

Araştırma Makalesi

Tersakan Çayı (Samsun-Amasya, Türkiye) Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi

Faruk Maraşlıoğlu^{a}, Arif Gönüloğlu^b, Gonca Baş Pelit^b*

^a Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, 19169, Çorum, Türkiye

^b Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Öz

Tersakan Çayı'nın fitoplanktonu Haziran 2007-Mayıs 2008 tarihleri arasında aylık periyotlarda alınan su örneklerinde incelenmiştir. Fitoplanktonda Bacillariophyta (30), Chlorophyta (23), Cyanobacteria (7), Charophyta (6) ve Euglenophyta (6) divizyonlarına ait toplam 72 takson tespit edilmiştir. Fitoplanktonda organizma sayısı bakımından tüm istasyonlarda Bacillariophyta divizyonu dominant, Cyanobacteria ise subdominant olmuştur. Fitoplanktonda Bacillariophyta'dan *Ulnaria acus*, *Encyonema ventricosum*, *Melosira varians*, *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula cryptocephala* ve *Nitzschia acicularis* çoğunlukla mevcut olmuştur. Cyanobacteria üyelerinden *Dolichospermum flosaqua*, *D. spiroides*, *Gloeothece rupestris* ve *Microcystis aeruginosa* ikinci derecede önemli türler olarak gözlenmiştir. Chlorophyta, Charophyta ve Euglenophyta türleri ise önemli sayılara ulaşmamışlardır.

Fitoplanktonun mevsimsel değişiminde fiziksel faktörler, evsel atıklar ve buna bağlı olarak bulanıklık etken olmuştur. 1. ve 2. istasyonların mevsimsel değişimi benzerlik gösterirken 3. ve 4. istasyonlarda farklı bir mevsimsel değişim gözlenmiştir.

Tersakan Çayı'nın hem fizikokimyasal özellikleri hem de fitoplankton türleri akarsuyun mezotrofik yapıda olduğunu göstermektedir. Fakat özellikle 3. istasyondaki çay suyunun, boşaltılan mezbahane atıkları sebebiyle organik kirlenme tehdidi altında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tersakan Çayı, Fitoplankton, Mevsimsel Değişim, Kirlilik

Seasonal Variation of Phytoplankton and Determination of Pollution Level in the Tersakan Stream (Samsun-Amasya, Turkey)**Abstract**

Phytoplankton of the Tersakan Stream were identified at the water samples at monthly intervals between June 2007 and May 2008. A total of 72 taxa belonging

* Sorumlu yazar
e-mail: farukmaraslioglu@hitit.edu.tr

Received: 31.10.2016
Accepted: 15.12.2016

phytoplankton Chlorophyta (23), Cyanobacteria (7), Charophyta (6), and Euglenophyta (6) were identified. In phytoplankton, Bacillariophyta division was dominant and Cyanobacteria division was subdominant as number of organisms in all stations. Among Bacillariophyta members; *Ulnaria acus*, *Melosira varians*, *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia acicularis* ve *Encyonema ventricosum* was found frequently in the phytoplankton. *Dolichospermum flosaquae*, *D. spiroides*, *Gloeothoece rupestris* and *Microcystis aeruginosa* which were members of Cyanobacteria identified as the second significant species. Chlorophyta, Charophyta and Euglenophyta were not found to be dominant.

Physical factors, domestic wastes and associated turbidity were the effects of the seasonal variations of phytoplankton. While seasonal variations of 1th and 2th stations were found to be similar, different seasonal variations were observed at 3th and 4th stations.

Both the physicochemical properties and phytoplankton species of Tersakan Stream, shows that the stream is mesotrophic structure. But we detected that the stream water especially at 3th station was under the organic pollution threat due to slaughterhouse wastes discharged into the stream.

Key words: Tersakan Stream, Phytoplankton, Seasonal Variation, Pollution.

Giriş

Ülkemiz iç su kaynakları yönünden zengin olmasına karşın kullanılabilir su kaynakları oldukça azdır. Günümüzde uygun su kaynakları bulunmakta zorluk çekilirken bir yandan da mevcut kaynaklar sürekli kirlenmektedir [1]. Dünyada su kirliliğinin artması ve bu kirliliğin özellikle alglerle birlikte ele alınması planktona olan ilgiyi daha da arttırmıştır. Birçok alg türü su kirliliğinin kontrolü ve kirlilik düzeyinin araştırılması bakımından önem taşımaktadır. Fitoplanktonik organizmaların çeşitliliği ve yoğunluğu, kirlilik düzeyleri hakkında fikir vermektedir [2]. Özellikle ekosistem değişimleriyle ilgili değişiklikleri tespit etmekte ve uygun olmayan çevre şartlarından uygun olanları ayırt etmekte kullanılırlar. Günümüzde bu çalışmalar su kalitesinin izlenmesi, içilebilir su kaynaklarının değerlendirilmesi, düzenlenmesi ve kontrolü, atıkların boşaltılması ve balıkçılığın korunması amacıyla genişletilmiştir.

Baraj gölleri ve doğal göller, değişen fiziko-kimyasal şartlar ve buna gösterilen biyolojik tepkiyle dinamik bir sistemdir. Göl ekosisteminin yapısında meydana gelen

fiziksel ve kimyasal değişimlere en hızlı şekilde fitoplankton topluluğu tepki gösterir ve algler, fiziksel ve kimyasal değişkenlerden daha kararlı bir durum sergiler [3]. Doğal olarak göl ekosisteminde bu değişiklikler alg komünitesinin tür kompozisyonu ve yoğunluğunun değişmesine sebep olur ve bu değişikliğe bağlı olarak da besin piramidinin üst basamağındaki canlı grupları etkilenir [4, 5].

Fitoplankton çevresel değişimlere çok hızlı tepki vermeleri sebebiyle, göl ve nehirlerin çevre kirliliği ve trofik seviyelerinin belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kabul edilir. Birçok araştırmacı tarafından, göllerin trofik seviyelerinin belirlenmesinde, dominant fitoplankton toplulukları indikatör olarak kabul edilir [6 - 9].

Kısmi şekilde organik maddelerle kirlenen nehir, göl ve barajlarda ötrofikasyon görülebilmektedir. Ötrofikasyon su ekosisteminin verimsizleşmesini hızlandırır ve fitoplankton ve makrofit biyomasını arttıran son yılların en önemli su kalitesi problemleri arasında yer almaktadır [10].

Araştırma alanını oluşturan Tersakan

Çayı Samsun ili sınırları içindeki Ladik Gölü'nden doğarak Amasya il merkezinde Yeşilirmak'a dökülmektedir. Bu bağlamda Ladik Gölü alg florası [11], yine bu gölünden doğan Tersakan Çayı'nın alg florası ile ilgili herhangi bir araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışmada Tersakan Çayı fitoplanktonunun mevsimsel değişimini ve suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek çayın alg yapısı ve kirlilik düzeyi hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır.

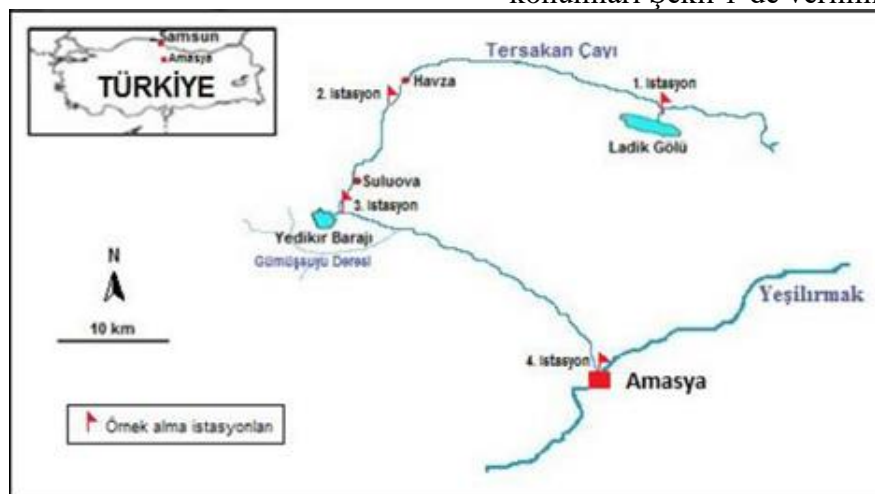
Materyal -Yöntem

Tersakan Çayı Ladik ilçesinin doğusundaki Ladik Gölü'nden doğar. Önce batıya sonra güneye doğru ilerleyerek Suluova'da Gümüşsuyu ile birleşir ve son olarak da doğuya kıvrılarak, Amasya il merkezi çıkışında Kuş Köprü civarında Yeşilirmak Nehri'ne dökülür. Tersakan Çayı 100 km uzunluğunda olup suları sulama suyu olarak sınıflandırıldığında tuzluluk açısından 2. sınıf, alkalilik açısından ise 1. sınıftır. Tersakan Çayı'nın geçtiği topraklar ve vadiler Yeşilirmak Nehri'nin geçtiği topraklarla benzerlik gösterirler. Araştırma alanı Karadeniz ve İç Anadolu iklimi arasında bir geçit iklime sahiptir. Genellikle yazlar sıcak ve kurak kışlar ılık ve yağışlıdır [15].

Tersakan Çayı fitoplanktonunun akarsudan beslenen Yedikır Baraj Gölü alg florası [12] ve bu çayın döküldüğü Yeşilirmak'ın Amasya ili alg florası [13, 14] incelenmiş olmasına karşın Ladik mevsimsel değişimini incelemek amacıyla kaynak bölgesinden itibaren Yeşilirmak'la birleştiği yere kadar olan bölgeden akarsudaki fitoplankton türlerini tespit etmek amacıyla 4 örnek alma istasyonu seçilmiştir. Örnek alma istasyonunun konumları şu şekildedir:

1. istasyon: Akarsuyun Ladik gölünden çıkış yeri olan DSİ kapaklarının yaklaşık 300 m ilerisidir. Kıyısı bölgesi taşlarla kaplıdır.
2. istasyon: Havza-Merzifon karayolunun 6. km'sinde, un fabrikasının yanındadır. Zemini taşlarla kaplıdır. Bu istasyondan su örneği alınmıştır.
3. istasyon: Suluova Yedikır Barajı yol ayrımının 5 km batısında, mezbahane karşısındaki köprü'nün altıdır.
4. istasyon: Tersakan Çayının Yeşilirmak ile birleştiği bölgedir.

Seçilen bu istasyonlardan, Haziran 2007-Mayıs 2008 tarihleri arasında aylık periyotlarda su örnekleri alınmıştır. Örnek alma istasyonlarının harita üzerindeki konumları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tersakan Çayı'nın konumu ve örnek alma istasyonları

Tersakan ayı suyunun sıcaklığı, çözünmüş oksijen miktarı ve pH değeri Consort C534 model fiziksel parametre ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Akarsuyla ilgili diğer kimyasal analizler (silika (SiO₂), nitrit azotu (NO₂-N), nitrat azotu (NO₃-N) ve orto fosfat araştırma laboratuvarında standart metotlara göre ölçülmüştür [16]. Klorofil-*a* miktarı, 1. ve 2. istasyonlardan alınan su örneklerinde Strickland ve Parsons (1972)'a göre belirlenmiştir.

Fitoplanktonun tesbiti ve mevsimsel değişiminin belirlenmesi amacıyla seçilen istasyonlardan yüzeyden 1 lt su örnekleri alınmış, koyu şişelerde muhafaza edilmiş ve hemen lugol zeltisiyle (IKI) tespit edilmiştir. Her rnek alma istasyonu için 50 ml su sedimentasyon tüpünde yoğunlaştırılmıştır. Fitoplankton, Nikon marka invert mikroskopla x400 büyütmede sayılmış [17] ve teşhisleri ilgili anahtar eserlerden yararlanılarak yapılmıştır [18 - 27]. Ayrıca fitoplankton türlerinin güncel durumları ve kontrolleri AlgaeBase [28] ve turkiyealgleri [29] veri tabanlarında yapılmış ve otör adları Brummit ve Powel [30]'e göre kısaltılarak verilmiştir.

Bulgular

Fiziksel ve kimyasal bulgular

Tersakan ayı'nda sıcaklık değerleri 2-24 °C arasında değişim göstermiştir. Sıcaklığa ait en yüksek değer Ağustos 2007'de, en düşük ise şubat 2008 tarihinde llmştir. Çalışma süresince pH 7,8-9,8 arasında değişmiştir. pH'nın yıllık ortalama değeri 8,6 olup en yüksek pH değeri Haziran ve Ağustos 2007 tarihinde, en düşük ise Ocak 2008'de kaydedilmiştir. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu akarsuda 4,8-18,0 mg/l arasında değişmiş olup yıllık ortalama değeri 9,9 mg/l'dir. En yüksek çözünmüş

oksijen konsantrasyonu şubat 2008'de 1. istasyonda, en düşük ise Ağustos 2007'de 3. istasyonda llmştir. Çalışmada silika değerleri 1. ve 2. istasyonlarda 0.7-16.0 mg/l arasında değişim gösterirken 3. ve 4. istasyonlarda ise 0.0-6.1 mg/l arasında değişmiştir. Orto fosfat değerleri istasyonlara bağlı büyük dalgalanmalar göstermiştir. 2., 3. ve 4. istasyonlarda orto fosfat kaydedilmezken, en yüksek orto fosfat değeri 3. istasyonda 33.0 mg/l llmştir. Nitrit-azotu ve Nitrat-azotu yıllık ortalama değerleri sırası ile 1.2 mg/l ve 3.0 mg/l'dir. Nitrit-azotu'nda en dikkat çekici değer 15.5 mg/l ile 3. istasyonda Ocak 2008'de llmştir. Nitrit-azotu'nda ise en dikkat çekici değer 13.73 mg/l ile yine 3. istasyonda Ekim 2007'de llmştir. Klorofil-*a* miktarının mevsimsel değişimi genellikle fitoplanktonun mevsimsel değişimine uyum göstermektedir. Toplam organizma miktarının arttığı yaz aylarında en yüksek değerine ulaşmış (5.1 µg/l), buna karşın toplam organizmanın azaldığı kış mevsimi sonu ilkbahar başlangıcında (Ocak, şubat ve Mart ayları) ise düşüş kaydedilmiştir. Tersakan ayı'nın fiziksel ölçüm ve kimyasal analizlere ait sayısal veriler Tablo 1'de verilmiştir.

Algolojik zellikler

Tersakan ayı'nda Haziran 2007 ile Mayıs 2008 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu araştırmada fitoplanktonda Bacillariophyta (30), Chlorophyta (23), Cyanobacteria (7), Charophyta (6) ve Euglenozoa (6) divizyolarına ait toplam 72 takson tespit edilmiştir. Tersakan ayı fitoplanktonunda tespit edilen taksonlar Tablo 2'de, Tersakan ayı fitoplanktonunu oluşturan divizyoların % kompozisyonu şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Tersakan Çayı'nın fiziksel ölçüm ve kimyasal analizlere ait sayısal verileri

Fiziksel ve Kimyasal Değişkenler	Ortalama	Minimum	Maximum
Orto Fosfat (µg/l)	4,5	0,0	33,0
Nitrit-N (mg/l)	1,2	0,0	15,5
Nitrat-N (mg/l)	3,0	0,0	13,7
Silika (mg/l)	2,7	0,0	12,2
Klorofil a (µg/l)	1,9	0,02	5,1
Sıcaklık (°C)	10,3	2	24
pH	8,5	7,8	9,8
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	9,9	4,8	18,0

Tablo 2. Tersakan Çayı fitoplanktonunda tespit edilen alg taksonları**CYANOBACTERIA**

Chroococcus minutus (Kütz.) Nägeli
Dolichospermum flosaquae (Breb.ex Bornet & Flahault) Wacklin, H. Hofm. & Komárek
Dolichospermum spiroides (Kleb.) Wacklin, H. Hofm. & Komárek
Gloeothece rupestris (Lyngb.) Bornet
Microcystis aeruginosa (Kütz.) Kütz
Merismopedia punctata Meyen
Spirulina nordstedii Gomont

BACILLARIOPHYTA

Amphora pediculus (Kütz.) Grunov ex A. Schmidt
Brebissonia lanceolata (C.Agardh) R.K. Mahoney & Reimer
Cocconeis placentula Ehrenb.
Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunov
Craticula cuspidata (Kütz.) D.G. Mann
Cyclotella meneghiniana Kütz.
Cymatopleura solea (Breb.) W.Sm.
Cymbella affinis Kütz.
Diatoma vulgare Bory
Encyonema ventricosum (C.Agardh) Grunov
Encyonema minutum (Hilse) D.G. Mann
Gomphonema vibrio Menegh. var. *pulvinatum* (A. Braun ex Rabenh.) Ross
Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenh.
Hippodonta hungarica (Grunov) Lange-Bert., Metzelt. & Witkows.
Licmophora gracilis (Ehrenb.) Grunov var. *anglica* (Kütz.) H. Perag. & M. Perag.
Melosira varians C. Agardh
Navicula cari Ehrenb.
Navicula cincta (Ehrenb.) Ralfs
Navicula cryptocephala Kütz.
Navicula radiosa Kütz.
Navicula rhyncocephala Kützing
Navicula tripunctata (O.F.Müll.) Bory
Navicula veneta Kütz.

Nitzschia acicularis (Kütz.) W.Sm.
Nitzschia palea (Kütz.) W. Sm.
Nitzschia paleacea (Grunov) Grunov
Surirella angusta Kütz
Surirella grunovii Kulikows., Lange-Bert. & Wittkovs.
Ulnaria acus (Kütz.) Aboal
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère

CHAROPHYTA

Closterium acutum Bréb. var *variable* (Lemmerm.) Willi Krieg.
Closterium diana Ehrenb. ex Ralfs
Closterium gracile Breb. ex Ralfs
Closterium moniliferum Ehrenb. ex Ralfs
Closterium praelongum Bréb. var *brevius* (Norst.) Willi Krieg.
Staurastrum tetracerum Ralf ex Ralfs

CHLOROPHYTA

Acutodesmus acuminatus (Lagerh.) Tsarenko
Ankistrodesmus arcuatus Korshikov
Closteriopsis acicularis (Chodat) J.H. Belcher & Swale
Closteriopsis longissima (Lemmerm.) Lemmerm.
Coelastrum microporum Nägeli
Crucigenia tetrapedia Kuntze
Desmodesmus armatus (Chodat) E. Hegew.
Desmodesmus communis (E. Hegew.) E. Hegew.
Desmodesmus granulatus (West & G.S.West) Tsarenko
Desmodesmus magnus (Meyen) Tsarenko
Eudorina elegans Ehrenb.
Kirchneriella lunaris (Kirchn.) K.Möbius
Kirchneriella lunaris (Kirchn.) K.Möbius
Monactinus simplex (Meyen) Corda
Monoraphidium contortum (Thur.) Komárk.-Legn.
Monoraphidium irregulare (G.M. Smith) Komárk.-Legn.
Pandorina morum (O.F.Müll.) Bory
Pediastrum boryanum (Turpin) Menegh. var *cornutum* (Racib.) Sulek
Pediastrum duplex Meyen
Scenedesmus smithii Chodat
Selenastrum bibraianum Reinsch
Stauridium tetras (Ehrenb.) E. Hegew.
Tetradesmus obliquus (Turpin) Wynne

EUGLENOPHYTA = EUGLENOZOA

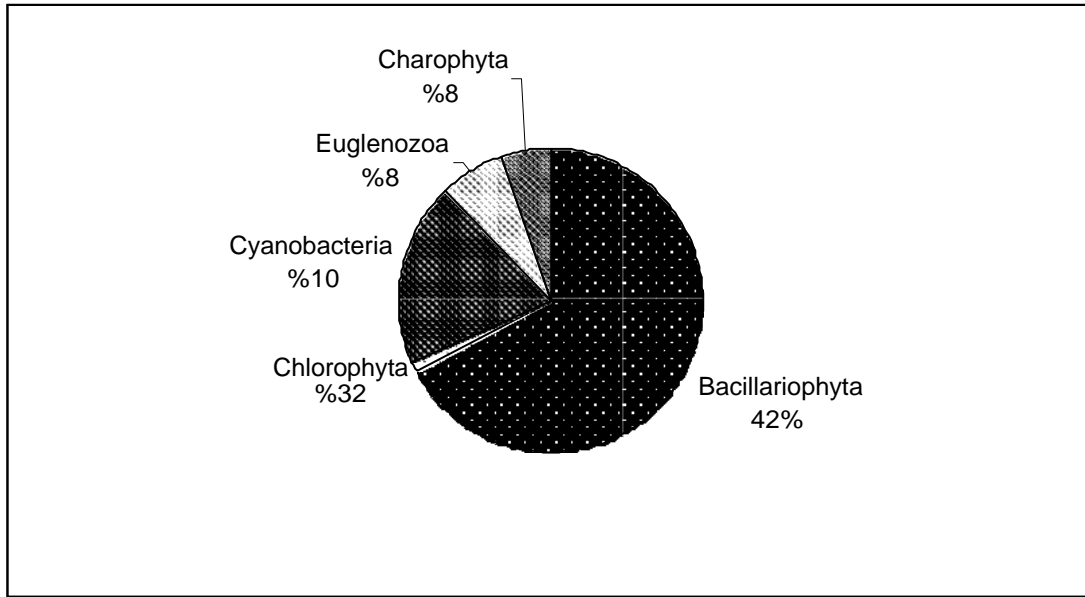
Euglena gracilis Klebs
Lepocinclis acus (O.F.Müll.) Ehrenb.
Phacus limnophilus (Lemmerm.) E.W.Linton & Karnkowska-Ishik.
Phacus longicauda (Ehrenb.) Dujard.
Trachelomonas hispida (Perty) Stein
Trachelomonas volvocina (Ehrenb.) Ehrenb.

Yaz aylarında toplam organizma miktarı 4. istasyon haricinde diğer üç istasyonda maksimum seviyeye ulaşmıştır. En yüksek

organizma miktarı Temmuz ayında 1. istasyonda 198193 org/cm^3 olmuştur. Yaz aylarının dominant

organizmaları Cyanobacteria'dan *Dolichospermum flosaquae*, *Dolichospermum spiroides* ve Bacillariophyta'dan *Ulnaria acus* olmuştur. Yaz aylarının subdominant organizmaları ise Cyanobacteria'dan *Gloeothece rupestris*,

Merismopedia punctata ve Bacillariophyta'dan daha çok bentik kökenli *Nitzschia paleacea*, ve pelajik kökenli türlerden *Melosira varians* ve *Cyclotella meneghiana* olmuştur.



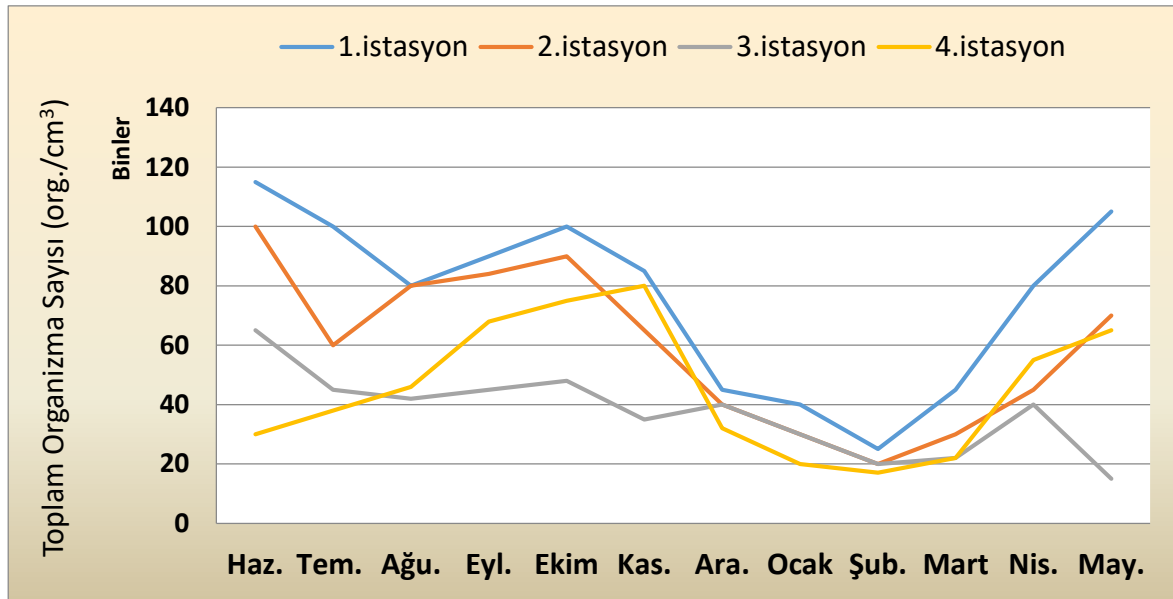
Şekil 2. Tersakan Çayı fitoplanktonunu oluşturan divizyonların % kompozisyonu

Yaz ayları ile kıyaslandığında sonbahar mevsiminde genel olarak toplam organizma miktarında düşüş gözlenmiştir. Bu aylarda istasyonlar arasında tespit edilen en dikkat çekici fark 4. istasyonda gözlenmiştir. Bu aylarda 4. istasyonda organizma sayıları maksimum düzeye ulaşmıştır. Bu mevsimin dominat organizması yine yaz aylarında olduğu gibi planktonik bir diyatome olan *Ulnaria acus* olmuştur. Toplam organizma miktarına subdominant düzeyde katkı sağlayan organizmalar yaz aylarında olduğu gibi *Nitzschia paleacea*, *Melosira varians* ve yaz aylarından farklı olarak *Navicula veneta* türü olmuştur.

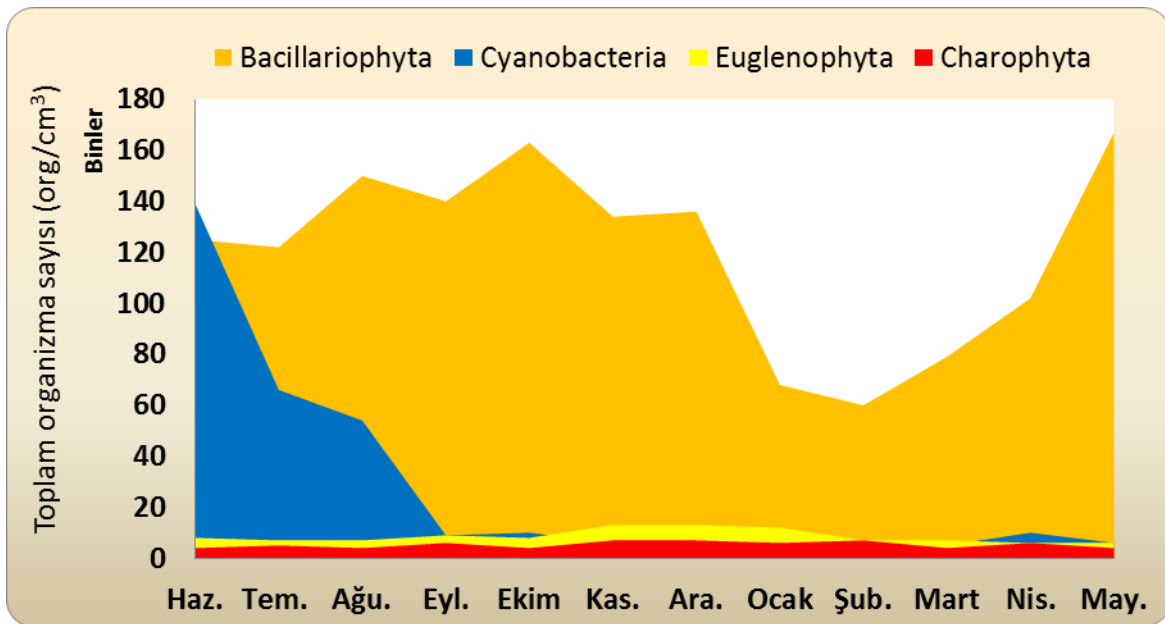
İstasyonlarda en düşük organizma sayıları kış aylarında gözlenmiştir. Buna rağmen *Ulnaria acus* türü bu aylarda çoğunlukla mevcut olup tüm istasyonların en çok rastlanan organizması olmuştur.

Ocak ayında sadece bir istasyonda *Nitzschia palea* türü toplam organizmanın %18'ini oluşturarak dominant organizma olmuştur.

Sıcaklığın artmaya başladığı ilkbahar mevsiminde tüm istasyonlarda toplam organizma miktarında artışlar gözlenirken *Ulnaria acus* türünün dominantlığının yanında diğer aylardan farklı olarak toplam organizma miktarına Bacillariophyta diviziyosundan *Encyonema ventricosum*, *Gomphonema parvulum*, *Cymatopleura solea*, *Amphora pediculus*, *Diatoma vulgaris* gibi farklı türlerinde subdominant düzeyde katkı sağladığı gözlenmiştir. Tersakan Çayı örnek alma istasyonlarında toplam organizma miktarı ve önemli divizyonların mevsimsel değişimleri Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Tersakan Çayı örnek alma istasyonlarında toplam organizma miktarının mevsimsel değişimi



Şekil 4. Tersakan Çayı fitoplanktonunda önemli divizyonların mevsimsel değişimi

Tartışma

Tersakan Çayı fitoplanktonunda ışığın fitoplankton gelişimi ve tür çeşitliliği üzerine etkisi özellikle ilkbahar aylarından itibaren ışığın artmasıyla 1. ve 2. istasyonlarda gözlenmiştir. Mezbahane atıklarının bırakılması sebebiyle organik kirlenmenin daha yoğun olduğu 3. istasyon

ve Tersakan Çayı'nın Yeşilirmak'la birleştiği nokta olan 4. istasyonda, ışıklandırmanın da etkisiyle daha yoğun miktarda organizma gelişiminin olması beklenirken tam tersi olmuştur. Bunun nedeninin 3. istasyonda mezbahane atıklarının fitoplanktonun yeterince ışık almasını engellemesi ve 4. istasyonda ise

Yeşilirmak ile birleşen çay suyunun seyrelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer bir duruma Seyhan Nehri'nde yapılan bir çalışmada rastlanmış olup planktonik alg sayısındaki çeşitlilik ve miktar yönünden azalmaya, kirlilik miktarının fazla ve su renginin koyu olması nedeniyle ışığın suya girişinin engellendiği belirtilmiştir [31]. Tersakan Çayı 3. istasyonunda suyun rengi araştırma süresince devamlı koyu kahverengi olmuştur.

Yapılan pH ölçümlerine göre Tersakan Çayı'nda pH 7.8-9.8 arasında değişmiş olup ortalama değer 8.5 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Tersakan Çayı kaynaklandığı Ladik Gölü [11] gibi hafif alkali özelliktedir. Bazı diyatome türleri için suyun hafif alkali olmasının yayılım oranlarını artırdığı belirtilmiştir [32].

Diyatomelerin çoğunun ilkbaharda, yeşil ve mavi-yeşil alglerinde yazın daha çok bulunmaları sıcaklığın organizmaların sayılarının üzerinde etkili bir faktör olduğunu göstermektedir. Buna göre yaz aylarında Cyanobacteria gurubundan *Dolichospermum flosaquae*, *D. spiroides*, *Gloeothece rupestris*, *Merismopedia punctata* türlerinin dominant ve subdominant organizmalar oluşları yaz aylarındaki sıcaklığın bu grup üyeleri için ideal sıcaklık değerleri olan 20-24 °C arasında olmasından kaynaklanmıştır. Buna karşın sıcaklığın yaz aylarına nazaran daha düşük olduğu ilkbahar ve sonbahar aylarında diyatome sayılarının artışına neden olduğu söylenebilir. Ayrıca *Ulnaria acus* ve *Encyonema ventricosum* bahar aylarında daha fazla olmak üzere yıl boyunca en fazla rastlanan türler olmuştur.

Çözünmüş oksijen değeri ortalama 11.4 mg/l olup en yüksek çözünmüş oksijen değerleri 1., 2. ve 4. istasyonlarda ölçülmüş olup 3. istasyonda mezbahane atıklarının Tersakan Çayı'na bırakılması sonucu bu istasyonda çözünmüş oksijen değerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

İstasyonlarda saptanan çözünmüş oksijen konsantrasyonu değerleri, kıta içi yerüstü su kaynakları kalite sınıflandırılmasına göre; 1., 2. ve 4. istasyonlar 1. sınıf su kalitesi düzeyinde olmasına karşın 3. istasyon kısmi kirliliğe bağlı 2. sınıf su kalitesi düzeyindedir.

Azot ve fosfor tipik olarak alg gelişimini sınırlayan besin tuzlarıdır. Fosfor daha çok tatlı sularda sınırlayıcı iken azot denizlerde sınırlayıcıdır. Fosfor için gelişimi sınırlayıcı limit 2-8 mg/l, azot için ise 15-20 mg/l olarak verilmiştir [33]. Tersakan Çayı'nda nitrit-azotu ortalama değeri 7.75 mg/l iken nitrat-azotu ortalama değeri 6.87 mg/l olarak ölçülmüştür. Orto fosfat ortalama değeri ise 16.5 mg/l olmuştur. Araştırma sahasındaki besin tuzlarının bu değerleri Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın yayınladığı 2015 yılı kıta içi su kalite kriterleri sınıflandırma verilerine göre oldukça yüksektir. Bu sebeple Tersakan Çayı'nda besin tuzu değerleri özellikle Cyanobacteria üyelerinin artışında etkili olmuştur. Ancak mezbahane atıklarının boşaltımı nedeniyle organik kirlenmenin söz konusu olduğu 3. istasyonda en yüksek değerlerin ölçülmesine neden olmuş ve oluşan bulanıklık nedeniyle fitoplanktonun aşırı artışı engellenmiştir. Yine 4. istasyonda da mevcut besin tuzlarının yüksekliği ve diğer fiziksel şartlar organizmaların aşırı çoğalmalarına imkan verecek durumda olmasına karşın çayın suyunun Yeşilirmakla birleşmesi sonucunda seyrelmesi alg gelişiminin normal düzeyde kalmasına sebep olmuştur.

Silisyum, azot ve fosfor gibi sınırlayıcı bir besin tuzu olmamakla beraber diyatomelerin iyi gelişebilmesi için mutlaka ortamda bulunması gereken bir besleyici elementtir. Tersakan Çayı'nda diyatomelerin artış gösterdiği Nisan-Eylül aylarında silisyum miktarı 1.1-5.0 mg/l arasında iken en az diyatome sayılarının tespit edildiği Şubat - Mart aylarında silisyum miktarı en yüksek değerlerine

ulaşmıştır (2.20-12.20 mg/l). İlkbahar mevsiminde klorofil-*a* değerleri fitoplanktonun değişimine uyum göstermiştir. Bu mevsimde istasyonlarda hâkim organizma *Ulnaria acus* olup Mart ayından itibaren miktarı giderek artmıştır. Ölçüm yapılan 1. ve 2. istasyonlarda fitoplanktonda genellikle Bacillariophyta üyeleri hâkim organizmalar olmuştur.

Tersakan Çayı fitoplanktonunda diatomlardan *Ulnaria acus* hâkim tür olarak belirlenmiştir. *U. acus* (*Synedra acus*) türü bazı kaynaklarda beta-mezotrofik (hafif kirli) suların indikatörü olarak kabul edilirken [34] diğer bazı kaynaklarda ise evsel atıkların karıştığı suların karakteristik türü olduğu ve ötrof sularda yoğun olarak bulunduğu bildirilmiştir [35]. Ancak Tersakan Çayı'nda, en yüksek çözünmüş oksijen değerine sahip olan ve kıta içi su kalite sınıflandırılmasına göre 1. sınıfa karşılık gelen 1. istasyonda *Ulnaria acus*'un yoğun olarak bulunması bu türün oligo-mezotrof karakterli sularda da yaygın olabileceğini göstermektedir. Aynı divizyodan *Encyonema ventricosum* türü de organizma sayısı bakımından etkili olmuştur.

Araştırma alanında Chlorophyta divizyonu üyelerine ilkbahar başlangıcından itibaren rastlanmaya başlanmıştır. Suyun sıcaklığının daha yüksek olduğu ve uzun fotoperiyodun bulunduğu yaz aylarında bu divizyo üyelerinde çeşitlilik artmasına karşılık organizma sayısı bakımından düşük sayılarda kalmışlardır.

Tersakan Çayı fitoplanktonunda Cyanobacteria'dan *Dolichospermum flosaquae* ve *D. spiroides* türleri 1., 2. ve 3. istasyonlarda yaz aylarında sıcaklığın yükselmesiyle dominant veya subdominant olmuşlardır. Dördüncü istasyonda ise bu divizyo üyeleri yaz mevsiminde bile düşük sayılarda kalmışlardır. Halbu ki gerek sıcaklık gerekse besin tuzları açısından şartların bu organizmaların gelişimine imkân sağlayacak durumda olduğu göz

önüne alındığında 4. istasyondaki bu türlerin düşük sayılarda kalmasına Yeşilirmak ile birleşme sonucunda Tersakan Çayı suyunun seyrelmesinin yol açtığı düşünülmektedir. Bu iki türde en fazla artış Ladik Gölü'nün hemen çıkışında bulunan 1. istasyonda kaydedilmiştir. Nitekim Ladik Gölü'nde yapılan araştırmada da sıcaklıkların artış gösterdiği mevsimde tarım arazilerinden azot ve fosfat yüklü gübrelerin yıkanma ile göl alanına ulaşmasıyla bu iki türün aşırı çoğaldığı belirtilmiştir [11]. Üçüncü istasyonda organik kirlilik yükünün olduğu düşünüldüğünde sıcaklığın da etkisiyle bu türlerin artışı, yoğun kirliliğe bağlı bulanıklığa rağmen olası bir sonuçtur. İkinci istasyonda Cyanobacteria üyelerinde gözlemlenen artışın, bu istasyonun Suluova ilçesinin hemen çıkışında olması ve yaz aylarında sıcaklığın tetiklemesiyle beraber organik bazlı kirleticilerin de anlık bulunuşundan kaynaklanmış olması olasıdır. Çünkü bu istasyondaki diğer fiziksel ve kimyasal değişkenler organik bazlı böyle bir kirliliği işaret etmemektedir.

Euglenophyta üyelerinin organik madde ve evsel atıklar tarafından kirlenmiş sucul ortamlarda fazlaca [36, 37], oligotrofik karakterli sularda ise az sayılarda bulunduğu rapor edilmiştir [8, 9]. Üçüncü istasyon haricinde araştırma alanımızda organik bazlı çok fazla kirliliğin olmaması Euglenophyta üyelerinin az sayıda oluşunu destekler niteliktedir.

Sularda kirlenme derecesini belirlemek amacı ile kullanılan *Euglena* ve *Oscillatoria* türleri, bulunuşluk frekanslarına göre en yüksek kirlenme derecesini gösteren polisaprobik bölgeden orta derecede kirliliği temsil eden mezotrofik bölgeye kadar kirlenmiş bölgelerin algleri olarak verilmektedir [38]. Nitekim bu türlere araştırma alanımızda az sayılarda rastlanmış olması araştırma alanımızdaki akarsuyun kirlilik düzeyinin henüz önemli boyutlarda olmayan mezotrofik yapıda olduğunu

göstermektedir. Yine *Euglena* türlerinin organik kirliliğin varlığını gösteren indikatör organizmalar olduğu ve ortamdaki organik madde miktarının %25'den fazla olduğu zaman ortaya çıktığı, bu oranın %25'in altına düştüğünde *Euglena* türlerinin ortamda hiç bulunmadığı veya düşük sayılarda olabildikleri belirtilmiştir [32]. Buna göre, akarsuyumuz 3. istasyonun özel durumu hariç (aşırı bulanıklık) organik maddeden kaynaklı bir kirlilik tehditi altında değildir.

Sonuç

Tersakan Çayı fitoplanktonunun mevsimsel değişiminde sıcaklık, ışık, akıntı hızı ve bulanıklığa bağlı olarak bir periyodisite izlenmiştir. Işık ve sıcaklığın uygun olduğu ve yağışlarla birlikte besin tuzu akışının olduğu ilkbahar ve sonbahar aylarında akarsu fitoplanktonunun dominant alg grubu olan diyatomelelerin sayıları artmış, buna karşın diğer aylarda ise toplam organizma miktarı düşük olmuştur. Ötrofik özellikteki Ladik Gölü'nde yapılmış olan bir araştırmada fitoplanktonda Bacillariophyta, Chlorophyta ve Euglenophyta diviziyoları başta olmak üzere toplam 153 takson tespit edilmiştir [11]. Tür çeşitliliği açısından Ladik Gölü'nden orjinlenen Tersakan Çayı'nda Ladik Gölü'ne oranla daha az sayıda türün bulunması, akarsu habitatının göl habitatından farklı özelliklere sahip olması ve ötrofik karakterli su yapısının organizma çeşitlenmesine pozitif yönde katkı sağlamasından kaynaklanmaktadır.

Tersakan Çayı'nda yapılan araştırma sonucunda fiziksel ve kimyasal değişkenlerin fitoplanktondaki alg gelişimi üzerine olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. 3. ve 4. istasyonlarda, 1. ve 2. istasyonlardaki benzeri fiziksel ve kimyasal şartlar olmasına karşın özellikle Cyanobacteria üyelerinde beklenen artış görülmemiştir. 3. istasyonda evsel ve mezbahane atıklarına dayalı kısmen kirliliğin olduğu gözlemlenince de 3.

istasyondaki organik bazlı bu kirlenmenin suyun ışık geçirgenliğini engellemesi sebebiyle organizma sayılarına yansımadağı tespit edilmiştir. 4. istasyonda ise fiziksel ve kimyasal değişkenler organizma sayılarının artışına imkan sağlayacak durumda olmasına karşın özellikle Cyanobacteria üyelerinin artış sağlayamamasında Yeşilirmak ile birleşmesi sonucunda akarsu suyunun seyrelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tüm bu sonuçlardan hareketle Tersakan Çayı istasyonları arasında kirlilik ve trofik yapı açısından iki farklı durum ortaya çıkmaktadır. Birinci durum akarsuyun 1., 2. ve 4. istasyonlarını kapsamakta olup kirliliğinin fazla olmadığı ve mezotrofik bir yapının hâkim olduğu kısımdır. Bu istasyonlardaki mezotrofik yapı hem suyun fizikokimyasal özelliklerine hem de fitoplankton türlerine yansımıştır. İkinci durum ise mezbahanelerin olduğu 3. istasyondaki durumdur. Bu istasyon boşaltılan organik bazlı atıklar sebebiyle ciddi bir kirlilik tehditi altında olup trofik yapı bakımından mezotrofik yapıdan ötrofik yapıya geçiş sürecinde olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

- [1] Ersanlı E, Gönüloğlu A, 2006. A study on the phytoplankton of Lake Simenit, Turkey. *Cryptogamie Algologie* 27(3): 289-305.
- [2] İşbakan Taş B, Gönüloğlu A, Taş E, 2002. A study on the seasonal variation of the phytoplankton of Lake Cernek (Samsun-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2: 123-128.
- [3] Nogueira MG, 2000. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 431: 115-128.
- [4] Ilmavirta V, 1982. Dynamics of phytoplankton in finish lakes.

Hydrobiologia 7: 11-20.

[5] Habib OA, Tippert R, Murphy KJ, 1997. Seasonal changes in phytoplankton community structure in relation to physico-chemical factors in Loch Lomond, Scotland. *Hydrobiologia* 350: 63-79.

[6] Rawson DS, 1956. Algal indicators of trophic lake types. *Limnology and Oceanography* 1: 18-25.

[7] Wetzel RG, 1983. *Limnology*. Saunders College Publishing, Philadelphia.

[8] Trifonova IS, 1998. Phytoplankton composition and biomass structure in relation to trophic gradient in some temperate and subarctic lakes of north-western Russia and the Prebaltic. *Hydrobiologia* 369: 99-108.

[9] Reynolds CS, Huszar V, Kruk C, Naselli-Flores L, Melo S, 2002. Review towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24: 417-428.

[10] Kagalou I, Paschos Y, Natsis L, 1999. Evaluation of Restoration methods of Lake Pamvotis. Fin. Report, Municip. Comp. of Lake Pamvotis, Ioannina.

[11] Maraşlıoğlu F, Soylu EN, Gönüloğlu A, 2005. Seasonal variation of the Phytoplankton of Lake Ladik Samsun, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology* 22(3): 549-554.

[12] Maraşlıoğlu F, Gönüloğlu A, 2014. Phytoplankton community, functional classification and trophic state indices of Yedikır Dam Lake (Amasya). *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 8(24): 133-141.

[13] Soylu EN, Gönüloğlu A, 2003. Phytoplankton and Seasonal variations of the river Yeşilirmak, Amasya, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 3: 17-24.

[14] Soylu EN, Gönüloğlu A, 2005. Epipelal algal Flora and Seasonal Variations of the River Yeşilirmak, Amasya, Turkey. *Cryptogamie Algologie*, 26(4): 373-385.

[15] Tekin S, 1997. Yeşilirmak Nehri Amasya Şehir Merkezi Bölümünde ve

Tersakan Çayında Kirlilik Araştırması.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 12 s.

[16] APHA, 1985. *Standart methods for the Examination of Water and Wastewater*. 16th ed., Washington.

[17] Lund JWG, Kipling C, Le Cren ED, 1958. The inverted microscope method of estimating algal number and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 11(2): 143-170.

[18] John DM, Whitton BA, Brook AJ, 2003. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles; An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*. Cambridge, Cambridge University Press.

[19] Komárek J, Anagnostidis K, 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 2-Chroococcales. *Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie* 43: 157-226.

[20] Komárek J, Anagnostidis K, 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 - Nostocales. *Algological Studies* 56: 247-345.

[21] Komarek J, Anagnostidis K, 1999. Cyanoprokaryota. 1. Chroococcales. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H. & Mollenhauer D. (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Vol. 19. Heidelberg, Berlin, Spektrum, Akademischer Verlag. 548 p.

[22] Anagnostidis K, Komarek J, 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 3-Oscillatoriales, *Archiv für Hydrobiologie, Suppl*, 80, 1-4, (Algological Studies 50-53): 327-472.

[23] Krammer K, Lange-Bertalot H, 1991a. *Bacillariophyceae, Band, 2/3 3., Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae*, Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart.

[24] Krammer K, Lange-Bertalot, H, 1991b. *Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae, Band, 2/4 4., Teil: Acnathaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis*. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart.

[25] Krammer K, Lange-Bertalot H, 1999a.

Süßwasserflora von Mitteleuropa
Bacillariophyceae, Band 2/1, 1. Teil:
Naviculaceae, Spectrum Akademischer-
Verlag, Heidelberg, Berlin.

[26] Krammer K, Lange-Bertalot H, 1999b.
Süßwasserfloravon Mitteleuropa
Bacillariophyceae, Band 2/2, 2. Teil:
Bacillariaceae, Epithemiaceae,
Surirellaceae, Spectrum Akademischer-
Verlag, Heidelberg, Berlin.

[27] Round FE, Crawford RM, Mann DG,
1990. The Diatoms, Biology & Morphology
of The Genera. Cambridge University
Press, 746 p.

[28] Guiry MD, Guiry GM, 2016.
Algaebase. World-wide electronic
publication National University of Ireland,
Galway. <http://www.algaebase.org>;
Searched on 27 October 2016.

[29] Gönüloğ A, 2016. Turkishalgae
electronic publication, Samsun, Turkey.
<http://turkiyealgeri.omu.edu.tr>. Searched
on 27 October 2016.

[30] Brummitt RK, Powell CE, 1992.
Authors of plant names. A list of authors of
scientific names of plants, with
recommended standart forms of their
names, including abbreviations. Royal
Botanic Gardens, Kew: Pp [4],732 p.
ISBN: 0-947643-44-23.

[31] Kandemir Çevik F, Göksu MZL,
Sarıhan E, 1994. Seyhan Nehrinin (Adana
Merkez İlçe Sınırları İçinde kalan
Bölgesindeki) Planktonik Algleri ve

Mevsimsel Değişimi, XII. Ulusal Biyoloji
Kongresi 6 – 8 Temmuz, Edirne, 189 -194.

[32] Round FE, 1953. An Investigation of
two Bentic algal Communities in Malharm
Tarn, Yorkshire. Journal of Ecology 41(1):
174-197.

[33] Jones-Lee A, Lee FG, 2005.
Eutrophication (Excessive) Fertilization,
Water Encyclopedia: Surface and
Agricultural Water. Wiley, Hobocan, NJ,
107-114.

[34] Tapia P, 2008. Diatoms as
bioindicators of pollution in the Mantaro
River, Central Andes, Peru. International
Journal of Environment and Health 2(1):
82-91.

[35] Troboyski L, 1966. Travaux et etudes
concernant les organisma indicateurs pour
etabilir la valeur de l'eau. Verhandlungen
des Internationalen Verein Limnologie 16:
841-844.

[36] Round FE, 1973. The Biology of the
Algae. Second Edition, Edward Arnold
(Publishers) Ltd, London, 278 p.

[37] Wetzel RG, 2001. Limnology: Lake
and River Ecosystems. Third Edition,
Academic Press, 1006 p.

[38] Şen B, Nacar V, 1992. Gübre Fabrikası
(Sivrice, Elazığ) Atıklarının Karıştığı Toprak
Bir Kanal İçerisindeki Alg Florasına Ait
Bulgular. Su Ürünleri Dergisi
1: 143-153.