



## Determination of trophic status of aquatic systems of Ballıkaya nature park (Kocaeli, Turkey)

Arzu Morkoyunlu YÜCE<sup>\*1</sup>, Arif GÖNÜLÖL<sup>2</sup>, Şebnem ERKEBAY<sup>3</sup>  
ORCID: 0000-0002-3678-4930; 0000-0003-2294-9076; 0000-0002-6467-7198

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Hereke Asım Kocacıyık Meslek Yüksekokulu, 41800 Hereke-Kocaeli, Turkey

<sup>2</sup> Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, 55200 Atakum-Samsun, Turkey

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Karamürsel Meslek Yüksekokulu, 41500 Karamürsel-Kocaeli, Turkey

### Abstract

Algae flora and water quality of Ballıkaya creek and pond which near Gebze industrial zone have not been yet investigated. Therefore, to aims was made to determine of the physicochemical structure of the water and its algae flora in the creek and pond. This study, trophic level of the river and the external factors affecting it were determined with the help of various indices due to epilithic diatoms. Between August 2016 and July 2017, water and stone samples were taken seasonally from a total of 5 stations, 3 from the creek and 2 from the pond. The samples were examined according to standard techniques and methods.

In this study, 20 species belonging to Bacillariophyta, 3 to Chlorophyta, 1 to Cyanophyta, 3 to Euglenozoa, 1 to Ochrophyta and 1 to Miozoa were identified. Only Bacillariophyta members were found due to the flow of water in the algal flora of Ballıkaya Creek. Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenozoa, Ochrophyta and Miozoa species were detected in the algae flora in the pond due to stagnant water. Physicochemical parameters measured in water were found between respectively pH 7.6-8.2, sulfate 29-25 mg / L, sulfide 0.88-2.44 mg / L, ammonia nitrogen 0.03-0.55 mg / L, nitrite 0.03- 0.04 mg / L and nitrate 1.16-8.28 mg / L. As a result of the research, TDI 57.55, IPS 3.55, IDG 3.33 and TIT 2.75 were determined. When Ballıkaya Creek and pond were evaluated in terms of diatom indexes and water quality values, they were exposed to organic pollution and they were found to be close to water quality class II.

**Keywords:** Algae, national park, trophic index, Turkey

----- \* -----

### Ballıkaya tabiat parkı sucul sistemlerinin trofik durumunun belirlenmesi (Kocaeli, Türkiye)

#### Özet

Gebze sanayi bölgesine yakın olan Ballıkaya deresi ve göleti alg florası ve su kalitesi henüz araştırılmamıştır. Bu nedenle dere ve göletteki suyun fizikokimyasal yapısının ve alg florasının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, epilithic diatomelere bağlı olarak çeşitli indeksler yardımı ile akarsuyun trofik düzeyini ve etki eden dış faktörleri tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca epilithic diatomelere bağlı olarak çeşitli indeksler yardımı ile akarsuyun trofik düzeyi ve etki eden dış faktörler tespit edilmiştir. Ağustos 2016 ile Temmuz 2017 arasında, dereden 3 ve göletten 2 istasyon olmak üzere toplam 5 istasyondan mevsimsel olarak su ve taş örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler, standart teknik ve yöntemlere göre incelenmiştir.

Ballıkaya dere ve göletinde, fitoplankton ve epilithic alglerden Bacillariophyta (20), Chlorophyta (3), Euglenozoa (3), Cyanophyta (1), Ochrophyta (1), Miozoa (1) divizyonlarına ait toplam 29 tür tespit edilmiştir. Ballıkaya Deresi alg florasında suyun akışından dolayı sadece Bacillariophyta üyeleri bulunmuştur. Havuzdaki alg florasında ise, durgun sudan dolayı Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenozoa, Ochrophyta ve Miozoa türleri belirlenmiştir. Suda ölçülen fizikokimyasal parametreler sırasıyla pH 7,6-8,2; sülfat 29-25 mg / L; sülfid 0,88-2,44 mg / L; amonyak azotu 0,03-0,55 mg / L; nitrit 0,03-0,04 mg / L ve nitrat 1,16-8,28 mg / L arasında bulundu. Araştırma sonucunda TDI 57,55; IPS 3,55;

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902627423290; Fax.: +902627424091; E-mail: arzu.yuce@kocaeli.edu.tr

IDG 3,33 ve TIT değeri 2,75 olarak belirlenmiştir. Ballıkaya Deresi ve göleti, diyatome indeksleri ve su kalitesi değerleri açısından değerlendirildiğinde, organik kirliliğe maruz kaldıkları ve II. Su kalite sınıfına yakın oldukları tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Alg, Milli Park, Trofik indeks, Türkiye

## 1. Giriş

Yaşam için, su kaynaklarının sürdürülebilir olması ve çevresel etkenlerinin birlikte değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Özellikle su kaynaklarında, besin zincirinin önemli halkasını mikro algler oluşturmaktadır. Dünyada oldukça farklı ekosistemlerde yayılış gösteren algler, buldukları ortamın yapısını yansıtan indikatör türleri içermektedir. Ayrıca, iç sularımızda yürütülen tatlı su balıkçılığı faaliyetleri ile besin potansiyelinin daha fazla geliştirilebilmesi için iç sularımızın verimliliğinin korunması gerekmektedir. Bu nedenle alglerin ve bunları etkileyen çevresel faktörlerin belirlenmesi zorunlu hale gelmiştir. Akarsularda yaşayan organizmalar birbirleriyle olan karşılıklı ilişkilerini dengeli bir şekilde sürdürürken aynı zamanda kendilerini kuşatan çevre faktörleri ile bir ekosistem oluştururlar. Fitoplanktondan başlayarak balığa kadar ulaşan bu besin zincirinin devamlılığı sucul ortamların verimliliğinde oldukça önemlidir. Besin zincirindeki organizmaların miktar ve çeşitliliğinin değişikliğe uğraması doğal olarak besin zincirinin üst basamaklarındaki canlı gruplarını etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda algler, su kalitesi, primer üreticilik, sistemin zenginliği ve gelecekteki durumun ne olacağını ortaya koyması açısından temel bir parametre olma özelliğini sürdürmektedir [1,2,3].

Akuvatik ortamlarda değişimin etkisi ilk önce fitoplanktonda görüldüğünden, öncelikle iç sularda fitoplanktonun yapı ve mevsimsel değişimi ile bu değişime etki eden çevre faktörlerinin araştırılmasına yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Durgun sularda, fitoplankton çalışmaları ağırlıklı olarak yer alırken akarsularda akış nedeniyle fitoplankton gelişimi sınırlı kaldığından kıyı bölgesi alglerinin belirlendiği çalışmalar ağırlık kazanmıştır. Ülkemiz lotik ve lentik sistemlerinde alg floralarının belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Gerçekleştirilen bu araştırmalarda, özellikle kıyı bölgesinde sedimanlar üzerinde yaşayan ve çoğu hareketli epipelik flora adı verilen topluluk ile, suyun içindeki taş ve bitkilere bağlanarak yaşayan epilitik ve epifitik alg topluluklarının, sucul sistemlerin biyoçeşitliliği ve verimliliği açısından önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir [1,2,3,4,5].

Özellikle, bentik algler, akarsularda en önemli besin kaynağını oluştururlar. Bentik alglerin bir grubunu oluşturan diyatome, omurgasızlar ve balık larvaları için besin kaynağı olmakla birlikte, çevresel koşullara karşı hassasiyetlerinden dolayı, sucul sistemler için çok iyi indikatör türler içermektedir. Bu türler, akarsu içinde gelişme zamanına bağlı olarak sucul çevrenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylarına da etki ederler [6]. Araştırmalarda akarsuların kirliliği, akarsuda yaşayan indikatör bentik diyatome türleri kullanılarak belirlenmektedir [7]. Diyatome çevresel şartlardaki değişimlere tepki göstermesi ve çok sayıdaki türünün dar tolerans aralığına sahip olmasından dolayı su kalitesini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Son yıllarda, Avrupa'nın birçok ülkesinde Su Çerçeve Direktifi doğrultusunda, akarsu kirlilik indikatörü olarak bentik diyatome türleri kullanılmakta ve bu amaçla geliştirilmiş birçok indeks bulunmaktadır [8,6,9,10,11]. Türkiye'de diyatome indekslerinin akarsuların kalitesini belirleme çalışmalarında kullanılması 2000'li yıllarda başlamıştır. Sarıçay (Muğla, Milas)'ın su kalitesi epilitik diyatomelere göre belirlenmiştir [12]. Gürbüz ve Kıvrak, Karasu Nehri (Erzurum)'nin su kalitesini belirlerken ilk kez üç farklı indeks (TDI, SI ve IDG) kullanmıştır [13]. OMNIDIA yazılım programı ise ilk defa Akçay'ın su kalitesinin belirlenmesinde kullanılmıştır [14]. Solak'ın yaptığı çalışmada, Yukarı Porsuk Çayı'nda indikatör epilitik diyatome türleri ve diyatome indekslerini kullanarak su kalitesini belirlemiştir [15]. Batı Anadolu da yer alan bazı dere ve akarsularda trofik indeks Türkiye (TIT) geliştirilmiş ve bu değerler tespit edilmiştir [16].

Bu çalışmada, Gebze sanayi bölgesinin yanında bulunan turizm açısından önemli ve çeşitli sportif aktivitelerin gerçekleştirildiği Ballıkaya Deresi ve göletinin fitoplanktonu, bentik komünitedeki epilitik algler ile suyun fizikokimyasal özelliği incelenerek su kalitesi, su kalitesi üzerindeki etkin çevresel faktörlerin belirlenmesi ve trofik yapısının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu nedenle, çalışmada trofik diyatome indeksi (TDI), kirlenme duyarlılık indeksi (IPS), cins diyatome indeksi (IDG), Trofik indeks Türkiye (TIT) değerleri kullanılmıştır. Derenin su kalite sınıfları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen değerlere göre belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmanın Türkiye alg florasına katkı sağlaması da amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Kocaeli'nin Gebze ilçesinde bulunan Ballıkaya Tabiat Parkı 40° 49' 30"-40° 54' 00" kuzey enlemleri ile 29° 30' 00"-29° 33' 30" doğu boylamları arasında yer alan I. derece doğal sit alanıdır. Tabiat parkının alanı 1603 Ha'dır. Ballıkaya deresi, uzunluğu 1.5 km. ve genişliği 40-80 m arasında değişen kanyon görünümüne, dar ve derin bir vadi içerisinde bulunur. Dere vadi çıkışından sonra ufak bir göl oluşturur, göl çıkışından sonra Tavşanlı dere adını alarak güneyde Marmara Denizi'ne dökülür. Ballıkayalar Tabiat Parkı, doğa yürüyüşü yapanların ve dağcılarının yanı sıra doğasever ve piknikçilerin de uğrak yeridir [17]. Ballıkaya deresi ve göletinin alg florası ve su kalitesini belirlemek amacıyla dereden 3 ve göletten 2 örnek alma istasyonu olmak üzere toplam 5 istasyondan Ağustos 2016-Temmuz 2017

arasında mevsimsel olarak su ve taş örnekleri alınmıştır. Araştırma alanında seçilen örnek alma istasyonları, Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanında seçilen örnek alma istasyonları

Dereyi temsil etmesi hem de gölete yakın olması nedeniyle 2. istasyondan mevsimsel olarak alınan yüzey suyu örneklerinde, pH örnek alma esnasında arazi tipi YSI marka cihazla ölçülmüştür. Araştırma laboratuvarına getirilen su örneklerinde ayrıca nitrit azotu (NO<sub>2</sub>-N) nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N), amonyum azotu (NH<sub>4</sub>-N), sülfat ve sülfid standart metotlara göre ölçülmüştür [18].

Fitoplanktonun tür kompozisyonunu belirlemek için örnekleme istasyonlarından 2 litrelik ağzı geniş plastik kaplar ile yüzey suyu örnekleri alınmıştır. Araştırma laboratuvarında, homojen dağılım sağlanmak için plastik şişeler çalkalanmış ve por açıklığı 55 µm olan Whatman GF/A süzgeç kağıtlarından su trompu vasıtasıyla süzülerek alglerin süzgeç kağıdı üzerinde toplanması sağlanmıştır. Süzgeç kağıtları hafif sulu vaziyette petri kutularına alınarak buzdolabında muhafaza edilmiştir. Süzgeç kağıdı üzerinde toplanan alglerin kazınarak %10’ luk gliserinle hazırlanan geçici preparatlarında algler teşhis edilmiştir.

Örnek alma istasyonlarından her örnek almada aynı miktarda olmasına dikkat edilerek farklı büyüklükte taş örnekleri geniş ağızlı plastik kaplar içinde laboratuvara getirilmiştir. Taş örnekleri içinde 100 ml saf su bulunan küçük küvetlere boşaltılmış ve sert bir fırçayla fırçalanmıştır. Bu sayede suya geçen algler örnek saklama şişelerine alınarak etiketlenmiştir. Bu örneklerde bulunan diyatome dışındaki algler %40’lık gliserinle hazırlanan geçici preparatlarda teşhis edilmiştir. Diyatome ise daimi preparat haline getirilerek her preparatta en az 400-500 diyatome kabuğu sayılmış ve her türün yüzde bolluk derecesi hesaplanmıştır [19].

Diyatomelerin daimi preparatları yapılırken hücrelerindeki organik maddenin ortamdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Taş yüzeylerinin kazınmasıyla elde edilen su örneklerinden alınıp 25 ml’lik beherlere 20’şer ml konulmuştur. Beherlere 1 er ml, 1/1 oranındaki derişik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve HNO<sub>3</sub> karışımından ilave edilerek karışım 15-20 dakika çeker ocakta 105 °C’ de kaynatılmıştır. Kaynatılan örneklerin asiditesinin giderilmesi için bir hafta günde en az iki defa saf suda yıkanmıştır. Daha sonra üzerindeki su sifonlanarak dipte kalan sulu beyaz tortu saklama kaplarına konulmuştur. Kanada balsamı ortam maddesi kullanılarak daimi preparat haline getirilmiştir [20]. Algler konuyla ilgili kaynaklardan yararlanılarak teşhis edilmiştir [21,22,23,24,25,26]. Teşhis edilen alg türleri algaebase veri tabanından yararlanılarak kontrol edilmiş ve güncellenmiştir [27].

Kirlilik düzeyinin belirlenmesinde kullanılan indekslerden; ötrofikasyonu belirlemek için geliştirilmiş olan trofik diyatome indeksi (TDI) ve ülkemiz, su kütlelerinin ekolojik kalite durumları için kullanılan Trofik indeks Türkiye (TIT) değeri hesaplanmıştır [28]. Akdeniz interkalibrasyon metriği içerisinde yer alan kirlenme duyarlılık indeksi (IPS) ve cins diyatome indeksi (IDG) ise OMNİDİA 6.0 programı kullanılarak hesaplanmıştır [29].

### 3. Bulgular

Mevsimsel olarak 2. istasyondan alınan su örneklemelerinde yapılan analizlerde en yüksek ve en düşük değerler; pH 8,23-7,62; sülfat 29,01-23,8 mg/L; sülfid 2,44-0,88 mg/L; amonyum azotu 0,55-0,03 mg/L; nitrit azotu 0,08-0,03 mg/L ve nitrat azotu ise 7,45-0,28 mg/L olarak ölçülmüştür. Bazı fizikokimyasal parametre değerlerinin mevsimsel değişimi Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Ölçülen bazı fizikokimyasal parametre değerlerinin mevsimsel değişimi

Mevsimler/Parametreler ( mg/L)	pH	Sülfat (mg/L)	Sülfit (mg/L)	Amonyum azotu ( mg/L)	Nitrit azotu (mg/L)	Nitrat azotu (mg/L)
İlkbahar	7,74	25,01	2,44	0,03	0,04	0,28
Yaz	8,23	29,01	2,24	0,11	0,06	7,45
Sonbahar	7,62	23,80	1,61	0,55	0,08	6,46
Kış	7,82	22,45	0,88	0,03	0,03	1,16

Ballıkaya göleti ve deresi'nin alg florasını Bacillariophyta (20), Chlorophyta (3), Euglenozoa (3), Cyanophyta (1), Ochrophyta (1) ve Miozoa (1) divizyonlarına ait 29 tür oluşturmuştur. Tespit edilen türlerin listesi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Ballıkaya Dere ve Gölet'inde tespit edilen taksonlar

Algler	Planktonik	Epilitik
<b>BACILLARIOPHYTA</b>		
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	+	+
<i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) D.G.Mann	+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+	+
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	+	+
<i>Gomphonema intricatum</i> Kütz.	+	+
<i>Gomphonema minuta</i> P.Fusey	-	+
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornem.) Bréb.	+	+
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	+	+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	-	+
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	+	+
<i>Navicula</i> sp.	+	+
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.Sm.) Van Heurck	-	+
<i>Nitzschia linearis</i> W.Sm.	-	+
<i>Nitzschia recta</i> Hantz. ex Rabenh.	-	+
<i>Nitzschia</i> sp.	-	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bert.	-	+
<i>Surirella ovalis</i> Bréb.	-	+

Tablo 2. Devam ediyor

<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+
<b>CHLOROPHYTA</b>		
<i>Scendesmus dimorphus</i> (Turpin) Kütz.	+	-
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald	+	-
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	+	-
<b>CYANOBACTERIA = CYANOPHYTA</b>		
<i>Kamptomena formosum</i> (Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda	+	-
<b>EUGLENOZOA</b>		
<i>Lepocinclis acus</i> (O.F.Müller) B.Marin & Melkonian	+	-
<i>Phacus pseudowirenko</i> Prescott	+	-
<i>Trachelomonas abrupta</i> Swirenko [Swirenko]	+	-
<b>OCHROPHYTA</b>		
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenb.	+	-
<b>MIOZOA</b>		
<i>Peridinium</i> sp.	+	-

Araştırmada elde edilen değerler, Tablo 3'te verilen indeks kriterlerine göre değerlendirilmiştir [16,30].

Tablo 3. Diyatome İndeksleri

İndeks	Kısaltma ve Kalite sınıfı sayısı	İndeks aralığı (Temizden kirliye doğru su kalitesi)
Kirlenme duyarlılık indeksi (IPS)	IPS/5	1 (çok kötü) – 5 (çok iyi)
Cins Diyatome indeksi (IDG)	IDG/5	1 (çok kötü) – 5 (çok iyi)
Trofik Diyatome indeksi (TDI)	TDI/100	0 (temiz) – 100 (çok kirli)
Trofik İndeks Türkiye (TIT)	TIT/4	0 (çok iyi) – 4 (çok kötü)

Fitobentoza ait trofik diyatome indeksi (TDI) 57,55; kirlenme duyarlılık indeksi (IPS) 3,55; cins diyatome indeksi (IDG) 3,33 ve trofik indeks Türkiye (TIT değeri) 2,75 olarak belirlenmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Doğal sucul sistemlerde pH, su kalitesini ve biyolojik çeşitliliği farklı şekillerde etkilemektedir. Bu nedenle pH'nın etkisinin belirlenmesi oldukça zordur. Suyun pH'ı ölçülerek, serbest CO<sub>2</sub> miktarı, ortamın bazik veya asidik olduğu saptanabilir. Sucul ortamlardaki pH'nın 6,4 - 8,6 arasında olması canlı yaşamını olumlu etkilemekle birlikte, alkali sularda verimliliğin yüksek, asidik sularda ise verimliliğin düşük olduğu belirtilmiştir [31]. Ballıkaya sucul sisteminin pH değeri 7,62 ile 8,23 arasında belirlenmiş olup, su hafif alkali özelliktedir. Bakanlığın, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliğine göre ise su kalitesi I.ve II. sınıfına girmektedir [32]. Alkalinite, diyatome için sınırlayıcı bir faktör olmakla birlikte, hafif alkali suların, alg türlerinin gelişmesi için daha uygun ortamlar olduğu, diyatomlardan, *Fragilaria* ve *Nitzschia*'nın alkali sularda yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir [3,33]. Ballıkaya Deresi ve Göleti

epilitik alg topluluğunda *Fragilaria* cinsine ait türler tespit edilmemiş, buna karşın *Nitzschia* cinsine ait 4 tür tespit edilmiştir.

Doğal sularda sülfat eksikliği alg gelişimini engellemekte ve bitki büyümesini yavaşlatmaktadır. Çeşitli endüstri atıklarının, tarımsal faaliyetlerin, evsel atıkların ve denizsuyu etkisinin tatlısulara sülfat derişimini arttırdığı vurgulanmaktadır. Doğal durumu korunan nehirlerde sülfat değerinin 3.20- 15.10 mg/L, bozulmuş sularda 3.8-35.5 mg/L arasında değiştiği bildirilmiştir [34]. Kirlenmiş sularda, sülfat değeri 100-200 mg/L arasında değişmektedir [3]. Ballıkaya Deresi ve Göleti'nde sülfat değeri 22,45 – 29,01 mg/L arasında belirlenmiştir. Literatüre göre bozulmuş su kategorisine girmektedir. Bu durumun, Kocaeli bölgesinde, yoğun sanayi alanı olan Dilovası bölgesinin, bu gölet ve dereye yakın olması ve hem endüstriyel hemde evsel atık baskısında olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Azot, canlıların yapısında ve besinlerinde bulunan temel bir elementtir. Sulardaki azotun ana kaynağı nitrattır. Ayrıca azot sularda çözülmüş azot, amonyum, nitrit ve organik azot şekillerinde de bulunmaktadır. Su kalitesi bakımından amonyum azotu, çözülmüş oksijenin ardında ikinci önemli parametreyi oluşturur. Evsel ve endüstriyel atık sular, akarsulardaki amonyum azotu miktarını arttırmaktadır. Oksijeni bol olan temiz sularda çok az miktarda amonyum bulunur. Su ortamlarının yakınındaki tarım arazilerinde organik ve inorganik azotlu gübreleme, evsel ve endüstriyel atık suların deşarjı sularda amonyum miktarını arttırmaktadır [35]. Ballıkaya Deresi ve Göleti'nde amonyum azotu miktarı 0,03 - 0,55 mg/L olarak belirlenmiştir Bu değerler, su kalitesi yönetmeliğine göre II. sınıf su kalitesine girmektedir. Doğada bulunan bazı mineraller, azotlu gübreler ile organik maddeler sucul ortamlarda nitrat ve nitritin kaynağını oluşturmaktadır. Sularda organik maddenin yüksek miktarda bulunması nitrit ve nitrat konsantrasyonunu artırırken, çözülmüş oksijen değerini düşürmektedir. Nitritin genellikle içme sularında bulunmaması istenmektedir. İncelenen yüzey sularında amonyum ve nitritin yüksek konsantrasyonlarda olması daha çok sulardaki organik kirlenmeyi gösterir. Ballıkaya Deresi ve Göleti'nde nitrit azotu miktarı 0,03 - 0,08 mg/L arasında belirlenmiştir. Bu değerler Su Kalitesi Yönetmeliğine göre II., III. ve IV. sınıf su kalitesi özelliklerini yansıtmaktadır. Bu durum, Ballıkaya sucul sistemlerinin, bir çok farklı çevresel etkiler altında olduğunu göstermektedir. Nitrat, yeraltı sularında doğal olarak bulunmakla birlikte, zirai faaliyet ve meteorolojik olaylar sonucu yüzey sularında da önemli artışlar göstermektedir. Temiz sularda, nitrat azotu miktarı çok düşüktür. Akarsularda nitrat azotu miktarı yağışlarla tarım yapılan arazilerde kullanılan nitratlı gübrelerin yıkanmasıyla artabilmektedir. Akarsularda, nitrat azotu miktarının 5 mg/L'den fazla olması çevrede yoğun evlerden veya tarımdan kaynaklanan etkinliklerin olduğunu göstermektedir [35]. Çalışmada, nitrat azotu değeri 0,28 – 7,45 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerin özellikle yaz dönemi yüksek tespit edilmesi, yoğun ziyaretçi sonucu oluşan evsel atık yüklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu değerler Su Kalitesi Yönetmeliğine göre II. sınıftır.

Ballıkaya sucul sisteminin su kalitesi, diyatome indekslerine göre de değerlendirilmiştir. Çalışmada, TDI 57,55; IPS 3,55; IDG 3,33 ve TIT değeri, 2,75 olarak belirlenmiştir. İndeks sonuçlarına göre, derenin organik kirliliğe maruz kaldığı belirlenmiştir. Ballıkaya Dere ve göletinin piknik alanı, doğa sporlarına açık bir alan olarak kullanılması ve sanayi bölgesine yakın olması, sucul sisteme karışan organik yükü arttırmaktadır.

Ballıkaya Deresi ve Göleti epilitik algleri üzerinde yapılan çalışmada, Bacillariophyta grubu'ndan 20 takson tespit edilmiş olup, Ülkemizde kıyı bölgesi araştırılan diğer akarsularda da Bacillariophyta divizyonu üyelerinin baskın olduğu belirtilmiştir [1,2,3]. Ballıkaya Deresi ve Göleti fitoplankton örneklerinde, diyatomelerden *Melosira*, *Navicula*, *Craticula* ve *Ulnaria* türleri yaygın olarak bulunmuştur. *C. pediculus*, *C. placentula* ve *U. ulna* taksonları gerçek planktonik tür olmamalarına rağmen planktonda tespit edilmiştir. *C. pediculus* kirliliğe hassas olmakla birlikte, *C. placentula* ve *U. ulna* kirliliğe toleranslı taksonlardır. Kıyı bölgesinde bulunan sedimanlar ve taşlar üzerinde bulunan alglerin dalga hareketleri ile kıyı bölgesinden fitoplanktona karışabileceği yapılan birçok çalışmada rapor edilmiştir [1,4,6,7]. Dere fitoplanktonunda diyatome dışı, Chlorophyta' dan *Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kütz., *Pseudopediastrum boryanum* (Turpin) E. Hegewald, *Micractinium pusillum* Fresenius, Euglenozoa'dan *Lepocinclis acus* (O.F. Müller) B. Maria & Melkonian, *Phacus pseudoswirenko* Prescott, *Trachelomonas abrupta* Swirenko, Cyanobacteria'dan *Kamptonema formosum* (Bory ex Gomont) Komarek & J. Smarda, Ochrophyta'dan *Dinobryon sertularia* ve Miozoa'dan *Peridinium* sp., özellikle yaz mevsiminde az sayıda tespit edilmiştir. Bununla birlikte, gölet suyunun durgun ve çok derin olmaması nedeniyle, gelişme ve büyüme imkanı bulan Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenozoa, Ochrophyta ve Mioza'ya ait türler belirlenmiştir. Özellikle, *Dinobryon sertularia* ve *Trachelomonas abrupta* türleri yaz örneklemede çok bol olarak tespit edilmiştir. *Dinobryon* türlerinin, yaygın olarak, oligomezotrofik ılıman göl ve göletlerde, *Trachelomonas* türlerinin de demir ve mangan açısından zengin habitatlarda, kozmopolit olarak yayılış gösterdiği bildirilmiştir [27,36]. Araştırmada belirlenen türlerin Ülkemiz, lotik ve lentik sularında da yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir [37, 38].

Sonuç olarak, Kocaeli Milli park alanında bulunan bu sucul sistemin, çevresel etkenlerden oldukça etkilendiği tespit edilmiştir. Bu amaçla, doğal su kaynağı olan bu alanın verimli ve sürdürülebilir olması için, kapsamlı çevre yönetim modelinin uygulanması gereklidir. Bu kapsamda, ilgili kurum ve kuruluşların iş birliği ve yerel halkın çevre konusunda bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır.

**Kaynaklar**

- [1] Gönüloğlu, A. & Arslan, N. (1992). Samsun-İncesu Deresi'nin alg florası üzerinde araştırmalar. *Doğa-Tr J of Botany*. 16: 311-334.
- [2] Tokatlı, C. & Dayıoğlu, H. (2011). Use of Epilithic Diatoms to Evaluate Water Quality of Murat Stream (Sakarya River Basin, Kütahya): Different Saprobity Levels and pH Status. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5 (2), 55-60. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jabs/issue/34916/387262>
- [3] Gönüloğlu, A. (1985). Çubuk-1 Baraj Gölü algleri üzerinde araştırmalar 2- Kıyı bölgesi alglerinin kompozisyonu ve mevsimsel değişimi. *Doğa Bilim Dergisi A2*, 9(2), 253-268.
- [4] Çiçek, N.L (2018). Seasonal distribution of epilithic and planktonic algae in estuary zone of Aksu Stream (Isparta, Antalya/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*. 11(2): 82-92.
- [5] Ongun Sevindik, T., Gönüloğlu, A., Önem, B., Tunca, H. & Arabacı, S. (2015). Thirty new records for Turkish freshwater algal flora from Danamandıra Ponds (Silivri, İstanbul) and North Mollaköy Lake (Sakarya). *Biological Diversity and Conservation*. 8 (2): 4-15.
- [6] Stevenson, R.J. & Pan, Y. (1999). Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. In: E.F. Stoermer and J.P. Smol (Eds.), *The Diatoms. Applications for the Environmental and Earth Sciences*, Cambridge, p: 11-40.
- [7] Round, F.E. (1993). A review and methods for the use of epilithic diatoms for detecting and monitoring changes in river water quality. HMSO, London.
- [8] Water Framework Directive (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities L 327*, 22.12.2000, 1-72.
- [9] Ács, É., Szabó, K., Tóth, B. & Kiss, K.T. (2004). Investigation of benthic algal communities, especially diatoms of some Hungarian Streams in connection with reference conditions of the water framework education directives. *Acta Botanica Hungarica*, 46(3-4): 255-277. <https://doi.org/10.1556/ABot.46.2004.3-4.1>
- [10] Ector, L. & Rimet, F. (2005). Using bioindicators to assess rivers in Europe: An Overview. In: *Modelling community structure in freshwater ecosystems* (Eds: S. Lek, M. Scardi, P.F.M. Verdonschot, J.P. Descy, & Y.S. Park): 7-19, Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- [11] Solak, C.N. & Ács, É. (2011). Water quality monitoring in European and Turkish Rivers using diatoms. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11:329-337. <https://doi.org/10.4194/trjfas.2011.0218>
- [12] Barlas, M., Mumcu, F., Dirican, S. & Solak, C. N. (2001). Sarıçay (Muğla-Milas)'da yaşayan epilithic diatomların su kalitesine bağlı olarak incelenmesi. *IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildiri Kitabı*, s: 313-322.
- [13] Gürbüz, H. & Kıvrak, E. (2002). Use of epilithic diatom to evaluate water quality in the Karasu River of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 23(3): 239-246.
- [14] Solak, C.N., Barlas, M. & Pabuççu, K. (2007). Akçay'ın (Büyük Menderes-Muğla) Bacillariophyta dışındaki epilithic algleri. *Ekoloji*, 16, 62; 16-22.
- [15] Solak, C.N. (2011). The application of diatom indices in the upper Porsuk creek Kütahya Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 31-36. <https://doi.org/10.4194/trjfas.2011.0105>
- [16] Çelekli, A., Toudjani, A.A., Gümüş, Y., Kayhan, S., Lekesiz, H.Ö. & Çetin, T. (2019), Determination of trophic weight and indicator values of diatoms in Turkish runningwaters for water quality assessment, *Turk J Bot*.43: 90-101, <https://doi.org/10.3906/bot-1704-40>.
- [17] Çevre Durum Raporu. (2016). T.C. Kocaeli Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 148s.
- [18] APHA, (1995). *Standart methods for the examination of water and wastewater*, 20th ed., 1268 p., Washington.
- [19] Sladeckova, A. (1962). Limnological investigation methods for the periphyton (Aufwuchs) Community, *Bot. Rev*; 28, 286-350.
- [20] Round, F. E. (1953). An investigation of two benthic algal communities in Malham Tarn, Yorkshire, *J. Ecol*. 41, 97-174.
- [21] Patrick, R. & Reimer, C.W. (1975). *The diatoms of The United States II*. Acad. Sci, Philadelphia, 213p.
- [22] Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991a). Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales. Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer. 576.



- [23] Krammer, K. & Lange-Bertalot H. (1991b). Süßwasserflora von mitteleuropa Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Gustav Fischer. 437.
- [24] Krammer, K. & Lange-Bertalot H. (1999a). Bacillariophyceae, 1. Teil. Naviculaceae. In Süßwasser ora von Mitteleuropa. Hiedelberg-Berlin. DE: Spectrum Akademischer Verlag.
- [25] Krammer, K. & Lange-Bertalot H. (1999b). Bacillariophyceae, 2. Teil. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Süßwasser ora von Mitteleuropa. Hiedelberg-Berlin. DE: Spectrum Akademischer Verlag.
- [26] John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A. (2003). The Freshwater Algal Flora of The British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae, Cambridge University Press, pp: 702., Cambridge.
- [27] Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2019). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 16 September 2019.
- [28] Toudjani, A.A., Çelekli, A., Gümüş, E.Y., Kayhan, S., Lekesiz, Ö. & Çetin, T. (2017). A new diatom index to assess ecological quality of running waters: A case study of water bodies in western Anatolia. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 53, 333–343 DOI: 10.1051/limn/2017012.
- [29] Lecointe, M. & Coste M. (2017). "Omnidia": software. [www.omnidia.fr](http://www.omnidia.fr), France.
- [30] Çetin, T. & Demir, N. (2019). The use of phytobenthos for the ecological status assesment in Upper Sakarya Basin, Turkey, *Applied Ecology And Environmental Research* 17(4):10155-10172.
- [31] Tanyolaç, J. (2000). *Limnoloji (Tatlısu Bilimi)*. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara
- [32] Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. (2015). Resmi Gazete, 15 Nisan 2015, Sayı: 29327.
- [33] Round, F. E. (1984). *The Ecology of Algae*, Cambridge University Press, 653 p., Cambridge.
- [34] Allan, J. D. (1996). *Stream Ecology*. Chapman and Hall, London.
- [35] Egemen, Ö. (2006). Su kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın no:14, 6. baskı, s: 150, Bornova-İzmir.
- [36] Watson, S.B., Whitton, B.A., Higgins, S.N.; Paerl, H. W., Brooks, B. W. & Wehr, J. D. (2015). "Harmful Algal Blooms". *Freshwater Algae of North America*. pp. 873–920. doi:10.1016/b978-0-12-385876-4.00020-7.
- [37] Gönüloğlu, A., Öztürk, M. & Öztürk, M. (1996) Türkiye tatlısu alglerinin listesi, *Ondokuz Mayıs Üniv., Fen-Edeb. Fen., Fen Dergisi*, 7(1): 46s.
- [38] Aysel V. (2005). Check-list of the freshwater algae of Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 11(1):1-124.