

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HERAT NEHRİ'NDEKİ (HARİ RUD, AFGANİSTAN)
DİYATOME TOPLULUKLARININ EKOLOJİK TERCİHLERİ

BİYOLOJİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOSTAFA MOHAMMADI
MAYIS 2024

MAYIS 2024

Yüksek Lisans Tezi-Biyoloji

MOSTAFA MOHAMMADI

**HERAT NEHRİ'NDEKİ (HARİ RUD, AFGANİSTAN)
DİYATOME TOPLULUKLARININ EKOLOJİK TERCİHLERİ**

Gaziantep Üniversitesi

Biyoloji

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

Mostafa MOHAMMADI

Mayıs 2024



©2024[Gaziantep Üniversitesi]

**HERAT NEHRİ'NDEKİ (HARİ RUD, AFGANİSTAN) DİYATOME
TOPLULUKLARININ EKOLOJİK TERCİHLERİ**

başlıklı bu çalışma, **Mostafa MOHAMMADI** tarafından hazırlanmış ve yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Gaziantep Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde** Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Çiğdem AYKAÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

Prof. Dr. Murat KÜTÜK
Enstitü Anabilim Dalı Başkanı

.....

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ
Danışman, Biyoloji
Gaziantep Üniversitesi

.....

Sınav Tarihi: 14 Mayıs 2024

Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ
Gaziantep Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN
Gaziantep Üniversitesi

.....

Dr. Öğr. Üyesi Murat KORKMAZ
Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

.....

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilmek suretiyle tezde yer aldığını beyan ederim.

Mostafa MOHAMMADI

ABSTRACT

ECOLOGICAL PREFERENCES OF DIATOM ASSEMBLAGES IN HERAT (HARI RUD, AFGHANISTAN) RIVER

MOHAMMADI, Mostafa

M.Sc. in Biology

Supervisor: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ

May 2024

106 pages

To build a thorough bioassessment plan for rivers, it is imperative to identify the dominant/indicator species and ascertain their ecological preferences. This study aimed to develop robust ecological assessment methods for ecosystems that undergo substantial human-caused disturbances, using the Hari Rud River Basin as a case study between the wet May and dry July of 2023. Canonical correspondence analysis revealed that electrical conductivity (EC), dissolved oxygen, ortho-phosphate (PO₄), and nitrate (NO₃) had substantial impacts on the spatial distribution of diatom species in the basin. Relatively pollution-tolerant species, including *Nitzschia brevissima*, *Nitzschia capitellata*, *Nitzschia umbonata*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia dissipata*, and *Navicula cryptocephala* had close relationships with EC and PO₄, integrated with Joi Injil and Karbar streams. Of the sampling stations, especially Hari Rud River1 and 2 exhibited pollution-sensitive diatom species, including *Cymbella excisa*, *Achnantidium minutissimum*, *Diatoma moniliformis*, *Cymbella affinis*, and *Meridion circulare*. Various eco-regional diatom metrics exhibited distinct scores, indicating a range of ecological statuses in the Lower Hari Rud River basin, from high to bad ecological status. Findings of the current study emphasize the need to conduct auto-ecological investigations to enhance our understanding of regional diatoms and their ideal survival ranges in different locations before considering the use of non-regional diatom indices.

Key Words: Bioindicator, *Cymbella*, Ecology, Freshwater, Water Quality

ÖZET

HERAT NEHRİ'NDEKİ (HARİ RUD, AFGANİSTAN) DİYATOME TOPLULUKLARININ EKOLOJİK TERCİHLERİ

MOHAMMADI, Mostafa
Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji
Danışman: Prof. Dr. Abuzer ÇELEKLİ
Mayıs 2024
106 sayfa

Nehirler için kapsamlı bir biyodeğerlendirme planı oluşturmak için, baskın/belirteç türleri ve ekolojik tercihlerini belirlemek hayati öneme sahiptir. Bu amaçla, Aşağı Hari Rud Nehri Havzasını 2023'ün yağışlı Mayıs ve kurak Temmuz ayları arasında bir vaka çalışması olarak kullanarak, insan kaynaklı önemli rahatsızlıklara maruz kalan ekosistemler için sağlam ekolojik değerlendirme yöntemleri geliştirmeyi amaçlanmıştır. Kanonik uygunluk analizi, elektriksel iletkenlik (Eİ), çözülmüş oksijen, orto-fosfat (PO₄) ve nitratın (NO₃) havzadaki diyatome türlerinin mekânsal dağılımı üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. *Nitzschia brevissima*, *Nitzschia capitellata*, *Nitzschia umbonata*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia dissipata* ve *Navicula cryptocephala* gibi kirlilik tolere edebilen türler, EC ve PO₄ ile yakın ilişkilere sahiptir ve Joi Injil ve Karbar akarsuları ile bütünleşmiştir. Örnekleme istasyonları arasında özellikle Hari Rud Nehri S1 ve S2, *Cymbella excisa*, *Achnantidium minutissimum*, *Diatoma moniliformis*, *Cymbella affinis* ve *Meridion circulare* gibi kirlilik duyarlı diatom türlerini sergilemektedir. Farklı ekorejyonel diatom metrikleri, Aşağı Hari Rud Nehri havzasında yüksekten kötü ekolojik duruma kadar farklı skorlar sergilemektedir. Bu çalışmanın bulguları, bölgesel olmayan diatom indekslerinin kullanımını düşünmeden önce, bölgesel diatomlara ve bunların farklı konumlardaki ideal hayatta kalma aralıklarına ilişkin anlayışımızı geliştirmek için otoekolojik araştırmalar yürütmenin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyoindikatör, *Cymbella*, Ekoloji, Su Kalitesi, Tatlisu.



“Dedicated to Science word”

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans programım boyunca bana rehberlik eden ve destek olan Sayın Prof. Dr. Abuzer Çelekli'ye içten teşekkürlerimi sunarım. Olağanüstü özverisi, nezaketi ve sabrı, akademik yolculuğumda derin bir iz bıraktı. Prof. Dr. Çelekli'nin adım adım benimle çalışmaya gösterdiği istek, başarıma duyduğu gerçek ilgi ve gösterdiği kararlılık, öğrenci olarak gelişimimde büyük bir rol oynadı. Öğretme uzmanlıkları ve tutkuları, akademik gelişimim üzerinde büyük bir etki bıraktı. Onun rehberliği, gelecekteki çabalarım için gerekli olan becerileri ve bilgiyi kazanmamı sağladı. Onu profesörüm olarak görebildiğim için gerçekten şanslıyım ve eğitimime sağladığı değerli katkılardan ötürü içtenlikle teşekkür ederim.

Yüksek lisans derecemi alırken geçirdiğim süreçte, aileme duyduğum derin minnettarlığı ifade etmek isterim. Onların sürekli inancı ve gösterdikleri fedakârlıklar gerçekten paha biçilmezdi. Böyle dikkat çekici ve destekleyici bir aileye sahip olduğum için kendimi gerçekten şanslı hissediyorum.

Yüksek lisans sürecim boyunca bana sağladıkları destek ve yardımlar için dostlarım Ali Mohammad Esmaily, Sayyad Amiri, Mohammad Qasim Amini, Saeed Askari ve Abdul Ali Karimi'ye şükranlarımı sunuyorum;

Gaziantep Üniversitesi Biyoloji Bölümünden Hidrobiyoloji laboratuvarı ekibinden kıymetli arkadaşlarım Sayın Özgür Eren Zariç, Dr. Didem Gün, Dr. Hacı Ömer Lekesiz, Esmenur Şeren, İrem Yeşildağ'a içten teşekkürlerimi sunuyorum. Onların yanımda olmaları, rehberlikleri ve kararlılıkları, başarımda önemli bir rol oynadı. Sayısız saatlik işbirliği, çalışma ortamları değerli anılar ve ömür boyu sürecek dostluklar yaratmamıza olanak sağladı. Akademik ve kişisel gelişimime katkıları için derin minnettarlık duyuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ABSTRACT	i
ÖZET	ii
İTHAF	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR LİSTESİ	x
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 Tatlı Su ve Önemi.....	1
1.2 Su Kirliliği.....	2
1.3 Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi	3
1.4 Fitoplankton ve Tatlı Su Kalitesi.....	7
1.5 Akarsularda Fitobentozun Tespiti	8
1.6 Trofik İndeks Türkiye	12
1.7 Mevcut Çalışmanın Amaçları.....	13
BÖLÜM 2 LİTERATÜR ÖZETİ	15
BÖLÜM 3 MATERYAL VE METOT	30
3.1 Çalışma Alanının Tanımı	30
3.1.1 Hari Rud Nehri Havzası (Herat Nehri)	30
3.1.2 Örnekleme İstasyonları	32
3.2 Su ve Diyatom Örnekleme	38
3.3 Fizikokimyasal Değişkenlerin Ölçümü ve GPS Koordinasyonu	40
3.4 Kalıcı Slaytlar ve Diatomların Tanımlanması.....	42
3.5 Ekolojik Kalite Durumu	43

3.5.1 İstatistiksel ve Çok Değişkenli Analiz	44
3.5.2 İstatistiksel Analizler	45
3.5.3 Örnekleme İstasyonlarının Dia Değerlendirmesi.....	45
3.5.4 Trophik İndeks Türkiye (TIT)	46
3.5.5 Tropik Diyatom İndeksi (TDI).....	47
3.5.6 Tropik İndeks (TI).....	47
3.5.7 Eutrofikasyon ve/veya Kirlilik İndeksi - Diyatom Kaynaklı (EPI-D)	48
3.5.8 DDI (Duero Diyatom İndeksi)	49
BÖLÜM 4 BULGULAR VE TARTIŞMA.....	52
4.1 Fizikokimyasal Yapı.....	52
4.2 Diyatom Kompozisyonu ve Çevre İlişkisi	55
4.3 Örnekleme İstasyonlarının Biyo Değerlendirmesi	64
BÖLÜM 5 SONUÇ	74
KAYNAKLAR	76
EKLER.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	106

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 WFD tarafından tanımlanan beş ekolojik durum	6
Tablo 3.1 İstasyonların yerel adları ve coğrafi değişkenleri.	40
Tablo 3.2 Türkiye Trofik İndeksi'nin (TIT) Sınıfları ve Skorları.....	46
Tablo 3.3 TDI su kalitesi ve EQR	47
Tablo 3.4 TI endeksinin kalite sınıfı aralığı	48
Tablo 3.5 EPI-D endeksinin kalite sınıfı aralığı	49
Tablo 3.6 DDI endeksinin sınıf sınırlama değerleri	50
Tablo 3.8 DSIAR endeksinin sınıf limit değerleri.....	50
Tablo 3.9 DEQI Endeksinin Sınıf Limit Değerleri	51
Tablo 3.10 IPS Endeksinin Sınıf Limit Değerleri	51
Tablo 4.1 Hari Rud Nehri Havzası'ndan 2023 bahar ve yaz ayları	54
Tablo 4.2 Birden fazla kez görülen ve bolluğu %1'in üzerinde olan diatomlar.	56
Tablo 4.3 Hari Rud Nehri Havzası için farklı ekorejyonel diyatom indisleri puanları.65	65
Tablo 4.4 Diyatom indisleri ve çevresel değişkenler arasındaki korelasyonu..	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Avrupa Su Çerçeve Direktifi biyolojik kalite unsurları.....	4
Şekil 1.2 Su Çerçeve Direktifi (WFD) tarafından EQR (Ekolojik Kalite Oranı)	5
Şekil 1.3 Farklı ekorejyonlardaki nehirlerde alg çoğalmasını gösterir.	8
Şekil 1.4 a) <i>Anemastus stroesei</i> , b) <i>Cymatopleura elliptica</i>	9
Şekil 1.5 Diatomların yapısı a) centric b) pennate (Cox, 2014).	10
Şekil 2.1 a) <i>Nitzschia palea</i> b) <i>Ulnaria ulna</i> c) <i>Achnantheidium minutissimum</i>	16
Şekil 3.1 Hari Rud Nehri ve kolları, örnekleme istasyonları, Afganistan haritası.....	31
Şekil 3.2 Örnekleme istasyonları S1-S4	34
Şekil 3.3 Örnekleme İstasyonları S5-S7	36
Şekil 3.4 Örnekleme istasyonları S8-S10.....	38
Şekil 3.5 a) pH ölçer, kaplar ve lugol b) numune alma kutusu c) Lugol yapımı	39
Şekil 3.6 a) Diatomların örnekleme b) Seçilmiş taşlar.....	40
Şekil 3.7 a) pH metre b) GPS.....	41
Şekil 3.8 a) HQ440D-Multi b) Vaheb Test kit c) Turbidity (Bulanıklık) Metre	42
Şekil 3.9 Kalıcı preparatların yapımı	43
Şekil 3.10 DP73 kamera ve CellSense 1.6 yazılımı	43
Şekil 4.1 İki örnekleme turundaki tüm istasyonların su sıcaklığı	53
Şekil 4.2 Bu çalışmada en baskın diatomlar	55
Şekil 4.3 Örnekleme istasyonlarındaki tür-çevre ilişkilerinin CCA diyagramı.	60
Şekil 4.4 Diatom türlerinin optimumları.....	63
Şekil 4.5 Farklı diatom indislerinin ekolojik durum sınıflarının yüzdeleri.	66

KISALTMALAR LİSTESİ

CCA	Canonical correspondence analysis
-PO₄	Orthophosphate
-NO₂	Nitrite
-NO₃	Nitrate
TDS	Total dissolved solid
EQR	Ecological quality ratio
TIT	Trophic Index Turkey
EPI-D	Eutrophication and/or Pollution Index - Diatom based
WFD	Water framework directive
DO	Dissolved Oxygen
EC	Electrical Conductivity
TI	Trophic Index
BCG	Biological Condition Gradient
WFD	Water Framework Directive
EU	European Committee

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Tatlı Su ve Önemi

Tatlı su hem ekosistem işlevleri hem de biyosferin sürdürülebilirliği için temel bir kaynaktır; her iki faktör de insan refahını desteklemektedir (Çelekli vd., 2021). Tatlı su kaynakları, yaşamın devamı ve çeşitli ekosistemlerin desteklenmesi için hayati öneme sahiptir. Tatlı suyun önemi, içme suyu ve gıda üretimi, ekosistem destekleri, sulama, hidroelektrik enerji, rekreasyon ve hidrolojik döngü gibi birçok yönle öne çıkmaktadır. Kuraklık, sel ve açlık gibi felaketler suyun kritik önemini ortaya koymaktadır. Su, dünya yüzeyinin yaklaşık %71'ini kaplar ve evrendeki en yaygın kimyasal bileşiktir. Dünyadaki suyun çok küçük bir kısmı insan kullanımına uygundur. İnsan vücudu ve dünya üzerindeki bitki ve hayvan türlerinin çoğu büyük oranda sudan oluşur; yiyeceklerimizin çoğu suya bağımlıdır ve genellikle su içerir (Smol, 2008). Tüm canlılar, yaşamak ve büyümek için suya muhtaçtır (Patil vd., 2012). Nüfus artışı, endüstrileşme ve iklim değişikliği gibi artan baskılar altında, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve korunması, mevcut ve gelecek nesiller için hayati önem taşımaktadır (Çelekli ve Zariç, 2023). Canlıların yaşam kalitesi büyük ölçüde su kalitesine bağlıdır ve su kalitesi, fiziksel, kimyasal özellikler göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Karasal ve sucul biyoçeşitlilik için önemli olan çevresel dengenin sürdürülmesi, su kalitesinin sucul sistemlerdeki önemini vurgulamaktadır; dünyada tükenen kaynaklar sebebiyle gezegen dışı yaşam alanı arayışları devam etmektedir (Çelekli ve Zariç, 2024). Ancak çevresel bozulma, su kalitesinin düşmesine ve sonuç olarak ekosistem hizmetlerinin ve sucul ekosistemlerin işleyişinin zarar görmesine ve okyanusların ciddi asitlenme sorunlarına yol açar; bu durum biyotik bütünlüğün istikrarını tehdit etmektedir (Ndungu, 2014; Çelekli ve Zariç, 2024).

Biyosfer, Dünya'nın suyunun yalnızca %0,014'ünü içerir; bu miktar göllerde (%0,008), topraklarda (%0,005), atmosferde, biyota ve nehirlerde (%0,001)

dağılmıştır. Dünya'nın yüzeyinin %2,58'inde tatlı su bulunur, bunlar buz (%1,97) veya yeraltı suyu (%0,61) olarak bulunur. Dünya'nın geri kalan suyu tuzludur. Tatlı suyun bulunabilirliğini ve dağılımını düzenleyen ana akımlar (yağış, su buharı transferi ve buharlaşma) iklimden etkilenir (Carpenter vd., 1992). Bu nedenle, iklim değişiklikleri, hem ekosistemler hem de insanlar için tatlı su arzını etkiler. Biyosfer, suyun küçük bir miktarını içerir, ancak ekosistemler ve insanlık için son derece önemlidir (Carpenter vd., 1992). Dünya genelinde milyonlarca türün varlığını sürdürmek için tropikal tatlı su ekosistemlerine bağımlı olduğu düşünülmektedir, ancak iç sucul biyoçeşitlilik, insan nüfusunun artması, sera gazları, iklim değişikliği, insan etkisi ve ormanların yok edilmesi gibi nedenleriyle tatlı su kaynaklarının hızla olumsuz etkilenmektedir (Cumberlidge vd., 2009; Çelekli ve Zariç 2023; Zariç vd. 2024). Tatlı su ekosistemlerinin mekânsal genişliğinde önemli değişiklikler, alan ve iklim değişikliği ile ilişkilendirilmiştir (Heino vd. 2009; Çelekli ve Zariç 2023). Gelecekteki iklim değişikliğinin etkilerinin, tatlı su dağılımı ve su ihtiyacına olan benzer değişikliklere neden olması beklenmektedir (Carpenter vd., 1992).

1.2 Su Kirliliği

Su kalitesi biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerinin yanı sıra organoleptik özelliklerinin değerlendirilmesiyle belirlenir (Johnson vd., 1997). Suda artan kimyasal ve besin maddesi miktarları, yüzey sularının iyi ekolojik durumunu ve temiz suyun bulunabilirliğini tehlikeye atmaktadır (Malve, 2007). Kirlenmiş su, sulanan bitkileri kök bölgesinde tuz birikmesine, fazla kalsiyum veya sodyumun sızmasından dolayı toprağın daha az geçirgen hale gelmesine veya ürünlere doğrudan zararlı olan enfeksiyonlara veya diğer kirleticilere ev sahipliği yaparak zarar verebilir. Sulama suyu kirleticileri zamanla toprakta birikebilir ve tarımsal üretim için kullanılamaz hale getirebilir. Sulama suyundaki pestisitler ve patojen organizmalar bitki gelişimini dolaylı olarak etkileyebilir, ancak aynı zamanda çiftçilerin satabilecekleri veya tüketebilecekleri tarımsal ürünlerin kalitesi üzerinde uzun vadeli olumsuz etkilere sahip olabilirler (Helmer ve Hespanhol, 1997).

Gölgedeki sosyo-ekonomik işlevleri olumsuz etkilemenin ötesinde, bu tür girişler gölün yapısal biyoçeşitliliğinin kaybolmasına neden olabilir (Mustapha, 2008). Eutrofikasyon (aşırı besin birikimi), aşırı besin, ağır metaller, organik kirlilik, asitlenme veya olumsuz balıkçılık, tatlı su kalitesinin bozulmasının en yaygın

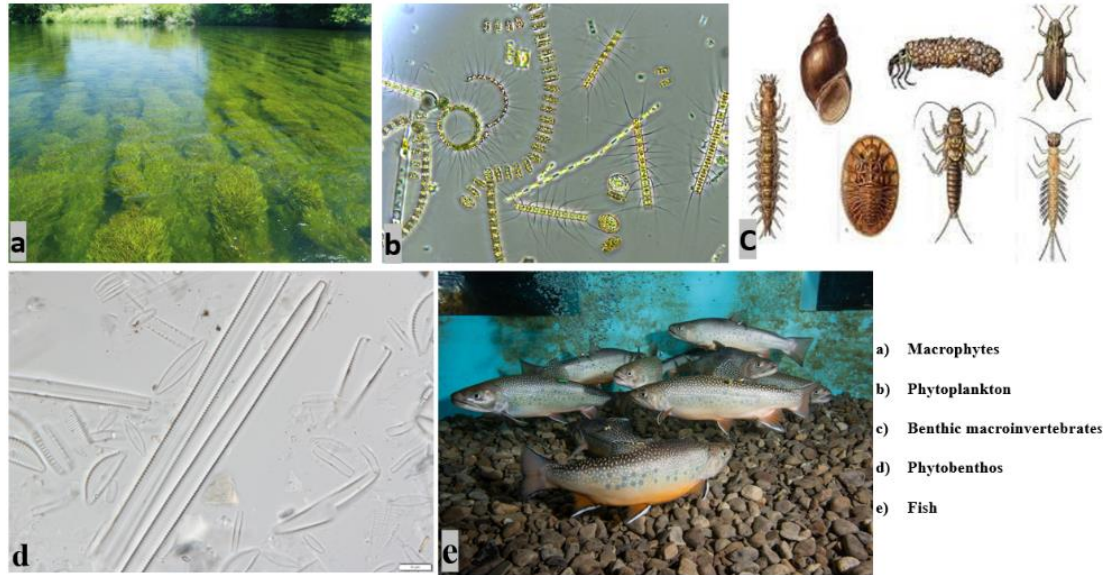
nedenleridir. İnsan faaliyetlerinin tatlı sucul ekosistemlere etkileri arasında eutrofikasyon tarafından tetiklenen alg patlamaları (aşırı besin birikimi), canlıların oksijen yoksunluğundan ölmesiyle artan bulanıklık ve asitlenme bulunmaktadır. Farklı sektörlerden gelen atık suların alındığı tatlı su kaynaklarına dökülmesi durumunda ekosistemler zarar görebilir. Boyalar veya metaller içeren su, azalan ışık penetrasyonu ve fotosentetik aktivite nedeniyle estetik sorunlara yol açabilir (Gupta vd., 2013). Endüstri Devrimi'nin başlangıcı ve dünya nüfusunun artmasıyla her yıl üretilen büyük miktarda toksik materyal, su kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Endüstri Devrimi boyunca artan insan kaynaklı faaliyetler, dünya genelinde birçok yüzey suyunda su kalitesini etkilemiştir.

Kirliliğe sebep olan belirli kimyasallar çoğunlukla fabrikalarda, otomobillerde, zanaatlarda ve tarımda (gübreler, pestisitler, fungusitler vb.) kullanılmaktadır. Kullanıldıktan sonra bu maddeler doğrudan su kaynaklarına boşaltılır veya toprağı kirleterek hem yüzey hem de yeraltı suyunu etkiler ve aracı olarak akış suyuyla kirletilir. Kirletici ve atık deşarjının su yollarına etkisi, biyoçeşitlilik ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Martín ve Fernández, 2012). Yüzey suyu yaşam alanlarının boyar maddelere erişilebilirliği, fotosentetik aktiviteyi ve ışık penetrasyonunu engelleyebilir ve estetik sorunlara neden olabilir (Saratale vd., 2011). Ayrıca, su kaynaklarında birçok boyar madde veya metabolitlerinin düşük konsantrasyonlarda bile, alerjiler, kanser ve cilt problemleri de dahil olmak üzere canlılarda geniş bir hastalık ve bozukluk yelpazesine neden olabileceği potansiyeli vardır (Salleh vd., 2011; Dotto vd., 2013). Antropojenik faaliyetlerin iç tatlı su habitatlarında büyük bir çeşitlilikte biyoçeşitlilik, su kaynakları yönetimi ve biyolojik bütünlük değerlendirmesi üzerinde birçok olumsuz etkisi olmuştur (Allan vd., 2021; Cao vd., 2007). Tatlı su ekosistemlerinin korunmasının önemi her geçen yıl daha da belirgin hale gelmektedir (Horne ve Goldman, 1994).

1.3 Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi

Son birkaç on yılda su havzalarına olan insan etkileri arttığından, limnologlar sucul sistemlerin su kalitesini hızlı bir şekilde değerlendirmelerini sağlayan biyomonitörleme teknikleri geliştirmişlerdir (Kelly ve Whitton, 1995). Bu nedenle, son birkaç on yılda su kalitesinin değerlendirilmesi için kimyasal faktörlerin yanı sıra biyo-gösterge organizmaların da dâhil edilmesi gibi büyük bir küresel çaba

harcanmıştır; bu faktörlerin hepsi doğrudan etkili ve önemlidir. Bunun için, WFD, yeraltı suları, yüzeydeki iç tatlı su alanları, kıyı boyunca sular ve geçiş suları gibi tüm insan yapımı ve son derece değiştirilmiş su kütlelerinin korunmasını ve geliştirilmesini gerektirmiştir. Temel amaç, 2000 yılından sonra en geç 15 yıl içinde ideal ekolojik içsel ve güzel yüzey suyu kimyasal koşullarını sağlamaktır. Bu bağlamda, dünya genelinde biyolojik kalite faktörleri yanında fiziksel ve kimyasal değişkenlerin de kullanıldığı tatlı su ortamlarının değerlendirilmesi için çok çalışılmıştır. Biyomonitörleme, türlerin çevresel değişkenlere tepkilerini kullanarak ekolojik bütünlüğün doğrudan bir göstergesini sağlar (EC, 2009: Angermeier ve Karr, 1994). WFD'nin üç temel çevresel hedefi i) bozulmayı önlemek, ii) korumak ve iii) kaynakları geliştirmek ve yenilemektir. AB Su Çerçeve Direktifi (WFD) 2000/60/Avrupa Komitesi, tatlı su habitatlarını izlemek için balıklar, makrofitler, bentik makroinvertebratlar, fitoplankton ve fitobentos (Şekil 1.1) gibi biyo-göstergeleri kullanır (EC, 2009; Kaika ve Page, 2003). Bu araçların değerlendirilen ekosistemlere entegrasyonu biyo-göstergelerin kullanımının bir avantajıdır. Ayrıca, farklı ekosistemler veya kıtalar arasındaki kirlenmeyi değerlendirmek için önemli olan habitat evrensel davranış sergilerler (Çelekli vd., 2021).

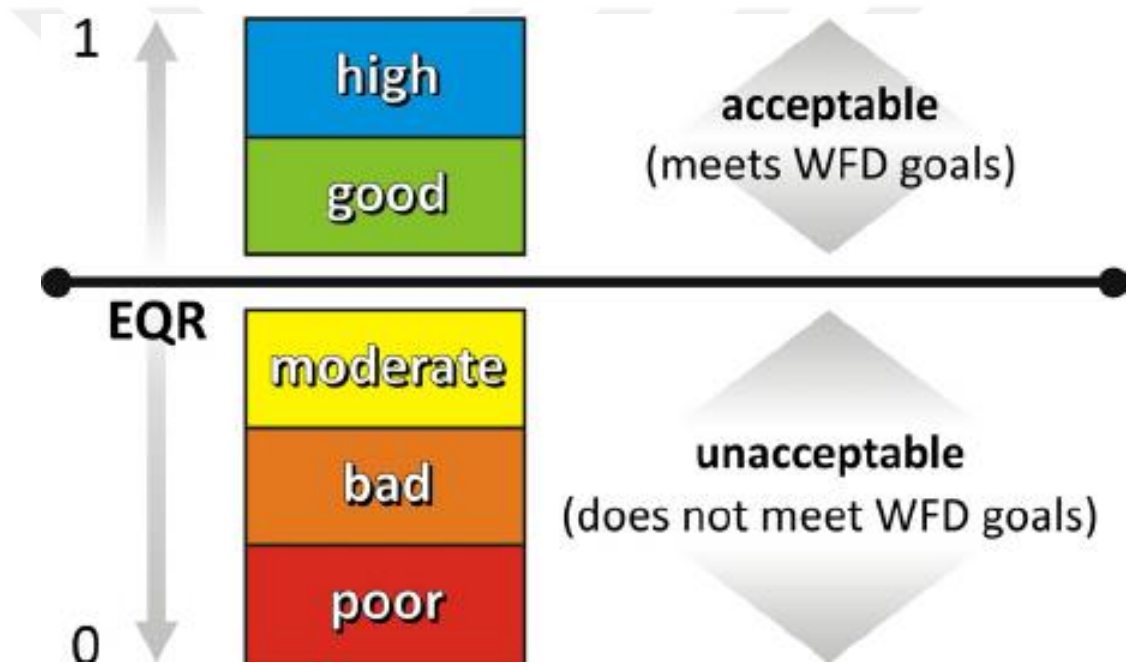


Şekil 1.1 Avrupa Su Çerçeve Direktifi biyolojik kalite unsurları

WFD tarafından gereken referans durum yaklaşımı biyolojik faktörlerin değerlendirilmesini temsil eder. WFD'ye göre, bir su kütlelerinin ekolojik değerlendirmesi, yerin tür özel kategorizasyonuna dayanarak yapılır (EC, 2009). Her

tipolojik grup için referans koşulların belirlenmesi, çeşitli türlerdeki bozulma ve arazi kullanımını türlerini karşılaştırmanıza olanak tanıyan bu yaklaşımın önemli bir parçasıdır. EQR'ler (ekolojik kalite oranları), bir değerlendirme parametresinin gözlemlenen değerinin, her tür için beklenen değerine bölünmesiyle belirlenir (EC, 2009; Çelekli vd., 2019).

Her üye devletin izleme sistemi sonuçları, ekolojik durumu belirlemek için sistem karşılaştırılabilirliğini korumak amacıyla EQR olarak bildirilmelidir. Beş farklı ekolojik durum sınıflandırması belirlenmektedir. Şekil 1.2'de gösterildiği gibi, EQR, zayıf ekolojik durumu gösteren sıfır (0) ile yüksek ekolojik durumu gösteren bir (1) arasında bir sayı olarak ifade edilir.



Şekil 1.2 Su Çerçeve Direktifi (WFD) tarafından EQR (Ekolojik Kalite Oranı)

Yüksek ekolojik sınıf referans koşulları, bu ekosistemlerdeki biyolojik toplulukların zenginliğini yakalayan bir dizi konum tarafından temsil edilir. Sonuç olarak, standart

durum siteleri, belirli bir su kütlesi içinde bulunan optimal doğal koşulların tüm aralığını kapsar (EC, 2009; Hering vd., 2006).

WFD tarafından nehirlerin, göllerin, kanalların ve kıyı sularının biyolojik durumu sınıflandırılmıştır. Kötü, orta, iyi ve yüksek durum ekolojik durum kategorizasyonu (Tablo 1.1)'de tanımlanmaktadır.

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde yüzey suyu kaynaklarının değerlendirilmesi amacıyla birçok WFD tabanlı çalışma gerçekleştirilmiş ve bunların önemi artmaktadır (Erdoğan, 2016). İlk proje Hollanda hükümeti tarafından finanse edilmiş ve 2007-2010 yılları arasında Büyük Menderes Nehri havzasında gerçekleştirilmiştir. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Türkiye'de su kalitesinin referans izleme ağı ve ekolojik değerlendirme sisteminin kurulmasına yönelik iki yeni proje tamamlamıştır ve bu projeler 2014-2017 yılları arasında yürütülmüştür.

Tablo 1.1 WFD tarafından tanımlanan beş ekolojik durumu yüksekten düşüğe doğru açıklar.

Durum	Genel Durum
Yüksek Kalite	Yüzey su cisimlerinin hidromorfolojik ve fizikokimyasal kalite özelliklerinde antropojenik değişiklikler olmamıştır ya da çok az olmuştur.
İyi Kalite	Farklı su tipleriyle entegre biyolojik kalite bileşenleri, insan kaynaklı minimum seviyede bozulma gösterir.
Orta Kalite	Değerler, her şeyin iyi durumda olduğu bir senaryodan biraz daha fazla bozulmuş ve insan etkilerinden kaynaklanan hafif bozulma belirtileri gösterir.
Fakir ve Kötü Kalite	EQR değeri orta seviyenin altındaysa, su kalitesi zayıf/kötü durum olarak sınıflandırılacaktır.

1.4 Fitoplankton ve Tatlı Su Kalitesi

Dünya üzerindeki fotosentetik biyokütlenin sadece %1'ini oluşturmasına rağmen, fitoplankton neredeyse dünya genelindeki net birincil üretimin %50'sinden sorumludur; bu da onu sucul ekosistemlerin ana enerji kaynağı yapar ve dünya çapında biyojeokimyasal döngüler ve iklim düzenlemesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Fitoplankton popülasyonunun yapısı, bu süreçlerin nasıl sonuçlandığını önemli ölçüde etkiler. Bu mikroskobik organizmaların tür karışımını ve dinamiklerini kontrol eden temel öneme sahip süreçleri anlamak, çevresel değişikliklerin sucul ekosistemler üzerindeki sonuçlarını tahmin etmek için gereklidir (Winder ve Sommer, 2012).

Ayrıca, sucul ekosistemlerin bileşimi ve işleyişi için hayati önem ve biyoteknolojik çalışmalar için yüksek potansiyele sahiptirler (Çelekli ve Zariç 2024) . Fitoplankton, biyolojik kalite bileşenlerinden biri olarak göl ve barajlarda yüzey sularını değerlendirmek için WFD tarafından önerilen bir ekolojik gösterge olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır. Fitoplankton, çevresindeki değişikliklere hızla tepki verdiği için su kalitesinin kesin bir göstergesidir (Padisák vd., 2006). Fitoplankton, yükseltilmiş gübre seviyelerine yanıt olarak tatlı su kalitesinin ve işlevinin önemli bir biyoindikatörüdür. Aynı zamanda, besin girdisi azaltmalarından sonra restorasyon çabalarının etkinliğini ölçmek için de kullanılmışlardır.

Bir tür alg hızla ürer ve büyük miktarlarda birikirse, alg çiçekleri meydana getirebilir. Gübrelerde, hayvan dışkısında ve kanalizasyonda bulunan fosfat ve azotun bol miktarda bulunması, alg çiçekleri için uygun koşullar oluşturur. Fitoplankton biyokütlesindeki artışlar, ötrofikasyon ile ilişkilidir ve bir dizi sosyoekonomik sorunla bağlantılıdır, özellikle zararlı siyanobakteri çiçekleri sık sık ve sürekli olarak meydana geldiğinde (Carvalho vd., 2013). Şekil 1.3, nehirlerdeki ötrofikasyona bağlı olarak alg çoğalmasını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Adhikary, S. K., Das, S. K., Atef, S. S., DasGupta, A., Babel, M. S., Marinova, D., Anderssen, R. S. (2011). Simulating impacts of EFR consideration on reservoir operation policy and irrigation management in the Hari Rod River Basin, Afghanistan. *19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia*, 12–16.
- Al-Ani, S. A. M. (2018). Assessments of Aquatic Ecosystem in Şahinbey of Gaziantep (Turkey) by Using Diatoms Indices. Gaziantep University. Department of Biology. M.Sc. Thesis. 93 pages.
- Al Tamaki, A. N. A., Al Obeidi, N. A. (2023). Use of Epiphytic Diatoms in *Cyperus Papyrus* L. As Bioindicators in the Assessment of the Health of the Upper Euphrates River Between the Haditha Dam and Al-Baghdadi, Iraq. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1222(1), 12020.
- Allan, J. D., Castillo, M. M., Capps, K. A. (2021). *Stream ecology: structure and function of running waters*. Springer Nature.
- Álvarez-Blanco, I., Blanco, S., Cejudo-Figueiras, C., Bécares, E. (2013). The Duero Diatom Index (DDI) for river water quality assessment in NW Spain: design and validation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 969–981.
- Amal, M. E. (2012). The use of diatom indices for the assessment of Shatt AL-Arab river water quality. *Journal of Basrah Researches (Sciences)*, 38(1), 114–124.
- Andersen, R. A., Saunders, G. W., Paskind, M. P., Sexton, J. P. (1993). Ultrastructure and 18s rRNA gene sequence for *Pelagomonas calceolata* gen. et sp. nov. and the description of a new algal class, the Pelagophyceae Classis nov. 1. *Journal of Phycology*, 29(5), 701–715.
- Angermeier, P. L., Karr, J. R. (1994). Biological integrity versus biological diversity as policy directives. *BioScience*, 44(10), 690–697.

- Atazadeh, I., Sharifi, M., Kelly, M. G. (2007). Evaluation of the trophic diatom index for assessing water quality in River Gharasou, western Iran. *Hydrobiologia*, 589, 165–173.
- Atici, T., Tokatli, C., Çiçek, A. (2018). Diatoms of Seydisuyu Stream Basin (Turkey) and assessment of water quality by statistical and biological approaches. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 36(1), 271–288.
- Ballesteros, E. (1991). Structure and dynamics of north-western Mediterranean phytobenthic communities: a conceptual model. *Oecologia Aquatica*, 10(10), 223–242.
- Barinova, S., Gabyshev, V., Genkal, S., Gabysheva, O. (2023). Diatoms of Small Water Bodies as Bioindicators in the Assessment of Climatic and Anthropogenic Impacts on the Coast of Tiksi Bay, Russian Arctic. *Water*, 15(8), 1533.
- Battegazzore, M., Gallo, L., Lucadamo, L., Morisi, A. (2003). Quality of the main watercourses in the Pollino National Park (Apennine Mts, S Italy) on the basis of the diatom benthic communities. *Studi Trentini Di Scienze Naturali, Acta Biologica*, 80, 89–93.
- Bella, V. della, Pace, G., Barile, M., Zedde, A., Puccinelli, C., Ciadamidaro, S., Danieli, P. P., Andreani, P., Aulicino, F. A., Belfiore, C. (2012). Benthic diatom assemblages and their response to human stress in small-sized volcanic-siliceous streams of central Italy (Mediterranean eco-region). *Hydrobiologia*, 695, 207–222.
- Bere, T., Tundisi, J. G. (2010). Epipsammic diatoms in streams influenced by urban pollution, São Carlos, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70, 920–930.
- Bey, M. Y., Ector, L. (2013). Atlas des diatomees des cours d'eau de la region Rhone-Alpes (Tome 1–Tome 5). *France: Caluire*.
- Blanco, S., Ector, L., Bécares, E. (2004). Epiphytic diatoms as water quality indicators in Spanish shallow lakes. *Vie et Milieu/Life and Environment*, 71–79.
- Bona, F., Falasco, E., Fassina, S., Griselli, B., Badino, G. (2007). Characterization of

- diatom assemblages in mid-altitude streams of NW Italy. *Hydrobiologia*, 583, 265–274.
- Borja, A., Galparsoro, I., Solaun, O., Muxika, I., Tello, E. M., Uriarte, A., Valencia, V. (2006). The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66(1–2), 84–96.
- Braak, T. (2002). CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination,(version 45). (*No Title*), 500-pp.
- Bytyçi, P., Ymeri, P., Czikkely, M., Fetoshi, O., Shala-Abazi, A., Ismaili, M., Ramshaj, Q., Millaku, F. (2019). The application of benthic diatoms in water quality assessment in Lepenci River Basin, Kosovo. *Journal of Ecological Engineering*, 20(11), 43–57.
- Cantonati, M., Angeli, N., Bertuzzi, E., Spitale, D., Lange-Bertalot, H. (2012). Diatoms in springs of the Alps: spring types, environmental determinants, and substratum. *Freshwater Science*, 31(2), 499–524.
- Cao, Y., Hawkins, C. P., Olson, J., Kosterman, M. A. (2007). Modeling natural environmental gradients improves the accuracy and precision of diatom-based indicators. *Journal of the North American Benthological Society*, 26(3), 566–585.
- Carol, E., Galliarì, M. J., Santucci, L., Nuñez, F., Faleschini, M. (2023). Assessment of groundwater-driven dissolved nutrient inputs to coastal wetlands associated with marsh-coastal lagoons systems of the littoral of the outer Río de la Plata estuary. *Science of The Total Environment*, 885, 163942.
- Carpenter, S. R., Fisher, S. G., Grimm, N. B., Kitchell, J. F. (1992). Global change and freshwater ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23(1), 119–139.
- Carpenter, S. R., Stanley, E. H., Vander Zanden, M. J. (2011). State of the world's freshwater ecosystems: physical, chemical, and biological changes. *Annual Review of Environment and Resources*, 36, 75–99.

- Carvalho, L., Poikane, S., Lyche Solheim, A., Phillips, G., Borics, G., Catalan, J., De Hoyos, C., Drakare, S., Dudley, B. J., Järvinen, M. (2013). Strength and uncertainty of phytoplankton metrics for assessing eutrophication impacts in lakes. *Hydrobiologia*, 704, 127–140.
- Çelekli, A. (2006). Net diatom (Bacillariophyceae) flora of Lake gölköy (Bolu). *Turkish Journal of Botany*, 30(5), 359–374.
- Çelekli, A., Arslanargun, H. (2019). Bio-assessment of surface waters in the south-east of Gaziantep (Turkey) using diatom metrics. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 55.
- Çelekli, A., Bilgi, F. (2019). Bioassessing ecological status of surface waters in the Araban-Yavuzeli catchment (Turkey): application of diatom indices. *Turkish Journal of Botany*, 43(5), 597–607.
- Çelekli, A., Kapı, E. (2019). Ecoregion approach in the assessment of aquatic ecosystems in the west of Gaziantep (Turkey): Application of diatom metrics. *Ecological Indicators*, 103, 373–382.
- Çelekli, A., Kayhan, S., Lekesiz, Ö., Toudjani, A. A., Çetin, T. (2019). Limno-ecological assessment of Aras River surface waters in Turkey: application of diatom indices. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 8028–8038.
- Çelekli, A., Külköylüoğlu, O. (2007). On the relationship between ecology and phytoplankton composition in a karstic spring (Cepni, Bolu). *Ecological Indicators*, 7(2), 497–503.
- Çelekli, A., Lekesiz, H., Yavuzatmaca, M. (2021). Bioassessment of water quality of surface waters using diatom metrics. *Turkish Journal of Botany*, 45(5), 379–396.
- Çelekli, A., Lekesiz, Ö. (2020). Eco-assessment of West Mediterranean basin's rivers (Turkey) using diatom metrics and multivariate approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(22), 27796–27806.
- Çelekli, A., Lekesiz, Ö., Çetin, T. (2022). Eco-assessment of least disturbed areas of the Antalya River basin: application of diatom indices from different ecoregions.

Environmental Science and Pollution Research, 29(1), 790–804.

Çelekli, A., Lekesiz, Ö., Çetin, T. (2023). Eco-assessment of streams of Konya closed river basin (Turkey) using various ecoregional diatom indices. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(13), 36143–36159.

Çelekli, A., Lekesiz, Ö., Yavuzatmaca, M., Dügel, M. (2024). Fuzzy logic as a novel approach to predict biological condition gradient of various streams in Ceyhan River Basin (Turkey). *Science of The Total Environment*, 170069.

Çelekli, A., Toudjani, A. A., Gümüş, E. Y., Kayhan, S., Lekesiz, H. Ö., Çetin, 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. <https://doi.org/10.3906/bot-1704-40>

Çelekli, A., Toudjani, A. A., Lekesiz, H. Ö., Çetin, T. (2018). Ecological quality assessment of running waters in the North Aegean catchment with diatom metrics and multivariate approach. *Limnologica*, 73, 20–27.

Çelekli, 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.

Çelekli, A., Yavuzatmaca, M., Beyazçiçek, E., Bozkurt, H. (2009). Effect of initial Reactive Red 120 concentrations on the biomass production and dye uptake by *Spirulina platensis*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(6), 994–998.

Çelekli, A., Yıldız, H. (2022). Eco-assessment of Değirmendere and Bulaklı streams using diatom indices from different ecoregions. *Ecological Research*, 37(3), 355–369.

Çelekli, A., Zariç, Ö.E., (2024). Breathing life into Mars: Terraforming and the pivotal role of algae in atmospheric genesis. *Life Sciences in Space Research* 41, 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2024.03.001>

Çelekli, A., Zariç, Ö.E., (2024). Rising Tide of Ocean Acidification. *Environmental*

Research and Technology. Advance Online Publication.
<https://doi.org/10.35208/ert.1407588>

- Çelekli, A., Zariç, Ö.E., (2023). From Emissions to Environmental Impact: Understanding the Carbon Footprint. *International Journal of Environment and Geoinformatics 10*, 146–156. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.1383311>
- Çelekli, A., Zariç, Ö.E., (2023). Hydrobiology and ecology in the context of climate change: the future of aquatic ecosystems. *6th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences*, 539–545. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10021473>
- Çelekli, A., Zariç, Ö.E., (2024). Plasma-Enhanced Microalgal Cultivation: A Sustainable Approach for Biofuel and Biomass Production. In A. Shahzad & M. He (Eds.), *Emerging Applications of Plasma Science in Allied Technologies* (pp. 243-263). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0904-9.ch011>
- Çelekli, A., Zariç, Ö., (2023). Utilization of Herbaria in Ecological Studies: Biodiversity and Landscape Monitoring. *Herbarium Turcicum. Advance Online Publication.* <https://doi.org/10.26650/HT.2023.134591>
- Çetin, T., Demir, N. (2019). The use of phytobenthos for the ecological status assessment in Upper Sakarya Basin, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4).
- Chaplin, M. F. (2001). Water: its importance to life. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 29(2), 54–59.
- Charles, D. F., Kelly, M. G., Stevenson, R. J., Poikane, S., Theroux, S., Zgrundo, A., Cantonati, M. (2021). Benthic algae assessments in the EU and the US: Striving for consistency in the face of great ecological diversity. *Ecological Indicators*, 121, 107082.
- Chen, X., Zhou, W., Pickett, S. T. A., Li, W., Han, L., Ren, Y. (2016). Diatoms are better indicators of urban stream conditions: A case study in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 60, 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.039>

- Chessman, B. C., Bate, N., Gell, P. A., Newall, P. (2007). A diatom species index for bioassessment of Australian rivers. *Marine and Freshwater Research*, 58(6), 542–557.
- Cho, I.H., Kim, H.K., Lee, M.H., Kim, Y.J., Lee, H., Kim, B.H. (2020). The effect of monsoon rainfall patterns on epilithic diatom communities in the Hantangang River, Korea. *Water*, 12(5), 1471.
- Coste, M. (1982). Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. *Rapport Cemagref QE Lyon-AF Bassin Rhône Méditerranée Corse*, 218.
- Çullaj, A., Miho, A., Lazo, P. (2008). Environmental Assessment of Water Quality of Albanian Rivers. *BALWOIS*, 27, 31.
- Cumberlidge, N., Ng, P. K. L., Yeo, D. C. J., Magalhães, C., Campos, M. R., Alvarez, F., Naruse, T., Daniels, S. R., Esser, L. J., Attipoe, F. Y. K., Clotilde-Ba, F.-L., Darwall, W., McIvor, A., Baillie, J. E. M., Collen, B., Ram, M. (2009). Freshwater crabs and the biodiversity crisis: Importance, threats, status, and conservation challenges. *Biological Conservation*, 142(8), 1665–1673. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.038>
- Dedić, A., Hafner, D., Antunović, A., Kamberović, J., Stanić-Koštroman, S., Kelly, M. G. (2021). Biodiversity and seasonal distribution of benthic diatom assemblages as an indicator of water quality of small karstic river in Bosnia and Herzegovina. *Acta Botanica Croatica*, 80(2), 158–168. <https://doi.org/10.37427/botcro-2021-016>
- Delgado, C., Pardo, I. (2015). Comparison of benthic diatoms from Mediterranean and Atlantic Spanish streams: community changes in relation to environmental factors. *Aquatic Botany*, 120, 304–314.
- Dell'Uomo, A. (2004). L'indice diatomico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. *Linee Guida*. APAT.
- Dimri, D., Sharma, A. (2022). Diatom-based ecologically water quality assessment of river Ganga in Western Himalayan region, India.

- Dixit, S. S., Smol, J. P., Charles, D. F., Hughes, R. M., Paulsen, S. G., Collins, G. B. (1999). Assessing water quality changes in the lakes of the northeastern United States using sediment diatoms. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56(1), 131–152. <https://doi.org/10.1139/f98-148>
- Dorofeyuk, N. I. (1978). Diatoms in sediments of Buir Lake. *Mongolian Natural Resources and Conditions*, 10, 142–147.
- Dotto, G. L., Vieira, M. L. G., Esquerdo, V. M., Pinto, L. A. A. (2013). Equilibrium and thermodynamics of azo dyes biosorption onto *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 30(1), 13–21. <https://doi.org/10.1590/S0104-66322013000100003>
- EC (2009) European Committee for Standardization, Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 2. In: Poikane S, editor. Lakes. Ispra (Italy): European Commission, Joint Research Centre.
- European Committee for Standardization (2014) European Committee for Standardization. Water quality-guidance for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes. European Standard EN 13946, pp. 17. Brussels
- El-Shahed, A. M., Ibrahim, H. A. (1999). Significance of Algal Assemblages in Assessing Water Quality of the River Nile at Minia, Egypt.
- Impacts of eutrophication and climate change on phytoplankton community structure, size diversity, and phytoplankton based ecological status. Turkey: Middle East Technical University, Department of biology, PhD Thesis, 176
- Feio, M. J., Almeida, S. F. P., Craveiro, S. C., Calado, A. J. (2009). A comparison between biotic indices and predictive models in stream water quality assessment based on benthic diatom communities. *Ecological Indicators*, 9(3), 497–507. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.07.001>
- Ferdoushi, Z., Hassan, K. M. T., Alam, M. S., Azad, M. A. K., Ara, Y., Khatun, M. M. (2023). Diatom Assemblages and Their Interrelationships between Different Water Quality Parameters in Gorveshwari River of Bangladesh. *Trends in*

- Foged, N. (1959). Diatoms from Afganistan. *Biologiske Skrifter Udgivet Af Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 11(1), 1–95.
- Freitas, N. C. W., Heinrich, C. G., Etges, T., de Souza Celente, G., Lobo, E. A. (2021). Assessment of potential reference sites for evaluating the ecological status of subtropical and temperate Brazilian lotic systems using the epilithic diatom community. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 8698–8708.
- Furse, M., Hering, D., Moog, O., Verdonshot, P., Johnson, R. K., Brabec, K., Gritzalis, K., Buffagni, A., Pinto, P., Friberg, N. (2006). The STAR project: context, objectives and approaches. *The Ecological Status of European Rivers: Evaluation and Intercalibration of Assessment Methods*, 3–29.
- Goma, J., Rimet, F., Cambra, J., Hoffmann, L., Ector, L. (2005). Diatom communities and water quality assessment in Mountain Rivers of the upper Segre basin (La Cerdanya, Oriental Pyrenees). *Hydrobiologia*, 551, 209–225.
- Gómez, N. (1998). Use of epipellic diatoms for evaluation of water quality in the Matanza-Riachuelo (Argentina), a pampean plain river. *Water Research*, 32(7), 2029–2034.
- Gómez, N., Licursi, M. (2001). The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. *Aquatic Ecology*, 35(2), 173–181. <https://doi.org/10.1023/A:1011415209445>
- Gonçalves, V., Raposeiro, P., Costa, A. C. (2008). Benthic diatoms and macroinvertebrates in the assessment of the ecological status of Azorean streams. *Limnetica*, 27(2), 317–328.
- González-Paz, L., Comesaña, M., Pardo, I., Barquín, J., Goldenberg-Vilar, A., Delgado, C. (2022). Variability of diatom community composition and structure in mountain streams. *Hydrobiologia*, 849(5), 1177–1194.
- Grana, L., Lanzelotti, S., Arévalo, V., Tesio, A. Y., Maidana, N. I. (2023). Identifying pre-Hispanic water storages in agricultural areas of south-central Andes through

- diatom evidence. *Archaeometry*, 65(2), 391–408.
- Guillou, L., Chrétiennot-Dinet, M., Medlin, L. K., Claustre, H., Goër, S. L., Vaultot, D. (1999). *Bolidomonas*: a new genus with two species belonging to a new algal class, the Bolidophyceae (Heterokonta). *Journal of Phycology*, 35(2), 368–381.
- Gupta, J., Akhmouch, A., Cosgrove, W., Hurwitz, Z., Maestu, J., Unver, O. (2013). Policymakers' reflections on water governance issues, *Ecology and Society*, 18, 35.
- Hall, R. I., Smol, J. P. (1992). A weighted—averaging regression and calibration model for inferring total phosphorus concentration from diatoms in British Columbia (Canada) lakes. *Freshwater Biology*, 27(3), 417–434.
- Heino, J., Virkkala, R., & Toivonen, H. (2009). Climate change and freshwater biodiversity: detected patterns, future trends and adaptations in northern regions. *Biological Reviews*, 84(1), 39-54.
- Helmer, R., Hespanhol, I. (1997). *Water pollution control: a guide to the use of water quality management principles*. CRC Press.
- Hering, D., Borja, A., Carstensen, J., Carvalho, L., Elliott, M., Feld, C. K., Heiskanen, A.-S., Johnson, R. K., Moe, J., Pont, D. (2010). The European Water Framework Directive at the age of 10: a critical review of the achievements with recommendations for the future. *Science of the Total Environment*, 408(19), 4007–4019.
- Hering, D., Johnson, R. K., Kramm, S., Schmutz, S., Szoszkiewicz, K., Verdonshot, P. F. M. (2006). Assessment of European streams with diatoms, macrophytes, macroinvertebrates and fish: a comparative metric-based analysis of organism response to stress. *Freshwater Biology*, 51(9), 1757–1785. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01610.x>
- Hildebrand, M., York, E., Kelz, J. I., Davis, A. K., Frigeri, L. G., Allison, D. P., Doktycz, M. J. (2006). Nanoscale control of silica morphology and three-dimensional structure during diatom cell wall formation. *Journal of Materials Research*, 21(10), 2689–2698. <https://doi.org/10.1557/jmr.2006.0333>

- Hofmann, G., Lange-Bertalot, H., Werum, M., Klee, R., Kusber, W. H., Metzeltin, D., Reichardt, E., Metzling, D., Hofbauer, N. L., Hajek, G. M. (2018). Rote Liste und Gesamtartenliste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyta) Deutschlands. *Rote Liste Gefährdeter Tiere, Pflanzen Und Pilze Deutschlands*, 7, 601–708.
- Holmes, M., Taylor, J. (2015). Diatoms as water quality indicators in the upper reaches of the Great Fish River, Eastern Cape, South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, 40(4), 321–337. <https://doi.org/10.2989/16085914.2015.1086722>
- Horne, A J., Goldman, C R., (1994). *Limnology*, 2nd ed. Published. New York : McGraw-Hill, 576 p.
- Ivorra, N., Hettelaar, J., Tubbing, G. M. J., Kraak, M. H. S., Sabater, S., Admiraal, W. (1999). Translocation of microbenthic algal assemblages used for in situ analysis of metal pollution in rivers. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 37, 19–28.
- J., C. E. (2014). Diatom identification in the face of changing species concepts and evidence of phenotypic plasticity. *Journal of Micropalaeontology*, 33(2), 111–120. <https://doi.org/10.1144/jmpaleo2014-014>
- Jakovljević, O. S., Popović, S. S., Vidaković, D. P., Stojanović, K. Z., Krizmanić, J. Ž. (2016). The Application of Benthic Diatoms in Water Quality Assessment (Mlava River, Serbia). *Acta Botanica Croatica*, 75(2), 199–205.
- Jin, X., Lan, X., Sun, H., Hu, B., Wang, B. (2023). Assessment of water quality using benthic diatom and macroinvertebrate assemblages: A case study in an East China canal. *Water Biology and Security*, 100231.
- Johnson, L., Richards, C., Host, G., Arthur, J. (1997). Landscape influences on water chemistry in Midwestern stream ecosystems. *Freshwater Biology*, 37(1), 193–208.
- Juggins, S., ter Braak, C. J. F. (1992). Calibrate-a program for species-environment calibration by [weighted-averaging] partial least squares regression. *Environmental Change Research Center, University College, London*.

- Jüttner, I., Rothfritz, H., Ormerod, S. J. (1996). Diatoms as indicators of river quality in the Nepalese Middle Hills with consideration of the effects of habitat-specific sampling. *Freshwater Biology*, 36(2), 475–486.
- Kaika, M., Page, B. (2003). The EU Water Framework Directive: part 1. European policy-making and the changing topography of lobbying. *European Environment*, 13(6), 314–327. <https://doi.org/10.1002/eet.331>
- Kaplan, İ., Yildirim, V. (2023). Epilithic Diatom Assemblages and Indicators for the Assessment of Water Quality of Munzur Stream, Turkey. *International Journal of Nature and Life Sciences*, 7(2), 55–64.
- Kelly, M. G., Gómez-Rodríguez, C., Kahlert, M., Almeida, S. F. P., Bennett, C., Bottin, M., Delmas, F., Descy, J.-P., Dörflinger, G., Kennedy, B. (2012). Establishing expectations for pan-European diatom based ecological status assessments. *Ecological Indicators*, 20, 177–186.
- Kelly, M. G., HaiGH, A., Colette, J., ZGrundo, A. (2009). Effect of environmental improvements on the diatoms of the River Axe, southern England. *Fottea*, 9(2), 343–349.
- Kelly, M. G., Penny, C. J., Whitton, B. A. (1995). Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. *Hydrobiologia*, 302, 179–188.
- Kelly, M. G., Whitton, B. A. (1995). The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*, 7, 433–444.
- Kelly, M., Juggins, S., Guthrie, R., Pritchard, S., Jamieson, J., Rippey, B., Hirst, H., Yallop, M. (2008). Assessment of ecological status in UK rivers using diatoms. *Freshwater Biology*, 53(2), 403–422.
- Kolkwitz, R. (1908). Okologie der pflanzlichen Saprobien. *Berichten Der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 26, 505–519.
- Krammer K (2002) Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats, Vol. 3. Cymbella. ARG Gantner Verlag KG.
- Krammer K (2000) Diatoms of Europe. - In:Lange-Bertalot, H. (ed.): The Genus

Pinnularia, Vol. 1. 703 pp. ARG Gantner Verlag KG.

Kupe, L., Schanz, F., Bachofen, R. (2008). Biodiversity in the benthic diatom community in the upper River Töss reflected in water quality indices. *Clean–Soil, Air, Water*, 36(1), 84–91.

Kwandrans, J., Eloranta, P., Kawecka, B., Wojtan, K. (1998). Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland. *Journal of Applied Phycology*, 10, 193–201.

Lange-Bertalot, H. (2001). Navicula sensu stricto, 10 genera separated from Navicula sensu lato, Frustulia. *Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*, 2.

Lange-Bertalot, H., Hofmann, G., Werum, M., Cantonati, M., Kelly, M. G. (2017). *Freshwater benthic diatoms of Central Europe: over 800 common species used in ecological assessment* (Vol. 942). Koeltz Botanical Books Schmitten-Oberreifenberg.

Lavoie, I., Hamilton, P. B., Wang, Y.-K., Dillon, P. J., Campeau, S. (2009). A comparison of stream bioassessment in Québec (Canada) using six European and North American diatom-based indices. *Nova Hedwigia*, 135, 37–56.

Lepš, J., Šmilauer, P. (2003). Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge university press.

Licursi, M., Gomez, N. (2009). Effects of dredging on benthic diatom assemblages in a lowland stream. *Journal of Environmental Management*, 90(2), 973–982.

Licursi, M., Gómez, N. (2002). Benthic diatoms and some environmental conditions in three lowland streams. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 38(2), 109–118.

Lobo, E. A., Callegaro, V. L. M., Hermany, G., Bes, D., Wetzel, C. A., Oliveira, M. A. (2004). Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16(1), 25–40.

- Lobo, E. A., Callegaro, V. L., Wetzel, C. E., Hermany, G., Bes, D. (2004). Water quality study of the Condor and Capivara streams (Porto Alegre Municipal District, RS, Brazil) using epilithic diatom biocenoses as bioindicators. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 33(2), 77–93.
- Lobo, E. A., Schuch, M., Heinrich, C. G., Da Costa, A. Ben, Düpont, A., Wetzel, C. E., Ector, L. (2015). Development of the Trophic Water Quality Index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, 1–13.
- Loodin, N., Warner, J. (2022). A Review of Hydro-Hegemonic Dynamics on the Transboundary Harirud River Basin: 2001–Present. *Water*, 14(21), 3442.
- Madhankumar, M., Venkatachalapathy, R. (2023). Distribution of the Diatoms and Water Quality Assessment of the Thamirabarani River, Tamil Nadu, South India. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 32(1), 124–137.
- Malve, O. (2007). *Water quality prediction for river basin management*. Helsinki University of Technology.
- Martín, G., de los Reyes Fernández, M. (2012). Diatoms as indicators of water quality and ecological status: Sampling, analysis and some ecological remarks. *Ecol. Water Qual*, 9, 183–204.
- Martín, G., Toja, J., Sala, S. E., Fernández, M. de los R., Reyes, I., Casco, M. A. (2010). Application of diatom biotic indices in the Guadalquivir River Basin, a Mediterranean basin. Which one is the most appropriated? *Environmental Monitoring and Assessment*, 170, 519–534.
- Mohammadi, M., Çelekli, A. (2023). A review of Hari Rud River Basin in Afghanistan: A review of Hari Rud River Basin in Afghanistan. *Afghan Journal of Science*, 1.
- Mustapha, M. K. (2008). Assessment of the water quality of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria, using selected physico-chemical parameters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(2).
- Nagheeb, M., Piri, M., Faure, M. (2019). The legitimacy of dam development in

international watercourses: A case study of the Harirud river basin. *Transnational Environmental Law*, 8(2), 247–278.

Ndiritu, G. G., Gichuki, N. N., Triest, L. (2006). Distribution of epilithic diatoms in response to environmental conditions in an urban tropical stream, Central Kenya. *Biodiversity and Conservation*, 15, 3267–3293.

Ndungu, JN. (2014). Assessing Water Quality in Lake Naivasha. Netherland, University of Twente, Department of water Engineering and Management, Faculty of Engineering Technology and Faculty of Geoinformmation and Earth Observation, PhD Thesis, 151 p.

Noga, T., Stanek-Tarkowska, J., Pajączek, A., Kowalska, S. (2013). Use of diatoms to asses water quality of anthropogenically modified Matysówka stream. *Journal of Ecological Engineering*, 14(2), 1–11.

Nunes, M. L., Ferreira Da Silva, E., De Almeida, S. F. P. (2003). Assessment of water quality in the Caima and Mau river basins (Portugal) using geochemical and biological indices. *Water, Air, and Soil Pollution*, 149, 227–250.

O'Connell, J. M., Reavie, E. D., Smol, J. P. (1997). Assessment of water quality using epiphytic diatom assemblages on Cladophora from the St. Lawrence River (Canada). *Diatom Research*, 12(1), 55–70.

Oeding, S., Taffs, K. H. (2017). Developing a regional diatom index for assessment and monitoring of freshwater streams in sub-tropical Australia. *Ecological Indicators*, 80, 135–146.

Ossyssek, S., Hofmann, A. M., Geist, J., Raeder, U. (2023). Sedimentary, littoral and planktic diatoms show different diversity patterns and assembly mechanisms in mountain lakes of the northern European Alps. *Hydrobiologia*, 850(9), 1941–1954.

Padisák, J., Borics, G., Grigorszky, I., Soróczki-Pintér, É. (2006). Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia*, 553, 1–14.

- Pan, Y., Stevenson, R. J., Hill, B. H., Herlihy, A. T., Collins, G. B. (1996). Using diatoms as indicators of ecological conditions in lotic systems: a regional assessment. *Journal of the North American Benthological Society*, 15(4), 481–495.
- Parikhani, F., Atazadeh, E., Razeghi, J., Mosaferei, M., Kulikovskiy, M. (2023). Using Algal Indices to Assess the Ecological Condition of the Aras River, Northwestern Iran. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(10), 1867.
- Patil, P. N., Sawant, D. V., Deshmukh, R. N. (2012). Physico-chemical parameters for testing of water-a review. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(3), 1194.
- Patrick, R., Reimer, CW. (1966). The diatoms of the United States. Vol 1. Philadelphia: Monographs- Academy of Natural Sciences, 688 p.
- Potapova, M. G., Charles, D. F. (2002). Benthic diatoms in USA rivers: distributions along spatial and environmental gradients. *Journal of Biogeography*, 29(2), 167–187.
- Potapova, M. G., Charles, D. F., Ponader, K. C., Winter, D. M. (2004). Quantifying species indicator values for trophic diatom indices: a comparison of approaches. *Hydrobiologia*, 517, 25–41.
- Prygiel, J., Coste, M. (1993). The assessment of water quality in the Artois-Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. *Hydrobiologia*, 269(1), 343–349.
- Prygiel, J., Coste, M. (2000). Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354.
- Rahimi, A. G., Nazarian, D. R. (2022). Climate Change and Barley Production in Afghanistan: A Case Study of Injil District, Herat Province. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 9(1), 79–85.
- Reavie, E. D., Smol, J. P. (1998). Epilithic diatoms of the St. Lawrence River and their relationships to water quality. *Canadian Journal of Botany*, 76(2), 251–257.
- Resende, P. C., Resende, P., Pardal, M., Almeida, S., Azeiteiro, U. (2010). Use of

- biological indicators to assess water quality of the Ul River (Portugal). *Environmental Monitoring and Assessment*, 170, 535–544.
- Rott, E., Pipp, E., Pfister, P. (2003). Diatom methods developed for river quality assessment in Austria and a cross-check against numerical trophic indication methods used in Europe. *Algological Studies/Archiv Für Hydrobiologie, Supplement Volumes*, 91–115.
- Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., Van Dam, H., Ortler, K., Binder, N., Pall, K. (1999). Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fliessgewässern. *Teil*, 2, 3–85.
- Salinas-Camarillo, V. H., Carmona-Jiménez, J., Lobo, E. A. (2021). Development of the Diatom Ecological Quality Index (DEQI) for peri-urban mountain streams in the Basin of Mexico. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 14555–14575.
- Salleh, M. A. M., Mahmoud, D. K., Karim, W. A. W. A., Idris, A. (2011). Cationic and anionic dye adsorption by agricultural solid wastes: a comprehensive review. *Desalination*, 280(1–3), 1–13.
- Salomoni, S. E., Rocha, O., Hermany, G., Lobo, E. A. (2011). Application of water quality biological indices using diatoms as bioindicators in the Gravataí river, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 71, 949–959.
- Saratale, R. G., Saratale, G. D., Chang, J.-S., Govindwar, S. P. (2011). Bacterial decolorization and degradation of azo dyes: a review. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(1), 138–157.
- Schletterer, M., Schoenhuber, M., Fuereder, L. (2011). Biodiversity of diatoms and macroinvertebrates in an east European lowland river, the Tudovka River (Tver Region, Russia).
- Shakeri, A., Hosseini, H., Rastegari Mehr, M., Dashti Barmaki, M. (2022). Groundwater quality evaluation using water quality index (WQI) and human health risk (HHR) assessment in Herat aquifer, west Afghanistan. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 28(7), 711–733.

- Shin, Y., Kim, D., Heo, T.-Y. (2022). Determination of the Habitat Preferences of Dominant Epilithic Diatoms Using Statistical Models: A Case Study in the Han River, South Korea. *Water*, 14(6), 956.
- Shinneman, A. L. C., Edlund, M. B., Almendinger, J. E., Soninkhishig, N. (2009). Diatoms as indicators of water quality in Western Mongolian lakes: a 54-site calibration set. *Journal of Paleolimnology*, 42, 373–389.
- Shroder, J. F., Ahmadzai, S. J. (2016). *Transboundary water resources in Afghanistan: climate change and land-use implications* (T. Emily (Ed.); 1st ed.). Candice Janco.
- Silva-Benavides, A.-M. (1996). The epilithic diatom flora of a pristine and a polluted river in Costa Rica, Central America. *Diatom Research*, 11(1), 105–142.
- Smol, J. P. (2008). *Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective* / John P. Smol. – 2nd ed. Oxford: Blackwell Publishing, 383 p.
- Smol, J. P., Stoermer EF (2010) *The diatoms: applications for the environmental and earth sciences*. Cambridge University Press.
- Soeprbowati, T. R., Purnaweni, H., Jumari, J., Sari, K. (2022). The Relationship of Water Quality to Epipelagic Diatom Assemblages in Cebong Lake, Dieng Indonesia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(1).
- Soeprbowati, T. R., Saraswati, T. R., Jumari, J., Sari, K., Gell, P. (2023). Diatom index of Galela Lake, Halmahera, Indonesia in relation to human activities. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(7), 7707–7722.
- Srivastava, P., Grover, S., Verma, J., Khan, A. S. (2017). Applicability and efficacy of diatom indices in water quality evaluation of the Chambal River in Central India. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 25955–25976.
- Szczepocka, E., Szulc, B. (2009). The use of benthic diatoms in estimating water quality of variously polluted rivers. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 38(1), 17–26.

- Tan, X., Sheldon, F., Bunn, S. E., Zhang, Q. (2013). Using diatom indices for water quality assessment in a subtropical river, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 4164–4175.
- Tang, T., Cai, Q., Liu, J. (2006). Using epilithic diatom communities to assess ecological condition of Xiangxi River system. *Environmental Monitoring and Assessment*, 112, 347–361.
- ter Braak, C. J. F. ter. (1998). CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows. *Software for Canonical Community Ordination Version 4*.
- Thacker, M., Karthick, B. (2022). Response of Diatoms to the Changing Water Quality in the Myristica Swamps of the Western Ghats, India. *Diversity*, 14(3), 202.
- Tornés, E., Mor, J.-R., Mandaric, L., Sabater, S. (2018). Diatom responses to sewage inputs and hydrological alteration in Mediterranean streams. *Environmental Pollution*, 238, 369–378.
- Torrise, M., Dell'Uomo, A. (2006). Biological monitoring of some Apennine rivers (central Italy) using the diatom-based eutrophication/pollution index (EPI-D) compared to other European diatom indices. *Diatom Research*, 21(1), 159–174.
- Toudjani, A. A., Çelekli, A., Gümüş, E. Y., Kayhan, S., Lekesiz, H. Ö., Çetin, T. (2017). A new diatom index to assess ecological quality of running waters: a case study of water bodies in western Anatolia. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 53, 333–343. <https://doi.org/10.1051/limn/2017012>
- TSWQR. (2016). Turkish Surface Water Quality Regulation. *Turkey's Ministry of Forestry and Water Affairs Surface Water Quality Regulations. Official Gazette*, 29797. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160810-9.htm>
- Vaheb. (2024). industry Chemistry. Retrieved January 15, 2024, from <https://www.akpsho.com/en/shopview/14077/Vaheb+Industry+Chemistry>
- Van Dam, H., Mertens, A., Sinkeldam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28, 117–133.

- Vidaković, D., Mayombo, N. A. S., Burfeid Castellanos, A., Kloster, M., Beszteri, B. (2024). Assessment of the ecological status of large lowland rivers (Sava and Tisa, Serbia) based on digital microscopic investigation of the diatom communities. *Diatom Research*, 1–16.
- Wan Maznah, W. O., Mansor, M. (2002). Aquatic pollution assessment based on attached diatom communities in the Pinang River Basin, Malaysia. *Hydrobiologia*, 487, 229–241.
- Webb, B. W., Walling, D. E. (1993). Longer-term water temperature behaviour in an upland stream. *Hydrological Processes*, 7(1), 19–32.
- Wetzel, R. G., Limnology, G. (2001). Lake and river ecosystems. *Limnology*, 37, 490–525.
- Winder, M., Sommer, U. (2012). Phytoplankton response to a changing climate. *Hydrobiologia*, 698(1), 5–16. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1149-2>
- Yang, J., Ji, Y., Yan, R., Liu, X., Zhang, J., Wu, N., Wang, K. (2020). Applicability of Benthic Diatom Indices Combined with Water Quality Valuation for Dish Lake from Nanjishan Nature Reserve, Lake Poyang. *Water*, 12(10), 2732. <https://doi.org/10.3390/w12102732>
- Yu, P., You, Q., Pang, W., Cao, Y., Bi, Y., Wang, Q. (2021). Development of a Periphytic Diatom-Based Comprehensive Diatom Index for Assessing the Trophic Status of Lakes in the Lower Reaches of the Yangtze River, China. *Water*, 13(24), 3570. <https://doi.org/10.3390/w13243570>
- Zariç, Ö.E., Çelekli, A., Yaygır, S., (2024). Lakes of Turkey: Comprehensive Review of Lake Çıldır. *Aquatic Sciences and Engineering* 39, 54–63. <https://doi.org/10.26650/ase20241353730>