri bundan düşük olduğundan çalışmaya alınan balık grupları arasında boy açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. İşletmeden alınan anamnez bilgilerinde yavru ve porsiyonluk balık arasında ölüm oranları arasında fark olmadığı ve %4 ila 20'ye varan ölümlerin gerçekleştiği beyan edildi. Çiftliklerdeki enfekte Gökkuşluğu alabalıklarında genel olarak yavaş hareket, yeme tepkisizlik, koyu vücut rengi, ekzoftalmi ve vücut yüzeyinde ülserler (Şekil 1a) görüldü. Diseksiyondan sonra, saha araştırmasında enfekte olmuş balıklarda soluk bir karaciğer (Şekil 1b), boş mide ve asidik mide sıvısı (Şekil 1c), böbreklerde kanama ve granülomlar (Şekil 1d) görüldü.

Patolojik incelemede mikroskopik bulgular ise; solungaç lamellerinde hiperemi, pankreas asiner hücrelerde dejenerasyon ve dağılmalar, kalpte yangı hücreleri ve kalınlaşmalar, karaciğerde ise yağlanma şeklinde gözlemlendi (Şekil 2a-d).

Bakteriyolojik Bulgular

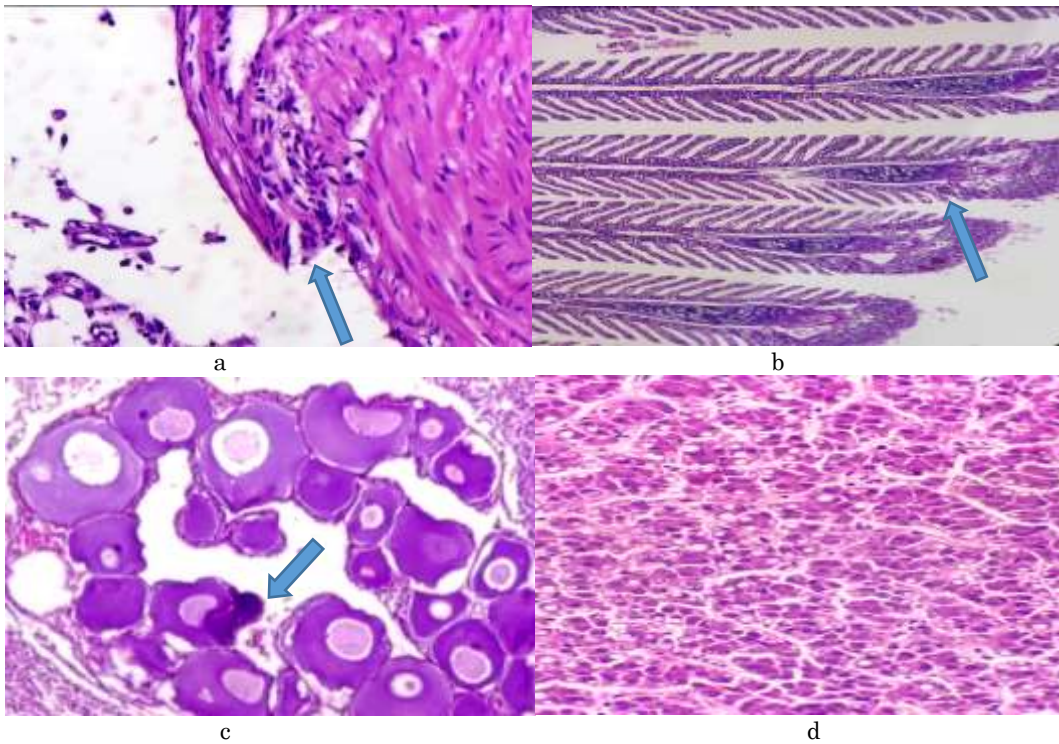
Toplamda 70 hasta balık örneğinden izole edilerek, identifikasyon için ayrılan bakteri suşlarının primer ile PCR'nın ardından jel elektroforez ile görüntülemesi yapıldı ve uygun bant görüntüsü gösteren örnekler sekans için ayrıldı. Sekansı yapılan suşların kromatogram görüntüleri Şekil 3'te verilmiştir. Sekansı yapılan 17 suşun fasta formatındaki sonuçları NCBI referans genleri ile kıyaslanmış ve 8 suş *Aeromonas sobria* (NCBI accession number: KC213891.1), 7 suş *Pseudomonas fluorescens* (NCBI accession number: KT447541.1), 2 suş ise *Hafnia*

alvei (NCBI accession number: CP050150.1) olarak tanımlandı. Tüm benzerlik oranları NCBI referans genler ile %99 üzeri olanlar arasından seçilmiştir. İdentifiye edilen suşların filogenetik ağaç görüntüleri ise Şekil 4' te verilmiştir.



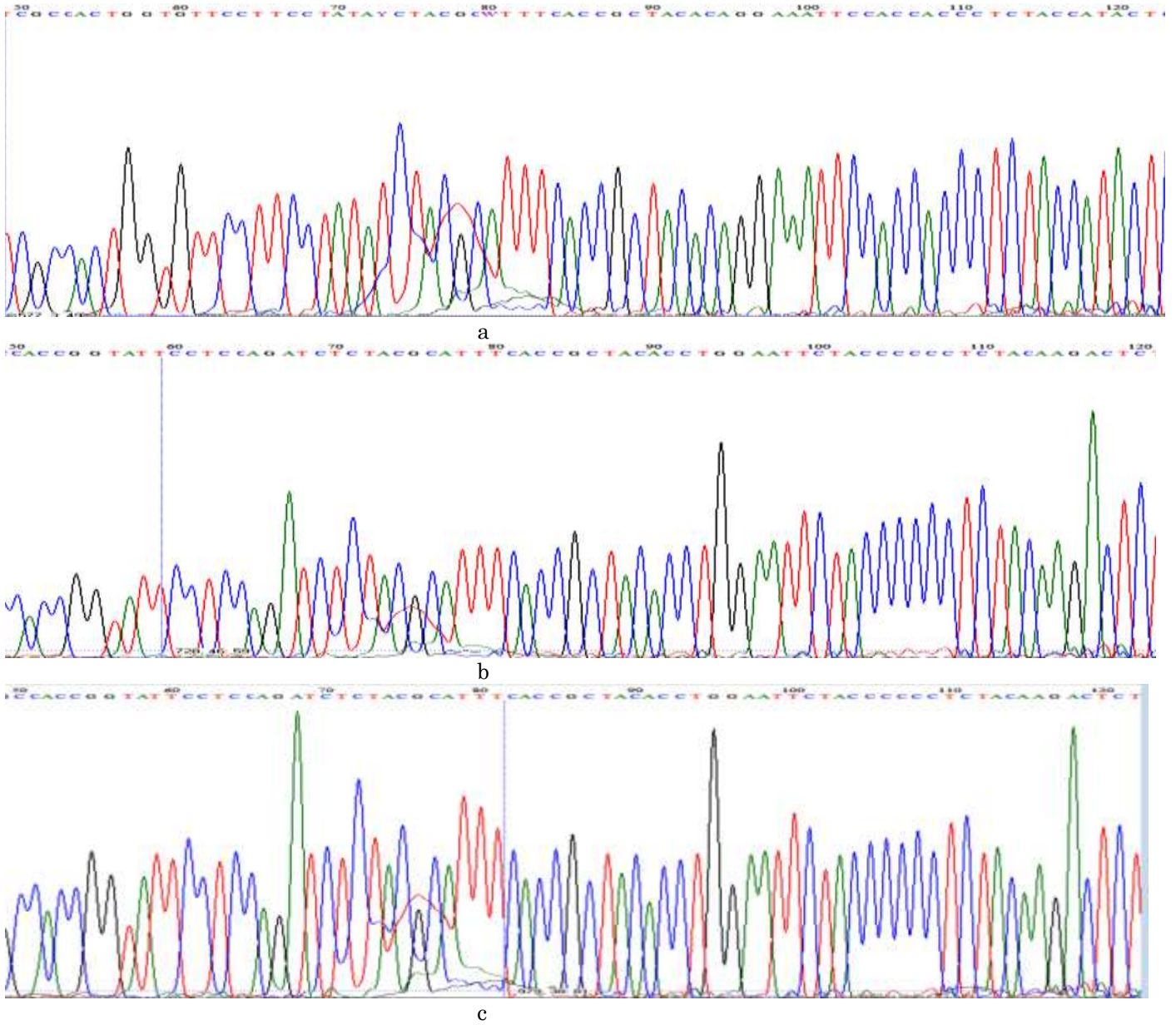
Şekil 1. (a) Hasta balıklarda deride ülseratif lezyonlar, (b) mide etrafında hemorajik ülserler, (c) soluk karaciğer, (d) Böbreklerde kanama ve granülomlar.

Figure 1. (a) Ulcerative lesions on the skin of sick fish, (b) hemorrhagic ulcers around the stomach, (c) pale liver, (d) hemorrhage and granulomas in the kidneys.



Şekil 2. (a) pankreasda dejenerasyon, (b) solungaç lamellerinde hiperemi, (c) pankreasda asiner hücrelerde dağınıklar, (d) karaciğerde yağlanma.

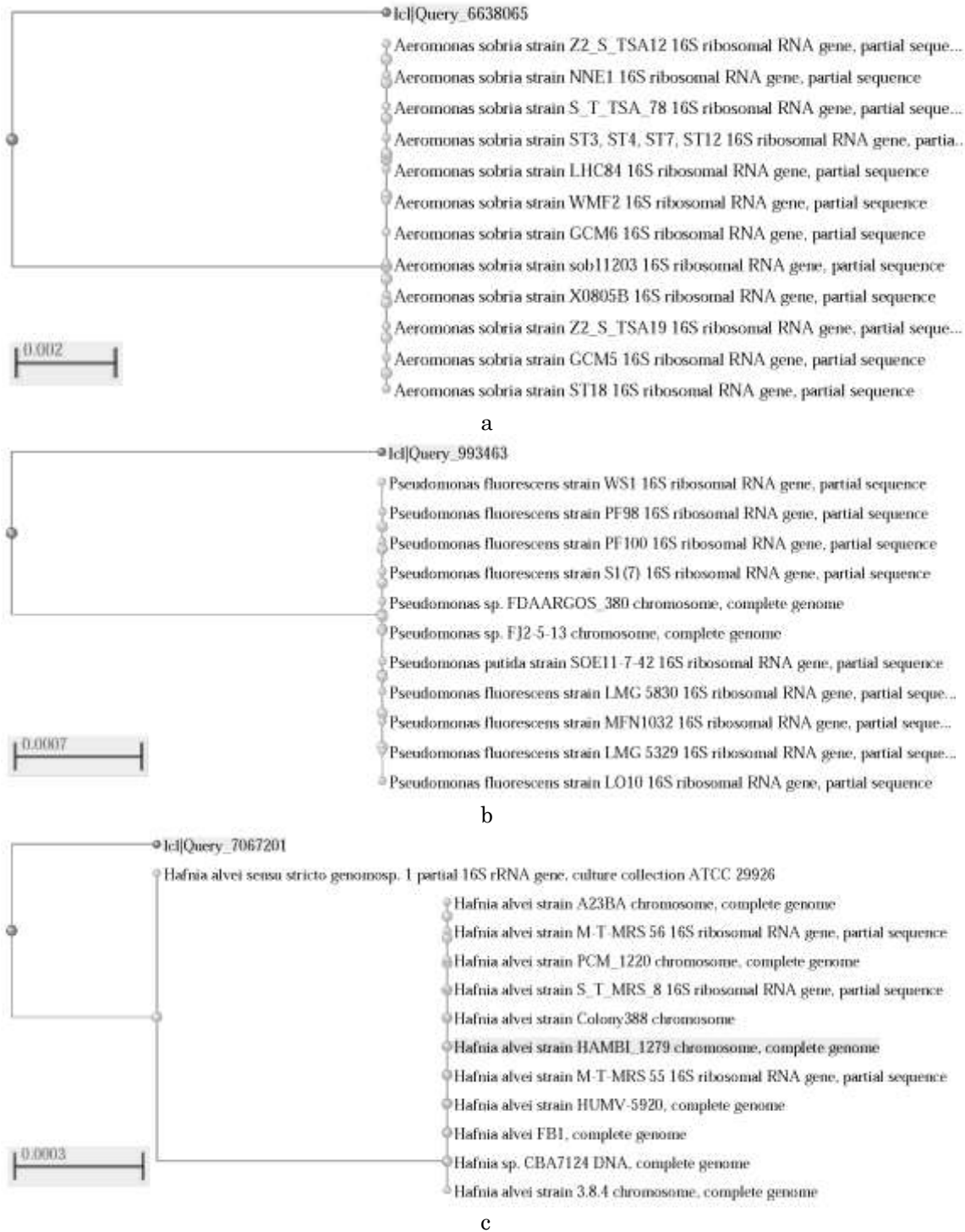
Figure 2. (a) degeneration of the pancreas, (b) hyperemia of the gill lamellae, (c) disintegration of acinar cells in the pancreas, (d) fatty liver.



Şekil 3. (a) *Aeromonas sobria* kromatogram grafiği, (b) *Pseudomonas fluorescens* kromatogram grafiği, (c) *Hafnia alvei* kromatogram grafiği.

Şekil 3. (a) *Aeromonas sobria* chromatogram graph, (b) *Pseudomonas fluorescens* chromatogram graph, (c) *Hafnia alvei* chromatogram graph.

Aeromonas suşlarının Kirby Bauer disk difüzyon testi sonrasında Penicilin, Amoksisilin, Enrofloksasin, Amoksisilin Clavulanic Acid, Oksitetrasiklin, Florfenicol ve Gentamicine duyarlı olduğu, Eritromosin, Chloramphenicol ve Colistin sulphate ise dirençli olduğu görüldü. *Pseudomonas* suşlarının disk difüzyon testi sonrasında Penicilin, Enrofloksasin, Amoksisilin clavulanic acid, Amoksisilin ve Gentamicine duyarlı olduğu, Eritromosin, Chloramphenicol, Oksitetrasiklin, Florfenicol ve Colistin sulphate dirençli olduğu görüldü. *Hafnia* suşlarının disk difüzyon testi sonrasında Penicilin, Enrofloksasin, Amoksisilin Clavulanic Acid, Amoksisilin, Florfenicol, Gentamicin, Chloramphenicol ve Oksitetrasikline duyarlı olduğu, Eritromosin ve Colistin sulphate ise dirençli olduğu görüldü (Tablo 1).



Şekil 4. (a) *Aeromonas sobria* filogenetik ağaç, (b) *Pseudomonas fluorescens* filogenetik ağaç, (c) *Hafnia alvei* filogenetik ağaç.
Figure 4. (a) *Aeromonas sobria* phylogenetic tree, (b) *Pseudomonas fluorescens* phylogenetic tree, (c) *Hafnia alvei* phylogenetic tree.

Tablo 1. Antibiyotik duyarlılık test sonuçları
Table 1. Antibiotic sensitivity test results

Bakteri suşu	Antibiyotik etken madde									
	P	AM	ENR	AMC	OX	FFC	GN	E	CL	CS
<i>Aeromonas</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R
<i>Pseudomonas</i>	S	S	S	S	R	R	S	R	R	R
<i>Hafnia Alvei</i>	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R

P: Penicilin, AM: Amoksisilin, ENR: Enrofloksasin, AMC: Amoksisilin Clavulanic Acid, OX: Oksitetrasiklin, FFC: Florfenicol, GN: Gentamicin, E: Eritromosin, CL: Chloramphenicol, CS: Colistin sulphate.
S: Susceptibility (duyarlı), R: Resistance (Dirençli).

TARTIŞMA

Çalışma konusu olan baraj göllerinde yapılan su ürünleri yetiştiriciliğinin bakteriyel yönden incelenmesi ile ilgili Türkiye'de birçok çalışma yapılmış olup bunlardan bazıları; Elâzığ ilinde Kılıç ve ark. (2007), Erzurum'da Çarbaş ve ark., (2008), Malatya'da Şeker ve ark. (2006) tarafından il geneli örneklemeler ile bakteriyolojik inceleme şeklinde sıralanabilir. Bu tip çalışmalar İl geneli yapılabildiği gibi baraj gölü düzeyinde de yapılabilmektedir. Deriner Baraj Gölünde su ürünleri üretiminin başlamasından önce doğal türler üzerinde bakteriyolojik ve parazitolojik bir çalışma yapılarak baraj gölünün balık patojenleri açısından risk haritası ortaya konmuştur (Düzgün, 2015). Trabzon ve Rize İllerinde alabalık işletmeleri üzerinde yapılan bir çalışmada ise işletmelerde görülen bakteriyel hastalıkların çoklu PCR yöntemi ile teşhisi yapılmıştır (Kayış, 2009). Çalışmaya konu baraj gölünde su ürünleri üretimi 2017 yılında başlamış olup alabalık türlerine yönelik herhangi bir bakteriyolojik inceleme çalışmasına rastlanmamıştır. Bu sebeple üretime yeni açılan baraj göllerinde bu tip survey çalışmaları hem üreticiler açısından hem de yapılacak akademik çalışmalar için örnek teşkil edilecektir.

Baraj gölünde su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerden izole edilerek identifikasyonu gerçekleştirilen; *Aeromonas* ve *Pseudomonas* genusuna ait bakteriler alabalık çiftliklerinde sıklıkla görülen ve mortaliteye neden olan patojen bakteriler olup, *Hafnia alvei* son yıllarda akuakültürde izole edilmeye başlamış ve mortaliteye neden olduğu bildirilmiştir (Kuzucu ve Özcan, 2023).

Aeromonas bakterileri; *Aeromonadaceae* familyası, *Gammaproteobacteria* ve *Aeromonadales* takımına aittir ve takımdaki tek ailedir. *Aeromonas* türlerinin taksonomisi, yeni türler tanımlandıkça ve mevcut taksonların tanımları iyileştirildikçe sürekli bir değişim halindedir. *Aeromonas* cinsine ait yeni türlerin tanımlaması, 57-63 mol% DNA G+C (guanin+sitozin) içeriğine ve 16S rDNA genine dayanmaktadır. *Aeromonas sobria* birçok canlıdan ve su ortamından izole edilebilmekte olup; balıktan, kurbağadan ve insandan izolasyonları bulunmaktadır (Popoff ve Véron, 1976; Smyrli ve Katharios, 2020). *Aeromonas sobria*, fakültatif anaerobik, Gram negatif, düz bir çubuk formundadır. Oksidaz pozitif ve katalaz negatiftir. İnkübasyonu, 25°C'de 24-48 saat sonra TSA ve BHIA'da gerçekleşir. Bu çalışmada da kullanılan 16S rRNA'nın dizi analizi *Aeromonas* türlerinin identifikasyonunda son yıllarda en güvenilir ve yaygın olarak kullanılan yöntem olarak bildirilmiştir (Martínez-Murcia ve ark., 2007). MAS (Motil *Aeromonas* Septisemi) enfeksiyonlarında genel olarak ülserler, abdominal distansiyon, kanama ve bazı durumlarda ekzoftalmi ve yüzgeç/kuyruk erimesi genel klinik bulgular olarak bildirilmektedir (Smyrli ve Katharios, 2020; Tanrıkul ve Dinçtürk, 2021). Bununla birlikte klinik bulgular genus içindeki türler arasında farklılıklar gösterebilmektedir. Bu çalışmada örneklerde gözlemlenen kuyruk erimesi, ekzoftalmi ve abdominal kanamalar bu bildirilen semptomlar ile eşleşmekte ve sekans sonuçları da bunu doğrulamaktadır.

Çalışma kapsamında *Pseudomonas fluorescens* izole edilen balıklarda, vücut yüzeyindeki peteşiyal hemorajiler, yüzgeç ve solungaç deformasyonlar, karaciğer ve böbrek dejenerasyonları ve de göz kanaması tespit edilmiştir. Bu bulgular Wiklund ve Bylund (1990), Austin ve Stobie, (1992), Lönnström ve ark. (1994), Markovic ve ark. (1996), Colquhoun ve ark. (1998), Austin ve Austin (1999) yaptığı çalışmalarda semptomlar ile benzerlik göstermiştir. *Pseudomonas* genusu bakterileri yaygın dağılım göstermekte olup; *Pseudomonadaceae* familyasından tamamı katalaz pozitif, gram negatif, aerobik, polar flagellası ile hareket edebilen bakterileri içerir. Bu bakteri türlerinin bazıları oksidaz pozitif, bazıları oksidaz negatiftir. *P. fluorescens*, *P. chlororaphis*, *P. anguilliseptica* ve *P. pseudoalcaligenes*'in alabalık türleri için patojen olduğu bilinmektedir (Austin ve Austin, 1999). *Pseudomonas* enfeksiyonunun klinik belirtilerinden, vücut yüzeyindeki peteşiyal hemorajiler, yüzgeç ve solungaç deformasyonlar bu çalışmadaki diseksiyon öncesi ve sonrası makroskobik muayenede gözlemlenmiştir. Son yıllarda bu genus ile ilgili yapılan çalışmalarda ise balıklarda patojenitesinin yanında antibiyotik dirençliliğinin de büyük bir sorun teşkil edebileceği bildirilmiştir (Algammal ve ark., 2020).

Çalışma kapsamında baraj gölünden gelen örneklerden izole ve identifiye edilen *Hafnia alvei*; *Enterobacteriaceae* familyasından, gram negatif, fakültatif ve anaerobik bir basildir. Uzun yıllardır insan bağırsak florasının doğal bir bakterisi olarak bilinmektedir. Doğal ortamda yaygın olarak bulunur ve birçok canlının bağırsaklarından izolasyonu bildirilmiştir (Okada, 2004). Son yıllarda bu bakterinin su ürünleri yetiştiriciliği alanında da izole edildiğini bildiren çalışmalar mevcuttur (Akaylı ve ark., 2019; Kuzucu ve Özcan, 2023). Akuakültürde antibiyotik duyarlılıkları ile ilgili birçok çalışma yapılmış olup farklı antibiyotik türlerine direnç ve duyarlılıklar bildirilmiştir. Bu çalışmada ise izole ve identifiye edilen üç bakterinin de eritromisin ve colistin sulphate antibiyotiklerine direnci belirlenmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 2017 yılında su ürünleri üretimine açılan Hirfanlı baraj Gölünde faaliyet gösteren alabalık çiftliklerinin bakteriyel florası araştırılmış ve *Aeromonas sobria*, *Pseudomonas fluorescens* ve *Hafnia alvei* bakterileri izole ve identifiye edilmiştir. Baraj gölünde daha önce balık hastalıkları açısından tek çalışma yapılmış olup bu çalışmada da sadece göldeki sazan balıklarından *Aeromonas hydrophila* suşunun tanımlaması yapılmıştır.

Bu durum gölde üretimin başlaması ile alet-ekipman, yavru balık gibi yollarla farklı patojenlerin bölgeye taşınmış olabileceği düşüncesini ortaya koymak ile özellikle içsularda artan mikrobiyal yüke dikkat çekmektedir. Ayrıca su ürünleri üretimi açısından yeni bir baraj gölü olmasına rağmen bazı antibiyotik gruplarına oluşan direncin bilinçsiz antibiyotik kullanımından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için üreticilere yönelik eğitim çalışmaları, yetiştiricilik ortamlarında oluşan mikrobiyal yükü ilgili önlemler alınması gerekliliği ve yeni üretime başlanan su kaynaklarında bakteriyolojik survey çalışmaları havza yönetimi açısından önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yapılmış olan analizler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Üniversite Sanayi Kamu İşbirliği Geliştirme Merkezinde (ÜSKİM) yürütülmüş olup; katkısı olanlara teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

The authors declare that they have contributed equally to the article.

Çıkar Çatışması Beyanı [Century10 bold]

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Department. (2000). The state of world fisheries and aquaculture 2000. *The State of World Fisheries and Aquaculture, 2000 (Vol. 3)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Akaylı, T., Ökmen, D., Yardımcı, R. E., Çanak, Ö., & Ürkü, Ç., (2019). Kültür gökkuşağı alabalıklarında (*O. mykiss*) *Hafnia alvei* enfeksiyonu. 20. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Mersin, Turkey.
- Algammal, A. M., Mabrok, M., Sivaramasamy, E., Youssef, F. M., Atwa, M. H., El-Kholy, A. W., Hozzein, W. N. (2020). Emerging MDR-*Pseudomonas aeruginosa* in fish commonly harbor opr L and tox A virulence genes and bla TEM, bla CTX-M, and tet A antibiotic-resistance genes. *Scientific reports*, 10(1), 15961.
- Altun, S., Kubilay, A., & Diler, Ö. (2010). *Yersinia ruckeri* Suşlarının Fenotipik ve Serolojik Özelliklerinin İncelenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(B), 223-229. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.1386>
- Anonim (2024). Kırşehir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü verileri.
- Anonim. (2001) Statistic program SPSS for Windows, Version 11.00.263.
- Austin, B. ve D. A. Austin (1999). Bacterial Fish Pathogens: Disease of Farmed and Wild Fish. Third (Revised) Edition, London, UK, p. 457.
- Austin, B., & Stobie, M. (1992). Recovery of *Serratia plymuthica* and presumptive *Pseudomonas pseudoalcaligenes* from skin lesions in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), otherwise infected with enteric redmouth. *J. Fish Dis.*, 15, 541-543.
- Aydın, S., Erman, Z., & Bilgin, Ö. C. (2001). Investigations of *Serratia liquefaciens* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25 (5), 643-650. <https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/vol25/iss5/2>
- Bauer, A. W., Kirby, W. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single diffusion method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45, 493-496.
- Çarbaş, A., Yanık, T., & Kaya, M. (2008). Erzurum ilindeki bazı ticari gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinin yetiştiricilik suyu, yem ve balıklarının mikrobiyolojik yönden incelenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1), 55-60.
- Çilli, E., Yeşilöz, H., Gökceçik, Ö. F., Nuhay, Ç., Çağırğan, A. A., Pekmez, K., & Kafa, B. (2023). Parasitological, bacteriological and virological research of carp (*Cyprinus carpio*) in a case in Hirfanlı Dam Lake in Türkiye. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 34(1), 108-113.
- Colquhoun, D. J., Skjerve, E., Poppa, T. T. (1998). *Pseudomonas fluorescens*, infectious pancreatic necrosis virus and environmental stress as potential factors in the development of vaccine related adhesions in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J. Fish Dis.*, 21, 355-364.
- Defoirdt, T., Sorgeloos, P., Bossier, P. (2011). Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture. *Current Opinion in Microbiology*, 14(3), 251-258. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2011.03.004>
- Diler, Ö., Altun, S., Çalığışu, F., & Diler, A. (2000b). Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın yaşadığı ortam ile ilişkili kalitatif ve kantitatif bakteriyel florası üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24(3), 251-259. <https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/vol24/iss3/10>

- Diler, Ö., Altun, S., Diler, A., Işıklı, B. I., & Gürcan, O. C. (2000a). Bazı balık çiftliklerinde gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) mikroflorasının tespiti ve kontrolü üzerine bir çalışma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 58–69.
- Düzgün, A. (2015). *Deriner baraj gölü balık faunasının bakteriyel ve paraziter patojenler açısından araştırılması*. [Master's thesis, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Su Ürünleri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- FAO. (2022). The state of world fisheries and aquaculture. In Towards blue transformation. <https://www.fao.org/3/cc0461en/cc0461en.pdf>
- Federation of European Aquaculture Producers (FEAP). (2022). *European aquaculture production report 2015–2021*. <https://feap.info/index.php/data/>
- İspir, Ü., Özcan, M., & Kırıcı, M. (2021). Fatty acid composition in *Yersinia ruckeri* strains isolated from Rainbow Trout farms. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(6), 1208-1212. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.838056>
- Karataş Düğenci, S., & Candan, A. (1997). Marmara bölgesindeki bir gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) işletmesinde Yersiniosis vakası. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. 17 – 19 Eylül 1997, Eğirdir/Isparta. 641–648.
- Kayış, Ş. (2009). *Trabzon ve Rize illerinde bulunan bazı alabalık işletmelerinde görülen bakteriyel hastalıkların tespiti ve bazı etkenlerinin çoklu PCR ile teşhisi*. [Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kılıç, A., Şeker, E., Özcan, M., & İspir, Ü. (2007). Elâzığ'daki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin bakteriyel yönden incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 129–132.
- Kuzucu, O. (2023). *Karkamış Baraj Gölü'ndeki gökkuşağı alabalığı işletmelerinde bakteriyofajların izolasyonu, moleküler karakterizasyonu ve bakteriyofaj tedavisinin balıklara deneysel uygulaması*. [Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kuzucu, O., Özcan, M. (2023). Investigation of infection *Hafnia alvei* in Rainbow trout cage facilities in the Down Fırat Basin. *Hydrobiological Research*, 1(1), 38-46.
- Lönström, L., T. Wiklund., G. Bylund. (1994). *Pseudomonas anguilliseptica* isolated from Baltic herring *Clupea harengus* membras with eye lesions. *Dis. Aquat. Org.*, 18, 143-147.
- Markovic, M., M. Radojicic, S. Cosic., D. Levnaic. (1996). Massive death of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) and bid head (*Aristichthys nobilis* Rich.) caused by *Pseudomonas fluorescens* bacteria. *Veterinarski Glasnik*, 50, 761-765.
- Martínez-Murcia, A.J., Figueras, M.J., Saavedra, M.J., Stackebrandt, E. (2007). The recently proposed species *Aeromonas sharmans* sp. nov., isolate GPTSA-6^T, is not a member of the genus *Aeromonas*. *International Microbiology*, 10(1), 61.
- Medina, M., Fernandez-Espinel, C., Sotil, G., Yunis-Aguinaga, J., Flores-Dominick, V. (2020). First description of *Weissella ceti* associated with mortalities in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Peru. *Aquaculture*, 529, 735608. <https://doi.org/10.1016/J.Aquaculture.2020.735608>.
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., Klinger, D. H., Little, D. C., Lubchenco, J., Shumway, S. E., Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591(7851), 551–563.
- Okada, S. (2004). Ecology and population genetic structure of the genus *Hafnia* (*Enterobacteriaceae*). A thesis Doctor of Philosophy of the Australian National University.
- Özcan M. & Barış Y. 2019. Investigation of phenotypic and genotypic characteristics of isolation of strains *Vagococcus salmoninarum* cage business rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*) of Kahramanmaraş province (Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 18(4),124-131. <https://doi.org/10.36478/javaa.2019.124.131>.
- Özcan M. Yılmaz Y. Donat E. & Kılavuz D. 2014. A study of *Vagococcus salmoninarum* infection in some cultured Rainbow Trout in cages in the Mediterranean and Southeast Anatolia regions. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 29(1), 2130.
- Özcan, M., & Donat, E. (2022). Investigation of phenotypic and genotypic characteristics of isolated *Vibrio anguillarum* strains in rainbow trout cage farms in Kahramanmaraş city of Turkey. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(4), 4681-4688. <https://doi.org/10.12681/jhvms.22851>
- Özcan, M., & Gök, M.R. (2019). Determination of their antibiotic susceptibility and diagnosis of using convectional culture and molecular methods *Yersinia ruckeri* in the Rainbow Trout farms in Kahramanmaraş, Turkey. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, 5, 2, 2470-2476.
- Özcan, M., & Kuzucu, F. B. (2019). Investigation of Bacterial Diseases in Rainbow Trout Cages in the Down Fırat Basin. *World Journal of Engineering*, 5(6), 473-490.

- Özcan, M., & Sarıeyyüpoğlu, M. (2013). Elazığ İlindeki Bazı Alabalık İşletmelerinde İzole Edilen *Flavobacterium psychrophilum*'un Antibakteriyel Duyarlılıklarının İncelenmesi. *Aquaculture Studies*, (2): 11-19. <https://doi.org/10.17693/yunusae.v2013i21905.235419>
- Özcan, M., & Sarıeyyüpoğlu, M. (2014). Identification and investigation of phenotypic and genotypic characteristics of *Flavobacterium psychrophilum* in fry rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*) in some trout. *International Journal of Sciences*, 3(3), 24-34.
- Popoff, M., Véron, M. (1976). A taxonomic study of the *Aeromonas hydrophila*–*Aeromonas punctata* group. *Journal of General Microbiology* 94(1), 11–22.
- Pridgeon, J.W., & Klesius, P.H. (2012). Major bacterial diseases in aquaculture and their vaccine development. *CAB Reviews* 7(048), 1–16. <https://doi.org/10.1079/PAVSNR201270>
- Sarıeyyüpoğlu, M. (1984). Gökkuşluğu Alabalıklarında (*S. gairdneri*) Mide-Bağırsak Bakteriyel Florasının Aerobik Yönden İncelenmesi. *Doğa Bilim Dergisi*, 8(3), 281-287.
- Sarıeyyüpoğlu, M., Özcan, M., & Barata, S. (2017). Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda deri ensizyonuyla operasyon uygulanması ve balığın canlılığının kontrolü üzerine bir araştırma. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1), 9-13.
- Şeker, E., Kılıç, A., Özcan, M., & İspir, Ü. (2006). Malatya'daki bazı gökkuşluğu alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin bakteriyel florası. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 15-18.
- Smyrli M., Katharios P. (2020).12. *Aeromonas spp.*. In : Zrncic S. (ed.). *Diagnostic Manual for the main pathogens in European seabass and Gilthead seabream aquaculture*. Zaragoza : CIHEAM, p. 107-116. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 75). <http://om.ciheam.org/om/pdf/b75/00007945.pdf>
- Sudheesh, P.S., Al-Ghabshi, A., Al-Mazrooei, N., & Al-Habsi, A. (2012). Comparative pathogenomics of bacteria causing infectious diseases in fish. *International Journal of Evolutionary Biology*, 2012(1), 457264. <https://doi.org/10.1155/2012/457264>
- Tanrıkul, T., Dinçtürk, E. (2021). A New Outbreak in Sea Bass Farming in Turkey: *Aeromonas veronii*. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 72(3), 3051-3058.
- Timur, G., Karataş, S., Çolak, S., & Akaylı, T. (1996). Gökkuşluğu alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, W, 1792) yavrularında görülen furunkulosis hastalığı üzerine bir çalışma. II. *International Symposium on Aquatic Products*. İstanbul, Türkiye.
- Wiklund, T., G. Bylund. (1990). *Pseudomonas anguilliseptica* as a pathogen of salmonid fish in Finland. *Aquaculture*, 8, 13-19.