

Atıf İçin: Gümüş, F. (2023). Aksaz Sulak Alanının Bentik Diyatome Topluluğu ve İndekslerine Göre Ekolojik Değerlendirmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 628-635.

To Cite: Gümüş, F. (2023). Ecological Evaluation of Aksaz Wetland Based on Benthic Diatome Community and Indices. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(1), 628-635.

Aksaz Sulak Alanının Bentik Diyatome Topluluğu ve İndekslerine Göre Ekolojik Değerlendirmesi

Fatih GÜMÜŞ

Öne Çıkanlar:

- Diyatomelerin belirteç olarak kullanımı
- Ekolojik kalite sınıflarının belirlenmesi
- Sulak alan diyatome florası

ÖZET:

Bu çalışmada Aksaz sulak alanının ekolojik durumunun diyatome indeksleri ve diyatome topluluğuna dayalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Örneklemeler Mart 2020 ile Aralık 2020 arasında yapılmıştır. Bentik diyatome florasına ait 50 takson tespit edilmiştir. *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hassall cinsleri tüm örneklerde gözlemlenmiş ve tespit edilen taksonların %47 sini oluşturmuştur. Aksaz sulak alanında hesaplanan indeks ve ekolojik kalite değerleri sulak alanın su kütlesinin orta düzeyde kirlilik yükü taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler:

- Aksaz
- Bentik diyatome
- Ekoloji Kalite Oranı
- Trofik indeks

Ecological Evaluation of Aksaz Wetland Based on Benthic Diatome Community and Indices

Highlights:

- Use of diatoms as a markers
- Determination of ecological quality classes
- Wetland diatom flora

ABSTRACT:

This study aims to examine the ecological status of the Aksaz wetland based on diatom indices and diatom community. Sampling was done between March 2020 and December 2020. 50 taxa belonging to benthic diatom flora were identified. *Navicula* Bory and *Nitzschia* Hassall genera were observed in all samples and constituted 47% of the identified taxa. The index and ecological quality values in the Aksaz wetland indicate that the water body is moderately polluted.

Keywords:

- Aksaz
- Benthic diatoms
- Ecological Quality Ratio
- Trophic indices

GİRİŞ

Sulak alanlar yeryüzünde üretkenlik açısından hayati öneme sahip ekosistemler oluşturmaktadır. Sulak alanlar gerek ülke ekonomisine gerekse çevresinde yaşayan insan nüfusuna sağladığı katkılar açısından da oldukça önemlidir. Sulak alanlar, doğal dengenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması yönünden de diğer ekosistemler içinde önemli ve farklı bir yere sahiptir. Tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde de uluslararası düzeyde kabul gören ilk resmi sulak alan tanımı Ramsar (Sulak Alanların Korunmasına Dair Sözleşme) sözleşmesinin 1971 yılında imzalanması ile literatüre girmiştir (Tırıl, 2006). Dünyada toplam 252 milyon 490 bin 59 hektar büyüklüğe sahip 2342 Ramsar alanı bulunmaktadır. Ülkemizde 14 adet Ramsar Alanı, 53 Ulusal öneme haiz sulak alan, 9 mahalli öneme haiz sulak alan olmak üzere toplamda 959 bin 174 hektar büyüklüğünde 76 sulak alanımız ilan ve tescil edilmiştir (Anonim, 2020). Türkiye, sulak alanlar açısından bulunduğu bölgenin en zengin ülkesidir. Karadeniz Bölgesi'ndeki sayılı sulak alan içinde önemli bir yeri olan Sarıkum ve devamı sayılabilecek Aksaz sulak alanı sistemi de deniz, kıyı, kumul, göl, sulak alan ve orman ekosistemleri gibi pek çok ekosistemi bir arada bulundurması nedeniyle önemli bir ekolojik birimdir (Ustaoğlu ve ark., 2005). Ancak bu alanlar, tarımsal amaçlı sulamanın artması, tarım alanlarının açılması, sınai ve zirai kökenli kaynaklardan gelen kirliliklerin sulak alanı besleyen alıcı ortamlara (akarsu, nehir vb.) kontrolsüz deşarjı gibi faktörler ve özellikle iklim değişikliğinin etkileri nedeniyle bu özel ekolojik birimler ve barındırdığı biyoçeşitlilik tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tehdit altındadır (Anonim 2022).

Bu tehditlerin değerlendirilip erken dönemde tedbir alınabilmesi için sulak alanlarda izleme çalışmalarının gerçekleştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Geleneksel fizikokimyasal izleme parametreleri sucul sistemin anlık bir görüntüsünü verirken, biyolojik indikatörler sistemin çevresel etkilere verdiği yanıtın uzun soluklu bir göstergesidir (Çelekli ve ark., 2019). Diyatome tatlı su ekosistemlerinin önemli bir bileşenini temsil ederler ve çevresel değişime hızla yanıt verirler (Stevenson, 2014). Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA) ve Avrupa Birliği diyatome suda yaşanan stres faktörlerinin göstergeleri olarak kabul etmiştir (Valentine, 2002, Anonim, 2009). Birçok diyatome taksonu, belirli bir mikro habitat tipi için iyi belirlenmiş tercihlere sahip olduğundan, sucul sistemin özelliklerindeki çevresel ve iklim kaynaklı değişikliklerin izlemesinde büyük bir potansiyele sahiptir (Smol ve Stoermer, 2010). Avrupa'da biyolojik izleme, Su Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive, WFD,) aracılığıyla resmileştirilmiştir. Diatom bazlı su kalitesi değerlendirmesi Türkiye için yeni bir süreçtir ve ilk çalışmalar 2000'li yıllardan sonra başlamıştır (Kalyoncu 2002; Kıvrak ve ark. 2012; Yay ve ark. 2019; Maraşlıoğlu ve Bektaş 2022)

Bu çalışmada Aksaz sulak alanının bentik diyatome tür çeşitliliği ve su çerçeve direktifine göre diyatome metrikleri kullanılarak sulak alanın su kalitesi ile ekolojik kalite oranının (EQR) değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanının Tanımı

Günümüzdeki adı ile Aksaz sulak alanı Sinop'un batısında ve merkeze yaklaşık 10 km mesafede bulunmaktadır. Alan eski körfez orijinli bir oluşum sergilemektedir. Bu oluşumu zaman içerisinde kıyı kumullarının kapatması sonucu en başta Sarıkum gölü gibi bir lagün gölü oluşmuştur. Daha sonra bu oluşum zamanla karasallaşarak bataklık alana dönüşmüştür. Bu antik körfez, çevresindeki (Kurtoğlu tepesi 92 m, Pamukdere 86m ve Tepeköy 70 m) yükseltilerle sınırlanmıştır. Karagöl- Aksaz Körfezi'ni lagüne dönüştüren kıyı kordonunun deniz seviyesi yüksekliği günümüzden yaklaşık 4-5 bin yıl önce +2 m.lik seviyesinden günümüzdeki deniz seviyesine inmesi sonucunda su altındaki kum bankı su üstüne çıkarak körfezin önce Karagöl tarafını kapatmış, zamanla kuzey batıya doğru genişleyerek körfezin

kuzeyini de kapatarak Aksaz lagününü oluşturmuştur. Bu şekilde denizle bağlantısı tamamen kesilerek akarsuların taşıdığı alüvyonlar ile dolmaya başlamış günümüzdeki bataklık ve mera alanlarına dönüşmüş önemli bir sulak alan şeklinde özelleşmiştir (Ozoner 1998). Aksaz Sulak Alanı'nı kapsayan drenaj havzasının yüzölçümü 8820 ha olup bu alanın 874 ha sulak alandır. Havzanın doğusunda Sinop havaalanı bulunmaktadır (Anonim, 2020).

Bentik Diyatome Örneklerinin Toplanması ve Laboratuvar Analizleri

Tüm büyüme mevsimini kapsamaları için bentik diyatome örnekleri, 2020 boyunca ilkbahar (Mart), yaz başı (Mayıs-Haziran), yaz sonu/sonbahar başı (Eylül) ve kış başı (Aralık) olmak üzere dört kez örnekleme istasyonlarının her birinde mevcut olan üç habitattan (Epipelon, Epifiton ve Epiliton) alınmıştır.

Epipelik diyatome örnekleri, 1 cm çaplı, 80 cm boyundaki cam borunun ışınal olarak sediment üzerinde gezdirilmesi ile toplandı. Her biri 200 ml olacak şekilde toplanan sediment örnekleri polietilen torbalara alınıp etiketlenerek, laboratuvara ulaştırılmış, daha sonra 1 cm çamur kalınlığı elde edilene kadar 10 cm çaplı petri kaplarına eklenerek çökmesi beklenmiş ve çöken çamur üzerindeki su sütunu dikkatlice uzaklaştırılmıştır. Arzu edilen kalınlığa ulaşıldıktan sonra çamur yüzeyi lameller (22 x 22 mm) ile kaplanarak 24 saat ışık altında diyatomelerin fototaksi ile lamellere tespit olması için beklenmiştir. Epilitik diyatomeleri örnekleme için alandan 4-5 adet küçük taş ve epifitik diyatomeleri örnekleme için su bitkilerinin gövde kısımları alınmıştır. Taş ve bitki numunelerinin üzerleri yumuşak bir fırça ile fırçalanarak diyatomelerin suya geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra her istasyonda farklı substratlar dan alınan diyatome örnekleri tek bir örnek olarak birleştirilmiştir. Diyatomeleri tanımlamak için, frustüller sıcak hidrojen peroksit kullanılarak organik maddeden, hidroklorik asit ile de kalsiyum karbonattan arındırılmıştır (Round, 1953; Battarbee, 1986; Kelly ve ark., 1998a; King ve ark., 2006).

Temiz diatom frustülleri, kalıcı preparat haline getirilerek 1000x büyütme bir ışık mikroskobu (Leica DM500) kullanılarak her numunede 400 valva sayılmış ve tür veya cins düzeyinde tanımlanmıştır. Diyatomelerin taksonomik tayinleri Hustedt (1930), Krammer ve Lange-Bertalot'a (1986, 1988, 1991a, 1991b, 1997a, 1997b ve 2000) göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, her numune alma periyodunda suyun fiziksel ve kimyasal değişkenleri ölçülmüştür. Sıcaklık (°C), pH, çözülmüş oksijen (ÇO), parametreleri taşınabilir çok parametrelili cihaz (Hach-HQ40d) ile sahada ölçülmüştür. Besin tuzları analizleri amonyum ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$), fosfat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) standart yöntemler (APHA, 1998) izlenerek Sinop Üniversitesi Biyoloji Bölümü Limnoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Veri Analizleri

Diyatome çeşitliliği, (H') Shannon ve Weaver (1949) çeşitlilik indeksi ve (J') Pielou (1966) düzenlilik indeksi Primer 5 yazılımı ile hesaplanmıştır. Trofik diyatome indeksinin (TDI) modifikasyonuna dayalı olarak geliştirilen Göl Trofik Diyatome indeksi (LTDI2) ve Ekolojik Kalite Oranı (EKO) DARLEQ II yazılımı ile hesaplanmıştır. TDI puanları sıfır ile yüz arasında değişmekte, burada 0 puanı düşük besin konsantrasyonlarını ve 100 puanı yüksek besin konsantrasyonlarını göstermektedir (Kelly 1998b).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Aksaz sulak alanı bentik diyatome florasında Bacillariophyta divizyonundan toplam 34 cins ait 50 takson tespit edilmiştir (Çizelge 1). *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hassall, cinslerine ait türler çalışılan tüm örneklerde rastlanmış ve bu cinslere ait bireylerin toplam sayıları tüm bentik diyatome varlığının %47 sini kapsamıştır. *Navicula cryptocephala*, *N. rhyncocephala*, *N. radiosa*, *N. veneta*, *Nitzschia palea*,

sürekli mevcut ve baskın türler olmuştur. Literatüre göre bu türlerin baskınlığı suda organik maddenin aşırı bulunuşunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu türler kirliliğe toleranslıdır ve mezotrofik ya da ötrofik sularda bulunmuştur (Kelly ve ark. 2005; Taylor ve ark. 2007; Gümüş ve Gönüloğlu 2018).

Çizelge 1. Aksaz sulak alanı bentik diyatome florası.

Classis	Coscinodiscophyceae <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen
Classis	Mediophyceae <i>Lindavia antiqua</i> (W.Smith) Nakov, Guillory, M.L.Julius, E.C.Theriot & A.J.Alverson <i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & Ács
Classis	Coscinodiscophyceae <i>Melosira varians</i> C.Agardh
Classis	Bacillariophyceae <i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing <i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov <i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Cleve <i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve <i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann <i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) D.M.Williams & Round <i>Surirella librile</i> (Ehrenberg) Ehrenberg <i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve <i>Epithemia sorex</i> Kützing <i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann <i>Eucocconeis flexella</i> (Kützing) F.Meister <i>Eunotia exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst <i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni <i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg <i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing <i>G.truncatum</i> Ehr. <i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst <i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse <i>N. cryptocephala</i> Kützing <i>N. radiosa</i> Kützing <i>N.rhyncocephala</i> Kützing <i>N.tripunctata</i> (O.F.Müll.) Bory <i>N.veneta</i> Kützing <i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt <i>N. dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst <i>N. linearis</i> W. Smith <i>N. palea</i> (Kützing) W.Smith <i>N. recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst <i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith <i>Pinnularia divergens</i> W. Smith <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Berthalot <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.F. Müller <i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky <i>Surirella minuta</i> Brébisson <i>S.ovalis</i> Brébisson <i>Tryblionella apiculata</i> W.Gregory <i>T. hantzschiana</i> Grunow <i>T. hungarica</i> (Grunow) Frenguelli <i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère

Temiz sular için indikatör bir tür olarak kabul edilen *Achnantidium minutissimum*'un Aksaz sulak alanında tespit edilmemiş olması da sulak alandaki kirlilik yüküne işaret etmektedir (De Fabricius ve

ark. 2003; Kovács ve ark. 2006; Taylor ve ark. 2007; Gottschalk ve Kahlert, 2012). Aynı zamanda *Pantocsekiella* gibi hassas sentrik cinslerin düşük sayılarda gözlenmesi de diğer bir kirlilik göstergesidir. *Ulnaria ulna* türünün belirli dönemlerdeki artışı bu dönemlerde nutrientce zengin sudaki turbititeye işaret etmektedir (Hosmani 2013; Yusuf 2020). *U. ulna* türü incelenen sulak alanda hidrolojik ve meteorolojik hareketlerin yoğun olduğu ilk ve sonbahar örneklemelerinde artış göstermiştir.

İncelenen sulak alana ait çevresel değişkenler Çizelge 2’ de verilmiştir. Araştırma süresince ölçülen en düşük fosfat, nitrat ve klorür değerleri ilkbaharın başında mart ayında ölçülmüştür. Bu durumun baharda artan yağışlar ve buna bağlı olarak sulak alanda su rejiminin değişimi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. En yüksek değerler ise ilkbahar sonu yaz başı (Haziran) ölçülmüş olup azalan su girdisi, artan buharlaşma ve bahardaki tarımsal faaliyetler sonucu oluşan nutrient yükü ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Taş ve ark. 2021). En düşük sıcaklık, klorit ve pH değerleri Mart ayında tespit edilirken bu parametrelere ait en yüksek değerler yaz döneminde ölçülmüş olup, artan sıcaklığa bağlı olarak bu dönemde alanda en düşük çözülmüş oksijen değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Araştırma dönemine ait fizikokimyasal değerler

Parametreler	En düşük	En yüksek	Ortalama
Fosfat (PO ₄ ³⁻ -P mg/L)	0.054±0.008	0.47±0.003	0.413±0.02
Nitrat (NO ₃ -N mg/L)	0.03±0.011	0.81±0.007	0.54±0.003
Amonyum (NH ₄ ⁺ -N mg/L)	0.016±0.009	0.064±0.002	0.06±0.007
Klorür (Cl mg/L)	12.4±0.86	116.6±1.08	71.05±0.02
Sıcaklık (C°)	7.1±0.6	27.2±0.15	24.4±0.44
Çözülmüş Oksijen (ÇO)	2.86±0.044	9.6±0.17	7.18±1.02
pH	7.86±0.007	9.16±0.09	7.61±0.3

Aksaz sulak alanında hesaplanan, diyatome metrikleri ve ekolojik kalite oranları “Orta durum” ve “Zayıf durum” arasında değişmektedir. Ekolojik kalite oranı ve trofik sınıflandırma sistemi sınır aralıkları Çizelge 3 ve 4’te, hesaplanan indeks değerleri ise Çizelge 5’te verilmiştir. İlkbahardaki su sıcaklığı, net radyasyon artışı ve besin tuzları diyatome topluluğunun temel itici güçleridir ve bu dönemde dinlenme durumundaki türlerin birey sayılarında ve dolayısı ile çeşitlilikte artış beklenmesi olağan süreçtir (Anderson 2000, Vitale ve ark. 2019). Shannon-Wiener çeşitlilik indeks değeri (H' 2.89) bu dönemde tür çeşitliliğinin arttığını göstermekle birlikte, düzenlilik (J' 0.88) indeksi türler arası birey sayılarında düzgün bir dağılım olmadığı göstermektedir. Bu mevsimde kirliliğe toleranslı türlerin nispi bolluklarının daha fazla olduğu görülmektedir. Nitekim, ilkbahar döneminde ekolojik kalite oranı (0.54 “orta durumda”) ve LTDI (65.04) değerleri de bu durumu desteklemektedir.

Çizelge 3. Üç alkalinite türü için Ekolojik Kalite Oranı (EQR) sınıf sınırları (Bennion et al. 2014).

Alkalinite tipi (CaCO ₃ mg/L)	H/G	G/M	M/P	P/B
LA (<10)	0.92	0.70	0.46	0.23
MA (10-50)	0.95	0.70	0.46	0.23
HA (>50)	0.92	0.70	0.46	0.23

LA: Düşük alkalinite, MA: Orta düzey alkalinite, HA: Yüksek alkalinite. H: Yüksek, G: İyi, M: Orta, P: Zayıf, B: Kötü ekolojik durum.

Çizelge 4. Trofik diyatome indeksi sınıf aralıkları (Kelly 1998)

İndeks Değeri	Trofik Durum
0-20	Oligotrofik
21-40	Oligo-mezotrofik
41-60	Mezotrofik
61-80	Mezo-ötrofik
81 -100	Ötrofik

En yüksek besin tuzu değerlerinin ölçüldüğü yaz (kuru sezon) sezonunda, çeşitlilik indeks değeri (H' 1.61) gerilerken, düzenlilik indeksi (J') 0.83 olarak gerçekleşmiştir. Kuru sezonda tür çeşitliliği

azalırken, kirliliğe toleranslı *Navicula* ve *Nitzschia* cinsleri baskın hale gelmiştir. Reyes ve ark. (2007)'nin elde ettiği bulgulara benzer şekilde kirli suların indikatör türü olarak kabul edilen *N. palea* yaz sezonunda en yüksek bolluğa ulaşmıştır. Sulak alandaki organik yüke işaret eden göl trofik diyatome indeksi (LTDI 74.38) ve ekolojik kalite oranı (EKO 0.39 “Zayıf durum”) çeşitlilik indeksindeki düşüş tarafından da desteklenmektedir. Karadeniz bölgesinin karakteristiği olan sonbahar yağışları (Ercan ve Günal 2020) sulak alandaki hidrolojik rejimde de değişikliğe neden olmaktadır. Dolayısı ile alanı tekrar su basması nedeni ile kirlilik yükü konsantrasyonlarında bir düşüş ve su kalitesinde bir iyileşmeyle birlikte *Pantocsekiella* gibi hassas sentrik türlerin bolluğunda hafif bir artış gözlenmiştir. Hassas türlerin artışına karşıt olarak kirlilik indikatörü olan *N. palea* bolluğunda ise hafif bir azalma gözlenmektedir. Alanın su rejimiyle birlikte değişen pH'ı (Gehant 2015) *Eunotia exigua*, *Tabellaria flocculosa* ve *Cymbella cymbiformis* gibi nötral ya da nispeten asidik koşulları tercih eden türlerinde nispi bolluklarında artışa neden olmuştur (Round 1957; Van Dam ve ark. 1994). İndis değerlerini incelediğimizde ekolojik durumun zayıftan orta duruma (EKO 0.51; LTDI 67.1; H' 2.43; J' 0.88) yükseldiği görülmektedir. Kış sezonunda ise indeks değerlerinde makul bir düşüş gözlemlenmiş ve EKO (0.49) orta durumlu olarak belirlenmiştir (LTDI 68.24; H' 2.29; J' 0.88). Tür çeşitliliği ve bolluğundaki azalmanın kış döneminde düşen su sıcaklığı ve güneşlenme süresine bağlı olarak diyatomelerin dinlenme durumuna geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (McQuoid ve ark. 1995, 2002; Fukai ve ark. 2019). Sıvacı 2013, alanda besin tuzları ile bentik alglerin ilişkisini incelemiş, çevresel faktörlerin alg topluluğunu domine ettiği sonucuna varmış ve en yüksek H' indeks değerinin çalışmamıza benzer şekilde ilkbahar döneminde kaydedildiğini bildirmiştir.

Çizelge 5. Hesaplanan indeks değerleri

	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Göl Trofik Diyatome İndeksi (LTDI)	65.04	74.38	67.1	68.24
Ekolojik Kalite Oranı (EKO)	0.54	0.39	0.51	0.49
Çeşitlilik indeksi (H')	2.89	1.61	2.43	2.29
Düzenlilik İndeksi (J')	0.88	0.83	0.88	0.88

SONUÇ

Araştırma sonuçları, Aksaz sulak alanının orta düzeyde kirlilik yükü taşıyan bir su kütesine sahip olduğunu göstermektedir. Kirlilik yüküne ilişkin bulgular hem tespit edilen bentik diyatome topluluğunun kompozisyonu hem de trofik durum (LTDI) ve çeşitlilik indeksleri tarafından desteklenmiş olup bu indekslerin Aksaz ve buna benzer alanların su kalitesi değerlendirmelerinde kullanılabilecek güçlü araçlar olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda bu durum diyatome topluluk kompozisyonu ve su kalitesi arasındaki yakın ilişkiyi işaret etmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2009). Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. Part 2. European Commission, Joint Research Centre: Brussels, Belgium. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC51340> (Erişim tarihi: 20 Haziran, 2022)
- Anonim. (2020). Sinop İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. Sinop Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Çed ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Sinop. URL: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/s-nop_2019_cdr-20210315133413.pdf (Erişim tarihi: 20 Haziran, 2022)
- Anonim. (2022). Wetlands: a global disappearing act. URL : www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/factsheet3_global_disappearing_act_0.pdf (Erişim tarihi: 22 Ekim, 2022).

- Anderson, N. J. (2000). Diatoms, temperature and climatic change. *European Journal of Phycology*, 35 (4): 307-314.
- APHA. (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th Edition, American Water Works Association and Water Environmental Federation, Washington DC.
- Battarbee, R. W. (1986). Diatom analysis. Berglund, B.E. (Ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. (s. 527-570). Chichester, U.K.: Wiley.
- Bennion, H., Kelly, M.G., Juggins, S., Yallop, M.L., Burgess, A., Jamieson, J., Krokowski, J. (2014). Assessment of ecological status in UK lakes using benthic diatoms. *Freshwater Science*, 33 (2): 639-654.
- Celekli, A., Toudjani, A., Gümüş, E.Y., Kayhan, S., Lekesiz, H., Cetin, T. (2019). Determination of trophic weight and indicator values of diatoms in Turkish running waters for water quality assessment. *Turkish Journal of Botany*, 43 (1): 90-101.
- De Fabricius, A.L.M., Maidana, N., Gómez, N. & Sabater, S. (2003). Distribution patterns of benthic diatoms in a Pampean river exposed to seasonal floods: the Cuarto River (Argentina). *Biodiversity and Conservation*, 12: 2443-2454.
- Ercan, F., Günel, N. (2020). Sinop'un Yağış Özellikleri. *Uluslararası Türk Dünyası Araştırmaları Dergisi*, 3 (2): 25-54.
- Fukai, Y., Matsuno, K., Fujiwara, A., Yamaguchi, A. (2019). The community composition of diatom resting stages in sediments of the northern Bering Sea in 2017 and 2018: the relationship to the interannual changes in the extent of the sea ice. *Polar Biology*, 42 (10): 1915-1922.
- Gehant, P. A. (2015). Seasonal trends in permanent and ephemeral wetland water chemistry. *University of Wisconsin-Stout Journal of Student Research*, 14, 203-211.
- Gottschalk, S., & Kahlert, M. (2012). Shifts in taxonomical and guild composition of littoral diatom assemblages along environmental gradients. *Hydrobiologia*, 694, 41-56.
- Gümüş, F., Gönülol, A. (2018). Epilithic diatom-based ecological assessment in Taşmanlı pond (Sinop, Turkey). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 19 (1): 71-76.
- Hustedt, F. (1930). *Die süßwasser flora mitteleuropas*, Gustav Fischer, Germany 468 s.
- Hosmani, S.P. (2013). Freshwater algae as indicators of water quality. *Universal Journal of Environment Research Technology*, 3 (4): 473-482.
- Kalyoncu, H. (2002). *Aksu çayı'nın fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak incelenmesi*. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi (Basılmış).
- Kelly, M.G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell'Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., Guasch, H., Hurlimann, J., Jarlman, A., Kawecka, B., Kwadrans, J., Laugaste, R., Lindstrom, E.A., Leitao, M., Marvan, P., Padisák, J., Pipp, E., Prygiel, J., Rott, E., Sabater, S., van Dam, H., Vizinet, J. (1998a). Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology*, 10: 215-224.
- Kelly, M.G. (1998b). Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. *Water research*, 32 (1): 236-242.
- Kelly, M.G., Bennion, H., Cox, E.J., Goldsmith, B., Jamieson, J., Juggins, S., Mann, D.G., Telford, R.J. (2005). *Common Freshwater Diatoms of Britain and Ireland: An Interactive Key*. Environment Agency, Bristol.
- Kıvrak, E., Uygun, A., Kalyoncu, H. (2012). Akarçay'ın (Afonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diyatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (2): 27-38.
- King, L., Clarke, G., Bennion, H., Kelly, M., Yallop, M. (2006). Recommendations for sampling littoral diatoms in lakes for ecological status assessments. *Journal of applied phycology*, 18 (1): 15-25.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1986, 1988, 1991a, 1991b, 1997a, 1997b, 2000). Bacillariophyceae. Teil: Naviculaceae; Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae; Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae; Achnathaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula und Gomphonema; and english translation of the keys. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 2/1-5, Fischer, Stuttgart.
- Kovács, Cs., Kahlert, M., Padisák, J. (2006). Benthic diatom communities along pH and TP gradients in Hungarian and Swedish streams. *Journal of Applied Phycology* 18: 105-117.
- Maraşlıoğlu, F., Bektaş, S. (2022). Characterization of Spatiotemporal Variations in Mert Stream Water Quality by Phytoplankton Community and Biological Indices. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (1): 42-53.

- McQuoid, M.R., Godhe, A., Nordberg, K. (2002). Viability of phytoplankton resting stages in the sediments of a coastal Swedish fjord. *European journal of Phycology*, 37 (2): 191-201.
- McQuoid, M.R., Hobson, L.A. (1995). Importance of Resting Stages in Diatom Seasonal Succession. *Journal of Phycology*, 31 (1): 44-50.
- Ozener, F.S. (1998). *Sinop batusındaki ekosistemler ve ilginç yer şekillerinin jeomorfolojisi, ekoturizm yönünden önemi*. TÜBİTAK Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu, Ankara.
- Pielou, E.C. (1966). The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Reyes Barbara, I., Martín, G., Reina, M., Arechederra Urrestarazu, A., Serrano Martín, L., Casco, M.A., Toja Santillana, J. (2007). Phytoplankton from NE Doñana marshland (" El Cangrejo Grande", Doñana Natural Park, Spain). *Limnetica*, 26 (2): 307-318.
- Sıvacı, E.R. (2013). Nutrient, benthic algae relationships in the Sinop Karagöl-Aksaz Marsh, Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 8 (13): 1129-1135.
- Round, F.E. (1953). An investigation of two bentic algal communities in Malham Tarn, Yorkshire. *Journal of Ecology*, 41: 97-174.
- Round, F.E. (1957). Studies on Bottom-Living Algae in Some Lakes of the English Lake District: Part II. The Distribution of Bacillariophyceae on the Sediments. *Journal of Ecology*, 45 (2): 343-360.
- Shannon, C.E., Weaver, W. (1949). The Mathematical Theory of Communication. *University of Illinois Press*, Urbana, 144 p.
- Smol, J.P., Stoermer, E.F. (Eds.) (2010). *The diatoms: applications for the environmental and earth sciences*. Cambridge University Press, 686 s.
- Stevenson, J. (2014). Ecological assessments with algae: a review and synthesis. *Journal of Phycology*, 50: 437-461.
- Taş, B., Yılmaz, Ö., Ustaoglu, F. (2021). Ilıman Bir Türkiye Nehir Havzasında Dere Su Kalitesinin Çok Değişkenli Analiz ve Biyolojik Yaklaşımlarla Değerlendirilmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 17 (1): 34-55.
- Tırıl, A. (2006). *Sulak alanlar*. Peyzaj Mimarları Odası Yayınları, 2.
- Taylor, J.C., Prygiel, J., Vosloo, A., de la Rey, P.A., van Rensburg, L. (2007). Can diatom-based pollution indices be used for biomonitoring in South Africa? A case study of the Crocodile West and Marico water management area. *Hydrobiologia* 592: 455-464.
- Ustaoglu S., Yardım Ö., Tırıl, A. (2005). Sinop'taki Sulak Alanların (Sarıkum ve Karagöl-Aksaz) Genel Özellikleri ve Koruma Sorunları. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül, Isparta.
- Van Dam, H. Mertens, A., Sinkeldam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, 28 (1): 117-133. doi: 10.1007/BF02334251
- Valentine, V.J. (2002). *Scrub-shrub/Emergent Wetland Ecotone Migration Along Delaware tidal Rivers in Response to Relative Sea-Level Change, Natural Impacts, and Human Modifications*. (Yayınlanmış Doktora tezi) University of Delaware, Newark, NJ.
- Vitale, A.J., Genchi S.A., Piccolo, M.C. (2019). Assessing the surface radiation balance and associated components in an intertidal wetland. *Journal of Coastal Research*, 35 (1): 158-164.
- Yay, T. E., Özel, B., Tekin Özcan, 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.
- Yusuf, Z. H. (2020). Phytoplankton as bioindicators of water quality in Nasarawa reservoir, Katsina State Nigeria. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32