



T.C.  
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI



**HİRFANLI BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN  
İSRAİL SAZANI (*Carassius gibelio* (Bloch,  
1782))'NİN BAKTERİYEL BAĞIRSAK  
FLORASININ İNCELENMESİ**

**NESLİHAN KARAKAMIŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KIRŞEHİR**

**2025**



T.C.  
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI



**HİRFANLI BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN  
İSRAİL SAZANI (*Carassius gibelio* (Bloch,  
1782))'NİN BAKTERİYEL BAĞIRSAK  
FLORASININ İNCELENMESİ**

**NESLİHAN KARAKAMIŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Ramazan YAZICI**

**KIRŞEHİR**

**2025**

**KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŐMASI**  
**ETİK BEYANI**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değeriklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

28/08/2025

Neslihan KARAKAMIŞ

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	I
TEŞEKKÜR .....	III
ÖZET .....	IV
ABSTRACT.....	V
TABLolar DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1 GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE METOT.....	7
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması .....	7
3.2. Çalışma Materyalinin Tanıtılması.....	8
3.2.1. <i>Carassius gibelio</i> 'nun taksonomik yeri.....	8
3.2.2. <i>Carassius gibelio</i> 'nun genel özellikleri.....	8
3.3. Örneklerin Temini.....	9
3.4. Örneklerin Bağırsak Florasının Belirlenmesi.....	9
3.5. İzole Edilen Bakterilerin İn Vitro Antagonistik Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	10
3.6. Bakterilerden Hücre Serbest Süpernatantların (CFS) Elde Edilmesi.....	11
3. 7. Bakteriyel ve Maya Tip Suşları.....	11
3. 8. Antagonistik Aktivitenin Belirlenmesi .....	12
3. 9. Antagonistik Aktiviteye Sahip Bakteri İzolatlarının Moleküler Tanımlanması .	12
3.9.1 Genomik DNA izolasyonu .....	12
3.9.2 16S rRNA geninin PCR ile amplifikasyonu .....	12
3. 10. Veri Analizi.....	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	15
4.1. Bulgular.....	15
4.1.1 Türün bağırsak florasından bakterilerin izolasyonu.....	15
4.1.2. Bakteri izolatlarının saf kültüre alınması ve morfolojik özellikleri .....	16
4.1.3. Antagonistik aktivite .....	18
4.1.4. Antagonistik aktivite gösteren izolatların moleküler tanımlanması.....	19

4.1.5. İzolatların 16S rRNA gen bölgesi sekans analizi ve BLAST sonuçları....	19
4.2. Tartışma.....	21
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>27</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>29</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>37</b>
EK-1 NK-7 .....	37
EK-2 NK-14 .....	38
EK-3 NK-36 .....	39
EK-4 NK-38 .....	40
EK-5 NK-40 .....	41
EK-6 NK-42 .....	42
EK-7 Araştırma Makalesi .....	43
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>45</b>

## TEŞEKKÜR

Tezimin her aŐamasında bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyen danıŐmanım Doç. Dr. Ramazan YAZICI'ya en içten teŐekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalıŐmam boyunca yol gösterici fikirleri ve akademik katkılarından dolayı Prof. Dr. Elif SEVİM ve Doç. Dr. Tülin DEMİR'e Őükranlarımı sunarım.

AraŐtırmamın planlanması, yürütülmesi ve sonuçlandırılması sürecinde, her zaman yanımda olarak manevi desteğini hissettiren değerli eŐim Ömer KARAKAMIŞ'a da en derin teŐekkürlerimi ifade etmek isterim.

Bu çalışmanın, bilim dünyasına ve ilgili araŐtırmacılara katkı sağlayacağı inancıyla, emeği geçen tüm hocalarıma, meslektaŐlarıma ve aileme teşekkür ederim.

Ağustos, 2025

Neslihan KARAKAMIŞ

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### HİRFANLI BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN İSRAİL SAZANI (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782))'NİN BAKTERİYEL BAĞIRSAK FLORASININ İNCELENMESİ

Neslihan KARAKAMIŞ

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Ramazan YAZICI  
Yıl: 2025, Sayfa: 45  
Jüri: Doç. Dr. Ramazan YAZICI  
Prof. Dr. Elif SEVİM  
Prof. Dr. Tamer AKKAN

Bu çalışma, Hirfanlı Baraj Gölü'nde yaşayan *Carassius gibelio*'nun bağırsak florasında yer alan kültüre edilebilen bakterilerin izolasyonu, antagonistik aktivitelerinin belirlenmesi ve moleküler tanımlanmasını amaçlamıştır. Mart 2023'te elde edilen 6 sağlıklı bireyin bağırsak içerikleri steril serum fizyoloji içerisinde homojenize edilip seri dilüsyonları sağlanmıştır. Nutrient agar (NA), Eozin Metilen Mavisı Agar (EMB), Eskülin Safra Agar (EBSA), De Man-Rogosa-Sharpe Agar (MRS) ve Bacillus Kromojenik Agar (BCA) besiyerlerine ekim yapılmıştır. NA'da  $2.5 \times 10^7$ – $3.5 \times 10^8$  KOB/mL aralığında yüksek toplam bakteri yükü saptanmıştır. Koloni morfolojisine göre 44 izolat saflaştırılmış; bunların arasından antagonistik potansiyeli olan 6 izolat seçilmiştir (NK-7, NK-14, NK-36, NK-38, NK-40, NK-42). Agar kuyucuk (well diffusion) yönteminde bu izolatlar *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *E. faecalis*, *B. subtilis*, *B. cereus* ve *Candida* türlerine karşı antagonistik aktiviteleri test edilmiştir. Özellikle NK-36, NK-38, NK-40 ve NK-42 izolatlarının Gram-pozitif referans suşlara ve tüm izolatların *C. albicans* ve *C. tropicalis*'e karşı antagonistik aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. 16S rRNA dizilemesi ve oluşturulan filogenetik dendogram analizleriyle NK-7 izolatı *Pseudomonas putida*, NK-14 ve NK-36 izolatları *Bacillus sp.*, NK-38 izolatı *Enterobacter mori*, NK-40 ve NK-42 izolatları *Acinetobacter calcoaceticus* olarak tanımlanmıştır. Bulgular, *C. gibelio* bağırsak florasının yüksek mikrobiyal yüke sahip olduğunu, Proteobacteria ve Firmicutes üyelerinin ağırlık kazandığını ve bazı izolatların patojenlere karşı antagonistik etki gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, kültüre bağımlı yaklaşımın sınırlılıklarını (yalnızca kültürlenebilir fraksiyon) kabul ederek, seçilen izolatların akuakültürde biyokontrol/probiyotik aday olarak değerlendirilebilmesi için safra tuzu ve düşük pH toleransı, epitele tutunma, güvenlik ve in vivo etkililik testleri ile metagenomik doğrulama gerekliliğini vurgulamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Carassius gibelio*, Bağırsak florası, Antagonistik aktivite, İstilacı türler, Biyokontrol.

## ABSTRACT

### MASTER'S THESIS

#### INVESTIGATION OF BACTERIAL GUT FLORA OF THE PRUSSIAN CARP (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) INHABITING IN HIRFANLI DAM LAKE

Neslihan KARAKAMIŞ

KIRŞEHİR AHİ EVRAN UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF BIOLOGY

Supervisor: Assoc. Prof. Dr Ramazan YAZICI  
Year: 2025, Page: 45  
Juries: Assoc. Prof. Dr Ramazan YAZICI  
Prof. Dr. Elif SEVİM  
Prof. Dr Tamer AKKAN

This study aimed to isolate, determine the antagonistic activities and molecular identification of culturable bacteria in the intestinal flora of *Carassius gibelio* inhabiting Hirfanlı Dam Lake. Intestinal contents of 6 healthy individuals obtained in March 2023 were homogenized in sterile physiological serum and serial dilutions were made. Nutrient agar (NA), Eosin Methylene Blue Agar (EMB), Esculin Bile Agar (EBSA), De Man-Rogosa-Sharpe Agar (MRS) and Bacillus Chromogenic Agar (BCA) were inoculated. High total bacterial loads were detected in the range of  $2.5 \times 10^7$ – $3.5 \times 10^8$  CFU/mL in NA. 44 isolates were purified according to colony morphology; Among these, 6 isolates with antagonistic potential were selected (NK-7, NK-14, NK-36, NK-38, NK-40, NK-42). These isolates were tested for their antagonistic activities against *E. coli*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *E. faecalis*, *B. subtilis*, *B. cereus* and *Candida* species using the agar well diffusion method. It was determined that isolates NK-36, NK-38, NK-40 and NK-42 in particular showed antagonistic activity against Gram-positive reference strains, and all isolates showed antagonistic activity against *C. albicans* and *C. tropicalis*. Based on 16S rRNA sequencing and phylogenetic dendogram analysis, isolate NK-7 was identified as *Pseudomonas putida*, isolates NK-14 and NK-36 as *Bacillus* sp, isolate NK-38 as *Enterobacter mori*, and isolates NK-40 and NK-42 as *Acinetobacter calcoaceticus*. The findings suggest that the intestinal flora of *C. gibelio* has a high microbial load, with members of Proteobacteria and Firmicutes predominating, and that some isolates may exhibit antagonistic activity against pathogens. Recognizing the limitations of the culture-dependent approach (culturable fraction only), the study emphasizes the need for metagenomic validation with bile salt and low pH tolerance, epithelial adherence, safety, and in vivo efficacy tests for the selected isolates to be considered biocontrol/probiotic candidates in aquaculture.

**Key Words:** *Carassius gibelio*, Gut flora, Antagonistic activity, Invasive species, Biocontrol.

## TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

<b>Tablo 3.1.</b> PCR reaksiyon karışımı.....	<b>13</b>
<b>Tablo 3.2.</b> PCR döngü protokolü.....	<b>13</b>
<b>Tablo 4.1.</b> <i>C. gibelio</i> bağırsaklarından kültüre edilebilen bakteri sayısı (KOB/ml, koloni oluşturan birim) .....	<b>15</b>
<b>Tablo 4.2.</b> Türün bağırsaklarından izole edilen bakteri izolatlarının özellikleri .....	<b>17</b>
<b>Tablo 4.3.</b> Türün bağırsaklarından izole edilen bakteri izolatlarının antagonistik aktivitesi ..	<b>18</b>
<b>Tablo 4.4.</b> Bakteriyel izolatların Blast Sonuçları İzolatların moleküler tanımlanması .....	<b>20</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Hirfanlı Baraj Gölü ..... 7

Şekil 4.1. Bakteri izolatlarının 16S rRNA gen bölgesinin agaroz jel elektroforez görüntüsü. 19

Şekil 4.2. Bakteriyel izolatlar ve yakından ilişkili bakteri türlerinin filogenetik analizi ..... 21

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
ATCC	: American Type Culture Collection
BCA	: Bacillus Kromojenik Agar
CFS	: Cell Free Supernatant (Hücre Serbest Süpernatant)
CFU (KOB)	: Colony Forming Unit (Koloni Oluşturan Birim)
COI	: Cytochrome Oxidase Subunit I
DNA	: Deoxyribonucleic Acid (Deoksiribonükleik Asit)
EBSA (BEA)	: Esculin Bile Salt Agar (Eskülin Safra Agar)
EMB	: Eosin Methylene Blue Agar (Eozin Metilen Blue Agar)
MHA	: Müller Hinton Agar
MRSA (MRS Agar)	: de Man–Rogosa–Sharpe Agar
mtDNA	: Mitochondrial DNA (Mitokondriyal DNA)
NA	: Nutrient Agar
NCBI	: National Center for Biotechnology Information
PCR	: Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)
rRNA	: Ribosomal Ribonucleic Acid (Ribozomal RNA)
SSR	: Simple Sequence Repeat (Mikrosatellit)
TSB	: Tryptic Soy Broth
UV	: Ultraviolet
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

# 1 GİRİŞ

Tatlısu kaynakları, doğal ekosistemlerin sağlıklı işleyişi ve insan topluluklarının sürdürülebilir yaşamı açısından stratejik öneme sahiptir. Akarsular, göller, baraj gölleri ve yeraltı suları; yalnızca içme suyu ve tarımsal sulama açısından değil, aynı zamanda balıkçılık, rekreasyon, kültürel değerler ve biyolojik çeşitlilik gibi çok yönlü hizmetler sunmaktadır (Gleick, 2005; Vörösmarty ve ark., 2010). Türkiye gibi üç iklim kuşağının kesişimin de yer alan ülkelerde, iç su sistemleri büyük bir biyoçeşitlilik barındırmakta ve sayısız yerli balık türüne ev sahipliği yapmaktadır (Çiçek ve ark., 2023).

Tatlısu ekosistemleri; iklim değişikliği, kirlilik, habitat tahribatı ve biyolojik istilalar gibi çok yönlü çevresel tehditlerle karşı karşıyadır. Bu tehditler, ekosistemlerin biyolojik bütünlüğünü ve işlevsel dayanıklılığını zayıflatmaktadır. Özellikle istilacı türlerin varlığı, tatlısu sistemlerinde geri dönüşü zor olan biyolojik ve işlevsel değişimlere yol açabilmektedir. Bu türler, yerli türlerle besin, alan ve üreme kaynakları için rekabete girerek yerli popülasyonların azalmasına neden olmakta; ayrıca hastalık taşıyıcılığı, genetik kirlenme ve habitat mühendisliği gibi dolaylı yollarla da ekosistem bileşenlerini etkilemektedir (Ricciardi ve MacIsaac, 2011; Simberloff ve ark., 2013).

Türkiye'deki tatlısu ekosistemleri, son yıllarda artan biyolojik istilalarla ciddi ekolojik baskı altındadır. Bu bağlamda, Orta Asya kökenli bir tür olan *Carassius gibelio* (İsrail sazanı), Türkiye iç sularında hızla yayılarak dikkat çeken istilacı balık türlerinden biri haline gelmiştir. Tür, Türkiye'de 1988 yılında ilk kez rapor edilmiş olup; Marmara Bölgesi başta olmak üzere birçok göl, baraj ve sulak alana yayılmıştır (Aydın ve ark., 2011; Yerli ve ark., 2014).

Yapılan kapsamlı dağılım çalışmaları, *C. gibelio*'nun Sakarya Nehri, Göksu Nehri, Bafa Gölü ve Hirfanlı Baraj Gölü gibi çok sayıda önemli su kaynağında baskın tür haline geldiğini göstermektedir (Yerli ve ark., 2014). Ayrıca, bu türün yerli türlerle üreme alanı ve kaynak kullanımı üzerinden rekabete girerek, ekosistemde genetik ve işlevsel düzeyde geri dönüşü zor değişikliklere neden olabileceğine dair bulgular da rapor edilmiştir (Tarkan ve ark., 2012a).

*Carassius gibelio*'nun istilacı başarısı, sahip olduğu çeşitli fizyolojik ve ekolojik avantajlara dayanmaktadır. Türün yüksek çevresel toleransı, düşük oksijenli koşullarda yaşayabilme yeteneği hem cinsel hem partenogenetik yollarla üreme kapasitesi ve omnivor beslenme stratejisi, onu birçok içsu sisteminde hızla yayılabilir ve rekabetçi bir tür haline getirmiştir (Vetemaa ve ark., 2005; Tarkan ve ark., 2012b). Bu özellikler, yerli

türlerle kaynak rekabetini artırmakta ve onların yaşam alanlarını daraltmaktadır. Ayrıca, *C. gibelio*'nun bentik tabakayı kazıyarak su kolonundaki bulanıklığı artırması ve trofik yapıyı değiştirmesi, ekosistem üzerinde fiziksel ve işlevsel bozulmalara yol açmaktadır (Copp ark., 2005; Yerli ark., 2014).

Bununla birlikte, istilacı türlerin taşıdığı mikrobiyal flora da çevresel düzeyde dikkat çekici bir etki yaratmaktadır. Balıkların gastrointestinal sistemi; simbiyotik, kommensal ve zaman zaman patojen karakterli bakterilere ev sahipliği yapar. Bu mikrobiyota, konak organizmanın besin sindirimi, bağışıklık sisteminin gelişimi, patojenlere karşı korunması ve genel metabolik dengesi açısından kritik rol oynar (Lazado ve Caipang, 2014; Ringø ve ark., 2016). Ancak bu bakteriler çevresel koşullardan doğrudan etkilenir; özellikle su ortamındaki antibiyotik kalıntıları, ağır metaller ve diğer kirleticilerle etkileşime girerek dirençli mikrobiyal formların ortaya çıkmasına neden olabilir (Baquero ve ark., 2008).

İstilacı balık türlerinin taşıdığı bağırsak florası, yalnızca konak organizmanın değil, aynı zamanda çevresel mikrobiyal toplulukların yapısını da dönüştürme potansiyeline sahiptir (Baquero ve ark., 2008; Ringø ve ark., 2018). Bu türlerin gastrointestinal sistemlerinde bulunan mikroorganizmalar, yerli balıkların mikrobiyotasını baskılayabilen antagonistik etkiler gösterebilir. Bu etkiler; mikrobiyal rekabet, simbiyotik türlerin eliminasyonu, patojen mikroorganizmaların yayılımı ve antibiyotik direnç genlerinin transferi gibi çeşitli mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıkmaktadır (Baquero ve ark., 2008; Zhou ve ark., 2011). Bu süreçler, yalnızca konak türün bağışıklık sistemini zayıflatmakla kalmamakta, aynı zamanda sucul ekosistemlerde mikrobiyal dengenin bozulmasına yol açarak ekolojik istikrarı da tehdit etmektedir (She ve ark., 2017; Alistar ve ark., 2022). Dolayısıyla, istilacı balık türleri ekosistemlerde yalnızca makroskobik değil, aynı zamanda mikrobiyal düzeyde de baskın ve dönüştürücü aktörler haline gelmektedir.

Yukarıda belirtilen ekolojik ve mikrobiyal etkiler dikkate alındığında, bu çalışmanın amacı Hirfanlı Baraj Gölü'ndeki *Carassius gibelio* bireylerinin bakteriyel bağırsak florasını incelemektir. Böylece mikrobiyal düzeyde taşıdığı potansiyel antagonistik etkiler ortaya konulacaktır. Türkiye iç sularında istilacı türlerin mikrobiyal etkilerine yönelik araştırmaların sınırlı olması, bu çalışmayı hem biyoçeşitlilik koruma hem de sürdürülebilir iç su yönetimi açısından önemli ve özgün bir katkı haline getirmektedir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu araştırmanın konusu ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilgili olan, *Carassius gibelio* türü hakkında yapılmış bazı bilimsel çalışmalar aşağıda kronolojik olarak sunulmuştur.

Sugita ve ark. (1988) kültür havuzlarında yetiştirilen *Carassius auratus* türünün gelişim evrelerinde bağırsak mikrobiyotasının oluşum sürecini araştırmışlardır. Çalışmada bağırsak florasının larvadan ergin döneme kadar aşamalı olarak değiştiği, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Clostridium* ve *Bacteroides* türlerinin yaygın olduğu belirlenmiştir. Bulgular, bağırsak mikrobiyotasının kuluçkadan yaklaşık iki ay sonra kararlı bir yapıya ulaştığını göstermektedir.

Nayak (2010) balıkların gastrointestinal sisteminde yer alan mikrobiyal toplulukların beslenme, fizyoloji ve hastalık süreçleri açısından kritik rol oynadığını vurgulamıştır. Çalışmada, çevresel su, sediment ve yem kaynaklı pek çok mikrobun balıkların bağırsaklarına kolonize olduğu belirtilmiştir. Tatlısu ve deniz balıklarının bağırsaklarında yaygın olarak *Vibrio*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Plesiomonas*, *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae, *Micrococcus*, *Acinetobacter*, *Clostridium*, *Fusarium* ve *Bacteroides* cinslerinin bulunduğu; ayrıca kültürden bağımsız tekniklerle *Mycoplasma*, *Arthrobacter*, *Brochothrix*, *Jeotgailbacillus*, *Ochrobactrum*, *Psychrobacter* ve *Sejongia* gibi daha önce tanımlanmamış bakterilerin de saptandığı rapor edilmiştir. Çalışma, gastrointestinal mikrobiyotasının balıklarda besin kullanımı, epitel gelişimi, bağışıklık yanıtı ve hastalık dinamiklerinde temel bir rol oynadığını ortaya koymuş, ayrıca probiyotik, prebiyotik ve simbiyotik yaklaşımlarla mikrobiyota manipülasyonunun balık sağlığı yönetiminde büyük önem taşıdığını vurgulamıştır.

Wu ve ark. (2013) *Carassius auratus gibelio* türünün bağırsak mikrobiyotasını ve bu toplulukların kökenini pirosekanslama yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmada bağırsaklarda yüksek bakteri çeşitliliği tespit edilmiş, baskın grupların Proteobacteria ve Firmicutes olduğu belirlenmiştir. Bulgular, bağırsak mikrobiyotasının özellikle sedimentten ve kısmen de besinlerden kaynaklandığını, dolayısıyla besinlerin probiyotik uygulamaları için önemli bir araç olabileceğini göstermiştir.

Kashinskaya ve ark. (2015) *Carassius gibelio* türünün bağırsak mikrobiyotası ile yaşadığı ortamın mikrobiyal topluluklarını farklı moleküler yöntemlerle karşılaştırmışlardır. Araştırmada Proteobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes, Cyanobacteria ve Actinobacteria'nın hem bağırsakta hem de çevresel örneklerde baskın

olduğu; ayrıca balık bağırsak mikrobiyotasının özellikle chironomid kökenli topluluklara benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bulgular, farklı moleküler tekniklerin birlikte kullanımının mikrobiyal çeşitliliğin daha doğru değerlendirilmesine katkı sağladığını göstermektedir.

Kashinskaya ve ark. (2017) yaptığı araştırmada, DNA ekstraksiyon metodunun bağırsak mikrobiyota kompozisyonu analizine etkisi incelenmiştir. *Carassius gibelio* için analiz edilen verilerde, Proteobacteria, Firmicutes ve Bacteroidetes ana gruplarının baskın olduğu rapor edilmiştir

Li ve ark. (2017) *Carassius auratus gibelio* zerinde yaptıkları bir yıllık çalışmada bağırsak mikrobiyotasının gelişim sürecini incelemiştir. Bulgular, balıkların yaşına bağlı olarak mikrobiyal çeşitliliğin belirgin şekilde arttığını ve topluluk yapısının gelişim evrelerine göre farklılaştığını göstermiştir. Çalışma, evresel koşulların etkisine rağmen mikrobiyota yapısının esasen konak gelişimi ve beslenme ile şekillendiğini ortaya koymuştur.

She ve ark. (2017) *Carassius auratus gibelio*'da cyprinid herpesvirus 2 (CyHV-2) enfeksiyonunun bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, enfeksiyon sonrasında mikrobiyal çeşitliliğin azaldığını, topluluk yapısının önemli lde değiştiğini ve özellikle *Plesiomonas*'ın baskın hale gelerek olası bir biyomarker işlevi görebileceğini ortaya koymuştur. Çalışma, hastalık durumlarında probiyotik veya prebiyotik uygulamalarıyla bağırsak mikrobiyotasının yeniden dengelenebileceğini önermektedir.

Wu ve ark. (2018) *Carassius auratus gibelio*'da geleneksel in tıbbı (TCM) katkılı yemlerin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada TCM uygulamasının bakteri topluluk yapısını önemli lde değiştirdiği, çeşitlilik ve zenginliği artırdığı, potansiyel patojenleri azalttığı ve probiyotik bakterilerin (r. *Lactobacillus*, *Bacillus*) gelişimini teşvik ettiği belirlenmiştir. Bulgular, TCM katkılarının mikrobiyal dengeyi güçlendirerek akuakültürde hastalık nleme ve stres yönetiminde yararlı olabileceğini göstermiştir.

Zhou ve ark. (2018) *Bacillus sp.* YB1701 izolatının, *Aeromonas hydrophila* ve *Vibrio parahaemolyticus* gibi balık patojenlerine karşı antagonistik aktivite gösterdiğini ve bu izolatın *Carassius auratus gibelio* türünde *A. hydrophila* enfeksiyonuna karşı koruyucu etkiler sağladığını bildirmişlerdir.

Mao ve ark. (2020) *Carassius auratus* türünün bağırsaklarından Gram-pozitif *Enterococcus faecium* bakterisi izole etmiş 16S rRNA dizileme ile tür düzeyinde

tanımlama yapmışlardır. Bu izolatın *Aeromonas veronii* ve *Staphylococcus haemolyticus* gibi patojenlere karşı inhibe edici etkisi olduğu ve probiyotik özellikler gösterdiği bildirilmiştir.

Wang ve ark. (2020a) kadmiyum (Cd) maruziyetine karşı *Carassius auratus gibelio*'da probiyotik *Bacillus cereus*'in etkilerini araştırmışlardır. Araştırma, Cd'nin bağırsak mikrobiyotasını bozarak oksidatif stres ve biyobirikime yol açtığını, ancak diyetle verilen *B. cereus*'un bu olumsuz etkileri azalttığını ortaya koymuştur. Bulgular, probiyotik uygulamasının sazanlarda ağır metal toksisitesine karşı koruyucu rol üstlenebileceğini göstermiştir.

Wang ve ark. (2020b) *Carassius auratus gibelio*'da kadmiyum (Cd) maruziyetinin bağırsak mikrobiyotası, biyobirikim ve oksidatif stres üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bulgular, Cd'nin mikrobiyota kompozisyonunu önemli ölçüde değiştirdiğini, dokularda Cd birikimini artırdığını ve antioksidan enzim aktivitelerini (SOD, CAT, GSH vb.) belirgin şekilde etkilediğini ortaya koymuştur. Çalışma, ağır metal kirliliğinin balıklarda mikrobiyota üzerinden fizyolojik bozukluklara yol açabileceğini göstermektedir.

Li ve ark. (2022) *Bacillus cereus* ve *Bacillus subtilis* bakterilerinin, yüksek oranda bitkisel protein içeren diyetlerle beslenen *Carassius auratus* türünün bağırsak mikrobiyotasını yeniden şekillendirdiğini ve *Aeromonas* gibi fırsatçı patojenlerin sayısını azalttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu probiyotiklerin bağırsak fonksiyonlarını iyileştirdiği ve mikropların işlevsel dengesini sağladığı belirtilmiştir.

Paralika ve ark. (2023) *Seriola dumerili* türünün larvalarından 62 antagonistik bakteri izolatı elde etmişlerdir. Bu izolatlar, *Aeromonas veronii*, *Vibrio harveyi*, *V. anguillarum* ve *V. alginolyticus* gibi balık patojenlerine karşı inhibe edici aktivite göstermiştir.

Zhang ve ark. (2025) *Carassius auratus gibelio* türünün bağırsak mikroflorasından 112 bakteri izolatı elde etmiş ve bunların 45'inin amilaz, proteaz ve selüloz üretme kapasitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu izolatlar arasında *Bacillus subtilis* ve *Bacillus amyloliquefaciens* türleri, probiyotik özellikleri ve CyHV-2 enfeksiyonuna karşı koruyucu etkileri ile öne çıkmıştır.





## 3.2. Çalışma Materyalinin Tanıtılması

### 3.2.1. *Carassius gibelio*'nun taksonomik yeri

*Carassius gibelio*'nun taksonomik yeri, Geldiay ve Balık (2007)'da belirtilen taksonomik kategorilere göre verilmiştir.

Superclassis	: Osteichthyes
Classis	: Actinopterygii
Subclassis	: Neopterygii
Infraclassis	: Teleostei
Superordo	: Ostariophysi
Ordo	: Cypriniformes
Familia	: Cyprinidae
Genus	: <i>Carassius</i>
Species	: <i>Carassius gibelio</i> Bloch,1782

### 3.2.2. *Carassius gibelio*'nun genel özellikleri

*Carassius gibelio* (Bloch, 1782), Cyprinidae (sazangiller) familyasının bir üyesi olup, Cypriniformes takımı ve Actinopterygii sınıfı içinde sınıflandırılmaktadır. *Carassius* cinsi içinde taksonomik olarak karmaşık bir grubu temsil eder ve sıklıkla *Carassius auratus* kompleksinin bir parçası olarak değerlendirilir (Takada ve ark., 2010). Karyotip çalışmaları, türün hem diploid (~100 kromozom) hem de triploid (~150–160 kromozom) biyotiplere sahip olduğunu ortaya koymuştur (Kalous ve Knytl, 2011). Bu poliploidi yapılar, türün genetik çeşitliliğini artırarak farklı habitatlara uyum yeteneğini desteklemekte ve istilacı özelliğine katkıda bulunmaktadır (Rylková ve ark., 2013).

Doğal kökeni Doğu Asya olan *C. gibelio*, insan eliyle gerçekleştirilen balıklandırmalar, akuakültür faaliyetleri ve kaçışlar sonucunda Avrupa, Batı Asya ve Orta Doğu'ya yayılmıştır (Ağdamar ve Tarkan, 2019). Bugün Avrupa'nın büyük kısmında ve Türkiye'nin hemen her bölgesinde yaygın olarak bulunmaktadır. Türkiye'de ilk kaydı 1980'li yıllara uzanmakta olup, Altınkaya, Hirfanlı, Keban ve Eğirdir gibi pek çok baraj gölü ve doğal gölde yoğun popülasyonlar oluşturduğu bildirilmiştir (Gaygusuz ve ark., 2007; Tarkan ve ark., 2012a). Çevresel toleransının yüksekliği, düşük oksijenli ve kirli sulara yaşayabilmesi, farklı sıcaklık aralıklarına uyum sağlaması, onun istilacı kapasitesini artıran başlıca faktörlerdir (Vetemaa ve ark., 2005; CABI, 2023).

*Carassius gibelio*, omnivor beslenme stratejisine sahip olup, bentik omurgasızlar, zooplankton, fitoplankton ve detritus ile beslenmektedir (Özdilek ve Jones, 2014). Bu

geniş diyet esnekliği, farklı trofik seviyelerde besin kullanmasına olanak tanır. Tür, hem lentik (durgun) hem de lotik (akarsular) ortamlarda bulunabilir ve özellikle ötrofik sularda baskınlaşma eğilimindedir (Tarkan ve ark., 2012a). Çevresel stres koşullarına (yüksek sıcaklık, düşük oksijen, kirlenme) karşı dirençli olması, yerli türlerle rekabet gücünü artırmaktadır (Vetemaa ve ark., 2005).

Türün en dikkat çekici biyolojik özelliklerinden biri, bazı popülasyonlarda gözlenen gynogenetik üreme mekanizmasıdır. Bu durumda popülasyon yalnızca dişilerden oluşur; farklı Cyprinid türlerinin spermi yumurtaları aktive eder fakat genetik katkı sağlamaz ve böylece klonal dişi bireyler ortaya çıkar (Fuad ve ark., 2021). Bu strateji, türün hızlı ve baskın popülasyonlar oluşturmasına katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte eşeyli üreme de görülebilir; yani popülasyonlar hem klonal hem de cinsel hatları bir arada bulundurabilir (Rylková ve ark., 2013). Yüksek fekondite, erken yaşta eşeyssel olgunluk ve geniş çevresel tolerans gibi özellikler, türün istilacı gücünü artıran diğer biyolojik avantajlardır.

Türkiye’de ve dünyanın pek çok bölgesinde *C. gibelio*’nun yerli türler üzerinde olumsuz etkiler yarattığı bildirilmektedir. Bu etkiler arasında habitat ve besin rekabeti, *Cyprinus carpio* ve diğer Cyprinid türleriyle melezleşme riski ve balıkçılık veriminde değişimler sayılabilir (Tarkan ve ark., 2012b; Ağdamar ve Tarkan, 2019). Bununla birlikte dayanıklılığı ve yüksek biyokütlesi nedeniyle bazı bölgelerde balıkçılık açısından ikincil bir hedef tür olarak değerlendirilmektedir. Ancak istilacı özelliği nedeniyle biyolojik çeşitlilik açısından potansiyel bir tehdit olarak görülmekte ve yönetim stratejileri geliştirilmesi önerilmektedir (CABI, 2023).

### **3.3. Örneklerin Temini**

Çalışma materyali olan İsrail sazanı Hirfanlı Baraj Gölü’nden Mart 2023 tarihinde ticari olarak balıkçılık yapan kişilerden temin edilmiştir. Örnekler, buz ilavesi yapılmış taşıma kapları içerisinde soğuk zincir korunarak Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma Laboratuvarı’na nakledilmiştir.

### **3.4. Örneklerin Bağırsak Florasının Belirlenmesi**

Bakteri izolasyonu amacıyla toplam altı adet morfolojik olarak sağlıklı ve gelişmiş *Carassius gibelio* bireyinden bağırsak örnekleri temin edilmiştir. Steril şartlar altında çıkarılan bağırsaklar, 50 mL’lik steril Falcon tüplerine aktarılmış ve her tüpe 25 mL steril serum fizyolojik (%0.9 NaCl) eklenmiştir. Örnekler, steril bir homojenizatör

yardımıyla homojenize edilmiş ve elde edilen süspansiyon 9.000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası çöken katı fraksiyon uzaklaştırılmış; süpernatant, steril filtre kağıdından geçirilerek partiküllerden arındırılmıştır. Bu şekilde elde edilen süspansiyon, kültüre edilebilir bakterilerin izolasyonu amacıyla kullanılmıştır (Gatesoupe, 1999; Austin, 2002).

Elde edilen bağırsak süspansiyonlarından kültüre edilebilir toplam bakteri sayısının ve spesifik bakteri gruplarının belirlenmesi amacıyla,  $10^{-1}$ 'den  $10^{-6}$ 'ya kadar seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Her dilüsyondan 100 µl, total kültüre edilebilir bakteri sayısını belirlemek için NA besiyerine, farklı bakteri gruplarına özgü seçici besiyerlere ekimleri gerçekleştirilmiştir. *Bacillus* spp. izolasyonu için Bacillus Chromogenic Agar (BCA); Enterobacteriaceae üyeleri için Eosin Metilen Mavisı Agar (EMB); *Enterococcus* spp. için Esculin Safra Agar (EBSA); ve *Lactobacillus* türlerinin izolasyonu için De Man–Rogosa–Sharpe Agar (MRSA) besiyerleri kullanılmıştır (de Man ve ark., 1960; Harrigan, 1998).

Ekilen plaklar, 37°C'de 24–48 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda, oluşan koloniler sayılarak bakteri yoğunluğu koloni oluşturan birim/mL (CFU/mL) cinsinden hesaplanmış, 30–300 koloni içeren plaklar dikkate alınmış ve her örnek için işlemler üçlü tekrarlarla gerçekleştirilmiştir (APHA, 2012).

*Lactobacillus* spp. ve *Enterococcus* spp. izolasyonu amacıyla kullanılan MRSA ve EBSA ortamlarındaki kültürler, anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir. Anaerobik ortam, mumlu kavanoz yöntemiyle sağlanmıştır (Collins ve ark., 2004). Saf kültürleri elde edilen bakteri izolatları, %20 gliserol içeren Tryptic Soy Broth (TSB) ortamına inoküle edilerek gliserol stokları hazırlanmış ve -80°C'de uzun süreli saklama amacıyla depolanmıştır (Green ve Sambrook, 2012).

### **3.5. İzole Edilen Bakterilerin İn Vitro Antagonistik Aktivitelerinin Belirlenmesi**

İsrail sazanının bağırsak florasından izole edilen bakteri suşlarının, referans bakteri ve maya suşlarına karşı antagonistik aktiviteleri *Agar Kuyucuk Yöntemi (Well Diffusion Assay)* kullanılarak değerlendirildi. Bu yöntem, bakteri izolatlarının ürettiği antimikrobiyal bileşiklerin etkisini kantitatif olarak belirlemek amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır (Balouiri ve ark., 2016).

### 3.6. Bakterilerden Hücre Serbest Süpernatantların (CFS) Elde Edilmesi

İsrail sazanı bağırsak florasından izole edilen bakteri suşlarının antagonistik aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla, her bir izolat 5 mL Tryptic Soy Broth (TSB) içerisinde çalkalamalı inkübasyon koşullarında (37 °C, 120 rpm) 48 saat kültüre edilmiştir. İnkübasyon sonunda kültürler 15 mL'lik steril Falcon tüplerine alınmış ve 14.000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonucunda oluşan hücre pelletleri uzaklaştırılmış, süpernatant kısmı ise hücre içermeyen kültür filtratı (*Cell-Free Supernatant*, CFS) olarak steril tüplere aktarılmıştır. Elde edilen CFS örnekleri, +4 °C'de muhafaza edilerek aynı gün içerisinde antagonistik aktivite belirleme deneylerinde kullanılmıştır. Bu yöntem, probiyotik özelliklerin ve antimikrobiyal bileşiklerin değerlendirilmesinde sıkça kullanılan standart bir yaklaşımdır (Schillinger ve Lücke, 1989; Todorov ve Dicks, 2005).

### 3. 7. Bakteriyel ve Maya Tip Suşları

Antagonistik aktivite testlerinde kullanılmak üzere hem Gram negatif hem de Gram pozitif bakteriyel suşlar ile maya suşları değerlendirmeye alınmıştır. Bu tez çalışmasında kullanılan gram negatif bakteriyel suşlar; *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 13883) ve *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853); gram pozitif bakteriyel suşlar; *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Bacillus cereus* 709 Roma (ATCC 11778) ve *Bacillus subtilis* (ATCC 6633); maya suşları; *Candida albicans* (ATCC 10231), *Candida glabrata* (ATCC 90030) ve *Candida tropicalis* (ATCC 750)'tir.

Bakteri suşları, Müller Hinton Agar (MHA) besiyerine çizgi ekimi yöntemiyle ekilmiş ve 37 °C'de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Maya suşları ise Potato Dextrose Agar (PDA) ortamına çizgi ekimi yapılarak 27 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen kolonilerden alınan hücreler, steril serum fizyolojik içerisinde 0.5 McFarland bulanıklık standardına ayarlanarak süspansiyonlar hazırlanmıştır. Elde edilen süspansiyonlar, bakteri suşları için MHA yüzeyine, maya suşları için ise PDA yüzeyine steril eküvyon çubukları kullanılarak yayma yöntemiyle inoküle edilmiştir. Bu yöntem, antimikrobiyal aktivite testlerinde standart inokulum yoğunluğunun sağlanması için yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır (Andrews, 2001; CLSI, 2012).

### 3. 8. Antagonistik Aktivitenin Belirlenmesi

*Carassius gibelio* bağırsaklarından izole edilen bakteri suşlarının antagonistik aktivitelerini belirlemek amacıyla, test mikroorganizmalarının ekildiği agar plaklarının yüzeyleri kurutulduktan sonra steril *cork borer* ile 5 mm çapında kuyucuklar açılmıştır. Kuyucuklara, daha önce elde edilen hücre serbest süpernatant (CFS) örneklerinden 50 µL hacminde olacak şekilde inokülasyon yapılmıştır. Hazırlanan Petri kapları, bakteriyel test suşları için 37 °C’de, maya test suşları için ise 27 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda, kuyucuk çevresinde oluşan inhibisyon zonlarının çapı milimetre (mm) cinsinden ölçülmüş ve bu değerler izolatların antimikrobiyal etkinliklerinin kantitatif değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bu yöntem, probiyotik özelliklerin ve antimikrobiyal potansiyelin in vitro belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan standart bir prosedürdür (Tagg ve McGiven, 1971; Balouiri ve ark., 2016).

### 3.9. Antagonistik Aktiviteye Sahip Bakteri İzolatlarının Moleküler Tanımlanması

#### 3.9.1 Genomik DNA izolasyonu

*Carassius gibelio* bağırsaklarından izole edilen ve patojenik test suşlarına karşı antagonistik aktivite gösteren bakteri izolatlarından genomik DNA izolasyonu ticari bir kit (PureLink Genomic DNA Isolation Kit, Thermo Fisher Scientific, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İzolatlar, 3 mL Tryptic Soy Broth (TSB) besiyerine inoküle edilerek 37 °C’de, çalkalamalı inkübasyonda (150 rpm) 24 saat süreyle kültüre edilmiştir. İnkübasyon sonunda kültürlerden 1.5 mL alınmış, steril Eppendorf tüplerine aktarılmış ve 14.800 rpm’de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen hücre pelletlerinden DNA ekstraksiyonu, üretici firmanın protokolüne uygun şekilde yapılmıştır. Bu yöntem, probiyotik potansiyeli olan balık bağırsak bakterilerinin moleküler düzeyde tanımlanmasında yaygın olarak kullanılmakta olup güvenilir sonuçlar verdiği bilinmektedir (Miller ve ark., 1988; Ausubel ve ark., 2002).

#### 3.9.2 16S rRNA geninin PCR ile amplifikasyonu

Antagonistik aktivite gösteren bakteri izolatlarının tanımlanmasında, 16S rRNA gen bölgesi, evrensel primerler olan 27F: 5’-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-3’ ve 1492R: 5’-TACGGYTACCTTGTTACGACTT-3’ kullanılarak polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yöntemiyle amplifiye edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan PCR reaksiyon karışımı ve PCR döngü protokolü sırasıyla tablo 3.1 ve Tablo 3.2’de sunulmuştur.

**Tablo 3.1.** PCR reaksiyon karışımı

Bileşen	Konsantrasyon / Miktar
PCR Master Mix	1X
İleri primer	0.2 pmol/ $\mu$ L
Geri primer	0.2 pmol/ $\mu$ L
Genomik DNA	100 ng/ $\mu$ L
Steril distile su	Toplam hacim: 25 $\mu$ L'ye tamamlanır

**Tablo 3.2.** PCR döngü protokolü

Aşama	Sıcaklık	Süre
Başlangıç denatürasyonu	95°C	3 dk
Denatürasyon (35 döngü)	95°C	30 sn
Primer bağlanması (35 döngü)	Primer Tm'sine göre	45 sn
Uzama (35 döngü)	72°C	2 dk
Son uzama	72°C	10 dk

PCR ile amplifiye edilen DNA ürünleri, %1 (w/v) agaroz jel içerisinde elektroforeze tabi tutulmuştur. Jeller, 1× TBE tamponunda hazırlanmış ve etidyum bromür (0.5  $\mu$ g/ml) ile boyanmıştır. Numuneler, yükleme tamponu ile karıştırıldıktan sonra jeldeki kuyucuklara yüklenmiş ve 100 V sabit voltajda yaklaşık 1 saat yürütülmüştür. Elektroforez sonunda DNA bantlarının varlığı ve büyüklüğü, UV transillüminatör altında görüntülenerek doğrulanmıştır. Kullanılan yöntem, amplifiye edilen DNA parçalarının boyut kontrolü ve varlığının teyidi için yaygın olarak kullanılan standart bir prosedürdür (Sambrook ve Russell, 2001). Pozitif amplifikasyon gösteren PCR ürünleri, 16S rRNA dizi analizi için BM Labosis (Ankara, Türkiye) firmasına gönderilmiştir.

### 3. 10. Veri Analizi

Antagonistik aktivite gösteren bakteri izolatlarına ait 16S rRNA gen bölgeleri dizilenmiş ve elde edilen sekanslar BioEdit yazılımı kullanılarak düzenlenmiştir (Hall, 1999). Düzenlenen DNA dizileri, NCBI GenBank veri tabanındaki referans türlerle karşılaştırılmıştır. Bu amaçla BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) algoritması kullanılmış ve dizilerin benzerlik oranları hesaplanmıştır (Benson ve ark., 2012).

Tür düzeyinde tanımlama amacıyla, elde edilen 16S rRNA sekanslarının filogenetik ilişkileri MEGA 11 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Filogenetik ağaçlar Neighbor-Joining (NJ) yöntemi ile oluşturulmuş ve istatistiksel güvenilirliği artırmak için 1000 bootstrap tekrarı uygulanmıştır (Kumar ve ark., 2018).



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Bulgular

Hirfanlı Baraj Gölü'nden *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) türüne ait toplam 6 adet birey elde edilmiştir. Bu örneklerin boyları 23,1–27,8 cm, ağırlıkları ise 380,44–426,98 g arasında değişiklik göstermektedir. Gondaların makroskobik değerlendirilmesi sonucunda, bireylerin tamamının cinsiyet bakımından olgun ve dişi olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.1 Türün bağırsak florasından bakterilerin izolasyonu

Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *Carassius gibelio* örneklerinden yapılan ekimler sonucunda, toplam bakteri sayısı ve seçici besiyerlerinde üreyen bakteri sayısı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. NA ortamında en yüksek yoğunluk gözlenmiş olup, bakteri sayıları  $2.5 \times 10^7$  ile  $3.5 \times 10^8$  KOB/ml arasında değişmiştir. EMB ortamında  $1.02 \times 10^3$ – $3.0 \times 10^4$  KOB/ml, EBSA'da  $2.0 \times 10^2$ – $4.8 \times 10^3$  KOB/ml, MRS agar'da  $1.7 \times 10^3$ – $3.8 \times 10^4$  KOB/ml, BCA ortamında ise 65–420 KOB/ml aralığında kültüre edilebilen bakteri sayısı tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1.** *C. gibelio* bağırsaklarından kültüre edilebilen bakteri sayısı (KOB/ml, koloni oluşturan birim)

Örnek	NA	EMB	EBSA	MRSA	BCA
EG1	$35 \times 10^7$	$10.2 \times 10^2$	$4 \times 10^2$	$17 \times 10^2$	160
EG2	$11 \times 10^7$	$78 \times 10^2$	$48 \times 10^2$	$76 \times 10^2$	90
EG3	$25 \times 10^6$	$17.2 \times 10^2$	$42 \times 10^2$	$67 \times 10^2$	210
EG4	$48 \times 10^6$	$69 \times 10^2$	$14 \times 10^2$	$21 \times 10^3$	420
EG5	$9 \times 10^7$	$3 \times 10^4$	$16 \times 10^2$	$28 \times 10^3$	360
EG6	$95 \times 10^6$	$44 \times 10^2$	$2 \times 10^2$	$38 \times 10^3$	65

NA: Nutrient Agar; EMB: Eosin Methylene Blue Agar; EBSA: Esculin Bile Salt Agar; MRSA: De Man–Rogosa–Sharpe Agar; BCA: Bacillus Chromogenic Agar.

#### 4.1.2. Bakteri izolatlarının saf kültüre alınması ve morfolojik zellikleri

Gerçekleştirilen ekimler sonucunda, Petri kaplarında üreyen farklı morfolojik özelliklere sahip bakteri kolonileri seçilmiş ve saf kültürleri elde edilmiştir. Koloni morfolojilerine göre yapılan sınıflandırma sonucunda, altı farklı *Carassius gibelio* bireyinden toplam 44 bakteri suşu izole edilmiştir. Bu izolatların dağılıımı; Bacillus Chromogenic Agar (BCA) ortamında 23 suş, De Man–Rogosa–Sharpe Agar (MRSA) ortamında 5 suş, Esculin Bile Salt Agar (EBSA) ortamında 7 suş ve Eosin Methylene Blue Agar (EMB) ortamında 9 suş olarak belirlenmiştir. İzole edilen koloniler renk, koloni tipi (R-tipi: rough, S-tipi: smooth, M-tipi: mukoid) ve balık rneklarine göre sınıflandırılmıştır (Tablo 4.2).

Bu sonuçlar, Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *C. gibelio*'nun bağırsak florasında farklı besiyerlerinde gelişim gösterebilen zengin bir bakteri çeşitliliğinin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle BCA ortamında yüksek sayıda izolat elde edilmesi, *Bacillus* sp. türleri ile ilişkili mikrofloranın baskın olabileceğini düşündürmektedir.

**Tablo 4.2.** Türün bağırsaklarından izole edilen bakteri izolatlarının özellikleri

<b>İzolatAdı</b>	<b>Balık Örnekleri</b>	<b>Kullanılan besiyeri</b>	<b>Koloni Rengi</b>	<b>Koloni Tipi</b>
NK-1		BCA	Pembe	R-tipi
NK-2		BCA	Beyaz	R-tipi
NK-3	EG1	BCA	Sarı	R-tipi
NK-4		BCA	Mavi	R-tipi
NK-5		BCA	Pembe	R-tipi
NK-6	EG2	BCA	Sarı	R-tipi
NK-7		BCA	Beyaz	S-tipi
NK-8	EG3	BCA	Yeşil	R-tipi
NK-9		BCA	Pembe	R-tipi
NK-10		BCA	Yeşil	R-tipi
NK-11	EG4	BCA	Sarı	R-tipi
NK-12		BCA	Beyaz	R-tipi
NK-13		BCA	Sarı	R-tipi
NK-14		BCA	Beyaz	R-tipi
NK-15	EG5	BCA	Yeşil	R-tipi
NK-16		BCA	Mavi	R-tipi
NK-17		BCA	Pembe	R-tipi
NK-18		BCA	Yeşil	R-tipi
NK-19		BCA	Pembe	R-tipi
NK-20		BCA	Yeşil	R-tipi
NK-21	EG6	BCA	Pembe	R-tipi
NK-22		BCA	Beyaz	R-tipi
NK-23		BCA	Sarı	R-tipi
NK-24	EG1	MRSA	Beyaz	S-tipi
NK-25	EG2	MRSA	Beyaz	S-tipi
NK-26	EG4	MRSA	Beyaz	S-tipi
NK-27	EG5	MRSA	Beyaz	S-tipi
NK-28	EG6	MRSA	Beyaz	S-tipi
NK-29		EBSA	Siyah	S-tipi
NK-30	EG1	EBSA	Gri	S-tipi
NK-31	EG2	EBSA	Gri	S-tipi
NK-32	EG4	EBSA	Gri	S-tipi
NK-33		EBSA	Siyah	S-tipi
NK-34	EG5	EBSA	Siyah	S-tipi
NK-35	EG6	EBSA	Gri	S-tipi
NK-36		EMB	Pembe	S-tipi
NK-37	EG1	EMB	Mor	S-tipi
NK-38		EMB	Mor	S-tipi
NK-39	EG2	EMB	Mor	M-tipi
NK-40		EMB	Pembe	S-tipi
NK-41		EMB	Mor	M-tipi
NK-42	EG3	EMB	Pembe	S-tipi
NK-43		EMB	Pembe	S-tipi
NK-44	EG4	EMB	Pembe	S-tipi

BCA: Basillus Kromojenik Agar, MRSA: DeMan Rose Shape Agar, EBSA: Eskülin Bile Salt Agar, EMB: Eozin Metilen Blue Agar, S-tipi: Smoth, R-tipi: Rough, M-tipi: Mukoid

#### 4.1.3. Antagonistik aktivite

Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *Carassius gibelio* bağırsak florasından izole edilen toplam altı bakteri suşunun (NK-7, NK-14, NK-36, NK-38, NK-40, NK-42), yedi bakteriyel ve üç maya referans suşuna karşı antagonistik aktiviteleri agar difüzyon (kuyucuk) yöntemi ile değerlendirilmiştir. Antimikrobiyal etkinlik, hedef mikroorganizmaların çevresinde oluşan inhibisyon zon çaplarının (mm) ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, BCA ortamından izole edilen NK-7 ve NK-14 izolatlarının Gram-negatif (*E. coli*, *K. pneumoniae*) ve Gram-pozitif (*S. aureus*, *E. faecalis*) bakterilere karşı orta düzeyde inhibisyon sağladığı, maya türlerine karşı ise daha sınırlı etki gösterdiği belirlenmiştir.

Buna karşın, EMB ortamından elde edilen NK-36, NK-38, NK-40 ve NK-42 izolatları, özellikle *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis* gibi Gram-pozitif hedef suşlara karşı geniş spektrumlu antagonistik etki sergilemiştir. Maya türleri arasında en yüksek inhibisyon zonları *Candida albicans* ve *Candida tropicalis* suşlarında (7–9 mm) gözlenmiştir.

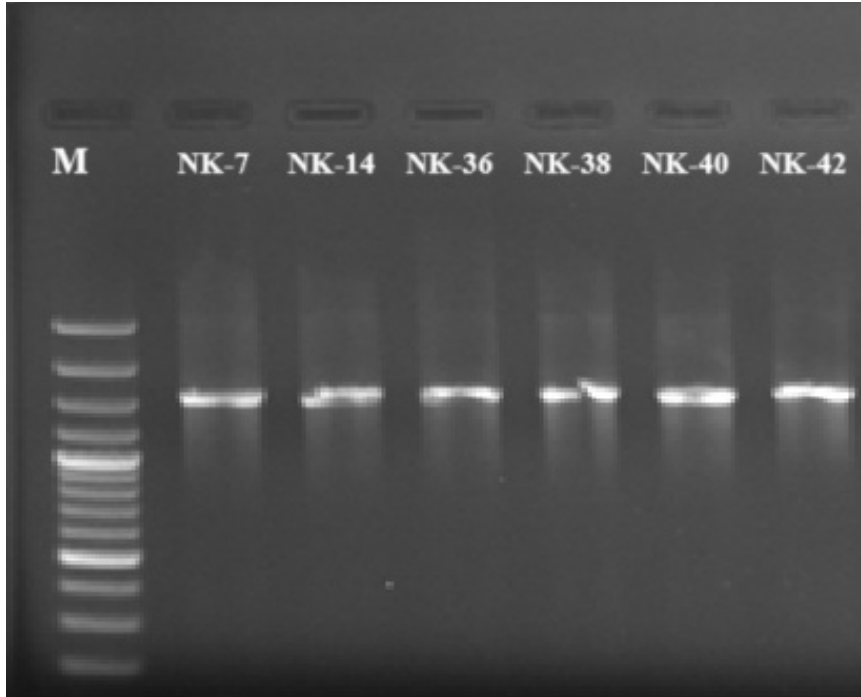
Bu bulgular, *C. gibelio* bağırsak florasında bulunan bazı bakteriyel izolatların potansiyel probiyotik adayları olabileceğini ve özellikle Gram-pozitif bakterilere karşı güçlü antimikrobiyal etki sergileyebileceklerini ortaya koymaktadır (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3.** Türün bağırsaklarından izole edilen bakteri izolatlarının antagonistik aktivitesi

İzolat	Antagonistik Aktivite (mm)								
	<i>E. coli</i> ATCC 25922	<i>K. pneumoniae</i> ATCC 6633	<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	<i>B. cereus</i> 709 Roma	<i>S. aureus</i> ATCC25923	<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	<i>Candida albicans</i> ATCC 60193	<i>Candida glabrata</i> ATCC	<i>Candida tropicalis</i> ATCC 13803
NK-7	17	13	-	-	15	15	9	7	8
NK-14	15	12	-	-	16	18	8	7	7
NK-36	17	11	17	18	14	18	8	7	9
NK-38	17	11	17	17	14	14	7	7	9
NK-40	16	13	17	17	14	17	7	7	7
NK-42	16	13	17	17	14	17	7	7	7

#### 4.1.4. Antagonistik aktivite gösteren izolatların moleküler tanımlanması

Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *Carassius gibelio* bağırsak florasından izole edilen ve patojen referans suşlara karşı antagonistik aktivite sergileyen NK-7, NK-14, NK-36, NK-38, NK-40 ve NK-42 numaralı izolatların moleküler tanımlamaları gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, her izolatın genomik DNA'sı kullanılarak 16S rRNA gen bölgesi PCR yöntemiyle amplifiye edilmiştir. Gerçekleştirilen PCR reaksiyonları sonucunda her bir izolat için yaklaşık 1500 bp uzunluğunda hedef ampikonlar elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Bakteri izolatlarının 16S rRNA gen bölgesinin agaroz jel elektroforez görüntüsü

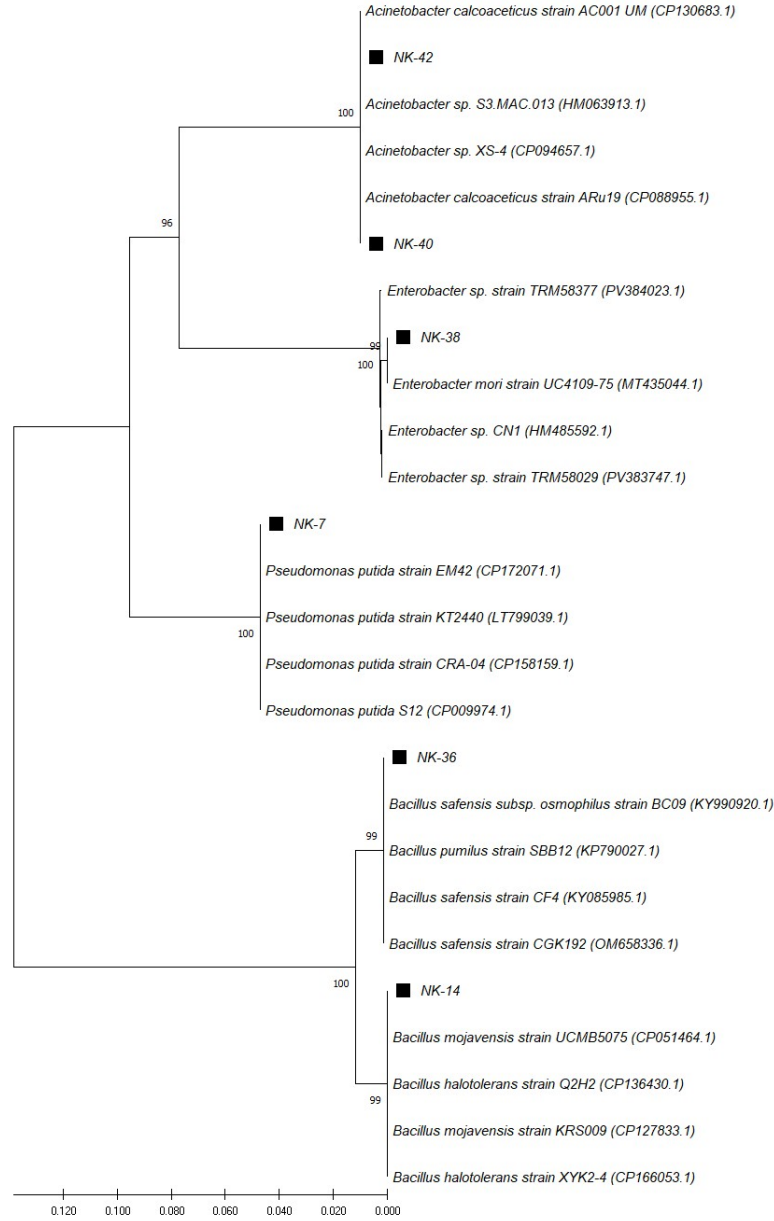
#### 4.1.5. İzolatların 16S rRNA gen bölgesi sekans analizi ve BLAST sonuçları

Antagonistik aktivite sergileyen altı bakteri izolatına ait 16S rRNA gen bölgelerinin DNA sekans analizleri BM Labosis firması tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen diziler, BioEdit yazılımı kullanılarak düzenlenmiş ve kalite kontrolleri yapılmıştır. Daha sonra, NCBI GenBank veritabanındaki referans dizilerle karşılaştırma yapılmış ve benzerlik oranları BLAST algoritması ile belirlenmiştir. Blast sonucu izolatların % benzerlikleri Tablo 4.4'de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Bakteriyeel izolatların Blast Sonuçları İzolatların moleküler tanımlanması

İzolat	GenBank Benzer İzolatlar	GenBank Kabul Numarası	Coverage (%)	Benzerlik (%)
NK-7	<i>Pseudomonas putida</i> strain EM42	CP172071.1	100	100
	<i>Pseudomonas putida</i> strain KT2440	LT799039.1	100	100
	<i>Pseudomonas putida</i> strain CRA-04	CP158159.1	100	100
	<i>Pseudomonas putida</i> S12	CP009974.1	100	100
NK-14	<i>Bacillus mojavensis</i> strain UCMB5075	CP051464.1	100	99.86
	<i>Bacillus halotolerans</i> strain Q2H2	CP136430.1	100	99.86
	<i>Bacillus mojavensis</i> strain KRS009	CP127833.1	100	99.86
	<i>Bacillus halotolerans</i> strain XYK2-4	CP166053.1	100	99.86
NK-36	<i>Bacillus safensis</i> subsp. <i>osmophilus</i> strain BC09	KY990920.1	100	100
	<i>Bacillus pumilus</i> strain SBB12	KP790027.1	100	100
	<i>Bacillus safensis</i> strain CF4	KY085985.1	100	100
	<i>Bacillus safensis</i> strain CGK192	OM658336.1	100	100
NK-38	<i>Enterobacter mori</i> strain UC4109-75	MT435044.1	100	100
	<i>Enterobacter</i> sp. CN1	HM485592.1	100	99.57
	<i>Enterobacter</i> sp. strain TRM58377	PV384023.1	100	99.48
	<i>Enterobacter</i> sp. strain TRM58029	PV383747.1	100	99.48
NK-40	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> strain ARu19	CP088955.1	100	100
	<i>Acinetobacter</i> sp. XS-4	CP094657.1	100	100
	<i>Acinetobacter</i> sp. S3.MAC.013	HM063913.1	100	100
	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> strain AC001-UM	CP130683.1	100	100
NK-42	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> strain ARu19	CP088955.1	100	100
	<i>Acinetobacter</i> sp. XS-4	CP094657.1	100	100
	<i>Acinetobacter</i> sp. S3.MAC.013	HM063913.1	100	100
	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> strain AC001-UM	CP130683.1	100	100

İzolatların moleküler tanımlanması Blast sonucu GenBankta var olan benzer sekanslar ve bakteriyeel izolatların 16S rRNA genlerinin hizalanması ve MEGA 11 programı kullanılarak çizilen dendogram sonucunda belirlenmiştir. Çizilen dendograma göre NK-7 izolatı *Pseudomonas putida*, NK-14 ve NK-16 izolatı *Bacillus* sp., NK-38 izolatı *Enterobacter mori*, NK-40 ve NK-42 izolatı *Acinetobacter calcoaceticus* olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Bakteriyel izolatlar ve yakından ilişkili bakteri türlerinin filogenetik analizi

#### 4.2. Tartışma

Bu çalışmada Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *Carassius gibelio* bireylerinin bağırsak florası kültüre dayalı yöntemlerle incelenmiş, izolasyon ve moleküler tanımlama sonucunda bağırsak florasının zenginliği ve antagonistik potansiyeli ortaya konmuştur.

Bu çalışmada Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *Carassius gibelio* bireylerinde bağırsak florasının yüksek düzeyde bakteri yükü barındırdığı belirlenmiştir. Genel besiyeri NA'da saptanan  $2.5 \times 10^7$ – $3.5 \times 10^8$  KOB/ml değerleri, tatlısu balıklarının bağırsak florasında bildirilen  $10^6$ – $10^8$  KOB/g aralığı ile (Nayak, 2010) büyük ölçüde

örtüşmektedir. Bu bulgu, Cyprinidae familyası üyelerinin bağırsaklarında mikrobiyal yükün genellikle yüksek düzeylerde bulunduğu gözlemleri desteklemektedir. Cyprinid türleri genellikle otçul ya da omnivor beslenme stratejileri sergilediğinden, yüksek miktarda kompleks polisakkarit ve organik madde içeren diyetleri mikrobiyal gelişim için zengin bir substrat oluşturmaktadır (Merrifield ve Ringø, 2014). Ayrıca, sazan türlerinin çoğunlukla ötrofik sularda yaşaması da organik madde açısından zengin çevre koşulları sağlayarak bağırsaklardaki mikrobiyal yükün artmasına katkıda bulunabilmektedir (Gómez ve Balcázar, 2008). Daha önce yapılan çalışmalar da (*Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella*, *Carassius auratus*) gibi Cyprinidae türlerinde bağırsak mikrobiyal yoğunluğunun yüksek olduğunu ve bu yoğunluğun beslenme ile habitatın trofik yapısına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Wu ve ark., 2012; Li ve ark., 2017). Bu bağlamda çalışmamızın sonuçları literatürle paralellik göstermektedir.

Selektif besiyerleriyle yapılan ekimler sonucunda hem Gram-negatif hem de Gram-pozitif bakterilerin florada temsil edildiği görülmüştür. EMB ve EBSA gibi seçici ortamlarda sınırlı sayıda koloni gelişimi gözlenirken, NA besiyerinde çok daha yüksek yoğunluklar kaydedilmiştir. Bu durum, bağırsak florasının farklı taksonomik grupları kapsayan kompleks bir yapıdan oluştuğunu göstermektedir. Benzer şekilde Ringø ve ark. (2006), sağlıklı tatlısu balıklarının bağırsak florasında *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinslerinin baskın olduğunu rapor etmiştir. Çalışmamızda da bu cinslerin temsil edilmesi, bulgularımızın literatürle uyumlu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kullanılan yöntemlerin kültüre edilebilen mikroorganizmalarla sınırlı olduğu unutulmamalıdır. Merrifield ve Ringø (2014), balık bağırsak florasında bulunan mikroorganizmaların yalnızca %1–10'unun klasik kültür yöntemleriyle üretilebildiğini bildirmiştir. Dolayısıyla, kültüre dayalı yöntemler gerçek çeşitliliğin yalnızca küçük bir kısmını yansıtmakta, özellikle anaerobik ya da zor üreyen bakteriler bu kapsam dışında kalmaktadır. Günümüzde metagenomik ve yeni nesil dizileme teknikleri ile yapılan çalışmalar, Cyprinid türlerinde Proteobacteria, Firmicutes, Actinobacteria ve Bacteroidetes filumlarının baskın olduğunu göstermektedir (Wu ve ark., 2013; Kashinskaya ve ark., 2015; Li ve ark., 2017). Hirfanlı Baraj Gölü örneklerinden elde edilen sonuçların bu genel desenle uyumlu olması, *C. gibelio*'nun bağırsak florasının tipik Cyprinid bağırsak florası yapısını yansıttığını düşündürmektedir.

Koloni morfolojilerine göre toplam 44 bakteri izole edilmiş, moleküler tanımlama sonucunda altı farklı bakteri türü belirlenmiştir: *Pseudomonas putida*, *Bacillus* sp.,

*Enterobacter mori* ve *Acinetobacter calcoaceticus*. Bu türler, Cyprinidae bağırsak florasında sıkça rapor edilen Proteobacteria (*Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Acinetobacter*) ve Firmicutes (*Bacillus*) üyeleri ile uyumludur (Wu ve ark., 2013; Li ve ark., 2017; Merrifield ve Ringø, 2014). Özellikle *Bacillus* türleri spor oluşturan yapıları sayesinde balık bağırsaklarında uzun süre yaşayabilmekte ve sindirim sistemi ekolojisinde önemli bir yer tutmaktadır (Balcázar ve ark., 2006). Bununla birlikte, toplam 44 izolatın yalnızca altısının moleküler düzeyde tanımlanabilmiş olması kültüre dayalı yöntemlerin sınırlılığını ortaya koymaktadır. Bu durum, floradaki gerçek çeşitliliğin yalnızca küçük bir kısmının ortaya konulabildiğini göstermektedir. Çalışmamızın öz-eleştirisini olarak; bağırsak florasının gerçek çeşitliliğinin daha kapsamlı biçimde ortaya konabilmesi için kültüre dayalı yöntemlerin metagenomik yaklaşımlarla desteklenmesi gerektiği vurgulanmalıdır.

Çalışmamızda *Carassius gibelio* bağırsak florasından elde edilen altı izolatın, farklı patojenik bakteri ve maya türlerine karşı belirgin antagonistik etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle EMB besiyerinden izole edilen *Bacillus* sp. (NK-36), *Enterobacter mori* (NK-38) ve *Acinetobacter calcoaceticus* (NK-40, NK-42) suşları, Gram-pozitif hedef bakteriler (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*) karşısında geniş spektrumlu inhibisyon zonları oluşturmuştur. Bu bulgu, izolatların antimikrobiyal bileşikler (ör. bakteriyosinler, organik asitler, hidrojen peroksit) salgılayarak rekabetçi üstünlük sağladığını göstermektedir. Benzer şekilde Irianto ve Austin (2002), *Carnobacterium* ve *Bacillus* türlerinin *Aeromonas salmonicida* gibi patojenlere karşı bakteriyosin üretimi yoluyla güçlü antagonistik etki sergilediğini bildirmiştir. Tüm izolatlar *Candida albicans* ve *C. tropicalis*'e karşı 7–9 mm çapında zonlar oluşturmuş, bu da fırsatçı mantar enfeksiyonlarının baskılanmasında rol oynayabileceklerini düşündürmektedir. Literatürde, balık bağırsak florasında mantar ve maya türlerinin genellikle düşük prevalansla bulunduğu; ancak stres koşulları, bağışıklık baskılanması veya çevresel bozulma gibi faktörlerin bu organizmaların fırsatçı patojen olarak ortaya çıkmasını kolaylaştırabileceği bildirilmiştir (Gatesoupe, 2007; Reinoso ve ark., 2023; Guirado-Flores ve ark., 2025). Bu bağlamda, Hirfanlı Baraj Gölü örneklerinden izole edilen bakterilerin mantar türlerine karşı antagonistik etki göstermesi, probiyotik potansiyel açısından önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

Antagonistik etkinin balık sağlığı açısından önemi, özellikle akuakültürde sık karşılaşılan bakteriyel patojenlerin kontrolünde ortaya çıkmaktadır. Literatürde *Bacillus* türlerinin *Vibrio* ve *Aeromonas* türlerine karşı biyokontrol potansiyeli taşıdığı

gösterilmiştir (Newaj-Fyzul ve Austin, 2014; Hai, 2015). Ayrıca *Pseudomonas putida* gibi türlerin siderofor üretimiyle patojenlerin demir erişimini sınırlayarak baskılayıcı rol oynadığı rapor edilmiştir (Liu ve ark., 2018). Çalışmamızda *P. putida* (NK-7) izolatının hem Gram-negatif hem de Gram-pozitif test bakterilerine karşı orta düzeyde inhibisyon göstermesi, bu mekanizma ile ilişkili olabilir. Bununla birlikte, izolatlarımızın “patojenlere karşı ajan” olarak kesin şekilde kullanılabilmesi için yalnızca in vitro antagonistik testler yeterli değildir. FAO/WHO (2006) tarafından probiyotik adayların değerlendirilmesi için önerilen kriterler arasında safra tuzlarına ve düşük pH’a dayanıklılık, konak bağırsak epitel hücrelerine tutunabilme yeteneği, toksin üretmemesi ve antibiyotik direnç profillerinin güvenli sınırlar içinde olması yer almaktadır. Dolayısıyla çalışmamızda elde edilen bulgular, olası biyokontrol potansiyelini ortaya koysa da bu özelliklerin doğrulanabilmesi için ek fizyolojik ve genomik testlere ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda Hirfanlı Baraj Gölü’nden izole edilen bakterilerin (*Pseudomonas putida*, *Bacillus* sp., *Enterobacter mori*, *Acinetobacter calcoaceticus*) balık bağırsaklarında yalnızca kommensal olarak bulunmadığı, aynı zamanda konakla simbiyotik ilişkiler kurabileceği düşünülmektedir. Balık bağırsak florasında simbiyotik mikroorganizmalar, sindirim enzimleri salgılayarak konak türün karbonhidrat, protein ve lipit metabolizmasına katkı sağlamakta; böylece enerji verimliliğini ve büyüme performansını artırmaktadır (Nayak, 2010; Merrifield ve Ringø, 2014). Örneğin, *Bacillus* türleri amilaz, proteaz ve lipaz gibi ekzoenzimler üretebilmekte ve bu enzimler, balıkların sindiremediği kompleks polisakkaritlerin parçalanmasında önemli rol oynamaktadır (Balcázar ve ark., 2006). Bağırsak florası aynı zamanda konağın bağışıklık sistemini de şekillendirmektedir. Ringø ve ark. (2006) simbiyotik bakterilerin bağırsak epiteline bağlanarak mukozal bağışıklığı uyardığını ve patojenlere karşı rekabetçi engelleme (competitive exclusion) sağladığını belirtmiştir. Çalışmamızda antagonistik aktivite gösteren *Bacillus* sp. ve *E. mori* izolatlarının, in vivo koşullarda benzer şekilde konağın bağışıklık sistemini destekleyebileceği düşünülmektedir.

Cyprinidae familyasında simbiyotik bakterilerin özellikle ötrofik göllerde yaşayan türlerde daha yoğun olduğu bildirilmektedir. Örneğin Wu ve ark. (2012) *C. auratus gibelio*’da simbiyotik ilişkilerin çevresel koşullardan ziyade konak gelişimi ve beslenme ile daha güçlü şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, Hirfanlı Baraj Gölü’nde yüksek organik madde içeriğiyle birlikte simbiyotik ilişkilerin daha güçlü gelişmesine zemin hazırlayabilir. Ancak simbiyotik bakterilerin konak için faydalı

etkilerinin net biçimde ortaya konulabilmesi için probiyotik kriterlerine uygun testlerin (örneğin safra tuzu ve mide asidi toleransı, mukozaya tutunma kapasitesi, in vivo bağışıklık yanıtı çalışmaları) yapılması gerekmektedir (FAO/WHO, 2006). Çalışmamız yalnızca kültüre dayalı izolasyon ve antagonistik testleri içerdiği için bu yönde ileri çalışmalar yapılması önerilmektedir. Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *C. gibelio* bağırsak florası, konağın sindirim ve bağışıklık sistemine katkı sağlayabilecek simbiyotik özellikler taşımakta olup, türün ekolojik başarı ve istilacı karakterine biyolojik bir destek sağlayabilir.

Moleküler düzeyde yapılan 16S rRNA analizleri, izolatların tür düzeyinde tanımlanmasını sağlamıştır. NK-7 izolatı *Pseudomonas putida*, NK-14 ve NK-36 *Bacillus* sp., NK-38 *Enterobacter mori*, NK-40 ve NK-42 ise *Acinetobacter calcoaceticus* olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Wu ve ark. (2013) ve Li ve ark. (2017) tarafından bildirilen *Carassius* türlerinin bağırsak florası ile paralellik göstermektedir. Filogenetik analizler de BLAST sonuçlarını desteklemiş ve izolatların akraba türlerle kümelendiğini ortaya koymuştur. 16S rRNA gen bölgesinin güvenilir bir taksonomik araç olduğu bilinmekle birlikte (Clarridge, 2004), tek başına tür içi varyasyonları ayırt etmede yetersiz olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, gelecekte multilokus dizileme (MLST) veya tam genom sekanslaması gibi yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *Carassius gibelio* bireylerinin bağırsak florasının kültüre dayalı yöntemlerle incelenmesi, antagonistik aktiviteye sahip bakterilerin belirlenmesi ve moleküler düzeyde tanımlanmasını amaçlamıştır. Elde edilen bulgular hem floradaki yüksek mikrobiyal yükü hem de bazı izolatların belirgin antagonistik potansiyelini ortaya koymuştur. Genel besiyeri NA'da saptanan  $2.5 \times 10^7$ – $3.5 \times 10^8$  KOB/mL değerleri, literatürde tatlısu balıkları için bildirilen  $10^6$ – $10^8$  KOB/g aralığı ile uyum göstermekte ve Cyprinidae familyası üyelerinin bağırsaklarında yüksek mikrobiyal yük bulunduğunu desteklemektedir. Bu durum, *C. gibelio*'nun otçul/omnivor beslenme stratejisi, kompleks polisakkaritçe zengin diyetleri ve ötrofik göl koşulları ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmada bağırsak florasının çeşitliliği de dikkat çekmiştir. Selektif besiyerlerinde elde edilen koloni yoğunluklarının farklılık göstermesi, florada hem Gram-negatif hem de Gram-pozitif grupların bulunduğunu göstermektedir. Koloni morfolojilerine göre toplam 44 bakteri izole edilmiş, ancak 16S rRNA analizleri sonucunda yalnızca altı tür (*Pseudomonas putida*, *Bacillus* sp., *Enterobacter mori* ve *Acinetobacter calcoaceticus*) tanımlanabilmiştir. Bu türler, Cyprinid bağırsak florasında sıkça bildirilen Proteobacteria ve Firmicutes üyeleriyle örtüşmektedir. Bununla birlikte, 44 izolattan yalnızca altısının moleküler olarak tanımlanabilmiş olması, kültüre dayalı yöntemlerin sınırlılığını açıkça göstermektedir. Floradaki gerçek çeşitliliğin daha kapsamlı biçimde ortaya konabilmesi için metagenomik ve yeni nesil dizileme yaklaşımlarına ihtiyaç vardır.

Elde edilen izolatların antagonistik aktiviteleri, çalışmanın öne çıkan bulgularındandır. Özellikle *Bacillus* sp., *Enterobacter mori* ve *Acinetobacter calcoaceticus* suşlarının Gram-pozitif hedef bakterilere karşı güçlü inhibisyon zonları oluşturduğu belirlenmiştir. Tüm izolatların *Candida albicans* ve *C. tropicalis* gibi maya türlerine karşı 7–9 mm zon çapında inhibisyon sağlaması ise, fırsatçı mantar enfeksiyonlarının baskılanmasında potansiyel taşıyabileceklerini göstermektedir. Bu sonuçlar, Hirfanlı Baraj Gölü popülasyonundan elde edilen bakterilerin antimikrobiyal metabolitler (ör. organik asitler, bakteriyosinler, hidrojen peroksit) üreterek patojen mikroorganizmaları baskılama yeteneğine sahip olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, bu sonuçların yalnızca in vitro koşullarda elde edildiği, probiyotik olarak değerlendirilebilmeleri için safra tuzu ve mide asidi toleransı, epitele tutunma

kapasitesi, antibiyotik direnç profilleri ve in vivo bağımsızlık yanıtı gibi ileri testlere ihtiyaç bulunduğu unutulmamalıdır.

Çalışmada tanımlanan bakterilerin simbiyotik ilişkiler kurma potansiyeli de öne çıkmaktadır. *Bacillus* türleri sindirim enzimleri salgılayarak balığın polisakkarit sindirimine katkı sağlayabilmekte, *Pseudomonas* ve *Enterobacter* türleri ise rekabetçi engelleme yoluyla patojenlerin gelişimini sınırlayabilmektedir. Bu özellikler, Hirfanlı Baraj Gölü'nden izole edilen türlerin yalnızca kommensal değil, aynı zamanda simbiyotik potansiyel taşıyabileceğini düşündürmektedir. Ancak bu çıkarımlar bulgularımızdan ziyade literatür destekli yorumlara dayanmaktadır; doğrulanmaları için ileri fizyolojik ve genomik çalışmalar gereklidir.

Bulguların akuakültür uygulamaları açısından değerlendirilmesi de önemlidir. Antagonistik etki gösteren izolatlar, gelecekte akuakültürde biyolojik kontrol ajanı veya probiyotik aday olarak değerlendirilebilir. Özellikle antibiyotik kullanımının sınırlandırılması gerektiği günümüzde, bu tür biyolojik alternatifler hem sürdürülebilir akuakültür hem de gıda güvenliği açısından stratejik önem taşımaktadır. Ancak, bu bakterilerin probiyotik olarak uygulanabilmesi için FAO/WHO (2006) kriterlerine uygun olarak in vivo doğrulama testleri yapılmalı, güvenlik ve etkinlikleri ayrıntılı biçimde ortaya konmalıdır.

Biyoteknolojik açıdan ise, izolatların sahip olduğu potansiyel antimikrobiyal bileşikler farmasötik ve endüstriyel alanlarda değerlendirilebilir. *Bacillus* ve *Pseudomonas* türlerinin bakteriyosin ve enzim üretim kapasiteleri uzun süredir araştırılmakta olup, çalışmamızda elde edilen bulgular bu türlerin doğal sucul sistemlerden de temin edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca, simbiyotik ilişkilerin türün enerji verimliliğini artırıcı etkileri göz önüne alındığında, bu bakterilerin balık sağlığına yönelik yem katkı ürünleri olarak geliştirilmesi mümkün görünmektedir.

Sonuç olarak, Hirfanlı Baraj Gölü'nden elde edilen *C. gibelio* bireylerinin bağırsak florası yüksek mikrobiyal yük, belirgin antagonistik etki ve simbiyotik potansiyel sergileyen türler barındırmaktadır. Ancak kültüre dayalı yöntemlerin sınırlılıkları dikkate alınmalı ve floradaki gerçek çeşitliliğin ortaya konabilmesi için ileri moleküler yaklaşımlar kullanılmalıdır. Çalışmamız, hem ekolojik açıdan *C. gibelio*'nun istilacı başarısını açıklamaya katkı sunmakta, hem de akuakültür ve biyoteknolojik uygulamalar için önemli bir mikrobiyal kaynak sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

## KAYNAKLAR

- Ağdamar, S., & Tarkan, A. S. (2019). High genetic diversity in an invasive freshwater fish species, *Carassius gibelio*, suggests establishment success at the frontier between native and invasive ranges. *Zoologischer Anzeiger*, 283, 192-200.
- Alistar, C. F., Nica, I. C., Nita-Lazar, M., Vasile, G. G., Gheorghe, S., Croitoru, A. M., ... & Dinischiotu, A. (2022). Antioxidative defense and gut microbial changes under pollution stress in *Carassius gibelio* from Bucharest lakes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7510.
- Andrews, J. M. (2001). Determination of minimum inhibitory concentrations. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 48(1), 5–16.
- Anonim. (2017). *Kırşehir İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu*. Kırşehir valiliği, Kırşehir, Türkiye.
- Apha. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (22nd ed.). American Public Health Association.
- Austin, B. (2002). The bacterial microflora of fish, revised. *The Scientific World Journal*, 2, 558–572.
- Ausubel, F. M., Brent, R., Kingston, R. E., Moore, D. D., Seidman, J. G., Smith, J. A., & Struhl, K. (2002). *Short protocols in molecular biology* (5th ed.). Wiley.
- Aydın, H., Gaygusuz, Ö., Tarkan, A. S., Top, N., & Emiroğlu, Ö. (2011). Invasion of freshwater bodies in the Marmara Region (Northwestern Turkey) by non-native gibel carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782). *Turkish Journal of Zoology*, 35(6), 829–836.
- Balcázar, J. L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D., & Múzquiz, J. L. (2006). The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary microbiology*, 114(3-4), 173-186.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibensouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79.
- Baquero, F., Martínez, J. L., & Cantón, R. (2008). Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *Current opinion in biotechnology*, 19(3), 260-265.
- Benson, D. A., Cavanaugh, M., Clark, K., Karsch-Mizrachi, I., Lipman, D. J., Ostell, J., & Sayers, E. W. (2012). GenBank. *Nucleic acids research*, 41(1), 36-42.

- CABI. (2023). *Carassius gibelio* (Prussian carp). Invasive Species Compendium. CAB International. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.90562>
- Çiçek, E., Sungur, S., & Fricke, R. (2023). Freshwater lampreys and fishes of Türkiye: An annotated checklist. *Turkish Journal of Zoology*, 47(6), 429–452.
- Clarridge, J. E. (2004). Impact of 16S rRNA gene sequence analysis for identification of bacteria on clinical microbiology and infectious diseases. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(4), 840–862.
- CLSI. (2012). *Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; approved standard—Ninth edition (M07-A9)*.
- Collins, M. D., Samelis, J., Metaxopoulos, J., & Wallbanks, S. (2004). Taxonomy of lactic acid bacteria. In S. Salminen, A. von Wright & A. Ouwehand (Eds.), *Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects* (3rd ed., pp. 19–60). CRC Press.
- Copp, G. H., Bianco, P. G., Bogutskaya, N. G., Erős, T., Falka, I., Ferreira, M. T., ... & Wiesner, C. (2005). To be, or not to be, a non-native freshwater fish?. *Journal of Applied Ichthyology*, 21(4), 242-262.
- de Man, J. C., Rogosa, M., & Sharpe, M. E. (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, 23(1), 130–135.
- FAO/WHO. (2006). *Probiotics in food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation*. FAO Food and Nutrition Paper 85. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. <http://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf>
- Fuad, M. M. H., Vetešník, L., & Šimková, A. (2021). Is gynogenetic reproduction in gibel carp (*Carassius gibelio*) a major trait responsible for invasiveness?. *Journal of Vertebrate Biology*, 70(4), 21049-1.
- Gatesoupe, F. J. (1999). The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180(1–2), 147–165.
- Gatesoupe, F. J. (2007). Live yeasts in the gut: natural occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. *Aquaculture*, 267(1-4), 20-30.
- Gaygusuz, Ö., Tarkan, A. S., & Gürsoy-Gaygusuz, Ç. (2007). Changes in the fish community of the Ömerli Reservoir (Turkey) following the introduction of non-native gibel carp *Carassius gibelio* and other human impacts. *Aquatic Invasions*, 2(2), 117–120.

- Geldiay, R., & Balık, S. (2007). Freshwater fishes of Turkey. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, 46.
- Gleick, P. H. (2005). Freshwater and foreign policy: new challenges. Pacific Institute.
- Gómez, G. D., & Balcázar, J. L. (2008). A review on the interactions between gut microbiota and innate immunity of fish. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 52(2), 145–154.
- Green, M. R., & Sambrook, J. (2012). *Molecular cloning: A laboratory manual* (4th ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Guirado-Flores, J. S. O., Garibay-Valdez, E., Medina-Félix, D., Vargas-Albores, F., Martínez-Córdova, L. R., Mendez-Martínez, Y., & Martínez-Porchas, M. (2025). Intestinal Microeukaryotes in Fish: A Concise Review of an Underexplored Component of the Microbiota. *Microbiology Research*, 16(7), 158.
- Hai, N. V. (2015). The use of probiotics in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4), 917–935.
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. In *Nucleic acids symposium series* (Vol. 41, No. 41, pp. 95-98).
- Harrigan, W. F. (1998). *Laboratory methods in food microbiology* (3rd ed.). Academic Press.
- Irianto, A., & Austin, B. (2002). Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, 25(11), 633–642.
- Kalous, L., & Knytl, M. (2011). Karyotype diversity of the offspring resulting from reproduction experiment between diploid male and triploid female of silver Prussian carp, *Carassius gibelio* (Cyprinidae, Actinopterygii). *Folia Zoologica*, 60(2), 115-121.
- Kashinskaya, E. N., Simonov, E. P., Kabilov, M. R., Izvekova, G. I., Andree, K. B., & Solovyev, M. M. (2015). Diet and other environmental factors shape the bacterial communities of fish gut in an eutrophic lake. *Journal of Applied Microbiology*, 118(4), 1–13.
- Kashinskaya, E. N., Andree, K. B., Simonov, E. P., & Solovyev, M. M. (2017). DNA extraction protocols may influence biodiversity detected in the intestinal microbiome: a case study from wild Prussian carp, *Carassius gibelio*. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(2), 240.

- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular biology and evolution*, 35(6), 1547-1549.
- Lazado, C. C., & Caipang, C. M. A. (2014). Mucosal immunity and probiotics in fish. *Fish & shellfish immunology*, 39(1), 78-89.
- Li, J., Fang, P., Yi, X., Kumar, V., & Peng, M. (2022). Probiotics *Bacillus cereus* and *B. subtilis* reshape the intestinal microbiota of Pengze crucian carp (*Carassius auratus* var. Pengze) fed with high plant protein diets. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1027641.
- Li, T., Long, M., Gatesoupe, F. J., Zhang, Q., Li, A., & Gong, X. (2017). Comparative analysis of the intestinal bacterial communities in different species of carp by pyrosequencing. *Microbial Ecology*, 73(1), 1–11.
- Liu, C. H., Wu, K., Chu, T. W., & Wu, T. M. (2018). Antagonistic activity of *Pseudomonas putida* against aquatic pathogens and its biocontrol efficacy in aquaculture. *Aquaculture*, 495, 932–940.
- Mao, Q., Sun, X., Sun, J., Zhang, F., Lv, A., Hu, X., & Guo, Y. (2020). A candidate probiotic strain of *Enterococcus faecium* from the intestine of the crucian carp *Carassius auratus*. *Amb Express*, 10(1), 40.
- Merrifield, D. L., & Ringø, E. (2014). *Aquaculture nutrition: Gut health, probiotics and prebiotics*. Wiley-Blackwell.
- Miller, D. N., Bryant, J. E., Madsen, E. L., & Ghiorse, W. C. (1988). Evaluation and optimization of DNA extraction and purification procedures for soil and sediment samples. *Applied and Environmental Microbiology*, 54(6), 1633–1640.
- Nayak, S. K. (2010). Role of gastrointestinal microbiota in fish. *Aquaculture Research*, 41(11), 1553–1573.
- Newaj-Fyzul, A., & Austin, B. (2014). Probiotics, immunostimulants, plant products and oral vaccines, and their role as feed supplements in the control of bacterial fish diseases. *Journal of Fish Diseases*, 37(6), 483–499.
- Özdilek, Ş. Y., & Jones, R. I. (2014). The diet composition and trophic position of introduced Prussian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) and native fish species in a Turkish river. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(3), 769-776.

- Paralika, V., Kokou, F., Karapanagiotis, S., & Makridis, P. (2023). Characterization of host-associated microbiota and isolation of antagonistic bacteria from greater amberjack (*Seriola dumerili*, Risso, 1810) larvae. *Microorganisms*, *11*(8), 1889.
- Reinoso, S., Gutiérrez, M. S., Domínguez-Borbor, C., Argüello-Guevara, W., Bohórquez-Cruz, M., Sonnenholzner, S., ... & Navarrete, P. (2023). Selection of autochthonous yeasts isolated from the intestinal tracts of cobia fish (*Rachycentron canadum*) with probiotic potential. *Journal of Fungi*, *9*(2), 274.
- Ricciardi, A., & MacIsaac, H. J. (2011). Impacts of biological invasions on freshwater ecosystems. Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton, *1*, 211-224.
- Ringø, E., Sperstad, S., Myklebust, R., Refstie, S., & Krogdahl, Å. (2006). Characterisation of the microbiota associated with intestine of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): The effect of fish meal, standard soybean meal and a bioprocessed soybean meal. *Aquaculture*, *261*(3), 829–841.
- Ringø, E. Z. Z. V., Zhou, Z., Vecino, J. G., Wadsworth, S., Romero, J., Krogdahl, Å., ... & Merrifield, D. L. (2016). Effect of dietary components on the gut microbiota of aquatic animals. A never-ending story?. *Aquaculture nutrition*, *22*(2), 219-282.
- Ringø, E., Hoseinifar, S. H., Ghosh, K., Doan, H. V., Beck, B. R., & Song, S. K. (2018). Probiotics, lactic acid bacteria and bacilli: Interesting supplementation for aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, *124*(2), 1–24.
- Rylková, K., Kalous, L., Bohlen, J., Lamatsch, D. K., & Petrtyl, M. (2013). Phylogeny and biogeographic history of the cyprinid fish genus *Carassius* (Teleostei: Cyprinidae) with focus on natural and anthropogenic arrivals in Europe. *Aquaculture*, *380*, 13-20.
- Sambrook, J., & Russell, D. W. (2001). *Molecular cloning: A laboratory manual* (3rd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Schillinger, U., & Lücke, F. K. (1989). Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated from meat. *Applied and Environmental Microbiology*, *55*(8), 1901–1906.
- She, R., Luo, Y., Zhang, L., Wang, M., Wang, H., Wu, Z., & Xu, L. (2017). Effects of cyprinid herpesvirus 2 (CyHV-2) infection on intestinal microbiota of gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). *Aquaculture*, *479*, 24-29.
- Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., ... & Vilà, M. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in ecology & evolution*, *28*(1), 58-66.

- Sugita, H., Tsunohara, M., Ohkoshi, T., & Deguchi, Y. (1988). The establishment of an intestinal microflora in developing goldfish (*Carassius auratus*) of culture ponds. *Microbial ecology*, *15*(3), 333-344.
- Tagg, J. R., & McGiven, A. R. (1971). Assay system for bacteriocins. *Applied Microbiology*, *21*(5), 943-944.
- Takada, M., Tachihara, K., Kon, T., Yamamoto, G., Iguchi, K. I., Miya, M., & Nishida, M. (2010). Biogeography and evolution of the *Carassius auratus*-complex in East Asia. *BMC evolutionary biology*, *10*(1), 7.
- Tarkan, A. S., Copp, G. H., Top, N., Özdemir, N., Önsoy, B., Bilge, G., ... & Sac, G. (2012a). Are introduced gibel carp *Carassius gibelio* in Turkey more invasive in artificial than in natural waters?. *Fisheries Management and Ecology*, *19*(2), 178-187.
- Tarkan, A. S., Gaygusuz, Ö., Gürsoy Gaygusuz, Ç., Sac, G., & Copp, G. H. (2012b). Circumstantial evidence of gibel carp, *Carassius gibelio*, reproductive competition exerted on native fish species in a mesotrophic reservoir. *Fisheries Management and Ecology*, *19*(2), 167-177.
- Todorov, S. D., & Dicks, L. M. T. (2005). *Lactobacillus plantarum* isolated from molasses produces bacteriocins active against Gram-negative bacteria. *Enzyme and Microbial Technology*, *36*(2-3), 318-326.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., & Saat, T. (2005). Distribution, sex ratio and growth of gibel carp *Carassius gibelio* in Estonian waters. *Journal of Applied Ichthyology*, *21*(4), 287-291.
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., ... & Davies, P. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *nature*, *467*(7315), 555-561.
- Wang, N., Jiang, M., Zhang, P., Shu, H., Li, Y., Guo, Z., & Li, Y. (2020a). Amelioration of Cd-induced bioaccumulation, oxidative stress and intestinal microbiota by *Bacillus cereus* in *Carassius auratus gibelio*. *Chemosphere*, *245*, 125613.
- Wang, N., Guo, Z., Zhang, Y., Zhang, P., Liu, J., Cheng, Y., ... & Li, Y. (2020b). Effect on intestinal microbiota, bioaccumulation, and oxidative stress of *Carassius auratus gibelio* under waterborne cadmium exposure. *Fish physiology and biochemistry*, *46*(6), 2299-2309.

- Wu, S., Wang, G., Angert, E. R., Wang, W., Li, W., & Zou, H. (2012). Composition, diversity, and origin of the bacterial community in grass carp intestine. *PloS one*, 7(2), e30440.
- Wu, S., Gao, T., Zheng, Y., Wang, W., Cheng, Y., Wang, G., & Zhou, L. (2013). Microbial diversity of intestinal contents and mucus in crucian carp (*Carassius auratus*) revealed by 16S rRNA gene pyrosequencing. *FEMS Microbiology Ecology*, 86(3), 432–443.
- Wu, Z. B., Gatesoupe, F. J., Li, T. T., Wang, X. H., Zhang, Q. Q., Feng, D. Y., ... & Li, A. H. (2018). Significant improvement of intestinal microbiota of gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) after traditional Chinese medicine feeding. *Journal of Applied Microbiology*, 124(3), 829-841.
- Yerli, S. V., Mangit, F., Emiroğlu, Ö., Yeğen, V., Uysal, R., Ünlü, E., ... & Zengin, M. (2014). Distribution of invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Teleostei: Cyprinidae) in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(2), 581-590.
- Zhang, M., Yang, Y., Ma, N., Zhu, M., Zhang, H., Zhao, Z., ... & Zhou, Z. G. (2025). Evaluation of a novel potential probiotics *Bacillus* spp. isolated from the gut of healthy gibel carp (*Carassius auratus gibelio*): Effects on the growth performance, nonspecific immunity and disease resistance against CyHV-2 infection.
- Zhou, S., Xia, Y., Zhu, C., & Chu, W. (2018). Isolation of marine *Bacillus* sp. with antagonistic and organic-substances-degrading activities and its potential application as a fish probiotic. *Marine drugs*, 16(6), 196.
- Zhou, Z., He, S., Liu, Y., Shi, P., Yao, B., & Ringø, E. (2011). Do stocking densities affect the gut microbiota of gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) cultured in ponds? *Journal of Aquaculture Research & Development*, 1, 1-5.



**EKLER**

**EK-1 NK-7**

GGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGATGACGGGAGCTTGCTCCTTGA  
TTCAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCCTAGGAATCTGCCTGGTAGTGGGGG  
ACAACGTTTCGAAAGGAACGCTAATACCGCATAACGTCCTACGGGAGAAAGC  
AGGGGACCTTCGGGCCTTGCGCTATCAGATGAGCCTAGGTCGGATTAGCTA  
GTTGGTGGGGTAATGGCTCACCAAGGCGACGATCCGTAACCTGGTCTGAGAG  
GATGATCAGTCACACTGGAAGTGGAGACACGGTCCAGACTCCTACGGGAGGC  
AGCAGTGGGGAATATTGGACAATGGGCGAAAGCCTGATCCAGCCATGCCGC  
GTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGATTGTAAAGCACTTTAAGTTGGGAGGAAGG  
GCAGTAAGTTAATAACCTTGCTGTTTTGACGTTACCGACAGAATAAGCACCGG  
CTAACTCTGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACAGAGGGTGCAAGCGTTAATCG  
GAATTACTGGGCGTAAAGCGCGCGTAGGTGGTTTGTAAAGTTGGATGTGAA  
AGCCCCGGGCTCAACCTGGGAACTGCATCCAAAACCTGGCAAGCTAGAGTAC  
GGTAGAGGGTGGTGGAAATTCCTGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGATATAGG  
AAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACCACCTGGACTGATACTGACACTGAG  
GTGCGAAAGCGTGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCC  
GTAAACGATGTCAACTAGCCGTTGGAATCCTTGAGATTTTAGTGGCGCAGCT  
AACGCATTAAGTTGACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTAAAACCTCAA  
ATGAATTGACGGGGGCCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAA  
GCAACGCGAAGAACCTTACCAGGCCTTGACATGCAGAGAACTTTCCAGAGA  
TGGATTGGTGCCTTCGGGAACTCTGACACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAG  
CTCGTGTGCTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGTAACGAGCGCAACCCTTGTC  
TTAGTTACCAGCACGTTATGGTGGGCACTCTAAGGAGACTGCCGGTGACAA  
ACCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAGTCATCATGGCCCTTACGGCCTGG  
GCTACACACGTGCTACAATGGTTCGGTACAGAGGGTTGCCAAGCCGCGAGGT  
GGAGCTAATCTCACAAAACCGATCGTAGTCCGGATCGCAGTCTGCAACTCG  
ACTGCGTGAAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGAATCAGAATGTCGCGGTGA  
ATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCCCGTCACACCATGGGAGTGGGTTG  
CACCAGAAGTAGCTAGTCTAACCTTCGGGGGGACGGTTACCACGG

**EK-2 NK-14**

GCCTAATACATGCAAGTCGAGCGGACAGATGGGAGCTTGCTCCCTGATGTT  
AGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTGGGTAACCTGCCTGTAAGACTGGGAT  
AACTCCGGGAAACCGGGGCTAATACCGGATGCTTGTTTGAACCGCATGGTT  
CAAACATAAAAGGTGGCTTCGGCTACCACTTACAGATGGACCCGCGGCGCA  
TTAGCTAGTTGGTGAGGTAACGGCTCACCAAGGCAACGATGCGTAGCCGAC  
CTGAGAGGGTGATCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTAC  
GGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATGGACGAAAGTCTGACGGAGC  
AACGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTTCGGATCGTAAAGCTCTGTTGTTAGG  
GAAGAACAAGTACCGTTCGAATAGGGCGGCACCTTGACGGTACCTAACCAG  
AAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAA  
GCGTTGTCCGAATTATTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTCCCTAAGTC  
TGATGTGAAAGCCCCGGCTCAACCGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGGAA  
CTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGTGGAATTCACGTGTAGCGGTGAAATGCGT  
AGAGATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACTCTCTGGTCTGTAACTG  
ACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTA  
GTCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTTTTCCGCCCTTAG  
TGCTGCAGCTAACGCATTAAGCACTCCGCCTGGGGAGTACGGTTCGCAAGAC  
TGAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCGACAAAGCGGTGGAGCATGTGGT  
TTAATTCGAAGCAACGCGAAGAACCTTACCAGGTCTTGACATCCTCTGACA  
ATCCTAGAGATAGGACGTCCCCTTCGGGGGCAGAGTGACAGGTGGTGCATG  
GTTGTCGTCAGCTCGTGTCGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGC  
AACCTTGATCTTAGTTGCCAGCATTAGTTGGGCACTCTAAGGTGACTGCC  
GGTGACAAACCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAATCATCATGCCCTTA  
TGACCTGGGCTACACACGTGCTACAATGGACAGAACAAGGGCAGCGAAA  
CCGCGAGGTTAAGCCAATCCCACAAATCTGTTCTCAGTTCGGATCGCAGTCT  
GCAACTCGACTGCGTGAAGCTGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGC  
CGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTCACACCACGAG  
AGTTTGTAACACCCGAAGTCGGTGAGGTAACCTTTATGGAGCCAGCCGCC  
GAAGGTGGACAGA

**EK-3 NK-36**

CTAATACATGCAAGTCGAGCGGACAGAAGGGAGCTTGCTCCCGGATGTTAG  
CGGCGGACGGGTGAGTAACACGTGGGTAACCTGCCTGTAAGACTGGGATAA  
CTCCGGGAAACCGGAGCTAATACCGGATAGTTCCTTGAACCGCATGGTTCA  
AGGATGAAAGACGGTTTTCGGCTGTCACTTACAGATGGACCCGCGGCGCATT  
AGCTAGTTGGTGGGGTAATGGCTCACCAAGGCGACGATGCGTAGCCGACCT  
GAGAGGGTGATCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGG  
GAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATGGACGAAAGTCTGACGGAGCAA  
CGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTTCGGATCGTAAAGCTCTGTTGTTAGGGA  
AGAACAAGTGCGAGAGTAACTGCTCGCACCTTGACGGTACCTAACCAGAAA  
GCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCG  
TTGTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTTTCTTAAGTCTGA  
TGTGAAAGCCCCGGCTCAACCGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGAAACTT  
GAGTGCAGAAGAGGAGAGTGAATTCCACGTGTAGCGGTGAAATGCGTAG  
AGATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACTCTCTGGTCTGTAACTGAC  
GCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAGT  
CCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTTTTCCGCCCTTAGTG  
CTGCAGCTAACGCATTAAGCACTCCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGACTG  
AAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTT  
AATTCGAAGCAACGCGAAGAACCTTACCAGGTCTTGACATCCTCTGACAAC  
CCTAGAGATAGGGCTTTCCCTTCGGGGACAGAGTGACAGGTGGTGCATGGT  
TGTCGTCAGCTCGTGTGAGATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCA  
ACCCTTGATCTTAGTTGCCAGCATTCAAGTTGGGCACTCTAAGGTGACTGCCG  
GTGACAAACCGGAGGAAGGTGGGGATGACGTCAAATCATCATGCCCTTAT  
GACCTGGGCTACACACGTGCTACAATGGACAGAACAAAGGGCTGCAAGACC  
GCAAGGTTTTAGCCAATCCCATAAATCTGTTCTCAGTTCGGATCGCAGTCTGC  
AACTCGACTGCGTGAAGCTGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGCATGCCG  
CGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACCGCCCGTCACACCACGAGAG  
TTTGCAACACCCGAAGTCGGTGAGGTAACCTTTATGGAGCCAGCCGCCGAA  
GGTGG

**EK-4 NK-38**

ACTGAACTGAGACACGGTCCAGATTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGAATAT  
TGCACAATGGGCGCAAGCCTGATGCAGCCATGCCGCGTGTATGAAGAAGGC  
CTTCGGGTTGTAAAGTACTTTCAGCGGGGAGGAAGGTGTTAAGGTTAATAA  
CCTCATCAATTGACGTTACCCGCAGAAGAAGCACCCGGCTAACTCCGTGCCA  
GCAGCCGCGGTAATACGGAGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACTGGGCGT  
AAAGCGCACGCAGGCGGTCTGTCAAGTCGGATGTGAAATCCCCGGGCTCAA  
CCTGGGAACTGCATTCGAAACTGGCAGGCTAGAGTCTTGTAGAGGGGGGTA  
GAATTCCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGAATACCGGTG  
GCGAAGGCGGCCCCCTGGACAAAGACTGACGCTCAGGTGCGAAAGCGTGG  
GGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGTCGA  
CTTGGAGGTTGTGCCCTTGAGGCGTGGCTTCCGGAGCTAACGCGTTAAGTCG  
ACCGCCTGGGGAGTACGGCCGCAAGGTTAAACTCAAATGAATTGACGGGG  
GCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGATGCAACGCGAAGAAC  
CTTACCTACTCTTGACATCCAGAGAACTTTCAGAGATGGATTGGTGCCTTC  
GGGAACTCTGAGACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTTGTGAAA  
TGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTATCCTTTGTTGCCAGCGG  
TTAGGCCGGGAACTCAAAGGAGACTGCCAGTGATAAACTGGAGGAAGGTG  
GGGATGACGTCAAGTCATCATGGCCCTTACGAGTAGGGCTACACACGTGCT  
ACAATGGCGCATACAAAGAGAAGCGACCTCGCGAGAGCAAGCGGACCTCA  
TAAAGTGCCTCGTAGTCCGGATTGGAGTCTGCAACTCGACTCCATGAAGTC  
GGAATCGCTAGTAATCGTAGATCAGAATGCTACGGTGAATACGTTCCCGGG  
CCTTGTACACACCGCCCGTCACACCATGGGAGTGGGTTGCAAAAGAAGTAG  
GTAGCTTAACCTTCGGGAGGGCGCTTACCACTTGGATCAACG

**EK-5 NK-40**

GGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGGAGTGATGGTGCTTGCACTATCACTTA  
GCGGCGGACGGGTGAGTAATGCTTAGGAATCTGCCTATTAGTGGGGGACAA  
CATTTGAAAGGAATGCTAATACCGCATACTGCTACGGGAGAAAGCAGGG  
GATCTTCGGACCTTGCCTAATAGATGAGCCTAAGTCGGATTAGCTAGTTGG  
TGGGGTAAAGGCCTACCAAGGCGACGATCTGTAGCGGGTCTGAGAGGATGA  
TCCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAG  
TGGGGAATATTGGACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCCATGCCGCGTGTG  
TGAAGAAGGCCTTATGGTTGTAAAGCACTTTAAGCGAGGAGGAGGCTACTT  
TAGTTAATACCTAGAGATAGTGGACGTTACTCGCAGAATAAGCACCGGCTA  
ACTCTGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACAGAGGGTGCAAGCGTTAATCGGAT  
TACTGGGCGTAAAGCGCGCGTAGGGCGGCTAATTAAGTCAAATGTGAAATC  
CCCGAGCTTAACTTGGGAATTGCATTCGATACTGGTTAGCTAGAGTGTGGGA  
GAGGATGGTAGAATTCCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGG  
AATACCGATGGCGAAGGCAGCCATCTGGCCTAACACTGACGCTGAGGTGCG  
AAAGCATGGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCATGCCGTAAA  
CGATGTCTACTAGCCGTTGGGGCCTTTGAGGCTTTAGTGGCGCAGCTAACGC  
GATAAGTAGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGACTAAAACCTCAAATGAA  
TTGACGGGGGCCCACACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGATGCAAC  
GCGAAGAACCTTACCTGGCCTTGACATAGTAAGAACTTTCCAGAGATGGAT  
TGGTGCCTTCGGGAACCTTACATACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGT  
GTCGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTTTCCTTATT  
TGCCAGCGAGTAATGTCGGGAACCTTTAAGGATACTGCCAGTGACAAACTGG  
AGGAAGGCGGGGACGACGTCAAGTCATCATGGCCCTTACGGCCAGGGCTAC  
ACACGTGCTACAATGGTCGGTACAAAGGGTTGCTACCTAGCGATAGGATGC  
TAATCTCAAAAAGCCGATCGTAGTCCGGATTGGAGTCTGCAACTCGACTCC  
ATGAAGTCGGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGAATGCCGCGGTGAATACG

**EK-6 NK-42**

CATGCAAGTCGAGCGGAGTGATGGTGCTTGCACTATCACTTAGCGGGCGGAC  
GGGTGAGTAATGCTTAGGAATCTGCCTATTAGTGGGGGACAACATTTTCGAA  
AGGAATGCTAATACCGCATAACGTCCTACGGGAGAAAGCAGGGGATCTTCGG  
ACCTTGCGCTAATAGATGAGCCTAAGTCGGATTAGCTAGTTGGTGGGGTAA  
AGGCCTACCAAGGCGACGATCTGTAGCGGGTCTGAGAGGATGATCCGCCAC  
ACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAA  
TATTGGACAATGGGCGCAAGCCTGATCCAGCCATGCCGCGTGTGTGAAGAA  
GGCCTTATGGTTGTAAAGCACTTTAAGCGAGGAGGAGGCTACTTTAGTTAAT  
ACCTAGAGATAGTGGACGTTACTCGCAGAATAAGCACCGGCTAACTCTGTG  
CCAGCAGCCGCGGTAATACAGAGGGTGCAAGCGTTAATCGGATTTACTGGG  
CGTAAAGCGCGCGTAGGCGGCTAATTAAGTCAAATGTGAAATCCCCGAGCT  
TAACTTGGGAATTGCATTCGATACTGGTTAGCTAGAGTGTGGGAGAGGATG  
GTAGAATTCAGGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATCTGGAGGAATACCG  
ATGGCGAAGGCAGCCATCTGGCCTAACACTGACGCTGAGGTGCGAAAGCAT  
GGGGAGCAAACAGGATTAGATACCCTGGTAGTCCATGCCGTAAACGATGTC  
TACTAGCCGTTGGGGCCTTTGAGGCTTTAGTGGCGCAGCTAACGCGATAAGT  
AGACCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGACTAAACTCAAATGAATTGACGG  
GGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGATGCAACGCGAAGA  
ACCTTACCTGGCCTTGACATAGTAAGA ACTTTCCAGAGATGGATTGGTGCCT  
TCGGGA ACTTACATACAGGTGCTGCATGGCTGTCGTCAGCTCGTGTCTGAG  
ATGTTGGGTAAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCTTTTCCTTATTTGCCAGCG  
AGTAATGTTCGGAACTTTAAGGATACTGCCAGTGACAAACTGGAGGAAGGC  
GGGGACGACGTCAAGTCATCATGGCCCTTACGGCCAGGGCTACACACGTGC  
TACAATGGTCGGTACAAAGGGTTGCTACCTAGCGATAGGATGCTAATCTCA  
AAAAGCCGATCGTAGTCCGGATTGGAGTCTGCAACTCGACTCCATGAAGTC  
GGAATCGCTAGTAATCGCGGATCAGAATGCCGCGGTGAATACGTTCCCGGG  
CCTTGTACACACCGCCCGTCACACCATGGGAGTTTGTGTCACCAGAAGTAG  
GTAGTCTAACCGCAAGGAGGACGCTTACCACGGTGTGGCCGA



*Araştırma Makalesi*

**Bayat Göleti (Ankara, Türkiye)'nde Yaşayan İsrail Sazanı (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) Üzerine Morfometrik Bir Değerlendirme: Boy-Ağırlık İlişkisi, Kondisyon Faktörü ve Boy-Boy Dönüşümleri<sup>a</sup>**

Ramazan YAZICI<sup>1\*</sup>, Neslihan KARAKAMIŞ<sup>2</sup>, Ramazan ESER<sup>3</sup>,  
Ömer SAYLAR<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Kirsehir Ahi Evran University, Çiçekdağı Vocational School, Veterinary Department, 40700, Çiçekdağı Kirsehir, Türkiye.

<sup>2</sup> Kirsehir Ahi Evran University, Institute of Science, Biology Department, 40100, Cacabey Campus, Kirsehir

<sup>3</sup> Kirsehir Ahi Evran University, Institute of Science, Biology Department, 40100, Cacabey Campus, Kirsehir

<sup>4</sup> Osmaniye Korkut Ata University, Kadirli Faculty of Applied Sciences, Food Technology Department, 80750, Kadirli, Osmaniye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): rmzncyzi@gmail.com

Makale alınış (Received): 12.06.2025 / Kabul (Accepted): 16.06.2025 /Yayınlanma (Published): 30.06.2025

**ÖZ**

Bu çalışma, Ankara ilinde yer alan lentik bir iç su kütlesi olan Bayat Göleti'nde yaşayan istilacı sazan türü *Carassius gibelio* (Bloch 1782)'nin biyometrik özelliklerini araştırmayı amaçlamaktadır. 2017 yılı ilkbahar döneminde toplam 45 birey örneklenmiş ve boy-ağırlık ilişkisi (LWR), kondisyon faktörü (K) ve boy-boy dönüşüm ilişkileri (LLRs) analiz edilmiştir. Elde edilen LWR denklemi  $W = 0.011 \cdot TL^{3.214}$  ( $R^2 = 0.973$ ) olup,  $b$  katsayısı 3'ten istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ), bu da pozitif allometrik büyümeyi işaret etmektedir.  $b$  değeri için %95 güven aralığı 3.051–3.377 olarak hesaplanmıştır. Ortalama kondisyon faktörü 2.27 ( $\pm 0.26$ ) olup bireylerin genel fizyolojik durumunun iyi olduğunu göstermektedir. Bayat Göleti verileri, Türkiye ve çevresindeki 30'dan fazla tatlı su habitatında yapılmış önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında,  $b$  ve K değerlerinin geniş bir aralıkta değiştiği ve türün çevresel koşullara karşı yüksek fenotipik plastisite gösterdiği ortaya konmuştur.

<sup>a</sup> Atıf bilgisi / Citation info: Yazıcı R., Karakamış N., Eser R., Saylar Ö. (2025). Morphometric Assessment of Prussian Carp (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782) inhabiting Bayat Pond (Ankara, Türkiye): Length-Weight Relationship, Condition Factor, and Length-Length Conversions. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 5(1): 31-42



## ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER	
Adı Soyadı:	Neslihan KARAKAMIŞ
Uyruğu:	TC
Orcid Numarası:	0009-0008-5068-3627

EĞİTİM BİLGİLERİ	
<b>Lisans</b>	
Üniversite:	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Fakülte:	Fen Edebiyat Fakültesi
Bölümü:	Biyoloji
Mezuniyet Yılı:	2013
<b>Yüksek Lisans</b>	
Üniversite:	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü:	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı:	Biyoloji
Mezuniyet Yılı:	2025

Bilimsel Çalışmalar	
<p>Sezgin, F. M., Sevim, A., Karakamış, Ö., Şahin, N., Özdemir, B., &amp; Sevim, E. (2017). İdrar Örneklerinden İzole Edilen <i>Candida</i> Suşlarına Karşı <i>Viburnum opulus</i> L. (Gilaburu) Meyve Ekstraktlarının Antifungal Aktivitesi, <i>Erzincan University Journal of Science and Technology</i>, 10(2), 232-242.</p> <p>Yazıcı, R., Karakamış, N., Eser, R., Saylar, Ö. (2025) Bayat Göleti (Ankara, Türkiye)'nde Yaşayan İsrail Sazanı (<i>Carassius gibelio</i>, Bloch 1782) Üzerine Morfometrik Bir Değerlendirme: Boy-Ağırlık İlişkisi, Kondisyon Faktörü ve Boy-Boy Dönüşümleri, <i>Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi</i>, 5 (1), 31-42</p>	