



## Farklı Sucul Sistemlerden İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotik Dirençliliklerinin Karşılaştırılması<sup>[\*]</sup>

Neslihan GÜNGÖR<sup>1</sup> Zeynep Zehra İPEK<sup>2\*</sup> Akif ER<sup>2</sup> Şevki KAYIŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Çınarcık, Yalova, Türkiye

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 53100 Rize, Türkiye

Geliş Tarihi: 05 Ekim 2020

Kabul Tarihi: 22 Ocak 2021

Basım Tarihi: 31 Mart 2021

Atf yapmak için: Güngör, N., İpek, Z.Z., Er, A. & Kayış, Ş. (2021). Farklı Sucul Sistemlerden İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotik Dirençliliklerinin Karşılaştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 6(1), 25-30.

How to cite: Güngör, N., İpek, Z.Z., Er, A. & Kayış, Ş. (2021). Comparison of Antibiotic Resistance of Bacteria Isolated from Different Aquatic Systems. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 6(1), 25-30.

<https://orcid.org/0000-0002-6585-4520>  
 <https://orcid.org/0000-0002-5916-1891>  
 <https://orcid.org/0000-0002-0052-5590>  
 <https://orcid.org/0000-0002-9391-7613>

\*Sorumlu yazarın:

Zeynep Zehra İPEK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 53100 Rize, Türkiye

✉: [zeynep.ipek@erdogan.edu.tr](mailto:zeynep.ipek@erdogan.edu.tr)

**Öz:** Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nde iki farklı sucul sistemde (deniz ve tatlı su) bazı balıklardan izole edilen bakterilerde antibiyotik dirençliliği karşılaştırılmıştır. Rize kıyılarında, denizel ortamdan örneklenen, denizotu (*Hippocampus guttulatus*), mezgit (*Merlangius merlangus*), levrek (*Dicentrarchus labrax*), istavrit (*Trachurus mediterraneus*), palamut (*Sarda sarda*), gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve karides (*Philocheras trispinosus*) olmak üzere 7 farklı konaktan toplamda 15 bakteri izolatu kullanılmıştır. Tatlı su örnekleri olarak ise Artvin ilinde yer alan Deriner Baraj Gölü'nde, 6 farklı sazın türlerinden izole edilen toplam 32 adet bakteri izolatu kullanılmıştır. İzolatların, Ampisilin (AM10µg), Gentamisin (CN10µg), Oksitetrasiklin (T30µg), Amoksisilin- Klavulanik Asit (AMC10µg), Enrofloksasin (ENR5µg), Trimetoprim/Sulfametoksazol (SXT25µg), Florfenikol (FFC30µg), Sulfametoksazol (SMZ25µg), Eritromisin (E15µg) olmak kaydıyla 9 farklı antibiyotige karşı dirençlilik durumları disk difüzyon yöntemiyle belirlenmiştir. İzolatlar içerisinde *Aeromonas* ve *Pseudomonas* cinsi bakterilerin ayrıca antibiyotik dirençliliği incelenmiştir (MAR). Farklı sucul sistemlerden izole edilen bakterilerin çoğul antibiyotik direnç indeksleri irdelendiğinde, tüm sistemlerde MAR indeksi eşik değer olan 0,2'den yüksek kaydedilmiştir. Denizel kökenli izolatlar, Ampisilin ve Enrofloksasin dışındaki tüm antibiyotiklere karşı dirençli bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Antibiyotik, bakteri, balık, direnç, sucul sistemler.

## Comparison of Antibiotic Resistance of Bacteria Isolated from Different Aquatic Systems

**Abstract:** In this study, antibiotic resistance of bacteria isolated from some fish in two different aquatic systems (sea and fresh water) in the Eastern Black Sea Region was compared. A total of 15 bacterial isolates from 7 different hosts, including seahorse (*Hippocampus guttulatus*), haddock (*Merlangius merlangus*), sea bass (*Dicentrarchus labrax*), horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*), bonito (*Sarda sarda*), rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and shrimp (*Philocheras trispinosus*), were used in marine environment, in Rize's coast. In fresh water samples, a total of 32 bacterial isolates isolated from 6 different carp species Deriner Dam Lake in Artvin province, were used. The resistance of the isolates to 9 different antibiotics including Ampicillin (AM10µg), Gentamicin (CN10µg), Oxytetracycline (T30µg), Amoxicillin-Clavulanic Acid (AMC10µg), Enrofloxacin (ENR5µg), Trimethoprim / Sulfamethoxazole (SXT25µg), Florphenicol, (FFC30µg), Sulfamethoxazole (SMZ25µg), Erythromycin (E15µg) was determined by disk diffusion method. Among the isolates, bacteria of the genus *Aeromonas* and *Pseudomonas* were also investigated for antibiotic resistance (MAR). When the multiple antibiotic resistance indices of bacteria isolated from different aquatic systems are examined, the MAR index in all systems was recorded higher than the threshold value of 0.2. Marine isolates were more resistant to all antibiotics except Ampicillin and Enrofloxacin.

**Keywords:** Antibiotic, aquatic systems, bacteria, fish, resistance .

<sup>[\*]</sup> Bu makale, Neslihan Güngör'ün yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This manuscript was produced from Neslihan Güngör's master thesis.

## GİRİŞ

Sucul canlılar arasında yer alan ve çok farklı tür çeşitliliğine sahip olan balıklar, diğer tüm canlılar gibi, farklı hastalıklara maruz kalabilmektedir. Hastalıkların nedenleri genel olarak, beslenme, çeşitli stres faktörleri, çevresel etkiler ve patojenler olarak kategorize edilmektedir. Patojenik hastalık etmenleri ise kendi içinde bakteriler, parazitler, mantarlar ve virüsler olarak sınıflandırılmaktadır (Lasee, 1995).

Günümüzde balık patojeni bakteriler ile enfekte olan balıkların hastalıklarına dair oldukça fazla rapora dünya genelinde rastlamak mümkündür (Austin & Austin, 2007). Ülkemizde 1960'lı yıllardan günümüze kadar konu ile ilgili oldukça geniş bir literatür oluşmuştur. Türkiye'de 2014 yılında farklı balıklardan izole edilen bakteriler, tür bazında 48 olarak bildirilmiştir (Öztürk & Altınok, 2014). Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar ile bu sayı giderek artmaktadır (Kacar & Balta, 2017; Akkan & Topkaraoğlu, 2019).

Yetiştiricilik sistemlerinde oldukça yüksek mortaliteye neden olan bakterilerle mücadelede en önemli ajan şüphesiz antibiyotiklerdir. Antibiyotikler, doğal veya sentetik olarak elde edilen ve birçok mikroorganizmanın üremesini engelleyen ya da ölümüne neden olan ajanlar olarak tanımlanmaktadır (Sekkin & Kum, 2011). Günümüzde su ürünleri alanında, bakterilere karşı antibiyotik kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır (Balta vd., 2016; Kayış, 2019).

Türkiye'de yetiştiricilik faaliyetlerinin yapıldığı işletmelerde antibiyotiklerin kullanımına bakıldığında, sulfadiazin+trimetoprim, amoksisilin-klavulanik asit, florfenikol, oksitetrasiklin, enrofloksasin ve oksolinik asit etken maddelerini içeren 41 ruhsatlı balık preparatının mevcut olduğu bildirilmiştir (Akşit, 2016). Hastalıklarla mücadelede önemli bir paya sahip olan antibiyotiklerin oldukça sık kullanılması doğal olarak bazı problemlere de sebep olmuştur. Kullanımın getirdiği maliyetten daha önemlisi, antibiyotiklerin canlılara ve çevreye verdiği zararlarıdır. Antibiyotikler bakteriyostatik ve bakterisit olarak, bakteriler üzerine biyokimyasal yoldan etki ederler (Gülây, 2017). Antibiyotiklerin etki mekanizması, bakterilerin direnç genleri sayesinde zamanla veya bakterinin kendi DNA yapısında bulunan doğal direnci ile direkt olarak etkisini kaybetmektedir (Caruso, 2016). Bu direnç mekanizmaları ise, bakterilere karşı yeni antibiyotiklerin üretilmesini veya daha fazla antibiyotik kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle bilim insanları çeşitli bakterilerin antibiyotik direnç mekanizmalarını yaygın olarak çalışmaktadır. Sucul sistemler ise birikim özelliklerinden dolayı, özellikle çalışılan ve takip edilen sistemlerdir. Bu sebepten, su ve sucul sistemlerden izole edilen bakterilerin antibiyotik

direnç ve hassasiyet mekanizması hakkında oldukça fazla çalışma bulunmaktadır (Öztürk & Altınok, 2014).

Dünya çapında antibiyotik direnç profilleri su, sucul canlılar ve sedimentteki bakteriler için, özellikle yerleşim alanlarına yakın bölgelerde oldukça yaygın olarak rapor edilmesine rağmen (DePaola vd., 1995; Chelossi vd., 2003); normalde karasal sistemlerde kullanılan antibiyotik miktarının sucul sistemlerden çok daha fazla olduğu bilinmektedir (Giraud vd., 2006). Dolayısıyla bu tarz çalışmalarda insan patojeni olan türlere öncelikle rastlanmaktadır. Bir çok sistemde fekal kirliliğin göstergesi olarak kabul edilen *Escherichia coli*, diğer çalışmalarla beraber antibiyotik dirençlilik çalışmalarında da oldukça sık tercih edilmektedir (Efstratiou vd., 2018). Bununla beraber, balık patojenleri ve su ürünleri işletmelerinin çevresinden izole edilen bakteriler ile ilgili çalışmalar sürekli artmaktadır. Bu bağlamda, yine *Escherichia coli*'nin kara midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) ve deniz salyangozlarından (*Rapana venosa*) izole edilip, antimikrobiyal direnç profillerinin ortaya konulduğu bir çalışma yapılmış ve sulfametoksazola karşı %83 oranında yüksek bir direnç kaydedilmiş, en düşük dirençlilik ise florfenikole karşı (%1,9) tespit edilmiştir (Terzi, 2018a). Bir başka çalışmada da yetiştiriciliği yapılan mersin balıklarından (*Acipenser gueldenstaedti*, *A. baeri*) izole edilen 37 farklı suş üzerinde yapılan antimikrobiyal direnç taramalarında, en yüksek direncin sulfametoksazol ve ampisiline (%97,3) karşı olduğu rapor edilmiştir (Terzi, 2018b). Bir diğer çalışmada ise Çapkın vd., (2017) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde alabalık yetiştiricilik faaliyetleri yapan 30 farklı işletmeden izole edilen 43 farklı suş ihtiva eden 133 bakterinin antibiyotik direnci ile ilgili çalışmışlardır. Bu çalışmada *Aeromonas*, *Vibrio* ve *Pseudomonas* cinslerine ait altışar farklı türden bu türlere ait toplam 64 bakterinin yer aldığı belirtilmiştir. Bakteri cinsi düzeyinde yapılan bir diğer çalışma ise, *Aeromonas* cinsine ait bakteriler ile Türkiye sınırları içerisinde, geniş çaplı olarak (Akdeniz, Karadeniz ve Ege Bölgeleri) yapılan, antimikrobiyal duyarlılık çalışmasıdır (Onuk vd., 2017). Çalışmada 45 *Aeromonas* izolatıyla (*A. sobria*, *A. hydrophila*, *A. salmonicida*, *A. bestiarum* ve *A. veroni*) çalışılmış ve gentamisin bütün izolatların duyarlı olduğu antibiyotik olarak kaydedilmiştir.

Yukarıda özetlenen konu bağlamında sunulan bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde farklı iki sucul alandan örneklenen balıklardan izole edilen bakterilerin antimikrobiyal direnç profillerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmayla, tüm sistemin birikim yeri olan deniz ve herhangi bir su ürünleri yetiştiriciliği yapılmayan tatlı su sistemi olan iki farklı sucul sistem bakterileri arasındaki antibiyotik direnç profillerinin farklılığının ortaya konulması hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan toplam 47 adet bakteri, Doğu Karadeniz'deki Rize ve Artvin illerinden örneklenmiş balıklardan ve karideden daha önce izole edilmiştir. Örneklenen balıklar hem yetiştiriciliği yapılan hem de doğal olan türlerdir. Rize'deki örneklerin tamamı denizel ortamda yaşayan balıklardan 2012-2018 yılları arasında izole edilen bakterilerdir (Tablo 1). Artvin ili Deriner Barajı örneklerini oluşturan diğer bakteriler ise yine daha önce Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2015'te desteklenen projeden elde edilen (Proje no: 2014.103.02.04) ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Laboratuvarı'nda  $-80^{\circ}\text{C}$ 'de stoklanmış izolatlardır. Deriner Baraj Gölü'nden izole edilen bakteriler ile ilgili detaylar Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Rize ili deniz ortamından izole edilen bakteriler ve izole edildikleri balık türleri. n: sayı, (\*): doğal tür.

**Table 1.** Bacteria isolated from the marine environment of Rize and the fish species from they have been isolated. n: number, (\*): native species.

Balık Türü	Bakteri	n
Denizati ( <i>Hippocampus guttulatus</i> )*	<i>Vibrio</i> sp.	1
Mezgit ( <i>Merlangius merlangus</i> ) *	<i>Vibrio alginolyticus</i>	1
Levrek ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )	<i>Pseudomonas</i> sp.	1
Levrek ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	1
Levrek ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )	<i>Vibrio</i> sp.	2
İstavrit ( <i>Trachurus mediterraneus</i> ) *	<i>Aeromonas</i> sp.	2
İstavrit ( <i>Trachurus mediterraneus</i> ) *	<i>Pseudoalteromonas</i> sp.	1
İstavrit ( <i>Trachurus mediterraneus</i> ) *	<i>Brevibacterium</i> sp.	1
Palamut ( <i>Sarda sarda</i> ) *	<i>Aeromonas</i> sp.	2
Gökkuşluğu Alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	<i>Vibrio anguillarum</i>	1
Karides ( <i>Philocheirus trispinosus</i> ) *	<i>Pseudomonas</i> sp.	2
		15

**Tablo 2.** Deriner Baraj Gölü'ndeki doğal balıklardan izole edilen bakteriler.

**Table 2.** Bacteria which isolated from native fishes of Deriner Dam Lake.

Balık türleri	Bakteri	n
	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	1
	<i>Aeromonas</i> sp.	7
	<i>Aeromonas allosaccharophila</i>	4
	<i>Aeromonas caviae</i>	1
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	4
<i>Aphanius fesciatus</i>	<i>Aeromonas media</i>	1
<i>Barbus artvinica</i>	<i>Aeromonas salmonicida</i>	3
<i>Capoeta banarescui</i>	<i>Citrobacter</i> sp.	2
<i>Capoeta ekmekeciae</i>	<i>Pseudomonas</i> sp.	2
<i>Capoeta sieboldii</i>	<i>Pseudomonas fluorecens</i>	1
<i>Squalius orientalis</i>	<i>Pseudomonas jessenii</i>	1
	<i>Rahnella</i> sp.	1
	<i>Shewanella</i> sp.	1
	<i>Shewanella putrefaciens</i>	3
		32

Bakterilerin ilk çoğaltılmasında triptik soy agar (TSA) besi yeri kullanılmıştır (Lasee, 1995). Denizel izolatlar için ise %1,5 NaCl (tuz) ilaveli TSA (T-TSA) besiyeri kullanılmıştır. Antibiyogram testleri için ise Mueller Hinton Agar (MHA) besiyeri kullanılmış yine denizel izolatlar için besiyerine NaCl ilavesi yapılmıştır.

Çalışmada antimikrobiyal hassasiyet testleri için, Ampisilin (AM10 $\mu\text{g}$ ), Gentamisin (CN10 $\mu\text{g}$ ), Oksitetrasiklin (T30 $\mu\text{g}$ ), Amoksisilin-Klavulanik Asit (AMC10 $\mu\text{g}$ ), Enrofloksasin (ENR5 $\mu\text{g}$ ), Trimetoprim/Sulfametoksazol (SXT25 $\mu\text{g}$ ), Florfenikol (FFC30 $\mu\text{g}$ ), Sulfametoksazol (SMZ25 $\mu\text{g}$ ) ve Eritromisin (E15 $\mu\text{g}$ ) antibiyotik diskleri (Bioanalyse, Ankara) kullanılmıştır. Antibiyotik diskleri bakterilerin inoküle

edildiği besiyeri üzerine aseptik olarak yerleştirilmiştir. Besiyeri plakları  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta 18-36 saat inkübe edilmiştir. Oluşan zon çapları CLSI (2018) yönergesine göre dirençli (D), hassas (H) ve orta (O) olarak kaydedilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Antibiyogram testi duyarlılık değerleri (CLSI, 2018).

**Table 3.** The sensitivity values of antibiogram test (CLSI, 2018).

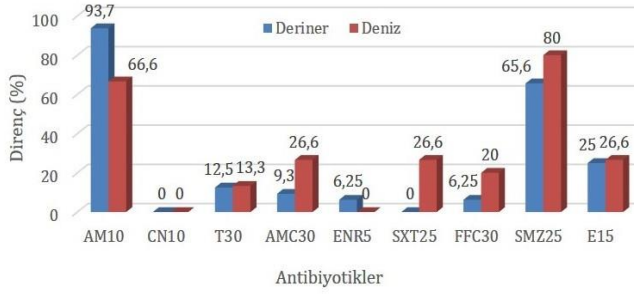
Antimikrobiyal madde	Duyarlılık Zon Değerleri (mm)		
	Dirençli (D)	Hassas (H)	Orta (O)
Ampisilin (AM10 $\mu\text{g}$ )	$\leq 13$	$\geq 17$	14-16
Gentamisin (CN10 $\mu\text{g}$ )	$\leq 12$	$\geq 15$	13-14
Oksitetrasiklin (T30 $\mu\text{g}$ )	$\leq 14$	$\geq 19$	15-18
Amoksisilin-Klavulanik Asit (AMC10 $\mu\text{g}$ )	$\leq 13$	$\geq 18$	14-17
Enrofloksasin (ENR5 $\mu\text{g}$ )	$\leq 16$	$\geq 21$	17-20
Trimetoprim/Sulfametoksazol (SXT25 $\mu\text{g}$ )	$\leq 10$	$\geq 16$	11-15
Florfenikol (FFC30 $\mu\text{g}$ )	$\leq 14$	$\geq 19$	15-18
Sulfametoksazol (SMZ25 $\mu\text{g}$ )	$\leq 12$	$\geq 17$	13-16
Eritromisin (E15 $\mu\text{g}$ )	$\leq 13$	$\geq 23$	14-22

Çoğul antibiyotik direnç indeksleri (MAR), izolatan dirençli olduğu antibiyotik sayısının kullanılan tüm antibiyotiklere oranı şeklinde bir hesaplama yapılarak, tüm izolatlar için ve izole edildikleri sucul sistemlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır (Krumperman, 1983). MAR indeksinin  $\geq 0,2$  olması, ortamın insan ya da hayvan kaynaklı antibiyotiklere yoğun miktarda maruz kalmasını ifade etmektedir. İlaveten, bu çalışmada, cins düzeyinde bir kıyaslama için *Aeromonas* ve *Pseudomonas* cinsi bakterilerin sucul ortam farklılığı da gözetilerek direnç yüzdelikleri incelenmiştir.

## BULGULAR

Çalışmada kullanılan bakterilerin tüm izolatlara ait antibiyotik direnç profilleri Şekil 1'de verilmiştir. Tüm bakteriler gentamisin antibiyotikine karşı %100 hassasiyet gösterirken, en yüksek direnç ampisilin ve sulfametoksazol antibiyotiklerine karşı tespit edilmiştir. Sucul sistem farklılığı olan bakteri gruplarının uygulanan antibiyotiklere karşı direnç yüzdeleri genellikle benzer olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, Amoksisilin-Klavulanik Asit, Trimetoprim/Sulfametoksazol ve Florfenikol antibiyotiklerinde farklılıklar belirlenmiştir. Bahsi geçen bu antibiyotiklerde denizel izolatların direnç yüzdelerinin yüksek olması dikkat çekmiştir. Bu durumun tersi olarak ampisilin antibiyotikine karşı tatlı su ortamında yaşayan balıklardan elde edilen izolatlar daha yüksek direnç göstermiştir.

Deriner Baraj Gölü'nden izole edilen bakterilerin MAR indekslerine bakıldığında, tüm izolatlar içerisinde (32) sadece 8 izolatan MAR indeksi  $\leq 0,2$  olarak belirlenmiştir. Bu izolatların MAR indeksi ortalaması 0,24 olarak hesaplanmıştır. Denizel izolatlarda ise (15), MAR indeksi 5 izolat için  $\leq 0,2$  olarak belirlenmiştir. Bu izolatlarda ise MAR indeksi ortalaması 0,31 olarak hesaplanmıştır. Burada da yine denizel kökenli izolatların MAR indeksinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Denizel ve tatlı su kaynaklı bakterilerin antibiyotik direnc yüzdeleri.

Figure 1. Antibiotic resistance percentages of marine and freshwater bacteria.

Çalışmada *Aeromonas* cinsine ait bakterilerin direnc yüzdeleri Tablo 4'te verilmiştir. Bu verilere göre, *Aeromonas* cinsine ait bakterilerin tamamının kullanılan 9

antibiyotik içerisinde 4 antibiyotiğe (Gentamisin, Enrofloksasin, Trimetoprim/Sulfametoksazol ve Florfenikol) karşı hiç direnc göstermediği belirlenmiştir. Denizel izolatlara için ise sadece 2 antibiyotikte (Sulfametoksazol ve Ampisilin) direnc belirlenmiştir. Bahsi geçen bu iki antibiyotik, her iki sucul sistem bakterilerinde de en yüksek direncin gözlemlendiği antibiyotik olmuştur.

*Pseudomonas* cinsine ait bakterilerin direnc yüzdeleri Tablo 5'te verilmiştir. Bu verilere göre, *Pseudomonas* cinsine ait bakterilerin tamamının kullanılan 9 antibiyotik içerisinde sadece gentamisine karşı hiç direnc göstermediği belirlenmiştir. Bu grup içerisinde denizel kökenli izolatlara eritromisine %100 direnc gösterirken, tatlı su kökenli izolatlara aynı antibiyotik için tamamının hassas olması dikkat çekmiştir.

Table 4. Denizel ve tatlı su kökenli *Aeromonas* cinsi bakterilerin antibiyotik direnc yüzdeleri.

Table 4. Antibiotic resistance percentages of marine and freshwater *Aeromonas* bacteria.

Antimikrobiyal Madde	Tatlı su			Deniz		
	n	Direnc (%)	%	n	Direnc (%)	%
Ampisilin (AM10µg)	20	20	100	4	2	50
Gentamisin (CN10µg)	20	0	0	4	0	0
Oksitetrasiklin (T30µg)	20	3	15	4	0	0
Amoksisilin-Klavulanik Asit (AMC10µg)*	20	1	5	4	0	0
Enrofloksasin (ENR5µg)	20	0	0	4	0	0
Trimetoprim/Sulfametoksazol (SXT-25µg)	20	0	0	4	0	0
Florfenikol (FFC-30µg)	20	0	0	4	0	0
Sulfametoksazol (SMZ25µg)	20	14	70	4	4	100
Eritromisin (E15µg)	20	7	35	4	0	0

Table 5. Denizel ve tatlı su kökenli *Pseudomonas* cinsi bakterilerin antibiyotik direnc yüzdeleri.

Table 5. Antibiotic resistance percentages of marine and freshwater *Pseudomonas* bacteria.

Antimikrobiyal Madde	Tatlı su			Deniz		
	n	Direnc (%)	%	n	Direnc (%)	%
Ampisilin (AM10µg)	4	4	100	3	3	100
Gentamisin (CN10µg)	4	0	0	3	0	0
Oksitetrasiklin (T30µg)	4	1	25	3	1	33,3
Amoksisilin-Klavulanik Asit (AMC10µg)*	4	1	25	3	3	100
Enrofloksasin (ENR5µg)	4	1	25	3	0	0
Trimetoprim/Sulfametoksazol (SXT-25µg)	4	0	0	3	2	66,6
Florfenikol (FFC-30µg)	4	1	25	3	2	66,6
Sulfametoksazol (SMZ25µg)	4	3	75	3	2	66,6
Eritromisin (E15µg)	4	0	0	3	3	100

## TARTIŞMA

Farklı sucul sistemlerden izole edilen bakterilerin antibiyotiklere karşı farklı direnc göstermeleri olağan bir durumdur. Bu direncin oluşmasında hem karasal canlıların antibiyotik kullanımı, hem de su ürünleri yetiştiricilik faaliyetlerinde kullanılan antibiyotikler etkilidir. Ekosistemlerde sucul sistemler, sadece kendi içinde yer alan kirletici unsurların dışında, içerisinde bulunduğu havzanın tüm unsurlarından etkilenen son rezervler olarak geçmektedir. Özellikle denizler ve durgun su sınıfına giren göller, yer üstü ve yer altı havzaların tüm kirlilik etkenlerini taşımasıyla önemli derecede birikimi olan sucul sistemlerdir (Kayhan & Yön, 2014). Yapılan bu çalışmada, izole edilen bakterilerin bulunduğu sucul sistemler için, kirlilik birikim merkezi olan denizel ortam (Rize sahil

kesimi) ve baraj gölü (Deriner Baraj Gölü) tercih edilmiştir.

Bu çalışmada Deriner Barajı'ndaki doğal balık türlerinden izole edilen bakterilerin antibiyotiklere gösterdiği direnc birkaç antibiyotik için değişse de, genele bakıldığında denizel kökenli bakteri izolatlara ile paralellik arz etmiştir. Örneğin Amoksisilin-Klavulanik Asit, Trimetoprim/Sulfametoksazol ve Florfenikol gibi antibiyotiklere karşı, denizel izolatlara daha fazla direnc gösterse de genel tablo direnc seviyelerinin birbirine paralel olduğunu göstermektedir. Ayrıca, çoğul antibiyotik indeksinin (MAR) her iki sistemde de  $\geq 0,2$  olması, iki sistemin de antibiyotiklere yoğun olarak maruz kaldığına işaret etmektedir. Yine de denizel örneklerden elde edilen izolatlarda MAR indeksinin yüksek olması ve antibiyotiklere karşı direnc seviyelerinin yüksekliği son

birikimin denizel ortam olmasıyla izah edilebilir. Ancak, su ürünleri yetiştiricilik faaliyetlerinin olmadığı Deriner Baraj Gölü'nün de kendi havzasından etkilendiği gerçeği bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Deriner Barajı'nda, balık patojeni bakterilere karşı kullanılan antibiyotiklerin direnç yüzdesinin sıfıra yakın ya da oldukça düşük olması, buna karşın insanlarda yaygın olarak kullanılan penisilin grubundaki geniş spektrumlu ampisiline karşı izolatlarda çok yüksek bir direnç olması, karasal kontaminasyonu destekler nitelikte bir bulgu olmuştur.

İzolatlar arasında en fazla izole edilen *Aeromonas* cinsinde ise antibiyotik direnç yüzdeleri değerlendirildiğinde, *Aeromonas* suşlarının ampisiline yüksek bir direnç gösterdiği belirlenmiştir. Bu direnç *Aeromonas*'ların ampisiline doğal bir direnci olması ile açıklanabilir (Richardson vd., 1982). Ancak tatlı su kökenli izolatlarda bu direnç %100 iken, denizel izolatlarda ise direnç %50 olarak belirlenmiştir. Onuk vd., (2017), yaptıkları çalışmada balık ve su kökenli *Aeromonas*'lara uygulanan oksitetrasiklin direncini %37,8 olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmada balık kökenli *Aeromonas* cinsi bakterilerin oksitetrasiklin direnci %15 olarak kaydedilmiştir. Denizel kökenli izolatlarda ise dirence rastlanmamıştır. Çalışmadaki *Aeromonas* suşlarının enrofloksasin, florfenikol, amoksisilin-klavulanik asit ve trimetoprim/sulfametoksazol gibi antibiyotiklere karşı direncinin olması bölgede su ürünleri yetiştiriciliği açısından olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Makrolit grubu olan eritromisin hidrofobik yapısından dolayı, Enterobacteriaceae ailesi üyeleri olan *Pseudomonas* ve *Acinetobacter* cinsinin üyeleri gibi çoğu gram negatif bakterinin hücre duvarından geçemediği yapılan bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Zhanel vd., 2001; Tünger vd., 2008). Ancak gerçekleştirilen bu çalışmada ilginç olan detay ise, denizel kökenli *Pseudomonas* cinsi örneklerde bu direnç bahsi geçen bilgiyi doğrularken, tatlı su kökenli örneklerde ise tüm izolatlarda direnç olmamasıdır. Bu durum literatür bilgisi ile çelişmektedir.

Penisilin grubu antibiyotiklerin içerisinde yer alan aminopenisilinler diğer penisilin türlerine nazaran Gram negatif bakterilerde etkinliği daha fazla olan grubu temsil etmektedir. Ancak son yıllarda bu grup antibiyotiklere karşı da bakteriyel direncin olduğu ile ilgili literatür bilgilerine rastlanmaktadır (Ayaz, 2017). Bu durum çalışmanın bulguları ile eşleşmektedir. Buna rağmen, aynı grupta yer alan amoksisiline karşı bu direnç çok daha düşük bulunmuştur. Bu durum amoksisilin (AMC10µg)'in aynı zamanda klavulanik asit ile desteklenmiş olmasından kaynaklanabilir. Çünkü, özellikle klavulanik asit kombinasyonu ile bu antibiyotik, beta laktamaz enzimi salgılayabilme ihtimali olan bakterilerin bu enzimi salgılamasını engellenmekte ve direnç kırılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akkan, T. & Topkaraoğlu, T. (2019).** Tatlısu kaynaklarımızdaki *Escherichia coli* izolatlarının antibiyotik direnç düzeylerinin belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, **4**(3), 539-544.
- Akşit, A. (2016).** Antibacterial resistance in the fish farming and its importance, *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics*, **2**(1), 47-54.
- Austin, B. & Austin, D.A. (2007).** *Bacterial fish pathogens: diseases of farmed and wild fish*, 4rd ed., Springer Publishing, New York, USA.
- Ayaz, C. (2017).** Penisilinler, Türkiye Klinikleri enfeksiyon hastalıkları-özel konular. *Antibiyotikler Güncel Durum Özel Sayısı*, **10**(1), 39-42.
- Balta, F., Dengiz Balta, Z., Özgümüş O.B. & Çağırğan, H. (2016).** The antimicrobial resistance and investigation of *Yersinia ruckeri* from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in the Eastern Black Sea Region. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **1**(3), 72-76.
- Çapkın, E., Ozdemir, S., Ozturk, R.C. & Altınok, I. (2017).** Determination and transferability of plasmid-mediated antibiotic resistance genes of the bacteria isolated from rainbow trout. *Aquaculture Research*, **48**(11), 5561-5575.
- Caruso, G. (2016).** Antibiotic resistance in fish farming environments: A global concern. *Journal of Fisheries Sciences*, **10**(4), 9-13.
- Chelossi, E., Vezzulli, L., Milano, A., Branzoni, M., Fabiano, M., Riccardi, G. & Banat, I.M. (2003).** Antibiotic resistance of benthic bacteria in fish-farms and control sediments of the Western Mediterranean. *Aquaculture*, **219**, 83-97.
- CLSI. (2018).** *Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically*. Clinical and Laboratory Standart Institute. Wayne, PA, USA, 112p.
- DePaola, A., Peeler, J.T. & Rodrick, G.E. (1995).** Effect of oxytetracycline-medicated feed on antibiotic resistance of gram-negative bacteria in catfish ponds. *Applied of Enviromental Microbiology*, **61**, 2335-2340.
- Efstratiou, M.A., Bountouni, M. & Kefalas, E. (2018).** Spread of antibiotic resistance in aquatic environments: *E. coli* as a case study. *Proceedings*, **2**, 693. DOI: [10.3390/proceedings2110693](https://doi.org/10.3390/proceedings2110693)
- Giraud, E., Douet, D.G., Bris, H.L., Bouju-Albert, A., Donnay-Moreno, C., Thorin, C. & Pouliquen, H. (2006).** Survey of antibiotic resistance in an



- integrated marine aquaculture system under oxolinic acid treatment. *FEMS Microbiology Ecology*, **55**(3), 439-448.
- Gülay, Z. (2017)**. Antibacterials and their mechanism of action at the bacterial cell. *Türkiye Klinikleri Journal of Infectious Diseases-Special Topics*, **10**(1), 6-19.
- Kacar, Z. & Balta, F. (2017)**. Multi locus sequence analysis (MLSA)-based identification of *Pseudomonas* spp. isolated from rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) in the eastern black sea region of Turkey using. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(12), 7506-7512.
- Kayhan, F.E. & Yön, N.D. (2014)**. Sucul organizmalarda çevresel şartlara karşı geliştirilen oksidatif stres mekanizmaları ve adaptif yanıtlar. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, **4**, 137-151.
- Kayış, Ş. (2019)**. Analysis of fish health status in terms of sustainability of aquaculture in Turkey - A swot analysis. *Aquaculture Studies*, **19**(1), 69-76. DOI: [10.4194/2618-6381-v19\\_1\\_07](https://doi.org/10.4194/2618-6381-v19_1_07)
- Krumperman, P.H. (1983)**. Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high risk sources of fecal contamination of foods. *Applied and Environmental Microbiology*, **46**(1), 165-170.
- Lasee, B.A. (1995)**. *Introduction to fish health management*. U.S. Fish and Wildlife Service La Crosse Fish Health Center 555, Lester Avenue Onalaska, Wisconsin, 54650, 92p.
- Onuk, E.E., Tanrıverdi Çaycı, Y., Çoban, A.Y., Çiftçi, A., Balta, F. & Didinen, B.I. (2017)**. Balık ve yetiştirme suyu kökenli *Aeromonas* izolatlarının antimikrobiyal duyarlılıklarının saptanması. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, **64**, 69-73.
- Öztürk, R.Ç. & Altınok, İ. (2014)**. Bacterial and viral fish diseases in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **14**, 275-297.
- Richardson, C.J.L., Robinson, J.O., Wagener, L.B. & Burke V. (1982)**. In vitro susceptibility of *Aeromonas* spp. to antimicrobial agents. *J Clin Microbiol*, **9**, 267-74.
- Sekkin, S. & Kum, C. (2011)**. Antibacterial drugs in fish farms: in application and its effects, In: Aral, F. & Z. Doğu (Ed), *Recent Advances in Fish Farms*, 217-250p, InTech - Open Access Publisher, Rijeka.
- Selçuk, E.B. (2011)**. Aşıların tarihçesi. *Türkiye Klinikleri Aile Hekimliği- Özel Konular*, **2**(5), 1-4.
- Terzi, E. (2018a)**. Antimicrobial resistance profiles and tetracycline resistance genes of *Escherichia coli* in Mediterranean mussel and sea snails collected from the Eastern Black Sea (Turkey). *Alınleri Journal of Agriculture Sciences*, **33**(1), 43-49. DOI: [10.28955/alinterizbd.355019](https://doi.org/10.28955/alinterizbd.355019)
- Terzi, E. (2018b)**. Yetiştiriciliği yapılan mersin balıklarından izole edilen bakterilerin antimikrobiyal direnç profillerinin belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **4**(2), 7-13.
- Tünger, Ö. (2008)**. Makrolitler, ketolitler, linkozamitler, In: Topçu A.W., Söyletir G. & Doğanay, M. (Ed), *Enfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyolojisi: Sistemlere Göre Enfeksiyonlar*, 4. Baskı, 2384s, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- Zhanel, G.G., Dueck, M., Hoban, D.J., Vercaigne, L.M., Embil, J.M. & Gin, A.S. (2001)**. Review of macrolides and ketolides: focus on respiratory tract infections. *Drugs*, **61**, 443-98.