

Tatlısu Kaynaklarımızdaki *Escherichia coli* İzolatlarının Antibiyotik Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun^[*]

Tamer AKKAN^{1*} Tekin TOPKARAOĞLU²

¹Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, Türkiye.

²Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye.

* <https://orcid.org/0000-0002-9866-4475>,  <https://orcid.org/0000-0003-3391-0994>

Received date: 23.11.2019

Accepted date: 12.12.2019

Atf yapmak için: Akkan, T. & Topkaraoğlu, T. (2019). Tatlısu Kaynaklarımızdaki *Escherichia coli* İzolatlarının Antibiyotik Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 4(3), 539-544.

How to cite: Akkan, T. & Topkaraoğlu, T. (2019). Determination of Antibiotic Resistance Levels of *Escherichia coli* Isolates Obtained from Freshwater Sources: Batlama Creek, Giresun. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 539-544.

Öz: Bu çalışmada Batlama Deresi'nden izole edilen *E. coli* izolatlarının mevcut antibiyotik dirençlilik düzeylerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç için Haziran 2016 ve Mayıs 2017 tarihleri arasında akarsuyun farklı bölgelerinden yüzey suyu örnekleri toplanmıştır.

İzole edilen *E. coli*'lerin antibiyotik dirençlilikleri sırasıyla amfisilin %59, tetrasiklin %50,8, nalidiksik asit %44,4, eritromisin %42,9, kloramfenikol %38,1, sefazolin %36, sefuroksim %35,9 ve sefotaksim %28,4 olarak belirlenmiştir. 7 izolatın test edilen tüm antibiyotiklere karşı hassas, 3 izolatın ise tüm antibiyotiklere karşı direnç gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca yüzey suyu örneği izolatlarındaki çoklu antibiyotik direnç değeri (ÇAD) oranı %73,28 ve antibiyotik direnç indeksi (ARI) değeri 0,3 ile 0,4 aralığında değişmektedir.

Sonuç olarak; Batlama Deresi yüzey suyu örneği izolatlarındaki yüksek antibiyotik direncinin hem tatlısu ekosistemi hem de Karadeniz ekosistemini tehdit eder düzeyde olduğu söylenebilmektedir.

Anahtar sözcükler: Antibiyotik, Batlama deresi, dirençlilik, *E. coli*, Giresun.

Determination of Antibiotic Resistance Levels of *Escherichia coli* Isolates Obtained from Freshwater Sources: Batlama Creek, Giresun

Abstract: The aim of this study is to investigate the antibiotic resistance levels of *E. coli* isolated from Batlama Creek, Giresun. For this purpose, the surface water samples were collected monthly from different stations between June 2016 and May 2017.

Antibiotic resistances of *E. coli* isolates for ampicillin (59%), tetracycline (50,8%), nalidixic acid (44,4%), erythromycin (42,9%), chloramphenicol (38,1%), cefazolin (36%), cefuroxime (35,9%) and cefotaxime (28,4%) were determined, respectively. The highest resistant 3 isolates were resistant against to 9 antibiotics, while the weak resistance of 7 isolates were sensitive to all antibiotics. Moreover, multiple antibiotic resistance (MAR) were determined from the rate of 73,28% of isolates in surface water samples. Also, antibiotic resistance index (ARI) values ranged from 0,3 to 0,4.

As a result of, high antibiotic resistance levels of surface water isolates of Batlama Creek can be said to threaten to both Black Sea and freshwater ecosystems.

Keywords: Antibiotic, Batlama creek, resistance, *E. coli*, Giresun.

[*] Bu makale Yüksek Lisans Tez'inden üretilmiştir.

GİRİŞ

İnsanoğlu özellikle sanayi devriminden sonra hızlı bir şekilde doğal kaynakları kullanmakla kalmamış maalesef birçok kaynağa da zarar vererek; günümüzün en büyük sorunlarından biri olan ve ileriki yıllarda daha da artacağı ön görülen su sorununa neden olmuştur (Anonim, 2003). Özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu sorun çok daha ciddi boyutlara ulaşarak insan sağlığını tehdit eden en önemli unsurlardan biri olmuştur. Dinamik yapıdaki su kütlelerinden olan akarsuların, sürekli alıcı ortam olma eğilimi sergilemeleri bu sağlıksız koşulların yayılmasına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle bu kaynakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin en iyi şekilde bilinmesi ve düzenli aralıklarla izlenmesi büyük önem taşımaktadır (Çetinkaya vd., 1994; Mutlu & Verep, 2018; Verep & Serdar, 2018). Bu bağlamda ülkemizin tatlısu kaynaklarında su kalitesi değişiminin izlendiği birçok güncel çalışma mevcuttur (Aydın Uncumusaoğlu & Akkan, 2017; Aydın Uncumusaoğlu, 2018; Mutlu & Aydın Uncumusaoğlu 2018; Aydın Uncumusaoğlu & Mutlu, 2019; Leventeli vd., 2019; Minareci & Bazer, 2019). İlaveeten, akarsular ile etkileşim halinde bulunan tuzlusu kaynaklarımızda da farklı nitelikteki kirleticilerin araştırıldığı birçok güncel kirlilik izleme çalışmaları bulunmaktadır (Balcıoğlu, 2019; Bat vd., 2019; Kırıs & Baltas 2019; Yücel & Çam, 2019).

Her ne kadar sucul ortamlardaki mikrobiyolojik kalite süreçlerinden bahsedilince akla ilk gelen fekal kökenli kirlenmenin varlığı olsa da artık günümüzün en büyük sorunlarından biri olarak kabul edilen ve küresel çapta eylem planları hazırlanan “Antibiyotik Direnci” de sürece dâhil edilmiştir. Özellikle Dünya Sağlık Örgütü’nün 2014 yılında yayımlanmış olduğu rapordan sonra insanlığın bakteriler ile tıbbi mücadelede antibiyotik devri öncesine geri döndüğü artık tedavi amaçlı kullanılan antibiyotiklerin birçoğunun gereken verimi sağlamadığı ve insanlığı yakın gelecekte büyük bir felaketin beklediği gibi çarpıcı ifadelerin yer alması konunun ciddiyetini göz önüne sermektedir (WHO, 2014 kaynağı verelim). Ancak, söz konusu durumların değerlendirilmesinde akla ilk gelen tıbbi kökenli izolatlardaki antibiyotik dirençliliği olsa da unutulmamalıdır ki, yaşamın başlangıcı olan su ve bu ortamlarda yaşamını sürdüren bakterilerdeki antibiyotik dirençliliği mevcut duruma gelinmesinde en büyük pay sahiplerinden biridir. Çünkü bakterilerin en önemli yaşam ortamlarından biri olan sucul ortamların oluşun/oluşabilecek salgımların kaynağında ve/veya yayılımında aktif olarak yer aldığı bilinmektedir. Dolayısıyla küresel olarak bir mücadele gerekiyorsa sucul ortamlardaki mevcut durumun da tespiti büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada ülkemizin en önemli havzalarından biri olan Doğu Karadeniz Havzası’nda yer alan Giresun ilinin tarımsal, içme ve kullanma gibi farklı amaçlar için kullanılan tatlı su kaynaklarından biri olan Batlama

Deresi’nden izole edilen *E. coli* türü izolatların mevcut antibiyotik direnç düzeyinin tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanı: Batlama Deresi Giresun’un batı kısmında yer alıp yaklaşık 16,114 km²’lik alana yayılmıştır. Suyun kaynağı ile denize döküldüğü kısım arasındaki yükselti farkı 2100 m’ye ulaşmakla birlikte Batlama Havzası’nın ortalama eğimi 26°’yi bulmaktadır. Eğimin yüksek seyretmesi düşen yağmurların kısa sürede yüzeysel akış şekline dönüşmesine neden olmaktadır. Çaldağ’ın batı yamacının güney kısmında konumlanmış olan Bektaş Yaylası’ndan doğan Batlama Deresi, 33 km uzunluğunda olup ortalama debisi 4,4 m³/sn’dir (Avcı & Sunkar, 2015; Giresun İl Çevre Durum Raporu, 2014). Dere üzerinde kurulu olan birden fazla alabalık üretim çiftliği ile içme suyu ile maden suyu dolun tesisleri bulunmaktadır. Ayrıca Giresun’un en önemli içme suyu kaynaklarından biri olan Batlama Deresi, enerji üretim amaçlı HES, sanayi sitesi atıkları ile evsel atıkların da sürekli baskısı altındadır (Şekil 1). Bu çalışmada Batlama Deresi’nin 25km’lik kısmını kapsayan ve 1 yıl boyunca farklı noktalarından toplanan yüzey suyu örneklerinden bakteri izolasyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma Alanı (Google Earth’den düzenlenmiştir).

Yüzey Suyu Numunelerinin Toplanması: *E. coli* izolasyonu için koyu renkli cam özellikteki numune şişeleri steril edildikten sonra; su örnekleri, akarsu yüzeyinin 20 cm aşağısından steril şekilde toplanmış (250 mL) ve yine soğuk zincir korunarak 2 saat içerisinde laboratuvara getirilmiştir (APHA, 1992).

***E. coli* İzolasyonu:** *E. coli* izolasyonu için EMS (En Muhtemel Sayı) yöntemi basamaklarından faydalanılmış olup fekal koliform grubu bakteri sayısı tespiti için kullanılan EC Broth besiyerine ekimi yapılan su örnekleri 45,5°C’de 24 saat inkübe edildikten sonra durham tüplerinde gaz oluşturan tüplerden azaltma yöntemi ile EMB Agara ekilip 37°C’de 18-24 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon süresi

sonunda laktoz pozitif, metalik parlak yeşil, 2-3 mm çaplı koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiş ve klasik testler sonucunda; Gram boyama ile gram negatif, hidrojen sülfid, simmon sitrat, oksidaz ve üreaz testlerinde negatif, üçlü şeker (TSI agar; laktoz-glikoz-sükroz) ve indol testinde pozitif olan koloniler *E. coli* olarak tanımlanarak stok kültüre alınmıştır (Farmer, 1999).

Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi:

E. coli'lerin antibiyotik dirençlilik düzeyleri disk difüzyon yöntemi ile tespit edilmiştir [49]. Kullanılan antibiyotikler; Amikasin (AK, 30 µg), Amfisilin (AM, 10 µg), Sefazolin (CZ, 30 µg), Sefuroksim (CXM, 30 µg), Sefotaksim (CTX, 30 µg), Nalidiksik Asit (NA, 30 µg), Tetrasiklin (TE, 30 µg), Eritromisin (E, 15 µg) ve Kloramfenikol (C, 30 µg)'dür. Antibakteriyal etkinin teyidi amacıyla referans suş olarak *E. coli* ATCC 25922 kullanılmıştır (Bauer vd., 1966).



Şekil 2. Antibiyogram Testi (orijinal).

Çoklu Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi: ÇAD indeks değeri her bir *E. coli* izolatı için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Eğer izolat insan ya da hayvan kaynaklı antibiyotiklere yoğun miktarda maruz kalmış ise, o zaman 0,2 den daha yüksek bir ÇAD indeks değeri ortaya çıkmaktadır. Eğer antibiyotik çok nadir kullanılmışsa ya da hiç kullanılmamışsa ÇAD indeks değeri 0,2 den küçük ya da 0,2 ye eşit olarak kabul edilmektedir (Krumperman, 1985).

Antibiyotik Direnç İndeksinin Belirlenmesi:

Ortamdaki bakteri popülasyonunun antibiyotik direncinin nicel bir göstergesi olan Antibiyotik Direnç İndeksi (ARI) (Hinton & Linton, 1983)'ye göre hesaplanmıştır.

BULGULAR

Batlama Deresi yüzey suyu örneklerinden izole edilen *E. coli*'lerin antibiyotik direnç düzeyleri yaz mevsimi aylarında; amfisilin: %66,7, nalidiksik asit: %42,4, tetrasiklin: %42,4, kloramfenikol: %39,4, amikasin: %36,4, eritromisin: %33,3, sefuroksim: %24,2, sefazolin ve sefotaksim: %9,1, sonbahar mevsimi aylarında; amfisilin ve nalidiksik asit: %56,7, amikasin, tetrasiklin, eritromisin ve sefuroksim: %33,3, sefazolin, sefotaksim ve kloramfenikol: %30, kış mevsimi aylarında; amfisilin ve tetrasiklin: %46,2, kloramfenikol: %38,5, sefazolin: %34,6, eritromisin ve sefuroksim: %26,9, nalidiksik asit ve amikasin: %19,2, sefotaksim: %15,4 ve ilkbahar mevsimi aylarında; tetrasiklin:

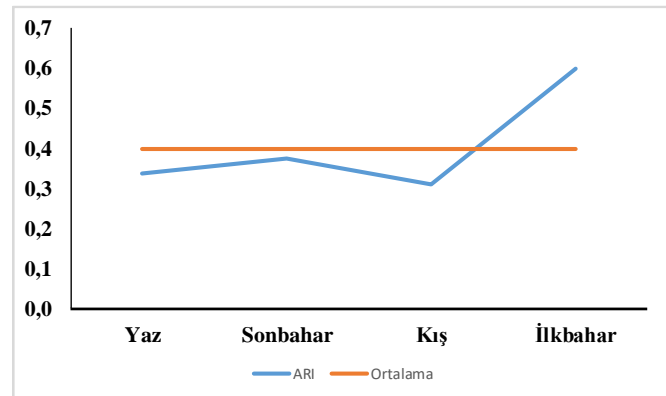
%81,5, eritromisin ve sefazolin: %70,4, amfisilin: %66,7, nalidiksik asit, sefuroksim, sefotaksim: %59,3, kloramfenikol: %44,4 ve amikasin: %29,6 olarak tespit edilmiştir.

İlk örnekleme zamanında izole edilen 33 *E. coli* izolatından ÇAD indeks değeri 0,2'den büyük olanların sayısı 21, ikinci örnekleme zamanından izole edilen 30 *E. coli* izolatından ÇAD indeks değeri 0,2'den büyük olanların sayısı 18, üçüncü örnekleme zamanından izole edilen 26 *E. coli* izolatından ÇAD indeks değeri 0,2'den büyük olanların sayısı 19 ve son örnekleme zamanında izole edilen 27 *E. coli* izolatından ÇAD indeks değeri 0,2'den büyük olanların sayısı ise 26 olarak kayıt edilmiştir (Tablo 1). Yine çalışma süresince hesaplanan antibiyotik direnç indeks değeri ortalama 0,4 olup, Şekil 3'deki gibi değişim göstermektedir.

Tablo 1. Çoklu Antibiyotik Direnç Değerleri.

Mevsim	Antibiyotik sayısı									
	9	8	7	6	5	4	3	2*	1	0
Yaz (N=33)	0	1	3	4	1	0	5	8	11	0
Sonbahar (N=30)	21 (%63,63)									
Kış (N=26)	1	1	3	4	2	2	2	3	9	3
İlkbahar (N=26)	18 (%60)									
	0	1	2	1	0	4	4	7	3	4
	19 (%73,08)									
	2	7	3	3	0	2	6	3	1	0
	26 (%96,30)									

N= İzolat sayısı



Şekil 3. Antibiyotik Direnç İndeksi Değeri.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünya genelinde su kaynaklarından izole edilen *E. coli* izolatlarının antibiyotik direnç düzeyleri irdelendiğinde; Nijerya'daki yüzey sularında 96 *E. coli* izolatındaki direnç düzeyleri % olarak; amfisilin 86,5, sefuroksim 74, kloramfenikol 4,2, siprofloksasin 11,5, gentamisin 2,1, nalidiksik asit 70,8 ve tetrasiklin 71,9 (Vincent vd., 2010), Osun Eyaleti (Nijerya)'nden seçilen nehirlerden izole edilen *E. coli* izolatlarında hassasiyet oranını sırasıyla siprofloksasin %96, kanamisin %95, neomisin %92, streptomisin %84, kloramfenikol %73, nalidiksik asit %66, nitrofurantoin %64, gentamisin %63, doksisisiklin %58, sefepim %57, tetrasiklin %49 ve sefalotin %42, ayrıca tüm izolatların imipenem, meropenem, amikasin ve gatifloksasine karşı duyarlı olduğu rapor edilmiştir (Titilawo vd., 2015). Yine çeşitli *E. coli* izolatlarındaki antibiyotik direnç düzeyleri; Polonya'da bir atık su arıtma tesisi etkisi altında bulunan akarsuda nehrin üst ve alt kısmında izole edilen 18 ve 45 izolatın % olarak sırasıyla; amikasin: 33,3 ve 26,7, gentamisin: 11,1 ve 44,4, streptomisin: 100 ve 97,8, amfisilin: 83,3 ve 91,1, sefazolin:

38,9 ve 70, sefotaksim: 5,6 ve 15,6, sefuroksim: 5,6 ve 20, tetrasiklin: 61,1 ve 82,2 ve kloramfenikol: 5,6 ve 37,8 olarak (Kocuzra vd., 2012); Pakistan (Haydarabad)'da amfisilin: %88,89, nalidiksik asit: %92,60, sefotaksim: %18,52, iken amikasin'e karşı hassasiyet %100 olarak rapor edilmiştir (Patoli vd., 2010). Amerika'da eğlence amaçlı kullanılan tatlı su plajından izole edilen 147 *E. coli* izolatının antibiyotik direnç düzeyleri sefazolin: %2, gentamisin: %1, tetrasiklin: %6 ve amfisilin: %26 (Alm vd., 2014); Çin'in Hangzhou şehrinin içme suyu kaynağı potansiyelindeki iki akarsudan toplanan su numunelerinden izole edilen *E. coli* izolatlarının %20'nin üzerinde amfisilin, kloramfenikol, sülfametoksazol ve tetrasikline karşı direnç rapor edilmiştir (Chen vd., 2017). Queensland'ın güneydoğusunda (Avustralya) 57 bölgeden toplam 171 örnek toplanmış ve izole edilen *E. coli* izolatlarında amfisilin, tetrasiklin, sefuroksim ve siprofloksasin'e karşı %15'in üzerinde direnç görüldüğü ifade edilmiştir (Watkinson vd., 2017).

Ülkemizde Küçükçekmece Lagününden (İstanbul) izole edilen *E. coli* izolatların için, kloramfenikol, tetrasiklin, nalidiksik asit, amfisilin, imipenem, seftazidim, amikasin, streptomisin ve amoksilin + klavulonik asit antibiyotik seçimleri ile antibiyogram testleri yapılmış ve *E. coli*'nin %62,50 ile amfisilin karşı direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Doğan, 2008). Giresun ili içme suları izolatlarındaki (n=250) antibiyotik direnç düzeyleri eritromisin: %50,8, sefazolin: %37,2, sefotaksim: %38,8, sefuroksim: %33,2, nalidiksik asit: %32,4, amfisilin: %27,6, amikasin: %12,4, tetrasiklin: %30 ve kloramfenikol: %29,6 olarak rapor edilmiştir. Ayrıca, çalışmada tüm izolatların %64,8'inin ÇAD referans değerinden yüksek olduğu da belirlenmiştir (Yıldız, 2016). Mevcut çalışmamız ile farklı zamanlarda gerçekleştirilen bir diğer araştırmada Batlama Deresi'nden izole edilen *Enterobacteriaceae* üyelerinin antibiyotik direnç düzeyleri amfisilin: %75, eritromisin: %64, nalidiksik asit: %48, tetrasiklin: %39, AN: %34, sefazolin ve kloramfenikol: %33, sefuroksim: %32 ve sefotaksim: %23 olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada izolatların %77'sinin ÇAD referans değerini aştığı vurgulanırken, iki izolatın test edilen tüm antibiyotiklere karşı direnç gösterdiği de kayıt edilmiştir (Akkan, 2017). Yine, Giresun kıyı şeridi deniz suyu örneklerinden izole edilen *Enterobacteriaceae* izolatlarının antibiyotik direnç düzeyleri % olarak sırasıyla, eritromisin: 82, sefazolin: 46, sefotaksim: 50,5, amikasin: 41,5, nalidiksik asit: 34,5, tetrasiklin: 30,5, kloramfenikol: 36,5, sefuroksim: 35,5 ve amfisilin:15,5 olarak tespit edilmiştir (Mutlu & Akkan, 2016). Giresun'dan farklı balıkçı tezgâhlarından toplanan balıklardan izole edilen toplam 134 izolatın antibiyotik direnç düzeyleri ise sırasıyla; eritromisin: %85,07, sefazolin: %79,85, sefotaksim: %78,36, sefuroksim: %71,64, nalidiksik asit: %60,45, amfisilin: %58,96, amikasin: %53,73, tetrasiklin: %47,76 ve S: %17,91 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca, ÇAD referans değerini aşan izolatların oranını %88,05 olarak belirtirken yine izolatların yüksek düzeyde ağır metal dirençliliği taşıdığını da ifade etmişlerdir (Sipahi vd., 2013).

Ülkemizin su potansiyeli bakımından en önemli havzalarından biri olan Doğru Karadeniz Havzası'nda yer alan ve Giresun ilinin merkez ilçe sınırları içerisinde içme suyu başta olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılan Batlama Deresi suyundan elde edilen *E. coli* izolatlarının mevcut antibiyotik direnç düzeyleri tüm çalışma boyunca amfisilin, tetrasiklin, nalidiksik asit, eritromisin, kloramfenikol, sefazolin, sefuroksim, amikasin ve sefotaksime karşı görülen direnç % ifade ile sırasıyla; 59, 50,8, 44,4, 42,9, 38,1, 36, 35,9, 29,6 ve 28,4 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, yüzey suyu örneklerinden izole edilen toplan 116 izolattan 7 izolat test edilen tüm antibiyotiklere karşı hassas iken, 3 izolat tüm antibiyotiklere karşı direnç göstermiştir. Yine, 116 izolattan 109 izolatın en az 1 ve daha fazla antibiyotiğe karşı direnç gösterdiği tespit edilmiştir. İzolatların insan ya da hayvan kaynaklı antibiyotiklere yoğun miktarda maruz kaldığını belirlemek için kullanılan ÇAD indeks değeri referans değer olan 0,2'den yüksek olan 85 izolata rastlanılmış ve bu değer tüm izolatların %73,28'i gibi büyük bir orana karşılık geldiği kayıt edilmiştir. Yine, ortamdaki antibiyotik kirliliğinin göstergesi olarak kabul edilen indekslerden bir diğeri olan ARI değerinin 0,3-0,6 aralığında değiştiği, yıllık ortalama değerinin ise 0,4 olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak gerek dünya çapında gerekse de ülkemiz genelinde son derece önem arz eden kullanılabilir nitelikteki tatlısu kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla; mevcut risk analizlerinin belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen bu çalışmada varlığı bile su kaynakları için tehdit oluşturan *E. coli*'nin tespit edilmesi Batlama Deresi'nin bakteriyolojik yönden sürekli izleme programına tabi tutulması zorunluluğuna karşılık gelmektedir. Ayrıca, küresel çapta diğer bir felaket senaryolarının önde gelen sorunlarından biri olarak ifade edilen antibiyotik dirençliliğinin de yine Batlama Deresi'ndeki *E. coli* izolatlarında yüksek oranda tespiti, ÇAD ve ARI gibi indeks değerlerin yine yüksek oranlarda seyretmesi zaman kaybedilmeden bir an önce gerekli tedbirlerin alınması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Aksi halde, mevcut durumun korunamaması, gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda Giresun için marka değeri olan Batlama Deresi, yöre halkı ve deşarj olduğu Karadeniz ekosistemi için büyük risk oluşturacaktır. Bu nedenlerden dolayı her ne kadar ülkemizin de dâhil olduğu birçok ülkenin yasal düzenlemelerinde dahi adı geçmeyen antibiyotik dirençli bakterilerin tespiti ve/veya varlığı-yokluğu bir an önce su kaynaklarımızdaki standart kalite kriterleri arasında yer alması gerektiği sonucu da ortaya çıkmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma makalesi Tekin TOPKARAOĞLU tarafından hazırlanan Yüksek Lisans Tez'inden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- 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. Doi: 10.24925/turjaf.v5i8.969-972.1262.
- Alm, E.W., Zimble, D., Callahan, E. & Plomaritis, E. (2014).** Patterns and persistence of antibiotic resistance in faecal indicator bacteria from freshwater recreational beaches. *Journal of Applied Microbiology*, **117**, 273-285. Doi: 10.1111/jam.12512.
- Anonim. (2003).** *Water for people water for life*. The United Nations World Water Development Report.
- APHA. (1992).** *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th ed. American Public Health Association, USA, Washington, DC.
- Avcı, V. & Sunkar, M. (2015).** Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi havzalarının morfometrik analizleri. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, **30**, 91-119.
- Aydin Uncumusaoglu, A. & Akkan, T. (2017).** Assessment of water quality of Yağlıdere Stream (Turkey) using multivariate statistical techniques. *Polish Journal of Environmental Studies*, **26**(4), 1715-1723. Doi: 10.15244/pjoes/68952.
- Aydin Uncumusaoglu, A. & Mutlu, E. (2019).** Evaluating spatial and temporal variation in Tuzaklı Pond water using multivariate statistical analysis. *Polish Journal of Environmental Studies*, **28**(5), 3861-3874. Doi: 10.15244/pjoes/99103.
- Aydin Uncumusaoglu, A. (2018).** Statistical assessment of water quality parameters for pollution source identification in Bektaş Pond (Sinop, Turkey). *Global Nest Journal*, **20**(1), 151-160. Doi: 10.30955/gnj.002369.
- Balcıoğlu, E.B. (2019).** Seasonal changes of LAS, phosphate, and chlorophyll-a concentrations in coastal surface water of the Prince Islands, Marmara Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **138**, 230-234. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.11.027.
- Bat, L., Şahin, F. & Öztekin, A. (2019).** Assessment of heavy metals pollution in water and sediments and polychaetes in Sinop Shores of The Black Sea. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, **22**(5), 806-816. Doi: 10.18016/ksutarimdogav.22i545606.535882.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C. & Turck, M. (1966).** Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, **45**, 493-496. Doi: 10.1093/ajcp/45.4_ts.493.
- Çetinkaya, O., Sarı, M., Şen, F., Arabacı, M. & Duyar, H.A. (1994).** Van Gölüne dökülen Karasu Çayının Limnolojik özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **4**(1), 151-168.
- Chen, Z., Yu, D., He, S., Ye, H., Zhang, L., Wen, Y. & Chen, S. (2017).** Prevalence of antibiotic-resistant *Escherichia coli* in drinking water sources in Hangzhou City. *Frontiers in Microbiology*, **8**(1133), 1-11. Doi: 10.3389/fmicb.2017.01133.
- Doğan, D. (2008).** *Küçükçekmece Lagünü'nden (İstanbul) izole edilen enterik bakterilerin antibiyotik direnç profili*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye. 89s.
- Farmer, J. (1999).** *Enterobacteriaceae*: Introduction and identification, İn: Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, (Eds). *Manuel of Clinical Microbiology*, ASM Pres., 442-459.
- Giresun İl Çevre Durum Raporu. (2014).** Giresun İli 2013 yılı çevre durum raporu, Giresun Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 121 sayfa, Giresun, 2014.
- Hinton, M. & Linton, A. (1983).** Antibacterial drug resistance among *Escherichia coli* isolated from calves fed milk substitute. *Veterinary Record*, **112**, 567-568. Doi: 10.1136/vr.112.24.567.
- Kırıs, E. & Baltas, H. (2019).** Sediment distribution coefficients (Kd) and bioaccumulation factors (BAF) in biota for natural radionuclides in eastern Black Sea coast of Turkey. *Microchemical Journal*, **149**, Doi: 10.1016/j.microc.2019.104044.
- Koczura, R., Mokracka, J., Jablonska, L., Gozdecka, E., Kubek, M. & Kaznowski, A. (2012).** Antimicrobial resistance of integron-harboring *Escherichia coli* isolates from clinical samples, wastewater treatment plant and river water. *Science of the Total Environment*, **1**(414), 680-685. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.10.036.
- Krumperman, P.H. (1985).** Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. *Applied and Environmental Microbiology*, **46**, 165-170.
- Leventeli, Y., Yalcin, F. & Kilic, M. (2019).** An investigation about heavy metal pollution of Duden and Goksu Streams (Antalya, Turkey). *Applied Ecology and Environmental Research*, **17**(2), 2423-2436. Doi: /10.15666/aeer/1702_24232436.
- Minareci, O. & Bazer, M. (2019).** Küçük Menderes Nehri yüzey suyunda anyonik deterjan kirliliği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19**(2), 267-274. Doi: 10.35414/akufemubid.554586.
- Mutlu, C. & Akkan, T. (2016).** Determination of antibiotics resistance levels in *Enterobacteriaceae* isolated from Giresun Coasts. *Turkish Journal of*

- Agriculture: Food Science and Technology*, 4(8), 640-650. Doi: 10.24925/turjaf.v4i8.640-650.721.
- Mutlu, E. & Aydın Uncumusaoğlu, A. (2018).** Analysis of spatial and temporal water pollution patterns in Terzi Pond by using multivariate statistical methods. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 2900-2912.
- NCCLS. (1997).** *National Committee for Clinical Laboratory Standards, Approved Standards M2-A6. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests*, 6th edn., NCCLS., Wayne, Pennsylvania.
- Patoli, A.A., Patoli, B.B. & Mehraj, V. (2010).** High prevalence of multi-drug resistant *Escherichia coli* in drinking water samples from Hyderabad. *Gomal Journal of Medical Sciences*, 8(1), 23-26.
- Serdar, O. & Verep, B. (2018).** İyidere ve Çiftekavak Dereleri su kalitesinin fizikokimyasal ve biyotik indeksler kullanılarak incelenmesi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 4(1), 61-71. Doi: 10.29132/ijpas.398725.
- Sipahi, N., Mutlu, C. & Akkan, T. (2013).** Giresun İlinde tüketime sunulan bazı balıklardan izole edilen *Enterobacteriaceae* üyelerinin antibiyotik ve ağır metal dirençlilik düzeyleri. *Gıda Dergisi*, 38(6), 343-349. Doi: 10.5505/gida.2013.55264.
- Titilawo, Y., Sibanda, T., Obi, L. & Okoh, A. (2015).** Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of faecal contamination of water. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(14), 10969-10980. Doi: 10.1007/s11356-014-3887-3.
- Verep, B. & Mutlu, T. (2018).** The water quality of streams flowing into South Eastern Black Sea Coasts in terms of physico-chemical properties. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5A), 3752-3758.
- Vincent, N.C., Veronica, J.U., Stella, I.S., Etinosa, O.I. & Anthony, I.O. (2010).** Multidrug resistance and plasmid patterns of *Escherichia coli* O157 and other *E. coli* isolated from Diarrhoeal stools and surface waters from some selected sources in Zaria, Nigeria. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 3831-3841. Doi: 10.3390/ijerph7103831.
- Watkinson, A.J., Micalizzi, G.B., Bates, J.B. & Costanzo, S.D. (2017).** Occurrence of antimicrobial resistant *Escherichia coli* in waterways of Southeast Queensland, Australia. *Medical Research Archives*, 5(9), 1-16.
- Yücel, Y. & Çam, A.R. (2019).** Assessment of industrial pollution effects in coastal seawater (Northeastern Mediterranean Sea) with chemometric approach. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-18. Doi: 10.1080/03067319.2019.1660877
- Yıldız, N.E. (2016).** *Giresun İçme Suları Bakteriyolojik Kalitesinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Giresun, Türkiye.

***Corresponding author's:**

Tamer AKKAN

Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, Türkiye

✉E-mail : biyoloji@yahoo.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-9866-4475>