

Mustafakemalpaşa Çayı Su Kalitesinin Çevresel Kalite Standartları ve Kullanım Maksatları Açısından Değerlendirmesi

Saadet HACISALİHOĞLU^{1*}, Emel KAYNAR¹, Vuslat Deniz DARAT¹

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa

*Sorumlu Yazar: saadet.hacisalihoglu@btu.edu.tr

Geliş Tarihi: 30.12.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 28.04.2023 Kabul Tarihi: 07.06.2023

ÖZ

Uluslararası öneme haiz olan Uluabat Gölü, pek çok canlı türü için yaşama, barınma ve üreme alanı oluşturmaktadır. Uluabat Gölü'nü besleyen en önemli su kaynağı Mustafakemalpaşa (MKP) Çayı'dır. Yapılan bu çalışmada ülkemiz için önemli bir sulak alan olan, Uluabat Gölü'nü besleyen, MKP Çayı'nın su kalitesi bazı Çevresel Kalite Standartları ve Kullanım Maksatları açısından değerlendirilmiş ve göle taşınan yaklaşık kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Su kalitesi belirlenirken Ekim 2017 – Eylül 2019 dönemlerini kapsayan süreçte akarsu üzerinde belirlenen iki farklı örnekleme noktasında mevsimsel olarak bazı fizikokimyasal su kalitesi parametreleri izlenmiştir. İzlenen su kalitesi parametreleri: nitrat azotu (NO₃-N), amonyum azotu (NH₄-N), toplam azot (TN), fosfat fosforu (PO₄-P), toplam fosfor (TP), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI₅) olup, bu parametrelerin mekânsal ve zamansal değişimleri irdelenmiştir. Çalışma sonucunda, 2017-2019 su yıllarını kapsayan süreçte MKP Çayı yıllık ortalama debi değeri 15,94 m³s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İncelenen parametrelerin kirlenme yükleri büyüklük sıralamasının KOI>BOI₅>TN>NO₃-N>NH₄-N>TP>PO₄-P şeklinde olduğu tespit edilmiştir. MKP Çayı'nın yoğun kirliliğe maruz kaldığı, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) "Kıtaçığı Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Kalite Kriterleri" açısından değerlendirildiğinde III. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum dikkate alındığında Uluabat Gölü'ne yoğun bir kirliliğin taşındığı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Kirlilik yükü, Mustafakemalpaşa Çayı, su kalitesi, Uluabat Gölü

Evaluation of Mustafakemalpaşa Stream Water Quality in Terms of Environmental Quality Standards and Usage Purposes

ABSTRACT

Lake Uluabat, which is of international importance, creates a living, sheltering, and breeding area for many living species. The most important water source feeding Uluabat Lake is Mustafakemalpaşa (MKP) Stream. In this study, the water quality of the MKP Stream, which is an important wetland for our country, feeding the Uluabat Lake, was evaluated in terms of some Environmental Quality Standards and Usage Purposes, and the approximate pollution loads carried to the lake were calculated. While determining the water quality, some seasonal physicochemical water quality parameters were monitored at two different sampling points determined on the river during the period covering October 2017 – September 2019. Monitored water quality parameters are nitrate nitrogen (NO₃-N), ammonium nitrogen (NH₄-N) total nitrogen (TN), phosphate phosphorus (PO₄-P), total phosphorus (TP), chemical oxygen demand (COD) and biological oxygen demand (BOD₅), the spatial and temporal changes of these parameters were examined. As a result of the study, it was determined that the annual average flow value of the MKP Stream was 15.94 m³s⁻¹ in the period covering the 2017-2019 water years, and the total pollutant loads were in the order of KOI>BOI₅>TN>NO₃-N>NH₄-N>TP>PO₄-P. It is seen that MKP Stream is exposed to intense pollution and when the Surface Water Quality Regulation (YSKY) is evaluated in terms of "Quality Criteria for General Chemical and

Physicochemical Parameters of Inland Surface Water Resources", III. class water quality was determined. Considering this situation, it can be said that intense pollution has been carried to Uluabat Lake.

Key words: Mustafakemalpaşa Stream, Lake Uluabat, water quality, pollution load

GİRİŞ

Su yaşamın her alanında bulunan ve en çok ihtiyaç duyulan temel maddedir. Günümüzde su kaynakları, teknolojinin ilerlemesiyle içme-kullanma, sulama, enerji üretimi, taşımacılık, rekreasyon gibi çok yönlü kullanılmaya başlanmıştır. Ancak kullanım alanı arttıkça kirlenme veya kirliliğe maruz kalma oranı da her geçen gün artmaktadır. Bu ilerlemeye paralel olarak sanayileşme ve kentleşmenin de artması ile 'su kirliliği' kavramı ortaya çıkmıştır (Xu ve ark., 2012).

İnsanların su kaynaklarını bilinçsiz kullanmalarından dolayı temiz ve yüksek kalitedeki su kaynakları zaman geçtikçe azalmaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği, sahip oldukları su kalitesinin iyileştirilmesi ve korunabilmesi için etkin izleme programlarının oluşturulması gerekmektedir (Elmacı ve ark., 2008, Karaer ve ark., 2013). Su kaynaklarının izlenmesinde havza bazlı izleme esas alınmalı ve su kütlesi bir bütün olarak değerlendirilmelidir (İleri ve ark., 2014a). Su kaynaklarının kirlenmesine ve su kalitesinin bozulmasına sebep olan başlıca kirleticiler zirai amaçlı kullanılan gübre ve tarım ilaçları, septik sızıntılar, evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, rekreasyon aktiviteleri, deniz taşımacılığı kaynaklı kirlenme olarak sıralanabilir (Elmanama ve ark., 2006; Elmacı ve ark. 2008; Ünlü ve ark., 2008). Yüzeysel sularda doğal olarak bulunan veya kirletici kaynaklardan bu sulara ulaşan çeşitli organik maddeler, ortamdaki mikroorganizmaların aktiviteleri sonucu belirli düzeyde ayrışır ve bu sırada suyun oksijen seviyesinin azalmasına neden olurlar. Bu durum suda yaşayan canlıların ölüm oranını arttırmakta ve su kaynaklarında ötrofikasyona sebep olmaktadır. Ötrofikasyona neden olan en kritik iki nutrient azot ve fosfordur. Su ortamında, azot ve fosfor gibi nutrientlerin artması başta alg olmak üzere çeşitli su bitkilerinin artmasına dolayısıyla organik madde üretiminin aşırı artışına neden olmaktadır. Bunun sonucunda su kaynaklarında yeşil görünümü bir tabaka oluşur, bulanıklık, koku ve oksijensizlik artar. Sonuçta önlem alınmazsa su kaynaklarında zamanla anaerobik şartlar gelişir ve rehabilite edilmezse su kaynağı kullanılamaz hale gelir (Gürsoy Haksevenler ve Ayaz, 2021).

Ülkemizin önemli sulak alanlarından biri olan ve Marmara Bölgesinde yer alan Uluabat Gölü, içinde bulundurduğu balık ve kuş popülasyonu, plankton ve diğer su canlıları ile su bitkileri bakımından ülkemizin en zengin göllerinden biri olup uluslararası öneme sahiptir (Dalkıran ve ark., 2020). Sulak alanların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla 'Living Lakes' çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmalar kapsamında değerlendirilen Uluabat Gölü için koruma projeleri ve yönetim planları yapılmaktadır. Uluabat Gölü, Çevre Bakanlığı tarafından 1998 yılında RAMSAR koruma bölgesi olarak tanımlanmış ve koruma altına alınmıştır (Karaer ve ark., 2009; Hacısalihoğlu ve Karaer, 2016). Uluabat Gölü, sanayinin fazlaca görüldüğü ve nüfusun yoğun olduğu bir konumda bulunmaktadır. Göl etrafındaki temel kirletici kaynaklar, gölün çevresindeki yerleşim ve tarım alanları, süt ve balık ürünleri işleyen tesisler, mezbaha atıkları, göl havzasında bulunan maden ocakları vb.dir (Hacısalihoğlu ve Karaer, 2020; Yurtseven ve Randhir, 2020; Akbana ve Bulut, 2020).

MKP Çayı, Susurluk Havza sınırları içerisinde, Orhaneli ve Emet Çaylarının birleşmesiyle oluşan ve Uluabat Gölü'nü besleyen en önemli su kaynaklarından biridir. MKP Çayı'nın bölge için önemli olmasının bir diğer nedeni, ovanın sulama suyu ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamasıdır. Ancak sulamadan dönen drenaj sularının Uluabat Gölü'ne taşınması ile gölde gittikçe artan kirlenme probleminin olduğu da bilinmektedir (Salihoğlu ve Karaer, 2004; Dalkıran ve ark., 2016).

Bu çalışmada, ülkemiz ve bölgemiz için önemli bir akarsu olan MKP Çayı'nın mevcut su kalitesinin 2018 ve 2019 su yılları boyunca izlenmesi, izlenen su kalitesi parametrelerinin mevsimsel ve bölgesel olarak değerlendirilmesi, su kalitesinin mevcut Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde (YSKY) belirtilen, Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından kalite sınıfının belirlenmesi ve Uluabat Gölü'ne taşınan kirlilik yükünün hesaplanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışma Alanı

MKP Çayı, Türkiye'nin kuzeybatısında, Susurluk Havzası sınırları içerisinde, 40°12'46" kuzey enlemi ile 28°23'52" doğu boylamında yer almaktadır. 10.622 km² havza alanına sahip olan bu çay, Uluabat Gölü'nü besleyen en önemli kaynaktır. MKP Çayı, Mustafakemalpaşa ilçesi Camandar Köyü'nde Orhaneli ve Emet Çayları birleşmesi sonucu oluşur. Bursa ili sınırları içindeki uzunluğu 134 km'dir. Uluabat Gölü'ne il sınırından 43 km sonra dökülür. Kütahya ili Gediz ilçesinde bulunan Şaphane Dağı'nda 1100 m'de doğan Emet Çayı 180 km

aktıktan sonra Kütahya ili Çavdarhisar Beldesi'nde bulunan Murat Dağı'nın kuzeyinden doğan Orhaneli Çayı ile birleşmektedir (Anonim, 1982; Katip, 2010; Semiz, 2014).

MKP Çayı, maden işletmeleri, termik santral, kanalizasyon deşarjları, askıda katı madde taşınımı ve tarımsal faaliyetler gibi etmenlere maruz kalan bir havzada bulunmaktadır (Arslan ve ark., 2018). Orhaneli, Emet ve MKP Çaylarının çevresinde 67 adet farklı yerleşim alanı bulunmaktadır. Yerleşim alanlarının atık suları kısmen arıtılarak ya da arıtılmadan bu çaylara deşarj edilmektedir. Ayrıca Mustafakemalpaşa'da bulunan 27 adet mezbaha ve mandıra ile 54 adet deri sanayi işletmesinin arıtılmış suları da bu çaya verilmektedir. Emet ve Orhaneli Çayları geçtikleri bölgelerden kaynaklanan kirliliği önemli ölçüde MKP Çayı'na taşımakta, MKP Çayı da bu kirleticilerin ülkemiz için önemli sulak alanlardan biri olan Uluabat Gölü'ne ulaşmasına sebep olmaktadır (Demir ve ark., 1998; Katip ve ark., 2012). MKP Çayı, Kemalpaşa Ovası için önemli bir su kaynağıdır. Ovada bulunan 165.000 dekar ekim alanının sulama suyu ihtiyacı MKP Çayı'ndan karşılanmaktadır. Yaz aylarında azalan su seviyesi, Mustafakemalpaşa havzası çevresinde kullanılan sulama suyu ihtiyacı sonucunda gözlenmektedir. Ayrıca, su seviyesinin düşmesinde yağış yoğunluğundaki azalış ve buharlaşmadaki artış etken olan diğer iki faktördür (Anonim, 2007; Anonim, 2016). Bu nedenlerden ötürü MKP Çayı'nın su kalitesinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Şekil 1'de çalışma alanına ait yer bulduru haritası ve örnekleme istasyonları gösterilmiştir. Ayrıca örnekleme noktalarının konum verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Birinci örnekleme noktası olan Döllük mevki, Orhaneli ve Emet Çayları karışımının hemen sonrasında, ikinci örnekleme noktası olan Doğancı mevki ise akarsuyun Uluabat Gölü'ne dökülmeden hemen öncesini temsil etmektedir.



Şekil 1. Mustafakemalpaşa Çayı yer bulduru haritası ve örnekleme noktaları

Çizelge 1. Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesi örnekleme noktaları koordinat bilgileri

Örnekleme Noktası	Adı/Yeri	X (Doğu)	Y (Kuzey)
İstasyon 1	Döllük Mevkii	36° 45' 05"	44° 34' 86.9"
İstasyon 2	Doğancı Mevkii	36° 86' 47"	44° 41' 77.0"

Analizler

Çalışmada, MKP Çayı'nın su kalitesinin belirlenmesi ve Uluabat Gölü'ne taşıdığı kirlenici yükünün hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu akarsuyun su kalitesinde meydana gelen mevsimsel değişimleri anlayabilmek amacıyla Ekim 2017 – Eylül 2019 tarihleri arasında, Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında, üçer aylık periyotlar ile 2 örnekleme istasyonunda, mevsimsel su kalitesi izlemesi yapılmıştır. Su kalitesinin izlenmesinde, nitrat azotu (NO₃-N), amonyum azotu (NH₄-N), toplam azot (TN) parametreleri su buharı destilasyon yöntemiyle (Bremner ve Mulvaney 1982), fosfat fosforu (PO₄-P) ve toplam fosfor (TP) askorbik asit yöntemiyle (APHA, 1998), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI₅) ise standart metotlara (APHA, 1998) göre analiz edilmiştir. Kirlilik yüklerinin hesaplanabilmesi için akarsuyun debisine

ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada belirlenen iki örnekleme istasyonu Devlet Su İşleri 1. Bölge Müdürlüğü'nün sürekli izleme noktaları olup, bu noktalara ait aylık debi değerleri bu kurumdan temin edilmiştir. Bilindiği üzere, kirlilik yükü, konsantrasyon ve debinin bir fonksiyonudur (Eşitlik 1).

$$W = C \times Q$$

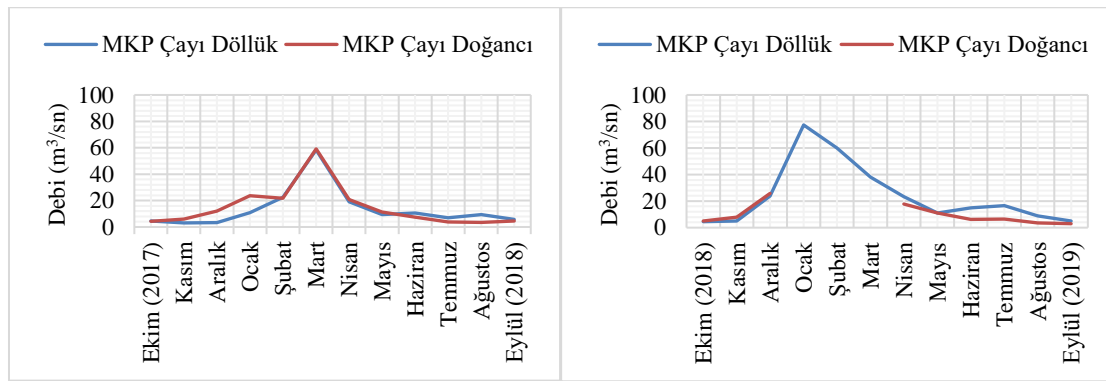
(Eşitlik 1)

Buna göre örnekleme istasyonlarına ait kirlilik yükleri (W ; ton yıl⁻¹), kirlenici ortalama konsantrasyonu (C ; mg L⁻¹) ve akarsu ortalama debisinin (Q ; m³ s⁻¹) çarpımı ile gerekli birim dönüşümleri yapıldıktan sonra ton yıl⁻¹ birimi esas alınarak hesaplanmıştır (Chapra, 1996).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Debi Değişimi

MKP Çayı Ekim 2017 – Eylül 2019 tarihleri arasında Döllük (Orhaneli Çayı ve Emet Çayı karışımı sonrası) ve Doğancı (Uluabat Gölü'ne döküldüğü nokta) istasyonlarında ölçülen ve temin edilen, aylık ortalama debi değerleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. MKP Çayı Döllük ve Doğancı istasyonları aylık ortalama debi değerleri değişimi.

Şekil 2 incelendiğinde, 2019 su yılı Ocak-Mart aylarında ölçüm yapılamamıştır, ortalama debi değeri hesaplanırken bu aylar elimine edilmiştir. Döllük istasyonu aylık debi değerlerinin ortalamaları alınarak belirlenen yıllık ortalama debi değeri 2018 su yılında 13,63 m³s⁻¹ ve 2019 su yılında 24,06 m³s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde Doğancı istasyonu yıllık ortalama debi değeri 2018 su yılında 14,56 m³s⁻¹ ve 2019 su yılında ise 9,64 m³s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. 2019 Ocak-Mart aylarında özellikle yağışın ve debinin yüksek olduğu bu aylarda, yapılamayan ölçümler nedeniyle, debi değişiminin yüksek olduğu belirlenmiştir. 2018 – 2019 su yılları genel ortalama debi değeri 15,94 m³s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Aylar bazında değerlendirme yapıldığında her iki su yılında da özellikle akarsuyun Doğancı istasyonunda Haziran-Ağustos aylarında aylık debi değerlerinin, Döllük istasyonuna göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun özellikle yaz aylarında sulama maksatlı su çekimlerinin yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. MKP Çayı Döllük ve Doğancı istasyonları debi değerleri görselleştirilerek Şekil 2'de sunulmuştur.

Şekil 2 incelendiğinde, 2018-2019 su yıllarını kapsayan süreçte Döllük istasyonunun minimum debi değeri (3,08 m³s⁻¹) Kasım 2017 tarihinde, maksimum debi değeri (77,38 m³s⁻¹) Ocak 2019 tarihinde ölçülmüştür. Doğancı istasyonunda ise minimum debi değeri (3 m³s⁻¹) Eylül 2019 tarihinde, maksimum debi değeri (59,1 m³ s⁻¹) ise Mart 2018 tarihinde ölçülmüştür.

Fizikokimyasal Parametreler

MKP Çayı, Döllük ve Doğancı istasyonlarında izleme sürecinde elde edilen su kalitesi analizleri istatistiksel değerleri ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları Çizelge 2'de sunulmuştur. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) EK 1'e göre yüzeysel su kütlelerinde maruz kalınan baskılar ve etkilerinin değerlendirilmesi gerekir. Bu nedenle ölçülen konsantrasyon değerleri ile 16.06.2021 tarihinde yayımlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY) EK 5 Tablo 2 "Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2'de 2018-2019 su yılları, mevsimsel su kalitesi analiz sonuçlarının ortalama konsantrasyonları görülmektedir. Üç aylık periyotlar ile mevsimsel olarak alınan su numunelerinde BOI₅, KOI, TN, TP, NO₃-N, NH₄-N ve PO₄-P parametreleri analiz edilmiş ve istatistiksel olarak ortalama, standart sapma, maksimum – minimum değerleri sunulmuştur. Ayrıca veriler, YSKY kriterlerine göre karşılaştırılmış ve parametrelerin su kalitesi sınıflandırılması yapılmıştır.

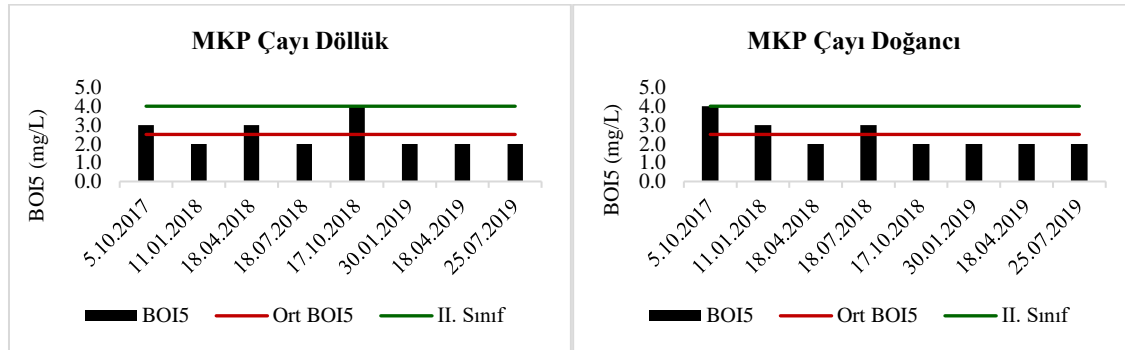
Çizelge 2. MKP Çayı Döllük ve Doğançı su kalitesi parametreleri 2017 – 2019 istatistiksel değerleri ve YSKY su kalite sınıfları

Parametre*	MKP Çayı Döllük		MKP Çayı Doğançı		(YSKY) Su Kalite Sınıfları		
	Ort ± SD	Max-Min	Ort ± SD	Max - Min	I (çokiyi)	II (iyi)	III (orta)
BOI ₅	2,52 ± 0,76	4 - 2	2,490 ± 0,74	4 - 2	< 4	4 - 8	> 8
KOI	15,63 ± 2,5	19 - 10	15,75 ± 1,67	18 - 12	< 25	25 - 50	> 50
NO ₃ -N	0,46 ± 0,18	0,69 – 0,10	0,60 ± 0,28	0,98 – 0,18	< 3	3 - 10	> 10
NH ₄ -N	0,31 ± 0,12	0,44 – 0,13	0,26 ± 0,07	0,34 – 0,13	< 0,2	0,2 - 1	> 1
TN	1,24 ± 0,36	1,62 – 0,67	1,37 ± 0,48	2,34 – 0,87	< 3,5	3,5 - 11,5	> 11,5
TP	0,12 ± 0,06	0,21 – 0,05	0,14 ± 0,07	0,28 – 0,08	< 0,08	0,08 - 0,2	> 0,2
PO ₄ -P	0,09 ± 0,03	0,10 – 0,01	0,11 ± 0,06	0,24 – 0,01	< 0,05	0,05 - 0,16	> 0,16

* Tüm parametrelerde ölçüm birimi mgL⁻¹ ile ifade edilmiştir.

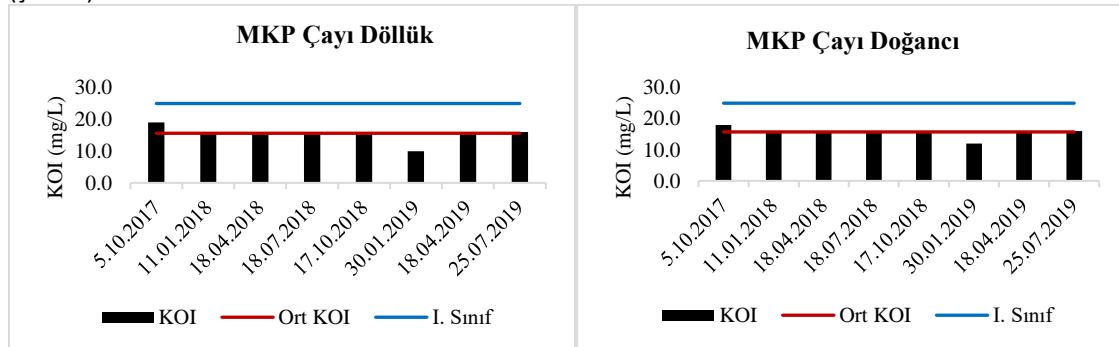
Biyokimyasal ve kimyasal oksijen ihtiyacı

Su kaynakları kirlilik derecesinin belirlenmesinde kullanılan biyokimyasal ve kimyasal oksijen ihtiyacı (BOI₅ ve KOI) önemli iki parametredir. Su kaynaklarında organik kirlilik yük mevcudiyetinin göstergesi olan BOI₅ parametresi, bakterilerin organik maddeleri kararlı hale getirmeleri için gerekli olan oksijen miktarını ifade eder. Çizelge 2 incelendiğinde, Döllük ve Doğançı istasyonları için BOI₅ değerinin maksimum 4 mgL⁻¹ ve ortalama 2,5 mgL⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Yönetmeliğe göre su kalite sınıfı değerlendirildiğinde her iki istasyonunda, BOI₅ parametresi açısından II. Sınıf su kalitesine (iyi) sahip oldukları görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. BOI₅ parametresi mevsimsel değişimi ve su kalitesi sınıfı.

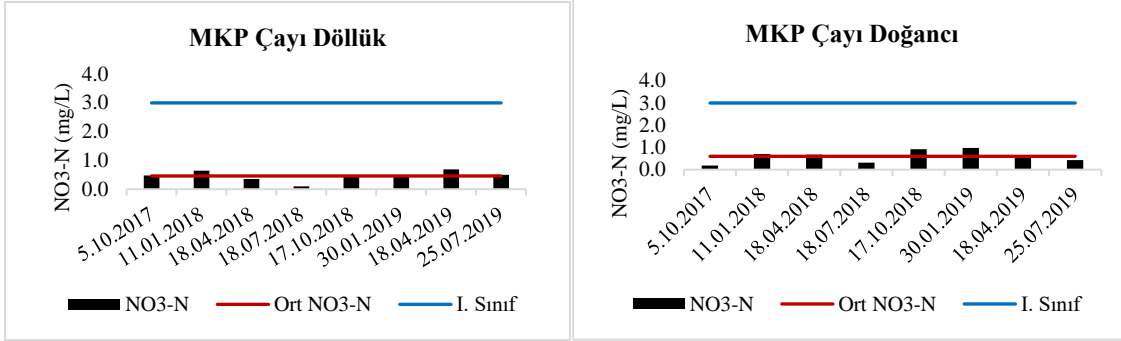
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) sudaki yükseltgenbilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır ve organik maddelerin redoks reaksiyonlarıyla kararlı hale getirilmesi esasına dayanır (Elmacı ve ark., 2010). MKP Çayı, Döllük ve Doğançı istasyonları KOI ortalama değerleri sırasıyla 15,63 mgL⁻¹ ve 15,75 mgL⁻¹ olarak ölçülmüştür. Döllük istasyonu maksimum KOI değeri 19 mgL⁻¹, Doğançı istasyonu maksimum KOI değeri ise 18 mgL⁻¹ olarak ölçülmüştür. Yönetmeliğe göre su kalite sınıfı değerlendirildiğinde her iki istasyonunda, KOI parametresi açısından I. Sınıf su kalitesine (çok iyi, < 25 mgL⁻¹) sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4).



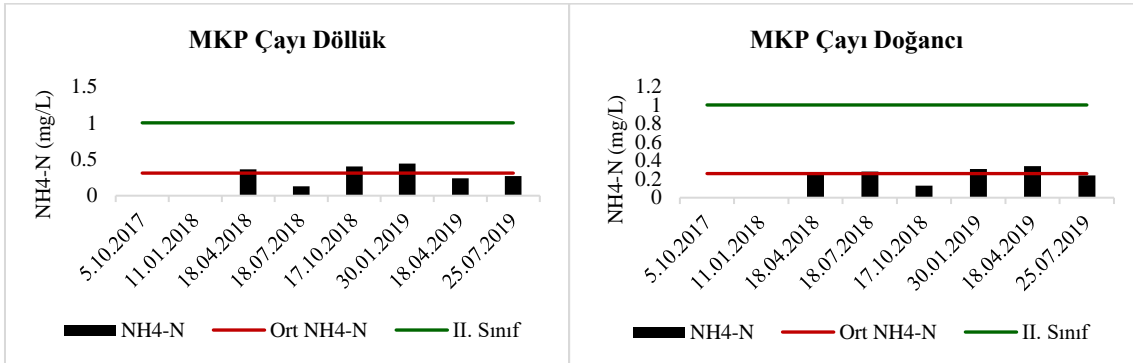
Şekil 4. KOI parametresi mevsimsel değişimi ve su kalitesi sınıfı

Azot

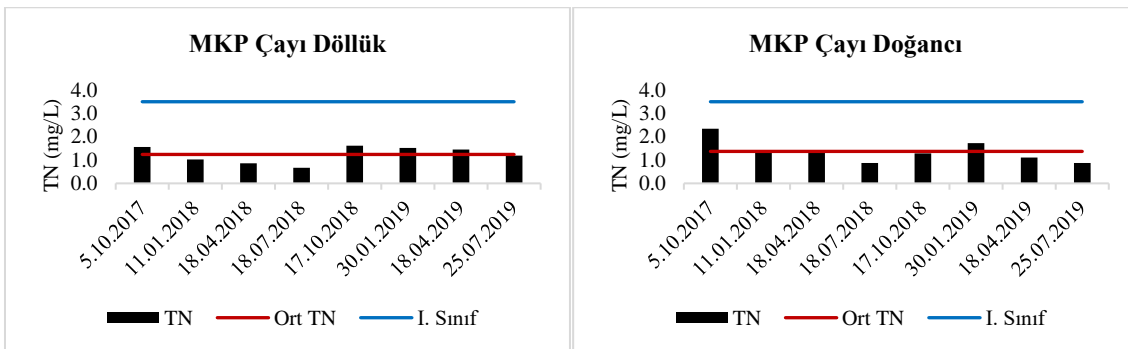
MKP Çayı Döllük ve Doğançı istasyonları $\text{NO}_3\text{-N}$ azotu ortalama konsantrasyonları sırasıyla $0,46 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,60 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Döllük istasyonu maksimum $\text{NO}_3\text{-N}$ azotu değeri $0,69 \text{ mgL}^{-1}$, Doğançı istasyonu maksimum $\text{NO}_3\text{-N}$ azotu değeri ise $0,98 \text{ mgL}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu parametre açısından yönetmeliğe göre su kalite sınıfı değerlendirildiğinde her iki istasyonunda, $\text{NO}_3\text{-N}$ azotu parametresi açısından I. Sınıf su kalitesine ($< 3 \text{ mgL}^{-1}$) sahip oldukları görülmektedir (Şekil 5).

Şekil 5. $\text{NO}_3\text{-N}$ parametresi mevsimsel değişimi ve su kalitesi sınıfı

MKP Çayı Döllük ve Doğançı istasyonları $\text{NH}_4\text{-N}$ azotu ortalama konsantrasyonları sırasıyla $0,31 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,26 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Döllük istasyonu maksimum $\text{NH}_4\text{-N}$ azotu değeri $0,44 \text{ mgL}^{-1}$, Doğançı istasyonu maksimum $\text{NH}_4\text{-N}$ azotu değeri ise $0,34 \text{ mgL}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu parametre açısından yönetmeliğe göre su kalite sınıfı değerlendirildiğinde her iki istasyonunda, $\text{NH}_4\text{-N}$ azotu parametresi açısından II. Sınıf su kalitesine ($> 0,2 \text{ mgL}^{-1}$) sahip oldukları görülmektedir (Şekil 6).

Şekil 6. $\text{NH}_4\text{-N}$ parametresi mevsimsel değişimi ve su kalitesi sınıfı

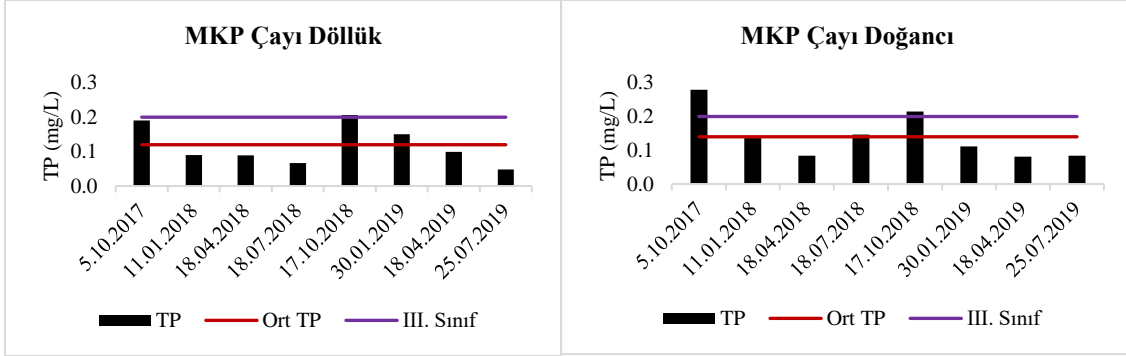
Toplam azot ortalama konsantrasyonları, Döllük ve Doğançı istasyonlarında sırasıyla $1,24 \text{ mgL}^{-1}$ ve $1,37 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Döllük istasyonu maksimum TN değeri $1,62 \text{ mgL}^{-1}$, Doğançı istasyonu maksimum TN değeri ise $2,34 \text{ mgL}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bu parametre açısından yönetmeliğe göre su kalite sınıfı değerlendirildiğinde her iki istasyonunda, TN parametresi açısından I. Sınıf su kalitesine ($< 3,5 \text{ mgL}^{-1}$) sahip oldukları görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. TN parametresi mevsimsel değişimi ve su kalitesi sınıfı

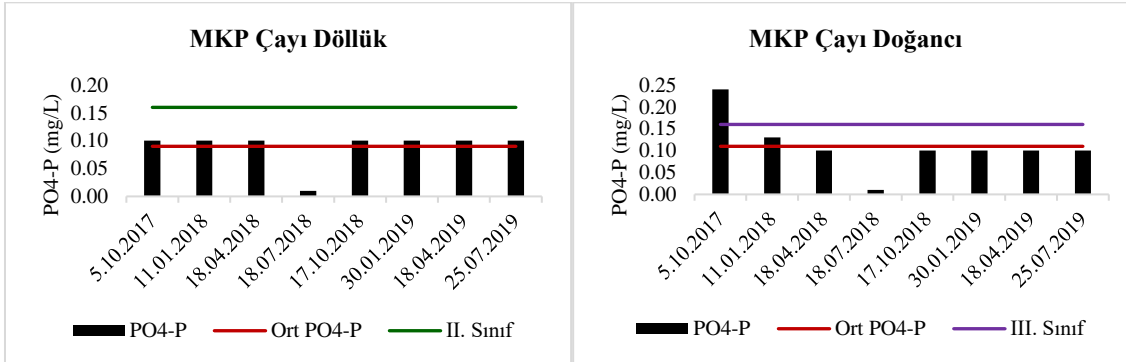
Fosfor

MKP Çayı Döllük ve Doğançı istasyonları toplam fosfor parametresi ortalama konsantrasyonları sırasıyla $0,12 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,14 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Döllük istasyonu maksimum toplam fosfor değeri $0,21 \text{ mgL}^{-1}$, Doğançı istasyonu maksimum toplam fosfor değeri ise $0,28 \text{ mgL}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Yönetmeliğe göre su kalite sınıfı değerlendirildiğinde her iki istasyonunda, toplam fosfor parametresi açısından III. Sınıf su kalitesine ($\text{Ort} > 0,2 \text{ mgL}^{-1}$) sahip oldukları görülmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. TP parametresi mevsimsel değişimi ve su kalitesi sınıfı

$\text{PO}_4\text{-P}$ parametresi incelendiğinde, Döllük ve Doğançı istasyonları ortalama değerlerinin sırasıyla $0,09 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,11 \text{ mgL}^{-1}$ olduğu hesaplanmıştır. Döllük istasyonunda maksimum $0,10 \text{ mgL}^{-1}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ ölçülmüş, Doğançı istasyonunda ise maksimum $0,24 \text{ mgL}^{-1}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ ölçülmüştür. Bu istasyonların su kalite sınıfları yönetmeliğe göre değerlendirildiğinde Döllük istasyonunun ortalama ve maksimum $\text{PO}_4\text{-P}$ değerlerinin, yönetmelik sınır değerlerinden $0,05 - 0,16 \text{ mgL}^{-1}$ aralığında olduğu, dolayısıyla bu istasyonun $\text{PO}_4\text{-P}$ parametresi açısından II. Sınıf su kalitesini (iyi) temsil ettiği belirlenmiştir. Ancak Doğançı istasyonunun ortalama ve maksimum $\text{PO}_4\text{-P}$ değerlerinin, yönetmelik sınır değerlerinden $>0,16 \text{ mgL}^{-1}$ olması nedeni ile III. Sınıf su kalitesine (orta) sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. $\text{PO}_4\text{-P}$ parametresi mevsimsel değişimi ve su kalitesi sınıfı

MKP Çayı Döllük istasyonunda ölçülen ortalama ve maksimum KOI ($15,63 \text{ mgL}^{-1}$ ve 19 mgL^{-1}), TP ($1,24 \text{ mgL}^{-1}$ ve $1,62 \text{ mgL}^{-1}$) ve $\text{NO}_3\text{-N}$ ($0,46 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,69 \text{ mgL}^{-1}$) konsantrasyonları yönetmelik değerleri ile karşılaştırıldığında I. sınıf su kalitesi, BOI_5 ($2,5 \text{ mgL}^{-1}$ ve 4 mgL^{-1}), $\text{NH}_4\text{-N}$ ($0,31 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,44 \text{ mgL}^{-1}$) ve $\text{PO}_4\text{-P}$ ($0,09 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,10 \text{ mgL}^{-1}$) konsantrasyonları yönetmelik değerleri ile karşılaştırıldığında II. sınıf su kalitesi, TP ($0,12 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,21 \text{ mgL}^{-1}$) konsantrasyonları yönetmelik değerleri ile karşılaştırıldığında ise III. sınıf su kalitesine sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde MKP Çayı Doğançı istasyonunda ölçülen ortalama ve maksimum KOI ($15,75 \text{ mgL}^{-1}$ ve 18 mgL^{-1}), TP ($1,37 \text{ mgL}^{-1}$ ve $2,34 \text{ mgL}^{-1}$) ve $\text{NO}_3\text{-N}$ ($0,60 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,98 \text{ mgL}^{-1}$) konsantrasyonları yönetmelik değerleri ile karşılaştırıldığında I. sınıf su kalitesi, BOI_5 ($2,5 \text{ mgL}^{-1}$ ve 4 mgL^{-1}) ve $\text{NH}_4\text{-N}$ ($0,26 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,34 \text{ mgL}^{-1}$) konsantrasyonları yönetmelik değerleri ile karşılaştırıldığında II. sınıf su kalitesi, $\text{PO}_4\text{-P}$ ($0,11 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,24 \text{ mgL}^{-1}$) ve TP ($0,14 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,28 \text{ mgL}^{-1}$) konsantrasyonları yönetmelik değerleri ile karşılaştırıldığında ise III. sınıf su kalitesine sahip olduğu görülmektedir. Su kalitesi izleme çalışmalarında, izlenen parametrelerden herhangi birinin III. Sınıf su kalitesine sahip olması o su kaynağının niteliğini değiştirmeyeceğinden, su kaynağı bir bütün olarak III. Sınıf su kalitesine sahiptir. Dolayısıyla su kalitesi izleme çalışmaları sonucunda MKP Çayı'nın III. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Su kaynaklarında baskı analizi çalışmalarının yapılabilmesi için, o su kaynağına ulaşan kirletici yüklerinin hesaplanması gerekmektedir (İleri, 2010). Çalışmada MKP Çayı'nın Uluabat Gölü'ne taşıdığı kirletici yüklerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, örnekleme istasyonlarına ait debi değerleri ve ölçülen kirletici konsantrasyon değerleri çarpılarak, gerekli birim dönüşümü yapıldıktan sonra toplam kirlilik yükleri (ton yıl⁻¹) hesaplanmış ve Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Kirletici kaynaklara ait yıllık toplam kirlilik yükleri

Parametre*	MKP Çayı Döllük		MKP Çayı Doğancı	
	2017 - 2018	2018 - 2019	2017 - 2018	2018 - 2019
BOI ₅	1034,4	1669,4	1340,0	449,9
KOI	6868,9	9243,7	7504,3	3599,2
NO ₃ -N	218,7	368,5	279,4	163,2
NH ₄ -N	52,3	286,7	35,3	51,9
TN	423,7	1110,8	661,2	259,6
TP	44,1	102,4	66	31,8
PO ₄ -P	37,3	74,8	59,5	22,5

* Tüm parametrelerde ölçüm birimi ton yıl⁻¹ ile ifade edilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, akarsuda bulunan kirlilik yükleri sıralaması KOI>BOI₅>TN> NO₃-N>NH₄-N>TP>PO₄-P şeklinde olduğu görülmektedir. İki örnekleme istasyonundan akarsuyun yerleşim ve tarımsal alanlara daha yakın olan kısmını temsil eden Doğancı örnekleme noktasının 2018 su yılı kirletici yüklerinin Döllük istasyonuna göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Ancak 2019 su yılında Ocak-Mart ayları ölçümlerinin eksik olması nedeniyle bu yıla ait kirletici yüklerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Sucul ortamlarda azot ve fosfor sınırlayıcı elementlerdir (Karaer ve ark. 2015). MKP Çayı'nda iki örnekleme noktasında yapılan izleme sonucunda TN parametresinin genel ortalamasının, OECD tarafından belirtilen trofik durum sınıfına göre ötrofik seviyeye (> 0,753 mgL⁻¹) sahip olduğu, TP parametresinin genel ortalamasının ise hiperötrofik seviyeye (> 0,096 mgL⁻¹) sahip olduğu belirlenmiştir (OECD, 1982). Uluabat Gölü'nü besleyen MKP Çayı'nın göle yüksek miktarlarda organik yük taşıdığı tespit edilmiştir. Hayvancılık ve tarım faaliyetleri, evsel ve endüstriyel atık sular temel organik yük kaynaklarıdır (Katip ve ark., 2015; Hacısalıhoğlu, 2020). Su kaynağına ulaşan organik yükün, tarımda kullanılan zengin azot ve fosfor içerikli gübrelere kaynaklandığı düşünülmektedir. Su kalitesi parametrelerinin değişimleri incelendiğinde, en yüksek KOI yükü gözlenmiştir. Mustafakemalpaşa ilçesi yoğun tarım faaliyetleri yapılan ve Türkiye'nin önemli domates yetiştirme merkezlerindedir. Özellikle ilkbahar ve yaz aylarında tarım faaliyetlerinden kaynaklı kirlilik yükü artmaktadır ve oldukça yüksek miktarda kirletici Uluabat Gölü'ne taşınmaktadır (İleri, 2010; İleri ve ark. 2014b).

Literatür incelendiğinde, benzer şekilde farklı akarsularda yapılan çalışmalar değerlendirilmiş ve Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Çeşitli akarsular için ortalama su kalite parametre değerleri

Araştırmacılar	Akarsu	Parametreler (mgL ⁻¹)						
		BOI ₅	KOI	NO ₃ -N	NH ₄ -N	TN	TP	PO ₄ -P
Kazancı ve Dügel, (1998)	Yuvarlakçay	-	-	0,11	0,05	-	-	0,0001
Köse ve ark., (2016)	Porsuk Çayı	4,71	14,18	1,38	0,37	-	0,23	-
Arslan ve ark., (2018)	Emet Çayı	4,35	-	1,5	0,21	-	-	-
Yay ve ark., (2019)	Ulupınar Çayı	2,07	-	2,03	0,026	-	-	-
Ayaz, (2021)	Nilüfer Çayı	12,69	32,19	0,87	419	6,96	0,58	-
Dalzochiove ark., (2017)	Ilha River	42	8,15	-	-	-	0,08	-
Pan ve ark., (2022)	Yellow River	-	-	0,625	-	-	0,36	-
Gashi ve ark., (2022)	Lumbardh Stream	8,37	20,39	2,38	3,18	-	0,47	-

Çizelgedeki sonuçlar karşılaştırıldığında, Nilüfer Çayı'nın NO₃-N değeri dışındaki diğer parametre değerlerinin çizelgede bulunan akarsulara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ortalama NO₃-N konsantrasyonu en yüksek Lumbardha Stream için yapılan çalışmada elde edilmiş ve 2,38 mgL⁻¹ olduğu tespit edilmiştir (Gashi ve ark. 2022). Bu çalışmada incelenen MKP Çayı için ise bu değer 0,53 mgL⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ulupınar Çayı'nın BOI₅ değeri diğer akarsulara göre en düşüktür. MKP Çayı, Ulupınar Çayı'nı 2,5

mgL⁻¹ değeri ile takip ederken en yüksek BOI₅ konsantrasyonu Nilüfer Çayı'nda gözlemlenmektedir. KOI parametresi çizelgedeki yüzeysel sular için incelendiğinde en yüksek KOI değeri 32,19 mgL⁻¹ ile Nilüfer Çayı'nda ölçülürken, bu değer MKP Çayı için 15,69 mgL⁻¹ ölçülmüştür. MKP Çayı'nın NH₄-N miktarı 0,29 mgL⁻¹'dir. Çizelgede bulunan akarsular ile kıyaslandığında Ulupınar Çayı, Yuvarlakçay ve Emet Çayı'ndan sonraki en düşük NH₄-N konsantrasyonu bulunmuştur. Ilha River 0,08 mgL⁻¹ ile en düşük TP miktarına sahipken, MKP Çayı'nda bu değer 0,13 mgL⁻¹ ile en düşük ikinci değer olarak hesaplanmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada, MKP Çayı su kalitesinin mevsimsel değişimi Ekim 2017 – Eylül 2019 tarihleri arasında Döllük ve Doğancı istasyonlarında izlenmiştir. Yapılan çalışmada su kalitesi parametrelerinin kirlilik yükleri, ölçülen konsantrasyon değerleri ile DSİ'den temin edilen ortalama debi değerlerinin çarpılarak, uygun şekilde birim dönüşümü yapılması sonrasında ton yıl⁻¹ biriminde hesaplanmıştır. MKP Çayı, Uluabat Gölü'nü besleyen diğer su kaynaklarına kıyasla daha fazla debiye sahiptir. Çalışmada, toplam kirletici yükleri mevsimsel olarak hesaplanmış ve kirlilik yükleri büyüklük sıralaması KOI > BOI₅ > TN > NO₃-N > NH₄-N > TP > PO₄-P şeklinde olduğu tespit edilmiştir. MKP Çayı'nın yoğun kirliliğe maruz kaldığı, YSKY'ne göre III. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun Uluabat Gölü'ne yoğun bir kirlilik taşıdığı kaçınılmaz bir gerçektir. Mustafakemalpaşa Çayı'nda oluşacak kirliliği azaltmak, kirlilik sonucu ortaya çıkacak negatif etkileri nispeten azaltacaktır. Mustafakemalpaşa Çayı'nda gözlenen kirletici konsantrasyonları bölgenin tarımsal, hayvansal, evsel ve endüstriyel atık sularından dolayı artmaktadır (Arslan ve ark., 2018). Kirliliği azaltmak için tarımsal faaliyetlerin çok olduğu bölgelerde kullanılan tarım ilaçları azaltılabilir ve yeni yöntemler geliştirilebilir. Tarımsal uygulamalarda çiftçi eğitilerek, biyolojik gübrelerin uygun miktarlarda kullanımı teşvik edilmelidir. Atık suların mutlaka arıtıldıktan sonra deşarjı yapılmalıdır. Tüm havzadaki kirletici kaynaklar izlenmeli ve su kalitesi izleme çalışmaları süreklilik arz etmelidir. Su kaynaklarının kirlilik yüklerinin hesaplanmasında, gelecekte bilgisayar programlarından yararlanılıp, sürekli takip sistemleri ile izlenmesi önerilmektedir. Ayrıca modelleme çalışmaları ile kirlilik yükleri üzerine tahminler ve gelecek senaryoları belirlenerek gerekli tedbirler alınmalıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Saadet Hacısalihoğlu, çalışmanın kavramsal ve tasarım süreçlerinin belirlenmesi ve yönetimi, fikrinsel içeriğin eleştirel incelemesi ile son onay ve tam sorumluluk, Emel Kaynar ve Vuslat Deniz Darat, veri toplama, veri analizi ve yorumlama, makale taslağının oluşturulması, son onay ve tam sorumluluk kısımlarına katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Akbana, A., Bulut, Y. 2020. Uluabat gölü ve çevresinde peyzaj karakter alanlarının belirlenerek sürdürülebilir alan kullanım stratejilerinin geliştirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2), s. 231-243.
- Anonim. 1982. Apolyont Gölü ve yan kolları projesi kirlilik gözlem çalışmaları. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, I. Bölge Müdürlüğü. 55s.
- Anonim. 2007. Uluabat Gölü Sulak Alan Yönetim Planı (2003-2007-2011), Bursa İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü, 172s.
- Anonim. 2016. Mustafakemalpaşa sulama birliği denetim raporu. T.C. Bursa Valiliği sulama birlikleri denetim komisyonu. 13s.
- APHA. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater (20th ed.), American Public Health Association, Washington, D.C., USA.
- Arslan, N., Ulukütük, S., Mercan, D. (2018). Assessment of water quality in three sub-basins of Susurluk River (Northwest Anatolia) according to invertebrates and biotic indices. *Biological Diversity and Conservation* (11), s. 1-8.
- Ayaz, G. (2021). Nilüfer Çayının Su Kalitesinin Belirlenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Bremner, J.M., Mulvaney C.S., (1982). Methods of soil analysis, American Society of Agronomy, USA, p.159.
- Chapra, S.C. (1996). Surface Water-Quality Modeling, McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, s: 784.
- Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Dere, Ş., Çınar, Ş., Bulut, C., & Savaşer, S. (2016). Species Composition and Spatio-Temporal Variations of Phytoplankton of Lake Uluabat. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(3), s. 121-135.

- Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Taş, D., Karabayırlı, G., Atak, S., Arda Koşucu, T., Akay, E. (2020). Mustafakemalpaşa Çayı'nın (Bursa) Su Kalitesinin Faktör Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), s. 124-137.
- Dalzochio, T., Simoes, L., Souza, M. (2017). Water quality parameters, biomarkers and metal bioaccumulation in native fish captured in the Ilha River, southern Brazil. *Chemosphere*, 189, s.609-618.
- Demir, A., Aksoy, E., Torunlu, T. (1998). The environmental problems and solution suggestions of Lake Uluabat. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 21(2), s. 9-23.
- Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F. O., Özengin, N., Başyaka, S. (2008). Uluabat Göl'ünün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*(13), s. 93-103.
- Elmacı, A., Topaç, F., Teksoy, A., Özengin, N., Başkaya, H. (2010). Uluabat Gölü Fizikokimyasal Özelliklerinin Yönetmelikler Çerçevesinde Değerlendirilmesi, (15), s. 149-157.
- Elmanama, A., Afifi, S., Bahr, B. (2006). Seasonal and spatial variation in the monitoring parameters of Gaza Beach during 2002-2003. *Environmental Research*(101), s. 25-33.
- Gashi, S., Cesko, C., Koraqi, H. (2022). Determinaton of Surface Water Quality in the Lumbardh Stream, Prizren, Kosovo: COVID-19 Lockdown Effects on Stream Water Quality. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 23(6), s.1-14.
- Gürsoy Haksevenler, H.B., Ayaz, S. (2021). Noktasal ve yayılı kirletici kaynaklarının yüzeysel su kalitesi üzerinde etkisi, Alaşehir Çayı alt havzası örneği. *GÜFBED/GUSTU*, 11 (4), s.1258-1268.
- Hacısalıhoğlu, S., Karaer, F. (2016). Relationships of Heavy Metals in Water and Surface Sediment with Different Chemical Fractions in Lake Uluabat, Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(5), s. 1937-1946.
- Hacısalıhoğlu, S., Karaer, F. (2020). Uluabat Gölü Noktasal Kirletici Kaynaklar ve Kirlilik Yükleri. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2), s. 258-267.
- İleri, S. (2010). Uluabat Gölü Su ve sediment kalitesinin fiziko-kimyasal parametreler açısından değerlendirilmesi ve coğrafi bilgi sistemi ortamında analizlenmesi, Bursa Uludağ Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
- İleri, S., Karaer, F., Katip, A., Onur, S. (2014a). Sığ Göllerde Su Kalitesi Değerlendirmesi, Uluabat Gölü Örneği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1), s. 47-58.
- İleri, S., Karaer, F., Katip, A., Onur, S., Aksoy, E. (2014b). Assessment of some pollution parameters with geographic information system (GIS) in sediment samples of Lake Uluabat, Turkey. *Journal of Biological and Environmental Sciences* 8 (22), 19-28.
- Karaer, F., Katip, A., Aksoy, E., İleri, S., Sarmaşık, S. (2009). Sulak Alanların Önemi, Sorunları ve Uluabat Gölü. (s. 81-87). Bursa: Türkiye Sulakalanlar Kongresi.
- Karaer, F., Katip, A., İleri, S., Sarmaşık, S., Aydoğan, N. (2013). Dissolved and particulate trace elements configuration: Case study from a shallow lake. *International Journal of Physical Sciences* 8 (24), 1319-1333.
- Karaer, F., Katip, A., İleri, S., Sarmaşık, S., Aksoy, E., Öztürk, C. (2015). Spatial and temporal changes in water quality parameters of a shallow lake. *Environmental Engineering & Management Journal* 14 (10), 2015.
- Katip, A. (2010). Uluabat Gölü Su Kalitesinin İzlenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Katip, A., Karaer, F., Başkaya, H., İleri, S., Sarmaşık, S. (2012). Fraction distribution and risk assessment of heavy metals and trace elements in sediments of lake Uluabat. *Environ Monit Assess*, 184, 5399–5413.
- Katip, A., İleri, S., Karaer, F., Onur, S. (2015). Determination of the trophic state of Lake Uluabat (Bursa-Turkey). *Ekoloji* 24 (97), 24-35.
- Kazancı, N., Dügel, M. (2000). An Evaluation of the Water Quality of Yuvarlakçay Stream, in the Köyceğiz-Dalyan Protected Area, SW Turkey. *Turk J Zool* 24 (2000) 69–80.
- Köse, E., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Tokatlı, C. (2016). Water quality assessment of Porsuk stream basin. *Biological Diversity and Conservation*, 9 (3), 119-126.
- OECD, (1982). Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control, 154 pp. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Pan, B., Han, X., Chen, Y., Wang, L., Zheng, X. (2022). Determination of key parameters in water quality monitoring of the most sediment-laden Yellow River based on water quality index. *Process Safety and Environmental Protection*, 164, 249-259.
- Salihoğlu, G., Karaer, F. (2004). Ecological Risk Assessment and Problem Formulation for Lake Uluabat, a Ramsar State in Turkey, *Environmental Management* 33 (6), 899-910.
- Semiz, G. (2014). Sulama Suyu Açısından Bor İçeriğinin Değerlendirilmesi: Uluabat Gölünü Besleyen Orhaneli, Emet Ve Mustafakemalpaşa Çayları, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 11 (1), 98-105.

- Ünlü, A., Çoban, F., & Tunç, M. (2008). Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*(23), s. 119-127.
- Xu, L., Hua Li, Xinqiang L., Yuxin Y., Li Z., Xinyi C. (2012). Water quality parameters response to temperature change in small shallow lakes. *Physics and Chemistry of the Earth* 47–48 (2012) 128–134.
- Yay, T., Özel, B., Tekin Özan, S. (2019). Ulupınar Çayı ve Olimpos Deresi (Antalya) Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Diyatomlara Göre Belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (2), 111-124.
- Yurtseven, İ., Randhir, T. (2020). Multivariate assessment of spatial and temporal variations in irrigation water quality in Lake Uluabat watershed of Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192 (12), 1-29.