



## Aksu Deresi (Giresun, Türkiye) Fenol Kirliliği Üzerine Bir Araştırma

Selda PALABIYIK<sup>1\*</sup> Tamer AKKAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Sosyal Bilimler MYO, Şebinkarahisar, Giresun, Türkiye

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, Türkiye

Geliş/Received: 07.06.2022

Kabul/Accepted: 17.06.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

Atıf yapmak için: Palabiyik, S. & Akkan, T. (2022). Aksu Deresi (Giresun, Türkiye) Fenol Kirliliği Üzerine Bir Araştırma. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 235-240.

How to cite: Palabiyik, S. & Akkan, T. (2022). A Study on Phenol Pollution in the Aksu Creek (Giresun, Turkey). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 235-240.

\*[id](https://orcid.org/0000-0001-6457-5733): <https://orcid.org/0000-0001-6457-5733>  
[id](https://orcid.org/0000-0002-9866-4475): <https://orcid.org/0000-0002-9866-4475>

\*Sorumlu yazar:  
Selda PALABIYIK  
Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Sosyal  
Bilimler MYO, Şebinkarahisar, Giresun,  
Türkiye  
✉: [selda.palabiyik@giresun.edu.tr](mailto:selda.palabiyik@giresun.edu.tr)

**Öz:** Fenol ve türevleri çevrede yaygın olarak bulunmakta ve su kalitesinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Sucul ortamlarda fenollerin varlığı aynı zamanda ortamdaki petrokimya, zirai, endüstriyel ve belediye atık sularıyla da ilişkilidir. Fenol, kirlilik oluşturduğu sucul ekosistemler başta olmak üzere, insana kadar uzanan tüm besin zincirinde biyobirikim ve toksisiteye neden olduğundan, izlenmesi gereken bir değişkendir. Bu çalışmada, Aksu Deresi'ndeki toplam fenol konsantrasyonunun mevsimsel açıdan tanımlanması ve nicelleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda Aksu Deresi'nden mevsimsel örnekleme ile üç farklı noktadan toplanan yüzey suyu numunelerinde fenol konsantrasyonları araştırılmıştır. Su örneklerinin toplam fenol konsantrasyonlarının 0,069 mg/L ile 1,125 mg/L arasında olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, istasyonlara göre fenol birikiminde anlamlı bir farklılık bulunmadığı ( $p>0,05$ ), ilkbahar ile yaz ve sonbahar ile kış mevsimlerinin kendi aralarında kümeleştikleri kaydedilmiştir. Sonuç olarak, Aksu Deresi yüzey suyu örneklerindeki fenol kirliliğinin, geçmiş yıllarda belirlenen konsantrasyonlara göre dramatik bir yükseliş eğilimi göstermesinin dikkate değer düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Aksu Deresi, Fenol, Giresun, Su kalitesi.

## A Study on Phenol Pollution in the Aksu Creek (Giresun, Turkey)

**Abstract:** The phenol and its derivatives are widespread found in environment and accepted as an significant indicator of water quality. Presence of phenols in aquatic environments is also associated with petrochemical, agricultural, industrial and municipal wastewater in environment. Phenol is a variable that should be monitored since it causes bioaccumulation and toxicity in the entire food chain extending to people, especially in aquatic ecosystems where it pollutes. In this article, it is aimed to define and quantify total amount of phenol concentration in Aksu Creek in terms of seasonal periods. Total phenol concentrations of water samples has reported between 0.069 mg/L and 1.125 mg/L. Moreover, it is noted that there is no substantial difference found in phenol accumulation based upon the stations ( $p>0,05$ ), and the seasons spring and summer and autumn and winter are found to be clustered among themselves. Consequently, it is determined that the phenol pollution in Aksu Creek surface water samples are shown a dramatical increment trend compared to the concentrations determined in past years.

\*Corresponding author:  
Selda PALABIYIK  
Giresun University, Şebinkarahisar  
Vocational School of Social Sciences,  
Şebinkarahisar, Giresun, Türkiye  
✉: [selda.palabiyik@giresun.edu.tr](mailto:selda.palabiyik@giresun.edu.tr)

**Keywords:** Aksu Creek, Phenol, Giresun, Water quality.

## GİRİŞ

Günümüzde doğal kaynaklarda meydana gelen farklı nitelikteki kirlenmelere ek olarak, salgın hastalıklardaki artış ile küresel çapta yaşanan sosyoekonomik yapıdaki değişimler de birçok sorunu beraberinde getirmektedir. İnsanoğlu da bu değişim sürecinde sağlıklı ve sürdürülebilir bir yaşam parolası arayışı içerisinde. Bu bağlamda ele alınan doğal kaynaklar arasında su oldukça önemli bir yere sahiptir. Su kaynaklarındaki kirlenmenin kökeni her ne olursa olsun, başta sanayi devrimi ve beraberinde getirdiği nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacını karşılama noktasında tercih edilen zirai ilaçlara dayalı kontrolsüz tarım faaliyetlerinin doğal su kaynaklarımıza vermiş olduğu zarar da dikkat çeker bir hal almıştır (Mutlu vd., 2018; Bat vd., 2021; Yücel & Çam, 2021). Bununla birlikte yaşadığımız çağın gereksinimleri doğrultusunda antropojenik aktivitelerden kaynaklanan çok farklı nitelikteki kirlenme unsurları dikkat çekmekte ve araştırmacılar tarafından izleme programları ile sürekli kontrol edilmektedir (Minareci & Bazer, 2019; Acar vd., 2021; Gümüş, 2021; Sukatar vd., 2021; Verip & Mutlu, 2022).

Su kaynaklarının kalitesi ve kirlenme probleminin irdelenmesinde birden çok sınıflandırma mevcut olup, özellikle insan sağlığına doğrudan olumsuz etkisi olduğu tespit edilmiş ve dolayısıyla limit değerleri belirlenmiş olan değişkenler öncelikli parametreler kapsamında ele alınmaktadır. Bu kapsamda değerlendirilen Fenol, renksiz ve kristal bir yapıdadır. Doğal olarak kömür katranında bulunan fenoller, aynı zamanda sentetik ürün olarak da mevcudiyetini sürdürebilmektedir. Farklı nitelikteki birçok ticari faaliyette özellikle, petrol, plastik, ilaç, boya, reçine ve deterjan proseslerinde fenol veya fenollü bileşiklerin kullanımı söz konusudur. Fenol veya türevlerinin bu endüstriyel kullanımı esnasında su kaynaklarına bulaşımın yanı sıra; ağaç ürünlerinin doğal bozunumu ile tarım ve hayvancılık faaliyetlerinden ve evsel atık su deşarjlarından da çevreye bulaşım söz konusudur (Nemerov vd., 2009). Fenol ve türevleri, su ortamlarında birikerek zayıf bir asit gibi davranabilir. Dahası, büyük ölçüde yükseltgenbilir olduklarından sudaki çözünmüş oksijeni azaltırlar (Basha vd., 2010). Zayıf biyolojik bozunabilirlikleri, yüksek toksisite ve ekolojik yönleri nedeniyle endüstriyel atık sularındaki başlıca tehlikeli bileşiklerdendir. Eliminasyonu oldukça zor olan bu bileşikler ciddi çevresel problemlere neden olmakla birlikte sucül yaşam, insan ve bitki yaşamı için yüksek toksisite içeriği nedeniyle de bilinen tehlikeli bir kimyasal grubudur. Toksik etkileri nedeniyle ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), Avrupa Birliği (AB) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi farklı dünya kuruluşları tarafından öncelikli kirlenme unsurları olarak listelenmektedir. Bilinen en tehlikeli organik kirlenme unsurları olan fenol ve

türevlerinin toksisitesi, esas olarak hidrofobik karakterlerinden ve ayrıca serbest radikal oluşturma yeteneklerinden ileri gelmektedir (EPA, 1978). Fenolün sucül ekosistemlerde tüm organizmalar için LC 50 değerleri, 0,26 ila 1204,6 mg/L aralığı gibi geniş bir yelpazede değişmekte olup, bu durum fenolün kimyasal toksisitesinin türden türe de değiştiğini göstermektedir (Duan vd., 2018).

Doğal bozunmaya karşı dirençli ve biyoakümüle yeteneği fazla olan polisiklik aromatik bileşikler yapılarında barındırması; insanlarda ve yüksek organizasyonlu memelilerde kanserojenik, teratojenik ve mutajenik potansiyelini göstermektedir. Konsantrasyon seviyesi ve maruz kalma süresine bağlı olarak, fenollerin ve/veya türevlerinin tümörlere neden olduğu, üreme sistemini etkilediği ve bağışıklığın azalmasına neden olduğu bilinmektedir. Fenolik kirlenme unsurları, insan vücudunu mukoza, sindirim sistemi, solunum yolu ve deri yoluyla istila eden ve vücuttaki proteinlerle kimyasal olarak reaksiyona giren oldukça toksik organik kirlenme unsurlarıdır, protein denatüre ettiği, pıhtılaşmaya sebebiyet vererek hücre inaktivasyonu ile süreci sonlandırdığı bilinmektedir (Sun vd., 2022). Benzer şekilde, güçlü penetrasyon yeteneği nedeniyle dokuya nüfuz ederek hayvanlarda ve insanlarda sistemik zehirlenmelere, hatta ağır vakalarda ölüme neden olabileceği ifade edilmektedir (Hansch vd., 2000). Fenolik organik kirlenme unsurlarının insanda akut toksisite etkileri tahriş, kusma, ishal, zihin karışıklığı ve mide bulantısı şeklindedir. Vücut sıcaklığının artması, aşırı terleme, koordine olmayan hareket, kas seğirmesi ve koma ek yan etkilerdir. Fenolik organik kirlenme unsurları ile temas (özellikle buhar şeklinde) cildi, gözleri ve ağız tahriş edebilir (Adeola vd., 2018).

Fenol ve türevlerinin sadece sucül ekosistemlerde değil, besin zincirinin tüm halkalarında mevcudiyetini sürdürebilmesi ve canlı yaşamını tehdit etmesi, mutlak suretle izlenmesini ve kontrol altında tutulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle mevcut çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tatlı su rezervleri bakımından önemli bir yere sahip, Giresun ilinin en önemli tatlı su kaynaklarından biri kabul edilen ve aynı zamanda il merkezinden Karadeniz'e deşarj olan Aksu Deresi'ndeki toplam fenol konsantrasyonu araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

**Çalışma Alanı ve İstasyonlar:** Karadeniz Bölgesi Giresun ili Merkez ilçe (Duroğlu Beldesi) sınırları içerisinde yer alan Aksu Deresi, kaynağını Giresun Dağları'ndan almaktadır. 3107 m yükseklikte Karagöl bölgesinden doğup, Kızıldağ, Sarıyakup, Pınarlar ve Güdül bölgelerindeki birçok dere ile beslenerek 60 km mesafe

aldıktan sonra Merkez ilçenin doğu sınırından Karadeniz'e dökülür. Aksu Havzası güneyinde Kılıç Dağı (3107 m) en yüksek alanı oluşturmaktadır. Yükselti farkı 3107 m ile oldukça fazladır, eğim değerleri 0° ile 90° arasında değişir. Aksu Deresi'ne su toplayan havzanın alanı 731 km<sup>2</sup>, çevre uzunluğu 129,4 km, maksimum yüksekliği 3107 m, ana kanal uzunluğu 58,8 km ve eğimi de %4,5'tir. Havza medyan değeri 2102,3m, akarsu derecesi 4, drenaj yoğunluğu 0,48 km<sup>-1</sup> ve kanal frekansı ise 0,16 su yolu/km<sup>2</sup>'dir. Soğucaksu, Kargılımacun, Tehneli, Karpuz, Küçükaksu, Kırkgeçit, Bafadan, Tatlıçay, Çobanözü, Eğriöz, Hayıtlı, Karganlı, Asar, Naneli, Kuzgun dereleri gibi yan kollardan oluşur (Anlı, 2003). Akarsu yüzeyi 250 ha ve debisi 562,0 hm<sup>3</sup>/yıl'dır. Giresun ilinin yüzey suyu toplam su kaynağı potansiyeli 4373 hm<sup>3</sup>/yıl olup, bunun 562,0 hm<sup>3</sup>/yılı Aksu Deresi'nden sağlanmaktadır. Aksu Deresi'nin meydana getirdiği alüvyal dolgular ayrıca, yer altı suyu akiferlerini de oluşturmaktadır. Giresun Merkez ilçe içme suyunun temin edildiği Etbaşoğlu ve Duroğlu kuyuları Aksu Deresi ile beslenmektedir. Mevcut kuyulardan temin edilen suyun ise sadece klorlanarak şebekeye verildiği bilinmektedir (İl Çevre Durum Raporu, 2020).

Giresun il merkezinin en önemli tatlı su rezervlerinden biri olan Aksu Deresi, başta HES faaliyetleri olmak üzere, doğrudan ve/veya dolaylı olarak madencilik, tarımsal faaliyetler, yoğun evsel atık ve sanayi atıklarına maruz kalmaktadır (İl Çevre Durum Raporu, 2020). Su numunelerinin örneklendiği 1 nolu istasyon, antropojenik baskının diğer bölgelere nazaran daha düşük olduğu ve derenin karakteristiğini temsil eden bölgeyi, 2 nolu istasyon Dereli ilçe merkezinin Giresun istikameti çıkışındaki bölgeyi ve 3 nolu istasyon Aksu Deresi'nin Karadeniz'e deşarj olduğu ancak tatlısu kütlelerinin deniz suyu ile karışmadığı bölgeyi kapsamaktadır.



Şekil 1. Örnek toplama istasyonları (Google Earth).  
Figure 1. Sample collection stations (Google Earth).

#### **Su Örneklerinin Toplanması ve Analiz Aşaması:**

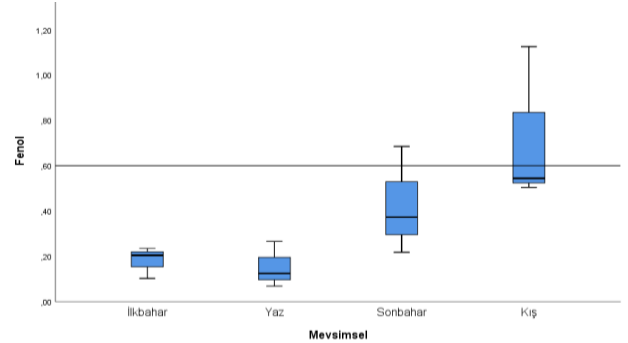
Su örneklerinin toplanması amacıyla çalışmada kullanılan numune kapları operasyon öncesinde; sırası ile normal yıkama, zayıf asit banyosu ve deiyonize sudan geçirilerek temizlenmiş ve etüvde kurutularak kullanıma hazır hale

getirilmiştir. Su numunesi toplama işlemi TSE standardına uygun olacak şekilde, koyu renkli cam şişeler aracılığı ile mevsimsel olarak 2018 yılı içerisinde 3 farklı istasyondan toplanmıştır. Her bir istasyonu temsilen, o istasyonun üç farklı noktasından aynı hacimde toplanan örnekler birleştirilmiştir. Toplanan su örnekleri 2 saat içerisinde soğuk zincir altında laboratuvar ortamına taşınarak bekletilmeden analiz edilmiştir.

Yüzeysel su örneklerinde fenol tayini için kolorimetrik yöntem kullanılmıştır. Fenolün alkali ortamda potasyum ferrisiyanit varlığında 4-aminoantipirin ile reaksiyonu sonucunda turuncu bir rengin meydana gelmesi prensibinden faydalanılmıştır. Numunelerdeki kalıntı fenol konsantrasyonunu, oluşan rengin 500 nm dalga boyunda absorpsiyonuna dayalı olarak hazırlanan standart eğriye göre hesaplanarak mg/L cinsinden ölçüm kaydedilmiştir (Balcı vd., 2017). Tüm işlemler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen değerlerin istatistiksel hesaplamaları SPSS 25 paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

#### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

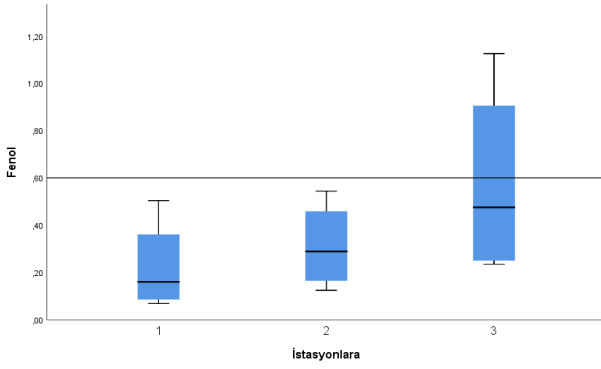
Aksu Deresi'nin üç farklı noktasından mevsimsel olarak tespit edilen toplam fenol miktarındaki değişim grafiği Şekil 2'deki gibi kayıt edilmiştir.



Şekil 2. Toplam fenol konsantrasyonunun mevsimsel değişimi (mg/L).

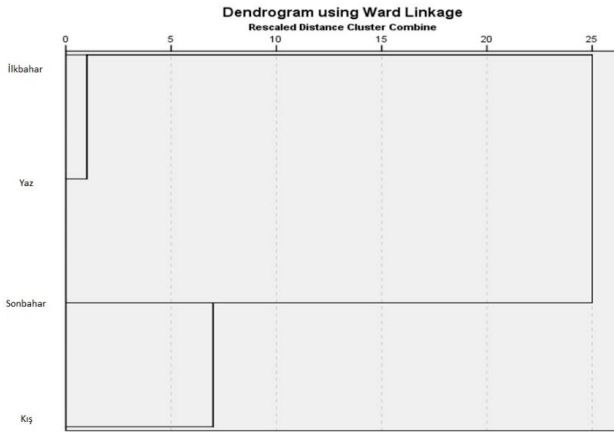
Figure 2. Distribution of seasonal variation in total phenol concentration (mg/L).

İstasyonlara göre mukayese yapıldığında ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde toplam fenol konsantrasyonu sırasıyla; 1. istasyonda: 0,103 mg/L, 0,069 mg/L, 0,218 mg/L ve 0,504 mg/L; 2. istasyonda: 0,205 mg/L, 0,125 mg/L, 0,373 mg/L ve 0,544 mg/L; 3. istasyonda 0,235 mg/L, 0,266 mg/L, 0,685 mg/L ve 1,125 mg/L olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Su örneklerinde tespit edilen fenol konsantrasyonları arasında istasyonlara göre anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ( $p>0,05$ ). Ayrıca, kümeleme analizi sonucunda fenol konsantrasyonunun ilkbahar ile yaz mevsimi ve sonbahar ile kış mevsimi arasında yakın ilişkili gruplar oluşturduğu rapor edilmiştir (Şekil 4).



**Şekil 3.** İstasyonlara göre toplam fenol konsantrasyonu değişimi (mg/L).

**Figure 3.** Distribution of stational variation in total phenol concentration (mg/L).



**Şekil 4.** Hiyerarşik kümeleme (HCA) analizi sonuçları.

**Figure 4.** Results of hierarchical clustering (HCA) analysis.

Suda oldukça çözünebilir olan fenol, eğer su klorlanmayacak ise 100 µg/L konsantrasyona kadar kabul edilebilir (Nemerov vd., 2009). Ancak klorlama neticesinde oluşabilecek yan ürünler nedeniyle suda toplam fenol içeriği 1 µg/L konsantrasyonun altında olmalıdır (De Zuane, 1990). AB standartlarına göre fenol, “yüksek miktarda bulunması istenmeyen maddeler” arasında listelenmiş ve en yüksek izin verilebilir konsantrasyon 0,5 µg/L C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH olarak belirlenmiştir (klorla reaksiyon vermeyen fenoller hariç olmak üzere). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kılavuzlarına göre ise, içme suyunda izin verilen fenolik konsantrasyonu 0,001 mg/L’dir (Rao vd., 2010; Aghav vd., 2011; WHO, 2011; Rosales vd., 2016; Nasiri vd., 2018; Othmani vd., 2022). Küresel ölçekte yapılan çalışmalarda fenol konsantrasyonunun, Singapur nehirlerinde 0,12 µg/L ile 5,9 µg/L aralığında (Tang vd., 2013), Polonya’da 0,02 µg/L ile 7,07 µg/L aralığında (Michałowicz vd., 2011), Moskova Nehri (Rusya)’nde 0,9 µg/L ile 10,8 µg/L aralığında (Filipov vd., 2002), Almanya’da 43 µg/L ile 138 µg/L aralığında (Montero, 2005), Çin nehirlerinde 0,18 µg/L ile 135,5 µg/L aralığında (Zhong vd., 2018), Yunanistan’daki bazı doğal su kaynaklarında ise: Tripotamos: 19,4 µg/L, Koutikas: 10,2 µg/L, Arapitsa: 12 µg/L, Fdeseos: 11,9

µg/L, Sakolevas: 11,1 µg/L olduğu belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada farklı noktalardan örnekleme yapılan nehirlerdeki ortalama fenol değerleri değişimini ise yine µg/L düzeyinde; Aliakmon: 8,5 ile 11,2, Axios: 10,4 ile 11,2, Loudias: 12,4 ile 15,0 ve Strymon: 11,7 ile 13,2 aralığında ölçümlendiği rapor edilmiştir (Sofonio vd., 2000). Konsantrasyon aralıkları arasındaki farkların, bu fenolik bileşiklerin farklı ülkeler arasındaki tüketim modelindeki değişimlerinin yanı sıra iklim ve su kalitesi farklılıklarını da yansıttığı ifade edilmektedir (Ramos vd., 2021).

Ülkemizde, Mudurnu Nehri’nde yapılan bir araştırmada en yüksek ve en düşük fenol değerleri sırasıyla 0,6 mg/L ve 0,1 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada ortalama en düşük fenol değeri 0,15 mg/L, en yüksek fenol değeri ise 0,27 mg/L olarak rapor edilmiştir (Bayraktar, 2007). Değirmendere Deresi (Trabzon) fenol içeriğinin 0,005-0,007 mg/L aralığında olduğu bildirilmiştir (Boran ve Karaçam, 1996). Aksu Deresi’nde çalışmamızdan daha önce DSİ 22. Bölge Müdürlüğü (Trabzon) tarafından 2014 yılı boyunca gerçekleştirilen analizlerde en yüksek fenol konsantrasyonu 0,012 mg/L olarak rapor edilmiş olup, bu değer bizim en küçük bulgumuz olan 0,069 mg/L’den çok daha düşük olarak kayıt edilmiştir. Literatür çalışmalarıyla yapılan mukayeseye göre Aksu Deresi suyunda tespit edilen toplam fenol miktarının oldukça yüksek düzeyde olduğu ortaya çıkarılmıştır. Sucul ekosistemlerdeki fenol miktarındaki artışın, dereye yapılan evsel ve endüstriyel kaynaklı atık su deşarjının artması veya insan ve hayvan atıklarının suya karışması sonucunda meydana geldiği bilinmektedir (Bayraktar, 2007).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Fenollerin, farklı sucul ekosistemlerde ve endüstriyel atıklarda sıklıkla bulunmasına ek olarak, sadece suda değil aynı zamanda toprakta, gıda maddelerinde, kara ve deniz hayvanlarında da birikimleri, toksisite ve biyokonsantrasyon kapasiteleri nedeniyle analizleri ve kontrolleri birinci derecede önem taşımaktadır (Liu vd., 2012). İyi su çözünürlüğü ve hareketliliği nedeniyle, fenollerin içme suyuna bulaşması muhtemeldir ve düşük konsantrasyonlarda bile canlı popülasyonlar için büyük riske neden olabilir. Ayrıca, fenollerin çeşitli biyolojik süreçler üzerinde olumsuz etkileri olduğu da bilinmektedir (Othmani vd., 2022). Sucul ekosistemdeki fenolik kirleticilerin etkili bir şekilde tespitinin ve giderimi küresel bir sorun haline geldiği ortadadır (Wu vd., 2022). Bu nedenle çalışmamızda, Giresun ilinin en önemli tatlı su rezervlerinden biri olan ve Karadeniz’de sonlanan; enerji, tarımsal faaliyet ve günlük kullanım gibi insani gereksinimlerden dolayı farklı birçok amaç için suyu kullanılan Aksu Deresi’ndeki toplam fenol mevcudiyeti araştırılmıştır.

Mevsimsel olarak gerçekleştirilen bu çalışmada analiz edilen her yüzeysel su numunesinde toplam fenol miktarı tespit edilmiştir. Üstelik su numunelerinde tespit edilen konsantrasyonların referans değerinin oldukça üzerinde seyretmesi konunun önemini daha da arttırmakta ve mutlak suretle önlem alınması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, literatür çalışmasında da tespit edilen fenol kirlilik düzeyinin dramatik bir şekilde arttığının tespit edilmesi, bir an önce gerekli tedbirlerin alınmasını zaruri kılmaktadır. Literatür bulgularında fenol kirliliğinin genellikle petrol rafinerisi, kömür işleme, petrokimya, ilaç ve diğer endüstriyel deşarjlar ile sucul ortama bulaştığının tespitine ilaveten, ilimiz 2019 yılı Çevre Durum Raporu'nda Aksu Deresi'ni alıcı ortam olarak kullanan işletmelerin de bu kirliliğe katkıda bulunabileceği düşüncesini ortaya çıkarmıştır. Bu durum, Aksu Deresi'nin ve deşarj olduğu Karadeniz'in fenol değişkeni bakımından mutlak suretle sürekli izleme programları ile daha hassas ve ayrıntılı yöntemlerle kontrol edilmesi gerektiği sonucunu da ortaya çıkarmaktadır. Aksi, halde ekosistemde yaşanacak biyobirikim ve/veya bozulma sonucunda insanlar da dahil olmak üzere tüm canlıları olumsuz etkileyecek durumların yaşanması kaçınılmaz olabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmadaki veriler Selda PALABIYIK'ın Doktora Tezi arazi çalışmaları paralelinde toplanan yüzey suyu örneklerinden analiz edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Acar, O., Sankazan, R. & Yalçınkaya, Ö. (2021).** Determinations of Cadmium, Tin, Copper, Iron and Zinc in Food Samples by Electrothermal and Flame Atomic Absorption Spectrometries. *Gazi University Journal of Science*, 1-1. DOI: [10.35378/gujs.956819](https://doi.org/10.35378/gujs.956819)
- Adeola, A.O. (2018).** Fate and toxicity of chlorinated phenols of environmental implications: a review. *Medicinal and Analytical Chemistry International Journal*, 2(4), 000126. DOI: [10.23880/macij-16000126](https://doi.org/10.23880/macij-16000126)
- Aghav, R.M., Kumar, S. & Mukherjee, S.N. (2011).** Artificial neural network modeling in competitive adsorption of phenol and resorcinol from water environment using some carbonaceous adsorbents. *Journal of hazardous materials*, 188(1-3), 67-77. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2011.01.067](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.01.067)
- Anlı, A.S. (2003).** *Giresun İlindeki Aksu Çayı Su Toplama Havzasının Yağmur ve Akış Karakteristikleri Üzerinde Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Ank. Üniv., Fen Bil. Enst., Ankara, 162s.
- Balci, B., Erkurt, F.E. & Turan, E.S. (2017).** Halk Sağlığı İçin Tehdit Oluşturan Fenolün Sulardan Düşük Maliyetli Bir Aktif Karbon İle Giderimi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(EK-1): 49-54. DOI: [10.5505/TurkHijyen.2017.33044](https://doi.org/10.5505/TurkHijyen.2017.33044)
- Basha, K.M., Rajendran, A. & Thangavelu, V. (2010).** Recent advances in the biodegradation of phenol: a review. *Society of Applied Sciences*, 2, 219-234.
- Bat, L., Arici, E. & Öztekin, A. (2021).** Threats to Quality in the Coasts of the Black Sea: Heavy Metal Pollution of Seawater, Sediment, Macro-Algae and Seagrass. In *Spatial Modeling and Assessment of Environmental Contaminants* (pp. 289-325). Springer, Cham. DOI: [10.1007/978-3-030-63422-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63422-3_18)
- Bayraktar, İ. (2007).** *Mudurnu Deresi ve kollarında su kalitesinin*. Master's thesis, Sakarya Üniversitesi.
- Boran, M. & Karaçam, H. (1996).** The seasonal variation in pollutants load of Değirmendere and Karadere Rivers (Trabzon, Türkiye), (in Turkish). *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 3-4, 395-402.
- De Zuane, J. (1990).** *Handbook of Drinking Water Quality*. (2nd edition). ABD: John Wiley & Sons Inc.
- Duan, W., Meng, F., Cui, H., Lin, Y., Wang, G. & Wu, J. (2018).** Ecotoxicity of phenol and cresols to aquatic organisms: A review. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 157, 441-456. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2018.03.089](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.089)
- EPA. (1978).** Phenol: Ambient Water Quality Criteria, Washington, D.C.
- Filippov, O.A., Posokh, V.V., Tikhomirova, T.I., Shapovalova, E.N., Tsizin, G.I., Shpigun, O.A. & Zolotov, Y.A. (2002).** On-Line Sorption-Chromatographic Determination of Phenols with Amperometric Detection. *Journal of Analytical Chemistry*, 57(9), 788-793.
- Gümüş, N.E. (2021).** Akarçay Akarsuyu (Afyonkarahisar) su kalitesi ve ağır metal kirliliği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(1), 120-127. DOI: [10.35229/jaes.839147](https://doi.org/10.35229/jaes.839147)
- Hansch, C., McKarns, S.C., Smith, C.J. & Doolittle, D.J. (2000).** Comparative QSAR evidence for a free-radical mechanism of phenol-induced toxicity. *Chemico-Biological Interactions*, 127(1), 61-72. DOI: [10.1016/S0009-2797\(00\)00171-X](https://doi.org/10.1016/S0009-2797(00)00171-X)
- İl Çevre Durum Raporu (2020).** Giresun İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ÇED, İzin ve Denetim Şube Müdürlüğü, Giresun.
- Liu, J., Wang, R., Huang, B., Lin, C., Zhou, J. & Pan, X. (2012).** Biological effects and bioaccumulation of steroidal and phenolic endocrine disrupting chemicals in high-back crucian carp exposed to wastewater treatment plant effluents. *Environmental pollution*, 162, 325-331. DOI: [10.1016/j.envpol.2011.11.036](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.11.036)
- Michalowicz, J., Stufka-Olczyk, J., Milczarek, A. & Michniewicz, M. (2011).** Analysis of annual fluctuations in the content of phenol, chlorophenols and their derivatives in chlorinated

- drinking waters. *Environmental Science and Pollution Research*, **18**(7), 1174-1183. DOI: [10.1007/s11356-011-0469-5](https://doi.org/10.1007/s11356-011-0469-5)
- 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](https://doi.org/10.35414/akufemubid.554586)
- Montero, L., Conradi, S., Weiss, H. & Popp, P. (2005).** Determination of phenols in lake and ground water samples by stir bar sorptive extraction-thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*, **1071**, 163-169. DOI: [10.1016/j.chroma.2005.01.097](https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.01.097)
- Mutlu, C., Eraslan Akkan, B. & Verep, B. (2018).** The heavy metal assessment of Harsit Stream (Giresun, Turkey) using multivariate statistical techniques. *Fresenius Environmental Bulletin*, **27**(12B), 9851-9858.
- Nasiri, E.F., Kebria, D.Y. & Qaderi, F. (2018).** An experimental study on the simultaneous phenol and chromium removal from water using titanium dioxide photocatalyst. *Civil Engineering Journal*, **4**(3), 585-593. DOI: [10.28991/cej-0309117](https://doi.org/10.28991/cej-0309117)
- Nemerov, N.L. (Ed.). (2009).** *Environmental Engineering -Water, Wastewater, Soil and Groundwater Treatment and Remediation*. (6th edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Othmani, A., Magdouli, S., Kumar, P.S., Kapoor, A., Chellam, P.V. & Gökkuş, Ö. (2022).** Agricultural waste materials for adsorptive removal of phenols, chromium (VI) and cadmium (II) from wastewater: A review. *Environmental Research*, **204**, 111916. DOI: [10.1016/j.envres.2021.111916](https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111916)
- Ramos, R.L., Moreira, V.R., Lebron, Y.A., Santos, A.V., Santos, L.V. & Amaral, M.C. (2021).** Phenolic compounds seasonal occurrence and risk assessment in surface and treated waters in Minas Gerais-Brazil. *Environmental Pollution*, **268**, 115782. DOI: [10.1016/j.envpol.2020.115782](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115782)
- Rao, K.S., Mohapatra, M., Anand, S. & Venkateswarlu, P. (2010).** Review on cadmium removal from aqueous solutions. *International journal of engineering, science and technology*, **2**(7). DOI: [10.4314/ijest.v2i7.63747](https://doi.org/10.4314/ijest.v2i7.63747)
- Rosales, E., Mejjide, J., Tavares, T., Pazos, M. & Sanromán, M.A. (2016).** Grapefruit peelings as a promising biosorbent for the removal of leather dyes and hexavalent chromium. *Process Safety and Environmental Protection*, **101**, 61-71. DOI: [10.1016/j.psep.2016.03.006](https://doi.org/10.1016/j.psep.2016.03.006)
- Sofoniou, Michael K., Zachariadis, George A., Anthemidis, Aristidis N. & Kouimtzis, Themistoclis A. (2000).** Spectrophotometric Determination of Phenols and Cyanides After Distillation from Natural Waters. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, **78**(3-4), 353-365, DOI: [10.1080/03067310008041353](https://doi.org/10.1080/03067310008041353)
- Sukatar, A., Ertas, A. & Kızılkaya, İ.T. (2021).** Assessment of Water Quality in Brackish Lake Bafa (Muğla, Turkey) by Using Multivariate Statistical Techniques. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, **7**(3), 271-284. DOI: [10.17216/LimnoFish.774739](https://doi.org/10.17216/LimnoFish.774739)
- Sun, J., Mu, Q., Kimura, H., Murugadoss, V., He, M., Du, W. & Hou, C. (2022).** Oxidative Degradation of Phenols and Substituted Phenols in The Water and Atmosphere: a review. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 1-14. DOI: [10.1007/s42114-022-00435-0](https://doi.org/10.1007/s42114-022-00435-0)
- Tang, S., Lin, X. H., Li, S.F.Y. & Lee, H.K. (2014).** In-syringe dispersive solid-phase extraction using dissolvable layered double oxide hollow spheres as sorbent followed by high-performance liquid chromatography for determination of 11 phenols in river water. *Journal of Chromatography A*, **1373**, 31-39. DOI: [10.1016/j.chroma.2014.11.031](https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.11.031)
- Verep, B. & Mutlu, T. (2022).** Heavy Metal Concentrations and Health Risk Assessment in *Sarda sarda* (Bloch, 1793) Caught in the Turkish Black Sea Coasts. *Acta Aquatica Turcica*, **18**(2), 208-216. DOI: [10.22392/actaquatr.1012944](https://doi.org/10.22392/actaquatr.1012944)
- WHO, G. (2011).** Guidelines for drinking-water quality. *World Health Organization*, **216**, 303-304.
- Wu, P., Zhang, Z., Luo, Y., Bai, Y. & Fan, J. (2022).** Bioremediation of phenolic pollutants by algae-current status and challenges. *Bioresource Technology*, 126930. DOI: [10.1016/j.biortech.2022.126930](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126930)
- Yücel, Y. & Çam, A. R. (2021).** Assessment of Industrial Pollution Effects in Coastal Seawater (Northeastern Mediterranean Sea) With Chemometric Approach. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, **101**(1), 95-112. DOI: [10.1080/03067319.2019.1660877](https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1660877)
- Zhong, W., Wang, D. & Wang, Z. (2018).** Distribution and Potential Ecological Risk of 50 Phenolic Compounds in Three Rivers in Tianjin, China. *Environmental Pollution*, **235**, 121-128. DOI: [10.1016/j.envpol.2017.12.037](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.037)