





Tekirler Baraj Gölü (Nallıhan – Ankara)’nın Su Kalitesi Parametreleri Üzerine Araştırma

Ekrem MUTLU¹ , Ayşegül Emin GÜZEL^{2*} 

¹ Kastamonu Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kastamonu, Türkiye

² Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye

*E-mail: eminguzel.a@gmail.com

Makale Bilgisi:

Geliş:

03/08/2024

Kabul Ediliş:

14/08/2024

Anahtar Kelimeler:

- Nallıhan
- Tekirler Baraj Gölü
- Su Kalitesi

Öz

Bu çalışma; Şubat 2016 – Ocak 2017 tarihleri arasında Gelence Deresi üzerine kurulmuş olan Tekirler Barajı (Nallıhan – Ankara)’nda belirlenen üç (3) istasyonda aylık örnekleme gerçekleştirilmiştir. Tekirler Baraj Gölü çevresindeki tarım arazilerinin sulama suyu ihtiyacını karşılamak üzere 2001 yılında inşa edilmiştir. Bu çalışmanın temel amaçları; Tekirler Baraj Gölünde ölçülen fizikokimyasal parametreler ile ağır metal içeriğinin aylık ve mevsimsel değişimlerini gözlemek, barajın su kalitesi özelliklerini ve sucul yaşam açısından uygunluk seviyesini belirlemek, ayrıca Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Türkiye Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY) tarafından belirlenen standartlara göre değerlendirmektir. Toplam dokuz tane fizikokimyasal parametre ile 7 ağır metal parametresi incelenmiştir. Tekirler Baraj Gölü’nün su kalitesi Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY)’nin su kaynakları sınıflarına göre I –III sınıf olarak bulunmuştur. Fiziksel ve kimyasal analiz bulguları karşılaştırıldığında bu baraj gölünün oligotrofik karakterde olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında; Tekirler Baraj Gölü’nün su kalitesinin sucul organizmaların yaşaması için uygun olduğu belirlenmiş, bu su kaynağının kirlilik baskısı altında olduğu ve baraj gölünün suyunun daha da kirlenmemesi ve mevcut su kalitesinin korunması açısından düzenli olarak izlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması için yetkili organlara bilgi verilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

Research on Water Quality Parameters of Tekirler Dam Lake (Nallıhan–Ankara)

Article Info

Received:

03/08/2024

Accepted:

14/08/2024

Keywords:

- Nallıhan
- Tekirler Dam Lake
- Water Quality

Abstract

This study; Monthly sampling was carried out at three (3) stations determined in Tekirler Dam (Nallıhan-Ankara) built on Gelence Creek between February 2016 and January 2017. Tekirler Dam Lake was constructed in 2001 to meet the irrigation water needs of the agricultural lands around it. The main objectives of this study are to observe the monthly and seasonal changes in the physicochemical parameters and heavy metal content measured in Tekirler Dam Lake, to determine the water quality properties of the dam and the suitability level for aquatic life and also to evaluate it according to the standards determined by the World Health Organization (WHO) and Turkish Surface Water Quality Management Regulation (SWQMR). A total of nine physicochemical parameters and 7 heavy metal parameters were examined. The water quality of Tekirler Dam Reservoir was found to be class I-III according to the water resources classes of the Surface Water Quality Management Regulation (SWQMR). When the physical and chemical analysis findings were compared, it was seen that this dam lake has oligotrophic character. In the light of these results; It has been determined that the water quality of Tekirler Dam Lake is suitable for the life of aquatic organisms, that this water source is under pollution pressure and that the water of the dam lake should be regularly monitored to prevent further pollution and to protect the current water quality and that the authorized bodies should be informed in order to take the necessary measures.

Atf bilgisi / Cite as: Mutlu, E. & Güzel, A. E. (2024). Tekirler Baraj Gölü (Nallıhan – Ankara)’nın Su Kalitesi Parametreleri Üzerine Araştırma. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10 (2), 105-114. <https://doi.org/10.58626/menba.1527460>

GİRİŞ

Hızla büyüyen şehirlerle birlikte artan su talebi ve sürekli değişen atık deşarj oranları mevcut tatlı suyun kalitesini etkilemektedir. Su kalitesini en kolay değiştirebilen etken maruz kalınan insan faaliyetleridir. Suların fizikokimyasal yapısını oluşturan parametreler, su yatağının jeolojik yapısına ve kaynağa etki eden antropojenik faaliyetlere bağlı olarak kaynaktan kaynağa değişkenlik gösterir. Bu sebeple her tatlı su kaynağı kendi içinde etkin bir izleme gerektirir (Mdee vd.,2024).

Yüksek sıcaklıklarda suyun içindeki çözülmüş oksijen miktarının azalması, sucul organizmaların yaşamını olumsuz etkileyebilir (Jaffar vd., 2020). Ayrıca, bu durum organizmaların metabolik hızlarını da etkileyebilir. Sıcaklık değişikliklerinin nedenleri arasında hava koşulları, akarsu kenarındaki gölgeleyici bitki örtüsünün kaldırılması, su soğutma sistemlerinden deşarj edilen su, kentsel yağmur suyu ve akarsuya karışan yeraltı suyu akışları bulunur (Bhateria ve Jain, 2016). Kimyasal maddelerin çözümlülüğü, reaksiyon hızları ve dengeler sıcaklığa bağlı olarak değişebileceği için, bu değişiklikler su kalitesini ve kimyasal bileşimini de etkileyebilir (Falowo vd., 2019).

Su kalitesini izleme çalışmalarında, suyun asidite veya bazlık seviyesini değerlendirmek ve olası değişimlerde önlem almak için pH değerinin düzenli olarak takip edilmesi gereklidir. pH seviyesi, suyun oksijen çözümlülüğünü doğrudan etkiler. Özellikle yüksek asidik seviyelere sahip sular, oksijenin çözümlülüğünü azaltarak sucul organizmalar için yaşam koşullarını zorlaştırabilir (Akhtar vd., 2021).

Suyun elektriksel iletkenliği, suyun içindeki çözülmüş iyonlar ve tuz konsantrasyonu hakkında bilgi veren önemli bir fizikokimyasal parametredir. Elektriksel iletkenlik, suyun tuzluluk seviyesini gösterir ve yüksek iletkenlik seviyeleri, suyun tuzluluğunun arttığını ve tuz kirliliğinin varlığını işaret eder (Xiong vd., 2023). Bu nedenle, elektriksel iletkenlik ve dolayısıyla tuz oranı ölçümleri, sucul ekosistemlerin sağlığı ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından büyük bir öneme sahiptir.

Ağır metaller, yüksek atom ağırlığına sahip ve genellikle toksik olan metal elementlerdir. Bu metaller, çeşitli yollarla su kaynaklarına karışarak su kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Kurşun, cıva, kadmiyum ve arsenik gibi ağır metaller, uzun süre maruz kalındığında zehirleyici etkilere neden olabilir ve hem sucul ekosistemlerde hem de insanlar için ciddi sağlık riskleri oluşturabilir. Ağır metaller, sucul organizmalar tarafından vücutlarına alınarak biyokümülyasyon yoluyla besin zincirinde birikirler. Bu durum, sucul organizmaların toksik etkilere maruz kalmasına ve besin zincirinde yüksek düzeylerde birikime neden olur (Goodyear ve McNeill, 1999; Kouba vd., 2010). Ayrıca, ağır metaller su içerisinde kimyasal reaksiyonlara girerek suyun pH değerini, oksijen çözümlülüğünü ve diğer kimyasal parametreleri etkileyebilir. Ağır metallerin akut veya kronik birikimi, sucul organizmaların büyümesi, üremesi ve gelişmesi üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir. Bu etkiler, sucul ekosistemlerde tür çeşitliliğini ve popülasyonların sağlığını da olumsuz yönde etkileyebilir (Vernay vd., 2007; Abdel-Baki vd., 2011).

Bilim insanları, su kalitesini değerlendirmek ve korumak amacıyla çeşitli çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar kapsamında fizikokimyasal parametrelerin konsantrasyonlarının belirlenmesi temel bir rol oynamaktadır. Ayrıca, bu çalışmalar çeşitli indeks hesaplamaları, coğrafi bilgi sistemleri ve sitotoksitesite gibi modern yöntemleri de içermektedir (Mutlu, 2019; Dikmen vd., 2020; Emin vd., 2020; Demir vd., 2021; Mutlu, 2021; Mutlu vd., 2023; Soare vd., 2020; İpek vd., 2024; Tokatlı vd., 2024). Bu tür bilimsel çalışmalar, yerel yönetimlerin ve hükümetlerin tatlı su kaynaklarını etkili ve verimli bir şekilde yönetebilmeleri için kritik öneme sahiptir (Xu vd., 2024). Dünya genelinde yapılan bu araştırmalar, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için önemli katkılar sağlamaktadır (Fawell ve Nieuwenhuijsen, 2003; Tepe vd., 2011; Şutan vd., 2016; Fural vd., 2021; Emin Güzel ve Mutlu, 2023).

Ankara'nın Nallıhan ilçesi sınırlarında bulunan Tekirler Baraj Göleti bir yıl boyunca, aylık alınan su numunelerinin analizi yapılmak suretiyle takip edilmiştir. Bu çalışma ile Tekirler Baraj Göleti'ndeki ağır metal kirliliği ve gübreleme kaynaklı kirliliklerin varlığı araştırılmıştır. Gölet, bölgedeki su kaynaklarını zenginleştirmek ve tarımsal sulama amaçlarıyla kullanılmaktadır. 2060 dekar zirai arazinin sulanmasını sağlamaktadır. Bu da çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı ve Örneklerin Toplanması

Nallıhan Tekirler Göleti, Ankara'nın Nallıhan ilçesi sınırlarında, Gelence Deresi üzerinde yer almakta olup, sulama amacıyla 2001 yılında inşa edilmiştir ve 2008 yılında hizmete girmiştir. Gölet, 393 metre rakımda bulunmakta ve temelden yüksekliği 22 metredir. Göletin gövdesi zonlu toprak dolgu tipindedir. Göletin su biriktirme kapasitesi 1,60 milyon m³ olup, 2.060 dekar tarım arazisinin sulanmasını sağlamaktadır (URL-1).

Nallıhan ilçesinin iklimi, İç Anadolu ve Batı Karadeniz bölgelerinin iklim özelliklerini yansıtmaktadır. İlkbahar, sonbahar ve kış aylarında yağışlı bir iklim hâkimken, yaz aylarında yağış miktarı oldukça düşüktür. Kış mevsimi aşırı soğuk olmamakla birlikte yağışlı geçmektedir.

Nallıhan Dağları, çam ormanları ve meşe ağaçları ile kaplıdır. Özellikle kuzey ve batı yönlerinde orman yoğunluğu artmaktadır. Doğu ve güney bölgelerindeki dağlar ve tepeler ise genellikle çıplak ve bitki örtüsünden yoksundur. Tekirler Baraj Göleti ilçenin batısında yer almaktadır. Göletin güneyi tarım arazileri ile çevriliyken, doğu, kuzey ve batı tarafları kayalık ve seyrek ormanlarla kaplıdır (URL-2). Ayrıca, gölette pullu sazan (*Cyprinus carpio*) bulunmaktadır (URL-3).

Su numuneleri, Şubat 2016 ile Ocak 2017 arasında her ay bir kez olmak üzere üç farklı istasyondan toplanmıştır. Numuneler steril, tek kullanımlık 1000 ml'lik şişelerde, yüzeyin yaklaşık 50 cm altından suyun kendi cazibesi ile alınmıştır. Örnekler, fiziko-kimyasal analiz yapılabildiği kadar +4°C'de saklanmıştır.



Şekil 1: Tekirler Baraj Göleti ve istasyonların uydu görüntüsü

Fizikokimyasal Analizler

Su numuneleri 2016 - 2017 yılları arasında Ankara'nın Nallıhan ilçesindeki Tekirler Baraj Göleti'nden 3 istasyondan aylık olarak alınmıştır. Toplamda 16 su kalitesi parametresi ölçülmüştür. Su sıcaklığı, pH, tuzluluk, elektriksel iletkenlik (Eİ) ve çözülmüş oksijen (ÇO) parametreleri taşınabilir çok parametrelili bir cihaz (Hach Lange, HQ40D) kullanılarak yerinde ölçülmüştür. SO₄, SO₃, PO₄-P ve Cl parametreleri ise spektrofotometre (WTW 7600 UV-VIS) ile ölçülmüştür. Demir, kurşun, bakır, kadmiyum, cıva, nikel ve çinko ölçümleri için (Spectro-SpectroBlu) ICP-OES cihazı kullanılmıştır. Tüm kimyasal analizler, Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda (Türk Akreditasyon Kurumu tarafından akredite edilmiştir) gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Fizikokimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde, her bir parametre için aylık ortalama değerler, standart sapmalar ve mevsimsel ortalama değerler hesaplanmış ve sonuçların tabloları SPSS istatistik programı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu tablolara ait grafikler ise Excel programında oluşturulmuştur.

Tekirler Baraj Göleti suyunda tespit edilen fizikokimyasal parametreler ile ağır metal konsantrasyonları arasındaki istatistiksel ilişkileri analiz etmek amacıyla SPSS-22 Statistic programı kullanılmıştır. Pearson korelasyon analizi, bu parametreler arasındaki ilişkileri incelemek için tercih edilmiştir (Çizelge 1.).

Çizelge 1: Pearson Korelasyon Analizi'nde korelasyon büyüklüğü değer aralıkları

Değer Aralığı	Korelasyon
-1.0 ile -0.7 arası	Çok Güçlü Negatif Korelasyon
-0.7 ile -0.5 arası	Güçlü Negatif Korelasyon
-0.5 ile -0.3 arası	Orta Derecede Negatif Korelasyon
-0.3 ile 0 arası	Zayıf Negatif Korelasyon
0 ile 0.3 arası	Zayıf Pozitif Korelasyon
0.3 ile 0.5 arası	Orta Derecede Pozitif Korelasyon
0.5 ile 0.7 arası	Güçlü Pozitif Korelasyon
0.7 ile 1.0 arası	Çok Güçlü Pozitif Korelasyon

Korelasyon katsayısının değeri -1 ile +1 arasında değişmektedir. +1 değeri mükemmel pozitif ilişkiyi gösterirken (bir değişken arttıkça diğer değişken de sıra düzeyinde artar), -1 değeri mükemmel negatif ilişkiyi göstermektedir (bir değişken sıra düzeyinde arttıkça diğeri azalır). 0 değeri ise değişkenler arasında herhangi bir korelasyon olmadığını, yani değişkenler arasında sistemli bir ilişki bulunmadığının göstergesidir (URL1). Korelasyonun p değeri istatistiksel anlamlılık düzeyinin belirlenmesinde kullanılır (Kul, 2014).

Bu analizler, su kalitesi parametreleri ile ağır metal konsantrasyonları arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve elde edilen verilerin yorumlanmasına katkıda bulunmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tekirler Baraj Göleti'nin su kalitesi hakkında yapılan bu araştırma, farklı zamanlarda ve istasyonlarda alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre suyun büyük ölçüde birinci sınıf kaliteye sahip olduğunu göstermektedir. Çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonunun değişiklik göstermesi mikrobiyal aktivite, organik madde konsantrasyonundaki değişimler, basınç ve sıcaklık gibi faktörlere bağlı olabilmektedir. Tekirler Göleti'nde yaz aylarında bile sıcaklık 25°C'nin altında kalmıştır. Tuzluluk seviyesi ise sonbaharda en yüksek olarak %0.11, elektriksel iletkenlik ise en yüksek 281.4 olarak kaydedilmiştir. Bu parametreler için gölet I.Sınıf su kalitesi özelliğindedir (Çizelge 3. A; B; D; E).

pH değeri, ekosistemin biyolojik bileşimini etkileyen önemli bir parametredir. Tekirler Baraj Göleti'nde pH değeri sonbaharda en yüksek 8.92, ilkbaharda ise en düşük 8.53 olarak ölçülmüştür (Çizelge 3. C). Genel olarak pH seviyeleri yıl boyunca yüksek seyretmiştir, bu da gölet suyunun YSKY'e göre III. Sınıf sular kategorisinde yer almasına neden olmuştur. Bununla birlikte pH değeri suyun kalitesi için doğrudan bir referans olmasa da hijyen kalitesini belirlemede önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir.

Gölette fosfat, sülfat, sülfid, klorür ve ağır metal konsantrasyonları mevsimsel değişimler gösterse de hiçbir zaman YSKY'de belirtilen üst sınırlara yaklaşmamıştır. Göletin su kalitesi bu parametreler açısından I.Sınıf özelliktedir (Çizelge 3. F-P).

Bu çalışmada elde edilen veriler ile yapılan Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre ÇO, pH, tuzluluk, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve çok güçlü pozitif korelasyon gözlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2: Pearson Korelasyon Analizi

	ÇO	Tuzluluk	pH	Sıcaklık	Eİ	Klorür	Fosfat	Sülfat	Sülfid	Demir	Kurşun	Bakır	Kadmiyum	Cıva	Nikel	Çinko
ÇO	1	0.880**	0.882**	0.878**	0.847**	0.405*	0.618**	0.725**	0.676**	0.755**	0.818**	0.798**	0.144	0.736**	0.630**	0.852**
Sig. (2-tailed)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.403	0.000	0.000	0.000
Tuzluluk	0.880**	1	0.897**	0.964**	0.987**	0.541**	0.813**	0.686**	0.812**	0.572**	0.790**	0.727**	0.131	0.695**	0.670**	0.868**
Sig. (2-tailed)	0.000		0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.447	0.000	0.000	0.000
pH	0.882**	0.897**	1	0.909**	0.868**	0.266	0.745**	0.535**	0.665**	0.535**	0.839**	0.694**	0.262	0.702**	0.728**	0.847**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000		0.000	0.000	0.117	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.122	0.000	0.000	0.000
Sıcaklık	0.878**	0.964**	0.909**	1	0.964**	0.582**	0.700**	0.609**	0.751**	0.504**	0.864**	0.612**	0.090	0.653**	0.723**	0.913**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.600	0.000	0.000	0.000
Eİ	0.847**	0.987**	0.868**	0.964**	1	0.603**	0.812**	0.617**	0.767**	0.491**	0.795**	0.664**	0.138	0.646**	0.689**	0.837**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.423	0.000	0.000	0.000
Klorür	0.405*	0.541**	0.266	0.582**	0.603**	1	0.226	0.264	0.344*	0.128	0.518**	0.228	-0.094	0.338*	0.439**	0.582**
Sig. (2-tailed)	0.014	0.001	0.117	0.000	0.000		0.186	0.120	0.040	0.457	0.001	0.181	0.586	0.044	0.007	0.000
Fosfat	0.618**	0.813**	0.745**	0.700**	0.812**	0.226	1	0.436**	0.659**	0.377*	0.528**	0.686**	0.205	0.629**	0.571**	0.553**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.186		0.008	0.000	0.024	0.001	0.000	0.229	0.000	0.000	0.000
Sülfat	0.725**	0.686**	0.535**	0.609**	0.617**	0.264	0.436**	1	0.829**	0.881**	0.299	0.744**	-0.172	0.490**	0.057	0.588**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.120	0.008		0.000	0.000	0.076	0.000	0.316	0.002	0.740	0.000
Sülfid	0.676**	0.812**	0.665**	0.751**	0.767**	0.344*	0.659**	0.829**	1	0.656**	0.436**	0.659**	-0.183	0.548**	0.289	0.635**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000		0.000	0.008	0.000	0.284	0.001	0.088	0.000
Demir	0.755**	0.572**	0.535**	0.504**	0.491**	0.128	0.377*	0.881**	0.656**	1	0.358*	0.842**	-0.095	0.634**	0.152	0.568**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.457	0.024	0.000	0.000		0.032	0.000	0.580	0.000	0.378	0.000
Kurşun	0.818**	0.790**	0.839**	0.864**	0.795**	0.518**	0.528**	0.299	0.436**	0.358*	1	0.488**	0.288	0.708**	0.917**	0.867**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.076	0.008	0.032		0.003	0.089	0.000	0.000	0.000
Bakır	0.798**	0.727**	0.694**	0.612**	0.664**	0.228	0.686**	0.744**	0.659**	0.842**	0.488**	1	-0.011	0.804**	0.401*	0.658**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.181	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003		0.950	0.000	0.015	0.000
Kadmiyum	0.144	0.131	0.262	0.090	0.138	-0.094	0.205	-0.172	-0.183	-0.095	0.288	-0.011	1	0.129	0.288	0.068
Sig. (2-tailed)	0.403	0.447	0.122	0.600	0.423	0.586	0.229	0.316	0.284	0.580	0.089	0.950		0.455	0.089	0.695
Cıva	0.736**	0.695**	0.702**	0.653**	0.646**	0.338*	0.629**	0.490**	0.548**	0.634**	0.708**	0.804**	0.129	1	0.700**	0.782**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.455		0.000	0.000
Nikel	0.630**	0.670**	0.728**	0.723**	0.689**	0.439**	0.571**	0.057	0.289	0.152	0.917**	0.401*	0.288	0.700**	1	0.725**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.740	0.088	0.378	0.000	0.015	0.089	0.000		0.000
Çinko	0.852**	0.868**	0.847**	0.913**	0.837**	0.582**	0.553**	0.588**	0.635**	0.568**	0.867**	0.658**	0.068	0.782**	0.725**	1
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.695	0.000	0.000	

** . Korelasyon 0.01 seviyesinde (2 kuyruklu) anlamlıdır.

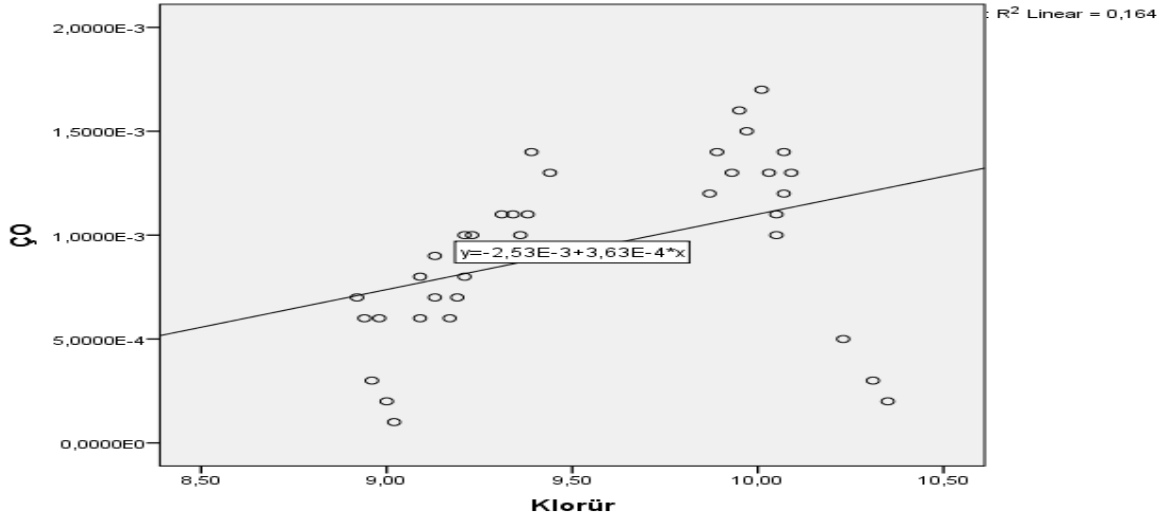
* . Korelasyon 0.05 seviyesinde (2 kuyruklu) anlamlıdır.

Çizelge 3: Tekirler Baraj Göleti'nde parametrelerin mevsimsel değişimi. (A- pH, B- Tuzluluk, C- pH, D- Sıcaklık, E- Eİ, F- Fosfat, G- Sülfat, H- Sülfat, I- Klorür, J- Demir, K- Kurşun, L- Bakır, M- Kadmiyum, N- Cıva, O- Nikel, P- Çinko)

Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer	Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
Sonbahar	9,40 ± 0,30	9,16	9,82	Sonbahar	3,19 ± 0,19	2,96	3,43
Kış	10,31 ± 0,40	9,76	10,73	Kış	2,49 ± 0,55	1,73	2,96
İlkbahar	11,13 ± 0,09	11,00	11,28	İlkbahar	3,18 ± 0,44	2,57	3,61
Yaz	10,22 ± 0,57	9,60	10,96	Yaz	3,52 ± 0,06	3,42	3,63
Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer	Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
Sonbahar	0,09 ± 0,02	0,06	0,11	Sonbahar	0,0017 ± 0,0007	0,0007	0,0030
Kış	0,03 ± 0,03	0,01	0,07	Kış	0,0005 ± 0,0006	0,0000	0,0020
İlkbahar	0,06 ± 0,02	0,03	0,08	İlkbahar	0,0027 ± 0,0026	0,0000	0,0072
Yaz	0,09 ± 0,007	0,08	0,10	Yaz	0,0038 ± 0,0013	0,0022	0,0062
Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer	Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
Sonbahar	8,85 ± 0,06	8,76	8,92	Sonbahar	1,19 ± 0,43	0,6	1,9
Kış	8,69 ± 0,07	8,62	8,8	Kış	0,27 ± 0,23	0	0,6
İlkbahar	8,69 ± 0,11	8,53	8,8	İlkbahar	0,13 ± 0,19	0	0,5
Yaz	8,84 ± 0,04	8,81	8,91	Yaz	1,02 ± 0,45	0,4	1,8
Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer	Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
Sonbahar	19,51 ± 4,32	13,9	24	Sonbahar	5,44 ± 2,24	3	10
Kış	6,58 ± 3,72	3,9	11,7	Kış	1,67 ± 1,41	0	4
İlkbahar	10,67 ± 3,37	6,3	14,3	İlkbahar	5,00 ± 3,39	1	11
Yaz	19,52 ± 2,67	16,3	22,7	Yaz	6,00 ± 1,93	3	9
Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer	Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
Sonbahar	277,66 ± 2,5	258,8	281,4	Sonbahar	0,40 ± 0,38	0,001	1,04
Kış	260,19 ± 1,02	228,64	261,4	Kış	1,00 ± 1,00	0,00	3
İlkbahar	244,99 ± 12,89	245,3	263,36	İlkbahar	0,05 ± 0,09	0,00	1,04
Yaz	264,99 ± 3,82	261,86	278,96	Yaz	0,46 ± 0,21	0,24	0,84
Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer	Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
Sonbahar	0,023 ± 0,002	0,019	0,027	Sonbahar	0,002 ± 0,001	0,001	0,004
Kış	0,008 ± 0,012	0	0,026	Kış	0,0002 ± 0,0004	0,00	0,001
İlkbahar	0,015 ± 0,006	0,001	0,023	İlkbahar	0,0006 ± 0,001	0,00	0,003
Yaz	0,017 ± 0,002	0,014	0,021	Yaz	0,0018 ± 0,001	0,001	0,004
Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer	Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
Sonbahar	9,75 ± 0,50	9,09	10,07	Sonbahar	8,1 ± 3,02	5	14
Kış	9,03 ± 0,10	8,92	9,21	Kış	1,4 ± 1,42	0,00	4
İlkbahar	9,61 ± 0,52	9,17	10,35	İlkbahar	0,2 ± 0,67	0,00	2
Yaz	9,76 ± 0,28	9,36	10,01	Yaz	3,9 ± 2,85	0	9
Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer	Mevsim	Gölet Ortalaması	Min. Değer	Maks. Değer
Sonbahar	50,42 ± 6,15	43,22	58,26	Sonbahar	13,4 ± 5,79	4	19
Kış	37,94 ± 4,21	34,46	43,84	Kış	1,3 ± 1,41	0,00	4
İlkbahar	61,00 ± 14,41	43,2	78,60	İlkbahar	3,7 ± 3,24	1,00	10
Yaz	70,51 ± 5,79	62,71	78,68	Yaz	14,0 ± 1,87	11	17

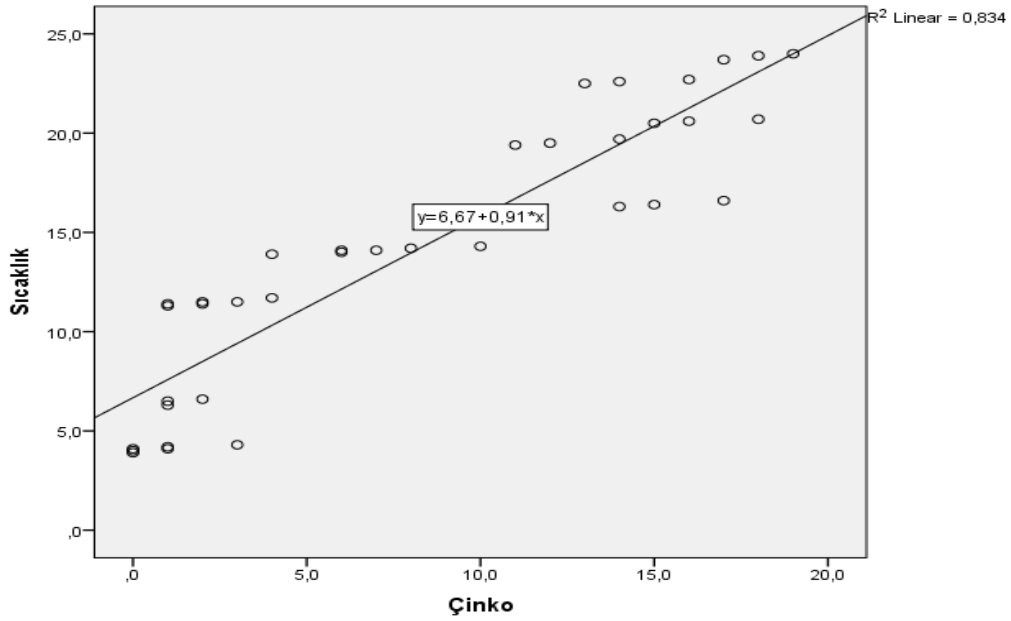
ÇO ve klorür arasında orta dereceli pozitif korelasyon var gibi görünse de $p > 0,005$ 'tir ve aralarında doğrusal bir istatistiksel ilişki olmadığı görülmektedir (Şekil 2).

Sıcaklık, kadmiyum dışındaki tüm parametrelerle anlamlı, güçlü ve çok güçlü pozitif korelasyon gösterirken, çinko ile arasındaki çok güçlü pozitif korelasyon dikkat çekmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Çözünmüş Oksijen ve Klorür konsantrasyonları arasındaki ilişkisiz korelasyon

Sıcaklık ve çinko parametrelerinin birbirlerinde açıkladıkları varyans miktarı korelasyon katsayısının karesine eşittir ve buna determinasyon katsayısı (R^2) denir (URL*). Bu iki parametrenin determinasyon katsayısı 0.83'tür. Yani sıcaklığın mevsimsel olarak değiştiğini bildiğimize göre çinko konsantrasyonunun % 83'ü istatistiksel olarak sıcaklık değişimlerinden kaynaklıdır diyebiliriz. (Şekil 3).



Şekil 3: Sıcaklık ve Çinko konsantrasyonlarının korelasyonu

Çinko, sıcaklık dışında ÇO, tuzluluk, pH, Eİ ve kurşun parametreleri ile de yüksek düzeyde pozitif anlamlı korelasyon göstermektedir.

Kadmiyum konsantrasyonunun herhangi parametreyle istatistiksel olarak doğrusal parametrik bir ilişkisi görülmemektedir. Kadmiyum nispeten nadir bulunan bir elementtir ve doğada saf metal olarak bulunmaz. Esas olarak çinko, kurşun ve bakır sülfür cevherleri ile birlikte oluşur. Kadmiyum, yirminci yüzyılda çinko artırma endüstrisinin bir yan ürünü olarak ticari üretilmiştir (URL2). İstatistiksel olarak pH, çinko, kurşun ve nikel ile parametrik olmayan orta düzey pozitif bir ilişkisi vardır (Çizelge 4).

Çizelge 4: Spearman'rho Korelasyon Analizi

	Demir	Kurşun	Bakır	Kadmiyum	Cıva	Nikel	Çinko	pH
Demir	1.000	0.504**	0.858**	0.231	0.654**	0.260	0.671**	0.619**
Sig. (p)		0.002	0.000	0.176	0.000	0.126	0.000	0.000
Kurşun	0.504**	1.000	.560**	0.560**	0.820**	0.930**	0.887**	0.929**
Sig. (p)	.002		.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Bakır	0.858**	0.560**	1.000	0.149	0.797**	0.412*	0.724**	0.696**
Sig. (p)	0.000	0.000		0.385	0.000	0.012	0.000	0.000
Kadmiyum	0.231	0.560**	0.149	1.000	.319	0.535**	0.398*	0.492**
Sig. (p)	0.176	0.000	0.385		0.058	0.001	0.016	0.002
Cıva	0.654**	0.820**	0.797**	0.319	1.000	0.744**	0.853**	0.828**
Sig. (p)	0.000	0.000	0.000	0.058		0.000	0.000	0.000
Nikel	0.260	0.930**	0.412*	0.535**	0.744**	1.000	.744**	.810**
Sig. (p)	.126	0.000	0.012	0.001	0.000		0.000	0.000
Çinko	0.671**	0.887**	0.724**	0.398*	0.853**	0.744**	1.000	0.928**
Sig. (p)	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000		0.000
pH	0.619**	0.929**	0.696**	0.492**	0.828**	0.810**	0.928**	1.000
Sig. (p)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	
** . Korelasyon 0,01 seviyesinde (2 kuyruklu) anlamlıdır.								
* . Korelasyon 0,05 seviyesinde (2 kuyruklu) anlamlıdır.								

pH konsantrasyonu, kadmiyumun sudaki çözünürlüğünü etkilediği gibi (Emin Güzel, 2023), düşük pH konsantrasyonlarının kadmiyumun midyelerin yumuşak dokularında birikimini artırdığı bilinmektedir (Sezer, 2019).

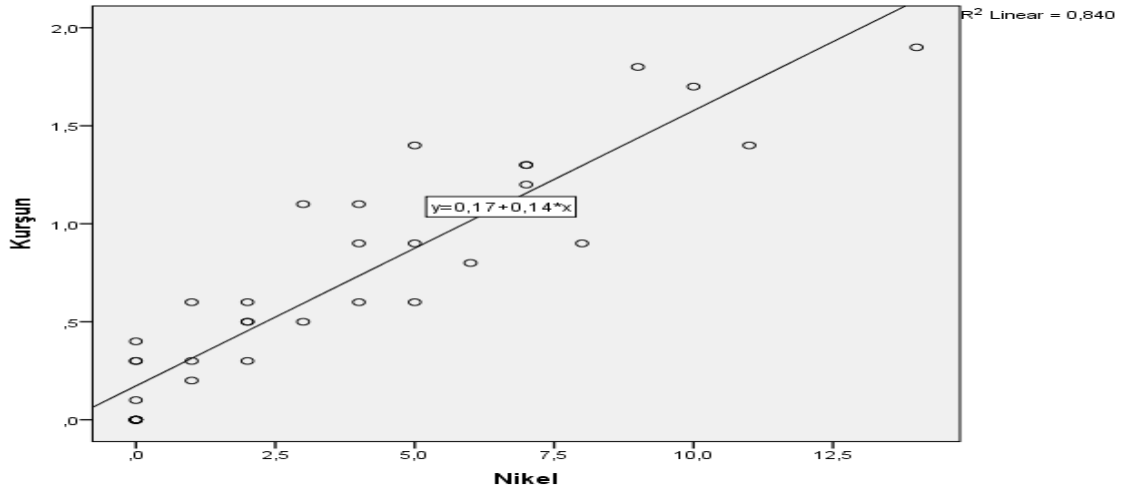
Elektriksel iletkenlik, su içerisindeki çözülmüş iyonlar ve tuz konsantrasyonu hakkında bilgi sağlayan önemli bir fizikokimyasal parametredir. Dolayısıyla tuzluluk ve sıcaklık başta olmak üzere ÇO, pH, fosfat, sülfür, kurşun ve çinko parametreleri ile yüksek düzey anlamlı pozitif korelasyona sahiptir.

Klorür iyonunun ortamdaki artışının, nitrit alımını önleyerek balıkları nitrit zehirlenmesinden koruyabileceği bildirilmiştir (Demir vd., 2021; Yanbo vd., 2006). Tuzluluk, sıcaklık, elektriksel iletkenlik ve kurşun konsantrasyonları ile orta düzey anlamlı pozitif korelasyonu gözlenmektedir (Çizelge 3.).

Fosfat bileşikleri, bitki beslenmesi için önemli kaynaklardır ve doğada kayaların fiziksel aşınması ve erozyon yoluyla çevrime katılır. Fosfor, doğal sularda inorganik veya organik fosfat formlarında bulunur. Eğer fosfor suların yapısında fazla miktarda bulunursa, bu durum suyun pH seviyesini veya tamponlama kapasitesini değiştirerek sucul yaşamı etkileyebilir. Kompleks fosfatlar, suyun sertliğini kısmen azaltabilir, ancak bu durum bazı toksik kimyasalların da zararlı etkilerini artırabilir. Fosfat istatistiksel olarak tuzluluk, pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik parametreleriyle anlamlı yüksek düzey pozitif korelasyon göstermektedir (Çizelge 3.).

Sülfat; ÇO, sülfür, demir ve bakır ile anlamlı yüksek düzey pozitif korelasyon gösterirken, sülfür; tuzluluk, sıcaklık, Eİ ve sülfat ile yüksek düzey anlamlı pozitif korelasyon göstermektedir. Sülfür genellikle proteinlerin yapısında bulunan organik bir maddedir. Oksijenli ortamlarda sülfür, zararlı hidrojen sülfide dönüşmeden sülfata okside olur (Tepe vd., 2006). Tekirler Baraj Göleti'nde sülfat ve sülfür seviyeleri kış aylarında azalırken, yaz aylarında artma eğilimindedir.

Ağır metallerden demir ÇO, sülfat ve bakır ile; kurşun ÇO, tuzluluk, pH, sıcaklık, Eİ, cıva, nikel ve çinko ile; bakır ÇO, tuzluluk, sülfat, demir ve cıva ile; cıva ÇO, pH, kurşun, bakır, nikel ve çinko ile; nikel pH, sıcaklık, kurşun, cıva ve çinko ile; çinko ÇO, tuzluluk, pH, sıcaklık, Eİ, kurşun, cıva ve nikel ile anlamlı yüksek düzey pozitif korelasyon göstermektedir (Çizelge 3.). Nikel ve kurşun arasındaki korelasyon mükemmel yakın düzeyde etki göstermektedir (Şekil 4.). İki parametreye ait determinasyon katsayısı 0.84'tür.



Şekil 4: Kurşun ve Nikel konsantrasyonlarının korelasyonu

Bu bilgiler ışığında, Tekirler Baraj Göleti'nin su kalitesi genel olarak yüksek olup, belirli dönemlerde ve istasyonlarda yapılan analizler suyun içme ve kullanma suyu olarak güvenilir olduğunu göstermektedir. Ancak, pH değeri ve diğer kimyasal parametrelerin düzenli olarak izlenmesi, suyun kalitesini sürdürülebilir kılmak için önemlidir.

SONUÇ

Tekirler Baraj Göleti'nin su kalitesi ile ilgili yapılan bu araştırma, gölet suyunun genel olarak birinci sınıf kaliteye sahip olduğunu ortaya koymuştur. 2016-2017 yılları arasında yapılan fiziko-kimyasal analizler, suyun çözünmüş oksijen, sıcaklık, pH, tuzluluk ve elektriksel iletkenlik parametreleri açısından yüksek kalite standartlarına uyduğunu göstermiştir. Fosfat, sülfat, sülfid, klorür ve ağır metallerin mevsimsel değişimleri gözlemlenmiş, ancak bu parametrelerin konsantrasyonları her zaman kabul edilen üst sınırların altında kalmıştır. Özellikle yaz aylarında su sıcaklığı 25°C'nin altında seyretmiş ve pH değeri genel olarak yüksek bulunmuştur, bu da gölet suyunun Yüzeysel Su Kalite Yönetmeliği'ne (YSKY) göre III. sınıf su kategorisinde olduğunu işaret etmektedir. Çözünmüş oksijen ve diğer kimyasal parametrelerin düzenli izlenmesi, su kalitesinin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından önem arz etmektedir. Göletin mevcut su kalitesinin içme ve kullanım için uygun olduğu değerlendirilmiştir.

ETİK STANDARTLARA UYUM

a) Yazarların katkıları

1. E.M. ve A.E.: Çalışmayı tasarladı ve verileri yorumladı.
2. E.M. ve A.E.: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi.
3. E.M. ve A.E.: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi ve makaleyi hazırladı.

b) Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

c) Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Bu çalışma hayvan araştırmalarını kapsamamaktadır.

d) İnsan Hakları Beyanı

Bu çalışma insan katılımcıları kapsamamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abdel-Baki, A. S., Dkhal, M. A., & Al-Quraishy, S. (2011). Bioaccumulation of some heavy metals in tilapia fish relevant to their concentration in water and sediment of Wadi Hanifah, Saudi Arabia. *African Journal of Biotechnology*, 10(13), 2541-2547.
- Akhtar, N., Syakir Ishak, M. I., Bhawani, S. A., & Umar, K. (2021). Various natural and anthropogenic factors responsible for water quality degradation: A review. *Water*, 13(19), 2660.
- Bhateria, R., & Jain, D. (2016). Water quality assessment of lake water: a review. *Sustainable water resources management*, 2, 161-173.
- Demir, T., Mutlu, E., Aydın, S., & Gültepe, N. (2021). Physicochemical water quality of Karabel, Çaltı, and Tohma brooks and blood biochemical parameters of *Barbus plebejus* fish: assessment of heavy metal concentrations for potential health risks. *Environmental monitoring and assessment*, 193, 1-15.
- Dikmen, B. Y., Aydın, F. G., Tutun, H., & Sevin, S. (2020). Antropojenik Kaynaklı Sucul Toksisitenin Belirlenmesinde Alternatif ve Yeni Bir Yaklaşım Olarak PLHC-1 ve RTG-2 Hücre Hatlarının Kullanılması ve CYP1A1 Biyobelirteci ile Birlikte Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1), 247-258.
- Emin, N., Mutlu, E., & Güzel, A. E. (2020). Determination the effectiveness of the cytotoxic analysis on the water quality assessments. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(2), 478-483.

- Emin Güzel, A. (2023). Karadere Baraj Göleti (Taşköprü-Kastamonu) Su Kalitesinin Ve Canlılar Üzerine Etkisinin Belirlenmesinde Sediment Ve Sitotoksik Analizin Kullanımı. (Doctoral Dissertation, Kastamonu University).
- Emin Güzel, A., & Mutlu, E. (2023). Su Kalitesi Ve Kirliliğinin İyonik Bileşen İçeriği Tespiti İle Değerlendirilmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 8(4), 707-713.
- Falowo, O., Oluwasegunfunmi, V., Akindureni, Y., Olabisi, W., & Aliu, A. (2019). Groundwater physicochemical characteristics and water quality index determination from selected water wells in Akure, Ondo State, Nigeria. *American Journal of Water Resources*, 7(2), 76-88.
- Fawell, J., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2003). Contaminants in drinking water: Environmental pollution and health. *British medical bulletin*, 68(1), 199-208.
- Fural, Ş., Kükrer, S., Cürebal, İ., & Aykır, D. (2021). Spatial distribution, environmental risk assessment, and source identification of potentially toxic metals in Atikhisar dam, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193, 1-16.
- Goodyear, K. L., & McNeill, S. (1999). Bioaccumulation of heavy metals by aquatic macro-invertebrates of different feeding guilds: a review. *Science of the Total Environment*, 229(1-2), 1-19.
- Kouba, A., Buřič, M., & Kozák, P. (2010). Bioaccumulation and effects of heavy metals in crayfish: a review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 211, 5-16.
- Kul, S. (2014). İstatistik sonuçlarının yorumu: p degeri ve güven araligi nedir?/interpretation of statistical results: what is p value and confidence interval?. *Plevra Bülteni*, 8(1), 11.
- Kurnaz, A., Mutlu, E., & Uncumusaoğlu, A. A. (2016). Determination of water quality parameters and heavy metal content in surface water of Çiğdem Pond (Kastamonu/Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(10), 907-913.
- İpek, G. G., Aras, S., Arslan, N. A. İ. M. E., & Mutlu, E. (2024). Evaluation of Freshwater Water Quality with Indexes and GIS-Based: A Case Study, Güren Stream (Küre Mountains National Park, Western Black Sea Basin, Turkey). *Water Resources*, 51(3), 332-343.
- Jaffar, A., M Thamrin, N., Megat Ali, M. S. A., Misnan, M. F., & Mohd Yassin, A. I. (2020). The influence of physico-chemical parameters to determine water quality: a review. *Journal of Electrical And Electronic Systems Research*, 17, 116-121.
- Mdee, O. J., Mndolwa, B., & Sadiki, N. (2024). Water quality assessment and spatial distribution of water quality parameters of Dodoma Urban, Tanzania. *African Journal of Aquatic Science*, 1-10.
- Mutlu E, 2019. Evaluation of spatio-temporal variations in water quality of Zerveli stream (northern Turkey) based on water quality index and multivariate statistical analyses. *Environ. Monit. Assess.* 191. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7473-5>.
- Mutlu E, 2021. Determination of seasonal variations of heavy metals and physicochemical parameters in Kildir Pond (Yıldızeli -Sivas). *Fresenius Environ. Bull.*, 30: 5773–5780.
- Mutlu, E., Tokatlı, C., Islam, A. R. M. T., Islam, M. S., & Muhammad, S. (2023). Water quality assessment of Şehriban Stream (Kastamonu, Türkiye) from a multi-statistical perspective. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-17.
- Sezer, N. (2019). Okyanus asitlenmesinin deniz omurgasızlarında radyonüklid biyobirikimine etkileri. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Soare, L. C., Şuşan, N. A., Mutlu, E., Dobre, R., Yanik, T., & Şuşan, C. (2020). Water quality assessment through cytogenotoxic parameters-a case study of Karaçomak River, Turkey.
- Şuşan, N. A., Mutlu, E., Yanik, T., & Dobre, R. (2016, April). A short report regarding the physicochemical properties of surface water quality in Karaçomak stream, Turkey. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1726, No. 1). AIP Publishing.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., & Töre, Y. (2006). Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 23(1), 149-154.
- Tepe, Y., Mutlu, E., & Türkmen, A. (2011). Yayladağı Görentaş Göleti (Hatay) Su Kalitesi Parametreleri Üzerine Bir Araştırma/A Study On Water Quality Parameters Of Yayladağı Görentaş Lake (Hatay). *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(3-4).
- Tokatlı, C., Mutlu, E., Ustaoglu, F., Islam, A. R. T., & Muhammad, S. (2024). Spatiotemporal variations, health risk assessment, and sources of potentially toxic elements in potamic water of the Anday Stream Basin (Türkiye), Black Sea Region. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(5), 420.
- Xiong, J., Zheng, Y., Zhang, J., Quan, F., Lu, H., & Zeng, H. (2023). Impact of climate change on coastal water quality and its interaction with pollution prevention efforts. *Journal of Environmental Management*, 325, 116557.
- Xu, J., Mo, Y., Zhu, S., Wu, J., Jin, G., Wang, Y. G., ... & Li, L. (2024). Assessing and predicting water quality index with key water parameters by machine learning models in coastal cities, China. *Heliyon*.
- Vernay, P., Gauthier-Moussard, C., & Hitmi, A. (2007). Interaction of bioaccumulation of heavy metal chromium with water relation, mineral nutrition and photosynthesis in developed leaves of *Lolium perenne* L. *Chemosphere*, 68(8), 1563-1575.
- Yanbo, W., Wenju, Z., Weifen, L., & Zirong, X. (2006). Acute toxicity of nitrite on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different external chloride concentrations. *Fish Physiology and Biochemistry*, 32, 49-54.
- URL1 https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2154/mod_resource/content/2/konu8a.pdf
- URL2 <https://www.cadmium.org/>
- URL3 <https://s.ankara.bel.tr/files/2024/02/22/856f8c1a4b9ea4e6531331103fc36d08.pdf>