

Epilithic Diatom Composition of Madra Stream (Türkiye)**Madra Çayı (Türkiye)'nın Epilitik Diyatom Kompozisyonu**

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: XX Sayı: XX (20XX) XX-XX

Haşim SÖMEK^{1,*}, Gülşah COŞKUNİŞİK MART²¹*İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Çiğli, İzmir, Türkiye*²*İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çiğli, İzmir, Türkiye***ABSTRACT**

Madra Stream, located in the Northern Aegean River Basin of Türkiye, rises from the southwestern slopes of Madra Mountain (1343 m.) and flows into the Aegean Sea within the borders of Balıkesir province. In this study, we aimed to contribute to the determination of the freshwater algal flora of Türkiye by investigating the epilithic diatom composition of Madra Stream using Water Framework Directive (WFD) methods. For this purpose, seasonal diatom sampling was conducted at seven stations selected within the study area between 2015 and 2016. During the sampling period, a total of 100 epilithic diatom species belonging to 48 genera were identified in Madra Stream. The results of the study revealed that *Navicula* (13 species), *Nitzschia* (5 species), *Cymbella*, *Gomphonema*, *Pinnularia* and *Surirella* (4 species of each) were the genera with the highest number of species. The epilithic diatom communities of the Madara Stream were examined in detail for the first time with this study. According to the hierarchical cluster analysis (Bray-Curtis) based on the presence-absence data of epilithic diatoms, the species composition similarity between the selected stations was found to be over 50%. It was concluded that the epilithic diatom composition of Madra Stream primarily consists of species adapted to eutrophic and, to a lesser extent, oligo-mesotrophic running water environments.

Keywords: Biodiversity, Algal flora, Epilithic, Diatoms, Madra stream, WFD.*Article Info*

Received: 10 February 2025

Revised: 19 February 2025

Accepted: 21 February 2025

* (corresponding author)

E-mail: hasimsomek@ikc.edu.tr

To cite this article: Sömek ve Coşkunışık Mart (20XX). Madra Çayı (Türkiye)'nın Epilitik Diyatom Kompozisyonu, *Turkish Journal of Maritime and Marine Science* XX (XX): XX-XX. doi: 10.52998/trjmms.1634821.

ÖZET

Türkiye'nin Kuzey Ege Nehir Havzası'nda yer alan Madra Çayı, Madra Dağı (1343 m.)'nın Güneybatı yamaçlarından doğar ve Balıkesir ili sınırları içerisinde Ege Denizine dökülür. Bu çalışmada, Su Çerçeve Direktifi (SÇD) yöntemleri kullanılarak Madra Çayı'nın epilitik diyatom kompozisyonu incelenerek, Türkiye tatlısu alg florasının belirlenmesine katkılar sağlamak amaçlanmıştır. Bu amaçla, 2015 ve 2016 yılları arasında, araştırma sahasımızda seçilen 7 istasyondan mevsimsel diyatom örneklemeleri yapılmıştır. Örneklem periyodu süresince, Madra Çayı'nda 48 cinse ait toplamda 100 epilitik diyatom türü teşhis edilmiştir. Çalışma sonucunda, *Navicula* (13 tür), *Nitzschia* (5 tür), *Cymbella*, *Gomphonema*, *Pinnularia* ve *Surirella* (4'er tür) görece en fazla türle temsil edilen cinsler olmuştur. Bu çalışma ile Madra Çayı'nın epilitik diyatom toplulukları ilk kez ayrıntılı olarak incelenmiştir. Epilitik diyatomların varlık-yokluk verisi baz alınarak yapılan hiyerarşik kümelenme analizine (Bray-Curtis) göre, seçilen istasyonlar arasındaki tür kompozisyonu benzerliği %50'nin üzerinde bulunmuştur. Madra Çayı'nın epilitik diyatom kompozisyonunun, çoğunlukla ötrofik ve kısmen de oligo-mezotrofik ortamlara uyumlu türlerden oluştuğu değerlendirilmiştir.

Anahtar sözcükler: Biyoçeşitlilik, Alg florası, Epilitik, Diyatomlar, Madra Çayı, SÇD.

1. GİRİŞ

Diyatomlar, tek hücreli, früstül olarak bilinen ve çeşitli formlarda desenler sergileyen silikadan oluşan belirgin hücre duvarları ile karakterize olan, az veya çok su ve ışığın bulunabildiği tüm ekosistemlerde yaşayan, mikroskobik ve birincil üretici organizmalardır (Seckbach ve Kociolek, 2011). Diyatomlar, kutup bölgelerinden tropikal sulara kadar hem tatlı su hem de deniz ortamlarında kolonize olabilirler ve fotosentez yoluyla dünyadaki oksijenin yaklaşık %25'ini üretmekten sorumludurlar (Field vd., 1998; Smol ve Stoermer, 2010). Ayrıca, diyatomlar çevresel faktörlere karşı duyarlılıkları nedeniyle su kalitesi ve ekolojik değişikliklerin önemli biyoindikatörleri olarak da hizmet ederler (Lobo vd., 2016). Zamanla su tortularında biriken diyatom früstülleri, geçmiş iklim koşulları ve çevresel değişiklikler hakkında değerli veriler sağlar ve bu özellikleri onları paleoklimatoloji ve paleolimnoloji araştırmalarında kullanışlı araçlar haline getirir (Mackay, 2007).

Mann ve Droop (1996) diyatomların 200 binden fazla türünün bulunabileceğini bildirmiştir. Olası bu türler arasından, mevcut olarak bilinen yaklaşık 20 bin tür vardır ve buradan türlerin ancak %10'nun tanımlanabildiği anlaşılmaktadır (Guiry ve Guiry, 2025). Ülkemiz içsularında ise diyatomlar üzerine 300'den fazla çalışma yapılmış ve günümüze kadar Türkiye Alg

Florasına 1800'den fazla tür kaydı yapılmıştır (Solak vd., 2012; Taşkın vd., 2019; Maraşlıoğlu ve Gönülol, 2025). Biyocoğrafik konumu, topoğrafik çeşitliği, iklimsel ve jeolojik değişiklikleri sebebiyle yüksek endemizm ve biyoçeşitliğe sahip olan ülkemizde (Gemici vd., 1992; Atalay, 2008; Keser, 2013), diyatomlar üzerine yapılacak olan yeni çalışmalarla bu sayının artması yüksek bir olasılıktır. Bununla birlikte, sahip olduğumuz biyoçeşitliliğin ortaya çıkarılmasının yansıra, yapılacak floristik çalışmalarla türlerin habitatlara dağılımları ve oluşturdukları topluluk yapılarının belirlenmesi de oldukça önemlidir. Bu çalışma ile Ege Bölgesinde bulunan Madra Çayı diyatom kompozisyonu ayrıntılı olarak ilk kez tespit edilerek, Türkiye tatlısu alg florasının belirlenmesi üzerine bilimsel katkılar yapmak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Madra Çayı, Türkiye'nin Kuzey Ege Nehir Havzası'nda, Balıkesir ile İzmir illerinin sınırında ve 39° 07'- 39° 22' Kuzey enlemleri ile 26° 40'-27° 15' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yükseltisi 1343 m olan Madra Dağı'nın Güneybatı yamaçlarından doğan bu akarsu, Ege Denizi'ne kuş uçuşu yaklaşık 45 km'de ulaşmakta ve Balıkesir'in Altınova ilçe sınırları içerisinde denize dökülmektedir.

Epilitik diyatom örneklemeleri için akarsu ağı üzerinde 7 istasyon belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Madra Çayı ve örnekleme istasyonları

İstasyonların konumları ve karakteristikleri; İstasyon 1: Madra Çayı'nın Balıkesir İli Altınova İlçesi kıyılarından denize dökülmeden önceki ve baraj altı bölgededir. 39°13'58" K enlemi ve 26°49'50" D boylamındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 43 m'dir. İstasyon 2: Balıkesir Ayvalık'a bağlı Karaayıt Köyü mevkiinde bulunan örnekleme istasyonudur. 39°16'02" K enlemi ve 26°52'24" D boylamındadır. Bu istasyona yakın bölgede demir madeni zenginleştirme tesisi ve yerleşim bulunmaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği ise, 158 m'dir. İstasyon 3: Bergama Okçular Köy yolu üzerinde yer alan Esirik Köprüsü'nün yakınlarındadır. 39°16'20" K enlemi ve 26°54'21" D boylamındadır. Debisi düşüktür. Deniz seviyesinden yüksekliği 230 m'dir. İstasyon 4: İzmir'in Bergama İlçesine bağlı olan Kozak Kaplan Köyü'ndedir. 39°12'51" K enlemi ve 26°57'51" D boylamındadır. İstasyona yakın bölgede altın madeni ocağı bulunmaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 324 m'dir. İstasyon 5: Su seviyesi görece az, akarsu yatağı ise oldukça geniştir. Bu kesimin zemin yapısı daha çok kumludur. 39°15'47" K enlemi ve 27°02'04" D boylamındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 432 m'dir. İstasyon 6: 39°17'36" K enlemi ve 27°06'27" D boylamındadır. İki yan kolun birleştiği bir noktadadır. İstasyon çevresinde hayvan çiftlikleri gibi tarımsal faaliyetler yoğun olarak yapılmaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 458 m'dir. İstasyon 7: Madra Çayı'nın kaynaklarının bulunduğu bölgededir.

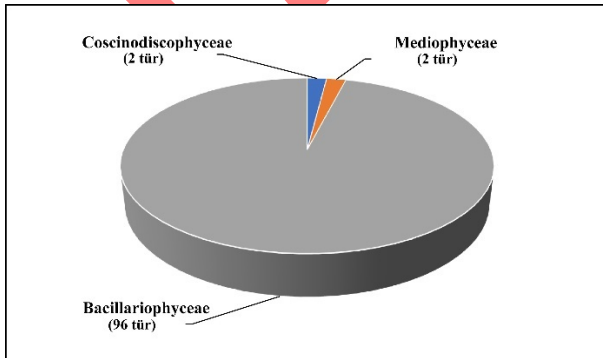
İzmir İli Bergama İlçesi Kozak Yaylası'ndaki Çamavlu Köyü yakınlarındadır. 39°20'18" K enlemi ve 27°09'47" D boylamındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 764 m'dir.

Madra Çayı'nın epilitik diyatomları, 2015 ve 2016 yıllarında sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde örneklenmiştir. Diyatom örneklerinin toplanmasında, kabuklarının temizlenmesinde ve kalıcı preparatların hazırlanmasında, Avrupa Su Çerçeve Direktifi uygulamaları için oluşturulan standart yöntemler tercih edilmiştir (Kelly vd., 1998; CEN 13946, 2003). Bu yöntemlere göre; önceden seçilen her bir istasyon bölgesinde, gölge olmayan alanlar örnekleme noktası olarak seçilmiştir. Yüzeyi düzgün ve pürüzsüz taşlar derinlik en az 20 cm olan bölgelerden toplanmıştır (5 adet). Taşların üst yüzeylerindeki alanlardan diş fırçası yardımı ile toplanan diyatomlar 250 ml' lik örnek kaplarına alınmış ve formaldehitte (sonuç konsantrasyonu %4) ile fikse edilerek laboratuvara getirilmiştir. 15 ml'lik Falkon tüplerine alınan diyatom örnekleri 24 saat çökmeye bırakılmış ve devamında tüpün üstünde kalan süpernatant sifonlanarak üzeri saf su ile doldurulup örnekler tekrar homojenize edilmiştir (2 tekrar). Diyatomların temizlenmesinde potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ile sıcak hidrojen peroksit (%30) yöntemi kullanılmıştır. Tüplerdeki örneklerin 24 saat bekletilmesi sonrası diyatom materyalinden asit uzaklaştırılması yapılmış ve saf su ile doldurularak örnekler tekrar homojenize edilmiştir (en az 3 tekrar/nötralize olana kadar). Bu süreç sonunda, organik maddelerden uzaklaştırılmış olan diyatom kabuklarını içeren süspansiyondan bir damla, lamel üzerine damlatılarak ısıtıcı tabla üzerinde 90 °C'de kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra lamelin diyatom kabuklarını taşıyan yüzeyi, NaphraxTM damlatılan lam üzerine yerleştirilmiştir. Kalıcı sertleşme için preparat ısıtıcı tabla üzerinde yaklaşık 1 dakika kaynatılmış ve sonrasında soğumaya bırakılmıştır (Blanco vd., 2008; Martin ve Reyes Fernández, 2012). Preparatlar Olympus BX53 (DIC) mikroskobu ile 400x ve 1000x büyütmede incelenmiştir. Diyatomların ölçümlerinde ve fotoğraflarının çekilmelerinde 10,6 megapiksel Olympus SC 100 dijital kamera ve cellSens Entry yazılımı kullanılmıştır.

Diyatom türlerinin teşhisinde çeşitli araştırmacıların monografik eserlerinden yararlanılmıştır (Hartley vd., 1996; Krammer ve Lange-Bertalot, 1986; 1987; 1988; 1991a; 1991b; 1999; Lange-Bertalot, 2001; Krammer, 2000; 2002; 2003). İstasyonların benzerliklerini belirlemek için, diyatomlarının varlık-yokluk verisine göre Biodiversity Professional, 2.0 ile Bray-Curtis hiyerarşik kümelenme analizi gerçekleştirilmiştir (McAleece vd., 1997).

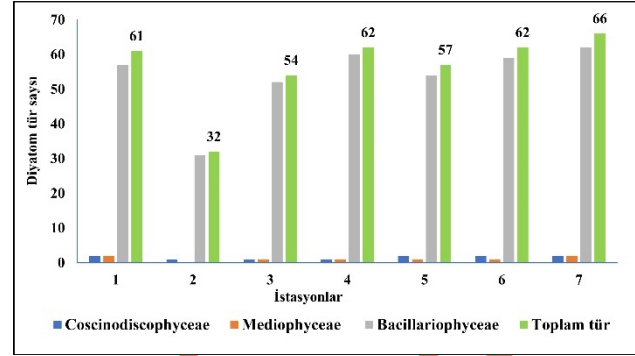
3. BULGULAR

Madra Çayı'nın epilitik diyatomları üzerine yapılan incelemelerde, Bacillariophyta bölümünden 48 cins'e ait 100 diyatom türü bulunmuştur (Tablo 1). Sıklıkla gözlenen türlerin bazıları fotoğraflanmıştır (Şekil 5a-c). Bu diyatomların 96'sı Bacillariophyceae, 2'si Coscinodiscophyceae ve diğer 2'si de Mediophyceae sınıfındandır (Şekil 2). Türlerin cinslere dağılımı ise; *Navicula* (13 tür), *Nitzschia*, (5 tür), *Cymbella*, *Gomphonema*, *Pinnularia*, *Surirella* (4'er tür), *Amphora*, *Craticula*, *Fragilaria*, *Encyonema*, *Sellaphora* (3'er tür), *Caloneis*, *Cocconeis*, *Cymatopleura*, *Diploneis*, *Epithemia*, *Eunotia*, *Gyrosigma*, *Halamphora*, *Neidium*, *Placoneis*, *Rhopalodia*, *Stauroneis*, *Staurosira*, *Ulnaria* (2'şer tür), *Aneumastus*, *Aulacoseira*, *Cyclostephanos*, *Cymbopileura*, *Diatoma*, *Didymosphenia*, *Frustulia*, *Gomphonella*, *Hannaea*, *Hantzschia*, *Hippodonta*, *Iconella*, *Luticola*, *Melosira*, *Meridion*, *Navigeia*, *Neidiomorpha*, *Planothidium*, *Pseudostaurosira*, *Paraplaconeis*, *Reimera*, *Rhoicosphenia* ve *Stephanocyclus* (1'er tür) şeklindedir.



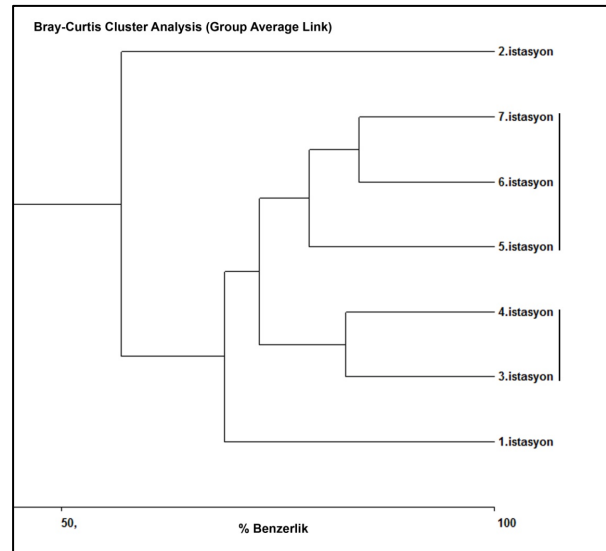
Şekil 2. Madra Çayı epilitik diyatomlarının sınıflara göre dağılımı

Madra Çayı'nda istasyonlar arasında epilitik diyatom tür sayıları en az 32 (2. istasyon), en çok 66 (7. istasyon) olarak bulunmuştur ve tüm istasyonlarda Bacillariophyceae sınıfı diyatomlar yüksek oranda temsil edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Madra Çayı epilitik diyatomlarının sınıflara göre dağılımı

Diyatom türlerinin varlık-yokluk durumlarına göre hiyerarşik kümelenme analizi (Bray-Curtis) yapılmış ve istasyonların birbirlerine benzerlik durumları belirlenmiştir (Şekil 4). Kümelenme analizine göre, 3. ve 4. istasyonlar %82,8 benzer; 6. ve 7. istasyonlar %84,4 benzer bulunmuştur. 6 ve 7 istasyonlara en yakın benzerliğe sahip 5. istasyon olmuştur. 1. istasyon ise, diğer tüm istasyonlarla %50'nin üzerinde benzerlik göstermiştir. En farklı olarak görülen 2. istasyonun ise diğer istasyonlara olan benzerliği ise %51,6-%67,4 arasında değişmiştir.



Şekil 4. Madra Çayı istasyonlarının epilitik diyatom türlerine göre benzerliği

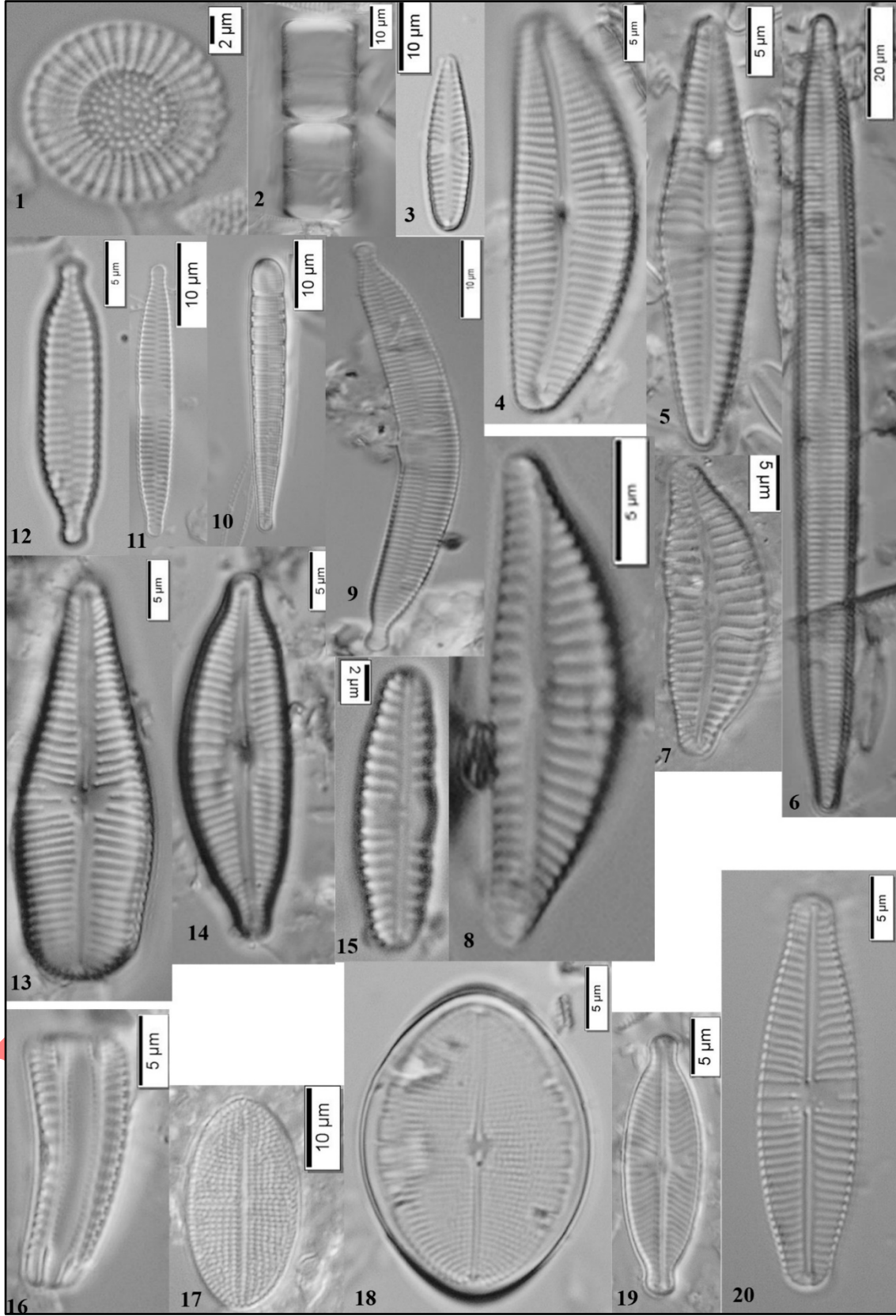
Tablo 1. Madra Çayı'nın epilitik diyatomlarının istasyonlara göre dağılımları ve mevsimsel sıklıkları

(▲: % 100, 4 mevsim, ■: % 75, 3 mevsim, □: % 50, 2 mevsim, +: % 25, 1 mevsim)

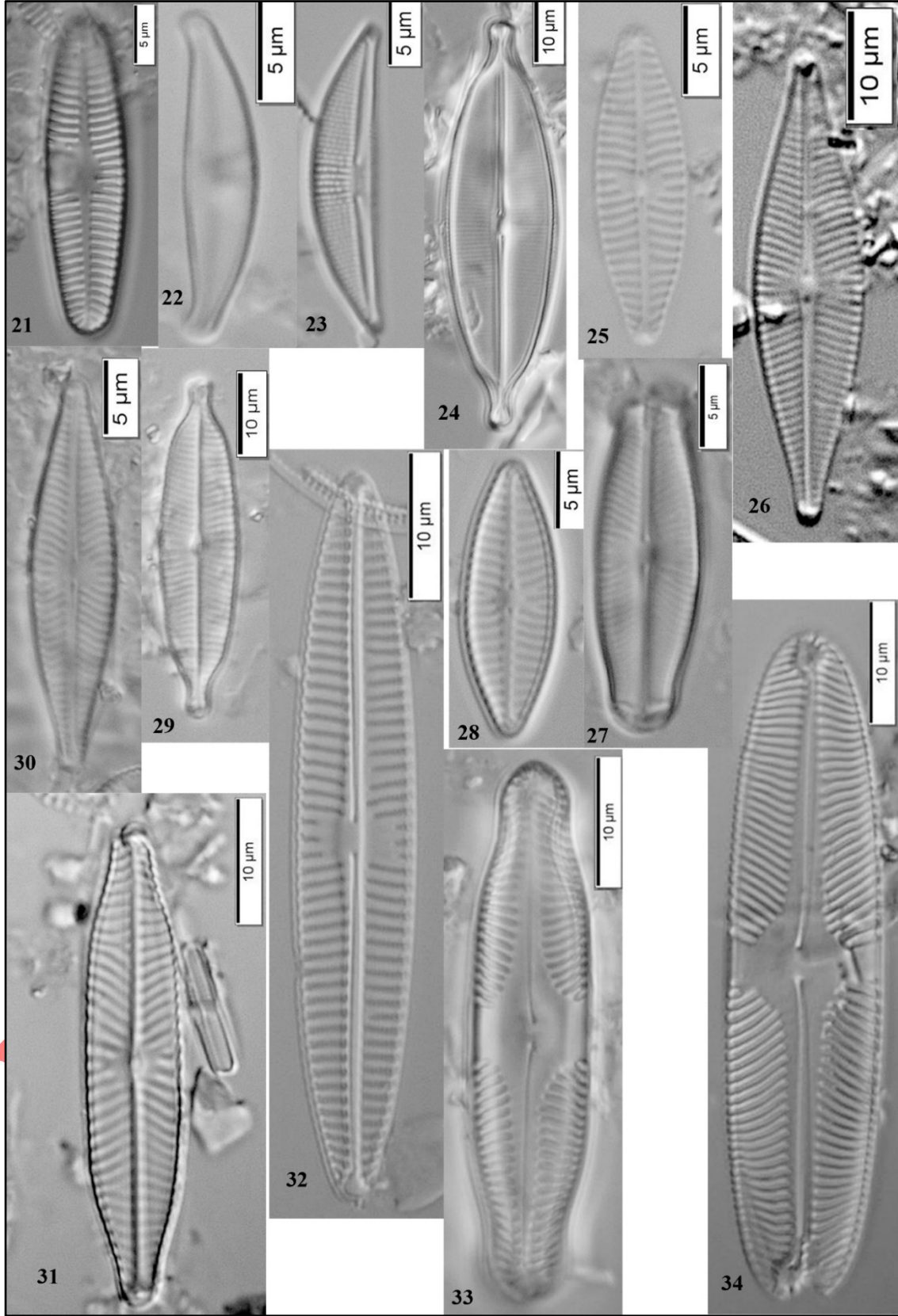
Bölüm: BACILLARIOPHYTA	1	2	3	4	5	6	7
Sınıf: Coscinodiscophyceae							
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	+				+	□	+
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	■	□	▲	■	▲	+	▲
Sınıf: Mediophyceae							
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Hustedt) Round	▲						□
<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	▲		■	□	□	■	□
Sınıf: Bacillariophyceae							
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & R.E.M.Archibald	+						
<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	▲	+	+	■	□	■	+
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	+						
<i>Aneumastus tusculus</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle				+	+		
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve				+			□
<i>Caloneis permagna</i> (Bailey) Cleve	+						
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	▲		□	□		+	+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	▲		▲	▲	■	▲	▲
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G.Mann					□	+	+
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	+	+	□	□	■	+	
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann					+		
<i>Cymatopleura elliptica</i> W.Smith	□	+	+				
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	□		■	□			
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	□			■	□	+	▲
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	+						+
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	■			□	□	+	+
<i>Cymbella subcistula</i> Krammer				+			+
<i>Cymbopileura hercynica</i> (A.Schmidt) Krammer	+			+	+	+	□
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	▲			■			
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt					+	+	+
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve				+		+	
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve						+	+
<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	+						
<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.Veiga Ludwig&M.Menezes	+						
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	▲		□	□	□	■	▲
<i>Epithemia sorex</i> Kützing		+	▲	□			
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing			■				
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow	+				+	+	
<i>Eunotia sudetica</i> O. Müller				+			
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capitellata</i> (Grunow) Lange-Bertalot	+	□	■	■	▲	□	▲
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	+		▲	+	+	□	+
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen		+	▲	□	□	■	▲
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni			+		□	+	□
<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst	▲	■	▲	▲	■	▲	■
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg						+	
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	■		▲	+	+	□	+
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	▲	▲	▲	■	■	▲	▲
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	□		□	+		+	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	▲		+	+			+
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	■						
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov		▲	+	□	+	□	+
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	□	▲	■	■	■	□	□
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick			+	□	□	■	▲
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	■	▲	▲	▲	▲	■	□
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	■				+		

Tablo 1. devamı

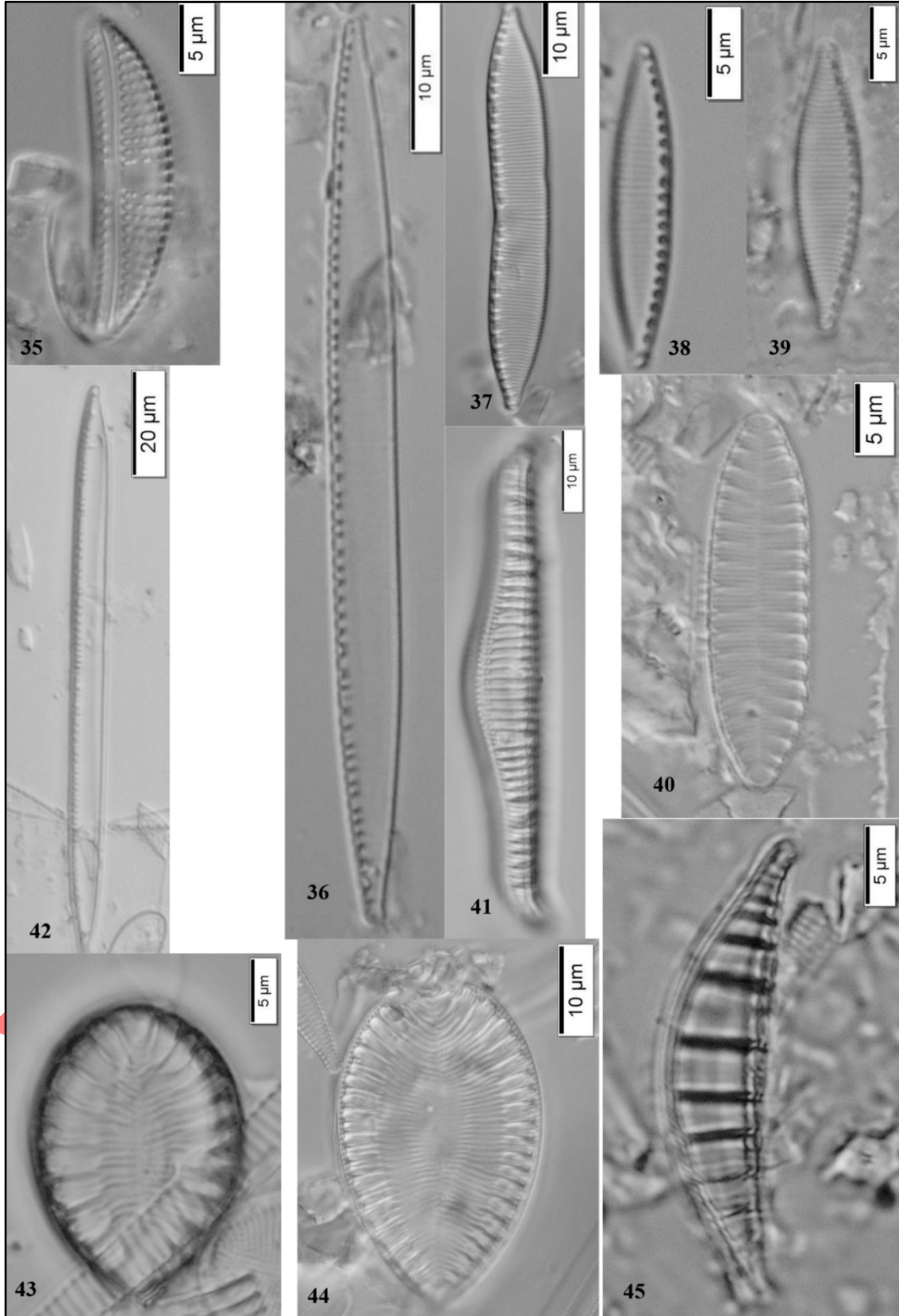
Sınıf: Bacillariophyceae									
<i>Iconella tenera</i> (W.Gregory) Ruck & Nakov	+								
<i>Luticola mutica</i> (Kützinger) D.G.Mann			+						
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	□	□	▲	□	□	□	■	■	■
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & U.Rumrich		+		■	□	□	□	□	□
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg				+	+			+	
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs						+		□	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützinger	▲		▲	■	▲	▲	■	■	■
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	□			□				+	
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg						+		□	
<i>Navicula menisculus</i> Schumann				■	+	+	■		
<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow			□	+	+	+	□		
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	+		■	■	■	■	■	+	
<i>Navicula veneta</i> Kützinger	□	□	▲	▲	■	■	■	▲	
<i>Navicula viridula</i> (Kützinger) Ehrenberg	□								
<i>Navicula viridulacalcis</i> Lange-Bertalot		+	■	▲	□	□	■	▲	
<i>Navigeia decussis</i> (Østrup) Bukhtiyarova	▲		□	▲	▲	▲	▲	▲	
<i>Neidiomorpha binodis</i> (Ehrenberg) M.Cantonati, Lange-Bertalot & N.Angeli								+	
<i>Neidium ampliatus</i> (Ehrenberg) Krammer								+	
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve			+					+	
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützinger) W.Smith	+				+				
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	□	□	■	+	□	□	■	■	
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	■	□	□	■	+	■	▲		
<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith	■	▲	■	□	▲	■	▲		
<i>Nitzschia palea</i> (Kützinger) W.Smith	▲	▲	▲	▲	▲	■	▲		
<i>Paraplaconeis placentula</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Lange-Bertalot							+		
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>sublinearis</i> Krammer		+					□	□	
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützinger) Rabenhorst	+	▲	+	+		■	+		
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve		+			+	□	+		
<i>Pinnularia subgibba</i> var. <i>undulata</i> Krammer					+	+			
<i>Placoneis clementis</i> (Grunow) E.J.Cox			+						
<i>Placoneis elginensis</i> (W.Gregory) E.J.Cox							□	□	
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützinger) Lange-Bertalot	▲	▲	▲	■	▲	▲	▲	▲	
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales	+								
<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	■		+	■	▲	■	▲		
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	▲		■	+	□	□	+		
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	+	□	■	+		+	□		
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) Otto Müller		+	□	+			+		
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann				□	+		□		
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützinger) Mereschkovsky	▲	+	□	▲	▲	■	■		
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G.Mann							+		
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg			+	□	□				
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	▲					+	+		
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	▲		+	□					
<i>Staurosira leptostauron</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Genkal						+			
<i>Surirella angusta</i> Kützinger	▲	■	▲	■	■	■	■	▲	
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	+	▲	□	+					
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	▲	▲	□	□	□	□	+		
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	▲	▲	▲	■	■	■	▲		
<i>Ulnaria oxyrhynchus</i> (Kützinger) Aboal			+	+	□				
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	▲	▲	■	□	□	□		



Şekil 5a. 1: *Stephanocyclus meneghinianus*, 2: *Melosira varians*, 3: *Gomphonella olivacea*, 4: *Cymbella compacta*, 5: *Gomphonema gracile*, 6: *Ulnaria ulna*, 7: *Cymbella excise*, 8: *Encyonema silesiacum*, 9: *Hannaea arcus*, 10: *Meridion circulare*, 11: *Fragilaria vaucheriae*, 12: *Fragilaria capucina* var. *capitellata*, 13: *Gomphonema truncatum*, 14: *Cymboplectura hercynica*, 15: *Reimeria sinuate*, 16: *Rhoicosphenia abbreviate*, 17: *Cocconeis placentula*, 18: *Cocconeis pediculus*, 19: *Navigeia decussis*, 20: *Gomphonema parvulum*



Şekil 5b. 21: *Planothidium lanceolatum*, 22: *Halamphora montana*, 23: *Halamphora veneta*, 24: *Craticula ambigua*, 25: *Navicula veneta*, 26: *Navicula trivialis*, 27: *Sellaphora pupula*, 28: *Navicula menisculus*, 29: *Navicula amphiceropsis*, 30: *Navicula cryptocephala*, 31: *Navicula viridulacalcis*, 32: *Navicula tripunctata*, 33: *Pinnularia microstauron*, 34: *Pinnularia brebissonii*



Şekil 5c. 35: *Amphora libyca*, 36: *Nitzschia palea*, 37: *Hantzschia amphioxys*, 38: *Nitzschia amphibia*, 39: *Nitzschia fonticola*, 40: *Surirella angusta*, 41: *Rhopalodia gibba*, 42: *Nitzschia linearis*, 43: *Surirella ovalis*, 44: *Surirella brebissonii*, 45: *Rhopalodia gibberula*

4. TARTIŞMA

Madra Çayı'nda belirlenen 7 istasyonda yapılan örneklemeler sonucunda, Bacillariophyta bölümünden 48 cinse ait toplam 100 epilitik diyatom türü saptanmıştır. *Navicula* (13 tür), *Nitzschia* (5 tür), *Gomphonema* (4 tür), ve *Surirella* (4 tür) en fazla temsil edilen cinsler olmuştur. Türkiye akarsularında diyatom toplulukları üzerine yapılan birçok çalışmada da, bu cinslerin en fazla türle temsil edildiği ve çalışmamızla benzer şekilde çoğunluğunun Bacillariophyceae sınıfından olduğu görülmektedir (Solak vd., 2012).

Madra Çayı'nda 1. istasyon ile diğer istasyonlar arasında diyatom kompozisyonu açısından %50'nin üzerinde bir benzerlik olduğu görülmüştür. Bu istasyonun en baskın cinsi *Navicula* (6) olmuştur. Munda (2005) *Navicula* cinslerine ait olan türlerin epilitik olarak koloni oluşturdıklarını kaydetmiştir. 1. istasyona sık ve birlikte rastlanan bazı türler ilgili olan ve bulgularımızı destekleyen çeşitli araştırmacıların çalışmaları incelenmiştir. Akarsuların ekolojik durumlarını değerlendirmek amaçlı bentik diyatomlardan yararlanılan bir çalışmada, kümelenme analizinde, *P. lanceolatum* ve *G. olivacea* akarsuda beraber bulunan türler olmuştur, yine aynı çalışmada, alkalifil türler olan *N. tripunctata* ve *C. placentula* türlerinin yüksek besin konsantrasyonlarında görüldükleri, *G. acuminatum*, *S. meneghinianus* ve *C. placentula* türlerinin de ötrofik durumu net bir şekilde ortaya koyan türler olduğu ifade edilmiştir (Kóvacs vd., 2006). Kozmopolit ve esasında planktonik bir diyatom olan *S. meneghinianus*, dünya üzerinde pek çok akarsuda ve acı suda rapor edilmiştir (Finlay vd., 2002; Mitrovic vd., 2008). Madra Çayı'nın 1. istasyonunda devamlı bulunan diğer bir tür *F. construens* olmuştur ve meso-ötrofik ortamları seven alkalifil bir diyatomdur (Kóvacs vd., 2006). *C. dubius* göl ve acı sularda dağılım gösteren yaygın bir tür olup, ötrofik şartlara sahip akarsularda kaydedilmiştir (Hustedt, 1930; Cleve-Euler, 1951; Kalbe, 1982; Hickel ve Håkansson, 1987). Yapılan bir çalışmada *S. pupula* ağır kirlilik şartları altında da görülebilen ve geniş spektrum aralığına sahip bir diyatom türü olarak da değerlendirilmiştir (Taylor vd.,

2007). *C. pediculus* türünün ise besince zenginleşmiş (ötrofik sular) ve sert su ortamlarında dağılım gösterebilmektedir (Aboal vd., 1998). *P. lanceolatum* türü ise oligotrofik ve elektrolitçe zayıf sularda dağılım göstermektedir (Lange-Bertalot ve Krammer, 1989). *G. olivacea* türün baskın saptandığı bir çalışmada, bu türün ötrofik karakterde olduğu (Tokatlı ve Dayıoğlu, 2011), başka bir çalışmada ise çeşitli trofik seviyelerde de bulunduğu değerlendirilmiştir (Krammer ve Lange-Bertalot, 1986). Seyfer ve Wilhm (1977) yapmış oldukları çalışmada, *S. meneghinianus*, *G. parvulum*, *N. cryptocephala* ve *N. palea* türlerinin kirliliğe tolerans gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bu istasyonda teşhis edilen *N. palea*, *S. pupula*, *G. parvulum*, *G. olivacea* türleri çalışmamızda, çoğunlukla birlikte gözlenmişlerdir. Weilhoefer ve Pan (2006) farklı ekolojik bölgeler seçerek yaptıkları çalışmada, *N. cryptocephala* ve *P. lanceolatum* türlerini aynı grupta sınıflandırırken, *R. abbreviata* ise ayrı bir grupta sınıflandırmışlardır. Madra Çayı'nda ise geniş bir tolerans aralığına sahip olan *N. cryptocephala* ve *R. abbreviata* türleri (Krammer ve Lange-Bertalot, 1999; Lange-Bertalot, 2001), çoğunlukla birlikte bulunma eğilimi göstermiştir. 1. istasyonda devamlı olarak bulunan diyatomların ekolojileri incelendiğinde, bu türlerin hem oligotrof hem de ötrofik ortamlarda yer alan ve geniş tolerans aralığına sahip oldukları değerlendirilmiştir. Madra Çayı'nda belirlenen 2. istasyon yerleşim yerlerine ve endüstriyel faaliyetlere yakınlığıyla dikkat çekmiştir. 2. istasyonda diyatom çeşitliliğinin (32 tür) diğer istasyonlara göre oldukça az olduğu da ayırt edici bir bulgudur. Diyatom kompozisyonu bakımından diğer bütün istasyonlara olan benzerliği %51,6 ile %67,4 arasında değiştiği tespit edilmiştir ve bu istasyonun en yaygın cinsi *Nitzschia* (4) olmuştur. Diğer yaygın olarak görülen cinsler *Surirella* (4 tür), *Navicula* (3 tür) ve *Pinnularia* (3 tür)'dir. Özellikle bu istasyonda yaygın olarak görülen *Nitzschia* türlerinin yüksek besin konsantrasyonlarına pozitif tepki gösterdiği bilinmektedir (Kelly ve Whitton, 1995; Kelly, 2003). Bu durum akarsuyun bu bölgesinin çevresindeki baskılardan etkilendiği varsayımını güçlendirmiştir. 1. istasyonun devamlı gözlenen

türleri arasında yer alan *G. parvulum*, *P. lanceolatum*, *N. palea*, *S. ovalis* ve *S. robusta* bu istasyonda da devamlı gözlenen türler olarak saptanmıştır. Madra Çayı'nda çoğunlukla birlikte bulunan *N. palea* ve *G. parvulum* türlerinin bulunduğu bir çalışmada, kirli olan bir istasyonda bu türlere de rastlanmıştır (Soininen, 2002). Bu istasyonda devamlı olarak gözlenen bir başka diyatom olan *H. amphioxys* oligo-ötrofik bir karaktere sahiptir (Kóvacs vd., 2006). Yine bu istasyonda devamlı bulunan *H. montana* hem durgun hem de akarsularda bulunan yine alkalifil bir tür olarak bildirilmiştir (Sıvacı vd., 2013). Devamlı türlerden *S. brebissonii*, yüksek elektrolit içeriğine sahip tatlısulara yaygın olmakla birlikte, acı su ortamlarında da dağılım gösterdiği belirtilmiştir (Krammer ve Lange-Bertalot, 1987). Meso-ötrofik olarak sınıflandırılan *U. ulna* türünün oldukça düşük nutrient şartlarında da rapor edilmekle birlikte (Kelly ve Whitton, 1995; Soininen ve Niemelä, 2002), yüksek nutrient şartlarında bulunan indikatör bir organizma olduğu da belirtilmektedir (Rott vd., 1997). Madra Çayı'nda epilitik diyatomlara göre yapılan benzerlik analizi neticesinde; 3 ve 4 numaralı istasyonlar kendi aralarında %82,7 benzer bulunmuştur. 3. istasyonda 54 tür, 4. istasyonda ise 62 tür tespit edilmiştir. Her iki istasyonda da ortak olarak yaygın bulunan cinsler; *Navicula*, *Nitzschia*, *Surirella*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Halamphora* ve *Rhopalodia*, devamlı bulunanlar ise; *G. olivacea*, *C. placentula*, *N. veneta*, *N. tripunctata*, *H. amphioxys* ve *N. palea* olmuştur. *P. lanceolatum*, *S. robusta* ve *S. angusta* ise 3. ve 4. istasyonlarda görece sık görülen diyatomlardır. Bunlardan *S. robusta* türünün orta seviyedeki kirliliklere tolerans gösterdiği belirtilmiştir (Mangadze vd., 2015). Madra Çayı'nın 3. ve 4. istasyonlarında farklı sıklıklarla gözlenen *M. varians* ve *N. tripunctata* türlerinin iyi çevresel şarta sahip kirlenmemiş bir sucül ortamda oldukça yaygın bulunduklarını tespit edilmiştir (Pfiester vd., 1979). Madra Çayı'nın 3. ve 4. istasyonlarında devamlı gözlenen *H. amphioxys* ve *N. veneta* bir çalışmada akarsuyun alçak bölgelerinde dağılım gösterdikleri ve *H. amphioxys* için yüksek su akışıyla beraber suda yer değiştirdiği belirtilmiştir (Martínez De Fabricius vd., 2003).

C. placentula türü, ülkemizde az kirli veya görece ötrofik akarsularda yaygın saptanmıştır (Kıvrak vd., 2012). Bu tür başka bir çalışmada, tarımsal arazi bölgelerinde seçilen iki istasyonda da bol olarak bulunmuştur (Kargioğlu vd., 2012). Kobayasi ve Mayama (1989) yaptıkları bir çalışmada, *N. veneta* ve *N. palea* türlerini kirliliğe yüksek tolerans gösterenler olarak bir grup altında sınıflandırmıştır.

Diyatom kompozisyonuna göre, 6. ve 7. istasyonlar birbirlerine %84,4 benzer bulunurken, bu istasyonlara en yakın benzerliğe sahip 5. istasyon olmuştur. 5. istasyon 6. istasyona %80,7 benzerlikte, 7. istasyona ise %76,4 benzerliktedir. Bu çalışmada, 5. istasyonda 57 tür, 6. istasyonda 62 tür, 7. istasyonda ise 66 tür tespit edilmiştir. Madra Çayı'nda seçilen 7. istasyon akarsuyun kaynağına en yakın bölgede bulunmakta ve görece çevresel baskılardan muhtemelen az etkilenebilecek bir lokasyondadır.

Madra Çayı'nda diğer istasyonlardan farklı olarak, 5. 6. ve 7. istasyonlarda sıklıkla gözlenen diyatomlardan bazıları; *R. sinuata*, *H. arcus*, *E. silesiacum*, *N. decussis*, *M. circulare*, *N. linearis*, *F. capucina* var. *capitellata* ve *N. viridulacalcis* olmuştur. Bunlardan, *R. sinuata* genellikle dağ biyotoplarında, yosunlar üzerinde, kaynak ve akarsularda bulunmaktadır (Taylor vd., 2007). *H. arcus* oligotrofik su kaynaklarında ve hafif asidikten nötüre giden sularda dağılım gösterir (Bixby ve Jahn, 2005). *E. silesiacum* oligo-ötrofik su kaynaklarında bulunan ve aşırı kirlilik koşullarına da uyumlu, kozmopolit bir türdür (Taylor vd., 2007). Hafif kirlenmiş ya da kirlenmemiş olan su kaynaklarında bol olarak bulunan ve kozmopolit bir tür olan *N. decussis*, yüksek mezotrofik seviyelerden ötrofik seviyelere kadarki aralıkta da dağılım gösterebilmektedir (Lange-Bertalot, 2001; Taylor vd., 2007). Bu çalışmada da olduğu gibi, *N. decussis* ve *E. silesiacum* türlerinin birlikte tespit edildiği başka akarsu çalışmaları da vardır (Vidaković vd., 2015). Bir başka çalışmada *H. arcus*, *E. silesiacum* ve *R. sinuata* temiz bir akarsu ortamında birlikte saptanmış olup, *H. arcus* dağlık bölgelerde, *E. silesiacum* ve *R. sinuata* ise görece daha yüksek trofik şartlarda bulundukları bildirilmiştir (Morales vd., 2007). *M. circulare* akarsularda bentikte dağılım

gösteren ve alkalifil bir diyatome olup, oligo-ötrotik ortamlarda bulunurken, diğer alkalifil *N. linearis* meso-ötrotik durgun ve akarsu ortamlarından bildirilmiştir (Sıvacı vd., 2013). Bentik kozmopolit bir tür olan *F. capucina* var. *capitellata* orta derecede elektrolit içerikli oligo-mezotrotik sularda bulunmaktadır (Taylor vd., 2007). Bu tür ile ilgili farklı substratlar üzerinde yapılan bir çalışmada; epilimon, episammon ve epifiton gibi çeşitli substratlarda gelişim göstermişken, epipelonda herhangi bir gelişim göstermediği belirtilmiştir (Ivanov vd., 2006). *N. viridulacalcis* genellikle kalsiyum karbonatça zenginleşmiş oligo-mezotrotik sularda dağılım gösteren kozmopolit bir tür olsa da, hafif derecede ötrotik olan ortam koşullarında da yaşayabildiği belirtilmektedir (Lange-Bertalot, 2001; Chudaev vd., 2015).

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Madra Çayı'nın epilitik diyatome kompozisyonunun Türkiye diyatome florasında kozmopolit olarak bulunan türlerden oluştuğu saptanmıştır. Bununla birlikte, sıklıkla gözlenen diyatome türlerinin trofik seviyeleri dikkate alındığında, Madra Çayı'nın çoğunlukla ötrotik kısmen de oligo-mezotrotik sucul ortamlara uyumlu türleri barındırdığı ve bu akarsuyun diyatome kompozisyonunda görece geniş bir spektrumun oluşmasında, kaynağından denize döküldüğü yere kadar çeşitli çevresel etkilerin şekillendirici olduğu değerlendirilmiştir.

ESER SAHİPLİĞİ KATKI BEYANI

Haşim SÖMEK: Kavramsallaştırma, Yöntem Bilimi, Örneklemeler, Tür Doğrulama, Veri iyileştirme, İstatistiksel analiz, Yazım- Orijinal Taslak, Yazım-Gözden Geçirme ve düzenleme, Görselleştirme, Denetleme, Proje yönetimi
Gülşah COŞKUNİŞİK MART: Örneklemeler, Tür teşhisi, Fotoğraflama, Yazım- Orijinal Taslak, Yazım-Gözden Geçirme, Kaynaklar, Veri girişi, Görselleştirme

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar(lar) bu makalenin gerçek, olası veya algılanan çıkar çatışmasına sahip olmadığını

beyan etmektedirler.

ETİK KURUL İZNİ

Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

FONLAMA DESTEĞİ

Bu çalışma İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Daire Başkanlığı tarafından 2014-TYL-SUÜF-0020 proje koduyla desteklenmiştir.

ORCID Numaraları/IDs

Haşim SÖMEK:

 <https://orcid.org/0000-0003-4281-9738>

Gülşah COŞKUNİŞİK MART:

 <https://orcid.org/0009-0007-1278-5019>

6. KAYNAKLAR

- Aboal, M., Puig, M.A., Prefasi, M. (1998).** Diatom assemblages in springs in Castellón province, Eastern Spain. *Archiv fur Hydrobiologie-Supplement*, 125, 79-95. doi: 10.1127/algol_stud/90/1998/79.
- Atalay, I. (2008).** Relict and endemic plant species reflecting climatic changes in Anatolia. In: *Ecology and Environment FUrom Carpathians to Taurus Mountain. Proceedings of 5th Turkey-Romanian Academic Seminar*. Eds. I. Atalay, R. Efe, M. Ielenicz and D. Balteanu. pp. 7-30.
- Bixby, R.J., Jahn, R. (2005).** *Hannaea arcus* (Ehrenberg) RM Patrick: lectotypification and nomenclatural history. *Diatom Research*, 20(2), 219-226. doi: 10.1080/0269249X.2005.9705632.
- Blanco, S., Álvarez, I., Cejudo, C. (2008).** A test on different aspects of diatom processing techniques. *Journal of Applied Phycology*, 20(4), 445-450. doi:10.1007/s10811-007-9292-2.
- CEN 13946. (2003).** Water quality. Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers.
- Chudaev, D.A., Kupreeva, M.D., Gololobova, M.A. (2015).** On the studies of the species of *Navicula* Bory sensu stricto (Diatomophyceae) of Moskva River. *Moscow University Biological Sciences Bulletin*, 70(2), 91-98. doi: 10.3103/S0096392514040038.
- Cleve-Euler, A. (1951).** Die Diatomeen von Schweden und Finnland. I. Kungelige Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, Ser.4,2, 1-163.

- Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 281(5374), 237-240. doi: 10.1126/science.281.5374.237.
- Finlay, B.J., Monaghan, E.B., Maberly, S.C. (2002). Hypothesis: the rate and scale of dispersal of freshwater diatom species is a function of their global abundance. *Protist*, 153, 261–273. doi: 10.1078/1434-4610-00103.
- Gemici, Y., Seçmen, Ö., Ekim, T., Leblebici, E. (1992). Türkiye'de Endemizm ve İzmir Yöresinin Bazı Endemikleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6 (1), 61-83.
- Guiry, M.D., Guiry, G.M. (2025). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, University of Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 15 Şubat 2025.
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R., Sims P.A. (1996). *An Atlas of British diatoms*. Biopress, Bristol, 601pp.
- Hickel, B., Håkansson, H. (1987). Dimorphism in *Cyclotella dubius* (Bacillariophyta) and the morphology of initial valves. *Diatom research*, 2(1), 35-46. doi: 10.1080/0269249X.1987.9704983.
- Hustedt, F. (1930). *Bacillariophyta (Diatomeae)*. In: Die Siisswasser-Flora Mitteleuropas (A. Pascher, ed.), 10, 2nd.Ed. 466 pp. Gustav Fischer, Jena.
- Ivanov, P., Kirilova, E., Ector, L. (2006). Diatom species composition from the River Iskar in the Sofia region, Bulgaria. *Advances in phycological studies Festschrift in honour of Prof. Dobrina Temniskova-Topalova*, 167-190.
- Kalbe, L. (1982). Untersuchungen zur Variabilität der Zellgröße der Diatomeen *Stephanodiscus dubius* (Fricke) Hust. und *Stephanodiscus astraia* (Ehr.) Grunow. *Limnologia* (Berlin), 14, 35-42.
- Kargioğlu, M., Serteser, A., Kıvrak, E., İçağa, Y., Konuk, M. (2012). Relationships between epipelagic diatoms, aquatic macrophytes, and water quality in Akarçay Stream, Afyonkarahisar, Turkey. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 41(1), 74-84. doi: 10.2478/s13545-012-0009-z.
- Kelly, M.G. (2003). Short term dynamics of diatoms in an upland stream and implications for monitoring eutrophication. *Environmental Pollution*, 125, 117–122. doi:10.1016/S0269-7491(03)00075-7.
- Kelly, M.G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell'Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., Kwandrans, J. (1998). Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of applied Phycology*, 10 (2), 215-224 doi: 10.1023/A:1008033201227.
- 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. doi: 10.1007/BF00003802.
- Keser, N. (2013). Murat Dağı'nda Endemizme Etki Eden Topografik Faktörler (İç Batı Anadolu). *Electronic Turkish Studies*, 8(12): 711-736. doi: 10.7827/TurkishStudies.5741.
- Kıvrak, E., Uygun, A., Kalyoncu, H. (2012). Akarçay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diyatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2), 27-38.
- Kobayasi, H., Mayama, S. (1989). Evaluation of river water quality by diatoms. *The Korean Journal of Phycology*, 4(2), 121-133.
- Kóvacs, C., Kahlert, M., Padisák, J. (2006). Benthic diatom communities along pH and P gradients in Hungarian and Swedish streams. *Journal of Applied Phycology*, 18, 105–117. doi: 10.1007/s10811-006-9080-4.
- Krammer, K. (2000). *Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 1: The Genus Pinnularia*. H. Lange-Bertalot (Ed.). ARG Gantner Verlag KG., 217 plates, 703 p.
- Krammer, K. (2002). *Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 3: Cymbella*. H. Lange-Bertalot (Ed.). ARG Gantner Verlag KG., 194 plates, 584 p.
- Krammer, K. (2003). *Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 4: Cymbella, Delicata, Navicymbella, Gomphocymbellopsis, Afrocybella*. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 164 plates, 530 p.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1986). *Bacillariophyceae, Band 2/1,1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa*. H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer (Editors). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1987). Morphology and taxonomy of *Surirella ovalis* and related taxa. *Diatom Research*, 2(1), 77-95. doi: 10.1080/0269249X.1987.9704986.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1988). *Süßwasserflora von Mitteleuropa T. 2/2 Bacillariophyceae. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae* – Stuttgart, Jena 596 p. (in German).
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991a). *Süßwasserflora von Mitteleuropa T. 2/3 Bacillariophyceae. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae* – Stuttgart, Jena 578 p. (in German).

- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991b).** *Süßwasserflora von Mitteleuropa T. 2/4 Bacillariophyceae. Achnanthesaceae* – Stuttgart, Jena 438 p. (in German).
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1999).** *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/1, 1. Teil: Naviculaceae.* Spectrum Akademischer-Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Lange-Bertalot, H. (2001).** *Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats.* Volume 2: Navicula sensu stricto, 10 Genera Separated from Navicula sensu stricto, *Frustulia*. H. Lange-Bertalot (Ed.). H. Lange-Bertalot (Ed.). ARG Gantner Verlag KG., 140 plates. 526 p.
- Lange-Bertalot, H., Krammer, K. (1989).** *Achnanthes, eine Monographieder Gattung. Bibliotheca Diatomologica*, 18,393 pp.
- Lobo, E.A., Heinrich, C.G., Schuch, M., Wetzel, C.E., Ector, L. (2016).** *Diatoms as bioindicators in rivers. River algae*, 245-271. doi: 10.1007/978-3-319-31984-1_11.
- Mackay, A.W. (2007).** The paleoclimatology of Lake Baikal: a diatom synthesis and prospectus. *Earth-Science Reviews*, 82(3-4), 181-215. doi: 10.1016/j.earscirev.2007.03.002.
- Mangadze, T., Bere, T., Mwedzi, T. (2015).** Epilithic diatom flora in contrasting land-use settings in tropical streams, Manyame Catchment, Zimbabwe. *Hydrobiologia*, 753(1), 163-173. doi: 10.1007/s10750-015-2203-7.
- Mann D.G., Droop S. J. M. (1996).** Biodiversity, biogeography and conservation of diatoms. *Hydrobiologia*, 336: 19-32. doi: 10.1007/BF00010816.
- Maraşlıoğlu, F., Gönülol, A. (2025).** Turkish algae electronic publication, Çorum, Turkey. [online]. Website: <http://turkiyealgeri.hitit.edu.tr/> [accessed 09 February 2025]. Onward (continuously updated).
- Martin, G., and De los Reyes Fernandez, M. (2012).** Diatoms as indicators of water quality and ecological status: Sampling, analysis and some ecological remarks. K. Voudouris (Ed.), *Ecological Water Quality – Water Treatment and Reuse*, InTech, 183-204. doi: 10.5772/33831.
- Martínez De Fabricius, A.L., 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. doi: 10.1023/A:1025857715437.
- McAleece, N, Gage, J.D, Lamshead, J, Patterson G.L. J. (1997).** *Biodiversity Professional.* The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science.
- Mitrovic, S.M., Chessman, B.C., Davie, A., Avery, E.L., Ryan, N. (2008).** Development of blooms of *Cyclotella meneghiniana* and *Nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) in a shallow river and estimation of effective suppression flows. *Hydrobiologia* 596 (1), 173-185. doi: 10.1007/s10750-007-9094-1.
- Morales, E.A., Vis, M.L. (2007).** Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 156(1), 123-155.
- Munda, I.M. (2005).** Seasonal fouling by diatoms on artificial substrata at different depths near Piran (Gulf of Trieste, Northern Adriatic). *Acta Adriatica* 46(2): 137-157.
- Pfister, L.A., Lynch, R., Wright, T.L. (1979).** Species composition and diversity of periphyton in the Grand River Dam area, Mayes County, Oklahoma. *The Southwestern Naturalist*, 149-164. doi: doi.org/10.2307/3670635.
- Rott, E., Hofmann, P.G., Pall, K., Pfister, P., Pipp, E. (1997).** *Indikationslisten für Aufwuchsalgen, Teil 1: Saprobielle Indikation (Indication lists for periphytic algae. Part 1: Saprobic indication).* Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Federal Ministry of Agriculture and Forestry), Wien, 73 pp.
- Seckbach, J., Kociolek, P. (Eds.). (2011).** *The Diatom World.* Springer Science & Business Media, Netherlands, 1-534p. doi:10.1007/978-94-007-1327-7.
- Seyfer, J.R., Wilhm, J. (1977).** Variation with stream order in species composition, diversity, biomass and chlorophyll of periphyton in Otter Creek. *The Southwestern Naturalist*, 455-467. doi: doi.org/10.2307/3670147.
- Sivacı, R.E., Barinova, S., Solak, C.N., Çobanoğlu, K. (2013).** Ecological assessment of Great Lota Lake (Turkey) on the base of diatom communities. *African Journal of Biotechnology*, 12(5):453-464. doi: 10.5897/AJB12.671
- Smol, J.P., Stoermer, E.F. (Eds.). (2010).** *The diatoms: applications for the environmental and earth sciences.* Cambridge University Press, 686 p.
- Soininen, J. (2002).** Responses of epilithic diatom communities to environmental gradients in some Finnish Rivers. *International Review of Hydrobiology*, 87, 11–24. doi: 10.1002/1522-2632(200201)87:1<11::AID-IROH11>3.0.CO;2-E

Soininen, J., Niemelä, P. (2002). Inferring the phosphorus levels of rivers from benthic diatoms using weighted averaging. *Archiv für Hydrobiologie*, 154(1), 1-18. doi: 10.1127/archiv-hydrobiol/154/2002/1.

Solak, C.N., Ector, L., Wojtal, A.Z., Ács, É., Morales, E. (2012). A review of investigations on diatoms (Bacillariophyta) in Turkish inland waters. *Nova Hedwigia*, Beiheft, 141, 431-462.

Taşkın, E., Akbulut, A., Yıldız, A., Şahin, B., Şen, B., Uzunöz, C., Solak, C.N., Başdemir, D., Çevik, F., Sönmez, F., Açıkgöz, İ., Pabuçcu, K., Öztürk, M., Alp, M.T., Albay, M., Çakır, M., Özbay, Ö., Can, Ö., Akçaalan, R., Atıcı, T., Zengin, Z.T. (2019). *Türkiye Suyosunları Listesi*. Ali Nihay Gökyiğit Vakfı, İstanbul.

Taylor, J.C., Harding, W.R., Archibald, C.G.M. (2007). An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa. Water Research Commission Report TT. 282/07.

Tokath, C., Dayıoğlu, H. (2011). Murat Çayı (Kütahya) Epilitik Diyatomeleleri, Dumlupınar Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (25), 1-12.

Vidaković, D.P., Krizmanić, J.Ž., Šovran, S.I., Stojanović, K.Z., Đorđević, J.D. (2015). Diatom Species Composition In The Raška River (Southwestern Serbia). *Matica Srpska Journal for Natural Sciences*, (128) 29-40. doi: 10.2298/ZMSPN1528029V.

Weilhoefer, C.L., Pan, Y.D. (2006). Diatom assemblages and their associations with environmental variables in Oregon Coast Range streams, USA. *Hydrobiologia*, 561: 207–219. doi: 10.1007/s10750-005-1615-1.