



Tunceli Uzunçayır Barajı Mansap Tarafında Su Kalitesinin Araştırılması ve İzlenmesi

Emine Işıl Arslan Topal*

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye (ORCID: 0000-0003-0309-7787)

(İlk Geliş Tarihi 1 Mayıs 2020 ve Kabul Tarihi 26 Haziran 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.740012)

ATIF/REFERENCE: Arslan Topal, E. I. (2020). Tunceli Uzunçayır Barajı Mansap Tarafında Su Kalitesinin Araştırılması ve İzlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 596-605.

Öz

Bu çalışmada, Tunceli Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının su kalitesi belirlendi. Su kalitesinin belirlenmesinin amacı, barajlardan mansaplanan su kütesinin hangi amaçla kullanılıp kullanılamayacağını değerlendirmesidir. Bu çerçevede, yüksek kaliteli sular olarak da ifade edilen “çok iyi” su durumunu gösteren sular Sınıf-1 kalitesindeki sular olarak belirtilmektedir. Bu sular içme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları, yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir suları, alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte suları ve hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikteki suları kapsamaktadır. Az kirlenmiş su olarak da ifade edilen “iyi su” durumunu gösteren sular Sınıf-2 kalitesindeki sular olarak ifade edilmektedir. Bu sular içme suyu olma potansiyeli olan yerüstü sularını, rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikteki suları, alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikteki suları ve Mer-i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak kullanılacak suları kapsamaktadır. Bu çalışmada, yerüstü su örnekleri 2019 yılı Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında alındı ve elde edilen veriler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nde (YSKY) verilen su kalite değerleriyle mukayese edildi. Analiz sonuçlarına göre pH değerleri 7,92-8,01 arasında değerler aldı ve su kalite sınıfı Sınıf-1 olarak belirlendi. Sıcaklık değerleri 17,2-23,1 °C arasında değişkenlik gösterdi. Elektriksel iletkenlik (Eİ) değerleri 322-384 µS/cm arasında değerler aldı ve su kalite sınıfı Sınıf-1 olarak belirlendi. Nitrat azotu (NO₃⁻-N) konsantrasyonları 0,91-1,26 mg/L arasında tespit edildi ve buna göre su kalite sınıfı Sınıf-1 olarak belirlendi. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅) konsantrasyonları 2,1-3,5 mg/L arasında iken kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) konsantrasyonları ise 17,3-25,1 mg/L arasında değerler aldığı belirlendi. Sonuç olarak, Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının pH, sıcaklık, Eİ, NO₃⁻-N, BOİ₅ konsantrasyonları açısından Sınıf-1 kalitesinde, KOİ açısından ise Sınıf-2 kalitesinde olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Baraj, Su kalitesi, Tunceli, Uzunçayır, Yerüstü suları.

Investigation and Monitoring of The Water Quality at Downstream Side of Tunceli Uzunçayır Dam

Abstract

In this study, water quality of surface waters of downstream from Tunceli Uzunçayır Dam was determined. The purpose of determining the water quality is to evaluate for what purpose the water mass downstream from the dams can or can not be used. In this context, waters that show “very good” water status, also referred to as high quality waters, are specified as Class-1 waters. These waters include surface waters with high potential for drinking water, water that can be used for recreational purposes, including those that require body contact, such as swimming, water that can be used for trout production, and water that can be used for animal production and farm needs. The waters showing the status of “good water”, which is also referred to as less polluted water, are referred to as Class-2 quality waters. These waters include surface waters with the potential to be drinking water, waters that can be used for recreational purposes, waters that can be used for fish production other than trout, and waters that can be used as irrigation

* Sorumlu Yazar: Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye, ORCID: 0000-0003-0309-7787, eiarslan@firat.edu.tr

water provided that they meet the irrigation water quality criteria determined by the regulation. In this study, surface water samples were taken in June, July, and August (Summer) in 2019 and the data obtained were compared with the water quality values given in the Surface Water Quality Regulation (SWQR). According to the results of the analysis, pH values were between 7.92-8.01 and the water quality class was determined as Class-1. Temperature values were show changes between 17.2-23.1°C. The electrical conductivity (EC) values took values between 322-384 µS/cm and the water quality class was determined as Class-1. Nitrate nitrogen (NO₃⁻-N) concentrations determined between 0.91-1.26 mg/L and according to these results, water quality class was determined as Class-1. Biochemical oxygen demand (BOD₅) concentrations were between 2.1-3.5 mg/L while chemical oxygen demand (COD) concentrations ranged between 17.3-25.1 mg/L. As a result, it was determined that surface waters of downstream from Uzunçayır Dam are Class-1 quality in terms of pH, temperature, EC, NO₃⁻-N, BOD₅ concentrations and Class-2 quality in terms of COD.

Keywords: Dam, Water quality, Tunceli, Uzunçayır, Surface waters.

1. Giriş

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak her geçen gün su ihtiyacı da artmaktadır. Hızlı kentleşme ve endüstrileşmeye bağlı olarak artan su tüketimi atıksu miktarının artmasına ve temiz su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, su kaynaklarının iyi yönetilmesi ve sürdürülebilir su kullanımının sağlanması gerekmektedir. Sürdürülebilir su kullanımı yönetim stratejilerini uygulamak için su kalitesi ve kirlilik kaynakları hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir (Crosa ve ark., 2006; Sarkar ve ark., 2007; Zhou ve ark., 2007; Huang ve ark., 2014; Korkanç ve ark., 2017; Cıkcıoğlu ve ark., 2018). Nüfus artışı, düzensiz kentleşme ve sanayileşme, tarımda kimyasalların aşırı kullanımı (gübreler ve böcek ilaçları gibi), evsel atıksuların boşaltılması ve vadilere vahşi katı atık depolanması sular üzerinde ciddi baskı oluşturmaktadır (Ustaoglu ve Tepe, 2019). Bu durum nehir sistemlerinin doğal yapısını bozmakta ve su kalitesinin günden güne bozulmasına neden olmakta ve dünyadaki temel çevre sorunlarından biri haline gelmektedir (Ustaoglu ve ark., 2020).

Göller ve rezervuarlar, vazgeçilmez ekolojik değerlere sahip olan ve insan tüketimine kolayca erişilebilen en büyük yüzey tatlısu envanterini sağlayan hidrosferin hayati derecede önemli bileşenleridir (Herdendorf, 1982, Herdendorf, 1990, Lehner ve Döll, 2004; Wang ve ark., 2014). Bu nedenle hem doğal göllerin hem de yapay göllerin su kalitesini belirlemek oldukça önemlidir. Çünkü, su kalitesinin belirlenmesi suyun kullanım amacını belirler. Tüm su kullanımları arasında, tarım baskın kullanıcıdır ve sulu tarım dünyadaki su kaynaklarının yaklaşık %70'ini tüketmektedir (Galán-Martín ve ark., 2017; Li ve ark., 2020a). Bununla birlikte, tarımsal su kıtlığı, endüstriyel, evsel, ekolojik ve çevresel kullanımlar gibi tarım dışı sektörlerle yönelik su talebinin hızla artması nedeniyle artan baskıya maruz kalmaktadır (Levidow ve ark., 2014, Jiang ve ark., 2016; Li ve ark., 2020a). Su kalitesinin bozulması, küresel düzeyde halk sağlığı için birincil tehdittir (Rahman ve ark., 2020). Atıksuların iyi arıtılmaması, sanayi atıksuları ve kimyasalların tarımda sistematik olmayan kullanımı gibi antropojenik etkiler, su kalitesinin kötüleşmesinde hayati öneme sahiptir (Azizullah ve ark., 2011; Shirani ve ark., 2018; Subedi ve ark., 2019; Iqbal ve ark., 2020; Li ve ark., 2020b; Bashir ve ark., 2020). Bu nedenle, içme suyu (halk sağlığı) ve ham su (sucul yaşam ve sulama) kalitesi hakkında artan farkındalık ile yüzey suyu özelliklerinin değerlendirilmesi önemlidir (Ouyang, 2005; Paca ve ark., 2019).

Büyük nehir havzaları, özellikle tek tek ülkelerin yasama çerçevelerinde ve su kaynakları yönetimi önceliklerinde farklılık gösterebildikleri çok uluslu havzalarda, su kalitesi izleme ve yönetimi konusunda birçok zorluk oluşturmaktadır (Sommerwerk ve ark., 2010; Bloesch ve ark., 2012). Bu nedenle, su kalitesinin izlenmesi, insan faaliyetlerinin etkilerini, suyun insan kullanımına uygunluğunu ve tortu ve kirlenmelerin göllere ve kıyı bölgelerine akılarını (konsantrasyonlar ve deşarj ölçümleri yoluyla) belirlemede önemlidir (Chapman ve ark., 2016; Bayhan ve ark., 2017).

Bu çalışmada Yukarı Fırat Karasu Çayı Alt Havzasında yer alan Tunceli ilinin önemli su yapılarından biri olan ve Munzur Nehri üzerine kurulu olan Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının kalitesi bazı parametrelerle belirlendi. Bu çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalardan farkı hem Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının kalitesinin belirlendiği bir çalışma olmaması hem de parametreler arasındaki ilişkiyi inceleyen bir istatistiksel çalışma yapılmamasıdır.

2. Materyal ve Metot

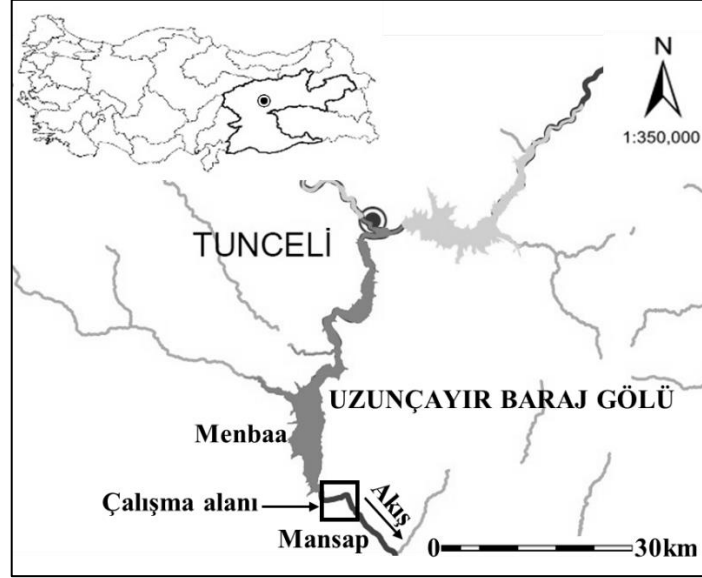
2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak Tunceli ilinin önemli su kaynaklarından olan Munzur nehrinin üzerine kurulu Uzunçayır Barajının mansap alanı seçildi. Uzunçayır Barajı, Yukarı Fırat Karasu Çayı Alt Havzasında bulunan bir barajdır ve hidroelektrik enerji üretimi gerçekleştirilir. Uzunçayır Baraj Gölü farklı şekillerde kirlenmeye maruz kalmaktadır. Bu nedenle, Uzunçayır Barajından mansaplanan suların su kalitesinin belirlenmesi ve sürekli izlenmesi gerekmektedir. Çalışma alanı Şekil 1'de gösterilmiştir. Çalışmada Uzunçayır Barajından mansaplanan suların su kalitesini belirlemek amacıyla yerüstü su numuneleri Mazgirt köprüsü mevkiinden alındı. Uzunçayır Barajının mansap tarafının çalışma alanı olarak seçilme nedeni mansaplanan suların sulama suyu olarak tarım arazilerinde kullanılmasıdır. Bu amaçla, Tunceli Uzunçayır Barajı mansap tarafından yerüstü su numuneleri 2019 yılı Haziran, Temmuz ve Ağustos (yaz mevsimi) aylarında 10., 20. ve 30. günde kompozit numune olacak şekilde 5 farklı örnekleme noktasından alındı. Örnekleme noktalarına (ÖN) ait ED50 6 derecelik koordinatlar Tablo 1'de verilmiştir. Alınan yerüstü su numuneleri numune kaplarına aktarıldı. Numunelerde pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), nitrat azotu (NO₃⁻-N), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅) parametreleri analiz edildi. Bu çalışmada, yaz mevsiminin seçilme nedeni tarımsal faaliyetlerin yoğun olması nedeniyle Uzunçayır Barajından mansaplanan suların sulama suyu ve kullanma suyu olarak tercih edilmesidir.

Tablo 1. Örnekleme noktalarına ait koordinatlar

Noktalar	Koordinatlar*	
	X	Y
ÖN-1	547182	4312164
ÖN-2	547159	4312185
ÖN-3	547157	4312160
ÖN-4	547132	4312150
ÖN-5	547116	4312168

*Koordinatlar Magellan eXplorist 510 (Santa Clara, USA) cihazı kullanılarak elde edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

2.2. Metot

Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularında fizikokimyasal parametrelerden pH, sıcaklık ve Eİ değerleri ile kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), nitrat azotu (NO₃⁻-N) konsantrasyonları belirlendi. Yerüstü su numunelerinin pH, sıcaklık ve Eİ değerleri Hach Lange 40d pH, elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen ölçer cihazı kullanılarak, BOİ₅ ve KOİ konsantrasyonları (BOİ tespiti için hazır kit: LCK554, Hach Lange ve KOİ tespiti için hazır kit: LCI500, Hach Lange) Hach Lange DR3800 model spektrofotometre ile spektrofotometrik yöntem kullanılarak belirlendi. NO₃⁻-N konsantrasyonları ise Nova60 model spektrofotometre ile spektrofotometrik yöntem (hazır kit: Nova60-14987, Merck) kullanılarak belirlendi.

2.3. İstatistiksel Analizler

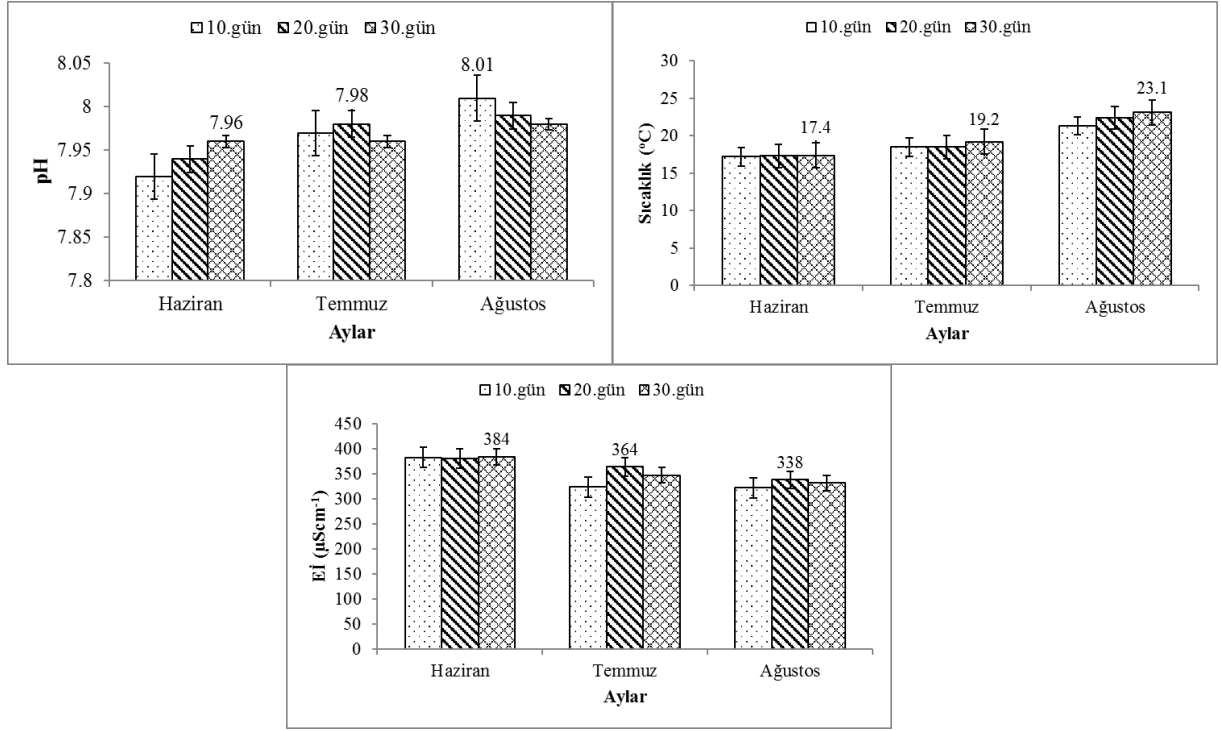
Bu çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi, IBM SPSS Statistics 21 programı (ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Çalışmada alınan yerüstü su örneklerinin her biri için analizler 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirildi. Çalışmada elde edilen verilerin ortalaması alındı ve standart hata değerleri hesaplandı. Standart hata değerleri grafiklerde ayrıca gösterildi. IBM SPSS İstatistik 21 program yazılımı kullanılarak, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için her bir parametre arasındaki ilişki iki yönlü Pearson korelasyon testi kullanılarak belirlendi.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çalışma kapsamında Tunceli ili Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının su kalitesinin belirlenmesi amacıyla pH, sıcaklık ve Eİ parametreleri ile BOİ₅, KOİ ve NO₃⁻-N parametreleri yaz sezonu boyunca analiz edildi. Analiz sonuçları 30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) ile mukayese edildi. Ayrıca, aylara göre her bir parametre arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirildi. Yönetmeliğin ana amacı; yerüstü sular ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fiziko-kimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin ve miktarının izlenmesi, bu suların kullanım maksatlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması, korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasların belirlenmesidir (YSKY, 2012). YSKY’nde yerüstü su kütlelerinde bazı parametreler için çevresel kalite standartları ve kullanım maksatları ayrıntılı bir şekilde açıklanmış ve Ek-5 Tablo 2’de su kalite kriterleri verilmiştir. Yönetmelik incelendiğinde su kalite sınıfları dört kısma ayrıtılmış ve çok iyi, iyi, orta ve zayıf olarak su kalite sınıfları belirlenmiştir. Bu kapsamda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve aşağıda ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır.

3.1. pH, Sıcaklık ve Eİ

Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularından Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında alınan su örneklerinde tespit edilen pH, sıcaklık ve Eİ değerleri Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Uzunçayır Barajından Mansaplanan yerüstü sularının pH, sıcaklık ve Eİ değerleri

Şekil 2’de gösterilen pH değerleri her bir aya göre değerlendirildiğinde en yüksek pH değerinin Ağustos ayında 10. gün 8,01 olarak, en düşük pH değerinin ise Haziran ayında 10. gün 7,92 olarak tespit edildi. Haziran ayında yerüstü sularında en yüksek pH değeri 30. gün 7,96 olarak belirlenirken 20. gün ise 7,94 olarak belirlendi. Haziran ayının ortalama pH değerinin 7,94 olduğu tespit edildi. Haziran ayında pH değerlerinin çok fazla değişiklik göstermediği belirlendi. Yerüstü sularının Temmuz ayı pH değerleri incelendiğinde en yüksek pH değeri 20. gün 7,98 olarak, en düşük pH değeri 30. gün 7,96 olarak belirlenirken 10. gün pH değeri 7,97 olarak tespit edildi. Temmuz ayında ortalama pH değeri 7,97 olarak belirlendi ve Haziran ayında olduğu gibi farklı günlere göre tespit edilen pH değerleri çok değişiklik göstermedi. Ağustos ayı pH değerleri değerlendirildiğinde Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının pH değerlerinin 7,98-8,01 arasında olduğu ve en yüksek pH değerinin (pH=8,01) Ağustos ayının 10. gününde, en düşük pH değerinin (pH=7,98) ise Ağustos ayının 30. gününde olduğu belirlendi. Ağustos ayının 20. gününde alınan yerüstü su örneklerinde pH değeri 7,99 olarak tespit edildi. Ağustos ayının ortalama pH değeri 7,99 olarak hesaplandı. Yüzeysel sularının normal pH aralığı 6,5 ve 8,5 aralığındadır (Zhao ve ark., 2020). YSKY’nde pH için kalite kriterleri incelendiğinde her bir sınıf için pH değerlerinin 6-9 arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışmada pH değerleri 7,92-8,01 arasında değiştiğinden Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının su kalite sınıfı Sınıf 1 olarak (çok iyi) belirlendi. Ho ve ark. (2019) Klang Nehri’nde (Malezya) yaptıkları çalışmada nehir suyunun pH, değerinin nehirlerin su kalitesi standardında (Malezya su kalite indeksi sınıflaması) belirtilen Sınıf 2 ve Sınıf 3 için kabul edilebilir aralık dahilinde 5,5 ve 8 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Köse ve ark. (2016) Porsuk Çayı’nda yaptıkları çalışmada pH aralıklarını 7,19-8,69 aralığında tespit etmişlerdir. Güneş ve ark. (2008) Ergene Nehri havzasında yaptıkları çalışmada pH aralıklarını 7,2-9,5 olarak bildirmişlerdir.

Çalışmada izlenen parametrelerden biri sıcaklık parametresiydi. Sıcaklık değerleri incelendiğinde en yüksek sıcaklık değeri Haziran ayı için 30. gün 17,4 °C olarak, en düşük sıcaklık 10. gün 17,2 °C olarak belirlendi. Haziran ayında 20. gün için sıcaklık değeri 17,3 °C’dir. Haziran ayının ortalama sıcaklık değeri 17,3 °C olarak hesaplandı. Haziran ayında sıcaklık değeri değişiklik göstermedi. Temmuz ayında tespit edilen en yüksek sıcaklık değeri 30. gün 19,2 °C, en düşük sıcaklık değeri 10. ve 20. gün 18,5 °C idi. Temmuz ayında Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının ortalama sıcaklık değeri 18,7 °C olarak belirlendi. Temmuz ayında sıcaklık değerleri Haziran ayında olduğu gibi çok değişiklik göstermedi. Ancak, Temmuz ayı sıcaklık değerleri Haziran ayında tespit edilen sıcaklık değerlerinden yüksekti. Ağustos ayı sıcaklık değerleri incelendiğinde en yüksek sıcaklık değeri 30. gün 23,1 °C olarak en düşük sıcaklık değeri 10. gün 21,3 °C olarak belirlendi. Ağustos ayında mansaplanan yerüstü sularının ortalama sıcaklık değeri 22,3 °C olarak tespit edildi. Ağustos ayı sıcaklık değerleri Haziran ve Temmuz ayında tespit edilen sıcaklık değerlerine göre daha yüksekti. Aylara göre sıcaklık değerleri büyükten küçüğe doğru Ağustos>Temmuz>Haziran şeklinde sıralandı. Su sıcaklığının artmasının nedeni yaz mevsiminde hava sıcaklığının artmasıdır.

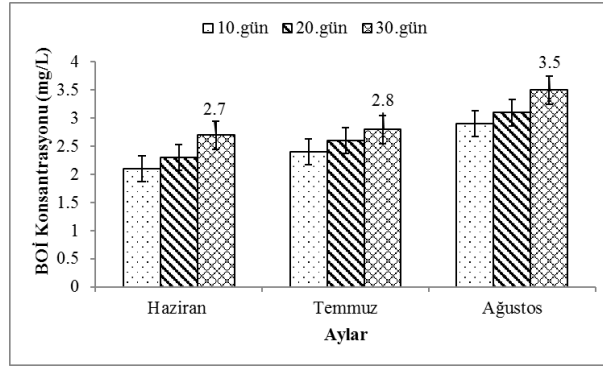
Çalışma kapsamında incelenen diğer bir parametre elektriksel iletkenlikti. Şekil 2’de verilen Eİ değerleri incelendiğinde Haziran ayında en yüksek Eİ değeri 30. gün 384 µS/cm olarak, en düşük Eİ değeri ise 20. gün 381 µS/cm olarak gerçekleşti. Haziran ayında 10. gün Eİ değeri 383 µS/cm olarak belirlendi. Haziran ayında tespit edilen ortalama Eİ değeri 383 µS/cm olarak hesaplandı. Haziran

ayında Eİ değerleri günlere göre fazla değişiklik göstermedi. Temmuz ayında tespit edilen en yüksek Eİ değeri 20. gün 364 $\mu\text{S/cm}$, en düşük Eİ değeri 10. gün 324 $\mu\text{S/cm}$ olarak belirlendi. Temmuz ayı ortalama Eİ değeri 345 $\mu\text{S/cm}$ olarak hesaplandı. Temmuz ayında Eİ değerleri Haziran ayından Temmuz ayına kadar geçen sürede arttı, Temmuz ayından Ağustos ayına kadar geçen sürede ise azaldı. Ağustos ayında tespit edilen en yüksek Eİ değeri 20. gün 338 $\mu\text{S/cm}$ olarak, en düşük Eİ değeri ise 10. gün 322 $\mu\text{S/cm}$ olarak belirlendi. Ağustos ayında 30. gün Eİ değeri 332 $\mu\text{S/cm}$ olarak belirlendi. Ağustos ayında Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının ortalama Eİ değeri 331 $\mu\text{S/cm}$ olarak hesaplandı. Köse ve ark. (2016) Porsuk Çayı'nda yaptıkları çalışmada Eİ değerlerini 346-1261 $\mu\text{S/cm}$ aralığında tespit etmişlerdir.

YSKY'nde Eİ için kalite kriterleri incelendiğinde her bir sınıf için Eİ değerinin verildiği görülmektedir. Buna göre; Sınıf-1 kalitesindeki sular $<400 \mu\text{S/cm}$, Sınıf-2 kalitesindeki sular 400-1000 $\mu\text{S/cm}$, Sınıf-3 kalitesindeki sular 1000-3000 $\mu\text{S/cm}$, Sınıf-4 kalitesindeki sular $>3000 \mu\text{S/cm}$ olarak sınıflandırılır. Çalışmamızda da Yaz mevsimi boyunca Eİ değerleri 322-384 $\mu\text{S/cm}$ arasında değerler aldığından su kalite sınıfı Sınıf-1 olarak belirlendi. Turan ve Ülkü (2003) tarafından Denizli ili Gökpinar ve Çürüksu Çaylarında yapılan çalışmada bildirilen ortalama Eİ değerleri (633-3312 $\mu\text{S/cm}$) bu çalışmada tespit edilenlerden (322-384 $\mu\text{S/cm}$) oldukça yüksektir.

3.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularında tespit edilen BOİ₅ konsantrasyonları Şekil 3'te verilmiştir.



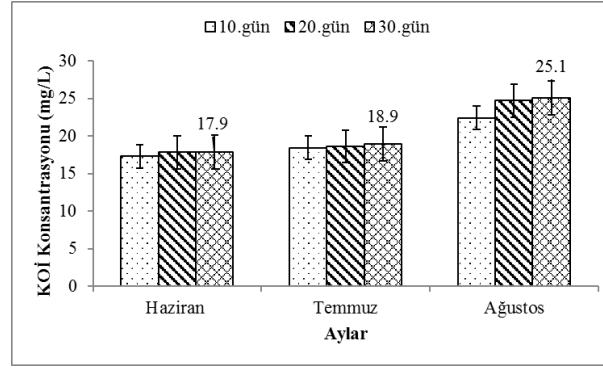
Şekil 3. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü su örneklerine ait BOİ₅ konsantrasyonları

Şekil 3'e göre Haziran ayında 10. günden 30. güne kadar geçen süre içerisinde BOİ₅ konsantrasyonları artış gösterdi. Haziran ayında tespit edilen en yüksek BOİ₅ konsantrasyonu 30. gün 2,7 mg/L olarak, en düşük BOİ₅ konsantrasyonu ise 10. gün 2,1 mg/L olarak tespit edildi. 20. günde tespit edilen BOİ₅ konsantrasyonu 2,3 mg/L olarak belirlendi. Haziran ayında Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının ortalama BOİ₅ konsantrasyonu 2,37 mg/L olarak hesaplandı. Temmuz ayı BOİ₅ konsantrasyonları incelendiğinde Haziran ayında olduğu gibi günlere göre artış gösterdi. En yüksek BOİ₅ konsantrasyonu 30. gün 2,8 mg/L olarak tespit edilirken en düşük BOİ₅ konsantrasyonu 10. gün 2,4 mg/L olarak tespit edildi. 20. gün BOİ₅ konsantrasyonu 2,6 mg/L olarak belirlendi. Temmuz ayı ortalama BOİ₅ konsantrasyonu 2,6 mg/L olarak hesaplandı. Ağustos ayında tespit edilen en yüksek BOİ₅ konsantrasyonu 30. gün 3,5 mg/L en düşük BOİ₅ konsantrasyonu ise 10. gün 2,9 mg/L olarak belirlendi. Ağustos ayında belirlenen BOİ₅ konsantrasyonları Haziran ve Temmuz ayına benzer bir şekilde günlere göre artış gösterdi. Yaz mevsiminde Haziran ayından Ağustos ayına geçen sürede BOİ₅ konsantrasyonları arttı ve BOİ₅ konsantrasyonları açısından büyükten küçüğe doğru Ağustos>Temmuz>Haziran şeklinde sıralandı. Ağustos ayında ortalama BOİ₅ konsantrasyonu 3,17 mg/L olarak hesaplandı. Bunun nedeni insan faaliyetleri sonucu göle giren kirleticilerin zamanla artmasından dolayıdır. Literatürde farklı nehirler için çeşitli BOİ konsantrasyonları bildirilmiştir. Zhao ve ark. (2020)'nin Yellow Nehri (Çin) kollarında yaptıkları çalışmada BOİ değerleri yaklaşık 1.5 - 8 mg/L arasında değişmiştir. Sözkonusu çalışmada BOİ için ulusal standart değer 4 mg/L olarak bildirilmiştir. Arman ve ark. (2019) Malezya' da Sg Berasau ve Sg Mengkibol Nehrinde yaptıkları çalışmada BOİ konsantrasyonlarını sırasıyla 4,07 ve 11,95 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara göre Sg Berasau Sınıf 3, Sg Mengkibol ise Sınıf 4 olarak bildirilmiştir. Güneş ve ark. (2008) Ergene Nehri havzasında yaptıkları çalışmada tekstil endüstrileri organize sanayi bölgesi, deri endüstrileri organize sanayi bölgesi ve Çerkezköy ile Çorlu' daki diğer endüstrilerin atıksularını alan nehir suyunda BOİ konsantrasyonunu 534 mg/L olarak bildirmişlerdir. Turan ve Ülkü (2003) Denizli ili Gökpinar ve Çürüksu Çaylarında yaptıkları çalışmada ortalama BOİ değerlerini 18-100 mg/L olarak bildirmişlerdir. Köse ve ark. (2016) Porsuk Çayı'nda yaptıkları çalışmada BOİ konsantrasyonlarını 0,15-14,91 mg/L aralığında tespit etmişlerdir.

YSKY'nde BOİ₅ konsantrasyonu $<4 \text{ mg/L}$ olan sular Sınıf-1 olarak; 4-8 mg/L arasında olan sular Sınıf-2 olarak; 8-20 mg/L arasında olan sular Sınıf-3 olarak ve $>20 \text{ mg/L}$ olan sular Sınıf-4 olarak ifade edilmiştir. Çalışmamızda da Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında BOİ₅ konsantrasyonları 4 mg/L'den düşük değerlere sahip olduğundan BOİ₅ açısından Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının su kalite sınıfı Sınıf-1 olarak belirlendi. Ho ve ark. (2019) Klang Nehri'nde (Malezya) yaptıkları çalışmada nehir suyunun Malezya su kalite indeksi sınıflamasına göre Sınıf 4 (6-12 mg/L) olduğunu gösteren 7 mg/L BOİ konsantrasyonu bildirmişlerdir.

3.3. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularında tespit edilen KOİ konsantrasyonları Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularına ait KOİ konsantrasyonları

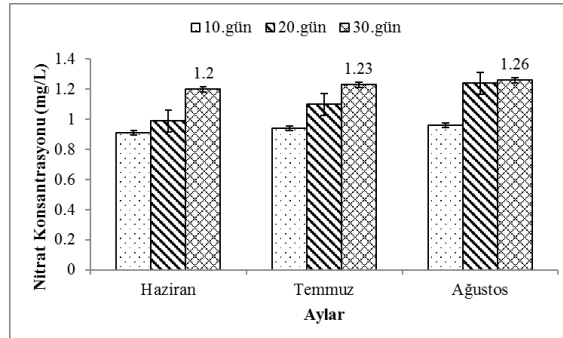
Şekil 4 değerlendirildiğinde Haziran ayında 10.günden 30. güne kadar geçen sürede KOİ konsantrasyonları artış gösterdi. Haziran ayında tespit edilen en yüksek KOİ konsantrasyonu 30. gün 17,9 mg/L, en düşük KOİ konsantrasyonu ise 10. gün 17,3 mg/L olarak tespit edildi. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının Haziran ayında ortalama KOİ konsantrasyonu 17,7 mg/L olarak belirlendi. Temmuz ayında KOİ konsantrasyonları Haziran ayında olduğu gibi günlere göre artış gösterdi ve en yüksek KOİ konsantrasyonu 30. gün 17,9 mg/L, en düşük KOİ konsantrasyonu ise 10. gün 18,4 mg/L olarak tespit edildi. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının Temmuz ayında ortalama KOİ konsantrasyonu 18,6 mg/L olarak hesaplandı. Temmuz ayında tespit edilen KOİ konsantrasyonları Haziran ayında tespit edilen KOİ konsantrasyonlarından daha yüksekti. Ağustos ayı KOİ konsantrasyonları incelendiğinde en yüksek KOİ konsantrasyonu 30. gün 25,1 mg/L olarak en düşük KOİ konsantrasyonu 10. gün 22,4 mg/L olarak belirlendi. 20. gün tespit edilen KOİ konsantrasyonu ise 24,7 mg/L olarak tespit edildi. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının Ağustos ayı ortalama KOİ konsantrasyonu 24,07 mg/L olarak hesaplandı. Ağustos ayında tespit edilen KOİ konsantrasyonları Temmuz ayında tespit edilen KOİ konsantrasyonlarından daha yüksekti. Aylara göre KOİ konsantrasyonları büyükten küçüğe doğru Ağustos>Temmuz>Haziran şeklinde sıralandı.

Yaz mevsiminde KOİ konsantrasyonları BOİ₅ konsantrasyonlarında olduğu gibi Haziran ayından Ağustos ayına kadar geçen sürede artmıştır. Bunun nedeni BOİ₅ parametresinde olduğu gibi insan faaliyetleri sonucu göle giren kirleticilerin zamanla artmasından dolayıdır.

Çalışmada elde edilen KOİ verileri YSKY’nde belirlenen KOİ konsantrasyonları ile karşılaştırıldı. Buna göre; KOİ konsantrasyonu 25 mg/L’den küçük olan sular Sınıf-1 kalitesinde sular olarak; 25 ila 50 mg/L arasında olan sular Sınıf-2 kalitesinde sular olarak; 50 ila 70 mg/L arasında olan sular Sınıf-3 kalitesinde sular olarak ve 70 mg/L’den büyük olan sular Sınıf-4 kalitesinde sular olarak ifade edilmiştir. Bu çalışmada Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında tespit edilen KOİ konsantrasyonları 25-50 mg/L arasında olduğundan Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının KOİ açısından su kalite sınıfı Sınıf-2 olarak belirlendi. Literatürde farklı nehirler için çeşitli KOİ konsantrasyonları bildirilmiştir. Ho ve ark. (2019) Klang Nehri’nde (Malezya) yaptıkları çalışmada nehir suyunun Malezya su kalite indeksi sınıflamasına göre Sınıf 3 (25-50 mg/L) olduğunu gösteren 45 mg/L KOİ konsantrasyonu bildirmişlerdir. Zhao ve ark. (2020)’nin Yellow Nehri (Çin) kollarında yaptıkları çalışmada KOİ değerleri yaklaşık 5 - 40 mg/L arasında değişmiştir. Sözkonusu çalışmada KOİ için ulusal standart değer 20 mg/L olarak bildirilmiştir. Arman ve ark. (2019) Malezya’da Sg Mengkibol Nehrinde yaptıkları çalışmada KOİ konsantrasyonunu 32,57 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuca göre Sg Mengkibol Sınıf 3 olarak bildirilmiştir. Güneş ve ark. (2008) Ergene Nehri havzasında yaptıkları çalışmada tekstil endüstrileri organize sanayi bölgesi, deri endüstrileri organize sanayi bölgesi ve Çerkezköy ile Çorlu’deki diğer endüstrilerin atıksularını alan nehir suyunda KOİ konsantrasyonunu 1316 mg/L olarak, endüstriyel veya evsel atıksu deşarjını almayan nehir suyunda KOİ konsantrasyonunu 29 mg/L olarak bildirmişlerdir. Turan ve Ülkü (2003) Denizli ili Gökpınar ve Çürüksu Çaylarında yaptıkları çalışmada ortalama KOİ değerlerini 43-315 mg/L olarak bildirmişlerdir. Köse ve ark. (2016) Porsuk Çayı’nda yaptıkları çalışmada KOİ konsantrasyonlarını 0,779-25,01 mg/L aralığında tespit etmişlerdir.

3.4. Nitrat azotu (NO₃⁻-N)

Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularında tespit edilen NO₃⁻-N konsantrasyonları Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 5. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularına ait NO₃⁻-N konsantrasyonları

Şekil 5'e göre Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularında Haziran ayında tespit edilen NO_3^- -N konsantrasyonları günlere göre artış gösterdi ve en yüksek NO_3^- -N konsantrasyonu 30.gün 1,2 mg/L olarak, en düşük NO_3^- -N konsantrasyonu 10. gün 0,91 mg/L olarak tespit edildi. 20. gün ise NO_3^- -N konsantrasyonu 0,99 mg/L olarak belirlendi. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının Haziran ayı ortalama NO_3^- -N konsantrasyonu 1,03 mg/L olarak hesaplandı. Temmuz ayı NO_3^- -N konsantrasyonları incelendiğinde Haziran ayında olduğu gibi günlere göre NO_3^- -N konsantrasyonları artış gösterdi ve en yüksek NO_3^- -N konsantrasyonu 30. gün 1,23 mg/L olarak en düşük NO_3^- -N konsantrasyonu 10. gün 0,94 mg/L olarak belirlendi. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının Temmuz ayı ortalama NO_3^- -N konsantrasyonu 1,09 mg/L olarak hesaplandı. Ağustos ayı NO_3^- -N konsantrasyonları incelendiğinde Haziran ve Temmuz ayında olduğu gibi günlere göre artış gösterdi ve Ağustos ayında tespit edilen en yüksek NO_3^- -N konsantrasyonları 30. gün 1,26 mg/L en düşük NO_3^- -N konsantrasyonu 10. gün 0,96 mg/L'dir. Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının Ağustos ayı ortalama NO_3^- -N konsantrasyonu 1,15 mg/L olarak hesaplandı. Yaz mevsimi NO_3^- -N konsantrasyonları karşılaştırıldığında NO_3^- -N konsantrasyonlarının aylara göre artış gösterdiği belirlendi. Bunun asıl nedeninin antropojenik etkiler (tarımsal faaliyetler vb. gibi) olabileceği düşünülmektedir. Bayhan ve ark. (2016), Ömerli Baraj Gölünün su kalitesinin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada nitrat azotu seviyesini 2 mg/L seviyesinde belirleyerek baraj gölünün su kalitesini Sınıf-2 olarak tespit etmişlerdir.

Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularında tespit edilen NO_3^- -N konsantrasyonları YSKY'nde belirlenen değerlerle mukayese edildi. YSKY'nde NO_3^- -N konsantrasyonu 3 mg/L'den küçük olan sular Sınıf-1 kalitesinde sular olarak; 3 ila 10 mg/L arasında olan sular Sınıf-2 kalitesinde sular olarak; 10 ila 20 mg/L arasında olan sular Sınıf-3 kalitesinde sular olarak ve 20 mg/L'den büyük olan sular Sınıf-4 kalitesinde sular olarak ifade edilmiştir. Bu çalışmada, Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularına ait NO_3^- -N konsantrasyonları 3 mg/L'den küçük olduğu için NO_3^- -N açısından su kalite sınıfı Sınıf-1 olarak belirlendi. Algal büyümeyi sınırlayan veya arttıran önemli faktörlerden birisi nitrat azotudur. Nitrat azotunun sulardaki normal değerleri 1–10 mg/L'dir (Köse ve ark., 2016). Bu çalışmada elde edilen nitrat azotu konsantrasyonlarının (<3 mg/L) bu aralıkta kaldığı görülmektedir. Köse ve ark. (2016) Porsuk Çayı'nda yaptıkları çalışmada nitrat azotu konsantrasyonlarını 0,208-338 mg/L aralığında tespit etmişlerdir.

3.5. İstatistiksel Çalışmalar

Bu çalışmada, Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularına ait pH, sıcaklık, Eİ, KOİ, BOİ₅, NO_3^- -N konsantrasyonları Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında tespit edildi. Aylara göre elde edilen verilerin her bir parametre ile arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirildi. Bu çerçevede, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında parametreler arasındaki istatistiksel ilişki Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 2. Haziran ayı parametreler arasındaki ilişki

		pH	Sıcaklık	Eİ	BOİ ₅	KOİ	NO_3^- -N
pH	Pearson korelasyon	1					
	Sig.						
Sıcaklık	Pearson korelasyon	1,000**	1				
	Sig.	,000					
Eİ	Pearson korelasyon	,327	,327	1			
	Sig.	,788	,788				
BOİ ₅	Pearson korelasyon	,982	,982	,500	1		
	Sig.	,121	,121	,667			
KOİ	Pearson korelasyon	,933	,933	-,034	,849	1	
	Sig.	,234	,234	,978	,355		
NO_3^- -N	Pearson korelasyon	,968	,968	,554	,998*	,813	1
	Sig.	,161	,161	,626	,040	,395	

** . Korelasyon 0,01 seviyesinde önemlidir (2-yollu). * . Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir (2-yollu).

Tablo 2 incelendiğinde Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularında tespit edilen pH değerleri ile sıcaklık değerleri arasında önemli bir korelasyon olduğu belirlendi ($R^2=1$, $p=0,01$). Ayrıca, Nitrat konsantrasyonları ile BOİ₅ konsantrasyonları arasında da önemli bir korelasyon olduğu belirlendi ($R^2=0,998$, $p=0,05$). KOİ konsantrasyonları ile Eİ değerleri arasında negatif yönlü ve anlamsız bir ilişkinin olduğu tespit edildi ($R^2=-0,034$). pH-Eİ, Eİ-sıcaklık, BOİ₅-Eİ, KOİ-BOİ₅, NO_3^- -N-Eİ ve NO_3^- -N-KOİ parametreleri arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu ancak korelasyonların kuvvetli olmadığı belirlendi. BOİ₅-pH, BOİ₅-sıcaklık, KOİ-pH, KOİ-sıcaklık, NO_3^- -N-pH ve NO_3^- -N-sıcaklık parametreleri arasında pozitif yönlü ve önemli bir korelasyon olduğu belirlendi.

Tablo 3. Temmuz ayı parametreler arasındaki ilişki

		pH	Sıcaklık	Eİ	BOİ ₅	KOİ	NO_3^- -N
pH	Pearson korelasyon	1					

	Sig.					
Sıcaklık	Pearson korelasyon	-,866	1			
	Sig.	,333				
Eİ	Pearson korelasyon	,423	,086	1		
	Sig.	,722	,945			
BOİ ₅	Pearson korelasyon	-,500	,866	,573	1	
	Sig.	,667	,333	,612		
KOİ	Pearson korelasyon	-,596	,918	,475	,993	1
	Sig.	,593	,260	,685	,073	
NO ₃ ⁻ -N	Pearson korelasyon	-,447	,835	,621	,998*	,985
	Sig.	,705	,371	,574	,038	,111

*. Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir (2-yollu).

Tablo 3 incelendiğinde Nitrat ile BOİ₅ arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu görüldü ($R^2=0,998$, $p=0,05$). Sıcaklık-pH, BOİ₅-pH, KOİ-pH ve NO₃⁻-N-pH arasında ilişkinin anlamsız ve negatif olduğu tespit edildi. Eİ-pH, Eİ-Sıcaklık, BOİ₅-Sıcaklık, BOİ₅-Eİ, KOİ-Eİ, NO₃⁻-N-Sıcaklık ve NO₃⁻-N-Eİ arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki olduğu ancak korelasyonların zayıf olduğu belirlendi. KOİ-Sıcaklık, KOİ-BOİ ve Nitrat-KOİ arasındaki ilişkilerin pozitif ve anlamlı olduğu, korelasyonların ise NO₃⁻-N-BOİ₅' de olduğu gibi yüksek olduğu belirlendi.

Tablo 4. Ağustos ayı parametreler arasındaki ilişki

		pH	Sıcaklık	Eİ	BOİ ₅	KOİ	NO ₃ ⁻ -N
pH	Pearson korelasyon	1					
	Sig.						
Sıcaklık	Pearson korelasyon	-,998*	1				
	Sig.	,040					
Eİ	Pearson korelasyon	-,756	,714	1			
	Sig.	,454	,494				
BOİ ₅	Pearson korelasyon	-,929	,950	,459	1		
	Sig.	,242	,202	,696			
KOİ	Pearson korelasyon	-,981	,967	,869	,839	1	
	Sig.	,125	,164	,330	,367		
NO ₃ ⁻ -N	Pearson korelasyon	-,963	,944	,905	,794	,997*	1
	Sig.	,174	,214	,280	,416	,050	

*. Korelasyon 0,05 seviyesinde önemlidir (2-yollu).

Tablo 4 incelendiğinde NO₃⁻-N-KOİ arasında pozitif yönde, anlamlı ve yüksek bir korelasyon olduğu belirlendi ($R^2=0,997$, $p=0,05$). NO₃⁻-N-KOİ arasındaki ilişkinin aksine Sıcaklık-pH arasında negatif yönde ancak 0,05 seviyesinde yüksek bir korelasyon olduğu belirlendi ($R^2=-0,998$, $p=0,05$). Eİ-pH, BOİ₅-pH, KOİ-pH ve NO₃⁻-N-pH arasında negatif yönde bir ilişki olduğu tespit edildi. Eİ-sıcaklık, BOİ₅-Eİ, KOİ-Eİ, KOİ-BOİ₅, NO₃⁻-N-BOİ₅ arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu ancak R^2 değerlerinin düşük değerler aldığı belirlendi. BOİ₅-sıcaklık, KOİ-sıcaklık, NO₃⁻-N-sıcaklık ve NO₃⁻-N-Eİ arasında ise pozitif yönde ve anlamlı bir ilişkinin olduğu ve R^2 değerlerinin 0,90'dan büyük değerler aldığı belirlendi.

4. Sonuç

Tunceli ilinin önemli su kaynaklarından biri olan Munzur nehri üzerine kurulu Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Su kalitesinin belirlenmesinin amacı, barajlardan mansaplanan su kütlesinin hangi amaçla kullanılıp kullanılmayacağına değerlendirilmesidir. Bu çerçevede, Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularının pH, sıcaklık, Eİ, KOİ, BOİ₅ ve nitrat konsantrasyonları yaz mevsimi (haziran, temmuz ve ağustos) boyunca izlenmiştir. Parametreler arasındaki ilişkiler aylara göre incelendiğinde Haziran ayında pH değerleri ile sıcaklık değerleri arasında önemli bir korelasyon olduğu ($R^2=1$, $p=0,01$), Temmuz ayında NO₃⁻-N ile BOİ₅ arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu ($R^2=0,998$, $p=0,05$) ve Ağustos ayında NO₃⁻-N-KOİ arasında pozitif yönde, anlamlı ve yüksek bir korelasyon olduğu belirlendi ($R^2=0,997$, $p=0,05$). Elde edilen verilere göre Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü suları pH, Eİ, BOİ₅ ve NO₃⁻-N açısından Sınıf-1 kalitesinde bir su olarak, KOİ açısından ise Sınıf-2 kalitesinde bir su olarak belirlenmiştir. Ülkemizde su kalitesinin sınıflandırılması YSKY'nde

ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bu çerçevede, yüksek kaliteli sular olarak da ifade edilen “çok iyi” su durumunu gösteren sular Sınıf-1 kalitesindeki sular olarak belirtilmektedir. Bu sular içme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları, yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir suları, alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte suları ve hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikteki suları kapsamaktadır. Az kirlenmiş su olarak da ifade edilen “iyi su” durumunu gösteren sular Sınıf-2 kalitesindeki sular olarak ifade edilmektedir. Bu sular içme suyu olma potansiyeli olan yerüstü sularını, rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikteki suları, alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikteki suları ve Mer-i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak kullanılacak suları kapsamaktadır. Sonuç olarak Uzunçayır Barajından mansaplanan yerüstü sularını KOİ parametresi hariç Sınıf-1 kalitesinde bir su olarak tanımlayabiliriz.

Kaynakça

- Arman, N.Z., Salmiati, S., Said, M.I.M., Aris, A. (2019). Development of macroinvertebrate-based multimetric index and establishment of biocriteria for river health assessment in Malaysia. *Ecological Indicators*, 104(2019), 449-458.
- Azizullah, A., Khattak, M.N.K., Richter, P., Häder, D.P. (2011). Water pollution in Pakistan and its impact on public health—a review, *Environ. Int.*, 37(2011), 479-497.
- Bashir, N., Saeed, R., Afzaal, M., Ahmad, A., Hameed, S. (2020). Water quality assessment of lower Jhelum canal in Pakistan by using geographic information system (GIS). *Groundwater for Sustainable Development*, 10(2020), Article 100357.
- Bayhan H., Erguven G.O., Akkoyunlu A., Kanat G. (2017). The Assessment of Water Quality in Omerlı Dam Reservoir, Istanbul, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin.*, 26 (1a) (2017), 977-988
- Bloesch, J., Sandu, C., Janning, J. (2012). Challenges of an integrative water protection and river basin management policy: The Danube case. *River Syst.*, 20(2012), 129-144.
- Cikcikoglu, N.C., Demirbilek D., Erguven G.O., Kayar R., Basaran S., Tulpar D. (2018). The determination of present and possible environmental risks in solid waste dumping site, Tunceli, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 77:622
- Chapman, D.V., Bradley, C., Gettel, G.M., Hatvani, I.G., Varbiro, G. (2016). Developments in water quality monitoring and management in large river catchments using the Danube River as an example. *Environmental Science & Policy*, 64(2016), 141-154.
- Crosa, G., Froebrich, J., Nikolayenko, V., Stefani, F., Gallid, P., Calamari, D. 2006. Spatial and seasonal variations in the water quality of the Amu Darya river (Central Asia). *Water Res.*, 40(2006), 2237-2245.
- Galán-Martín, A., Vaskan, P., Antón, A., Esteller, L.J., Gonzalo, G. (2017). Multi-objective optimization of rained and irrigated agricultural areas considering production and environmental criteria: a case study of wheat production in Spain. *J. Clean. Prod.*, 140(2017), 816-830.
- Güneş, E.H., Güneş, Y., Talınlı, İ. (2008). Toxicity evaluation of industrial and land base sources in a river basin. *Desalination*, 226(2008), 348-356.
- Herdendorf, C.E. (1982). Large lakes of the world. *Journal of Great Lakes Research*, 8(1982), 379-412.
- Herdendorf, C.E. (1990). Distribution of the world's large lakes. M.T. Max, C. Serruya (Eds.), *Large lakes: Ecological structure and function*, Springer, Berlin Heidelberg (1990), 3-38s.
- Ho, J.Y., Afan, H.A., El-Shafie, A.H., Koting, S.B., Mohd, N.S., Jaafar, W.Z.B., Hin, L.S., Malek, M.A., Ahmed, A.N., Melini, W.H., Mohtar, W., Elshorbagy, A., El-Shafie, A. (2019). Towards a time and cost effective approach to water quality index class prediction. *Journal of Hydrology*, 575(2019), 148-165.
- Huang, J., Huang, Y., Zhang, Z. (2014). Coupled effects of natural and anthropogenic controls on seasonal and spatial variations of river water quality during baseflow in a coastal watershed of Southeast China. *PLoS One*, 9(2014), e91528.
- Iqbal, J., Shah, N.S., Sayed, M., Muhammad, N. (2020). Deep eutectic solvent-mediated synthesis of ceria nanoparticles with the enhanced yield for photocatalytic degradation of flumequine under UV-C. *J. Water Process. Eng.*, 33(2020), 101012.
- Jiang, Y., Xu, X., Huang, Q., Huo, Z., Huang, G. (2016). Optimization regional irrigation water use by integrating a two-level optimization model and an agro-hydrological model. *Agric. Water Manage.*, 178(2016), 76-88.
- Korkanç, S.Y., Kayıkçı, S., Korkanç, M. (2017). Evaluation of spatial and temporal water quality in the Akkaya dam watershed (Niğde, Turkey) and management implications. *Journal of African Earth Sciences*, 129(2017), 481-491.
- Köse, E., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Tokatlı, C., Uğurluoğlu, A., Başkurt, S., Aksu, S., Uylaş, M. (2016). Water quality assessment of Porsuk stream basin. *Biological Diversity and Conservation*, 9(2016), 119-126.
- Lehner, B., Döll, P. (2004). Development and validation of a global database of lakes, reservoirs and wetlands. *Journal of Hydrology*, 296(2004), 1-22.

- Levidow, L., Zaccarla, D., Maia, R., Vivas, E., Yodorovic, M., Scardigno, A. (2014). Improving water-efficient irrigation: prospects and difficulties of innovative practices. *Agric. Water Manage.*, 146(2014), 84-94.
- Li, M., Xu, Y., Fu, O., Singh, V.P., Liu, D., Li, T. (2020a). Efficient irrigation water allocation and its impact on agricultural sustainability and water scarcity under uncertainty. *Journal of Hydrology*, 586(2020), Article 124888.
- Li, L., Iqbal, J., Zhu, Y., Wang, F., Zhang, F., Chen, W., Wu, T., Du, Y. (2020b). Chitosan/Al₂O₃-HA nanocomposite beads for efficient removal of estradiol and chrysoidin from aqueous solution. *Int. J. Biol. Macromol.*, 145(2020), 686-693.
- Ouyang, Y. (2005). Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. *Water Res.*, 39(2005), 2621-2635.
- Paca, J.M., Santos, F.M., Pires, J.C.M., Leitao, A.A., Boaventura, R.A.R. (2019). Quality assessment of water intended for human consumption from Kwanza, Dande and Bengo rivers (Angola). *Environmental Pollution*, 254(2019), Article 113037.
- Rahman, M.M., Howladar, M.F., Hossain, M.A., Muzemder, A.T.M., Al Numanbakth, M.A. (2020). Impact assessment of anthropogenic activities on water environment of tillai river and its surroundings, barapukuria thermal power plant. Dinajpur, Bangladesh, *Groundw. Sustain. Dev.*, 10(2020), 100310.
- Sarkar, S.K., Saha, M., Takada, H., Bhattacharya, A., Mishra, P., Bhattacharya, B. (2007). Water quality management in the lower stretch of the river Ganges, east coast of India: an approach through environmental education. *J. Clean. Prod.*, 15(2007), 1559-1567.
- Shirani, Z., Santhosh, C., Iqbal, J., Bhatnagar, A. (2018). Waste Moringa oleifera seed pods as green sorbent for efficient removal of toxic aquatic pollutants. *J. Environ. Manag.*, 227(2018), 95-106.
- Sommerwerk, N., Bloesch, J., Paunović, M., Baumgartner, C., Venohr, M., Schneider-Jacoby, M., Hein, T., Tockner, K. (2010). Managing the world's most international river: the Danube River Basin. *Mar. Freshwater Res.*, 61(2010), 736-748.
- Subedi, N., Lähde, A., Abu-Danso, E., Iqbal, J., Bhatnagar, A. (2019). A comparative study of magnetic chitosan (Chi@Fe₃O₄) and graphene oxide modified magnetic chitosan (Chi@Fe₃O₄GO) nanocomposites for efficient removal of Cr(VI) from water. *Int. J. Biol. Macromol.*, 137(2019), 948-959.
- Turan, F., Ülkü, G. (2013). Gökpınar ve Çürüksu Çaylarının Kirlilik Parametre ve Yüklerinin İzlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2013), 133-144.
- Ustaoğlu, F., Tepe, Y. (2019). Water quality and sediment contamination assessment of Pazarsuyu Stream, Turkey using multivariate statistical methods and pollution indicators. *Int. Soil Water Conserv. Res.* (2019), 10.1016/j.iswcr.2018.09.001
- Ustaoğlu, F., Tepe, Y., Taş, B. (2020). Assessment of stream quality and health risk in a subtropical Turkey river system: A combined approach using statistical analysis and water quality index. *Ecological Indicators*, 113 (2020), Article 105815.
- Wang, J., Sheng, Y., Tong, T.S.D. (2014). Monitoring decadal lake dynamics across the Yangtze Basin downstream of Three Gorges Dam. *Remote Sensing of Environment*, 152(2014), 251-269.
- YSKY, 2012. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, 30.11.2012 Tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete.
- Zhao, M.M., Wang, S.M., Chen, Y.P., Wu, J.H., Xue, L.-G., Fan, T.T. (2020). Pollution status of the Yellow River tributaries in middle and lower reaches. *Science of The Total Environment*, 722(2020), Article 137861.
- Zhou, F., Huang, G.H., Guo, H.C., Zhang, W., Hao, Z.J. (2007). Spatio-temporal patterns and source apportionment of coastal water pollution in eastern Hong Kong. *Water Res.*, 41(2007), 3429-3439.