



Porsuk Baraj Gölü Epipelik Diyatome Frustullerinde Makro ve Mikro Element Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Cem TOKATLI*¹ Esengül KÖSE¹ Kazim UYSAL² Arzu ÇİÇEK³ Naime ARSLAN⁴

¹Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KÜTAHYA

²Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, KÜTAHYA

³Anadolu Üniversitesi, Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESKİŞEHİR

⁴Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, ESKİŞEHİR

*Sorumlu Yazar
cemtokatli@superposta.com

Özet: Bu çalışmada 2009 – 2010 yılları arasında porsuk baraj göleti su, sediment ve diyatome frustullerinde bazı makro ve mikro element seviyeleri belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda Porsuk Baraj Göleti sonuçları, kirlilikten uzak bir alan olarak bilinen Gürleyik Çayı sonuçları ile de karşılaştırılmıştır. Porsuk Baraj Göleti'nden 25 takson tespit edilirken Gürleyik Çayı'ndan 45 takson tespit edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları Porsuk Baraj Göleti su ve sedimentinin metallerce kontamine olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmamız sonuçları diyatome frustullerinin bazı metalleri (Al, Fe, Se, Zn, B, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Si) çevrelerinden daha fazla biriktirdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Porsuk Baraj Gölü, epipelik Diyatome, Makro ve Mikro elementler.

Determination of Macro and Micro Elements Concentrations in Epipellic Diatom Frustules in Porsuk Dam Lake

Abstract: In this study, macro and micro element concentrations in water, sediment and epipellic diatom frustules were investigated in Porsuk Dam Lake between 2009 and 2010. In addition Porsuk dam Lake results was compared with Gürleyik River, which is known as unpolluted area, results. 25 taxon were determined in Porsuk Dam Lake while 45 taxon were determined in Gürleyik River. Furthermore, results of the present study is shown that both Porsuk Dam Lake water and sediment are contaminated with metals. Furthermore, in diatoms can accumulate some metals (such as Al, Fe, Se, Zn, B, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb and Si) much higher than their environment in their frustules.

Key words: Porsuk Dam Lake, epipellic diatoms Makro and mikro elements.

GİRİŞ

Su kirliliği, günümüz çevre sorunlarının en önemlilerinden birini oluşturmaktadır. Su kirliliğine neden olan ve doğal dengeyi bozan kirlileticiler; organik maddeler, metaller, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisitler, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddeler ve atık ısı olarak sıralanabilir [1,2]. Bu kirlileticilerden özellikle endüstriyel atıklar ve bazı pestisitler içerisinde bulunan metaller, deşarj edildikleri ortamda uzun süre kalabilmeleri, sucul canlılarda toksik etkiler meydana getirmeleri ve besin zincirinde akümüle olarak insan sağlığını tehdit etmeleri nedeniyle büyük önem taşırlar [3,4]. Diyatome sucul ekosistemlerin primer üreticileridir. Dolayısıyla diğer sucul organizmaların temel besin kaynaklarını oluşturmaktadır. Ayrıca sucul sistemlerin oksijen kaynağını oluşturmalarının yanı sıra ekosistemdeki kirliliğin belirlenmesinde kullanılan önemli bir organizma grubudur. Diyatome silisli algler grubuna dahildir ve su kalitesinin izlenmesinde kullanılmalarının birçok avantajı vardır; Diyatome örneklerine, mambadan mansapa ve temiz sucul ortamlardan endüstriyel ve evsel atıklarla kirlenmiş sucul sistemlere kadar her yerde rastlanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, alg popülasyonlarının çeşitliliğinin, yine

su kalite tespitinde kullanılan omurgasızlardan daha fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca diyatome örneklerinin de daha kolaydır. Tüm substrat tiplerinde bulunurlar ve aynı teknik kullanılarak tüm özel yüzeylerden dahi örneklenebilir. Diyatome komünite yapısı, suyun fiziksel ve kimyasal durumu ile direkt olarak ilişkilidir [5]. Bu özelliklerinden dolayı diyatome sucul sistemlerin su kalitesinin hesaplanması ve birbirleri ile karşılaştırılması çalışmalarında son yıllarda yaygın bir biçimde kullanılmaktadır [6,7,8,9,10,11].

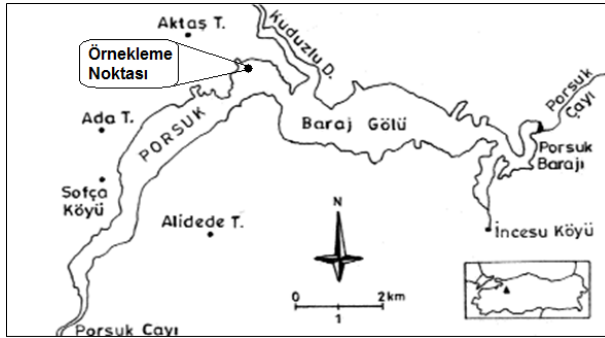
Porsuk Baraj Göleti'nde daha önce farklı araştırmacılar tarafından farklı zamanlarda faunistik ve ekolojik çalışmalar yapılmış olmasına rağmen [12,13] epipelik diyatome frustullerinde metal seviyeleri ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmamızda, su, sediment ve diyatome örnekleri kullanılarak makro ve mikro elementlerin birikiminde diyatome frustüllerinin bir gösterge olarak kullanılıp kullanılmayacağını ortaya konulması hedeflenmiştir. Ayrıca, metallerce kirlenmemiş olarak bilinen Gürleyik Çayı'ndan (Eskişehir) alınan su, sediment ve diyatome örnekleri ile de sonuçlar karşılaştırılarak Porsuk Baraj Göleti'ndeki kirlilik boyutlarının ortaya çıkarılması ve epipelik diyatome örneklerinden hazırlanan daimi preparatlarla her iki bölgenin baskın taksonlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanı

Eskişehir'in 25 km güneybatısında yer alan Porsuk Baraj Göleti'nin (Şekil 1) yapımına 1966 yılında başlanmış ve 1972 yılında tamamlanmıştır. Rezervuarın uzunluğu 16 km, hacmi 457 milyon m³ ve yüzey alanı 27,20 milyon m² dir [14]. Porsuk Baraj Göleti, Eskişehir ilinin taşkından korunması, Eskişehir ve Alpu ovalarının sulanması, Eskişehir ilinin içme ve kullanma suyu temini olmak üzere başlıca üç amaç için inşa edilmiştir. Bu nedenle Sakarya Nehir Havza'sı için büyük öneme sahiptir. Barajda 1986 yılında DSİ tarafından su kalitesi izleme çalışmaları başlatılmıştır. Baraj rezervuarı üzerinde seçilen 14 örnekleme istasyonunda her mevsim bir kez olmak üzere yılda dört kez su kalitesi gözlem çalışmaları yapılmaktadır. Porsuk Çayı kaynaklarda temiz olup Kütahya Pis Su Arıtma Tesisleri öncesine kadar sadece tarımsal alanlardan ve evsel nitelikli atıklardan gelen az miktarda bir kirlilik yükünü taşımaktadır. Kütahya Pis Su Arıtma Tesislerinden gelen deşarj ile kirlilik yükü yoğun bir şekilde artmaktadır. Bunu Kütahya Şeker Fabrikası, Güral Cam, Kütahya Azot Fabrikası (TÜGSAŞ), Kütahya Porselen ve Seyitömer Termik Santrali atıkları izlemektedir [15]. Karşılaştırma bölgesi olarak seçilen Gürleyik Çayı ise, Eskişehir iline yaklaşık 120 km uzaklıkta bulunup yakın çevresinde herhangi bir endüstriyel kuruluş bulunmamakta ve kirlenmemiş ender bölgelerden birisi olarak kabul edilmektedir.



Şekil 1. Porsuk baraj göleti coğrafik konumu ve örnek alınan istasyon.

Epipelik Diyatomelerin Toplanması, Frustullerin Hazırlanması ve Teşhisleri

Epipelik diyatome örnekleri 2 cm çapında, 1 m uzunluğunda cam borunun sediment üzerinde ışınal olarak gezdirilmesi ile toplanmıştır. Boruya dolan çamurlu su 1 lt'lik plastik kaplara boşaltılmıştır. Fikse edilmeden aynı gün içinde laboratuvara getirilen örnekler içlerindeki çamurun çökmesi için bekletildikten sonra yakma işlemine tabi tutulmuştur [16]. Diyatomelerin organik materyallerinin giderilmesi amacıyla, kimyasal analizler için hazırlanmasında; epipelik diyatomelerin bulunduğu su örneğine eşit hacimde % 98 lik sülfürik asit (H₂SO₄) ve % 35 lik nitrik asit (HNO₃) karışımı ilave edilmiş ve çeker ocakta 120 °C de 20 dakika kaynatılmıştır. Bu işlem sonunda, organik maddelerden kurtulan diyatome

frustullerinin içinde bulunduğu suyun asitliği saf su ile yıkanarak giderilmiştir. Diyatome frustullerini içeren nötr haldeki süspansiyon metal analizlerinde kullanılmıştır. Yine aynı süspansiyondan bir damla alınarak, lamel üzerine damlatılmış ve kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra lamel, ince uçlu bir pens ile alınıp diyatome taşıyan yüzeyi, önceden alkol ile temizlenmiş ve üzerine bir damla Kanada balsamı konmuş lam üzerine gelecek şekilde yerleştirilmiştir [17]. Hazırlanan her bir daimi preparattan en az 200 kabuk sayılmıştır. Diyatomelerin incelenmesi, 10 x 100 büyütme Olympus BX 51 marka araştırma mikroskobu ile yapılmıştır. Teşhisler için; Cox [18], Krammer ve Lange-Bertalot [19,20,21,22], Taylor [23]'dan faydalanılmıştır.

Kimyasal Analizler

Laboratuvara getirelen su örnekleri, çözülmüş elementlerin belirlenmesi için öncelikle, 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (selüloz nitrat) süzülümüştür. Süzütüden alınan bir miktar su numunesi (1+1) nitrik asit ile hemen pH < 2'ye ayarlanmıştır. Örneğin asit derişimi % 1 (v/v) nitrik asite karşılık gelecek şekilde, uygun hacimde (1+1) nitrik asit (ör; 20 mL örneğe 0.4 mL (1+1) HNO₃) ilave edilmiştir. Tüp kapatılıp karıştırılarak, örnek analize hazır hale getirilmiştir. Civa tayininde, kalibrasyon standardındaki civanın sinyal yanıtını karşılamak ve hafıza girişim etkilerini azaltmak üzere, ayrı bir örnek ilave olarak % 1 (v/v) HCl içerecek şekilde asitlendirilmiştir. Çözülmüş elementlerin içerikleri ICP-OES Varian 720 ES cihazı ile ölçülmüştür [24].

Araziden alınan sediment örnekleri ve diyatome kabukları ise 0,5 mm'lik elekten geçirildikten sonra etüve konarak 105 °C'de 24 saat kurutulmaya bırakılmıştır. Etüvde tamamen nemi giderilen numunelerden 0,5 g alınarak mikrodalgada nitrik asit ve perklorik asit ile sindirme işlemine tabi tutulup, organik yıkımları biten örnekler soğutulmuştur. Soğutulan örnekler santrifüjlendikten sonra filtre kağıdından süzülerek, hacimleri 100 ml'ye tamamlanıp Varian marka ICP-OES 720 ES ile element içerikleri saptanmıştır [25].

BULGULAR

Porsuk Baraj Göleti'nde ve Gürleyik Çayı'ndan alınan su, sediment ve epipelik diyatome örneklerinde alüminyum, kalsiyum, demir, potasyum, sodyum, fosfor, kükürt, silisyum, çinko, gümüş, bor, kadmiyum, krom, bakır, mangan, nikel, kurşun ve selenyum element konsantrasyonları incelenmiştir. Gürleyik Çayı ve Porsuk Baraj Göleti'nde su, sediment ve diyatome frustullerinde tespit edilen makro ve mikro element konsantrasyonları Tablo 1'de verilmiştir.

Porsuk Baraj Göleti'nde epipelik diyatome örneklerinde tespit edilen alüminyum, demir, potasyum, sodyum, fosfor, silisyum, çinko, gümüş, kadmiyum, krom, bakır, nikel, bor, selenyum ve kurşun seviyeleri; sediment örneklerinde alüminyum, kükürt, kalsiyum, fosfor, çinko, bor, bakır, sodyum, silisyum, gümüş, kadmiyum, krom,

Tablo 1. Gürleyik Çayı ve Porsuk Baraj Gölü Su, Sediment ve Diyatome Kabuklarında Makro ve Mikro Element Konsantrasyonları

Element	GÜRLEYİK ÇAYI			PORSUK BARAJ GÖLETİ		
	SU (mg/L) Ort±S.D.	SEDİMENT (mg/kg) Ort±S.D.	DİYATOME (mg/kg) Ort±S.D.	SU (mg/L) Ort±S.D.	SEDİMENT (mg/kg) Ort±S.D.	DİYATOME (mg/kg) Ort±S.D.
Al	LDA	38,16 ± 6,28	45,93 ± 7,87	1,05 ± 0,01	998,67 ± 223,30	1412,0 ± 175,707
Ca	42,4 ± 2,34	15556,01 ± 5,35	20226,67 ± 27,43	217 ± 9,80	41113,26 ± 536,71	17121 ± 324,71
Fe	LDA	83,40 ± 3,90	86,7 ± 2,0	1,8 ± 0,01	648,0 ± 15,2	903,93 ± 18,5
K	1,25 ± 0,01	1144,67 ± 39,79	830,67 ± 14,24	6,81 ± 0,04	768,0 ± 136,29	902,7 ± 61,1
Na	5,03 ± 0,04	LDA	LDA	16,85 ± 0,10	360,0 ± 78,59	232,7 ± 72,0
P	0,26 ± 0,02	38,80 ± 0,67	42,73 ± 14,01	0,76 ± 0,02	76,0 ± 16,75	113,1 ± 12,8
S	7,0 ± 0,06	431,33 ± 17,42	365,33 ± 10,37	16,28 ± 0,14	532,0 ± 13,4	217,05 ± 5,4
Si	3,30 ± 0,03	8,92 ± 0,021	72,13 ± 1,29	2,24 ± 0,04	15,47 ± 23,34	96,0 ± 39,7
Zn	0,04 ± 0,00	23,0 ± 0,33	25,02 ± 0,21	0,56 ± 0,01	352 ± 1,7	391 ± 1,01
Ag	LDA	LDA	LDA	0,003 ± 0,00	2,27 ± 3,59	0,8 ± 0,001
B	0,17 ± 0,01	3,12 ± 1,98	3,8 ± 1,12	1,02 ± 0,07	19,60 ± 1,74	21,7 ± 1,41
Cd	LDA	LDA	LDA	0,05 ± 0,00	11,7 ± 0,22	12,0 ± 0,045
Cr	0,02 ± 0,0	1,53 ± 0,39	2,07 ± 0,30	0,288 ± 0,04	15,20 ± 3,12	15,9 ± 2,21
Cu	0,04 ± 0,0	1,22 ± 0,022	1,48 ± 0,24	0,08 ± 0,00	2,27 ± 0,23	2,8 ± 0,40
Mn	0,11 ± 0,01	4,11 ± 0,12	4,52 ± 0,45	0,54 ± 0,02	4,03 ± 0,12	4,48 ± 0,11
Ni	0,007 ± 0,003	2,20 ± 0,79	2,67 ± 1,12	0,11 ± 0,001	37,22 ± 1,22	38,7 ± 0,46
Pb	0,01 ± 0,001	7,60 ± 0,41	9,80 ± 0,93	0,06 ± 0,00	190,7 ± 4,31	201,5 ± 5,55
Se	0,01 ± 0,0	2,01 ± 0,05	2,12 ± 0,08	0,05 ± 0,002	13,87 ± 0,86	14,88 ± 0,08

Ort±S.D.: Ortalama±Standart Sapma

LDA: Limit Değerin Altında

nikel, selenyum ve kurşun konsantrasyonları; suda alüminyum, kalsiyum, sodyum, gümüş, demir, potasyum, fosfor, kükürt, çinko, bor, kadmiyum, krom, bakır, mangan, nikel, kurşun ve selenyum seviyeleri Gürleyik Çayı kaynağına göre daha yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir.

Porsuk Baraj Göleti, Kıta İçi Su Kaynakları Kriterlerine göre alüminyum, bor, selenyum, kurşun ve krom konsantrasyonları 4. sınıf su kalitesinde tespit edilirken, Gürleyik Çayı'nda araştırılan metaller açısından 1. sınıf su kalite sınırları dışında herhangi bir tespit yapılmamıştır.

Yapılan çalışmada, Porsuk Baraj Göleti'nde 25, Gürleyik Çayı'nda 45 olmak üzere toplam 59 takson tespit edilmiş ve tespit edilen taksonlar Tablo 2'de listelenmiştir.

Porsuk Baraj Göleti'nde tespit edilen en baskın taksonlar sırası ile; *Stephanodiscus agassizensis* (21,79), *Epithemia sorex* (14,1), *Aulacoseira granulata* (10,89), *Cyclotella ocellata* (5,76), *Nitzschia palea* (5,76), *Aulacoseira ambigua* (5,12), *Cocconeis pediculus* (5,12), *Rhopalodia gibba* (5,12) ve *Cocconeis placentula* (4,48) dir. Gürleyik Çayı'nda tespit edilen en baskın taksonlar ise sırası ile; *Nitzschia dissipata* (7,69), *Cymbella amphicephala* (7,05), *Navicula tripunctata* (7,05), *Encyonema ventricosum* (5,12), *Navicula veneta* (5,12), *Nitzschia linearis* (5,12), *Cocconeis placentula* var. *lineata* (4,48), *Navicula capitatoradiata* (3,84), *Surirella angustata* (3,84), *Fragilaria cappucina* var. *rumpens* (3,2), *Gomphonema truncatum* (3,2) ve *Tryblionella apiculata* (3,2) dir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Daha önce bulgular kısmında da bahsedildiği gibi Porsuk Baraj Göleti su, sediment ve epipelik diyatome frustullerinde araştırılan metal konsantrasyonlarının, Gürleyik Çayı örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Porsuk Baraj Gölü'nde baskın taksonlar arasında yer alan *Stephanodiscus agassizensis*, *Aulacoseira ambigua*, *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira muzzanensis* ve *Cyclotella meneghiniana* eutrofik karakterli sularda yaygın olduğu bilinmektedir. Yine bu bölgede yoğun olarak rastlanan *Cocconeis placentula* ve *Cyclotella ocellata* mesotrofik sulardan eutrofik sulara kadar geniş yayılım gösterebilen kozmopolit taksonlardır. Porsuk Baraj Göleti'nde yoğun olarak tespit edilen *Nitzschia palea*, eutrofik karaktere sahiptir ve ekstrem kirli sularda dahi bulunabilir [23]. Lange-Bertalot [26], *Nitzschia palea*'nın toksik etkilere karşı toleranslı olduğunu ifade ederken, Klee [27]'ye göre bu takson II – III. kalite su sınıfının (kritik kirlenmiş) karakteristik taksonudur. Porsuk Baraj Göleti'nde *Stephanodiscus agassizensis*'in % 21,79; *Aulacoseira granulata*'nın %10,89 oranında dominant türler olarak tespit edilmiş olması bu bilgileri destekler niteliktedir.

Epithemia sorex, *Stephanodiscus agassizensis*' den sonra %14,1 oranı ile ikinci dominant tür olarak tespit edilmiştir. Taylor [23]'ye göre *Epithemia sorex* hem akıntılı hem de durgun sularda bulunabilen kozmopolit bir tür olup orta ve yüksek elektrolit içeriğine toleranslıdır. Yaşam alanı acı sulara kadar çeşitlilik göstermektedir.

Tablo 2. Porsuk Baraj Gölü ve Gürleyik Çayı Kaynağında Tespit Edilen Epipelik Diyatome Taksonları

Taksonlar	Porsuk Baraj Gölü	Gürleyik Çayı Kaynağı
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow		√
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	√	
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	√	
<i>Aulacoseira muzzanensis</i> (Meister) Krammer	√	
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	√	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	√	√
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Cleve		√
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	√	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	√	
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	√	
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brebisson) W.Smith	√	√
<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson) W.Smith	√	
<i>Cymbella amphicephala</i> Naegeli		√
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer		√
<i>Cymbella gracilis</i> (Ehrenberg) Kützing pro parte		√
<i>Cymbella hungarica</i> (Grunow) Pantocsek		√
<i>Cymbella ventricosa</i> Agardh	√	
<i>Diatoma vulgare</i> Bory		√
<i>Diatoma vulgare</i> monotype <i>producta</i> Bory		√
<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	√	
<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow		√
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	√	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	√	√
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	√	√
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst		√
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg		√
<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing	√	√
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	√	√
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Robenhorst		√
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Cleve		√
<i>Melosira varians</i> Agardh		√
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A.Agardh		√
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain		√
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing		√
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot		√
<i>Navicula menisculus</i> Schumann		√
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	√	√
<i>Navicula recens</i> Lange-Bertalot		√
<i>Navicula symmetrica</i> Patrick		√
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	√	√
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot		√
<i>Navicula veneta</i> Kützing		√
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow		√
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	√	√
<i>Nitzschia dubium</i> (Ehrenberg) Cleve		√
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.Smith		√
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	√	√
<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> Grunow		√
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg		√
<i>Planothidium rostratum</i> (Oestrup) Round & Bukhityarova		√
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O Müller	√	√
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg sensu lato		√
<i>Stephanodiscus agassizensis</i> Hakansson & Kling	√	
<i>Surirella angusta</i> Kützing		√
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	√	
<i>Surirella subsalsa</i> W.Smith		√
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory		√
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G.Mann	√	√

Gürleyik Çayı'nda tespit edilen ve baskın taksonlar arasında yer alan *Cymbella amphicephala* ve *Fragilaria cappucina* var. *rumpens* oligo – mesotrofik sularda yaygın olarak bulunduğu kaydedilmiştir. Yine çalışmamızda yoğun olarak tespit edilen *Cocconeis placentula* var. *lineata*'nın oligotrofik sularda yaygın olduğu bildirilmiştir. Ayrıca oligotrofik sularda rastlanan *Cymbella gracilis*'e, *Pinnularia viridis*'e ve yüksek elektrolit içeriklerini tolere edebilmesine rağmen oligotrofik karaktere sahip *Gomphonema clavatum*'a da bu bölgede rastlanmıştır. Organik kirliliğe çok hassas olan *Navicula radiosa*, bu bölgede tespit edilen taksonlar arasındadır [23]. Klee [27,28]'ye göre *Cymbella* genusuna ait taksonların çoğu yüksek oksijen içerikli suların indikatörüdür ve Gürleyik Çayı'nda bu genusa ait 5 tür (Tablo 2) tespit edilmiştir [29].

Ötrofik karaktere sahip Porsuk Baraj Göleti'nde 25, referans olarak kabul ettiğimiz Gürleyik Çayı'nda 45 tür tespit edilmiş olması her şeyden önce 2 bölge biyolojik çeşitliliği arasındaki farkı ortaya koymaktadır. Buna ilaveten ötrofik karaktere sahip Porsuk Baraj Göleti'nde kozmopolit ve öriyök türlerin dominant olması kirlenmemiş bölge olarak kabul edilen Gürleyik Çayı'nda ise *Navicula radiosa* ve *Cymbella* türlerinin bulunması sistemler arasındaki farkı göstermektedir.

Görüldüğü gibi araştırılan makro ve mikro elementlerin genellikle su < sediment < diyatome frustulleri şeklinde sıralandığı görülmektedir. Bu, biyolojik birikim etkileşim sırasına göre beklenen bir sonuçtur.

Çalışmamızın sonuçları Porsuk Baraj Göleti su ve sedimentinin metallerce kontamine olduğunu ve diyatome frustullerinin bazı metalleri (Al, Fe, Se, Zn, B, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Si) çevrelerinden daha fazla biriktirdiğini ortaya koymaktadır. Buna göre diyatome frustullerinin metal kirliliği ve izlenmesi çalışmalarında indikatör canlı olarak kullanılmaya aday olabileceği sonucu çıkarılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Yarsan, E., Bilgili, A. ve Türel, İ., 2000, Van Gölü'nden toplanan midye (*Unio stevenianus Krynicki*) örneklerindeki ağır metal düzeyleri, Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi 24, 93-96 s.
- [2] Bat, L., Gündoğdu, A., Öztekin, Y., Zoral, T. ve Çulha, S., 2006, Sinop ili İç Liman Bölgesindeki zooplankton ve bazı ekonomik balıklarda ağır metal düzeyleri, Sumder (Su Ürünleri Mühendisleri Derneği Dergisi) 25,26, 22-27 s.
- [3] Karadede, H., 1997, Atatürk Baraj Gölü'nde su, sediment ve balık türlerinde ağır metal birikiminin araştırılması, Yüksek lisans tezi, T.C. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 72 s.
- [4] Canpolat, Ö., 2001, Hazar Gölü'nde yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da bazı ağır metal miktarlarının tespiti, Yüksek lisans tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, 50 s.
- [5] Eroğlu, S., Tokatlı, C., Solak, C. N., 2008. Diyatomelelerinin Kirlilik Açısından Öneme Genel Bir Bakış. Üniversite Öğrencileri III. Çevre Sorunları Kongresi, 15 – 16 Mayıs 2008, İstanbul.
- [6] Yıldız, K., Atıcı, T., 1996. Ankara Çayı Diatomeleri. Gazi Üniv. Fen – Edebiyat Fak. Fen Bilimleri Dergisi 6 ; 59 – 87.
- [7] Kolaylı, S., Baysal, A., Şahin, B., 1998. A Study on the Epipellic and Epilithic Algae of Şana River (Trabzon - Turkey). Doğa Tr. J. of Botany, 22, 163 – 170.
- [8] Atıcı, T., Obalı, O., 1999. A Study on Diatoms in Upper part of Çoruh River, Turkey. Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 12 (3) ; 473 – 496.
- [9] Yavuz, O., Çetin, K., 2000. Cip Çayı (Elazığ - Türkiye) Pelajik Bölge Algleri ve Mevsimsel Değişimleri. F. Ü. Fen ve Müh. Dergisi 12 (2), 25 – 39.
- [10] Barlas, M., Mumcu, F., Dirican, S., Solak, C. N., 2001. Sarıçay (Muğla - Milas)'da Yaşayan Epilithic Diatomların Su Kalitesine Bağlı Olarak İncelenmesi. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildiri Kitabı, S; 313 – 322.
- [11] Bingöl, N., Özyurt, S., Dayıoğlu, H., Yamık, A., Solak, C.N., 2007. Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) Epilithic Diyatomeleleri. Ekoloji Dergisi 62 (15): 23-29.
- [12] Yanmaz, A. M. ve Beşer, M. A. 2005, On the Reliability-Based Safety Analysis of the Porsuk Dam, Turkish J. Eng. Env. Sci. 29 (2005) , 309 – 320 s.
- [13] Yüce, G., Pınarbaşı, A., Özçelik, S. ve Uurluoğlu, D. 2006, Soil and water pollution derived from anthropogenic activities in the Porsuk River Basin, Turkey Environ GeoL, 49: 359–375 DOI 10.1007/s00254-005-0072-5
- [14] Muhammetoğlu, A., Muhammetoğlu, H., Oktaş, S., Özgeççen, L. ve Soyupak, S. 2005. Impact Assessment of Different Management Scenarios on Water Quality of Porsuk River and Dam System – Turkey, Water Resources Management, 19: 199–210 s.
- [15] Çiçek, A. ve Koparal, A., S., 2001. Porsuk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Barbus plebejus* 'da Kurşun, Krom ve Kadmiyum Seviyeleri. Ekoloji Çevre Dergisi, Cilt: 10 Sayı: 39, Sf: 3 – 6.
- [16] Round, F. E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge University Press, Cambridge. 653 p.
- [17] Yıldırım, V., 1995. Hazar Gölü (Gölcük) Sivrice İlçesi Tarafındaki Koy'un Temiz ve Kirli Kesimlerinde Fitoplankton ve Bentik Alg Florasının Araştırılması. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- [18] Cox, E.J., 1996. Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman & Hall. First Edition, 158 pp.
- [19] Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1986. "Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasser von mitteleuropa", Gustav Fischer Verlag, Band 2-1, Stuttgart.
- [20] Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1988. "Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasser von mitteleuropa" Gustav Fischer Verlag, Band 2-2, Stuttgart.
- [21] Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1991a. "Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasser von mitteleuropa", Gustav Fischer Verlag, Band 2-3, Stuttgart.
- [22] Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1991b. "Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lincolatae) und Gomphonema", Cesamptliteraturverzeichnis . Süßwasser von mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Band 2-4, Stuttgart.
- [23] Taylor, J.C., Harding, W.R. ve Archibald, C.G.M., 2007. An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species From South Africa. Report to the water research commission.
- [24] EPA METHOD 200.7. 2001. Determination Of Metals And Trace Elements In Water And Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- [25] EPA METHOD 3051. 1998. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils.
- [26] Lange-Bertalot, H., 1978. Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. Arch. Hydrobiol. Suppl. Algological Studies 21, 393-427.
- [27] Klee, O., 1990. Biologische Arbeitsbücher 42: Wasser untersuchen. Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden.
- [28] Klee, O., 1991. Angewandte Hydrobiologie. G. Thieme Verlag, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart-New York.
- [29] Van Dam, H., Mertens, A., Sinkeldam, J. A., 1994. Coded Checklist and Ecological Indicator Values of Freshwater Diatoms from Netherlands. Neth. J. Aquat. Ecol., 28 ; 117 – 184.