

Antibiotic Resistance Profile of *Escherichia coli* Bacteria Isolated from Atatürk Dam Lake, Adıyaman

Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ

Adıyaman University, Central Research Laboratory, Adıyaman, TÜRKİYE
ORCID ID: Fikret BÜYÜKKAYA KAYIŞ: <https://orcid.org/0000-0002-3890-1635>

Received: 29.04.2022

Accepted: 28.06.2022

Published online: 29.06.2022

Issue published: 30.06.2022

Abstract: In this study, physicochemical parameters such as total dissolved solids (TDS), pH, temperature, and electrical conductivity (EC) and antibiotic resistance profiles of *Escherichia coli* isolated from surface waters of 5 different stations of the Atatürk Dam in Adıyaman were investigated. It was found that the water was of good quality in terms of total dissolved solids and electrical conductivity. It shows alkaline properties in regard to pH values. In terms of temperature values, it is of fourth-class quality. Seventy *E. coli* strains were isolated as an indicator of fecal contamination. In isolated *E. coli*, antibiotic resistance was determined as 95% for erythromycin, 31.42% for ceftazolin, 30% for cefazolin, 14.28% for tetracycline, 8.50% for chloramphenicol, 4.28% for cefuroxime, and 2.85% for both cefotaxime and cefepime. Multiple antibiotic resistance (MAR) rates of 85.71% of bacteria isolated from Sıtılce station and 50% of bacteria isolated from Eğri stream station were found to be greater than 0.2. MAR indexes of all bacteria isolated from Kahta, Gerger, and Samsat stations were found to be lower than or equal to 0.2. The results indicated that surface waters of Eğri stream and Sıtılce regions may be discharge points of domestic and industrial wastewaters.

Keywords: Multiple Antibiotic resistance, coliform bacteria, water quality, fecal pollution.

Atatürk Baraj Gölünden (Adıyaman) İzole Edilen *Escherichia coli* Bakterilerinde Antibiyotik Dirençlilik Profili

Öz: Bu çalışmada Adıyaman ili Atatürk Barajı gölünün 5 farklı istasyonuna ait yüzey sularının fizikokimyasal parametreleri [toplam çözünmüş katı madde (TDS), pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik (EC)] ve örneklerden izole edilen *Escherichia coli* bakterilerinde antibiyotik dirençlilik profilleri araştırılmıştır. Fizikokimyasal parametrelerden toplam çözünmüş katı madde ve elektriksel iletkenlik değerleri bakımından birinci sınıf kalitededir. pH değerleri bakımından alkali özellik göstermektedir. Sıcaklık değerleri yönünden ise dördüncü sınıf kalitededir. Fekal kirlilik indikatörü olarak 70 *E. coli* suşu izole edilmiştir. İzole edilen *E. coli*'lerde antibiyotik dirençliliği sırasıyla eritromisin %95, seftarolin %31.42, sefazolin %30, tetrasiklin %14.28, kloramfenikol %8.50, sefuroksim %4.28 ve sefotaksim ve sefepim %2.85 olarak belirlenmiştir. Sıtılce istasyonundan izole edilen bakterilerin %85.71'inin ve Eğri çayı istasyonunda ise izole edilen bakterilerin %50'sinin çoklu antibiyotik direnç (ÇAD) indeksleri 0.2'den büyüktür. Kahta, Gerger ve Samsat istasyonlarından izole edilen bakterilerin tamamının ÇAD indeks oranları 0.2'den küçük veya eşittir. Sonuçlar Atatürk baraj gölünün Eğri çayı ve Sıtılce bölgelerinin evsel ve endüstriyel atık suların etkisi altında olabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Çoklu antibiyotik direnci, koliform bakteri, su kalitesi, fekal kirlilik.

1. Giriş

Sucul alanlar çevre kirliliğinden en çok etkilenen ortamlar olup bu alanların kirlenmesi ekonomik kayıpların yanında tüm canlı yaşamı üzerine olumsuz etkiler meydana getirmektedir (Yorulmaz, 2006; EİE, 2003). Günümüzde kontrolü her geçen gün daha da zor hale gelen antropojenik kaynaklı endüstriyel, tarımsal ve evsel atıklar sonucu su kirliliği çok ileri boyutlara taşınmıştır (Akın & Akın, 2007). Endüstriyel kaynaklı pestisit ve ağır metal kirliliğinin yanı sıra, evsel ve tarımsal kaynaklı mikrobiyal kirlilik son yıllarda su kaynaklarının azalmasıyla önemli araştırma konuları arasında yer almıştır (Güngör et al., 2021; Mercimek Takcı et al., 2021; Akkan & Topkaraoğlu, 2019).

Sucul kaynaklardaki mikrobiyal kirlilik terimi ilk olarak fekal kökenli bakterilerin varlığı olarak anlaşılacakla birlikte, uzun vadede bu bakterilerdeki antibiyotik direnç sorunu küresel çapta bir problem olarak ortaya çıkmaktadır (WHO, 2018). Bakterilerdeki

antibiyotik direncinde enfeksiyonların tedavisinde kullanılan antibiyotiklerin yaygın ve bilinçsiz kullanımının rolü büyüktür (Matyar et al., 2010; Matyar, 2012). Enfeksiyon hastalıklarına yönelik kullanılan antibiyotiklerin az bir kısmı, insan ve hayvanların sindirim sistemlerinde absorbe edilirken büyük bir kısmı ise dışkı ile atılır (Schlusener & Bester, 2006). Bu yolla çevreye yayılan antibiyotik kalıntılarının yanında, bilinçsiz antibiyotik kullanımı sonucu dirençli fekal koliform da kanalizasyonlar yolu ile derelere, nehirlere, akarsulara, göllere veya yeraltı suları gibi sistemlere karışabilir.

İnsan ve hayvan dışkı atıkları kaynaklı *Escherichia coli*, su kirliliğine neden olan koliformların (*E. coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp. and *Serratia* spp.) bir üyesi olup su kalitesi açısından fekal kontaminasyon varlığının önemli bir biyoindikatörüdür (Odonkor & Kennedy, 2018). Ayrıca antimikrobiyal ilaç direncini kodlayan genlerin önemli bir rezervuarı olması nedeniyle antimikrobiyal direnç gelişiminin takibi için bir göstergedir (Arsène-Ploetze et al., 2018; Katakweba et al., 2018).

Atatürk Barajı Gölü, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Adıyaman ve Şanlıurfa illeri arasında Fırat Nehri üzerinde kurulmuştur (Gölbaşı & Şen, 2019). Adıyaman ili sınırlarında kalan ve Atatürk Barajı Gölü'nü besleyen en önemli akarsular Çakal Çayı, Kalburcu Çayı, Eğri Çayı, Ziyaret Çayı ve Kâhta Çayı'dır (Anonim, 2003; Gölbaşı & Şen, 2019). Bu çayların, yerleşim yerleri içerisinde geçerek baraj gölüne dökülmelerinden dolayı fizikokimyasal kirleticilerinin yanı sıra antibiyotik kalıntılarını da baraj gölüne taşımaları muhtemeldir.

Atatürk Barajı Gölü hakkında yapılan literatür araştırmaları dikkate alındığında, suyun mikrobiyolojik kalitesi ve antibiyotik direnciliği üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmamızda, Atatürk Barajı Gölü Eğri çayı, Gerger, Kahta, Samsat ve Sıtlıce kollarından alınan su örneklerinden izole edilen *Escherichia coli* bakterilerinde antibiyotik direncinin araştırılması ve toplam çözünmüş katı madde (TDS), elektriksel iletkenlik (EC), pH ve sıcaklık gibi su kalitesini belirleyen fizikokimyasal parametrelerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Yüzeysel Suyu Örneklerinin Toplanması

Atatürk Baraj Gölü Eğri çayı (E1, E2), Gerger (G1, G2), Kahta (K1, K2), Samsat (S1, S2) ve Sıtlıce (STL1, STL2) kollarının her birinden belirlenen 2 farklı lokasyondan (Şekil 1). APHA 2005 standartlarına uygun olarak Ağustos 2021 döneminde aseptik koşullarda 500 ml'lik steril amberli şişelere alınan su örnekleri 2-4 saat içerisinde soğuk zincirle laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 1. Örneklem lokasyonları

Figure 1. Sampling locations

2.2. Örneklerin Fizikokimyasal Parametreleri

Atatürk Barajı Gölü Eğri çayı, Gerger, Kahta, Samsat ve Sıtlıce kollarından alınan yüzeysel su örneklerinde toplam çözünmüş katı madde (TDS), elektriksel iletkenlik (EC), pH ve sıcaklık gibi fizikokimyasal özellik parametreleri arazide YSI Professional Plus cihazı kullanılarak ölçülmüştür ve Yerüstü Su Kalitesi yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir (Tablo 1).

2.3. Bakteriyolojik Analizler

Su örneklerinin, steril fizyolojik tuzlu su (%0.9 NaCl) kullanılarak seri sulandırılmaları yapılmış Harlequin *Escherichia coli* / Koliform agar (Neogen) besiyerine tek kullanımlık steril yayma çubuğu ile inoküle edilip 37°C'de

12-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda mavi-mor koloniler *E. coli* şüpheli olarak seçilmiştir. Bakteri suşlarından EMB (Eosin Mthylene-blue Lactose Sucrose) (Merck) agara çizgi ekim yapılarak yeşil parlak zon verenler değerlendirmeye alınmıştır. Standart mikrobiyolojik analizlerden gram boyama, indol, metil kırmızısı, voges proskauer ve sitrat testleri uygulanmıştır. Diğer analizleri yapılmak üzere triptik soy agar (TSA) (Merck) besiyerine stok kültürleri yapılmıştır.

Tablo 1. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğine göre su kalitesi parametreleri

Table 1. Water quality parameters according to the surface water quality regulation

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I	II	III	IV
pH	6-9	6-9	6-9	-
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	> 1000	-
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	< 6	-
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30

a Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği

2.4. Antibiyotik Dirençliliklerinin Belirlenmesi

Antibiyotik direnç testi, Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI) kılavuzlarına göre Kirby-Bauer disk difüzyon testi ile Mueller Hinton Agar (MHA) besiyeri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Bauer et al., 1966). 12-24 saatlik bakteri kültürlerinin bulanıklığı 0.5 McFarland standart referans aralığına ayarlanmıştır. Steril eküvyon çubuğu ile Mueller Hinton agar besiyerine inoküle edildikten sonra agar plakları 37°C'de 16-18 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda oluşan inhibisyon zon çapları ölçülmüş sonuçlar sefazolin ve seftarolin antibiyotikleri için Eucast (2019), diğer antibiyotikler için ise CLSI (2020) standart referans değerleri dikkate alınarak duyarlı, orta dirençli veya dirençli olarak değerlendirilmiştir. Orta dirençli olan sonuçlar dirençli sınıfa dahil edilmiştir. *Escherichia coli* ATCC 25922 suşu, antibiyotik direnç testi için kontrol suşu olarak kullanılmıştır. Çalışmamızda Bioanalyse marka Sefazolin (CZ-30 µg), Sefuroksim (CXM-30 µg), Sefotaksim (CTX-30 µg), Sefepim (FEP-30 µg), Seftarolin (CPT-5 µg), Eritromisin (E-15 µg), Gentamisin (CN-10 µg), İmipenem (IPM-10 µg), Tetrasiklin (TE-30 µg), Kloramfenikol (C-30 µg) antibiyotik diskleri kullanılmıştır.

Çoklu antibiyotik dirençlilik (ÇAD) indeksi = a/b

a: Test organizmalarının dirençli olduğu antibiyotik sayısı
b: Toplam kullanılan antibiyotik sayısı değerleri ile hesaplanmıştır.

ÇAD indeks değeri >0.2 ise izolatın, insan veya hayvan kaynaklı yüksek riskli antibiyotik kontaminasyon kaynaklarına maruz kaldığı değerdir. ÇAD indeks değeri ≤0.2 antibiyotik nadir veya hiç kullanılmadığında gözlenen değerdir (Krumperman, 1983).

2.5. İstatistiksel Analiz

Verilerin normalitesi Kolmogorow-Smirnov testi ile araştırılmıştır. Veriler normal dağılmadığından Kruskal-Wallis testini takiben Mann-Whitney *U post-hoc* testi ile aralarındaki istatistiksel fark $P < 0.05$ düzeyinde analiz edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Atatürk Barajı Gölü Eğri çayı, Gerger, Kahta, Samsat ve Sitalce kollarından alınan yüzey suyu örneklerinin fizikokimyasal parametreleri Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo 2. Su örneklerine ait fizikokimyasal parametreler

Table 2. Physicochemical parameters of water samples

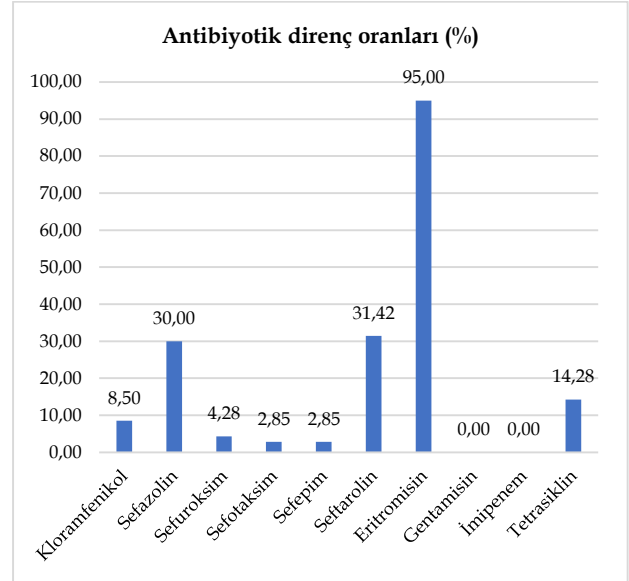
	TDS (mg/L)	İletkenlik (µS/cm)	pH	Sıcaklık °C
Eğri çayı 1 (E1)	8.71	198	8.88	36
Eğri çayı 2 (E2)	8.99	225	8.83	35
Sitalce 1 (STL1)	9.34	273	8.88	34
Sitalce 2 (STL2)	8.73	259	8.88	36
Samsat 1 (S1)	13.5	196	8.84	35
Samsat 2 (S2)	15.23	225	8.43	33
Kahta 1 (K1)	11.36	231	8.61	34
Kahta 2 (K2)	11.58	241	8.74	36
Gerger 1 (G1)	10.81	256	7.91	32
Gerger 2 (G2)	10.61	234	8.86	31

Örnekleme noktaları TDS değeri bakımından (8.71-15.23 mg/L), elektriksel İletkenlik değeri bakımından (196-273 µS/cm) çok iyi sınıf kalitededir. Örnekleme noktalarındaki pH değerleri, 7.91-8.88 değerleri arasında değişkenlik göstererek Türkiye kıta içi yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflandırmasına göre kalite kriterleri standart limit değerleri (6-9) içerisinde yer almaktadır. Atatürk Barajı gölü örnekleme noktaları pH değerleri dikkate alındığında alkali özellik gösterdiği görülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda benzer alkali su özelliğinin evsel ve endüstriyel atık su deşarjına bağlı olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir (Taş et al., 2008; Toroğlu et al., 2006). Örnekleme istasyonlarının sıcaklık değerleri (31-36°C) bakımından IV. sınıf kalitededir. Bu yüksek sıcaklık değerleri mevsimsel şartlara bağlı olarak örneklemenin yapıldığı ağustos ayındaki yüksek sıcaklık değerlerinden kaynaklanmaktadır.

Atatürk Barajı Gölü Eğri çayı, Gerger, Kahta, Samsat ve Sitalce kollarından alınan su örneklerinden Harlequin *Escherichia coli* / koliform agarda 79 adet mavi-mor koloni *E. coli* şüpheli olarak izole edilmiştir. Bunlardan EMB agarda 70 adedi yeşil parlak zon vermiştir. Daha sonra standart mikrobiyolojik analizlerden gram boyama, indol, metil kırmızısı, voges proskauer ve sitrat testleri uygulanarak her bölgeden 7'şer adet olmak üzere toplamda 70 adet bakteri tanımlanmıştır. Bu bakterilere ait antibiyotik direnç oranları Şekil 2' de verilmiştir.

İzole edilen bakterilerin %95'inin eritromisine karşı dirençli olduğu, takiben seftaroline (%31.42) ve sefazoline (%30) dirençli oldukları bulunmuştur. Tetrasiklin dirençliliği %14.28, kloramfenikol dirençliliği %8.50, sefuroksim dirençliliği %4.28 ve sefotaksim ile sefepim dirençlilikleri de %2.85 olarak hesaplanmıştır. İzole edilen bakterilerin tamamının ise gentamisin ve imipenem karşı hassas oldukları bulunmuştur. Ülkemizde de farklı bölgelerde yüzeysel su sistemlerinden alınan örneklerde antibiyotik dirençlilik profilleri çalışılmıştır. Matyar et al. (2014), Seyhan Barajı Gölü ve Seyhan Nehri'nden izole ettikleri 286 gram negatif bakteride ampisilin (%80.2),

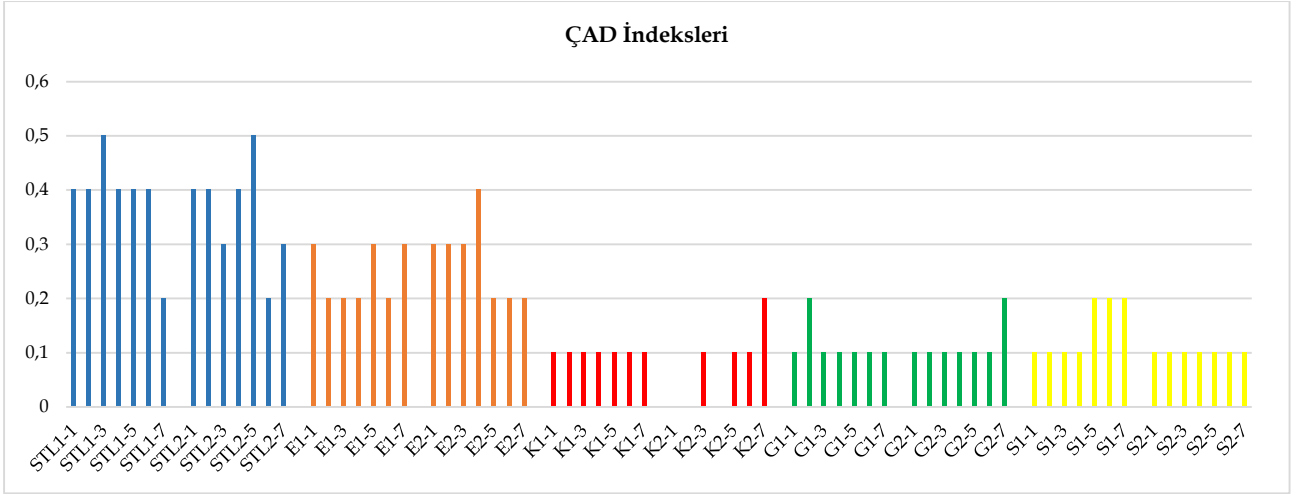
streptomisin (%71.6) ve sefazoline (%60.4) karşı yüksek direnç oranı olduğunu belirlemişlerdir. Kurekci et al. (2017), Asi Nehri'nden izole ettikleri *E. coli* suşlarında geniş spektrumlu β-laktam grubu antibiyotiklere karşı direnci rapor etmişlerdir. Büyükaya Kayış et al. (2018), Gölbaşı ve Azaplı göllerinden toplam 248 bakteri izole ettikleri çalışmalarında sefazolin (98%) ve penisiline (100.0%) karşı yüksek direnç oranları tespit etmişlerdir. Akkan et al. (2019), İskenderun Körfezi deniz suyundan izole ettikleri 161 gram negatif bakteri üzerinde yaptıkları çalışmada, antibiyotik direnç oranlarının eritromisine %94.4, ampisiline %72.7, streptomisine %68.3, sefazoline %64.6 ve karboksipeneme %57.1 olarak kaydetmişlerdir. Mercimek Takcı et al. (2021), Seve barajı ve Konak göletinden (Kilis) izole ettikleri *E. coli* suşlarında ampisiline (%80.95), sefazoline (%66.67), streptomisine (%19.04) ve tetrasikline (%14.28) karşı orta düzeyde direnç olduğunu ortaya koymuşlardır. Bahsi geçen çalışmalar dikkate alındığında, farklı sucul ekosistemlerden izole edilen bakterilerin dirençli oldukları antibiyotik grupları da farklılık gösterebilmektedir. Bu durum, sucul ekosistemin etki alanında bulunduğu karasal ekosistemdeki antibiyotik kullanımı ile ilişkilendirilmektedir (Güngör et al., 2021). Çalışmamızda özellikle eritromisine karşı olan yüksek direnç (%95) bu antibiyotığın bölgede enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde yoğun olarak kullanıldığını düşündürmektedir.



Şekil 2. İzole edilen *E. coli*'lerin antibiyotik duyarlılık profilleri

Figure 2. Antibiotic susceptibility profiles of *E. coli* isolates

İzole edilen bakterilerin ÇAD indeksleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Sitalce istasyonundan izole edilen bakterilerin %85.71'inin ÇAD indeksinin 0.2'den büyük olduğu belirlenmiştir. İstasyonun ortalama ÇAD değeri ise 0.37 olup, izole edilen iki bakteride ÇAD indeksinin oldukça yüksek (0.5) olduğu tespit edilmiştir. Eğri çayı istasyonu için izole edilen bakterilerin %50'sinin ÇAD indeksleri 0.2'den büyük olmakla birlikte, istasyonun ortalama ÇAD indeksi ise 0.26 olarak hesaplanmıştır. Kahta, Gerger ve Samsat istasyonlarından izole edilen bakterilerin tamamının ÇAD indeksleri 0.2'den küçük veya eşittir.



Şekil 3. Örnekleme istasyonlarının ÇAD indeks oranları

Figure 3. Multiple antibiotic resistance (MAR) indexes of sampling locations

İstasyonların ÇAD indekslerinin istatistiksel olarak analizine ait veriler Tablo 3'de gösterilmiştir. Bölgeler arasında Kahta 1 ve 2, Gerger 1 ve 2 ve Samsat 1 ve 2 bölgelerinde ÇAD indeksleri bakımından önemli bir fark olmamakla birlikte, ÇAD indeksleri bakımından Stilce 1 ve 2 ile Eğriçayı 1 ve 2 bölgelerinin bu bölgelere göre önemli ölçüde yüksek değerde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. ÇAD indekslerinin istatistiksel analizleri

Table 3. Statistical analyses of MAR indexes

	ÇAD İndeksi Ort±std hata
Sitilce 1	0.386±0.034 ^a
Sitilce 2	0.357±0.037 ^{ac}
Eğriçayı 1	0.243±0.020 ^{bd}
Eğriçayı 2	0.271±0.029 ^{cd}
Kahta 1	0.100±0.000 ^e
Kahta 2	0.071±0.029 ^e
Gerger 1	0.114±0.014 ^e
Gerger 2	0.114±0.014 ^e
Samsat 1	0.143±0.020 ^e
Samsat 2	0.100±0.000 ^e

Veriler aritmetik ortalama±standart hata olarak sunulmuştur (N=7). Aynı harf içermeyen veriler arasında istatistiksel fark vardır ($P<0.05$)

Daha önce yapılan çalışmalarda özellikle durgun su özelliği olan göllerde ve bunları besleyen akarsularda yüksek ÇAD indekslerine rastlandığı görülmektedir. Örneğin, Seyhan Barajı Gölü ve Seyhan Nehri'nden izole edilen gram negatif bakterilerde yapılan çalışmada antibiyotik kontaminasyonuna maruz kaldığını düşündürülen çoklu antibiyotik direnç indekslerinin 0.2 ile 0.81 arasında değiştiğini saptamışlardır (Matyar et al., 2014). Kaya & Dinçer (2016) Çatalan Barajı Gölü'nden 779 gram negatif bakteri izole ederek bunların ÇAD indeks oranlarının 0.024 ile 0.951 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Büyükaya Kayış et al. (2018), Gölbaşı ve Azaplı (Adıyaman) göllerinden izole ettikleri bakterilerde yapmış oldukları çalışmada ÇAD indeksinin 0.2 ile 1 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Akkan (2017),

Giresun Batlama Çayı'ndan izole ettiği Enterobacteriaceae grubu bakterilere ait, tüm izolatların %77'si için çoklu antibiyotik direnç indeks değerlerini 0,2'den yüksek bulmuştur. Bu tür akarsular ile beslenen göllerde yüksek ÇAD indeksine rastlanması evsel atıkların, hayvan dışıklarının ve tarımda kullanılan çeşitli ilaçların akarsular vasıtasıyla sucul ekosisteme karıştığını işaret etmektedir. Atatürk Barajı gölü coğrafik olarak incelendiğinde Adıyaman ili sınırları içerisinde geçerek göle dökülen çok sayıda akarsu tarafından beslenmektedir. Adıyaman'ın merkezinden geçerek Atatürk Barajı gölüne dökülen Sitilce ve Eğri çayı akarsularının döküldüğü bölgelerdeki Sitilce ve Eğri çayı istasyonlarında en yüksek MAR indeksleri elde edilmiş olup bu bölgeler nüfus olarak en yoğun bölgelerdir. Sitilce ve Eğri çayı istasyonlarında yoğun dirençlilik profilleri, söz konusu akarsuların yerleşim yerlerinden geçerek baraj gölüne dökülmeleri sırasında toksik çevresel kirleticilerinin yanı sıra antibiyotik kalıntılarını da baraj gölüne taşımaları ile açıklanabilmektedir.

Sonuç olarak Adıyaman Atatürk Barajı gölünden elde edilen fizikokimyasal parametreler su kalitesinin belirlenen sınır değerler içerisinde olduğunu göstermekle birlikte fekal kirlilik açısından riskli bölgelerdir. Özellikle Eğri çayı ve Sitilce bölgelerinde yüksek çoklu antibiyotik direncine sahip *Escherichia coli* tespit edilmesi su kaynaklarının insan ve hayvan orjinli dışkı kökenli kirleticilere maruz kaldığını göstermektedir. Bu çalışma, Adıyaman Atatürk Barajı gölünün mikrobiyolojik su kalitesi ve antibiyotik dirençliliği üzerine daha sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutabilecek olması bakımından da önemlidir.

Etik kurul onayı: Bu çalışma için etik kurul onayı alınmasına gerek yoktur.

Çıkar çatışması: Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Kaynaklar

- Akın, M., & Akın, G. (2007). Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47, 107-109.
- Akkan, T. (2017). Antibiotic Resistance Case Study: Enterobacteriaceae isolated from Batlama Creek in Giresun, Turkey. Turkish Journal of

- Agriculture-Food Science and Technology*, 5(8), 969-972. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i8.969-972.1262>
- Akkan, T., & Topkaraoğlu, T. (2019). Tatlısu Kaynaklarımızdaki *Escherichia coli* İzolatlarının Antibiyotik Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 539-544. <https://doi.org/10.35229/jaes.650210>
- Akkan, T., Kaya, A., & Dinçer, S. (2019). Antibiotic Levels and heavy metal resistance in gram-negative bacteria isolated from seawater, Iskenderun Organized Industrial Zone. *Journal of Applied Biological Sciences*, 7(1), 10-14.
- Anonim, (2003). Adıyaman il çevre durum raporu. Adıyaman: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Adıyaman Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü.
- APHA (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st edn. American Public Health Association, Washington, DC.
- Arsène-Pløetze, F., Chiboub, O., Lièvreumont, D., Farasin, J., Freel, K., Fouteau, S., & Barbe, V. (2018). Adaptation in toxic environments: comparative genomics of loci carrying antibiotic resistance genes derived from acid mine drainage waters. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(2), 1470-1483. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.10.04910.1007/s11356-017-0535-8>
- Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C., & Turck, M. (1966). Antibiotic Susceptibility Testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45(4), 493-496.
- Buyukkaya-Kayış, F., Dincer, S., & Matyar, F. (2018). Isolation, Identification and Antibiotic Resistance of *Aeromonas* Spp. and *Pseudomonas aeruginosa* From Azaplı and Golbasi Lakes, Adıyaman, Turkey (Southeast Anatolian Region). *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(1), 116-124.
- CLSI, (2020). Retrieved form: <https://www.nih.org.pk/wp-content/uploads/2021/02/CLSI-2020.pdf>
- EİE, (2003). Türkiye Akarsularında Su Kalitesi Gözlemleri, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Eucast, (2019). The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 9.0. Retrieved from: <http://www.eucast.org>
- Gölbaşı, S., & Şen, B. (2019). Atatürk Baraj Gölü'ne dökülen Kahta Çayı'nın (Adıyaman) su kalitesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(4), 337-346. <https://doi.org/10.12714/egejfas.36.4.04>
- Güngör, N., İpek, Z.Z., Er, A., & Kayış, Ş. (2021). Farklı Sucul Sistemlerden İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotik Dirençliliklerinin Karşılaştırılması. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(1), 25-30. <https://doi.org/10.35229/jaes.804414>
- Katakweba, A.A.S., Muhairwa, A.P., Lupindu, A.M., Samborg, P., Rozenkrantz, J.T., Minga, U.V., ... & Olsen, J.E. (2018). First report on a randomized investigation of antimicrobial resistance in fecal indicator bacteria from Livestock, Poultry, and humans in Tanzania. *Microbial Drug Resistance*, 24(3), 260-268. <https://doi.org/10.1089/mdr.2016.0297>
- Kaya, Y., & Dinçer, S. (2016). Çatalan Baraj Gölü'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Düzeyi ve Antibiyotik Dirençlilik Profilinin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(6), 80-89.
- 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, 165-70. <https://doi.org/10.1128/aem.46.1.165-170>
- Kurekci, C., Aydın, M., Yipel, M., Katouli, M., & Gundogdu, A. (2017). Characterization of extended spectrum β -lactamase (ESBL)-producing *Escherichia coli* in Asi (Orontes) River in Turkey. *Journal of Water and Health*, 15(5), 788-798. <https://doi.org/10.2166/wh.2017.257>
- Matyar, F., Gülnaz, O., Guzeldag, G., Mercimek, H.A., Akturk, S., Arkut, A., & Sumengen, M. (2014). Antibiotic and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from the Seyhan Dam Lake and Seyhan River in Turkey. *Annals of Microbiology*, 64(3), 1033-1040. <https://doi.org/10.1007/s13213-013-0740-8>
- Matyar, F. (2012). Antibiotic and Heavy Metal Resistance in Bacteria Isolated from the Eastern Mediterranean Sea Coast. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89, 551-556. <https://doi.org/10.1007/s00128-012-0726-4>
- Matyar, F., Akkan, T., Uçak, Y., & Eraslan, B. (2010). *Aeromonas* and *Pseudomonas*: antibiotic and heavy metal resistance species from Iskenderun Bay, Turkey (northeast Mediterranean Sea). *Environmental Monitoring and Assessment*, 167, 309-320. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1051-1>
- Mercimek Takcı, H.A., Toplar, S., Sumengen Özdenefe, M. (2021). Antibiotic and Heavy Metal Resistance of *Escherichia coli* Strains Isolated from the Seve Dam, and Konak Pond, Kilis, Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 290-297. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.801564>
- Odonkor, S.T., & Kennedy, K.A. (2018). Prevalence of Multidrug-Resistant *Escherichia coli* Isolated from Drinking Water Sources. *International Journal of Microbiology*, 7204013. <https://doi.org/10.1155/2018/7204013>
- Schlusener, M.P., & Bester, K., (2006). Persistence of Antibiotics such as Macrolides, Tiamulin and Salinomycin in Soil. *Environmental Pollution*, 143, 565-571. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.10.049>
- Taş, M., Kırgız, T., Arslan, N., Çamur Elipek, B., & Güher, H. (2008). Çorlu Deresi'nin (Tekirdağ) Oligochaeta Faunası ve Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Zamana Bağlı Değişimi. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 25(4), 253-257.
- Toroğlu, E., Toroğlu, S., & Alaeddinoğlu, F. (2006). Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 93-103.
- World Health Organization [WHO], (2018). Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS) Report: 2016-2017. Geneva.
- Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 30.11.2012 Resmî Gazete Sayısı: 28483
- Yorulmaz, B. (2006). Esen Çayı (Kocaçay) Su Kalitesinin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Açından İncelenmesi. Retrieved form: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>