



Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda Su Kalitesinin Göstergesi Olan Epipelik Diyatomekler

Beyhan Taş*, Özlem Yılmaz, Işıl Kurt

Ordu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Cumhuriyet Yerleşkesi, 52200 Ordu, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 10 Nisan 2015
Kabul 23 Mayıs 2015
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:

Biyolojik göstergeler
Diyatome
Epipelik algler
Fitobentoz
Organik kirlilik

* Sorumlu Yazar:

E-mail: beyhant@odu.edu.tr

ÖZET

Fitobentoz biyolojik göstergeler türler içerir ve su ekolojisi çalışmalarında yaygın olarak kullanılır. Akarsularda fitobentozun en önemli gruplarından birini diyatomekler oluşturur. Bu organizmalar suda orta ve uzun vadedeki kirlenmeyi tespit edebilmek amacıyla özellikle su kalitesini belirleme çalışmalarında iyi bir göstergedir. Bu çalışmada, Ordu kentinin en önemli içme suyu kaynağı olan Aşağı Melet Irmağı'nın epipelik diyatome florası araştırılmıştır. 2012 yılı Mart-Kasım aylarında periyodik olarak her ay yapılan incelemede toplam 56 takson belirlenmiştir. Cymbellales (14 takson) ve Naviculales (16 takson) takımları diyatome çeşitliliğinin %54'ünü oluşturmuştur. Bunları sırasıyla; Fragilariales (%16, 9 takson), Bacillariales (%14, 8 takson), Surirellales (%9, 5 takson), Achnanthales (%3, 2 takson), Eunotiales (%2, 1 takson) ve Melosirales (%2, 1 takson) takip etmiştir. Epipelik komünitede *Diatoma vulgaris*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *N. tripunctata* ve *Nitzschia sigmoidea* türleri yaygın ve yoğun olarak kaydedilmiştir. Bu türler, genelde organik kirliliğe toleranslı, β - α -mezosaprobik koşullarda bulunan türlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, Melet Irmağı'nın aşağı havzası orta kirliden kirliye doğru yani II-III. sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 3(7): 610-616, 2015

Epipellic Diatoms as Indicators of Water Quality in the Lower Part of River Melet (Ordu, Türkiye)

ARTICLE INFO

Article history:
Received 10 April 2015
Accepted 23 May 2015
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:

Bioindicator
Diatom
Epipellic algae
Phytobentos
Organic pollution

ABSTRACT

Phytobenthos includes bioindicator species and is widely used in water ecology studies. Diatoms constitute one of the most important groups of phytobenthos in streams. In particular, these organisms are good indicators in investigations related with determining of water quality in medium and long time. In this study, the epipellic diatom flora of the lower part of River Melet were investigated, the most important source of drinking water in Ordu city. The examination was performed periodically in March-November 2012 and total of 56 taxa were identified. Cymbellales (14 taxa) and Naviculales (16 taxa) ordo constituted 54% of diatom diversity. These were followed by Fragilariales (16%, 9 taxa) Bacillariales (14%, 8 taxa) Surirellales (9%, 5 taxa) Achnanthales (3%, 2 taxa) Eunotiales (2%, 1 taxa) and Melosirales (2%, 1 taxa), respectively. *Diatome vulgaris*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *N. tripunctata* and *Nitzschia sigmoidea* species were recorded as widespread and intense in the epipellic communities. These species are usually tolerant to organic pollution and are found in β - α - mesosaprobic conditions. According to the obtained results, the lower part of the Melet River has character from pollution towards moderate pollution. In other words, it has II-III. class water quality.

* Corresponding Author:

E-mail: beyhant@odu.edu.tr

Giriş

Akarsular, yeryüzünün küçük bir parçasını oluşturmakla beraber enerji, madde ve biyolojik çeşitlilik açısından zengin olan lotik sistemlerdir. Belli bir havza içinde yer alan akarsular hem biyotik hem de abiyotik birçok elemanla kuşatılmış karmaşık bir ekosistemdir. Bu karmaşık ekosistem, kaynak bölgesinden mansaba kadar uzanan bölgede bir çok ekolojik faktörün etkisi altındadır. Akarsular açık sistemler oldukları için çevreden gelen etkileri hemen yansıtırlar. Özellikle akarsuların bentik bölgelerinde yaşayan algler, çevresel değişikliğe tepki verdikleri için (özellikle diyatomeler) biyoidikatör olarak kullanılırlar. Bu şekilde canlılığın yaşadığı ortamın trofik yapısının ve kirlilik durumunun anlaşılmasında bizlere kolaylık sağlarlar. Ayrıca, bentik algler birçok bentik fauna için enerji kaynağıdır, sedimentte fotosentez yoluyla inorganik maddenin organik maddeye dönüşümünü sağlar, su içinde (su ve sediment arasında) besinlerin geri dönüşümünde rol oynar, yine su ve sediment için oksijen kaynağı olarak kabul edilir (Sigeo, 2005; Pouličkova ve ark., 2008). Bentik algler, bentik substratlara bağlanma kabiliyetleri nedeniyle çevre ve kirlilik değişikliklerine dirençli olarak kabul edilir (Stevenson, 1996). Akarsularda bentik alglerin en yaygın grubunu diyatomeler oluşturur. Diyatomeler suyun kalitesinin belirlenmesinde ve su kalitesindeki değişimleri izlemede uzun vadede kullanılan önemli organizmalardır (Round, 1993). AB Su Çerçeve Direktifi (SÇD, 2000)'nde bentik diyatomeler su kaynaklarının ekolojik açıdan kalitesinin belirlenmesi için temel organizmalardan biridir. Türkiye'de Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (RG: 28483, 30.11.2012)'nde, nehir su kütlelerinin ekolojik durumunun izlenmesinde fitobentoz (bolluk, tür çeşitliliği, hassas tür varlığı) biyolojik parametreler içinde yer almaktadır. Yine, Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (RG: 28910, 11.02.2014)'te, biyolojik izleme kapsamında fitobentoz biyolojik kalite unsurları içinde izlenmektedir. Biyolojik kalite elementleri içinde yer alan bentik algler hidromorfolojik baskılar (+), nutrientler (+++), organik kirlilik (++) ve asidifikasyonun (++) izlenmesinde kullanılmaktadır.

Günümüzde doğal habitatları korumak için "ekosistemlerin sürekli izlenmesi" en önemli koruma planlarından biri haline gelmiştir. Tüm sucul sistemlerde her zaman bulunabilen diyatomeler, su kalitesinin biyolojik olarak izlenmesinde en yaygın kullanılan organizma gruplarından biridir (Whitton ve Kelly, 1995; Atıcı ve Obalı, 1999; Gomà ve ark., 2004; Solak ve ark., 2007; Kalyoncu ve ark., 2009; Tokatlı ve Dayıoğlu, 2011; Tokatlı, 2012). Çünkü, diyatomelerin kullanımının bazı avantajları vardır: popülasyonlarının çeşitliliği, örneklenmesinin kolay olması, çok farklı habitat ve substratlarında çok sayıda farklı formlarının mevcut olması, indikatör türler içermesi. Diyatome komünitesinin yapısı suyun ekolojik yapısı ile de doğrudan ilişkili olduğu için farklı yapılarla sahip akarsuların su kalitesinin belirlenmesinde ve birbirleri ile karşılaştırılmasında da kullanılabilir.

En büyük çevre problemlerinden biri olan su kirliliği, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de gün geçtikçe artmaktadır. Akarsularımız özellikle antropojenik

aktiviteler sonucu (tarımsal faaliyetler, evsel ve endüstriyel katı atıklar ve atıksular, çarpık kentleşme, kötü havza kullanımı, kum-çakıl ocakları gibi akarsu yataklarına yapılan müdahaleler vb.) hızla kirlenmiş ve çoğu doğal özelliğini kaybetmiştir. Akarsular üzerine yapılan HES ve son yıllarda Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsularda sayıları hızla artan akarsu tipi HES'ler-regülatörler ise aşağı havzada kirlilik yükünün daha da artmasına yol açmaktadır. İçinde bulunduğumuz ılıman iklim kuşağında yağışların buharlaşmadan daha az olması da bu sistemlerde olumsuz etki yapmaktadır. Orta Karadeniz ile Doğu Karadeniz'i birbirinden ayıran ve bölgenin en büyük akarsularından biri olan Melet Irmağı Ordu kenti için önemli bir tatlı su kaynağıdır. Ancak, Melet Irmağı yukarıda belirtilen çeşitli baskılar altındadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan "Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu"na göre (Anonim, 2014), Ordu'da öncelikli çevre sorunları arasında birincisi atıklar, ikincisi ise su kirliliğidir. Atıkların öncelikli sorun olmasının nedeni; düzensiz depolama yapılması, evsel katı atıkların deniz ve akarsulara dökülmesidir. Nitekim kentin katı atıkları günümüze kadar Melet Irmağı ağzına düzensiz depolama şeklinde depolanmıştır. Rapora göre, yüzey sularının muhtemel kirlenme nedeni ise evsel atıksular ve evsel katı atıklar olup, Melet Irmağı'nın 2. kalite su sınıfında olduğu bildirilmiştir. Melet Irmağı'nda *Cladophora crispata*'da bazı ağır metal düzeylerinin incelendiği araştırmada, yukarı havzada hem doğal sistemden hem de maden işletmesinden kaynaklı bir kirlenmenin söz konusu olduğu belirtilmiştir (Candan ve Taş, 2014). Irmağın aşağı havzasında yapılan diyatomeler dışındaki epipelik alg çeşitliliğinin araştırıldığı çalışmada ise, bir organik kirlenmenin olduğu, indikatör türlere göre alanın α -mezosaprobik bölge, yani III. sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği bildirilmiştir (Taş ve Kurt, 2014). Bu çalışmada, yüzeysel sulara izlenmesi gereken kalite elemanlarından biri olan fitobentozdaki indikatör diyatomelerden yararlanarak Melet Irmağı'nın aşağı havzadaki kirlilik durumunun tespit edilmesi ve ekolojik yapısının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma alanı

161 km uzunluğa sahip olan Melet Irmağı'nın yıllık ortalama debisi 29 m³/s'dir (DSİ, 2003). Araştırma bölgesi tipik akarsu sulak alanı özelliğine sahip olup, konumu 40°58'36'' kuzey ve 37°59'55'' doğu koordinatları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Irmağın akarsu ağzında kentin katı atık vahşi depolama sahası bulunmaktadır. Günümüzde bu alanda rehabilitasyon çalışmaları yürütülmektedir.

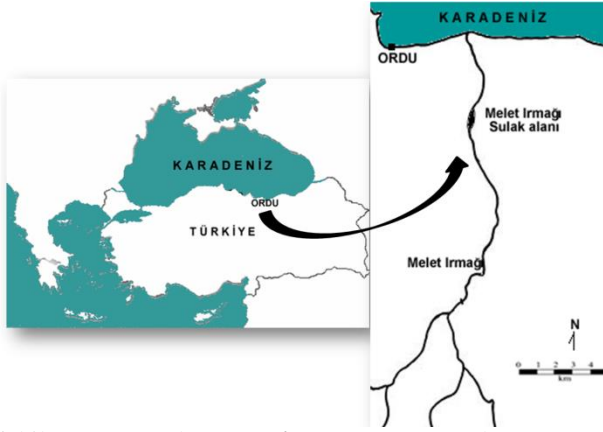
Fizikokimyasal analizler

Çalışma alanında fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerden pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk çoklu ölçüm cihazı (Hach HQ40D) ile yerinde, suyun turbiditesi ise turbidimetre (Hach 2100Q) ile ölçülmüştür.

Örneklerin toplanması ve incelenmesi

Epipelik örnekleme Mart-Kasım 2012 tarihleri

arasında, yağış ve taşkın olmadığı zamanlarda aylık olarak yapılmıştır. Epipelik alg örnekleri 8 mm çapında, 1 m uzunluğundaki cam boru kullanılarak sediment yüzeyinden toplanmıştır (Round, 1984). 250 ml kapasiteli kavanozlarda toplanan çamur-su karışımı örnek laboratuvarında dinlendirildikten sonra üzerindeki durgun su alınıp, karışım 1 cm kalınlık yapacak şekilde petri kaplarına dökülmüş ve çökmesi için dinlenmeye bırakılmıştır. İyice çökelmiş olan çamurun üstündeki su pipetle dikkatle çekilmiş ve nemli çamur üzerine 22x22 mm'lik lameller yerleştirilmiştir. Işığın mümkün olduğu kadar dikey gelmesine dikkat edilerek örnekler 24 saat beklemeye bırakılmıştır. Fototaksi ile çamur yüzeyine çıkarak lamellere yapışan algler, daha sonra bir iki damla %10'luk gliserin içine bırakılması ile yapılan geçici preparatlarda ve daha sonra asitle kaynatma metodu uygulanarak hazırlanan daimi preparatlarda incelenmiş ve ilgili kaynaklardan yararlanarak tanımlanmıştır (Krammer ve Lange-Bertalot, 1986; 1988; 1991a; b; Round ve ark., 1990; Cox, 1996; Hartley ve ark., 1996). Belirlenen alg taksonlarının güncel sistematikleri "AlgaeBase" veri tabanından kontrol edilerek düzenlenmiştir (Guiry ve Guiry, 2014).



Şekil 1 Aşağı Melet Irmağı'nın ve araştırma alanının konumu

Bulgular

Yerinde yapılan fizikokimyasal parametrelerin ölçüm sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Su sıcaklığı değerleri 13,9-31,2°C arasında değişmiştir. En düşük değer Kasım ayında en yüksek değer Temmuz ayında kaydedilmiştir. pH 6,5-8,5 arasında ölçülmüştür. Alkali su özelliği gösteren aşağı havzada pH en düşük Kasım ayında, en yüksek Ağustos ayında ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu ve oksijen doygunluğu (%) 8,33mg/l (%75) ile 10,62 mg/l (%128) arasında kaydedilmiştir. ÇO Nisan ayında en düşük, Marta ayında en yüksek değerde ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 97,1-158,3 µS/cm arasında değişmiş, en düşük değer Kasım ayında en yüksek değer Ekim ayında kaydedilmiştir. Toplam çözünmüş madde (TDS) konsantrasyonu 45,8-74,6 mg/l arasında ölçülmüştür. En düşük TDS Kasım, en yüksek Ekim ayında kaydedilmiştir. Suyun tuzluluğu (salinite) çok değişkenlik göstermemiş, ‰0,006-‰0,07 arasında ölçülmüştür. Suyun bulanıklık değeri 1,99 NTU ile 48 NTU arasında değişmiş olup, en düşük değer Temmuz ayında, en yüksek değer Ekim ayında kaydedilmiştir.

Tablo 1 Yerinde yapılan su analiz sonuçları

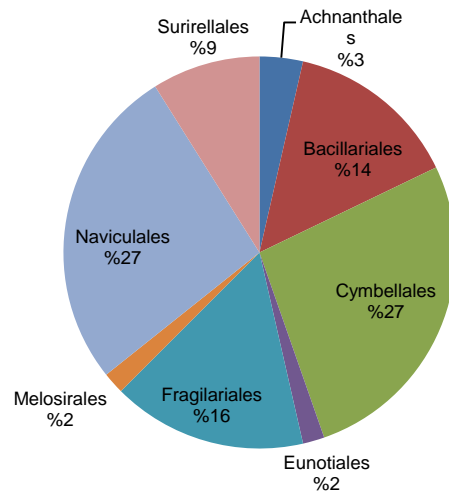
Parametreler	Min ¹	Mak ²	Ort ³
Sıcaklık (°C)	13,9	31,2	22,4
pH	6,5	8,52	7,8
Çözünmüş oksijen (mg/L)	8,33	10,62	9,59
Oksijen doygunluğu (%)	75	128,3	107,6
İletkenlik (µs/cm)	97,1	158,3	127,86
TDS (mg/L)	45,8	74,6	60,16
Tuzluluk (ppt)	0,006	0,07	0,05
Turbidite (NTU)	1,99	48	18,53

¹Min: Minimum değer; ²Mak: Maksimum değer; ³Ort: Ortalama

Epipelik diyatome florasında, 3 farklı sınıfta içinde yer alan (Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae ve Fragilariophyceae) 8 farklı takıma ait toplam 56 diyatome taksonu tespit edilmiştir (Tablo 2). Pennat diyatomelerin baskın olduğu florada Cymbellales (14 takson) ve Naviculales (16 takson) takımları diyatome çeşitliliğinin %54'ünü oluşturmuştur. Bunları sırasıyla Fragilariales (%16, 9 takson), Bacillariales (%14, 8 takson), Surirellales (%9, 5 takson), Achnanthales (%3, 2 takson), Eunotiales (%2, 1 takson) ve Melosirales (%2, 1 takson) takımı üyeleri takip etmiştir (Şekil 2). Epipelik komünitede *Diatoma vulgare*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *N. tripunctata* ve *Nitzschia sigmaidea* türleri araştırma süresince yaygın ve yoğun olarak kaydedilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Bentik alg komünitesinin oluşumunu ve yaşamını sürdürmesini etkileyen çok sayıda ekolojik faktör vardır. Sıcaklık, pH, çözünmüş gazlar, çözünmüş organik ve inorganik maddeler, substratum tipi gibi faktörler alg topluluklarını etkileyen en önemli abiyotik faktörlerdendir. Aşağı Melet Irmağı'nda araştırma süresince yerinde ölçülen çevresel parametre aralıklarına göre su kalite sınıfı değerlendirildiğinde (SKKY, 2004); pH, ÇO ve TDS değerleri I. sınıf su kalite sınıfı özelliği gösterirken, su sıcaklığı özellikle yaz aylarındaki sıcaklık artışına bağlı olarak artmış ve su kalite sınıfı I-IV arasında değişim göstermiştir. Tatlı su özellikli ve hafif alkali karaktere sahip olan araştırma alanında, sıcaklık bakımından bir termal kirlenme söz konusu değildir. Su sıcaklığı mevsime bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 2 Epipelik diyatome kompozisyonu

Tablo 2 Epipelik diyatome florasında tespit edilen taksonlar

Ordo: Achnanthales
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarneck
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg
Ordo: Bacillariales
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
<i>Nitzschia bacillum</i> Hustedt
<i>Nitzschia hadriatica</i> Lange-Bartelot
<i>Nitzschia ovalis</i> H.J. Arnott
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith
Ordo: Cymbellales
<i>Cymbella affinis</i> (Kützing)
<i>Cymbella cymbiformis</i> C. Agardh
<i>Cymbella helvetica</i> (Kützing)
<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli) Krammer
<i>Cymbopleura cuspidata</i> (Kützing) Krammer
<i>Cymbopleura inaequalis</i> (Ehrenberg) Krammer
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M.Schmidt
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>Gomphosphenia grovei</i> (M.Schmidt) Lange-Bartelot
<i>Gomphonema helveticum</i> Brun
<i>Gomphonema minutum</i> (C.Agardh)
Ordo: Eunotiales
<i>Eunotia arcus</i> (Ehrenberg)
Ordo: Fragilariales
<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams
<i>Diatoma vulgare var. breve</i> (Grunow)
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot
<i>Fragilaria capucina var. vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot
<i>Fragilaria nitzschoides</i> Grunow
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot
<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg
Ordo: Melosirales
<i>Melosira varians</i> (C. Agardh)
Ordo: Naviculales
<i>Aneumastus tuscula</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & A.J.Stickle
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann
<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh)
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski
<i>Navicula accomoda</i> Hustedt
<i>Navicula gregaria</i> (Donkin)
<i>Navicula menisculus</i> Schumann
<i>Navicula punctata</i> (Kützing) Donkin
<i>Navicula rhynchocephala</i> (Kützing)
<i>Navicula salinarum</i> (Grunow)
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky
Ordo: Surirellales
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brebisson) W.Smith
<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson) W.Smith
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bartelot
<i>Surirella minuta</i> Brebisson
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg

Birbirleriyle yakından ilişkili parametreler olan TDS ve EC, suyun mineral bileşimi, sudaki çözünmüş iyonların toplam miktarı hakkında bilgi verir. Dolayısıyla sudaki serbest iyonların konsantrasyonu arttıkça iletkenlik artar. Araştırma alanında TDS ve EC içeriği yüksek değerlerde kaydedilmemiştir, az tuzlu su özelliği taşımaktadır. Bunun nedeni sulak alandaki makrofit topluluklarının sudaki minerallerin büyük bir kısmını absorblaması olabilir. Akarsuların aşağı havzalarında bulanıklık genellikle yüksek olur. Ancak akarsu sulak alanları ve riparian zonları mevcut ise tersi durum görülebilir. Araştırma alanımızdaki makrofitler suda bulanıklığa yol açacak alüvyonları ve diğer ince partikülleri tuttuğu için bulanıklık çok yüksek değerlerde ölçülmemiştir. Sadece aşırı yağışlı geçen sonbaharda yüksek bulanıklık söz konusudur. Asidik olmayan sularda ve kalsiyum seviyesinin nispeten yüksek olduğu yerlerde yaşayan hasırotu (*Typha*) Melet Irmağını'nın akarsu ağzı kenarı sulak alanının tipik bitki örtüsüdür. Bu makrofitler yukarı havzadan noktasal ve noktasal olmayan kaynaklardan gelen besin elementlerini sudan uzaklaştırarak bir tür biyolojik arıtım yapmakta ve ırmağın alt havzasında ötrofikasyon olayını engellemektedir. Özellikle allohton orijinli askıda katı maddelerin çökmesini sağlayarak suyun bulanıklığının azalmasında da rol oynamaktadır. Bu nedenle, ırmaklara yakın ya da bitişik doğal sulak alanlar, riparian zonlar korunmalı ve geliştirilmelidir.

Su ekosistemlerinde bentik habitatın büyük bir bölümünü diyatome oluşturur (%90 -%95), bu yüzden diyatome su kalitesi izleme çalışmalarının önemli bir parçası haline gelebilir (Acs ve ark., 2004). Melet Irmağı'nın aşağı havzasındaki suyun ekolojik yapısını ve kirlilik durumunu, fitobentozdaki indikatör diyatomeleden yararlanarak tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada; epipelonda Bacillariophyceae (25 takson), Coscinodiscophyceae (22 takson) ve Fragilariophyceae (9) sınıfı üyeleri tespit edilmiştir. Türkiye'de tatlısu alg listesinin belirlendiği çalışmada (Gönülol ve ark., 1996; Aysel, 2005) toplam 617 diyatome taksonu belirlenmiş, son yıllardaki çalışmalarla bu sayı 631'e yükselmiştir (Solak ve ark. 2012). Tatlısu diyatome türleri içinde *Navicula* (15 tür), *Nitzschia* (8 tür), *Surirella* (8 tür) ve *Cymbella* (3 tür) cinslerinin en yaygın ve bol bulunan taksonlar olduğu görülmektedir. Melet Irmağı epipelik diyatome florasında bu taksonlardan; *Navicula*'dan 7 tür, *Nitzschia*'dan 8 tür, *Cymbella* ve *Cymbopleura*'dan 3'er tür, *Surirella*'dan 3 tür kaydedilmiştir (Tablo 2). Palmer (1969)'a göre *Cymbella*, *Melosira*, *Navicula* ve *Nitzschia* organik kirliliğe toleranslı cinslerdir. Türkiye ırmaklarında yapılan mikolojik çalışmalarda en baskın türlerin ise *Denticula tenuis*, *Diatoma elongatum*, *D. vulgare*, *Navicula cincta*, *N. lanceolata*, *Nitzschia gracilis*, *Planothidium lanceolatum* ve *Pinnularia viridis*'in olduğu bildirilmiştir (Solak ve ark., 2012). Melet Irmağı aşağı havzasında bu türlerden *D. vulgare* bol ve yaygın olarak kaydedilirken, *Pinnularia viridis*'in baskınlığı söz konusu olmamıştır. Bunun yanı sıra; *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *N. tripunctata* ve *Nitzschia sigmoidea* türleri epipelik florada yaygın ve yoğun olarak kaydedilmiştir. Bu türlerin ekolojisini Sládeček (1986), Watanabe ve ark. (1986), Van Dam ve ark. (1994) ve Cox (1996)'a göre

değerlendirdiğimizde; *D. vulgaris* planktonik-bentik habitatlarda, kozmopolit bir türdür. Göllerin ve yavaş akan ırmakların kıyı bölgesinde tikoplankter olarak yaygın ve bol bulunur. Bu tür, pH'nın farketmediği, salinitenin oligohalob ya da fark etmediği ortamlarda, β - α -mezosaprobik zonlarda ve mezo-ötrofik çevrelerde yaşar. *M. varians* türü durgun ve akarsularda, sıcak seven, kozmopolit bir türdür. Ösapro, alkalifil, oligohalob-halofil, α - β -mezosaprobik zonlarda yaşayan yaygın bir türdür. Ancak özellikle ötrofik çevrelerde boldur. Bazen, hafif acisularda da bulunur. Bentik ve kozmopolit bir form olan *N. gregaria* ise mezohalob, alkalifil, β -mezosaprobik zonlarda yaşayan, ösapro bir türdür. Elektrolitçe zengin, ötrofik tatlı ve acisularda yaygındır. *N. tripunctata* durgun ve akarsularda bentik bir türdür. Salinitenin fark etmediği, ösapro, β -mezosaprobik zonlarda ve ötrofik çevrelerde bulunur. Ancak β - α -mezosaprobikten daha kötü şartlara toleransı yoktur. Hem planktonik hem de bentik bir form olan *Nitzschia sigmaidea* türü ise akarsu ve göllerde yaygın ve bol olarak bulunur. Bu çalışmada da aynı şekilde kaydedilmiştir. *N. sigmaidea* tuzluluğun fark etmediği, β -mezosaprobik zonlarda ve ötrofik koşullarda bulunan, alkalifil ve kozmopolit bir türdür. Palmer (1969)'a göre; *D. vulgaris*, *M. varians*, *N. gregaria* ve *N. sigmaidea* organik kirliliğe toleranslı türlerdir. *D. vulgaris*'in I-II. su kalite sınıfının belirgin organizmalarından olduğu bildirilmiştir (Lange-Bertalot, 1978, 1980; Klee, 1990, 1991). Cox (1996)'a göre bu takson besince orta derecede zengin sularda iyi gelişim göstermektedir.

Aşağı Melet Irmağı'nda yaygın olarak tespit edilen ve kirlilik indikatörü olan türler birçok akarsuda da tespit edilmiştir. Şana Deresi epipelik florasında *D. vulgaris* ve *N. sigmaidea* türleri kaydedilirken, *M. varians* türünün dominant olduğu belirtilmiştir (Kolaylı ve ark. 1998). Cıp Çayı sedimanlarında *N. sigmaidea* yaygın olarak tespit edilmiştir (Çetin ve Yavuz, 2001). Bu tür Kürk Çayı epipelik diyatomeyi içinde genelde yaygın olarak bulunmuştur (Yıldırım ve ark., 2003). Yukarı Porsuk Çayı'nda da *M. varians* baskın taksonlar içinde yer almıştır (Akanıl Bingöl ve ark., 2007). Melendiz Çayı'nda, *Achnanthes*, *Amphora* ve *Navicula* cinslerine ait türler epipelik diyatomeyi içinde dominant, *D. vulgaris* türü ise sıklıkla kaydedilmiştir (Sıvacı ve Dere, 2006). Yıldız ve ark. (2008) *D. vulgaris* ve *N. tripunctata*'nın Dicle Nehri ve kollarındaki tüm istasyonlarda yaygın bulunduğunu bildirmişlerdir. Dicle Nehri'nde yapılan başka bir çalışmada *D. vulgaris*, *N. tripunctata*, *N. sigmaidea* türleri yaygın bulunan türler içinde yer almıştır (Varol ve Şen, 2014). Gürleyik Çayı epipelik diyatome florasında *D. vulgaris* ve *M. varians* türü kaydedilirken, *Cymbella amphicephala*, *Navicula tripunctata* ve *Nitzschia dissipata* türleri en baskın taksonlardır (Tokatlı, 2012). Pulur Çayı bentik alg komunitasinde nispi yoğunluğuna göre *D. vulgaris* tüm türlerin yarısına yakınına oluşturmuştur (%40.67), *N. sigmaidea* türünün yoğunluğu ise %6,30'dur (Fakıoğlu ve ark., 2012).

M. varians, *N. gregaria*, *N. tripunctata* ve *N. sigmaidea* türleri Nilüfer Çayı epipelik florasında kirliliğe toleranslı algler olarak kaydedilmiş, *D. vulgaris* daha sık bulunan türler içinde yer almıştır (Dere ve ark., 2002). Akçay'da kirliliğin arttığı ortamlarda *M. varians*'in

baskınlığı artmıştır (Solak ve ark., 2005). *D. vulgaris* Darıören Deresi ve Isparta Çayı epipelik alg komunitasinde de sık bulunan türler içindedir (Çiçek ve ark., 2010). Kirliliğin araştırıldığı Ankara Çayı alg florasında *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia* ve *Synedra* cinslerine ait türler kirliliğe karşı tolerans derecesi yüksek olan diyatomeyi olarak kaydedilmiştir. *D. vulgaris*, *M. varians*, *N. tripunctata* ve *N. sigmaidea* türleri epipelik diyatomeyi içinde mevcut olan türlerdir. *N. sigmaidea* kirliliğe toleranslı bilinen Sakarya Nehri ve Porsuk Çayı'nda da kaydedilmiştir (Atıcı ve Ahıska, 2005). Hareketli birafid türlerden olan *Nitzschia* özellikle epipelik habitatlarda önemli bir cinstir (Pan ve ark., 1999). Fore ve Grafe (2002) ABD'de büyük ırmaklarda yaptıkları çalışmada, *Nitzschia* cinsinin birçok türünün sedimente hoşgörülü olduğunu bildirmiştir. Bu türün daha az bozulmuş yerlerde düşük yaygınlıkta, orta ya da yüksek bozulmuş yerlerde ise yaygın olarak bulunduğunu kaydetmişlerdir.

Melet Irmağı'nın Karadeniz'e deşarj öncesi akarsu kenarı sulak alanı (riparian zon) yukarı havzadan gelen su, sediment ve besin elementlerince zengindir. Araştırmada epipelik diyatome komunitasinde bol ve yaygın olarak kaydedilen türler, literatürlerde de görüldüğü gibi mevcut habitat özelliklerine ve organik kirliliğe toleranslı olan türlerdir. Eloranta ve Soinenen (2002), yumuşak substratlarda *Navicula*, *Nitzschia* ve *Pinnularia*'nın; killi-bulanık sularda ise *Surirella ovalis*, *Melosira varians* ve *Navicula* türlerinin tipik diyatomeyi olduğunu bildirmiştir. Ancak, *Pinnularia* asidofil bir takson olduğu için, hafif alkali özellikteki araştırma alanımızda tipik bir tür olarak kaydedilmemiştir. Diyatome komunitasindeki çeşitliliğin suyun fiziksel ve kimyasal durumu ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Kirliliğin fazla olduğu ırmakların alt havzalarında tür çeşitliliği az olmakla birlikte biyoindikatör türler belli yoğunluklarda bulunabilirler. Ciddi şekilde kirlenmiş kentsel ırmaklarda alg tür çeşitliliğinin azaldığı (Whitton, 1984; Nather Khan, 1991), alg biyomasının ise arttığı bildirilmiştir (Taylor ve ark., 2004).

Yapılan çalışmalarda, kirlilik baskısı altında olan akarsularda baskın ve yaygın olarak bulunan türler Melet Irmağı'nın aşağı havzasında da kaydedilmiştir. Aynı lokalitede diyatomeyi dışındaki epipelik alg florasının incelendiği çalışmada, en sık kaydedilen türler organik kirlenmenin söz konusu olduğu ortamlarda yaygın olarak bulunan türlerdir. Bu indikatör türlere göre su kalitesi değerlendirilmiş ve aşağı havzanın α -mezosaprobik bölge, yani III. sınıf su kalitesi özelliği taşıdığı bildirilmiştir (Taş ve Kurt, 2014). Epipelik diyatomeyi incelenen mevcut çalışmada ise, organik kirliliğe toleranslı diyatomeyi kaydedilmiş, ancak çok yüksek kirliliğe toleranslı olan türler yaygın olmamıştır.

Sonuç olarak, Melet Irmağı'nın aşağı havzasındaki epipelik diyatomeyi florasıyla ilgili ilk veriler bu çalışma ile ortaya konmuş ve indikatör türler tespit edilmiştir. İndikatör türlerin genelde β - α -mezosaprobik şartlara toleranslı, organik kirlenmenin söz konusu olduğu ortamlarda yaygın ve bol olarak kaydedilen türler olduğu görülmektedir. Buna göre, Melet Irmağı aşağı havzasının su kalitesi için II-III. sınıf su, yani orta kirliden kirliye doğru, trofik yapısı için de mezo-ötrofik karakterde

olduğunu söyleyebiliriz. Bölge için önemli bir havza, Ordu kenti için de önemli bir içme suyu kaynağı olan Melet Irmağı'nın bütünlük havza yönetimi çerçevesinde koruma statüsünün ivedilikle oluşturulması, havzanın tamamının bundan sonra yapılacak çalışmalarla ekolojik özelliklerinin ortaya konulması, izlenmesi ve su kaynaklarının iyileştirilmesi için gerekli tedbirlerin alınması önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Ács É, Szabó K, Tóth B, Kiss KT. 2004. Investigation of benthic algal communities, especially diatoms of some Hungarian streams in connection with reference conditions of the Water Framework Directives. *Acta Bot Hung*, 46, 255-277.
- Akanıl Bingöl N, Özyurt MS, Dayıoğlu H. 2007. Yukarı Porsuk Çayı (Kütahya) Epilitik Diyatomeleleri. *Ekoloji*, 15: 23-29.
- Anonim, 2014. Türkiye çevre sorunları ve öncelikleri değerlendirme raporu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Yayın no: 23, Ankara.
- Atıcı T, Obalı O. 1999. A study on diatoms in upper part of Çoruh River, Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology of Gazi University*, 12, 473-496.
- Atıcı T, Ahıska S. 2005. Pollution and algae of Ankara Stream. *GU Journal of Science*, 18, 51-59.
- Aysel V. 2005. Check-List of the freshwater algae of Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 11(1), 1-124.
- Candan ED, Taş B. 2014. Melet Irmağı'nda (Ordu) *Cladophora crispata*'da bazı ağır metal düzeyleri. *J FisheriesSciences.com*, 8(2), 104-113. DOI: 10.3153/jfsc.com.201414
- Cox EJ. 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall, London.
- Çetin AK, Yavuz OG. 2001. Cıp Çayı (Elazığ, Türkiye) epipelik, epilitik ve epifitik alg florası. *Fırat Üniv Fen ve Müh Bil Dergisi*, 13, 2, 9-14.
- Çiçek NL, Kalyoncu H, Akköz C, Ertan O. 2010. Darıören Deresi ve Isparta Çayı (Isparta)'nın epilitik algleri ve mevsimsel dağılımları. *J FisheriesSciences.com*, 4, 78-90.
- Dere Ş, Karacaoğlu D, Dalkıran N. 2002. A study on the epiphytic algae of the Nilüfer Stream (Bursa). *Turk J Bot*, 26, 219-234.
- DSİ. 2003. Ordu projesi, Ordu Barajı ve HES planlama raporu. Cilt I, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü VII. Bölge Müdürlüğü, Ankara.
- Eloranta P, Soinenen J. 2002. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. *J Appl Phycol*, 14 (1), 1-7.
- Fakioğlu Ö, Atamanalp M, Şenel M, Şensurat T, Arslan H. 2012. Pulur Çayı (Erzurum) Epilitik ve Epifitik Diyatomeleleri. *SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1-8.
- Fore LS, Grafe C. 2002. Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (U.S.A.). *J Freshwater Ecol*, 47, 2015-2037.
- Gomà J, Ortiz R, Cambra J, Ector L. 2004. Water quality evaluation in Catalonian Mediterranean Rivers using epilithic diatoms as bioindicators. *Vie Milieu*, 54(2-3), 81-90.
- Gönülol A, Öztürk M, Öztürk M. 1996. A check-list of the freshwater algae of Turkey. *OMÜ Fen Edeb Fak Fen Dergisi*, 7(1), 8-46.
- Guiry MD, Guiry GM. 2014. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. Available at: <http://www.algaebase.org>.
- Hartley B, Barber HG, Carter JR, Sims PA. 1996. An atlas of British diatoms. Biopress Ltd, Bristol.
- Lange-Bertalot H. 1978. Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. *Arch Hydrobiol Suppl*, 51, Algological Studies, 21, 393-427.
- Lange-Bertalot H. 1980. Kieselalgen als indikatoren der Gewässerqualität. Insbesondere bei hoher kommunaler und industrieller Belastung in Main und Rhein. *Cour. Courier Forschungsthemen-institu Senckenberg*, 41, 97-110.
- Kalyoncu H, Çiçek NL, Akköz C, Özçelik R. 2009. Epilithic diatoms from the Darıören Stream (Isparta/Turkey): Biotic indices and multivariate analysis. *Fresen Environ Bull*, 18, 7B, 1236-1242.
- Klee O. 1990. Wasser untersuchen: Einfache analysenmethoden und beurteilungskriterien. 1. auflage, Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- Klee O. 1991. Angewandte Hydrobiologie. G. Theieme Verlag, 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart-New York.
- Kolaylı S, Başyal A, Şahin B. 1998. A Study on the Epipellic and Epilithic Algae of Şana River (Trabzon/Turkey). *Tr J of Botany*, 22, 163-170.
- Krammer K, Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae 1. Teil, Naviculaceae. In: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2(1), G. Fischer, Stuttgart & New York.
- Krammer K, Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae 2. Teil, Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2(2). G. Fischer, Stuttgart & New York.
- Krammer K, Lange-Bertalot H. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2(3), G. Fischer, Stuttgart & Jena.
- Krammer K, Lange-Bertalot H. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. *Gesamtliteraturverzeichnis*. Teil 1-4. In: Ettl H, Gerloff J, Heynig H, Mollenhauer D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2(4), G. Fischer, Stuttgart & Jena.
- Nather Khan ISA. 1991. Effect of urban and industrial wastes on species diversity of the diatom community in a tropical river, Malaysia. *Hydrobiologia*, 224, 175-184.
- Palmer CM. 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. *J Phycol*, 5, 78-82.
- Pan Y, Stevenson RJ, Hill BH, Kaufmann PR, Herlihy AT. 1999. Spatial patterns and ecological determinants of benthic algal assemblages in Mid-Atlantic streams, USA. *J Phycol*, 35, 460-468.
- Pouličková A, Hašler P, Lysáková M, Spears B. 2008. The ecology of freshwater epipellic algae: an update. *Phycologia*, 47, 437-450.
- Round FE. 1993. A review and methods for the use of epilithic diatoms for detecting and monitoring changes in river water quality. HMSO, London.
- Round FE. 1953. An investigation of two benthic algal communities in Malharm Tarn, Yorkshire. *J Ecol*, 41, 97-174.
- Round FE. 1984. The ecology of algae. Cambridge University Press, Cambridge.
- Round FE, Crawford RM, Mann DG. 1990. The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge.
- SÇD. 2000. Su Çerçeve Direktifi, 2000/60/EC. Su politikası alanında topluluk faaliyeti için bir çalışma çerçevesi oluşturan 23 Ekim 2000 tarihli Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2000/60/EC sayılı direktifi.
- Sigeo DC. 2005. Freshwater microbiology: Biodiversity and dynamic interactions of microorganisms in the aquatic environment. John Wiley & Sons Ltd, England, ISBN: 0-471-48529-2.

- Sıvacı E, Dere Ş. 2006. Melendiz Çayı'nın (Aksaray-Ihlara) epifitik diyatome florasının mevsimsel değişimi. CÜ Fen Bilimleri Dergisi, 27, 1-12.
- SKKY. 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, Sayı 25687 (Değişik: RG-13/2/2008-26786, RG-30/3/2010-27537, RG-24/4/2011-27914).
- Sládeček V. 1986. Diatoms as indicators of organic pollution. Acta Hydrochim Hydrobiol, 14(5), 555-566.
- Solak CN, Barlas M, Pabuççu K. 2005. Akçay'daki (Muğla-Denizli) bazı epifitik diyatome taksonlarının mevsimsel gelişimi. D.P.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 8, 211-218.
- Solak CN, Feher G, Barlas M, Pabuççu K. 2007. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality of Akçay Stream (Büyük Menderes River) in Muğla/Turkey. Large Rivers, 17(3-4), 327-338.
- Solak CN, Ector L, Wojtal AZ, Ács É, Morales EA. 2012. A review of investigations on diatoms (Bacillariophyta) in Turkish inland waters. Nova Hedwigia, Beiheft 141, 431-462.
- Stevenson RJ. 1996. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. Algal ecology: Freshwater benthic ecosystems (eds: RJ Stevenson, ML Bothwell, RL Lowe), Academic Press, San Diego.
- Taş B, Kurt I. 2014. Aşağı Melet Irmağı'nın (Ordu) diyatome dışındaki epipelik alglerinin çeşitliliği. KFBĐ, 4 (11), 49-63.
- Taylor SL, Roberts SC, Walsh CJ, Hatt BE. 2004. Catchment urbanization and increased benthic algal biomass in streams: linking mechanisms to management. Freshwater Biol, 49, 835- 851.
- Tokatlı C, Dayıoğlu H. 2011. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality of Murat Stream (Sakarya River Basin, Kütahya): different saprobity levels and pH status. JABS, 5(2), 55-60.
- Tokatlı C. 2012. Sucul sistemlerin izlenmesinde bazı diyatome indekslerinin kullanılması: Gürleyik Çayı örneği (Eskişehir). DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı 29: 19-26.
- van Dam H, Mertens A, Sinkeldam J.1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Neth J Aquat Ecol, 28(1), 117-133.
- Varol M, Şen B. 2014. Dicle Nehri'nin planktonik alg florası. J FisheriesSciences.com, 8(4): 252-264. DOI: 10.3153/jfscm.201431
- Watanabe T, Asai K, Houki A. 1986. Numerical estimation to organic pollution of flowing water by using the epilithic diatom assemblage–Diatom Assemblage Index (DAI_{po}). Sci Total Environ, 55, 209-218.
- Whitton BA. 1984. Ecology of European rivers. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Whitton BA, Kelly MG. 1995. The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J Appl Phycol, 7, 433-444.
- Yıldırım V, Şen B, Çetin KA. 2003. Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nın (Elazığ) epipelik diyatome florası. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 15(3), 329-336.
- Yıldız K, Şen B, Baykal T, Akbulut A, Açıkgöz İ, Udoh AU, Alp MT, Canpolat Ö, Koçer MA, Çağlar M. 2008. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki önemli sulakalanların alg florasının sistematik olarak incelenmesi (Dicle Havzası), TÜBİTAK Proje No: TBAG-2436 (101T045).