

**SIRAKARAAĞAÇLAR DERESİ (SİNOP)
FİTOPLANKTONU VE MEVSİMSEL
DEĞİŞİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
CEREN ORAL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SIRAKARAAĞAÇLAR DERESİ (SİNOP) FİTOPLANKTONU VE
MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

CEREN ORAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. ELİF TEZEL ERSANLI**

SİNOP – 2012

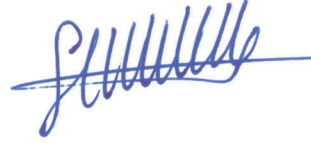
T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 29/11/2012 tarihinde yapılan sınav ile Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç.Dr. İsmet BERBER



Üye : Yrd.Doç.Dr. Elif TEZEL ERSANLI



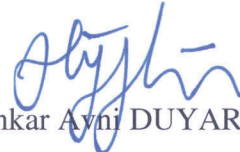
Üye : Yrd.Doç.Dr. Funda ÜSTÜN



ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

24..12/2012



Doç.Dr. Hünkar Ayni DUYAR
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

SIRAKARAAĞAÇLAR DERESİ (SİNOP) FİTOPLANKTONU VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

ÖZET

Sinop ili sınırları içerisinde yer alan Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonunun, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin mevsimsel değişimi, Mayıs 2011 ve Nisan 2012 tarihleri arasında incelenmiştir. Çalışma alanında tespit edilen 116 takson, Cyanobacteria (6), Charophyta (22), Chlorophyta (20), Euglenozoa (18), Myxozoa (4), Ocrophyta (46) divizyonlarına aittir.

Araştırma periyodu süresince, ortalama sıcaklık 15,9 °C, ortalama iletkenlik 2537 μScm^{-1} , ortalama pH 7,98 ve ortalama ORP 79,6 mV olarak ölçülmüştür. Ayrıca ortalama çözünmüş oksijen 8,65 mgL^{-1} , ortalama organik madde miktarı 7,2 mgL^{-1} , ortalama sertlik 33 FS° ve ortalama fosfor ise 1,06 mgL^{-1} olarak tespit edilmiştir.

Çalışma süresince ölçülen nitrit değerleri 0,65-4,98 mgL^{-1} arasında değişirken, nitrat değerleri 3,03 mgL^{-1} ile 21,48 mgL^{-1} arasında, amonyak değerleri ise 25 mgL^{-1} ile 370 mgL^{-1} arasında değişmiştir.

Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonu üzerine yapılan çalışmada Ocrophyta divizyonundan *Synedra ulna*, *Synedra pulchella*, *Nitzschia longissima*, *Fragilaria investiens* ve *Surirella ovalis* var. *baltica*; Euglenozoa divizyonundan *Phacus pleuronectes* ve *Phacus orbicularis* dominant olmuşlardır.

Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonunda yağışın arttığı kış aylarında fitoplankton çeşitliliğinin ve bolluğunun azaldığı, yağışın azaldığı yaz aylarında ise özellikle Euglenozoa divizyonuna ait bireylerin sayısının arttığı tespit edilmiştir. Ocrophyta divizyonu ise tüm araştırma periyodu boyunca mevcut olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sırakaraağaçlar Deresi, Fitoplankton, Mevsimsel Değişim, Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

AN INVESTIGATION ON PHYTOPLANKTON AND SEASONAL VARIATION OF SIRAKARAAĞAÇLAR RIVER (SİNOP)

ABSTRACT

Seasonal variation of phytoplankton, physical and chemical properties of Sirakaraağaçlar River (Sinop-Turkey) were investigated in May 2011-April 2012. A total of 116 taxa belonging to Cyanobacteria (6), Charophyta (22), Chlorophyta (20), Euglenozoa (18), Myxozoa (4), Ochromyxa (46), were identified in the study area.

Mean of the temperature was 15.9 °C, mean of the conductivity was 2537 μScm^{-1} , mean of the pH was 7.98 and mean of the ORP was 79.6 mV in the research period. In addition, mean of the dissolved oxygen was measured 8.65 mgL^{-1} , mean of the organic carbon was 7.2 mgL^{-1} , mean of the hardness was 33 FS° and mean of the phosphorus was 1.06 mgL^{-1} .

The nitrite values of research were variable between 0.65-4.98 mgL^{-1} , the nitrate values were between 3.03 mgL^{-1} and 21.48 mgL^{-1} , the ammonia values were between 25 mgL^{-1} and 370 mgL^{-1} throughout the year.

Synedra ulna, *Synedra pulchella*, *Nitzschia longissima*, *Fragilaria investiens* and *Surirella ovalis* var. *baltica* in the Ochromyxa divisio and *Phacus pleuronectes*, *Phacus orbicularis* in the Euglenozoa divisio were dominant species of the phytoplankton study of Sirakaraağaçlar River.

Phytoplankton diversity decreased in the rainy winter months also increased in the arid summer months. Especially, Euglenozoa species were increased in the summer months. Species of the Ochromyxa divisio was dominant during the research period.

Key Words: Sirakaraağaçlar River, Phytoplankton, Seasonal Variation, Physical and Chemical Properties

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince desteklerini benden esirgemeyen Sayın Danışmanım Yrd.Doç.Dr. Elif TEZEL ERSANLI'ya, Lisans yıllarımdan bu yana bana bilimin ışığında yürümeyi öğreten, maddi ve manevi destek olan Sayın Hocam Prof.Dr. Okan KÜLKÖYLÜOĞLU'na, Sinop Üniversitesi'nde olduğum sürece deneyimlerini paylaşarak yol gösteren, Sayın Bölüm Başkanımız Doç.Dr. İsmet BERBER'e, Biyoloji Bölümü'ndeki tüm hocalarıma, laboratuvar çalışmalarına destek olan Seda HASIRCI'ya ve maddi manevi destekleri ile yanımda olan tüm asistan arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Harita çizimindeki yardımları için Şehir Plancısı Serkan AYDIN'a, arazi keşfime ve çalışmalarına yardımcı olan Biyolog İbrahim ÇİMEN'e ve sevgili babam Kerim ALTINBAĞ'a teşekkür ederim. Sinop'ta bulunduğum sürece yanımda olan Sebahattin CANİK'e, tüm ÇİMEN ailesine ve Nevin BOZKURT'a, özel olarak teşekkür ederim.

Tüm yaşamım boyunca bana destek olan, bana doğa sevdasını aşılayan, sevgi dolu aileme, uzakta olan tüm yakınlarıma ve desteği ile her an yanımda olan hayat arkadaşım, eşim Özer ORAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ceren ORAL

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Araştırma Alanının Özellikleri	6
2.1.1. Araştırma Alanının İklim Özellikleri	7
2.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	10
2.3. Fitoplanktonun Fonksiyonel Gruplandırılması	11
2.4. İstatistiksel Analizler	14
3. LİTERATÜR ÖZETİ	16
4. MATERYAL VE YÖNTEM	22
4.1. Örnek Alma İstasyonları	22
4.2. Dere Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tespiti	26
4.2.1. Fiziksel Analizler	26
4.2.2. Kimyasal Analizler	26
4.3. Fikolojik Özellikler	27
4.3.1. Fitoplankton	27
4.3.1.1. Örnek Alma, Sayım ve Teşhis	27
4.3.2. Klorofil- <i>a</i> Tayini	28
4.4. İstatistiksel Analizler	29
5. BULGULAR	30
5.1. Sırakaraağaçlar Deresi Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	30
5.1.1. Fiziksel Özellikler	30
5.1.1.1. Su Sıcaklığı	30
5.1.1.2. Renk	30
5.1.2. Kimyasal Özellikler	31
5.1.2.1. İletkenlik	31
5.1.2.2. pH	31

5.1.2.3.	Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli (ORP)	32
5.1.2.4.	Çözülmüş Oksijen	33
5.1.2.5.	Organik Madde	33
5.1.2.6.	Toplam Sertlik	34
5.1.2.7.	Fosfor (P)	35
5.1.2.8.	Amonyak (NH ₃)	35
5.1.2.9.	Nitrit (NO ₂ ⁻)	36
5.1.2.10.	Nitrat (NO ₃ ⁻)	37
5.2.	Klorofil- <i>a</i> Miktarı	37
5.3.	Fikolojik Özellikler	38
5.3.1.	Fitoplanktonun Kompozisyonu	42
5.3.2.	Fitoplanktonun Mevsimsel Değişimi	48
5.4.	Biyolojik Diversite İndeksleri	55
6.	TARTIŞMA VE SONUÇ	61
	KAYNAKLAR	75
	ÖZGEÇMİŞ	83

ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 1.1.	Türkiye’deki 26 topoğrafik akarsu havzası ve su potansiyelleri	4
Şekil 1.2.	Dünyadaki 830 ekolojik tatlı su bölgesi	5
Şekil 2.1.	Çalışma süresince aylık ortalama sıcaklık değişimi	9
Şekil 2.2.	Çalışma süresince aylık ortalama toplam yağış değişimi	9
Şekil 2.3.	Çalışma süresince aylık ortalama toplam nisbi nem değişimi	10
Şekil 2.4.	Çalışma süresince aylık ortalama rüzgar hızı değişimi	10
Şekil 4.1.	Sırakaraağaçlar Deresi ve örnek alma istasyonları	22
Şekil 4.2.	Sırakaraağaçlar Deresi, 1. istasyon	23
Şekil 4.3.	Sırakaraağaçlar Deresi, 2. istasyon	24
Şekil 4.4.	Sırakaraağaçlar Deresi, 3. istasyon	24
Şekil 4.5.	Sırakaraağaçlar Deresi, 4. istasyon	25
Şekil 4.6.	Sırakaraağaçlar Deresi, 5. istasyon	25
Şekil 4.7.	Sırakaraağaçlar Deresi, 6. istasyon	26
Şekil 5.1.	Sırakaraağaçlar Deresi’nde ölçülen sıcaklık değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	30
Şekil 5.2.	Sırakaraağaçlar Deresi’nde ölçülen iletkenlik değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	31
Şekil 5.3.	Sırakaraağaçlar Deresi’nde ölçülen pH değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	32
Şekil 5.4.	Sırakaraağaçlar Deresi’nde ölçülen ORP değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	32
Şekil 5.5.	Sırakaraağaçlar Deresi’nde ölçülen çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	33
Şekil 5.6.	Sırakaraağaçlar Deresi’nde ölçülen organik madde değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	34
Şekil 5.7.	Sırakaraağaçlar Deresi’nde ölçülen toplam sertlik değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	34
Şekil 5.8.	Sırakaraağaçlar Deresi’nde ölçülen fosfor değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	35

Şekil 5.9.	Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen amonyak değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	36
Şekil 5.10.	Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen nitrit değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	36
Şekil 5.11.	Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen nitrat değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	37
Şekil 5.12.	Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen klorofil- <i>a</i> değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi	38
Şekil 5.13.	Sırakaraağaçlar Deresi fitoplankton kompozisyonu	39
Şekil 5.14.	Sırakaraağaçlar fitoplanktonu toplam organizma sayısının mevsimsel değişimi	49
Şekil 5.15.	Sırakaraağaçlar Deresi 1. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarının mevsimsel değişimi	52
Şekil 5.16.	Sırakaraağaçlar Deresi 2. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarının mevsimsel değişimi	53
Şekil 5.17.	Sırakaraağaçlar Deresi 3. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarının mevsimsel değişimi	53
Şekil 5.18.	Sırakaraağaçlar Deresi 4. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarının mevsimsel değişimi	54
Şekil 5.19.	Sırakaraağaçlar Deresi 5. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarının mevsimsel değişimi	54
Şekil 5.20.	Sırakaraağaçlar Deresi 6. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarının mevsimsel değişimi	55
Şekil 5.21.	Sırakaraağaçlar Deresi'nin 1. istasyonunda S (Toplam Tür), H' (log ₂) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve 1-λ' (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi	57
Şekil 5.22.	Sırakaraağaçlar Deresi'nin 2. istasyonunda S (Toplam Tür), H' (log ₂) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve 1-λ' (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi	58
Şekil 5.23.	Sırakaraağaçlar Deresi'nin 3. istasyonunda S (Toplam Tür), H' (log ₂) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve 1-λ' (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi	58

Şekil 5.24.	Sırakaraağaçlar Deresi'nin 4. istasyonunda S (Toplam Tür), H' ($\log_2$) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve $1-\lambda'$ (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi	59
Şekil 5.25.	Sırakaraağaçlar Deresi'nin 5. istasyonunda S (Toplam Tür), H' ($\log_2$) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve $1-\lambda'$ (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi	59
Şekil 5.26.	Sırakaraağaçlar Deresi'nin 6. istasyonunda S (Toplam Tür), H' ($\log_2$) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve $1-\lambda'$ (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi	60

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1.	2010-2012 yılları arasında ölçülen Sinop ili, aylık ortalama, yıllık toplam ve yıllık ortalama sıcaklık (°C) değerleri [1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık]	8
Çizelge 2.2.	2010-2012 yılları arasında ölçülen Sinop ili, aylık ortalama, yıllık toplam ve yıllık ortalama yağış (kg/m ²) değerleri [1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık]	8
Çizelge 2.3.	2010-2012 yılları arasında ölçülen Sinop ili, aylık ortalama, yıllık toplam ve yıllık ortalama nisbi nem (%) değerleri [1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık]	8
Çizelge 2.4.	2010-2012 yılları arasında ölçülen Sinop ili, aylık ortalama, yıllık toplam ve yıllık ortalama rüzgar yönü ve hızı (m/sec) değerleri [1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık]	8
Çizelge 2.5.	Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	11
Çizelge 2.6.	Fonksiyonel fitoplankton gruplandırması	12
Çizelge 5.1.	Sırakaraağaçlar Deresi su örneklerinde tespit edilen takson listesi	39
Çizelge 5.2.	Sırakaraağaçlar Deresi çalışma yapılan istasyonlarda tespit edilen alg taksonlarının frekans değerleri	45

1. GİRİŞ

Su, birçok canlının yaşam ortamını oluşturmakta, içerisindeki mineraller ile organizmaların metabolik ihtiyacını karşılamakta ve hücre işlevlerinde kullanılmaktadır (Akın ve Akın, 2007). Tatlı sular dünyadaki su rezervlerinin çok az bir kısmını oluşturmakta, geriye kalan kısım (%97) ise tuzlu sulardan oluşmaktadır. Tatlı suyun %69,56'sı kutuplarda, buzul kar ve donmuş halde bulunurken, %30,1'i yer altı sularında ve toprakta, %0,04'ü atmosferde, %0,26'sı ise göllerde bulunur. Geriye kalan %0,03'lük kısım bataklıklarda, %0,006'luk kısım akarsularda, %0,003'lük kısım ise biyolojik olarak bulunmaktadır (Giller ve Malmqvist, 1998).

Suyun doğada dönüşümü hayatın devamlılığı için gereklidir. Suyun hidrolojik döngüyü tamamlaması için yılda tahminen 110.000 km³'lük kısmının yeryüzüne yağışlar ile gelmesi gerekir (Jackson ve ark., 2001). Türkiye'de ortalama yağış miktarı 643 mm'dir. Bu yağış miktarı ortalama 501 milyar m³ suya karşılık gelmektedir. Yağışların 274 milyar m³'ü çay, nehir, göl ve denizlerden buharlaşma yolu ile atmosfere geri döner. Toprağa yağışla düşen suyun 158 milyar m³'ü akarsular ile göl ya da denizlere taşınmaktadır. Son olarak 69 milyar m³ ise yer altı suyunu oluşturmaktadır. Yer altı sularının 28 milyar m³'lük kısmı kaynak suyu olarak yüzey sularına katılmaktadır (Burak ve ark., 1997; Öziş ve ark., 1997).

Ülkelerin iklimleri ve buna bağlı olarak su potansiyelleri, bulunduğu enlemine, boylama, jeolojik durumuna, topoğrafik yapısına ve bitki örtüsüne bağlıdır. Ülkemizde bölgelerin özellikleri birbirinden farklı olduğundan dolayı, yağış potansiyelleri de farklıdır. Yapılan çalışmalara göre en çok yağış alan bölge Doğu Karadeniz Bölgesi'dir. Bu bölgenin yıllık yağış miktarı 1198 mm'dir İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu platoları ve Doğu Anadolu'nun yüksek dağlar ile çevrili havzaları ise ülkemizin en az yağış alan yerleridir. Bu bölgelerde ortalama yıllık yağış oranı 400-500 mm'nin altına düşmektedir. Batı Toroslar'dan itibaren doğuya, Suriye topraklarına doğru gidildikçe yağış miktarı önemli ölçüde azalma göstermektedir (Bilgin, 1997; Akın ve Akın, 2007).

Welch (1952)'in tanımlamasına göre, iç sular lentik ve lotik olmak üzere ikiye ayrılırlar. Lentik sistemler durgun olan gölleri, lotik sistemler ise suyun belirli bir yönde hareket ettiği akarsuları kapsamaktadır.

Akarsular, yağışların yeryüzünde oluşturduğu sular ile oluşan akıntı sistemlerine denmektedir. Yağışların buharlaşması sonucu arta kalan sular akarsu sistemlerinin yerini almaktadır. Dünyada akarsuların sahip oldukları su miktarı bulundukları bölgeye

göre değişmektedir. Akarsuların topladıkları ve boşalttıkları suyun bulunduğu bölgenin tamamına akarsu havzası denilmektedir. Bu havzalar kendi içlerinde, kaynağa olan uzaklıklarına göre, yakın olana yukarı havza, dökülen yere yakın olana aşağı havza ve bunların ikisi arasındaki bölgeye ise orta havza denilmektedir (Tanyolaç, 2009).

Akarsuların haznesinde bulunan suyun sürekli yer değiştirmesi, değişen iklim koşulları ve artan insan etkisi ile birlikte fiziksel ve kimyasal özellikler sürekli değişmektedir. Bu durum akarsuların biyolojik yapısında da süregelen değişikliklere sebep olmaktadır. İnsanoğlunun çevreye verdiği zarardan ilk olarak etkilenen ekosistemler, akarsular ve göllerdir. Akarsu ekosistemlerinin bozulmasının başlıca sebepleri, endüstriyel atıklar, plansız tarım uygulamaları, evsel atıklar ve akarsu yataklarına zarar verilmesidir (Yıldırım ve Tanrıku, 2011). Akarsu yataklarına zarar verilmesi, öncelikle kıyısız ekosistemi bozmaktadır. Bunun yanında akarsuyun dip ve kıyı yapısını bozacak yabancı maddelerin suya karışması, sucul canlıların habitatına zarar vermektedir. Bu durumdan ilk etkilenen canlılar birincil üretici olan alglerdir ve alglerde, baskın türler değişebilir; ortama uyum sağlayamayanlar yaşam döngüsünü bulunduğu bölgede devam ettiremeyebilir (Kalyoncu ve ark., 2008).

Akarsuların yüzey alanı, akış hızı, dip yapısı gibi fiziksel özellikleri biyolojik aktivasyonları etkilemektedir. Akarsuyun hızlı aktığı ve yüzey alanının geniş olduğu yerlerde, suyun hava ile olan temasının artması oksijen miktarının artışına sebep olmaktadır. Su yüzeyinin artması ile suya gelen güneş ışığı miktarı da artmaktadır. Bu sebeple su daha fazla ısınmaktadır. Oksijenin yoğunluğu ve ışığın girişi organizmaların yaşamında önemli rol oynamaktadır (Külköylüoğlu, 2006).

Akarsulardaki su hareketlerinin etkisi ortamdaki organizmaları da etkilemektedir. Akarsularda en dominant komuniteler bentik olanlardır. Akarsuların üst kollarında fitoplankton gözlemlenmektedir, fakat bunlar ya filtreleyerek beslenen organizmalar tarafından tüketilmektedir ya da akışın hızı ile kaybolmaktadır. Suyun sabit durma süresinin fitoplanktonun jenerasyon süresinden uzun olduğu yerlerde, fitoplankton suyun aktığı yöne doğru taşınabilmektedir (Lampert ve Sommer, 2007).

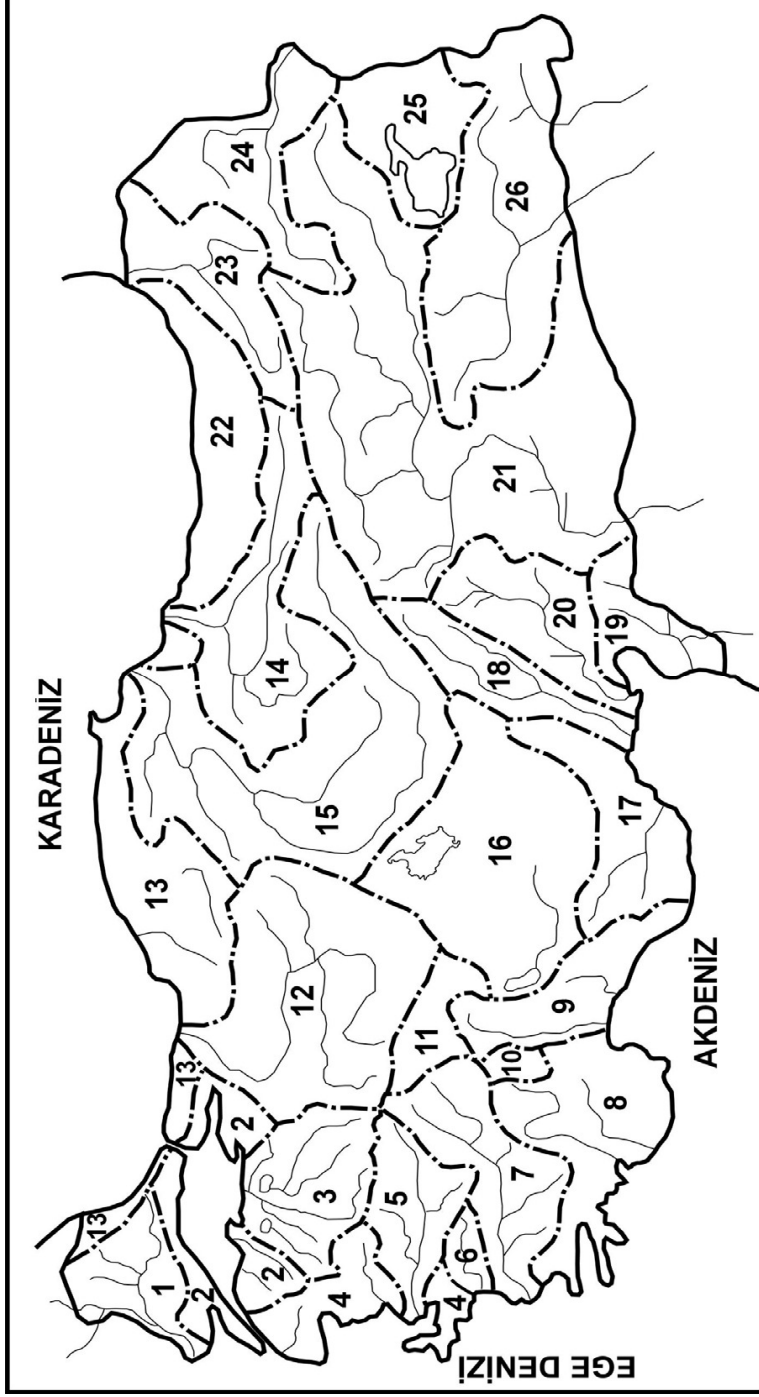
Fitoplankton, iç sulardaki ekosistemin tamamlayıcı parçasıdır. Suyun kirliliğine dair bilgi verir. Birçok ekosistemde fitoplankton çevresel bir probleme sebep olmamaktadır. Çevresel problem, sadece aşırı üremeye uygun ortam olduğu zamanlarda gözlemlenmektedir. Aşırı üreme ortama normalden fazla besleyici element girdiğinde oluşur. Bu durum ekosistemi ve antropojenik su kullanımını etkilemektedir (Suthers ve Rissik, 2009).

İç suları bakımından, Anadolu zengin kaynaklara sahiptir ve toplamda 145.000 km uzunluğunda akarsu ağına sahiptir (Altuner ve Gürbüz, 1989; Yavuz ve Çetin, 2000; Çiçek ve ark., 2010). Türkiye'nin, topoğrafik yapıya göre oluşturulan 26 akarsu havzası bulunmaktadır ve bu havzaların hepsinde birbirinden farklı yağış rejimleri olduğu için, akış kapasiteleri de birbirinden farklıdır. Türkiye'de akarsu havzası su potansiyeli toplamda 186,05 milyar m³'tür. Sinop Türkiye'deki akarsu havzalarında 13 nolu, Batı Karadeniz Havzası'nda bulunmaktadır (Şekil 1.1). Bu havzadaki yıllık ortalama su potansiyeli 9,93 milyar m³'tür. Bu havzadaki sanayi ve kentleşme oranı diğer havzalardan biraz daha düşüktür. Tarımsal gübrelerin ve ilaç kullanımlarının sınırlı olması sebebiyle, kirlenmenin ciddi boyutlarda olmadığı bilinmektedir (Akın ve Akın, 2007). Türkiye'de Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Sinop ili dünyanın toplam 830 ekolojik tatlı su bölgesinden, 430 nolu, Kuzey Anadolu Bölgesi'nde bulunur (Şekil 1.2). Bu bölge Sakarya Irmağı, Kızılırmak ve Kelkit Irmağı Havzası'nı içermektedir. Bu bölgenin suyu Karadeniz'e akmaktadır (Abell ve ark., 2008).

Roth (2009)'a göre, nehirler üzerine yapılan çalışmalar daha azdır. Nehirlerin kendilerine özgü komüniteleri vardır ve fiziksel koşullar, iklim özellikleri sürekli değişmektedir. Genellikle akarsuların ince kolları daha çok çalışılmaktadır, bunun sebebi ise örnekleme yapmanın daha kolay olmasıdır. Ülkemizde iç sularımızda yapılan araştırmalarda akarsular göllere göre daha az çalışılmıştır. Bu çalışmaların daha az sayıda olmasının sebebi, akarsuların düzensiz su hacimleri ile özellikle zayıf kollarının periyodik çalışmalara uygun olmayışındır.

Günümüzde mevcut su kaynaklarının ekolojik durumlarının belirlenmesi, su kullanımının ve suyun sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önemlidir. Göl veya akarsularda meydana gelen herhangi bir değişiklikten ilk olarak suların primer üreticisi olan fitoplankton etkilenmekte ve bu etki besin zinciri yoluyla diğer organizmalara iletilmektedir. Olumsuz etkiler ancak gözle görülebilir olduğunda insanlar tarafından fark edilmektedir. Bu nedenle suların fiziksel ve kimyasal özelliklerin ortaya konması, fitoplanktonun incelenerek ekolojik durumlarının izlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ile; Sırakaraağaçlar Deresi suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri, fitoplankton florası tespiti ile fitoplanktonun fonksiyonel gruplara göre mevsimsel değişimi incelenerek, suyun kirlilik durumunun belirlenmesi ve daha önce yapılan mevcut çalışmalar ile kıyaslanarak günümüzdeki ekolojik durumunun ortaya konulması amaçlanmıştır.



- | | | |
|--|--|---|
| 1. Meriç-Ergene Havzası (1,33 milyar m ³) | 11. Akarçay (Afyon) Havzası (0,49 milyar m ³) | 21. Fırat Havzası (31,61 milyar m ³) |
| 2. Marmara Havzası (8,33 milyar m ³) | 12. Sakarya Havzası (6,40 milyar m ³) | 22. Doğu Karadeniz Havzası (14,90 milyar m ³) |
| 3. Susurluk Havzası (5,43 milyar m ³) | 13. Batı Karadeniz Havzası (9,93 milyar m ³) | 23. Çoruh Havzası (6,30 milyar m ³) |
| 4. Kuzey Ege Havzası (2,09 milyar m ³) | 14. Yeşilirmak Havzası (5,80 milyar m ³) | 24. Aras Havzası (4,63 milyar m ³) |
| 5. Gediz Havzası (1,95 milyar m ³) | 15. Kızılırmak Havzası (6,48 milyar m ³) | 25. Van Havzası (2,39 milyar m ³) |
| 6. Küçük Menderes Havzası (1,19 milyar m ³) | 16. Konya (Orta Anadolu) Havzası (4,52 milyar m ³) | 26. Dicle Havzası (21,33 milyar m ³) |
| 7. Büyük Menderes Havzası (3,03 milyar m ³) | 17. Doğu Akdeniz Havzası (11,07 milyar m ³) | |
| 8. Batı Akdeniz Havzası (8,93 milyar m ³) | 18. Seyhan Havzası (8,01 milyar m ³) | |
| 9. Antalya (Orta Akdeniz) Havzası (11,06 milyar m ³) | 19. Ası (Hatay) Havzası (1,17 milyar m ³) | |
| 10. Burdur Gölü Havzası (0,50 milyar m ³) | 20. Ceyhan Havzası (7,18 milyar m ³) | |

Şekil 1.1. Türkiye'deki 26 topoğrafik akarsu havzası ve su potansiyelleri (Akın ve Akın, 2007)



Şekil 1.2. Dünyadaki 830 ekolojik tatlı su bölgesi (Abell ve ark., 2008)

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Araştırma Alanının Özellikleri

Sinop ili, Türkiye'nin en kuzey bölgesi, Orta Karadeniz Bölgesi'nde, Boztepe Yarımadası'na kurulmuş olup, 41,2-43,5 paralelleri ve 34,5-35,5 meridyenleri arasında yer almaktadır (ÇOB, 2006). Sinop'un batısı Kastamonu, güneyi Çorum, güney doğusu Samsun ve kuzeyi Karadeniz ile çevrilidir. İl sınırlarının, 300 km'si kara, 175 km'si deniz ile çevrilidir. İlin toplam alanı 5862 km²'dir. Sinop yarımadasının esas kütlesi, andezit konglomeralar, andezitler ve bazaltlardan oluşan volkanik bir yapıdır. Bunun üzerinde, silisli grelerden oluşan bir şerit bulunmaktadır (Görgün, 2010).

Sinop ilindeki toplam akarsu yüzeyi 1220 ha'dır. Bu akarsuların bazıları Karadeniz'e bazıları da ilin güney sınırından geçmekte olan Kızılırmak'a dökülmektedir. Karadeniz'e dökülen akarsulardan bazıları; Çatalzeytin, Ayancık, Kırkgeçit, Sarımsak, Erfelek, Celevit, Karasu, Çakıroğlu Çayları, Ayardin Deresi, Tepeçay ve Güzelceçay'dır. Sinop ilinin en büyük akarsuyu, Gökırmak'tır. Bu ırmak Kastamonu'dan çıkıp Durağan ilçesinin güneyinden Kızılırmak'a bağlanmaktadır (ÇOB, 2004).

Sırakaraağaçlar Deresi (42°21'24" N - 035°01'05" E), Dikenli, Kovukbaşı ve Harmangölü mevkielelerinden geçerek, Karpuz ve Taşlıca ardından Taşköprü mevkiele ulaşmakta ve Sinop il merkezine bağlı olan Akliman bölgesinden Karadeniz'e dökülmektedir.

Dereye en yakın akarsu 1,5 km güneydoğusundan denize dökülen Karasu Çayı'dır. Sırakaraağaçlar Deresi'nin bu çay ile bağlantısı bulunmamaktadır. Sırakaraağaçlar Deresi, Telyolu Deresi, Domuz Deresi, Picalı Deresi ve Çobanköy Deresi ile beslenerek, Abalı Köyü mevkieleinden kuzeydoğuya doğru ilerlerken, Soğucak mevkieleinden Soğucak Deresi ile de beslenmekte ve Aksaz Bataklığı'na doğru yol almaktadır. Aksaz Bataklığı, Sırakaraağaçlar Deresi ağzının 1 km güneybatısında bulunmaktadır ve bu bölge Sinop ovasının kıyı düzlüklerinden biridir. Aksaz Bataklığı'nı besleyen Kanarca, Karacakese ve Çaygeçit Dereleri, Dibekli Köyü mevkieleinden bataklığa gelmektedir.

Sırakaraağaçlar Deresi havzası bölgedeki yağışlar ve tarla sızıntıları ile beslenmektedir. Dere havzasının taşıdığı su miktarı mevsimsel olarak yağış rejimleri ile değişiklik göstermektedir. Kurak dönemlerde [Temmuz (2011), Ağustos (2011) ve

Eylül (2011)] derenin en zayıf kollarından olan Telyolu ve Domuz Deresi'nden su akmamaktadır. Yağışların yoğun olduğu dönemlerde [Aralık (2011), Ocak (2012) ve Şubat (2012)] ise sular dere yatağından taşmaktadır.

Sırakaraağaçlar Deresi yöre halkının faydalandığı bir sulak alandır. Tarımsal alanlarda sulama amaçlı kullanılmaktadır. Çevresinde mısır, pirinç tarlaları ve küçük bahçeler bulunmaktadır. Büyükbaş ve küçükbaş hayvanların günlük beslenmesi dere çevresinden ve su ihtiyacı ise dereden karşılanmaktadır. Ayrıca yöre sakinleri ve avcıların avlanma noktalarından biridir. Dere havzasında fabrika ya da mezbaha bulunmamaktadır.

Akarsu bölgesinde, *Anas strepera* Linnaeus, 1758 (boz ördek), *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758 (yeşilbaş), *Cygnus olor* Gmelin, 1789 (sessiz kuğu), *Phalacrocorax carbo* Linnaeus, 1758 (büyük karabatak), *Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758 (leylek) ve *Ardea alba* Linnaeus, 1758 (büyük ak balıkçıl) kuş türlerine rastlanılmıştır (Karahan, 2010). Akarsu içerisinde omurgasızlardan *Hirudo medicinalis* Linnaeus, 1758 (sülük)'e özellikle Ağustos ve Eylül aylarında rastlanılmaktadır. Derede gözlemlenen balık türleri, pullu sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) ve sivrisinek balığı (*Aphanius chantrei* Gaillard 1895)'dir (Karşı, 2007). Sucul omurgalı organizmalardan *Natrix* sp. Laurenti 1768 (su yılanı), *Pelophylax ridibundus* Palas, 1771 (gölet kurbağası) ve *Emys orbicularis* Linnaeus, 1758 (su kaplumbağası) gözlemlenmektedir (Karahan, 2010).

2.1.1. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Çalışma bölgesi, Sinop il merkezinde bulunmaktadır ve iklim özellikleri Türkiye'nin Orta Karadeniz iklim tipindedir. Sinop ili Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü'nden alınan 3 yıla ait meteorolojik veriler Çizelge 2.1-2.4'de verilmiştir. Ayrıca alınan veriler doğrultusunda, araştırma periyodu süresindeki aylık ortalama sıcaklık, nem ve yağış grafikleri Şekil 2.1-2.4'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. 2010-2012 yılları arasında ölçülen Sinop ili, aylık ortalama, yıllık toplam ve yıllık ortalama sıcaklık (°C) değerleri [1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık]

AY YIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM	YILLIK ORT.
2010	8,9	9,0	7,8	11,2	16,9	21,5	25,0	26,7	21,7	15,1	16,1	12,3	192,2	16,0
2011	7,1	6,1	7,2	8,9	13,8	20,3	23,9	23,7	20,9	15,2	8,4	10,0	165,5	13,8
2012	6,0	4,0	5,6	12,7	16,7	-	-	-	-	-	-	-	45,0	9,0

Çizelge 2.2. 2010-2012 yılları arasında ölçülen Sinop ili, aylık ortalama, yıllık toplam ve yıllık ortalama yağış (kg/m²) değerleri [1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık]

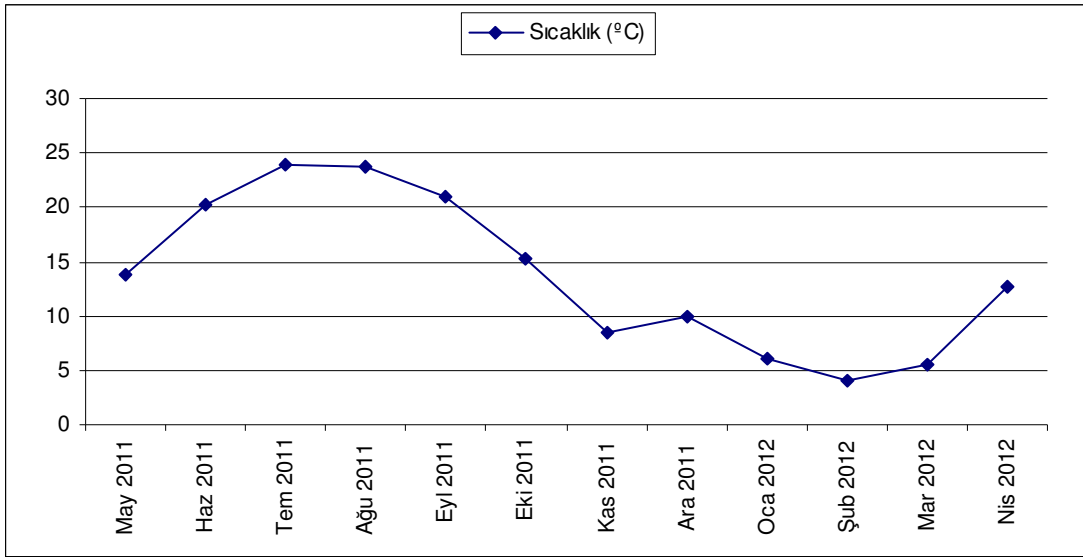
AY YIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM	YILLIK ORT.
2010	82,7	51,2	82,4	54,8	36,9	45,1	99,8	1,9	29,2	192,4	4,5	99,3	780,2	65,0
2011	87,8	78,1	50,5	78,6	46,4	95,7	70,1	4,2	32,2	114,6	143,4	64,1	865,7	72,1
2012	144,1	62,8	89,7	22,0	16,6	-	-	-	-	-	-	-	335,2	67,0

Çizelge 2.3. 2010-2012 yılları arasında ölçülen Sinop ili, aylık ortalama, yıllık toplam ve yıllık ortalama nisbi nem (%) değerleri [1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık]

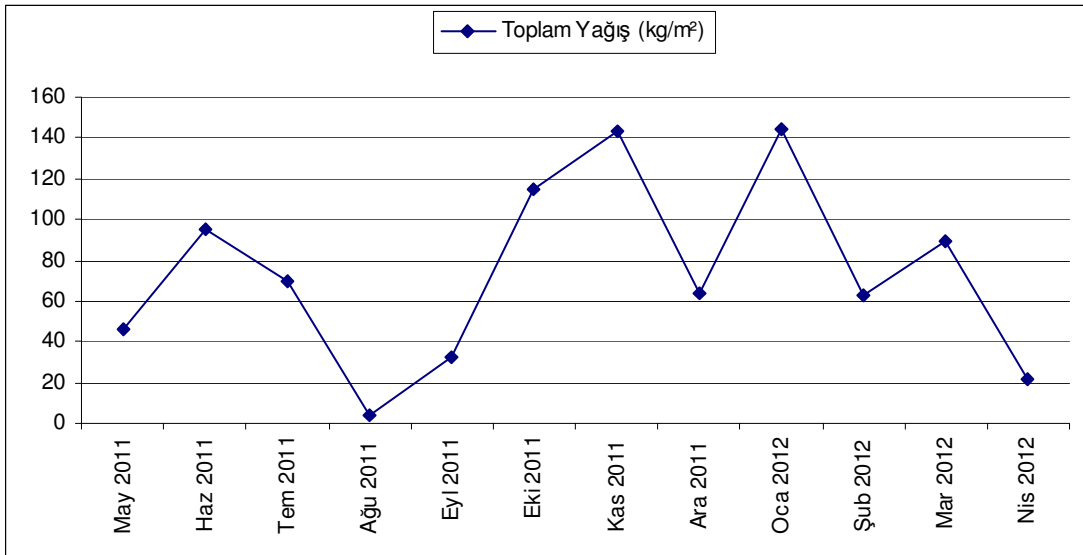
AY YIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM	YILLIK ORT.
2010	78,8	85,1	82,6	83,0	79,2	83,3	80,4	76,4	77,3	78,4	69,1	68,7	942,3	78,5
2011	78,2	78,8	79,7	87,1	93,8	79,0	84,1	75,1	73,6	80,5	76,0	78,4	964,3	80,4
2012	77,8	80,2	77,0	82,7	83,2	-	-	-	-	-	-	-	400,9	80,2

Çizelge 2.4. 2010-2012 yılları arasında ölçülen Sinop ili, aylık ortalama, yıllık toplam ve yıllık ortalama rüzgar yönü ve hızı (m/sec) değerleri [1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık]

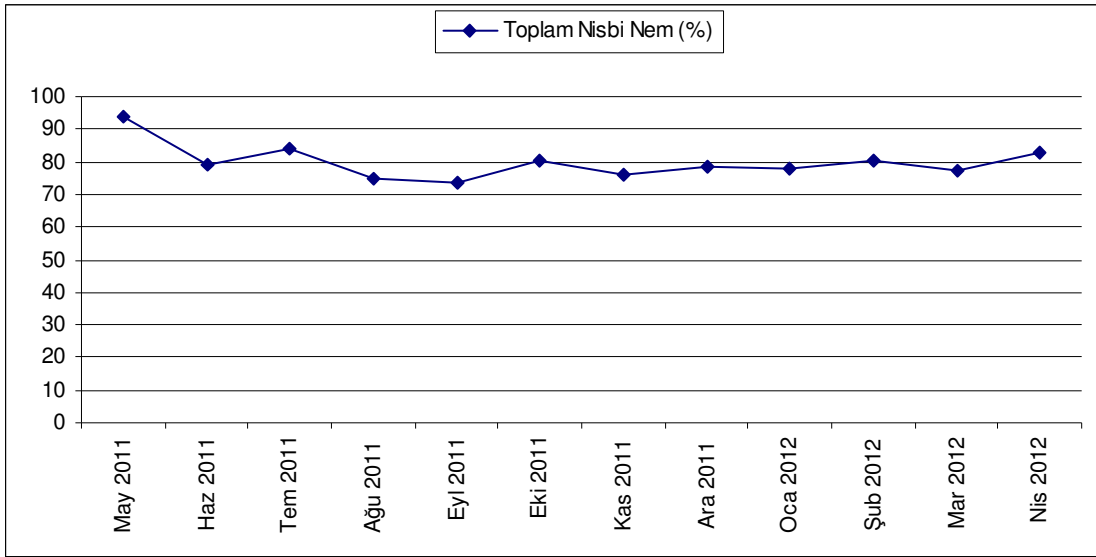
AY YIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK TOPLAM	YILLIK ORT.
2010	SSE	SSE	SSE	NW	SSE	NW	NW	NW	NW	SSE	SSE	SSE		
	3	3,7	3,4	3,1	2,5	2,7	2,6	2,6	2,4	2,7	2,3	3,2	34,2	2,85
2011	SSE	NW	NW	NW	SE	NW	NW	NW	NW	SSE	NW	SSE		
	2,6	3,7	3,2	3,2	2,5	2,6	2,9	2,7	2,2	3,1	2,7	2,9	34,3	2,86
2012	NW	SSE	NW	WNW	-	-	-	-	-	-	-	-		
	2,9	3,6	3,5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3,33



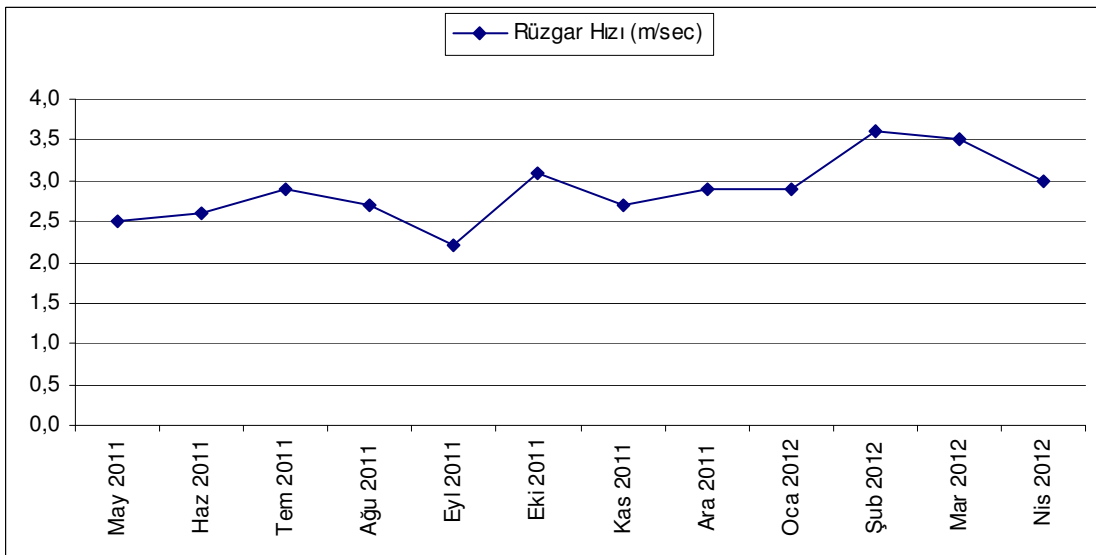
Şekil 2.1. Çalışma süresince aylık ortalama sıcaklık değişimi



Şekil 2.2. Çalışma süresince aylık ortalama toplam yağış değişimi



Şekil 2.3. Çalışma süresince aylık ortalama toplam nisbi nem değişimi



Şekil 2.4. Çalışma süresince aylık ortalama rüzgar hızı değişimi

2.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazetesi'nde yayınlanmış (31.12.2004, 25687 nolu) ve güncellenmiş (13.02.2008, 26786 nolu) olan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği kıta içi yüzeysel suları kalitelerine göre 4 sınıfa ayırmıştır.

Bunlar; yüksek kaliteli su, az kirlenmiş su, kirli su ve çok kirlenmiş su olarak tanımlanmıştır. Bu su sınıfları kullanımlarına göre şöyledir:

Sınıf I - Yüksek kaliteli su;

- 1) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini,
- 2) Rekreatiyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil),
- 3) Alabalık üretimi,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı,
- 5) Diğer amaçlar.

Sınıf II - Az kirlenmiş su;

- 1) İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini,
- 2) Rekreatiyonel amaçlar,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi,
- 4) Teknik Usuller Tebliği'nde verilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak,
- 5) Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar.

Sınıf III - Kirlenmiş su;

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılan sulardır.

Sınıf IV - Çok kirlenmiş su;

Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılabilecek yüzeysel sulardır (DSİ, 2008).

Kıta içi su kaynaklarına göre kalite kriterleri Çizelge 2.5'te verilmiştir (DSİ, 2008).

Çizelge 2.5. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

SU KALİTE SINIFLARI				
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L)	8	6	3	< 3
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0,2	1	2	> 2
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0,002	0,01	0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
Toplam fosfor (mg P/L)	0,02	0,16	0,65	> 0,65

2.3. Fitoplanktonun Fonksiyonel Gruplandırılması

Reynolds'un fitoplanktonu, çevresel hassasiyetlerine göre fonksiyonel gruplara ayırma girişimi (Reynolds, 1980), Tüxen ve Braun-Blanquet'in sınıflandırma

metodundan (Tüxen, 1955; Braun-Blanquet, 1964) ilham almıştır. Reynolds'un orijinal çalışmasında on dört fitoplankton grubu açıklanmıştır (Reynolds, 1980). Daha sonra geliştirilerek bazı gruplar, tekrar bölünmüş ve çeşitli değişiklikler yapılmıştır (Reynolds ve ark., 2002).

Fitoplanktonun yaşayabildiği ortamlar, göller, akarsular ve diğer iç su kaynakları olarak çeşitlidir. Limnolojik ve hidrolojik olarak, su rezervleri göllerden farklı olsa da, fitoplanktonun kompozisyonunu etkileyen prensipler arasında farklılıklar yoktur (Reynolds, 1999). Fitoplanktonu etkileyen fiziksel ve kimyasal değerler her ortamda değişse de canlının yaşayabileceği tolerans aralığı değişmemektedir. Fonksiyonel fitoplankton gruplandırması Çizelge 2.6.'da (Reynolds ve ark., 2002) verilmiştir.

Çizelge 2.6. Fonksiyonel fitoplankton gruplandırması

Kod	Habitat	Tipik Temsilcileri	Tolerans	Hassasiyet
A	Temiz, genellikle iyi karışmış, tabanı fakir olan göller	<i>Urosolenia</i> , <i>Cyclotella comensis</i>	Besin eksikliği	pH artışı
B	Vertikal olarak karışmış, mesotrofik küçük-orta göller	<i>Aulacoseira subarctica</i> <i>Aulacoseira islandica</i>	Işık eksikliği	pH artışı Si azalması, Tabakalaşma
C	Karışmış, ötrof küçük-orta göller	<i>Asterionella formosa</i> <i>Aulacoseira ambigua</i> <i>Stephanodiscus rotula</i>	Işık ve karbon eksikliği	Si tükenmesi, Tabakalaşma
D	Sığ, zenginleşen bulanık sular, Nehirler	<i>Synedra acus</i> <i>Nitzschia</i> spp. <i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Su artışı	Besin eksikliği
N	Mezotrofik epilimniyon	<i>Tabellaria</i> <i>Cosmarium</i> <i>Staurodesmus</i>	Besin eksikliği	Tabakalaşma, pH artışı
P	Ötrof epilimniyon	<i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Aulacoseira granulata</i> <i>Closterium aciculare</i> <i>Staurostrum pingue</i>	Karbon eksikliği Hafif ışık	Tabakalaşma Si azalması
T	Derin, iyi karışmış epilimniyon	<i>Geminella</i> <i>Mougeotia</i> <i>Tribonema</i>	Işık eksikliği	Besin eksikliği
S1	Bulanık karışmış tabakalar	<i>Planktothrix agardhii</i> <i>Limnothrix redekei</i> <i>Pseudoanabaena</i>	Yüksek ışık yetersiz koşullar	Su artışı
S2	Sığ, bulanık karışmış tabakalar	<i>Spirulina</i> <i>Arthrospira</i> <i>Raphidiopsis</i>	Işık yetersizliğindeki durumlar	Su artışı
SN	Isınmış karışmış tabakalar	<i>Cylindrospermopsis</i> <i>Anabaena minutissima</i>	Işık, azot eksikliğindeki koşullar	Su artışı

Devamı arkada

Çizelge 2.6. Devamı

Kod	Habitat	Tipik Temsilcileri	Tolerans	Hassasiyet
Z	Temiz, karışık tabakalar	<i>Synechococcus</i> prokaryot pikoplankton	Az besin	Işık eksikliği, Tüketilme
X3	Sığ, temiz, Karışmış tabakalar	<i>Koliella</i> <i>Chrysococcus</i> ökaryot pikoplankton	Düşük tabanlı durumlar	Karışma, Tüketilme
X2	Mezo-ötrof göllerde, sığ temiz, karışmış tabakalar	<i>Plagioselmis</i> <i>Chrysochromunila</i>	Tabakalaşma	Karışma, filtre ederek beslenme
X1	Zenginleşmiş koşullarda sığ ve karışık tabakalar	<i>Chlorella</i> , <i>Ankyra</i> <i>Monoraphidium</i>	Tabakalaşma	Besin eksikliği filtre ederek beslenme
Y	Genellikle küçük ve zenginleşmiş göller	<i>Cryptomonas</i>	Az ışık	Fagotroflar
E	Genellikle küçük oligotrofik, tabanı fakir göller ya da heterotrofik havuzlar	<i>Dinobryon</i> <i>Mallomonas</i> (<i>Synura</i>)	Az besin (miksotrofiye gider)	CO ₂ eksikliği
F	Temiz epilimniyon	Kolonyal Chlorophyta üyeleri örnek, <i>Botryococcus</i> <i>Pseudosphaerocystis</i> <i>Coenochloris</i> <i>Oocystis lacustris</i>	Düşük besin, yüksek bulanıklık	? CO ₂ eksikliği
G	Kısa, besince zengin, su kolonları	<i>Eudorina</i> <i>Volvox</i>	Yüksek ışık	Besin eksikliği
J	Sığ, zenginleşmiş göller Havuzlar ve akarsular	<i>Pediastrum</i> , <i>Coelastrum</i> , <i>Scenedesmus</i> <i>Golenkinia</i>		Az ışığa doğru Yerleşme
K	Kısa, besince zengin, Kolonlar	<i>Aphanothece</i> <i>Aphanocapsa</i>		Dip karışımı
H1	Dinitrojen bağlama, Nostocalean türleri	<i>Anabaena flos-aquae</i> <i>Aphanizomenon</i>	Düşük azot, düşük karbon	Karışma, az ışık, düşük fosfor
H2	Dinitrojen bağlama, büyük mezotrofik göllerin Nostocalean türleri	<i>Anabaena lemmermanni</i> <i>Gleotrichia echinulata</i>	Düşük azot,	Karışma, az ışık
U	Yaz epilimniyonu	<i>Uroglena</i>	Düşük besin	CO ₂ eksikliği
L _O	Mezotrofik gölde yaz epilimniyonu	<i>Peridinium</i> <i>Woronichinia</i> <i>Merismopedia</i>	Ayrışmış besinler	Uzun süren dip karışımı
L _M	Ötrof göllerde yaz epilimniyonu	<i>Ceratium</i> <i>Microcystis</i>	Çok düşük C	Karışma, fakir tabakalaşma ışığı
M	Küçük ötrof göllerin karışmış tabakaları, düşük enlemdeki göller	<i>Microcystis</i> <i>Sphaerocavum</i>	Yüksek güneşlenme	Su artışı, düşük toplam ışık
R	Mezotrofik tabakalaşmış göllerin metalimniyonu	<i>P. rubescens</i> <i>P. mougeotii</i>	Düşük ışık, kuvvetli ayırım	Kararsızlık
V	Ötrof tabakalaşmış göllerin Metalimniyonu	<i>Chromatium</i> <i>Chlorobium</i>	Çok düşük ışık, kuvvetli ayırım	Kararsızlık

Devamı arkada

Çizelge 2.6. Devamı

Kod	Habitat	Tipik Temsilcileri	Tolerans	Hassasiyet
W1	Küçük doğal göletler	Euglenoids, <i>Synura, Gonium</i>	Yüksek BOİ	Tüketilme
W2	Sığ mezotrofik göller	Dipte yaşayan <i>Trachelomonas</i>	?	?
Q	Küçük humik göller	<i>Gonyostomum</i>	Yüksek renk	?

2.4. İstatistiksel Analizler

Biyolojik çeşitlilik, tür çeşitliliği, ekosistem çeşitliliği ve genetik çeşitliliği içine alan zengin bir kavramdır (Hunter 1996; Gülsoy ve Özkan, 2008). Biyolojik çeşitliliğin, bir alanda belirlenebilmesi için bu disiplinlerin birbiri ile uyumlu biçimde çalışılması gerekir.

Tür çeşitliliğinin hesaplanmasında çeşitlilik indeksleri kullanılmaktadır. “Çeşitlilik indeksi” terimi ilk kez Fisher tarafından kullanılmıştır (Fisher ve ark., 1943). Ekosistemin her bir alanı için ayrı ayrı tür çeşitliliği hesaplanıyorsa buna “alfa çeşitliliği” denilmektedir. Yani alfa çeşitliliğinde, bir habitat içinde bulunan türler lokal olarak tespit edilmektedir (Gülsoy ve Özkan, 2008). Alfa tür çeşitliliğinde kullanılan birçok indeks bulunmaktadır. Bunlardan ikisi, Shannon-Wiener Diversite İndeksi ve Simpson Diversite İndeksi’dir.

Shannon diversite indeksi çeşitli habitatların karşılaştırılmasında kullanılan bir indekstir (Khan, 2006). Shannon-Wiener Diversite İndeksi (H'), bireylerin birbirlerinden bağımsız büyük bir popülasyondan rastgele seçilmiş örnekler olduğunu varsayar. Sonuçlar 1,5 ile 3,5 değerleri arasında olur, çok nadir de olsa bazen 4,5 değerine ulaşabilir. H' değerinin 3’ten büyük olması kirlenmemiş, 1-3 arasında olması kısmen kirlenmiş alanları ve 1’den küçük olması ağır şekilde kirlenmiş alanları ifade etmektedir (Wilhm ve Dorris, 1968).

Simpson Diversite İndeksi, Simpson (1949) tarafından önerilmiş bir diversite indeksidir. Bu indekste elde edilen ikinci örneğin, başta elde edilen türler ile aynı olma olasılığı ölçülmektedir. Tür zenginliği hassasiyetinin az olduğu örneklemelerde kullanılır. $1-\lambda'$ ya da $1-D$ ile ifade edilir. Belirlenmiş olan λ' değeri kirliliğin takip edildiği çalışmalarda kullanılır. λ' değeri arttığında çeşitlilik azalır (Khan, 2006).

Simpson diversity index values range from 0 to 1. This value approaching 0 indicates a decrease in diversity and an increase in pollution (Simpson, 1949; Türkmen ve Kazancı, 2010).

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Türkiye’de ve dünyada iç sularda yapılan çalışmalar çok çeşitli olmakla birlikte, akarsular üzerine yapılan çalışmalar daha azdır.

Irak’ta Tigris (Dicle) Nehri’nde yapılan algal flora çalışmasında, 45 Chlorophyta ve 36 Bacillariophyta taksonu başta olmak üzere toplamda 103 takson tespit edilmiştir. En fazla tür çeşitliliği ilkbahar ve yaz aylarında görülmüştür (Antoine, 1983).

Amper Nehri (Almanya)’nde yapılan flora çalışmasında, bentik diyatome gruplandırılmıştır. Evsel ve endüstriyel atık sularının neden olduğu değişik kirlilik derecelerine göre diyatome gruplarının farklılık gösterdiği ifade edilmiştir (Steinberg ve Schiefele, 1988).

1989-1999 yılları arasında bahar ve yaz periyodunda incelenmiş olan Minho Nehri (İspanya-Portekiz)’nde 79 tür tespit edilmiş, Chlorophyta ve Bacillariophyta divizyoları tür çeşitliliği bakımından zengin bulunmuştur. Cyanobacteria divizyosuna ait türlerin 1995 yılında toksik etki yarattığı görülmüştür. Bu durum, suyun çeşitli amaçlar için kullanılmasından ötürü suyun gözlemlenmesi gerektiğini göstermiştir (Vasconcelos ve Cerqueira, 2001).

Estonya’da, 1991 ile 1997 yılları arasında yapılan çalışmada toplam 162 tane akarsu Haziran sonu ve Temmuz ayları içinde incelenmiş ve toplamda 402 takson tespit edilmiştir. Bunların 180’inin diyatome, 125’inin yeşil alg ve 45’inin siyanobakteri olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda Estonya akarsularının fitoplankton florası bakımından seyrek ve heterojen bir çeşitliliğe sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışılan bölgelerdeki derelerin kısa ve genellikle ağaç ve çalılıklar ile çevrili olmasından dolayı, fitoplanktonun ışığı yeterince alamadığı ve böylece besin maddelerini kullanamadığı anlaşılmıştır (Piirsoo, 2001). Estonya’nın en büyük akarsularından biri olan, Emajõgi Nehri’nde, 2001 ile 2006 yıllarında yapılan fitoplanktonun zaman ve dağılım modelleme çalışmasında 204 takson teşhis edilmiştir. Bunlardan 66 tanesi Chlorophyceae, 55 tanesi Bacillariophyceae ve 49 tanesinin Cyanophyceae sınıfına ait olduğu, toplam fitoplankton sayısının bahardan sonbahara kadar arttığı gözlemlenmiştir. Fitoplankton biyoması ile klorofil-*a* arasındaki korelasyon katsayısının çok yüksek (0,92) olduğu bildirilmiştir (Piirsoo ve ark., 2007).

Yakutistan (Rusya)’ın orta ve güney bölgesinden geçmekte olan Amga Nehri’nde 2006-2009 yılları arasında suyun kimyasal özellikleri ve fitoplanktonu ile ilgili yapılan çalışmada 216 tür tespit edilmiş, bunların %44,4’ünün Chlorophyta ve

%33,8'inin Bacillariophyta'ya ait olduğu gözlenmiştir. Nehir suyunda toplam demir ve fenol oranının yüksek (Balıkçılıkta kullanılan maksimum kabul edilebilir konsantrasyona göre değerlendirilmiştir) çıktığı bildirilmiştir. Demir oranının yüksek çıkmasının, kışın yağan karların erimesi sonucu suya karışan demir içerikli topraktan kaynaklandığı belirtilmiştir (Gabyshev ve Gabysheva, 2011).

Amerika Birleşik Devletleri, Minnesota'da bulunan farklı beş nehirde yapılan çalışmada mineral besin yoğunlukları ile fitoplankton yoğunluğu ve kompozisyonu arasındaki ilişki incelenmiştir. Nutrientler ile algler arasında güçlü bir ilişki olduğu saptanmıştır. Nutrientlerin artışı ile alg (toplam klorofil olarak ifade edilmiş) değerlerinin arttığı açıklanmıştır (Heiskary ve Marcus, 2001). Florida'nın en büyük nehri olan St. Johns'ta yapılmış çalışmada, fitoplankton miktarının ışık tarafından sınırlandırılması araştırılmış ve sonuç olarak fitoplanktonun yüksek besin değerlerine rağmen, ışık geçirgenliği azaldığı için gelişemediği sonucu elde edilmiştir (Philips ve ark., 2000). Ohio Nehri'nde yapılmış çalışmada, klorofil değerleri ile fitoplankton birincil üretimi arasında uyum olduğu görülmüştür. Biyokütle gelişiminin ışık varlığı ve fitoplanktonun nehirde geçiş süresi tarafından sınırlandırıldığı hipotezi desteklenmiştir (Sellers ve Bukaveckas, 2003).

Arjantin, Buenos Aires'te, 6 farklı lotik sistemde yapılmış çalışmada; Cyanobacteria %60 ile dominant, diyatomekler ise %42 ile subdominant olmuşlardır. Çalışılan bölgelerde görülen insan etkisi sadece fiziksel ve kimyasal değişikliklere sebep olmamıştır, bunun yanı sıra alg kompozisyonu da değişmiştir. İnsan etkisinin en fazla görüldüğü istasyonlarda, mezosaprofik, indikatör diyatome taksonlar tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları, *Nitzschia palea*, *N. umbonata*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula cryptocephala*, *Euglena acus* türleridir. Kirlilik sonucu artan çözünmüş iyonların suyun iletkenliğini arttırdığı gözlemlenmiştir. Multivaryans analizi sonucunda, 6 lotik sistemin fitoplankton kompozisyonunun iletkenlik ve su kirliliği ile pozitif ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Mercado, 2003).

Türkiye'de yapılan çalışmalara baktığımızda, İç Anadolu Bölgesi'nde, Yıldız, Meram Çayı'nda (Konya) yapılan çalışmada, fitoplankton ve bentik alglerden toplam 97 takson tespit etmiştir. *Diatome vulgare*, *Synedra ulna*, *Gomphonema olivaceum* bentik florada yoğun olarak tespit edilmiştir (Yıldız, 1984a,b). Çubuk Çayı (Ankara) diyatomekları incelenmiş ve sonucunda 111 takson belirlenmiştir. Bunlardan, *Nitzschia*, *Navicula*, *Cymbella* ve *Gomphonema* takson sayısı bakımından en fazla bulunan organizmalar olmuştur (Yıldız ve Özkıran, 1994). Kızılırmak'ı besleyen kollardan biri

olan Delice Irmağı üzerine yapılan algolojik çalışmada 68 takson gözlenmiştir (Atıcı ve ark., 2003). Ankara Çayı'nda yapılan çalışmada, bahar aylarında tür sayısının arttığı gözlemlenmiştir. Bu dönemdeki sıcaklık ve nutrient artışı çeşitlilik ile doğru orantı olarak bulunmuştur (Ulusoy, 2006). Ankara'nın Kirmir Çayı'nda 2006-2007 yıllarında yapılan araştırmada 10 istasyonda toplam 58 tür tespit edilmiştir. Bacillariophyta çalışma süresince dominant divizyo olmuştur. Kirmir Kolu'nda Bacillariophyta %81, Chlorophyta %9 oranında bulunurken, İlhan Kolu'nda ise; Bacillariophyta %84 ve Chlorophyta %5 oranında tespit edilmiştir. Euglenophyta divizyosundan *Euglena acus* Kirmir Çayı'nda gözlemlenmiş ve ötrofikasyon indikatörü olduğu ifade edilmiştir (Zencir ve ark., 2011).

Ege Bölgesi'ndeki akarsulardan olan Porsuk Çayı (Kütahya)'nda yapılan çalışmada ise, belirlenen 125 fitoplankton taksonundan %78'inin Bacillariophyta üyesi olduğu tespit edilmiştir (Yıldız, 1987). Milas'da bulunan Sarıçay (Muğla)'da 54 epilitik diyatome tespit edilmiştir (Barlas ve ark., 2001). Akçapınar Deresi ve Gökova Kadın Azmağı Deresi (Muğla)'nde yapılan epilitik alg florası çalışmasında, Cyanophyta, Chlorophyta, Rhodophyta ve Bacillariophyta divizyolarına ait toplam 71 takson belirlenmiştir (Barlas ve ark., 2002). Akçay (Büyük Menderes - Muğla) üzerine yapılan algolojik çalışmada, 61 takson elde edilmiş ve *Microcystis aeruginosa* türünün baskın olarak bulunmasında, sudaki organik kirliliğin ve su sıcaklığının etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Solak ve ark., 2007). Murat Çayı (Kütahya) diyatome florasında ise (Tokatlı, 2008) 76 takson tespit edilmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nin en önemli akarsularından olan, Karasu (Fırat) Nehri'nde, yapılan bir dizi çalışma sonucunda, tür çeşidi ve sayısı açısından en önemli grubun diyatomeler olduğu görülmüştür. Epipelik flora içinde, Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta ve Bacillariophyta bölümlerine ait toplam 145 takson elde edilmiştir (Altuner ve Gürbüz, 1989-1990-1991). Elazığ'ın Keban Çayı'nda, Cyanophyta, Chlorophyta, Dinophyta ve Bacillariophyta divizyolarından toplam 70 takson elde edilmiştir. Bacillariophyta divizyosunun dominant olduğu ve en yoğun türlerin *Navicula*, *Cymbella* ve *Synedra* cinslerine ait olduğu tespit edilmiştir (Aksın ve ark., 1999). Cip Çayı (Elazığ)'nda pelajik bölge algleri ve mevsimsel değişimleri incelenmiş ve 88 takson tespit edilmiştir. Bunlardan 73 tanesi Bacillariophyta divizyosuna aittir. Türlerin Ekim (2011) ve Nisan (2012) aylarında maksimum sayıya ulaşması sonucunda su sıcaklığı ile alglerin mevsimsel değişimi arasında açık bir ilişki tespit edilmiştir (Yavuz ve Çetin, 2000). Tunceli'de bulunan Peri Çayı'nın epilitik

diyatomeleleri ve mevsimsel değişimleri bir yıl süre ile incelenmiş ve 36 tür kaydedilmiştir. Bulunma sıklıkları ve oluşturdıkları populasyonların büyüklüğü bakımından en önemli olanlar; *Cymbella*, *Gomphonema* ve *Fragilaria* cinslerine ait türler olmuştur (Pala ve Çağlar, 2008). Tortum Çayı (Erzurum) epipelik diyatomeleleri üzerine yapılan çalışmada 113 takson tespit edilmiş ve besin tuzu konsantrasyonları bakımından çayın ötrofik olduğu tespit edilmiştir (Kıvrak ve Gürbüz, 2010). Kars Nehri'nde, Mayıs-Ekim 2005 tarihleri arasında yapılan çalışmada, 66 takson tespit edilmiş ve çalışma boyunca dominant divizyo Temmuz ayı dışında Cyanophyta, Temmuz ayında ise Bacillariophyta olmuştur. Toplam fitoplankton yoğunluğunda Mayıs-Temmuz ayları arasında artış; Temmuz-Ekim ayları arasında azalış olmuştur. Mayıs-Temmuz aylarındaki organizma artışının sıcaklık, fosfat ve nitrojen artışı ile doğru orantılı olduğu görülmüştür (Özbay, 2011).

Marmara Bölgesi'nde, Sakarya Nehri'nin diyatomeleleri (Atıcı, 1994) ve Göksu Deresi (İstanbul)'nin planktonik algleri (Albay ve Aykulu, 1994) çalışılmıştır. Temel (1994)'in Riva Deresi üzerine yaptığı çalışmada, Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta, Pryophyta ve Bacillariophyta'ya ait 65 takson tespit edilmiş olup *Cyclotella ocellata*, *Navicula gracilis*, *Nitzschia acicularis* ve *Synedra acus* türlerinin dominant olduğunu bildirmiştir. Nilüfer Çayı (Bursa)'nın Marmara Denizi'ne döküldüğü bölgeden Ağustos 1997-Haziran 1998 tarihleri arasında yapılan çalışmasında epifitik alg topluluklarında Bacillariophyta grubu dominant olarak gözlemlenmiştir (Dere ve ark., 2002). Akgül'ün 2006 yılında yaptığı araştırmada Karamenderes Çayı (Çanakkale)'nin ağız kısmına doğru gidildikçe klorofil-*a* değerinde azalma görülmüştür. Fitoplanktonun klorofil-*a* ile olan ilişkisinin incelendiği Riva Deresi (İstanbul-Türkiye)'nde 5 divizyoya ait 42 takson tespit edilmiş ve fitoplankton yoğunluğu ile klorofil-*a* değerleri arasında pozitif korelasyon görülmüştür. Çalışılan akarsuyun ötrof karakterde olduğu, endüstriyel ve evsel atıklar ile kirlendiği tespit edilmiştir (Yılmaz, 2012).

Akdeniz Bölgesi'nin Köprüçayı (Isparta) algleri üzerine yapılan çalışmada, akarsuyun durgun akan kısımlarında Bacillariophyta türlerinin baskın olduğu, suyun akış hızı ile epilitik ve epifitik türlerin de yoğun olarak akan suya karıştığı gözlemlenmiştir (Morkoyunlu, 1995). Isparta Çayı epilitik alglerinde; Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta, Rhodophyta ve Bacillariophyta divizyolarına ait 101 takson belirlenmiştir. Chlorophyta divizyosundan *Scenedesmus*, Bacillariophyta divizyosundan ise *Nitzschia palea*, *Navicula gracilis*, *Gomphonema olivaceum*,

Diatome vulgare, *Cocconeis pediculus*, *Amphora ovalis* ve *Achnanthes lanceolata* türleri en çok rastlanan taksonlar olmuştur (Kalyoncu, 1996). Aksu Deresi (Isparta), Eylül 1993-Ağustos 1994 tarihlerinde yapılan çalışmada 73 tür tespit edilmiştir (Ertan ve Morkoyunlu, 1998). Isparta Çayı ve Darıören Deresi (Isparta)'nda yapılan fitokolojik çalışma sonucunda, fizikokimyasal değerlerin suyun aktığı yöne doğru değişim gösterdiği ve buna bağlı olarak takson sayılarında azalma olduğu gözlemlenmiştir. *Craticula accomoda*, *Navicula atomus*, *Nitzschia palea* ve *Gomphonema parvulum* türleri 5. ve 6. istasyonda sık saptanmış ve bu türlerin kirliliğe karşı olan toleransının yüksek olduğu ifade edilmiştir (Çiçek ve ark., 2010). Kılınç (1999)'ın Tecer Irmağı (Isparta)'nda yaptığı çalışmada epipelik, epifitik ve epipelik fitoplankton florası incelenmiştir. Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta ve Bacillariophyta divizyolarına ait 69 takson gözlemlenmiş, dominant grubun ise Bacillariophyta olduğu bildirilmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Dicle Nehri'nin, Diyarbakır il sınırları içerisinde, fitoplanktonun tür kompozisyonu ve mevsimsel değişimi üzerine Eylül 2008 ve Ağustos 2009 tarihleri arasında yapılan çalışmada, Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ve Euglenophyta divizyolarına ait 44 takson elde edilmiştir. Çalışma sonucunda kirlilik indikatörü olarak bilinen bazı türlerin (*Hantzschia amphioxys*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Fragilaria ulna* gibi) tespit edilmesi ile nehrin fizikokimyasal ve biyolojik verileri değerlendirilerek, gelecekte ötrofikasyon ile karşı karşıya kalacağı belirlenmiştir (Yıldırım ve Tanrıkulu, 2011).

Karadeniz Bölgesi'nin en büyük nehri olan, Kızılırmak'ta yapılan çalışmada çoğu bentik 122 diyatome türü tespit edilmiştir. *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Gomphonema* ve *Pinnularia* cinslerine ait olan taksonlar yoğun olarak gözlenmiştir (Yıldız ve Özkıran, 1991). Samsun'da İncesu Deresi'nin epipelik, epifitik ve epilitik alg florasını inceleyen Gönülol ve Arslan (1992), Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta ve Bacillariophyta divizyolarına ait 150 takson elde etmiştir. Fitoplankton türlerinde dominant olan divizyonun Bacillariophyta olduğu belirtilmiştir. Bunlardan *Achnanthes*, *Amphora*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Cocconeis*, *Cymbella* ve *Gomphonema* cinslerine ait türler bol olarak bulunmuştur. Trabzon yöresinde 6 dere ve bir göl üzerine yapılan diyatome florası çalışmasında toplam 40 takson tespit edilmiştir. Bunlardan *Navicula*, *Cymbella* ve *Gomphonema* cinslerinin takson sayısının yoğunlukta olduğu belirlenmiştir (Şahin, 1992). Trabzon'da bulunan Şana Deresi'nde epipelik ve epilitik alg florası üzerine yapılan çalışmada 60 takson elde edilmiş, Cyanophyta, Euglenophyta, Chlorophyta ve Bacillariophyta divizyoları tespit edilmiştir (Kolaylı ve

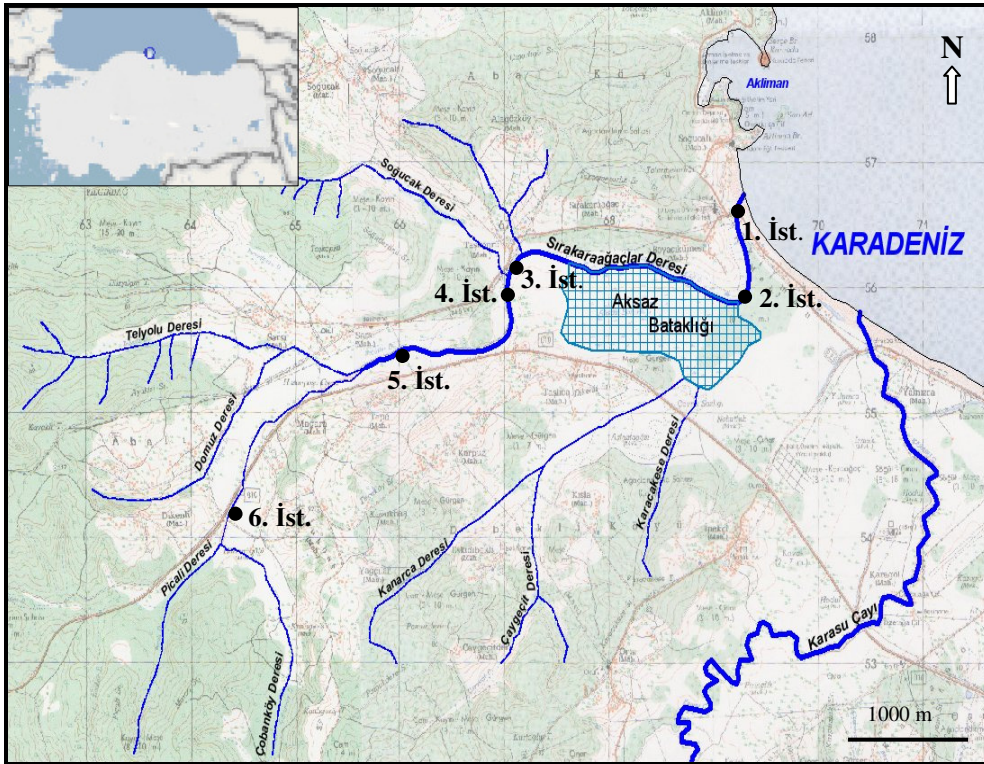
ark., 1998). Türkiye'nin önemli akarsu havzalarından birine sahip olan Yeşilırmak Nehri (Tokat)'nin algleri, ekolojik taksonomik ve limnolojik açıdan incelenmiştir. Bacillariophyta divizyonu baskın olarak tespit edilmiş ve bunun dışında Cyanophyta, Euglenophyta ve Chlorophyta taksonları ile beraber toplam 72 takson elde edilmiştir (Pabuççu ve Altuner, 1998). Çoruh Nehri (Artvin)'nde, epipelik, epifitik ve epilimnetik diatom florası incelenmiştir ve 106 takson tespit edilmiştir. Dominant cinsler ise *Navicula* ve *Nitzschia* olmuştur (Atıcı ve Obalı, 1999). Trabzon, Değirmendere'den, Ekim 1998, Eylül 1999 tarihleri arasında, farklı habitatlardan (epipelik ve epilimnetik) örnekler toplanmış, çalışma sonucunda florada 74 takson elde edilmiş ve Bacillariophyta divizyonunun florada hakim alg grubu olduğu tespit edilmiştir (Kara ve Şahin, 2001). Trabzon'da bulunan Yanbolu Deresi'nde akış hızından dolayı, tespit edilen tür sayılarında değişiklik olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık ve ışık miktarı normal olmasına rağmen Mayıs ayındaki aşırı su akışı hiçbir organizma bulunamamasına sebep olmuştur (Şahin, 2003). Baytut (2010) Kızılırmak (Samsun)'ın nehir ağızı fitoplanktonunu ve bunun nutrientler ile olan ilişkilerini incelemiş ve çok sayıda fitoplankton taksonu ile yüksek biyoçeşitlilik tespit etmiştir. Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Melen Çayı (Düzce)'nin, fitoplankton kompozisyonu ve biyoması, Mayıs 2003 ile Nisan 2004 tarihleri arasında çalışılmış, fitoplankton bolluğu ve biyomasının kış aylarında düşük, ilkbahar ve yaz aylarında yüksek olduğu kaydedilmiştir. Toplamda 136 takson tespit edilmiş, bunlardan dominant olan divizyo 83 takson ile Bacillariophyta; subdominant divizyo ise 20 takson ile Chlorophyta olmuştur (Baykal ve ark., 2011).

Sinop'taki, Sırakarağaçlar Deresi'nde, sivrisinek balığı *Aphanius chantrei* Gaillard (1895) popülasyonu Haziran 2005 - Mayıs 2006 tarihleri arasında çalışılmıştır (Karslı, 2007).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Örnek Alma İstasyonları

Sinop ili Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonu ile suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemek amacıyla Mayıs 2011 ve Nisan 2012 tarihleri arasında, denize döküldüğü Akliman mevkinden başlayarak yukarı havza bölgesine doğru toplam 6 istasyon belirlendi. Sırakaraağaçlar Deresi'nin coğrafik konumu ve örnek alma istasyonları Şekil 4.1'de, fotoğrafları ise Şekil 4.2-4.7'de verildi.



Şekil 4.1. Sırakaraağaçlar Deresi ve örnek alma istasyonları

1. İstasyon: Derenin denize döküldüğü yerin karşısındadır, kıyı bölgesi kumsal şeklindedir. Sediment yapısı ince deniz kumudur. Su akışı azaldıkça deniz ile olan bağlantısı daralmaktadır.

2. İstasyon: 1. istasyonun 700-800 m güneyinde, Aksaz Bataklığı'nın kuzeydoğu ucundadır. Etrafında sazlıklar bulunmakta olup, su bulanık ve sediment yapısı çamurdur. Dere boyunca, yerleşimin en yoğun olduğu istasyon burasıdır.

3. İstasyon: Aksaz Bataklığı'nın batısında ve Soğucak Deresi'nin Sırakaraağaçlar Deresi'ne katıldığı bölgenin ilerisinde, 2. istasyonun 2500 m batısındadır. Çevresinde sazlık ve bataklık bulunmaktadır. Suyu bulanık, sediment yapısı çamur ve taşlıktır. Geniş düzlüğe sahip olduğu için, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların mera ve içme suyu alanı olarak kullanılmaktadır.

4. İstasyon: Soğucak Deresi'nin Sırakaraağaçlar Deresi'ne karışmasından önceki bölümünde olup 3. istasyonun 500 m batısındadır. Su seviyesinin arttığı zamanlarda dere yatağı genişlemekte ve adacıklar oluşmaktadır. Su bulanık ve dip yapısı çamur olup, düz bir alana sahiptir. Yağışın bol olduğu aylarda çevresindeki bitkileri suyun içinde bırakmakta ve yola doğru taşmaktadır.

5. İstasyon: 4. istasyondan 800 m güney batıdadır. Çevresinde söğütler bulunmakta olup, sediment yapısı kayalıktır. Su berrak ve dip yapısı görülmektedir. Mevsime bağlı olarak suyun yükseldiği gözlemlenmektedir. Çevresinde tarlalar bulunmaktadır.

6. İstasyon: 5. istasyondan 3000 m güney batıdadır. Sediment yapısı taşlık olup, çevresinde ise söğütler ve tarlalar bulunmaktadır. Su berrak olup, büyükbaş hayvanlar su ihtiyacını bu alandan gidermektedir.



Şekil 4.2. Sırakaraağaçlar Deresi, 1. istasyon



Şekil 4.3. Sırakaraağaçlar Deresi, 2. istasyon



Şekil 4.4. Sırakaraağaçlar Deresi, 3. istasyon



Şekil 4.5. Sırakaraağaçlar Deresi, 4. istasyon



Şekil 4.6. Sırakaraağaçlar Deresi, 5. istasyon



Şekil 4.7. Sırakaraağaçlar Deresi, 6. istasyon

4.2. Dere Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tespiti

Sırakaraağaçlar Deresi suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri tüm istasyonlarda tespit edildi.

4.2.1. Fiziksel Analizler

Suyun fiziksel özelliklerinden sıcaklık, Hach Marka HQd Portable Meter (USA) cihazı kullanılarak örnekleme esnasında belirlendi.

4.2.2. Kimyasal Analizler

Suyun kimyasal özelliklerinden çözülmüş oksijen, pH, iletkenlik ve oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP) Hach Marka HQd Portable Meter (USA) cihazı ile örnekleme esnasında tespit edildi. Amonyak analizi (fenat metodu), nitrit analizi (kalorimetrik metot), nitrat analizi (ultraviyole spektrofotometrik görüntüleme metodu), fosfor analizi (askorbik asit metodu) ile toplam sertlik analizi (EDTA titrimetrik) standart metotlara göre (APHA, AWWA, WEF, 2005) yapıldı. Analizler, Helios marka UV Visible (USA) marka spektrofotometre ile istenen ışık yolu ve dalga boyunda ölçüldü. Organik madde ise titrimetrik metot (Şengül ve Türkman, 1991) kullanılarak

tain edildi. Kimyasal analizler için alınan su örnekleri, öncelikle por açıklığı 1,2  m olan GF/C cam elyaf kağıdı ile süzüldü.

4.3. Fikolojik zellikler

4.3.1. Fitoplankton

4.3.1.1. rnek Alma, Sayım ve Teşhis

Sırakaraağlar Deresi fitoplankton dinamiğini incelemek amacıyla su örnekleri belirlenen istasyonlardan, Mayıs 2011-Nisan 2012 tarihleri arasında, Windaus Labortechnik (Germany) marka, 275 cm'ye kadar uzayabilen, Fiber Glass Telescopic ubuk ile alındı. Su rnekleri, 2 L'lik kavanozlara alındıktan sonra, laboratuvarı homojen hale getirilerek 10 cm³'lük tüplere boşaltıldı. Organizmaları  keltmek ve boyayabilmek amacıyla 2 damla lugol (IKI) damlatılarak 24 saat bekletildi. Tüplerin içinde 2 cm³ örnek kalıncaya kadar U borusu ile sifonlama işlemi yapıldıktan sonra kalan kısım sayım tüplerine boşaltıldı ve organizmaların çökmesi için 2 saat bekletildi. Utermohl metodu (Sournia, 1978) ile Micros Austria marka MCXI600 (Austria) model invert mikroskopunda ve Leica marka DM500 (Germany) model ışık mikroskopunda sayım ve teşhis işlemleri yapıldı. Sayım işlemi, sayım tüpünün çapı boyunca yapıldı, koloni ve ipliksi canlılar bir birey olarak değerlendirildi.

Diyatomelerin üzerlerindeki organik maddeleri uzaklaştırmak ve böylece çeper yapılarını görünür hale getirmek için su örneğine, eşit hacimde (1:1) konsantre nitrik asit (HNO₃) eklendi. Daha sonra solüsyonun rengi sarıdan yeşile dönünceye kadar potasyum dikromat (K₂Cr₂O₇) ilave edildi. Elde edilen solüsyon örnek hacminin 2/3'  buharlaşıncaya kadar eker ocakta kaynatıldı (APHA, AWWA, WEF, 2005).

Alglerin teşhisinde Anagnostidis ve Kom rek (1988), Kom rek ve Anagnostidis (1986, 1989, 1999), Hartley ve ark. (1996), Krammer ve Lange-Bertalot (1991a,b, 1999a,b), John ve ark. (2003), Krammer (2003), Wehr ve Sheath (2003) ve Prescott (1973) literatürleri kullanıldı, tür isimlerinin güncellenmesi ve sistematik grupların düzenlenmesi Algaebase veritabanına (Guiry ve Guiry, 2012) uygun olarak yapıldı.

Sayım sonuçlarına göre aşağıdaki formül ile mL'deki organizma sayısı hesaplandı.

$$\text{Org/ mL} = C \cdot A_t / A_f \cdot F \cdot V$$

C : Sayım sonucu bulunan organizma sayısı
A_t : Sayım kamarasının dip alanı (mm²)
A_f : Mikroskop görüş alanı (mm²)
F : Sayım alanının sayısı
V : Çöktürülen su örneğinin hacmi (mL)

4.3.2. Klorofil-a Tayini

Sırakaraağaçlar Deresi boyunca belirlenen istasyonlardan alınan 2 L su örneklerine 1 mL doymuş MgCO₃ çözeltisi damlatıldıktan sonra Whatman GF/C kağıdından süzüldü. Filtre kağıdı pensle katlanarak santrifüj tüplerine konuldu ve 3 mL %90'lık aseton çözeltisi ilave edildi. Pro200 (USA) marka homojenizatör cihazı ile filtre kağıdı parçalanıp, 7 ml daha %90'lık aseton çözeltisi eklendi. Tüplerin dışı, alüminyum folyo ile kaplandı ve tam ekstraksiyon için 24 saat buzdolabında bekletildi. Nüve CN090 Bench-Top (Türkiye) marka santrifüj cihazında, 5000 rpm'de 1 dakika santrifüj edildi. Elde edilen ekstraksiyonların berrak kısmından alınarak %90'lık aseton ile kör ayarı yapılmış olan Thermo Helios UV Visible (USA) marka spektrofotometrede 630, 647, 664 ve 750 nm dalga boylarında absorbans değerleri (A) ölçüldü. 750 nm dalga boyunda okunan absorbans değerleri diğer dalga boyunda okunan absorbans değerlerinin her birinden çıkarılarak bulanıklıktan kaynaklanan hata önleildi (APHA, AWWA, WEF, 2005).

$$A_{664} = A_{664} - A_{750}$$

$$A_{647} = A_{647} - A_{750}$$

$$A_{630} = A_{630} - A_{750}$$

$$C_a = 11,85(A_{664}) - 1,54(A_{647}) - 0,08(A_{630})$$

A₆₆₄, A₆₄₇ ve A₆₃₀: Belirtilen absorbans değerlerinde kaydedilen ve doğrulanmış optik yoğunluklar.

Klorofil-*a* miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı.

$$\text{Klorofil-}a \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right) = C_a * \frac{\text{Ekstrakt Hacmi (L)}}{\text{Örnek Hacmi (m}^3\text{)}}$$

4.4. İstatistiksel Analizler

Çalışmada kullanılan alfa tür çeşitliliği indeksleri, Shannon-Wiener ve Simpson Diversite indeksleridir. Bu indeksler, Primer 5 (for Windows Version 5.2.9) istatistik programı kullanılarak yapılmıştır (Anonim, 2002).

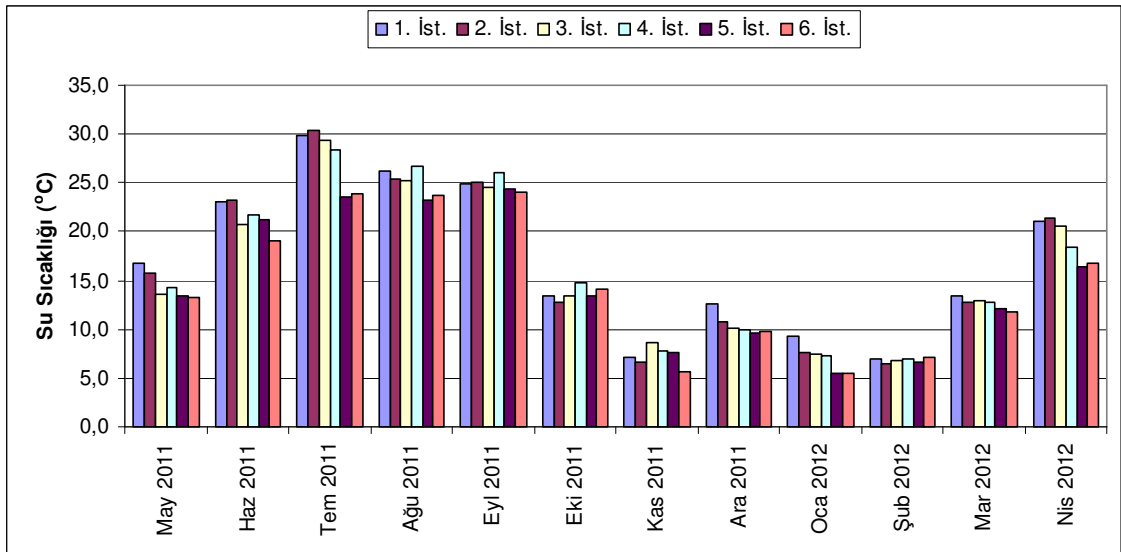
5. BULGULAR

5.1. Sırakaraağaçlar Deresi Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

5.1.1. Fiziksel Özellikler

5.1.1.1. Su Sıcaklığı

Araştırma periyodu süresince en yüksek sıcaklık değeri 30,4 °C ile Temmuz (2011) ayında 2. istasyonda ölçülürken, en düşük sıcaklık değeri 5,4 °C ile Ocak (2012) ayında 5. istasyonda ölçüldü. Örnekleme periyodu boyunca ortalama sıcaklık değeri ise 15,9 °C olarak ölçüldü (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen sıcaklık değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

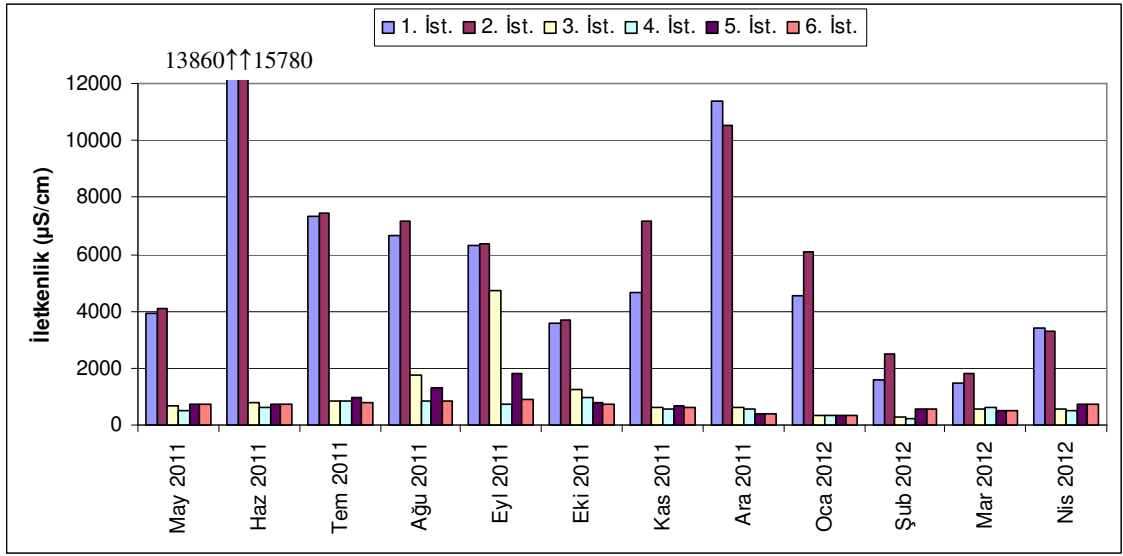
5.1.1.2. Renk

Örnekleme periyodu süresince Sırakaraağaçlar Deresi'nin rengi yeşil-sarı ile esmer arasında değişti.

5.1.2. Kimyasal Özellikler

5.1.2.1. İletkenlik

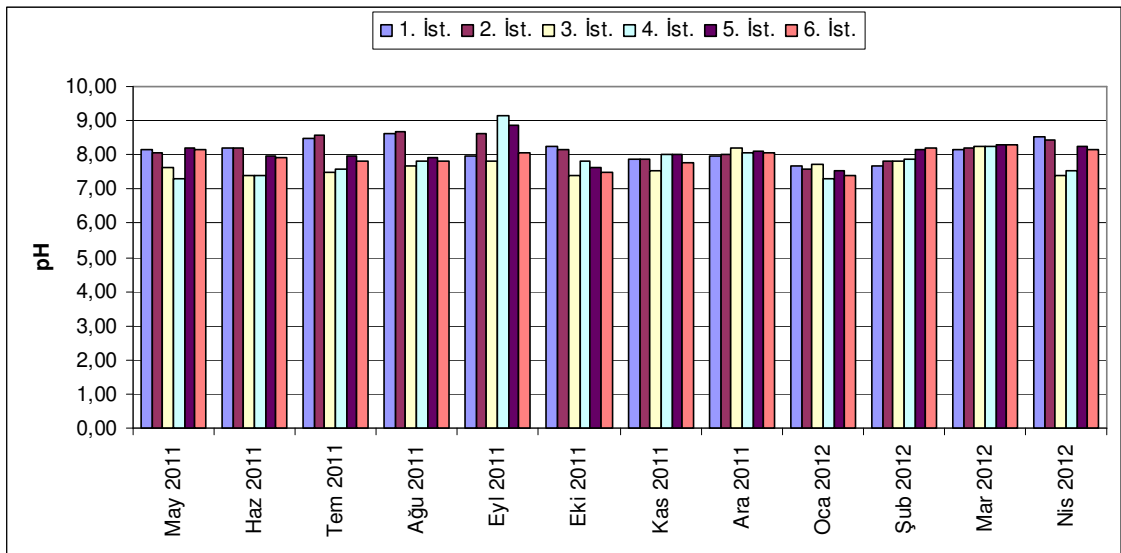
Yapılan araştırmada en yüksek iletkenlik değeri 15780 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Haziran (2011) ayında 2. istasyonda, en düşük iletkenlik değeri 209 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Şubat (2012) ayında 4. istasyonda ölçüldü. Ortalama iletkenlik değeri ise 2537 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edildi (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen iletkenlik değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.2. pH

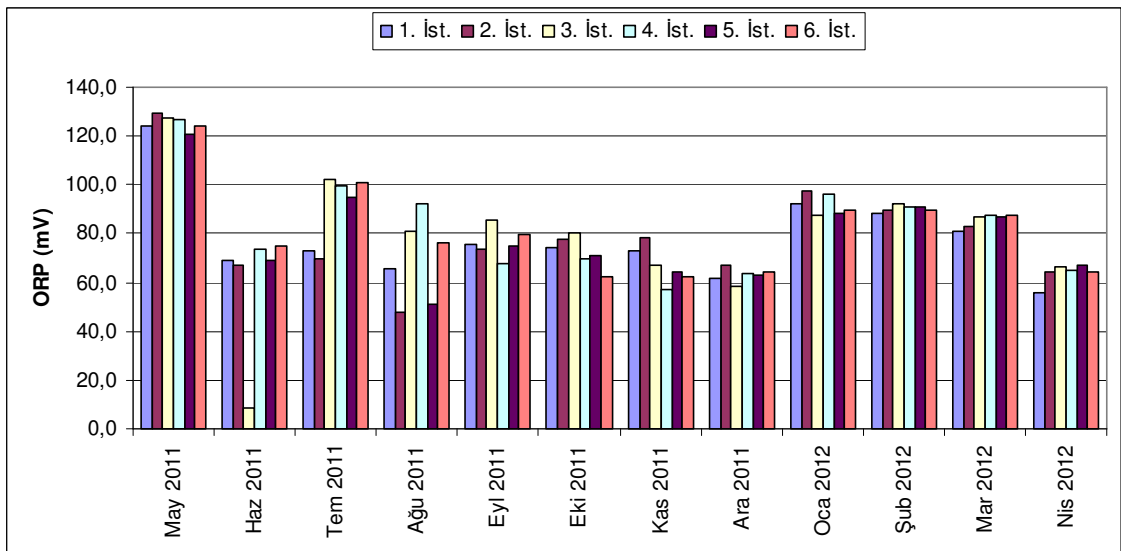
Örnekleme süresince pH değeri 9,17 [Eylül (2011), 4. İstasyon] ile 7,28 [Mayıs (2011); Ocak (2012), 4. istasyon] arasında değişti. Ortalama pH değeri ise 7,98 olarak tespit edildi (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen pH değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.3. Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli (ORP)

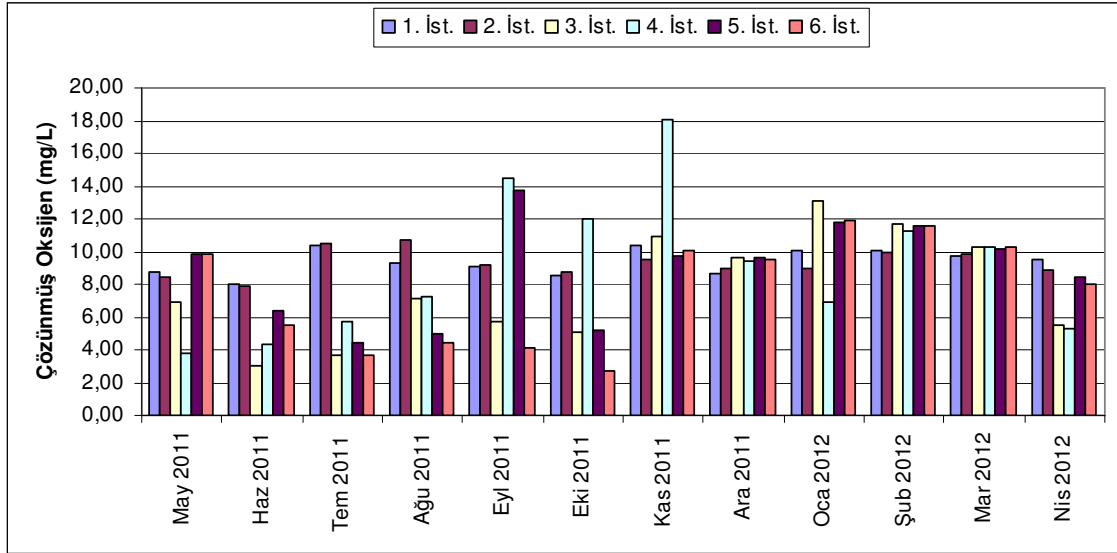
Araştırma süresince en yüksek ORP değeri 2. istasyonda Mayıs (2011) ayında 129,5 mV olarak, en düşük 3. istasyonda Haziran (2011) ayında 8,9 mV olarak ölçüldü. Ortalama ORP değeri 79,6 mV olarak belirlendi (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen ORP değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.4. Çözünmüş Oksijen

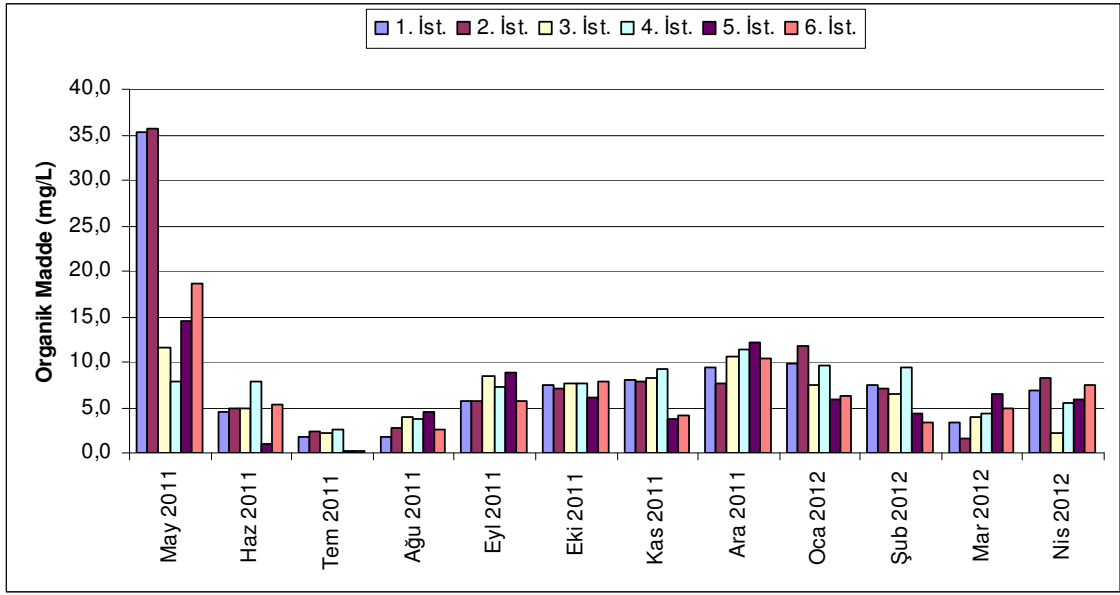
Araştırma periyodu süresince çözünmüş oksijen değeri 18,10 mg/L [Kasım (2011), 4. İstasyon], 2,75 mg/L [Ekim (2011), 6. İstasyon] arasında değişti. Ortalama çözünmüş oksijen değeri 8,65 mg/L olarak tespit edildi (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.5. Organik Madde

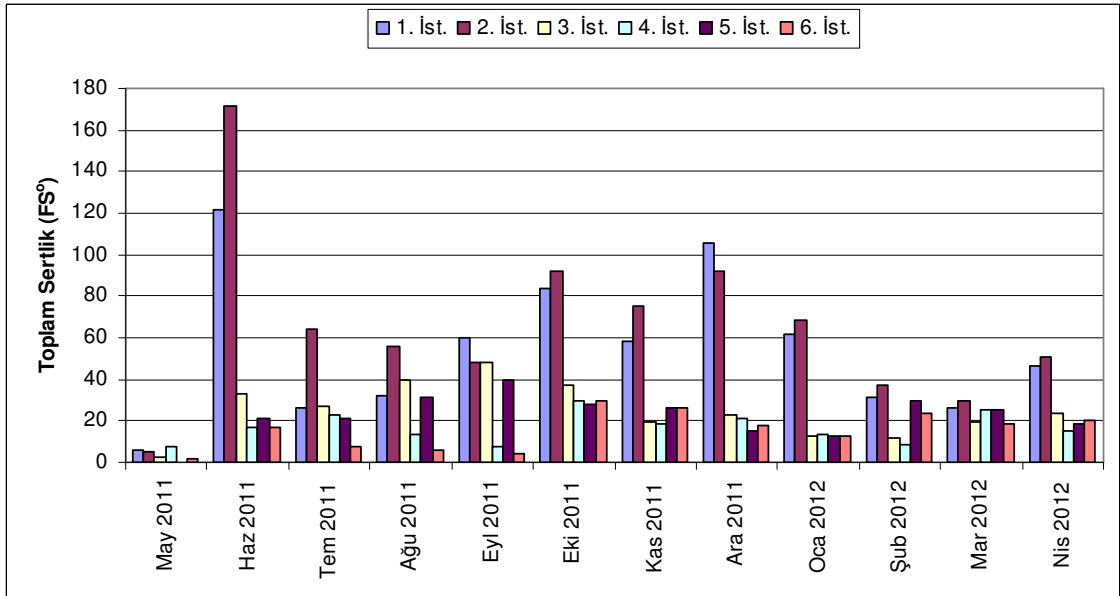
Sırakaraağaçlar Deresi suyunda en yüksek organik madde miktarı 35,6 mg/L olarak Mayıs (2011) ayında 2. istasyonda ölçülürken, en düşük organik madde miktarı 0,2 mg/L olarak Temmuz (2011) ayı 5. istasyonda ölçüldü. Araştırma süresince ortalama organik madde miktarı 7,2 mg/L olarak tespit edildi (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen organik madde değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.6. Toplam Sertlik

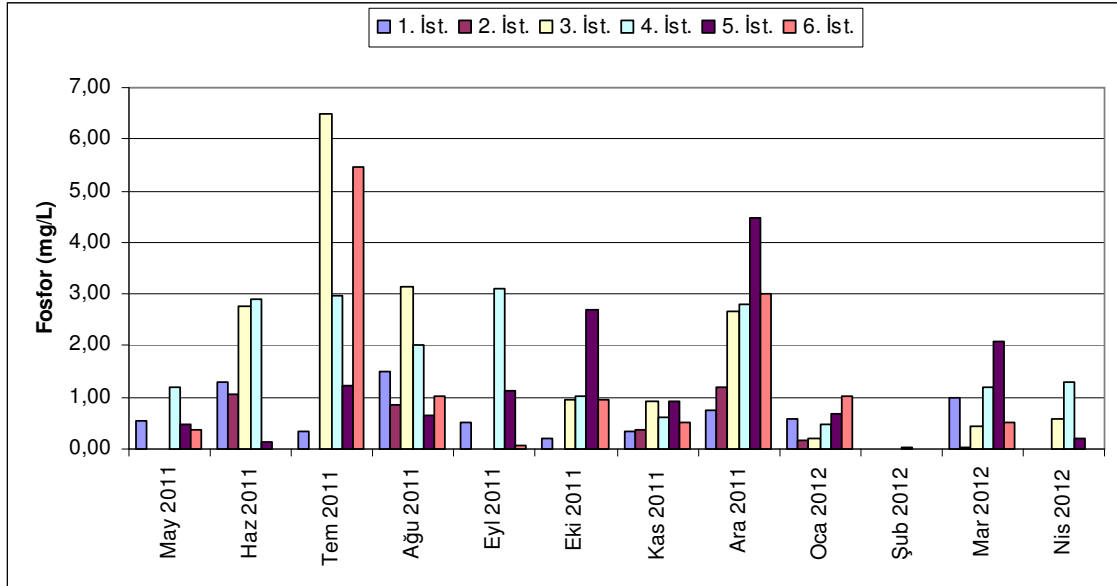
Araştırma periyodu boyunca en yüksek toplam sertlik değeri 171,2 FS° olarak Haziran (2011) ayı 2. istasyonda, en düşük toplam sertlik değeri 0,4 FS° olarak Mayıs (2011) ayı 5. istasyonda ölçüldü. Ortalama sertlik değeri ise 33 FS° olarak tespit edildi (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen toplam sertlik değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.7. Fosfor (P)

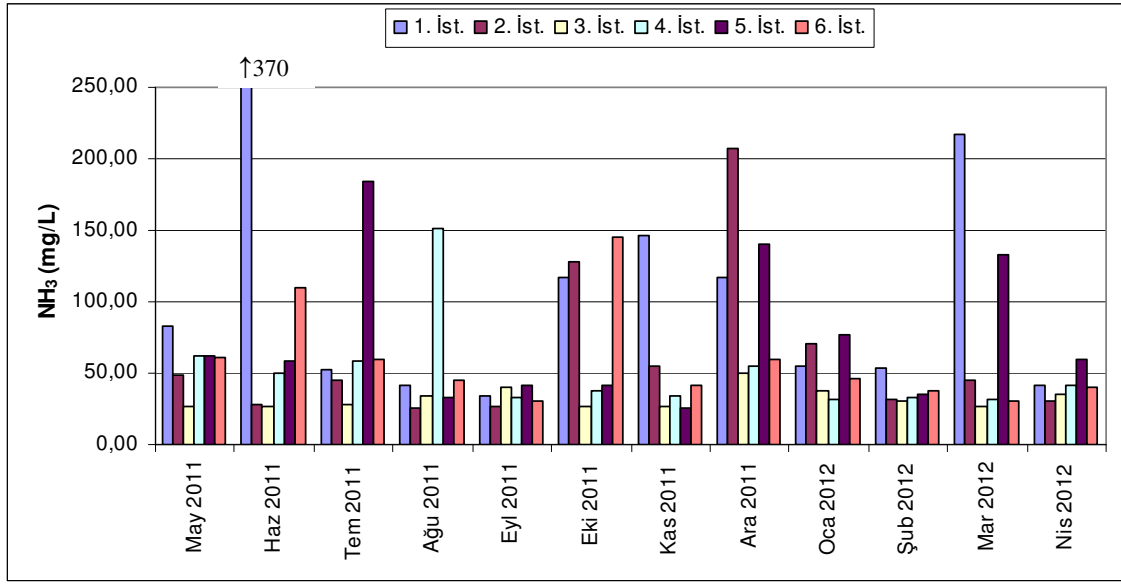
Yapılan araştırmada fosfor değeri 0,00-6,48 mg/L arasında değişti. En yüksek değer Temmuz (2011) ayı 3. istasyonda ölçülürken ortalama fosfor değeri 1,06 mg/L olarak ölçüldü (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen fosfor değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.8. Amonyak (NH₃)

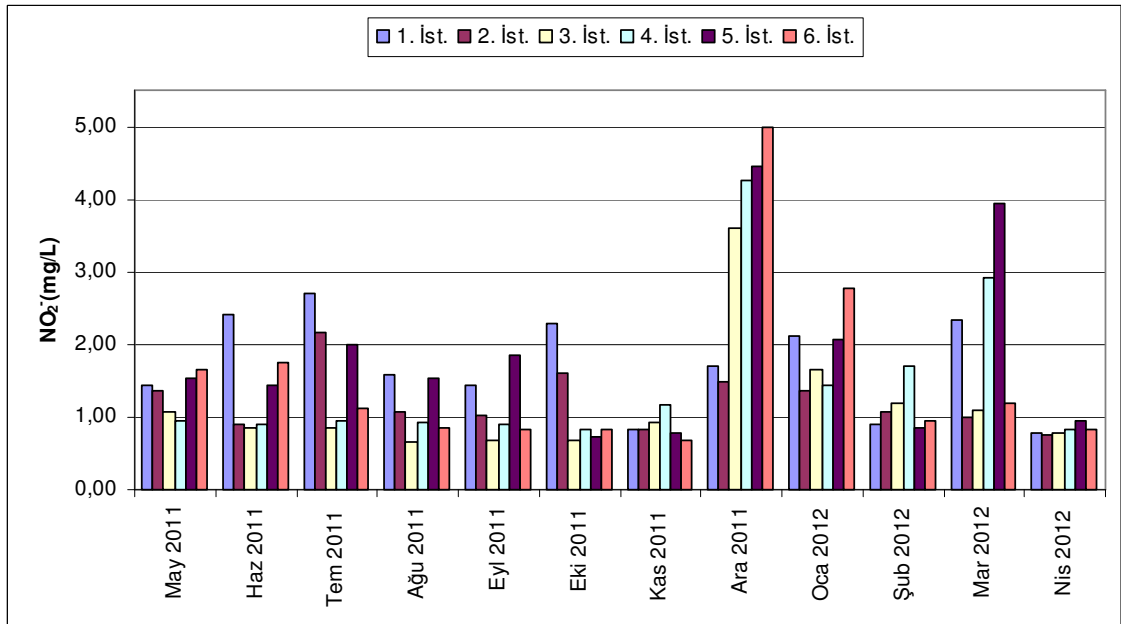
Sırakaraağaçlar Deresi üzerine yapılan çalışmada en yüksek amonyak değeri 370 mg/L olarak Haziran (2011) ayı 1. istasyonda ölçülürken, en düşük 25 mg/L olarak Ağustos (2011) ayı 2. istasyon ile Kasım ayı 5. istasyonda ölçüldü. Ortalama değer ise 65 mg/L olarak tespit edildi (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen amonyak değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.9. Nitrit (NO₂⁻)

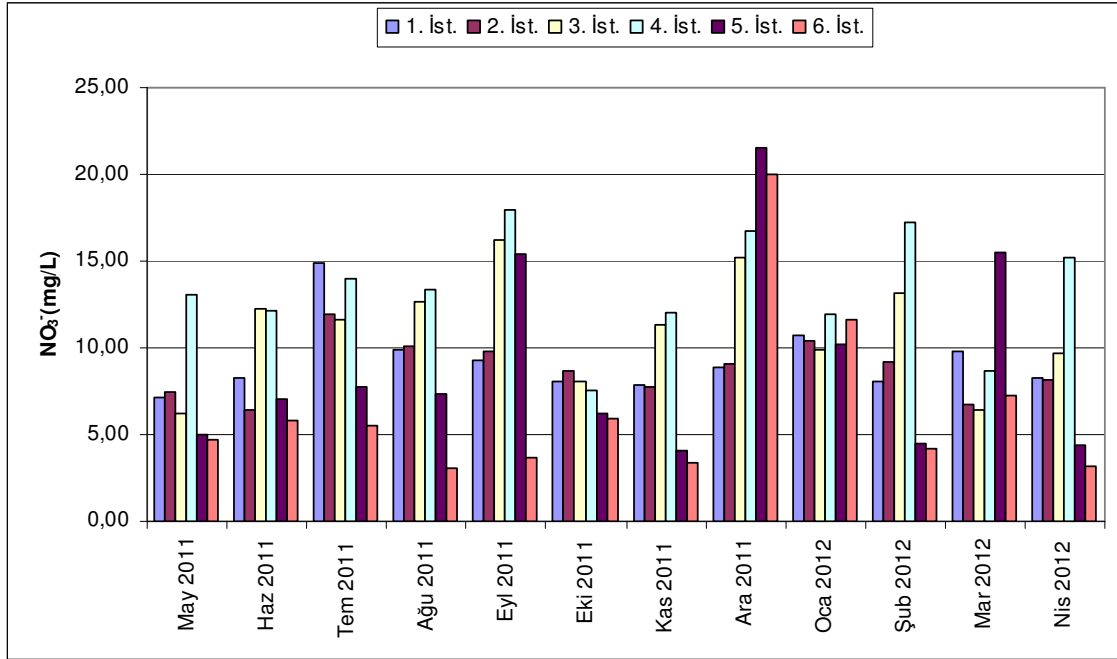
Yapılan araştırmada yıl boyunca ölçülen nitrit değerleri 0,65-4,98 mg/L arasında değişirken en düşük değer Ağustos (2011) ayı 3. istasyonda, en yüksek değer Aralık (2011) ayı 6. istasyonda ölçüldü. Ortalama değer ise 1,49 mg/L olarak tespit edildi (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen nitrit değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.1.2.10. Nitrat (NO_3^-)

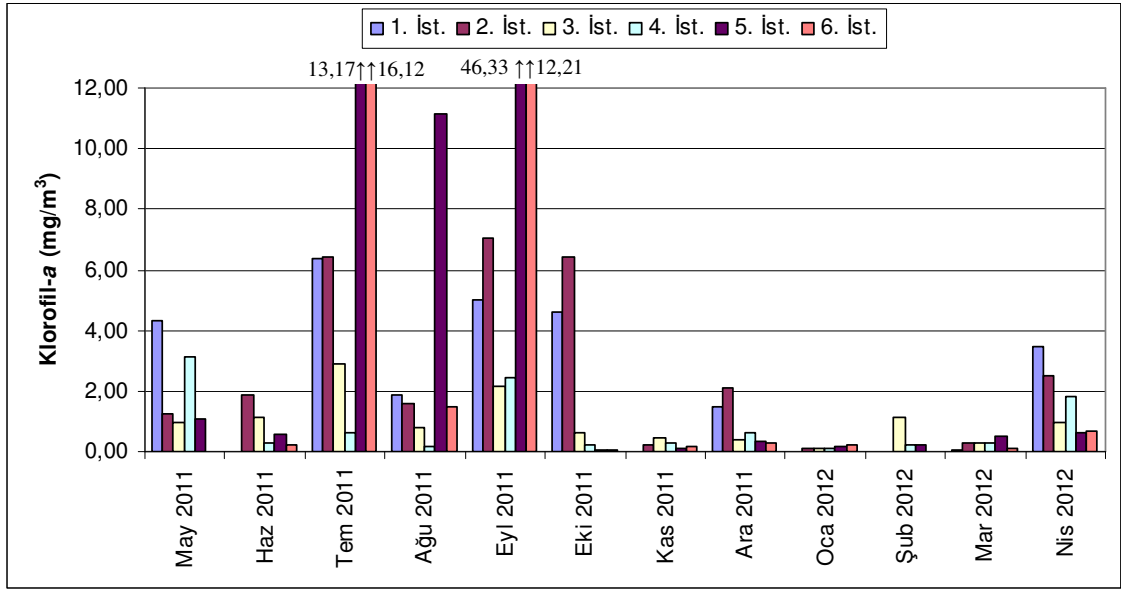
Araştırma periyodu boyunca en yüksek nitrat değeri 21,48 mg/L Aralık (2011) ayı 5. istasyonda, en düşük nitrat değeri 3,03 mg/L olarak Ağustos (2011) 6. istasyonda ölçüldü, ortalama nitrat değeri ise 9,67 mg/L olarak tespit edildi (Şekil 5.11).



Şekil 5.11. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen nitrat değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.2. Klorofil-*a* Miktarı

Sırakaraağaçlar Deresi'nin klorofil-*a* değerleri en yüksek Eylül (2011) ayında 5. istasyonda ($46,33 \text{ mg/m}^3$) tespit edildi. En düşük değerler ise Ocak (2012) ve Şubat (2012) aylarında ölçüldü. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen klorofil-*a* değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi Şekil 5.12'de verildi.

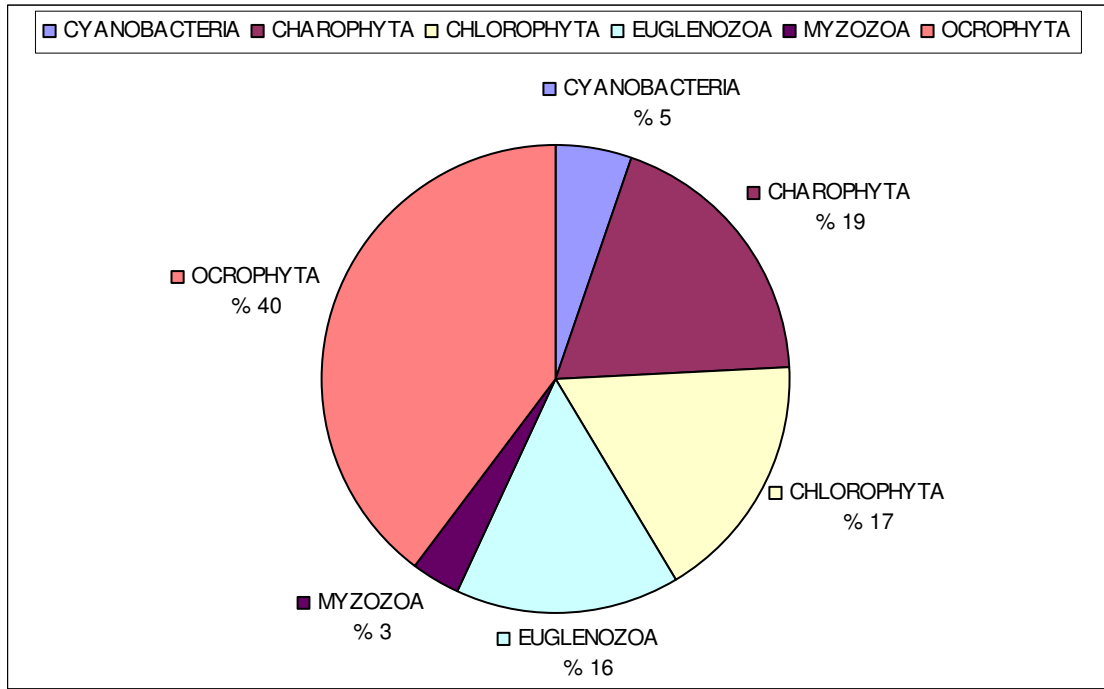


Şekil 5.12. Sırakaraağaçlar Deresi'nde ölçülen klorofil-*a* değerlerinin istasyonlardaki mevsimsel değişimi

5.3. Fikolojik Özellikler

Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonunda Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenozoa, Myxozoa ve Ocrophyta divizyonlarına ait 116 takson tespit edildi. Tespit edilen 116 taksonun % 5'i Cyanobacteria, %19'u Charophyta, %17'si Chlorophyta, %16'sı Euglenozoa, %3'ü Myxozoa ve % 40'ı Ocrophyta divizyonuna aittir.

Sırakaraağaçlar Deresi fitoplankton kompozisyonu Şekil 5.13'de ve tespit edilen takson listesi Çizelge 5.1'de verildi.



Şekil 5.13. Sırakaraağaçlar Deresi fitoplankton kompozisyonu

Çizelge 5.1. Sırakaraağaçlar Deresi su örneklerinde tespit edilen takson listesi

CYANOBACTERIA

CYANOPHYCEAE

- Anabaena augstumalis* Schmidle var. *marchica* Lemmermann
Anabaena flosaquae G.S. West
Coelosphaerium kuetzingianum Nägeli
Dolichospermum affine (Lemmermann) P. Wacklin, L. Hoffmann & J. Komárek
Phormidium chalybeum (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek
Trichormus catenula (Kützing ex Bornet & Flahault) Komárek & Anagnostidis

CHAROPHYTA

ZYGNEMATOPHYCEAE

- Closterium diana* Ehrenberg ex Ralfs
Closterium ehrenbergii Meneghini ex Ralfs
Closterium jenneri Ralfs
Closterium kuetzingii Brébisson
Closterium leibleinii Kützing ex Ralfs
Closterium littorale F. Gay
Closterium moniliferum Ehrenberg ex Ralfs
Closterium praelongum Brébisson var. *brevius* (Nordstedt) Willi Krieger
Closterium venus Kützing ex Ralfs
Cosmarium botrytis Meneghini ex Ralfs
Mougeotia depressa (Hassal) Wittrock
Mougeotia gracillima (Hassal) Wittrock
Mougeotia laevis (Kützing) W. Archer
Mougeotia scalaris Hassall
Spirogyra catenaeformis (Hassal) Kützing
Spirogyra circumlineata Transeau
Spirogyra condensata (Vaucher) Kützing

Devamı arkada

Çizelge 5.1. Devamı

Spirogyra crassa (Kützing) Kützing
Spirogyra dubia Kützing
Spirogyra protecta H.C. Wood
Spirogyra velata Nordstedt
Zygnema pectinatum (Vaucher) C. Agardh

CHLOROPHYTA

CHLOROPHYCEAE

Acutodesmus acuminatus (Lagerheim) Tsarenko
Coelostrum verrucosum (Reinsch) Reinsch
Eudorina elegans Ehrenberg
Golenkinia paucispina West & G.S. West
Gonium pectorale O.F. Müller
Kirchneriella lunaris (Kirchner) K.Möbius
Microspora floccosa (Vaucher) Thuret
Microspora wittrockii (Wille) Lagerheim
Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák
Monoraphidium mirabile (West & G.S. West) Pankow
Radiofilum flavescens G.S. West
Raphidocelis contorta (Schmidle) Marvan, Komárek & Comas
Sphaerella lacustris (Girod-Chantrons) Wittrock
Tetraedron regulare Kützing
Treubaria schmidlei (Schröder) Fott & Kovácik
Volvox tertius Meyer

TREBOUXIOPHYCEAE

Crucigenia tetrapedia (Kirchner) Kuntze
Crucigeniella rectangularis (Nägeli) Komárek
Nephrocytium agardhianum Nägeli

ULVOPHYCEAE

Ulothrix tenerrima (Kützing) Kützing

EUGLENOZOA

EUGLENOPHYCEAE

Euglena chlamydophora Mainx
Euglena deses Ehrenberg
Euglena gracilis Klebs
Euglena limnophila Lemmermann
Euglena oxyuris Schmarda var. *maior* (Woronichin) T.G. Popova
Euglena proxima P.A. Dangeard
Euglenaria caudata (Hüber) A. Karnowska-Ishikawa, E. Linton & J. Kwiatowski
Lepocinclis acus (O.F. Müller) Marin & Melkonian
Lepocinclis oxyuris (Schmarda) Marin & Melkonian
Lepocinclis spirogyroides Marin & Melkonian
Monomorphina pyrum (Ehrenberg) Mereschkowski
Phacus caudatus Hübner
Phacus circulatus Pochmann
Phacus helikoides Pochmann
Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin
Phacus pleuronectes (O.F. Müller) Nitzsch ex Dujardin
Phacus tortus (Lemmermann) Skvortzov
Trachelomonas lacustris Drezepolski

Devamı arkada

Çizelge 5.1. Devamı

MYZOZOA

DINOPHYCEAE

- Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin
Gymnodinium discoideale T.M. Harris
Gymnodinium uberrimum (G.J. Allman) Kofoed & Swezy
Peridinium cinctum (O.F. Müller) Ehrenberg
-

OCROPHYTA

BACILLARIOPHYCEAE

- Cocconeis pediculus* Ehrenberg
Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kützing) D.M. Williams & Round
Cyclotella antiqua W. Smith
Cyclotella ocellata Pantocsek
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J.C. Lewin
Cymatopleura solea (Brébisson) W. Smith
Cymatopleura solea var. *subconstricta* O. Müller
Diatoma tenuis C. Agardh
Diploneis smithii Brébisson Cleve var. *major* (Cleve) A. Amossé
Fragilariforma virescens (Ralfs) D.M. Williams & Round
Gomphonema acuminatum Ehrenberg
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst
Halamphora veneta (Kützing) Levkov
Meridion circulare (Greville) C. Agardh
Navicula fusoides Grunow
Navicula lyra Ehrenberg var. *ehrenbergii* Cleve
Navicula radiosa Kützing var. *genuina* Grunow
Navicula septentrionalis (Grunow) Gran
Nitzschia acicularis (Kützing) W. Smith
Nitzschia bergii A. Cleve
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow
Nitzschia dissipata var. *acula* (Hantzsch ex Cleve & Grunow) Van Heurck
Nitzschia hantzschiana Rabenhorst
Nitzschia incerta (Grunow) M. Peragallo
Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs
Nitzschia peisonis Pantocsek
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. Smith
Nitzschia vermicularis (Kützing) Hantzsch
Petroneis humerosa (Brébisson ex W. Smith) A.J. Stickle & D.G. Mann
Petroneis humerosa var. *constricta* (Cleve) E.Y. Haworth & M.G. Kelly
Placoneis elginensis (Gregory) E.J. Cox
Stauroneis anceps Ehrenberg
Stauroneis obtusa N. Lagerstedt
Staurosira construens Ehrenberg
Surirella brebissonii Krammer & Lange-Bertalot
Surirella brightwellii W. Smith var. *baltica* (Schumann) Krammer
Surirella smithii Ralfs
Synedra tabulata (C. Agardh) Kützing var. *grandis* Mereschk
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg
-

Devamı arkada

Çizelge 5.1. Devamı

<i>Tabellaria flocculosa</i> Roth (Kützing)
<i>Tabularia investiens</i> (W.Smith) D.M. Williams & Round
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) P. Compère
CHRYSTOPHYCEAE
<i>Dinobryon sociale</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
XANTOPHYCEAE
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle
<i>Tribonema affine</i> (Kützing) G.S. West

5.3.1. Fitoplanktonun Kompozisyonu

Cyanophyceae'den, *Anabaena augstumalis* var. *marchica*, 5. ve 6. istasyon dışında tüm istasyonlarda nadiren mevcut olarak kaydedildi. *Anabaena flosaquae* 2. istasyonda bazen mevcut, 1., 3., 4. ve 5. istasyonda nadiren mevcut bulunurken 6. istasyonda görülmedi. *Coelosphaerium kuetzingianum* 1. ve 6. istasyonda nadiren mevcut oldu. *Dolichospermum affine* ve *Trichormus catenula* sadece 3. ve 4. istasyonda nadiren mevcut olarak tespit edildi. *Phormidium chalybeum* 1. istasyonda nadiren mevcut olarak gözlemlendi.

Zygnematophyceae'den, *Closterium diana*, *Closterium jenneri*, *Closterium praelongum* var. *brevius*, *Cosmarium botrytis*, *Mougeotia depressa*, *Spirogyra circumlineata* 3. ve 4. istasyonda nadiren mevcut olarak kaydedildi. *Closterium ehrenbergii* ve *Closterium kuetzingii* 3. istasyonda bazen mevcut, 4. istasyonda nadiren mevcut olarak bulundu. *Closterium leibleinii* 3., 5. ve 6. istasyonda nadiren mevcut olarak gözlemlenirken, 4. istasyonda bazen mevcut olarak kaydedildi. *Closterium moniliferum* 2. ve 3. istasyonda nadiren mevcut ve 4. istasyonda bazen mevcut oldu. *Closterium venus* 3. istasyonda, *Closterium littorale* 4. ve 5. istasyonda nadiren mevcut olarak tespit edildi. *M. gracillima* 2., 3. ve 4. istasyonda, *M. laevis* 3. istasyonda nadiren mevcut olarak gözlemlendi. *S. velata* ve *Zygnema pectinatum* 4. istasyonda, *S. protecta* 1. ve 3. istasyonda, *S. dubia* 1., 3. ve 4. istasyonda nadiren mevcut oldu. *M. scalaris*, *S. catenaeformis* ve *S. crassa* 1. istasyonda, *S. condensata* 1. ve 2. istasyonda nadiren mevcut olarak kaydedildi.

Chlorophyceae'den, *Acutodesmus acuminatus* 3. ve 4. istasyonda; *Coelostrum verrucosum* 6. istasyon dışında tüm istasyonlarda, *Eudorina elegans* 3. ve 4. istasyonda;

Microspora wittrockii 5. istasyonda; *Monoraphidium arcuatum* 1. ve 2. istasyonda; *Golenkinia paucispina*, *Microspora floccosa*, *Radiofilum flavescens* ve *Sphaerella lacustris* 1. istasyonda nadiren mevcut olarak saptandı. *Volvox tertius* 4. istasyonda bazen mevcut ve 5. istasyonda nadiren mevcut olarak saptandı. *Gonium pectorale* 3. istasyonda nadiren mevcut, *Kirchneriella lunaris* 1. istasyonda bazen mevcut, 2. ve 4. istasyonda nadiren mevcut olarak saptandı. *Monoraphidium mirabile* 2. ve 4. istasyonda nadiren mevcut, 1. istasyonda bazen mevcut olarak, *Raphidocelis contorta* 2. istasyonda, *Treubaria schmidlei* 3. istasyonda ve *Tetraedron regulare* 2. ve 4. istasyonda nadiren mevcut olarak kaydedildi.

Trebouxiophyceae'den, *Nephrocytium agardhianum* 1. ve 2. istasyonda nadiren mevcut bulunurken; *Crucigeniella rectangularis* 1. ve 2. istasyonda bazen mevcut olarak saptandı. *Crucigenia tetrapedia* 1. istasyonda nadir ve 2. istasyonda bazen mevcut olarak görüldü.

Ulvophyceae'den, *Ulothrix tenerrima* 1. istasyonda nadiren mevcut olarak gözlemlendi.

Euglenozoa'dan, *Phacus pleuronectes* 2., 3. ve 6. istasyonda bazen mevcut, diğer istasyonlarda ekseriya mevcut olarak tespit edildi. *Euglena deses*, *Euglena gracilis*, *Euglena oxyuris* var. *maior*, *Euglenaria caudata* 1. istasyonda; *Euglena chlamydophora* 3. istasyonda; *Monomorphina pyrum* 4. istasyonda; *Phacus caudatus* 5. istasyonda, *Phacus. helikoides* 4. ve 5. istasyonda, *Trachelomonas lacustris* 3. ve 5. istasyonda ve nadiren mevcut olarak görüldü. *Euglena limnophila* tüm istasyonlarda, *Euglena proxima* 1., 2. ve 4. istasyonda nadiren gözlemlendi. *Lepocinclis acus* 1., 3. ve 4. istasyonda bazen mevcut, 5. ve 6. istasyonda nadiren mevcut olarak kaydedildi. *L. oxyuris*, 6. istasyonda bazen, diğer istasyonlarda nadiren gözlemlendi. *L. spirogyroides*, 3. ve 6. istasyonda nadiren görüldü. *Phacus circulatus* 1., 2. ve 3. istasyonda nadiren mevcut, 5. ve 6. istasyonda bazen mevcut olarak, *Phacus longicauda* 2. ve 3. istasyonda nadiren mevcut, 4. ve 5. istasyonda bazen mevcut ve 6. istasyonda ekseriya mevcut olarak kaydedildi. *Phacus tortus* 1., 2., 4. ve 5. istasyonda nadiren mevcut, 6. istasyonda bazen mevcut olarak tespit edildi.

Dinophyceae sınıfından, *Ceratium hirundinella* 1., 2., 3. ve 6. istasyonda, *Gymnodinium discoideale* 2. istasyonda, *Gymnodinium uberrimum* 3. ve 4. istasyonda, *Peridinium cinctum* 2. ve 3. istasyonda nadiren mevcut olarak kaydedildi.

Bacillariophyceae'den, *Ctenophora pulchella* 1. istasyonda nadiren mevcut, 2., 3., 4. istasyonda bazen mevcut ve 4., 5. istasyonda ekseriya mevcut olarak tespit edildi. *Placoneis elginensis* ve *Stauroneis obtusa* 3. istasyonda nadiren mevcut olarak saptandı. *Cylindrotheca closterium* 1., 2., 4. ve 5. istasyonda nadiren mevcut, 3. ve 6. istasyonda bazen mevcut olarak saptandı. *Cymatopleura solea* var. *subconstricta* 3. ve 5. istasyonda nadiren, 4. ve 6. istasyonda bazen mevcut olarak görüldü. *Diatoma tenuis* sadece 2. istasyonda, *Diploneis smithii* var. *major* 2., 3., ve 5. istasyonda nadiren mevcut olarak gözlemlendi. *Fragilariforma virescens* 1. ve 2. istasyonlarda bazen mevcut, *Gyrosigma acuminatum* 1., 2., 4. ve 5. istasyonda bazen mevcut, diğer istasyonlarda nadiren mevcut olarak gözlemlendi. *Meridion circulare* 6. istasyonda nadiren mevcut, 1. ve 5. istasyonda bazen mevcut, 2. ve 3. istasyonda ekseriya mevcut oldu. *Navicula lyra* var. *ehrenbergii* 3. ve 6. istasyonda nadiren mevcut, 1. ve 2. istasyonda bazen mevcut oldu. *Nitzschia dissipata* var. *acula* 2. istasyonda bazen mevcut, 3. istasyonda nadiren mevcut olarak tespit edildi. *Nitzschia longissima* 4. istasyonda bazen mevcut, 1., 3. ve 5. istasyonda ekseriya mevcut ve 2. istasyonda çoğunlukla mevcut olarak saptandı. *Surirella brightwellii* var. *baltica* 2., 4. ve 6. istasyonda nadiren mevcut, 1. ve 5. istasyonda bazen mevcut ve 3. istasyonda ekseriya mevcut olarak saptandı. *Synedra tabulata* var. *grandis* 2. 3. 4. ve 6. istasyonda nadiren mevcut olarak saptandı. *Synedra ulna* 2., 4. ve 5. istasyonda çoğunlukla mevcut, 1., 3. ve 6. istasyonda devamlı mevcut oldu. *Tabellaria flocculosa* 6. istasyonda nadiren mevcut, 1. istasyonda bazen ve 2. istasyonda ekseriya mevcut olarak gözlemlendi. *Tabularia investiens* 5. istasyonda bazen ve diğer istasyonlarda ekseriya mevcut olarak saptandı.

Chrysophyceae'den görülen tek tür *Dinobryon sociale* 3. ve 4. istasyonda nadiren mevcut olarak kaydedildi.

Xantophyceae sınıfından, *Ophiocytium capitatum* 2. ve 4. istasyonda, *Tribonema affine* 1. istasyonda nadiren mevcut olarak kaydedildi.

Sırakaraağaçlar Deresi'nde tespit edilen alg taksonlarının frekans değerleri Çizelge 5.2'de verildi.

Çizelge 5.2. Sırakaraağaçlar Deresi istasyonlarında tespit edilen alg taksonlarının frekans değerleri (%100-81 devamlı mevcut, %80-61 çoğunlukla mevcut, %60-41 ekseriya mevcut, %40-21 bazen mevcut ve %20-1 nadiren mevcut)

ORGANİZMA	1. İst.	2. İst	3. İst.	4. İst.	5. İst.	6. İst.
CYANOBACTERIA						
CYANOPHYCEAE						
<i>Anabaena augstumalis</i> Schmidle var. <i>marchica</i> Lemmermann	8	17	8	17		
<i>Anabaena flosaquae</i> G.S. West	17	25	8	17	8	
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli	8					8
<i>Dolichospermum affine</i> (Lemmermann) P. Wacklin, L. Hoffmann & J. Komárek			8	8		
<i>Phormidium chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	8					
<i>Trichormus catenula</i> (Kützing ex Bornet & Flahault) Komárek & Anagnostidis			8	8		
CHAROPHYTA						
ZYGNEMATOPHYCEAE						
<i>Closterium diana</i> Ehrenberg ex Ralfs			8	8		
<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini ex Ralfs			25	17		
<i>Closterium jenneri</i> Ralfs			17	17		
<i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson			33	17		
<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs			8	25	8	8
<i>Closterium littorale</i> F.Gay				8	8	
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs		8	17	25		
<i>Closterium praelongum</i> Brébisson var. <i>brevius</i> (Nordstedt) Willi Krieger			17	8		
<i>Closterium venus</i> Kützing ex Ralfs			8			
<i>Cosmarium botrytis</i> Meneghini ex Ralfs			8	17		
<i>Mougeotia depressa</i> (Hassall) Wittrock			8	17		
<i>Mougeotia gracillima</i> (Hassall) Wittrock		8	17	17		
<i>Mougeotia laevis</i> (Kützing) W. Archer			8			
<i>Mougeotia scalaris</i> Hassall	8					
<i>Spirogyra catenaeformis</i> (Hassall) Kützing	8					
<i>Spirogyra circumlineata</i> Transeau			8	8		
<i>Spirogyra condensata</i> (Vaucher) Kützing	8	8				
<i>Spirogyra crassa</i> (Kützing) Kützing	8					
<i>Spirogyra dubia</i> Kützing	8		8	8		
<i>Spirogyra protecta</i> H.C. Wood	8		8			
<i>Spirogyra velata</i> Nordstedt				8		
<i>Zygnema pectinatum</i> (Vaucher) C. Agardh				8		
CHLOROPHYTA						
CHLOROPHYCEAE						
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko			8	8		
<i>Coelostrum verrucosum</i> (Reinsch) Reinsch	8	8	8	8	8	
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg			17	17		
<i>Golenkinia paucispina</i> West & G.S. West	8					
<i>Gonium pectorale</i> O.F. Müller			8			
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbius	25	17		17		
<i>Microspora floccosa</i> (Vaucher) Thuret	8					
<i>Microspora wittrockii</i> (Wille) Lagerheim					8	

Devamı arkada

Çizelge 5.2. Devamı

ORGANİZMA	1. İst.	2. İst.	3. İst.	4. İst.	5. İst.	6. İst.
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov)	8	8				
Hindák						
<i>Monoraphidium mirabile</i> (West & G.S. West) Pankow	25	17		8		
<i>Radiofilum flavescens</i> G.S. West	8					
<i>Raphidocelis contorta</i> (Schmidle) Marvan, Komárek & Comas		8				
<i>Sphaerella lacustris</i> (Girod-Chantrons) Wittrock	8					
<i>Tetradron regulare</i> Kützing 1845		8		8		
<i>Treubaria schmidlei</i> (Schröder) Fott & Kovácik			17			
<i>Volvox tertius</i> Meyer				33	8	
TREBOUXIOPHYCEAE						
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	17	33				
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Nägeli) Komárek	25	25				
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Nägeli	8	8				
ULVOPHYCEAE						
<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing	8					
EUGLENOZOA						
EUGLENOPHYCEAE						
<i>Euglena chlamydophora</i> Mainx			8			
<i>Euglena deses</i> Ehrenberg	8					
<i>Euglena gracilis</i> Klebs	8					
<i>Euglena limnophila</i> Lemmermann	8	8	8	8	8	17
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda var. <i>maior</i> (Woronichin) T.G. Popova	8					
<i>Euglena proxima</i> P.A. Dangeard	8	8		8		
<i>Euglenaria caudata</i> (Hüder) A. Karnowska-Ishikawa, E. Linton & J. Kwiatowski	8					
<i>Lepocinclis acus</i> (O.F. Müller) Marin & Melkonian	33		25	25	17	8
<i>Lepocinclis oxyuris</i> (Schmarda) Marin & Melkonian	8	17	8	17	17	25
<i>Lepocinclis spirogyroides</i> Marin & Melkonian			8			8
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowski				8		
<i>Phacus caudatus</i> Hübner					8	
<i>Phacus circulatus</i> Pochmann	17	8	17		33	25
<i>Phacus helikoides</i> Pochmann				8	8	
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin		8	8	33	33	42
<i>Phacus pleuronectes</i> (O.F. Müller) Nitzsch ex Dujardin	42	33	33	42	42	33
<i>Phacus tortus</i> (Lemmermann) Skvortzov	8	8		8	17	25
<i>Trachelomonas lacustris</i> Drezepolski			8		8	
MYZOOZOA						
DINOPHYCEAE						
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Dujardin	8	8	8			8
<i>Gymnodinium discoideale</i> T.M. Harris		8				

Devamı arkada

Çizelge 5.2. Devamı

ORGANİZMA	1. İst.	2. İst.	3. İst.	4. İst.	5. İst.	6. İst.
<i>Gymnodinium uberrimum</i> (G.J. Allman)			8	17		
Kofoed & Swezy						
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müller)		8	8			
Ehrenberg						
OCROPHYTA						
BACILLARIOPHYCEAE						
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg			8			
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützing)	17	33	33	25	50	42
D.M. Williams & Round						
<i>Cyclotella antiqua</i> W. Smith	8	17	17	8	8	8
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	8	8				
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg)	8	17	33	17	8	25
Reimann & J.C. Lewin						
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith				8		
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>subconstricta</i>			17	33	8	33
O. Müller						
<i>Diatoma tenuis</i> C. Agardh		8				
<i>Diploneis smithii</i> Brébisson Cleve var.		17	17		17	
<i>major</i> (Cleve) A. Amossé						
<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs)	25	33				
D.M. Williams & Round						
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg				8		
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann)			8			
Brébisson						
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing)	25	25	17	33	25	8
Rabenhorst						
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov			8		17	8
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh	33	42	58		25	8
<i>Navicula fusoides</i> Grunow		8	8			
<i>Navicula lyra</i> Ehrenberg var. <i>ehrenbergii</i>	33	25	8			17
Cleve						
<i>Navicula radiosa</i> Kützing var. <i>genuina</i>		17		17		
Grunow						
<i>Navicula septentrionalis</i> (Grunow) Gran		8	8	8		8
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	8		8	8	17	
<i>Nitzschia bergii</i> A. Cleve	8	8	8			
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow			8	8	8	
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>acula</i> (Hantzsch ex		25	17			
Cleve & Grunow) Van Heurck						
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst	8					
<i>Nitzschia incerta</i> (Grunow) M. Peragallo	17	8			8	
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs	50	75	58	25	42	
<i>Nitzschia peisonis</i> Pantocsek			17			
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith			8			8
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch			8			17
<i>Petroneis humerosa</i> (Brébisson ex	8		8			
W. Smith) A.J. Stickle & D.G. Mann						
<i>Petroneis humerosa</i> var. <i>constricta</i> (Cleve)	8					
E.Y. Haworth & M.G. Kelly						
<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) E.J. Cox			8			
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg			8			

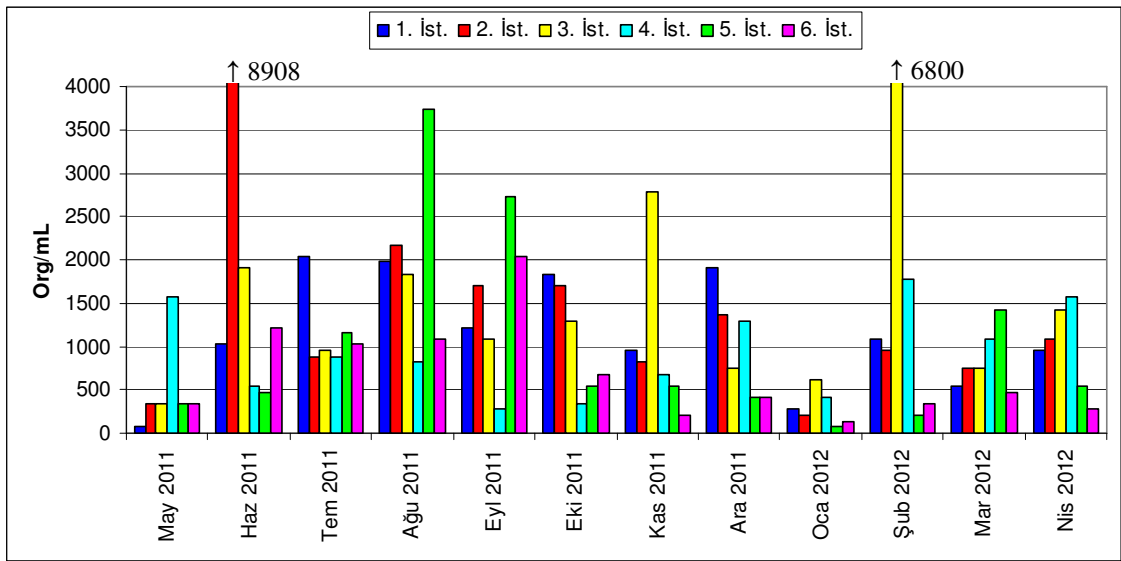
Devamı arkada

Çizelge 5.2. Devamı

ORGANİZMA	1. İst.	2. İst	3. İst.	4. İst.	5. İst.	6. İst.
<i>Stauroneis obtusa</i> N. Lagerstedt			8			
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	8		8			
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot				8		
<i>Surirella brightwellii</i> W. Smith var. <i>baltica</i> (Schumann) Krammer	33	17	50	17	25	8
<i>Surirella smithii</i> Ralfs			8			
<i>Synedra tabulata</i> (C. Agardh) Kützing var. <i>grandis</i> Mereschk		8	17	8		8
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	92	75	100	75	75	92
<i>Tabellaria flocculosa</i> Roth (Kützing)	25	42				8
<i>Tabularia investiens</i> (W. Smith) D.M. Williams & Round	50	50	42	42	25	50
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) P. Compère	8	8	8	8		
CHRYSTOPHYCEAE						
<i>Dinobryon sociale</i> (Ehrenberg) Ehrenberg			8	8		
XANTOPHYCEAE						
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle		8		8		
<i>Tribonema affine</i> (Kützing) G.S. West	8					

5.3.2. Fitoplanktonun Mevsimsel Değişimi

Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonunun mevsimsel değişimi, Mayıs 2011-Nisan 2012 aylarında çalışıldı ve toplam organizma sayısı Şekil 5.14’de verildi. Toplam organizma sayıları bakımından en yüksek değerlere sahip olan, Chlorophyta, Euglenophyta ve Ocrophyta divizyolarının istasyonlara göre mevsimsel değişim grafikleri Şekil 5.15-5.20’de verildi.



Şekil 5.14. Sırakaraağaçlar fitoplanktonu toplam organizma sayısının mevsimsel değişimi

Sırakaraağaçlar Deresi'nde, Mayıs (2011) ayında gözlemlenen en yüksek organizma sayısı, 1564 org/mL ile 4. istasyonda; en düşük organizma sayısı 68 org/mL ile 1. istasyonda gözlemlendi. *Synedra ulna*, 1., 5., 4. ve 6. istasyonda (%26-100) dominant tür oldu. 2. istasyonda %80 oranında gözlemlenen *Nitzschia longissima* dominant tür olurken, Mayıs-Eylül ayları arasında ise en çok gözlemlenen türler arasında bulundu. *S. ulna*, 2. istasyonda %20 ile subdominant tür oldu.

Organizma sayıları, Haziran (2011) ayında, en az 476 org/mL ile 5. istasyon; en çok 8908 org/mL ile 2. istasyonda kaydedildi. Mayıs (2011) ayına oranla, toplam organizma sayısı arttı. Bir yıllık örnekleme süresince en yüksek organizma sayısı Haziran (2011) ayında gözlemlendi. *Tabularia investiens* tüm istasyonlarda %11 ile %82 arasında değişen oranlarda gözlemlendi. *T. investiens*, %82 ile 2. istasyonda, %72 ile 6. istasyonda, %57 ile 5. istasyonda dominant tür oldu. *Phacus pleuronectes* 3. istasyonda %43 ile dominant tür oldu. *N. longissima* 6. istasyon dışında tüm istasyonlarda %4 ile %33 arasında orana sahip olurken, 1. istasyonda %33 ile dominant tür oldu. *Anabaena augstmalis* var. *marchica* 4. istasyonda %50 ile dominant tür oldu. *T. investiens*, %27 ile 1. istasyonda, %11 ile 3. istasyonda, %25 ile 4. istasyonda ve *N. longissima* %8 ile 2. istasyonda subdominant tür oldu.

Çalışmanın 3. ayı olan, Temmuz (2011)'da, en düşük organizma sayısı 884 org/mL ile 2. ve 4. istasyonda, en yüksek organizma sayısı 2040 org/mL ile 1. istasyonda tespit edildi. Temmuz (2011) ayındaki toplam organizma sayıları önceki aya göre biraz azaldı. 3. istasyon dışında tüm istasyonlarda, %12 ile %38 arasında

gözlemlenen tür *Tabularia investiens* oldu. *Nephrocytium agardhianum*, 1. istasyonda %43 ile dominant tür olurken; *Tabularia investiens*, 2. istasyonda %38, 4. istasyonda %23, 6. istasyonda %40 ile dominant tür oldu. *P. pleuronectes* ise, 3. istasyonda %21 ile, 5. istasyonda %24 ile baskın tür oldu. *Tabularia investiens* %27 ile 1. istasyonda, *Synedra ulna* %14 ile 3. istasyonda ve *Lepocinclis acus* %18 ile 5. istasyonda subdominant tür oldu.

Sırakaraağaçlar Deresi'nde, Ağustos (2011) ayında, en düşük organizma sayısı 816 org/mL ile 4. istasyonda, en yüksek organizma sayısı ise 3740 org/mL ile 5. istasyonda gözlemlendi. Ağustos (2011) ayında organizma sayıları, bir önceki aya göre arttı. *P. pleuronectes* Ağustos (2011) ayında tüm istasyonlarda görüldü ve %3 ile %73 aralığında değişen oranlarda tespit edildi. *P. pleuronectes*, %73 ile 5. istasyonun dominant türü olurken, *Nitzschia longissima*, %66 ile 2. istasyonda, %59 ile 1. istasyonda ve %26 ile 3. istasyonda dominant tür oldu. Bunun dışında, 4. (%25) ve 6. (%38) istasyonda dominant olan tür *Tabularia investiens* olarak kaydedildi. *Trachelomonas lacustris*, %15 ile 5. istasyonun, *Crucigenia tetrapedia*, %24 ile 1. istasyonun, %22 ile 2. istasyonun, *P. pleuronectes* %19 ile 3. istasyonun ve *Trachelomonas lacustris* %15 ile 5. istasyonun subdominant türü olarak tespit edildi.

Sonbaharın ilk ayı olan, Eylül (2011) ayında, en düşük organizma sayısı 272 org/mL ile 4. istasyonda, en yüksek organizma sayısı 2720 org/mL ile 5. istasyonda tespit edildi. Eylül (2011) ayında toplam organizma sayısında artış gözlemlendi. *P. circulatus*, 4. istasyon dışında tüm istasyonlarda, %3 ile %10 arasında değişen oranlarda gözlemlendi. *Nitzschia longissima*, 6. istasyon dışında tüm istasyonlarda gözlemlenip ve en yoğun %67 ile 1. istasyonda kaydedildi. *Nitzschia longissima*, 1. istasyonda %67, 2. istasyonda %24 ve 5. istasyonda %43 ile dominant tür olurken; *Tabularia investiens*, 3. istasyonda %19 ve 6. istasyonda %40 ile dominant tür oldu. *L. oxyuris*, %16 ile 2. istasyonda, *Tabularia investiens* %19 ile 3. istasyonda ve *Cylindrotheca closterium* %38 ile 5. istasyonda subdominant tür oldu.

Çalışmanın 6. ayı olan, Ekim (2011) ayında, toplam organizma sayısı 340 org/mL (4. istasyon) ile 1836 org/mL (1. istasyon) arasında değişti. Ekim ayında gözlemlenen toplam organizma sayısı Eylül (2011) ayına göre daha az oldu. Tüm istasyonlarda, *P. pleuronectes*, %4 ile %20 arasında değişen oranlarda görüldü. *Nitzschia longissima* 5. ve 6. istasyon dışında diğer istasyonların dominant türü olurken,

farklı yüzdelerde (%13-%60) tespit edildi. *Tabularia investiens*, 6. istasyonun, %20 ile dominant, 3. istasyonun %16 ile subdominant türü oldu. *Monoraphidium arcuatum*, %19 ile 1. istasyonda, %24 ile 2. istasyonda subdominant tür oldu.

Toplam organizma sayısı Kasım (2011) ayında, en düşük 204 org/mL ile 6. istasyonda, en yüksek 2788 org/mL ile 3. istasyonda kaydedildi. Kasım (2011) ayında toplam organizma sayıları bazı istasyonlarda artarken bazılarında azaldı. *Tabularia investiens* %17 ile 2. istasyonda dominant tür oldu. 3. istasyonda, *Nitzschia bergii* %15 ile dominant, *Nitzschia acicularis* %13 ile subdominant tür oldu. 6. istasyonda *Phacus tortus*, *Cyclotella antiqua* ve *Synedra ulna* %33'lük oranlarla kaydedildi.

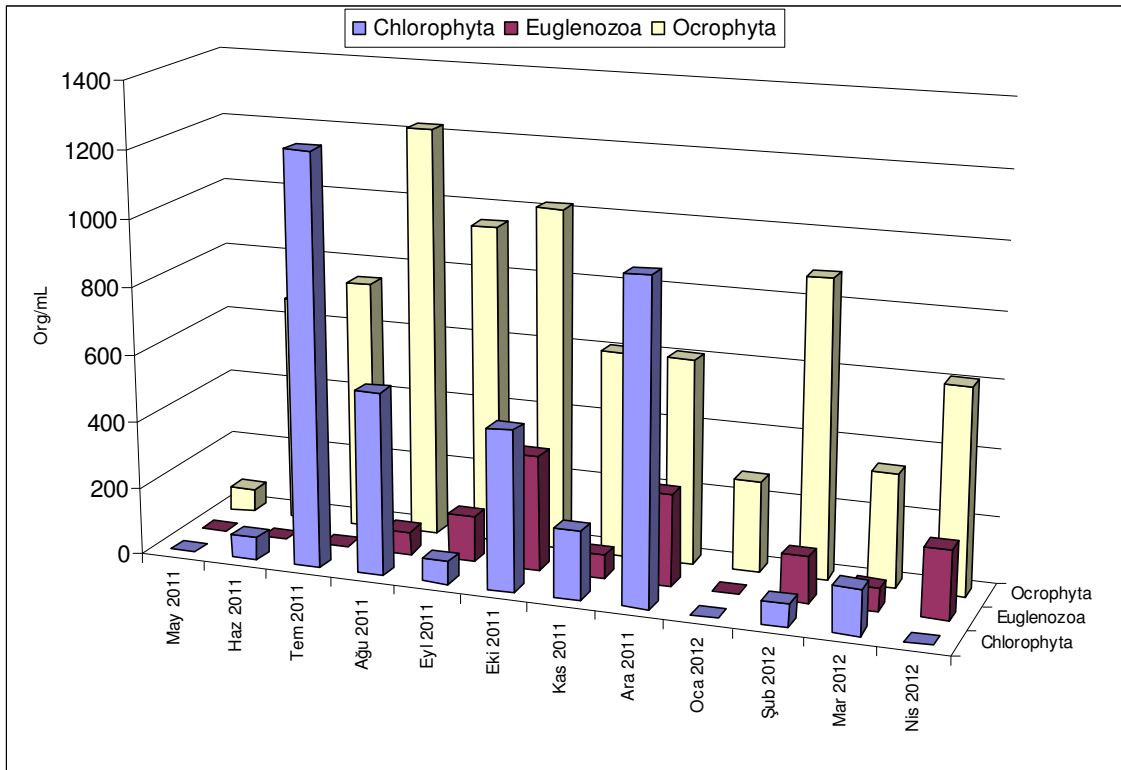
En yüksek organizma sayısının 1904 org/mL ile 1. istasyonda olduğu Aralık (2011) ayında, en düşük organizma sayısı ise 5. ve 6. istasyonda 408 org/mL olarak gözlemlendi. Aralık (2011) ayının toplam organizma sayıları, bazı istasyonlarda artış gösterirken, bazı istasyonlarda azaldı. *Monoraphidium mirabile*, %81 ile 1. istasyonda, %45 ile 2. istasyonda dominant tür olurken; *Synedra ulna* sırayla %27, %26 ve %33 ile, 3., 4. ve 5. istasyonlarda baskın tür olarak tespit edildi. *Synedra ulna* 2. istasyonda %10 ile, *Tabularia investiens* %11 ile 4. istasyonda subdominant tür oldu.

Toplam organizma sayısı Ocak (2012) ayında azaldı ve 68-612 org/mL arasında değişti. Yıl içinde en düşük toplam organizma sayısı bu ayda tespit edildi. 1., 4. ve 5. istasyonlarda dominant (%11-%100) tür *Synedra ulna* olarak kaydedildi. Bu ayda 6. istasyonda, %50 lik orana sahip olan türler, *Synedra ulna* ve *Ctenophora pulchella* oldu. *Navicula lyra* ve *Meridion circulare* %25 ile 1. istasyonda subdominant tür olurken, *Navicula lyra* var. *ehrenbergii*, *Tabellaria flocculosa* ve *Synedra ulna* 2. istasyonda %33'lük oranlarda kaydedildi.

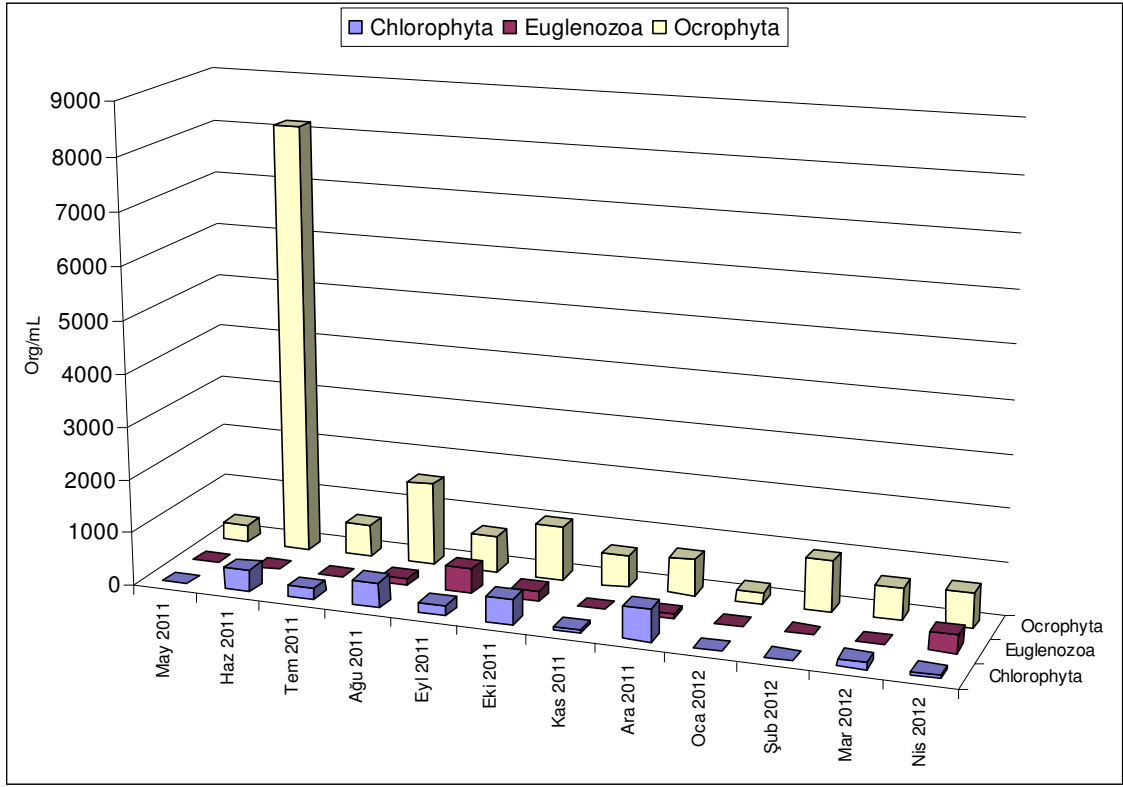
En düşük toplam organizma sayısının 5. istasyonda (204 org/mL) olduğu Şubat (2012) ayında, en yüksek organizma sayısı 3. istasyonda (6800 org/mL) gözlemlendi. Toplam organizma sayısı tüm istasyonlarda artış gösterdi. *Synedra ulna*, %7 ile %86 arasında değişen oranlara sahip olurken, 1. istasyonda %25 ile 3. istasyonda %86 ile, 4. istasyonda %69 ile dominant tür oldu. *Tabellaria flocculosa*, %36 ile 2. istasyonda; *Meridion circulare* ise %40 ile 6. istasyonda dominant oldu. *Surirella brightwellii* var. *baltica*, *Synedra ulna* ve *Ctenophora pulchella* %33'lük oranlar ile 5. istasyonda gözlemlendi.

Toplam organizma sayıları, Mart (2012) ayında, 476 org/mL (6. istasyon) ve 1428 org/mL (5. istasyon) arasında tespit edildi. İncelenen altı istasyondan bazılarında toplam organizma sayısı artarken bazılarında azalma görüldü. *Synedra ulna*, %9 ile %76 aralığında gözlemlendi ve 3. istasyonda (%18), 4. istasyonda (%44), 5. istasyonda (%76), ve 6. istasyonda (%57) baskın tür oldu. *Ctenophora pulchella*, 5. istasyonda %10 ile subdominant tür oldu.

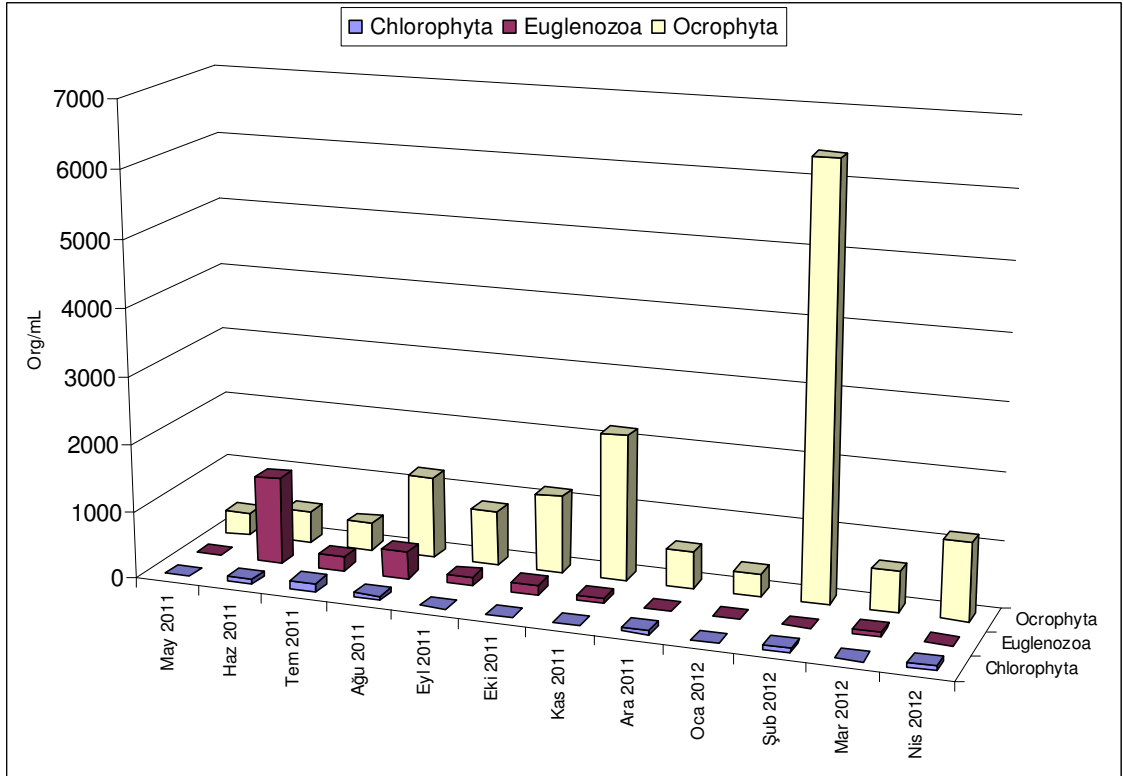
Yapılan çalışmanın 12. ayı olan Nisan (2012) ayının toplam organizma sayısı en fazla 1564 org/mL ile 4. istasyon, en düşük 272 org/mL ile 6. istasyonda tespit edildi. Toplam organizma sayısı 6. istasyon dışında diğer istasyonlarda artış gösterdi. *S. ulna*, %25 ile 5. istasyonda, %43 ile 3. istasyonda dominant olurken; 1. istasyonda %29 ile *Nitzschia longissima* ve 4. istasyonda %17 ile *Euglena proxima* dominant oldu. *Fragilariforma virescens*, %14 ile 1. istasyonda, *Meridion circulare*, %14 ile 3. istasyonda, *S. ulna*, %9 ile 4. istasyonda subdominant tür oldu.



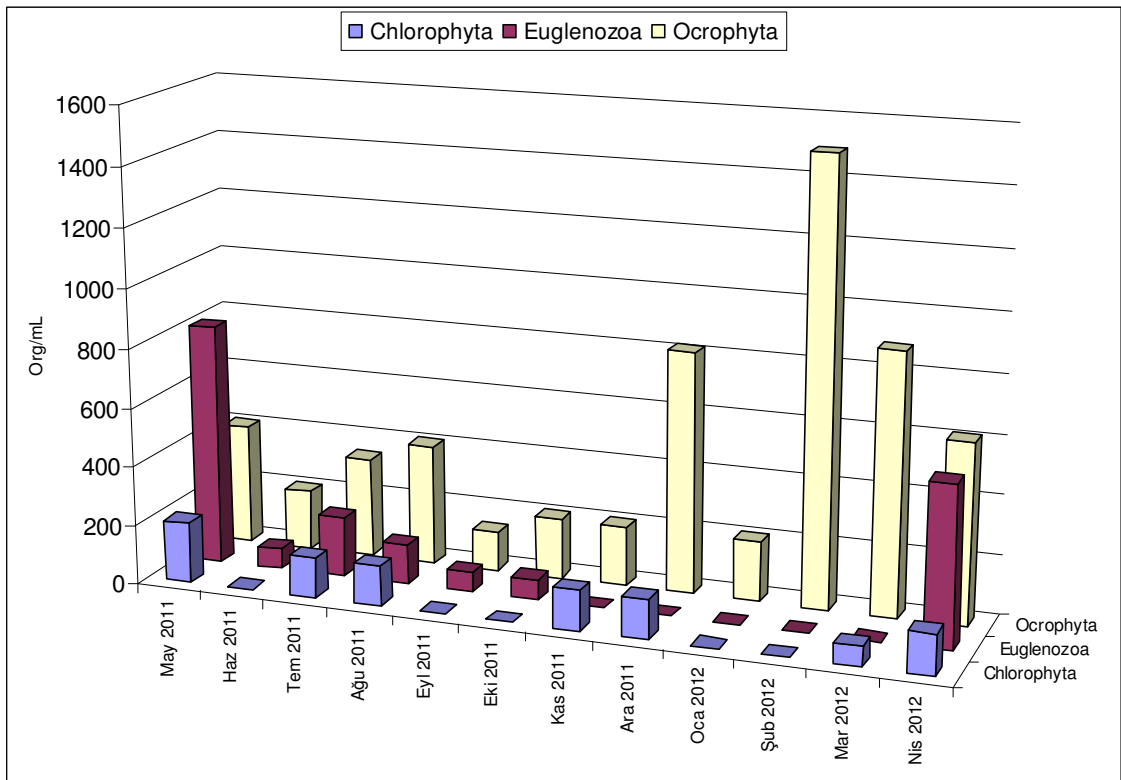
Şekil 5.15. Sırakaraağaçlar Deresi 1. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyonlarının mevsimsel değişimi



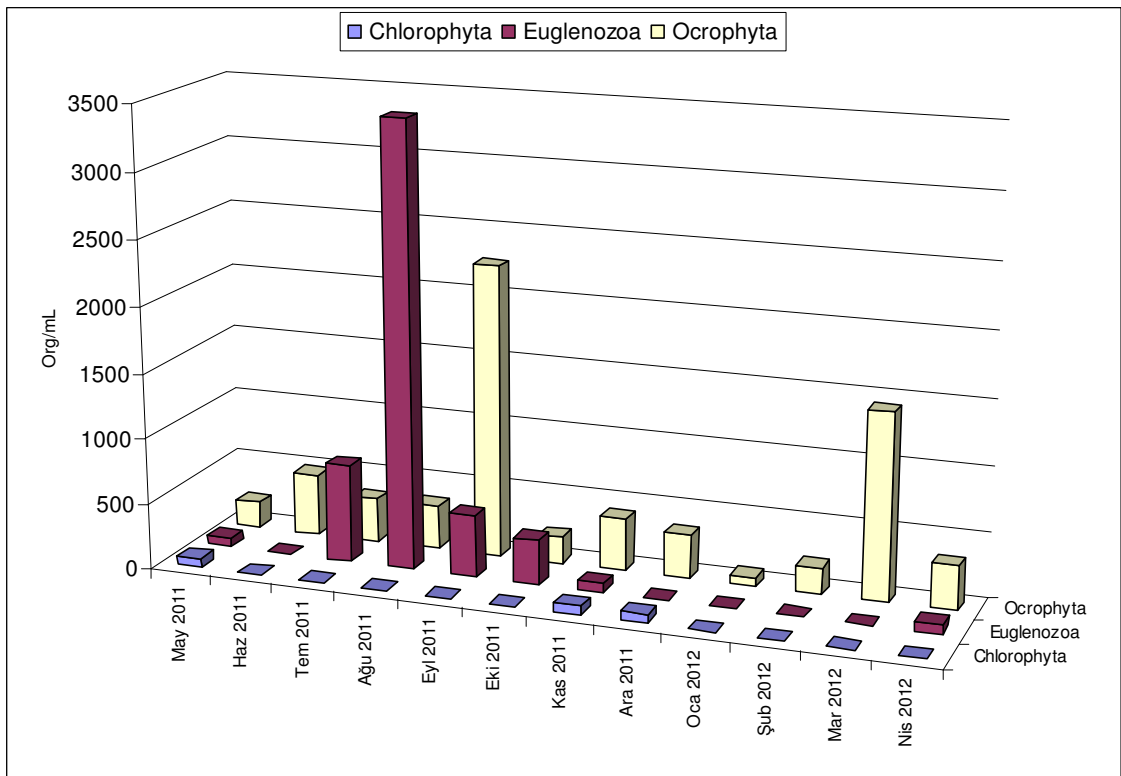
Şekil 5.16. Sırakaraağaçlar Deresi 2. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarının mevsimsel değişimi



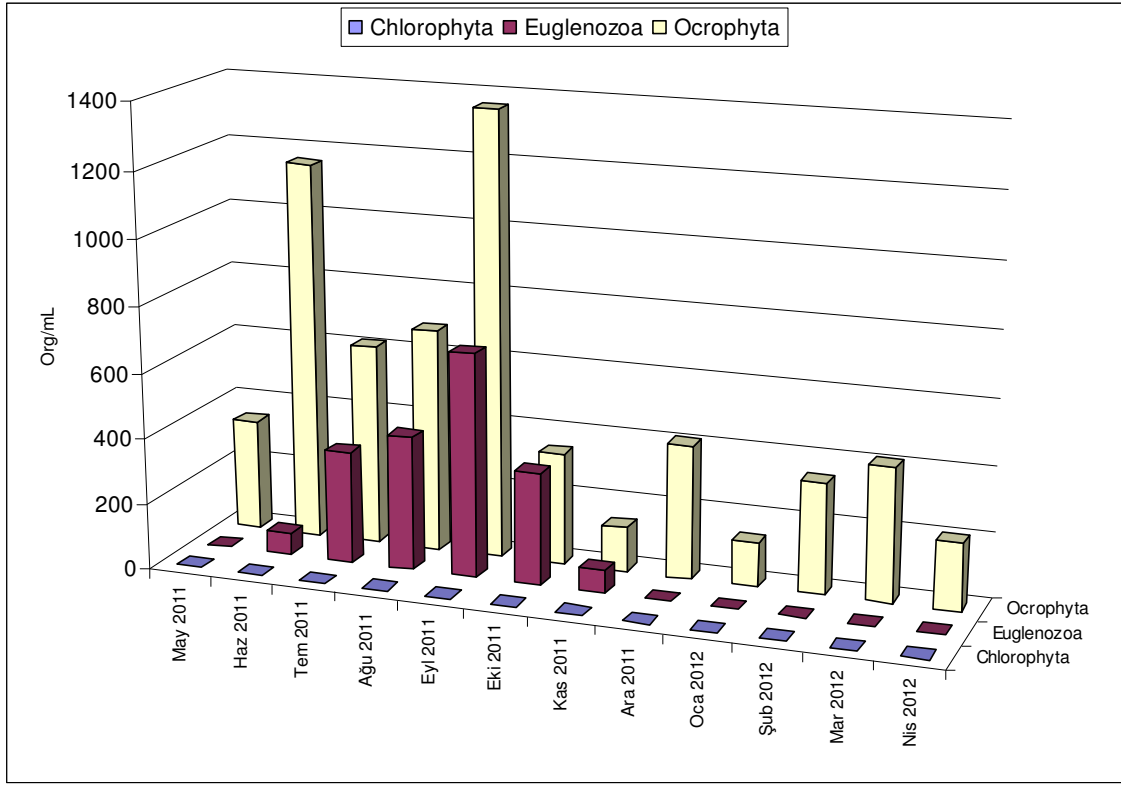
Şekil 5.17. Sırakaraağaçlar Deresi 3. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyolarının mevsimsel değişimi



Şekil 5.18. Sırakaraağaçlar Deresi 4. istasyonunda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyonlarının mevsimsel değişimi



Şekil 5.19. Sırakaraağaçlar Deresi 5. istasyonunda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyonlarının mevsimsel değişimi



Şekil 5.20. Sırakaraağaçlar Deresi 6. istasyonda Chlorophyta, Euglenozoa ve Ochrophyta divizyonlarının mevsimsel değişimi

5.4. Biyolojik Diversite İndeksleri

Sırakaraağaçlar Deresi'nde yapılmış olan diversite indekslerine göre, 1. istasyonda Shannon-Wiener Diversite İndeksi (H') en yüksek 3,81 ile Kasım (2011) ayında, en düşük 0,00 ile Mayıs (2011) ayında ölçüldü. Simpson Diversite İndeksi ($1-\lambda'$) en yüksek Kasım (2011) ayında 0,93 ve en düşük ise Mayıs (2011) ayında 0,00 olarak tespit edildi. Toplam tür sayısı en çok Aralık (2011) ayında 16, en az Mayıs (2011) ayında 1 olarak tespit edildi. Mayıs (2011) ayında gözlenen tek tür olan *Synedra ulna*, 1. istasyonda 68 org/mL olarak kaydedildi.

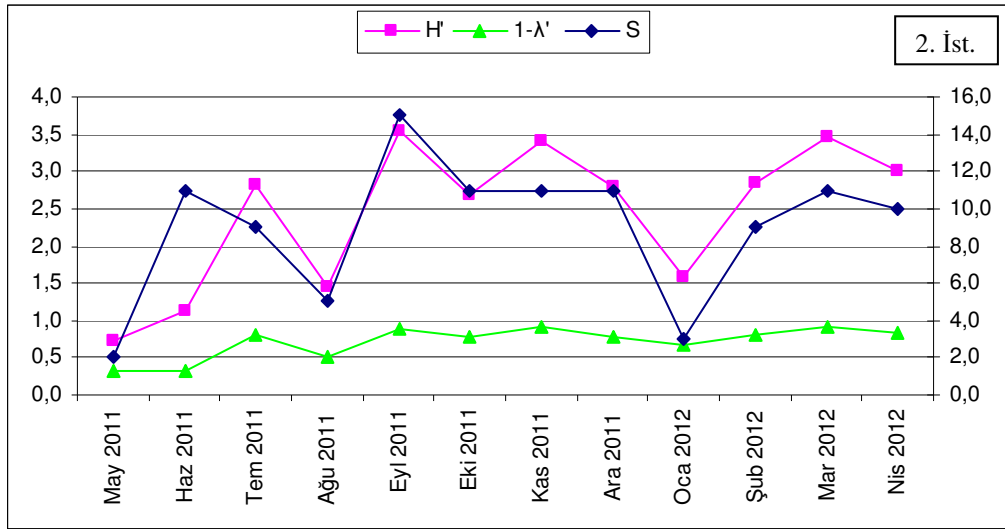
Yapılan çalışmada, 2. istasyonda, Shannon-Wiener Diversite İndeksi (H') en yüksek Eylül (2011) ayında 3,54 olarak, en düşük ise Mayıs (2011) ayında 0,72 olarak tespit edildi. Simpson Diversite İndeksi ($1-\lambda'$) ise en yüksek 0,91 ile Mart (2012) ayında, en düşük 0,31 ile Haziran (2011) ayında tespit edildi. 2. istasyonda tür sayıları en fazla 15 ile Eylül (2011) ayında, en düşük ise 2 organizma (*S. ulna* ve *Nitzschia longissima*) ile Mayıs (2011) ayında oldu. Mayıs (2011) ayında *Synedra ulna* 68 org/mL ve *N. longissima* 272 org/mL olarak tespit edildi.

3. istasyonda yapılan Simpson Diversite İndeksi ($1-\lambda'$) sonuçlarında, en yüksek değer 0,92 ile Kasım (2011) ayında, en düşük değer 0,26 ile Şubat (2012) ayında görüldü. Shannon-Wiener Diversite İndeksi (H') sonuçlarına göre en düşük 1,02 ile Şubat (2012) ayında, en yüksek değer 4,05 ile Kasım (2011) ayında görüldü. Toplam tür sayılarında en düşük değer 5 ile Mayıs (2011) ayında, en yüksek ise 22 ile Kasım (2011) ayında tespit edildi. Kasım (2011) ayındaki toplam organizma sayısı 3. istasyonda 2788 org/mL oldu. Bu ayda, *Nitzschia bergii* (340 org/mL) ve *N. acicularis* (408 org/mL) yoğun olarak gözlemlendi. Diversite indekslerinin en düşük değerinde olduğu Şubat (2012) ayında ise, *Synedra ulna* 5848 org/mL ile %86'lık orana sahip oldu.

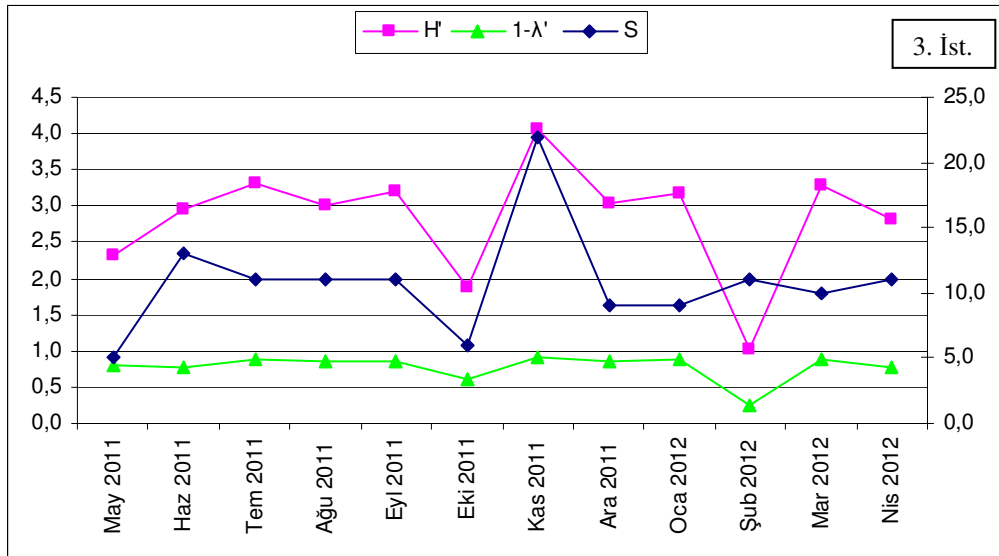
4. istasyonun Simpson Diversite İndeksi ($1-\lambda'$) sonuçlarına göre en düşük değer, 0,51 ile Şubat ayında, en yüksek değer 0,93 ile Nisan (2012) ayında görüldü. Shannon-Wiener Diversite İndeksi (H') sonuçlarına göre en düşük değer 1,37 ile Ekim (2011)'de, en yüksek değer 4,09 ile Nisan (2012) ayında görüldü. Sırakaraağaçlar Deresi'nin 4. istasyonunda, en yüksek tür sayısı 19 ile Nisan (2012) ayında, en düşük ise 3 ile Ekim (2011) ayında gözlemlendi. 4. istasyonun Ekim (2011) ayındaki toplam organizma sayısı 340 org/mL ve Nisan (2012) ayındaki organizma sayısı 1564 org/mL oldu. En yüksek tür sayısının 19 olduğu Nisan (2012) ayında diversite indeksleri de yüksek çıktı. Bu ayda 272 org/mL ile %17 oranında dominant olan tür *Euglena proxima* oldu.

Simpson Diversite İndeksi ($1-\lambda'$)'nin 5. istasyondaki sonuçları, en yüksek Ekim (2011) ve Kasım (2011) aylarında 0,88 ve en düşük ise Ocak (2012) ayında 0,00 olarak bulundu. Shannon-Wiener Diversite İndeksi (H') en düşük 0,00 ile Ocak (2012) ayında, en yüksek ise 3,10 ile Temmuz (2011) ayında bulundu. Toplam tür sayısı ise en yüksek 10 ile Temmuz (2011) ayında, en düşük ise 1 ile Ocak (2012) ayında görüldü. Ocak (2012) ayında 5. istasyonda görülen tek tür *S. ulna*'ydı ve toplam organizma sayısı 68 org/mL idi.

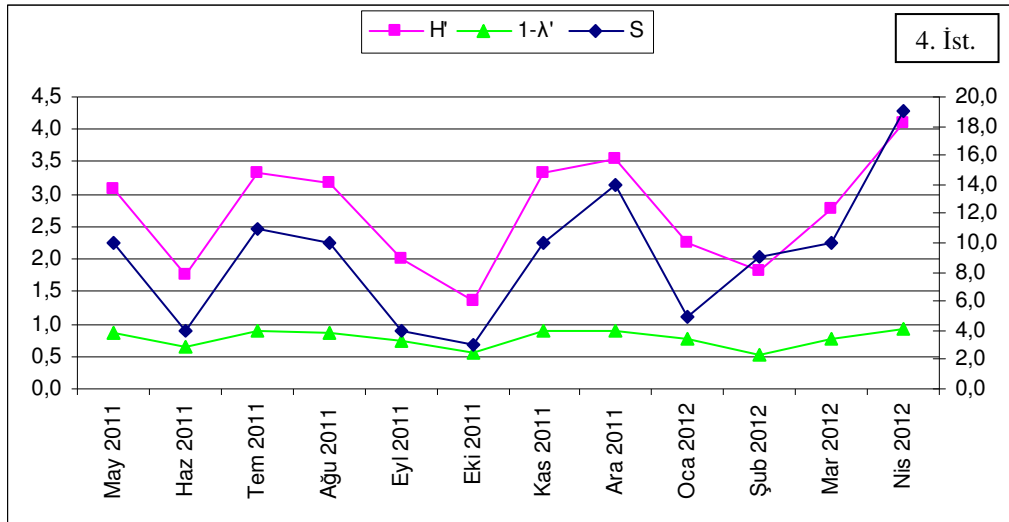
Çalışma istasyonlarının 6.sında, Simpson Diversite İndeksi ($1-\lambda'$) sonuçları, en düşük 0,00 ile Mayıs (2011) 'da, en yüksek ise 0,88 ile Ekim (2011)'de görüldü. Shannon-Wiener Diversite İndeksi (H') en düşük 0,00 ile Mayıs (2011) ayında, en yüksek 3,12 ile Ekim (2011) ayında gözlemlendi. Bu istasyonda gözlemlenen en yüksek tür sayısı 12 ile Eylül (2011) ayında oldu. En düşük tür sayısı 1 ile Mayıs (2011) ayında kaydedildi (*S. ulna*). Toplam organizma sayısı, 6. istasyonda en yüksek Eylül (2011)



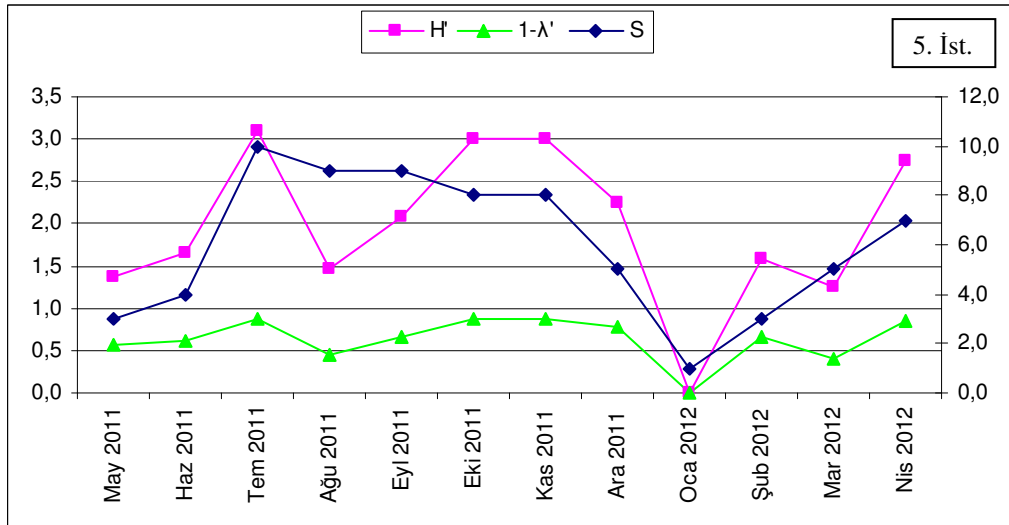
Şekil 5.22. Sırakaraağaçlar Deresi'nin 2. istasyonunda S (Toplam Tür), H' (log₂) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve 1-λ' (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi



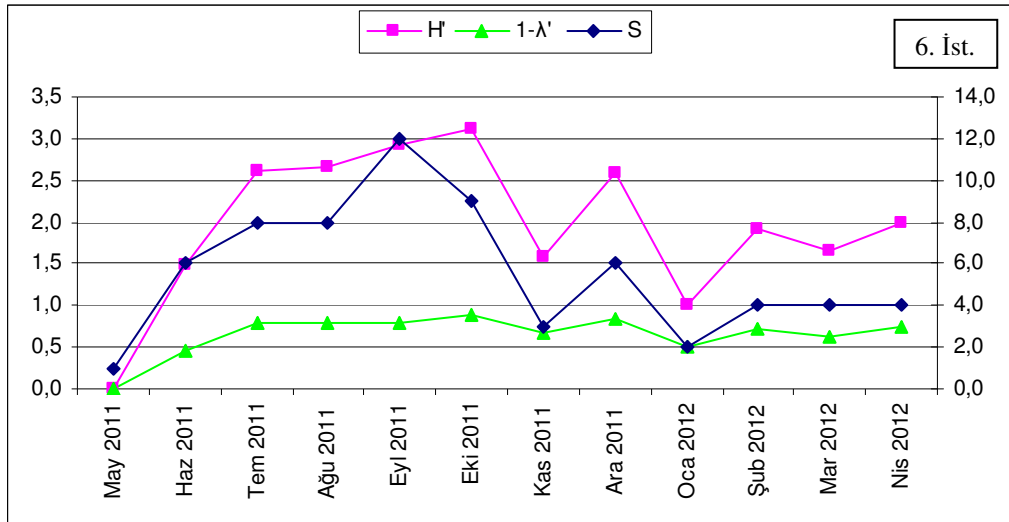
Şekil 5.23. Sırakaraağaçlar Deresi'nin 3. istasyonunda S (Toplam Tür), H' (log₂) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve 1-λ' (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi



Şekil 5.24. Sırakaraağaçlar Deresi'nin 4. istasyonunda S (Toplam Tür), H' ($\log_2$) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve 1-λ' (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi



Şekil 5.25. Sırakaraağaçlar Deresi'nin 5. istasyonunda S (Toplam Tür), H' ($\log_2$) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve 1-λ' (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi



Şekil 5.26. Sırakaraağaçlar Deresi'nin 6. istasyonunda S (Toplam Tür), H' (log₂) (Shannon-Wiener Diversite İndeksi) ve 1-λ' (Simpson Diversite İndeksi) değerlerinin mevsimsel değişimi

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sırakaraağaçlar Deresi fitoplankton florası ile dere suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri Mayıs (2011) ile Nisan (2012) tarihleri arasında incelenerek, fonksiyonel gruplara göre mevsimsel değişim tespit edildi, suyun kirlilik durumu belirlenerek, günümüzdeki ekolojik durumu ortaya konuldu.

Sıcaklık fotosentez oranının kontrolünde önemli bir faktördür (Davison, 1991) ve alglerde ortamdaki azot ve fosforun kullanımı açısından da etkilidir (Mallin ve ark., 1999). Akarsulardaki sıcaklığın değişimi; hava sıcaklığı, suyun akış hızı, suyun hacmi, derinliği ve akarsu yapısının değişikliği gibi birçok sebepten kaynaklanabilmektedir. Sırakaraağaçlar Deresi'nde, araştırma periyodu süresince en yüksek sıcaklık değeri 30,4 °C ile Temmuz (2011) ayında 2. istasyonda ölçülürken; en düşük sıcaklık değeri 5,4 °C ile Ocak (2012) ayında 5. istasyonda ölçüldü. Örneklem periyodu boyunca ortalama su sıcaklık değeri 15,9 °C oldu. Akarsuyun içinde bulunduğu iklim özellikleri ile sıcaklığı değişebilir (Wetzel, 2001). Çalışma periyodundaki su sıcaklığı değerleri ile Sinop ilinin hava sıcaklığı değerleri karşılaştırıldığında; Mayıs (2011) ayında artmaya başlayan atmosferik sıcaklık değerleri, Ağustos (2011) ayında düşmeye başladı. Derenin, 6,8 °C ile en düşük ortalama sıcaklığının olduğu Şubat (2012) ayında hava sıcaklığı da 6,1 °C ile çalışma periyodunun en düşük ortalamasına sahip oldu. Sırakaraağaçlar Deresi üzerine yapılmış daha önceki çalışmada ortalama sıcaklık 16,5 °C olarak ölçülmüştür (Karşlı, 2007). Bu çalışmanın değerleri şu an yapılmış olan çalışmaya göre ortalama 0,6 °C yüksek çıkmıştır. Sinop ilinin 2006 ve 2007 yılı hava sıcaklığı ortalamalarına bakıldığında 14,0 °C ve 15,2 °C olduğu görülmektedir. Çalışma periyodundaki hava sıcaklığı ortalamasının 13,7 °C olması ile kıyaslandığında, dere suyu sıcaklığının neden daha düşük çıktığını iklimle ilişkilendirmek mümkündür. Ayrıca bölgede sanayi tesisinin olmaması ve dışarıdan su girişi olmayışı suyun sıcaklığının normal iklim koşullarında kalmasını sağlamaktadır. Karamenderes Çayı (Akgül, 2006), Peri Çayı (Pala ve Çağlar, 2008), Köprü Çayı (Morkoyunlu, 1995), Melen Nehri (Baykal ve ark., 2011), Kirmir Çayı (Zencir ve ark., 2011)'nda da su sıcaklıkları 2,0-27,0 °C arasında değişmiştir. Sırakaraağaçlar Deresi suyunun, Türkiye'deki kıta içi su kaynakları sınıflandırmasına göre su sıcaklığı bakımından, I. Sınıf, yüksek kaliteli su grubuna girdiği tespit edildi.

Çözünmüş oksijen akarsulardaki biyolojik yaşam için önemli öğelerden biridir. Oksijenin su içindeki miktarı, su yüzeyinin havalanması ve su içindeki kimyasal ve

mikrobiyal işlemler için oksijenin tüketilmesi ile dengelenmektedir. Buna ek olarak, fotosentetik organizmaların ürettiği ve tükettiği oksijen de oksijen döngüsüne dahildir (Williams ve Boorman, 2012). Çözünmüş oksijen miktarı, heterotrof organizmalar için hayati öneme sahiptir. Ortamda bulunan çözünmüş oksijen miktarının azalması, oksijen toleransı dar olan organizmaların yaşamını tehdit etmektedir. Oksijenin düşük sıcaklıkta çözünme oranının daha fazla olmasından dolayı, oksijen miktarı kış aylarında daha yüksektir. Bunun dışında, akarsularda suyun akış hızı ve yüzey alanının artışı da hava ile olan temas yüzeyini artıracığı için oksijen miktarının artmasına olanak sağlamaktadır (Çiçek ve ark., 2010). Sırakaraağaçlar Deresi'nin yıllık ortalama çözünmüş oksijen miktarı 8,65 mg/L olarak ölçüldü. Araştırma periyodu süresince, altı istasyonun çözünmüş oksijen değerlerine bakıldığında, en yüksek değer Kasım (2011) ayında 4. istasyonda 18,10 mg/L olarak görüldü. Ekim (2011) ayında ise, çözünmüş oksijen değeri yılın en düşük değeri ile 2,75 mg/L olarak 6. istasyonda tespit edildi. Sırakaraağaçlar Deresi'nin çalışma periyodunda, Ocak (2012) ve Şubat (2012) aylarında derenin bulunduğu ortamda kar yağışının olması ve sıcaklığın düşük olması oksijen çözünürlüğünü arttırmış ve çözünmüş oksijen değerleri yükselmiştir. Karşı'nın 2007 verilerine bakıldığında ortalama çözünmüş oksijen miktarı 5,79 mg/L olarak verilmiştir. Bu çalışmada ölçülen oksijen değerlerin daha fazla çıkması, çözünmüş oksijen bakımından derenin zenginleştiğini göstermektedir. Bu durum fotosentetik organizmaların artmış olabileceğini ya da hava sıcaklığı ortalamasının düşük olmasından dolayı oksijen çözünürlüğü artışının var olduğunu göstermektedir. Ayrıca Çekerek Deresi (Duran ve Suiçmez, 2007), Aksu Çayı (Kalyoncu ve ark., 2008), Tortum Çayı (Kıvrak ve Gürbüz, 2010) ve Amga Deresi (Gabshev ve Gabysheva, 2011) üzerine yapılan çalışmalarda da çözünmüş oksijen değerlerinin sıcaklık ile ters orantılı olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanı kıta içi su kaynakları sınıflandırmasına göre, çözünmüş oksijen miktarı bakımından, Sırakaraağaçlar Deresi I. Sınıf yani yüksek kaliteli su olarak tespit edildi.

Örnekleme periyodu süresince Sırakaraağaçlar Deresi'nin rengi yeşil-sarı ile esmer arasında değişti ve istasyonlarda farklılık gösterdi. Suyun renginde, yağışlar ve rüzgarlar ile dip sedimentinin suya karışması sonucu oluşan bulanıklığın etkisi olduğu gözlemlendi. Yaz aylarının sonunda iklime bağlı olarak suyun rengi sarı ve yeşil tonlar arasında değişim gösterdi. Ağustos (2011) ayında yağışın azalması ve artan sıcaklıklar ile beraber sudaki yoğun fitoplankton üremesi suyun renginin yeşil olmasına neden oldu. Sonbaharda ise yağışların artması ile birlikte özellikle nehir ağzına yakın olan

istasyonlarda bulanıklık arttı. Kış mevsiminde yağış olan dönemlerde çamurlu ve sarı olan su rengi yağış olmayan zamanlarda berrak olarak gözlendi. İlkbahar başında ise yağışların etkisiyle tamamen çamurlu olan suyun rengi kahverengi olurken, Nisan (2012) ayında azalan yağışlar ile durgunlaşarak su sarı ve berrak oldu.

Elektrik iletkenliği, bir sıvının içindeki toplam çözünmüş katı madde miktarı ile orantılıdır. Toplam katı madde miktarı arttıkça elektrik iletkenliği de artmaktadır. Sıcaklık artışı ile doğru orantılı olan elektrik iletkenliği hava sıcaklığının artışı ile artmaktadır (Hayashi ve ark., 2012). Yapılan araştırmada en yüksek iletkenlik değeri 15780 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Haziran (2011) ayında 2. istasyonda, en düşük iletkenlik değeri 209 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Şubat (2012) ayında 4. istasyonda ölçüldü. Haziran (2011) ayında 2. istasyonun su sıcaklığının 23,3 °C ve Şubat (2012) ayında 4. istasyonun su sıcaklığının 6,6 °C olduğu görüldü. Bu aylarda var olan toplam çözünmüş katı madde miktarlarının da elektrik iletkenliği ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. Toplam sertlik analizinde ölçülen, Ca^{2+} ve Mg^{2+} elementlerinin suyun içinde çözünmüş katı madde miktarına katkısı olduğu bilinmektedir (Külköylüoğlu, 2006). Thompson ve ark., (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada da toplam sertlik ile elektrik iletkenliğinin birbiri ile ilişkili olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, en yüksek toplam sertlik değeri olan 171 FS° Haziran (2011) ayı 2. istasyonda ölçülürken en yüksek elektrik iletkenliği değeri de aynı ay ve istasyonda tespit edildi. Sırakaraağaçlar Deresi'nde yapılan çalışma, elektrik iletkenliğinin toplam sertlik ile doğru orantılı olduğunu desteklemektedir. Ortalama iletkenlik değeri ise 2537 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edildi. Karşlı (2007) ise 0,47 ile 17,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişen değerler elde etmiştir. Bu değerler ile son değerler arasındaki fark çok yüksektir. Bu durumun sebebi, dere suyunun çözünmüş katı madde miktarındaki artış olabilir. İletkenlik değerleri ölçülmüş diğer akarsulardan Ankara Çayı istasyonları ile Sırakaraağaçlar Deresi'nin ilk iki istasyonu çok farklı olmuştur. Sebebi Sırakaraağaçlar Deresi'nin ilk iki istasyonunun denize yakın olması ve tuzluluk etkisinde bulunmasıdır, bu elektrik iletkenliğini yükselten bir faktör olmuştur (Ulusoy, 2006).

Sulardaki pH, oksijen üretimi ve karbondioksit tüketimi ile değişmekte yani pH fotosentetik aktiviteden etkilenmektedir (Odum, 1956). Örnekleme süresince pH değeri 9,17 [Eylül (2011), 4. İstasyon] ile 7,28 [Mayıs (2011) ve Ocak (2012), 4. İstasyon] arasında değişti. Ortalama pH değeri ise 7,98 olarak tespit edildi. Karşlı (2007)'nin yaptığı çalışmada bu akarsudaki pH değerleri 5,61 ile 7,24 arasında değişiklik göstermiştir. Bu çalışmanın verilerine göre 2011-2012 senesindeki pH değerleri

alkalinite bakımından artış göstermiştir. Sucul ortamda pH değerlerinin 8-10 arasında bulunması fotosentezde kullanılan CO₂'in hücre zarından geçişi kolaylaşır ve fotosentez hızı artar (Bozniak ve Kennedy, 1968). Buna göre derede fotosentetik aktivite artmış olabilir. Derede önceki çalışmaya göre artmış olan çözünmüş O₂ konsantrasyonu da bunu doğrular niteliktedir. Çalışma süresince istasyonlar ve aylar arasındaki pH değerlerinde büyük değişiklikler olmamıştır. Elde edilen verilere göre pH açısından su kalite parametresi IV. Sınıf, çok kirlenmiş su olarak tespit edildi. ABD'de bulunan Animas (Colorado) Nehri üzerine yapılan çalışmada nehirdeki diyatome kompozisyonunun pH değerlerinden etkilendiği sonucuna varılmıştır (Sgro ve ark., 2007). Round (1993)'a göre, *Synedra*, *Fragilaria*, *Nitzschia*, *Amphora* ve *Cyclotella* alkalın sularda geniş yayılıma sahiptir. Sırakaraağaçlar Deresi'nde tespit edilmiş olan *Synedra*, *Fragilaria* ve *Nitzschia* türleri de bunu destekler niteliktedir. Sarıyar Barajı (Ankara)'nda yapılan çalışmada pH 7,4 ile 10,0 arasında (Atıcı ve Obalı, 2006) tespit edilmiştir. Çekerek Deresi'nde yapılan çalışmada, pH değerleri 6,50 ile 8,50 arasında değişmiştir (Duran ve Suiçmez, 2007). Tokat ilinde bulunan Çekerek Deresi'nin Sinop ile aynı iklim kuşağında olması derelerin pH değerleri arasında benzerlik teşkil etmiştir.

Oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), incelenen sucul ekosistemin kendini yenileme ve temizleme potansiyeli anlamına gelir. Yani kontamine maddelerin ve ölen organizmaların organik parçalarının inorganik parçalara dönüştürülme hızını ifade etmektedir. Genellikle ORP değerinin yüksek olması o ortamın sağlıklı olduğu anlamına gelmektedir ve temiz sularda ORP 300-500 mV arasındadır (Horne ve Goldman, 1994; Wetzel, 1983). Araştırma süresince en yüksek ORP değeri 2. istasyonda Mayıs (2011) ayında 129,5 mV olarak, en düşük 3. istasyonda Haziran (2011) ayında 8,9 mV olarak ölçüldü. Ortalama ORP değeri 79,6 mV olarak ölçüldü. Çalışma sonucunda değerlerin 300-500 mV arasında olmaması dere suyunun kendini yenileme ve temizleme potansiyelinin düşük olduğu anlamına gelmektedir.

Sudaki sertliğin en önemli kaynağı, çözünebilen polivalent (farklı iyon yüküne sahip olabilen element) metalik iyonlardır. Bunlar çökelmiş ya da tortul olarak bulunan kayalardan sızıp, topraktan akarak sulara karışmaktadır. Kalsiyum ve magnezyum bu elementlerden en önemlileridir. Bunlar birçok kayacın yapısında ve kireçli yerlerde bulunur. Alüminyum, baryum, demir, manganez ve çinko da sertliği arttıran diğer polivalent elementlerdir. Kalsiyum ve magnezyum elementleri biyolojik olarak organizmaların bünyesinde bulunan iyonlardır. Fakat fazlasının metabolizmada zararlı etkiler gösterdiği bilinmektedir (WHO, 2011). Araştırma periyodu boyunca en yüksek

toplam sertlik değeri 171,2 FS° olarak Haziran (2011) ayı 2. istasyonda, en düşük toplam sertlik değeri 0,4 FS° olarak Mayıs (2011) ayı 5. istasyonda ölçüldü. Ortalama sertlik değeri ise 33 FS° olarak tespit edildi. Darıören Deresi (Çiçek ve ark., 2010) 218 mg/L ile çok sert su, Tortum Çayı (Kıvrak ve Gürbüz, 2010) 165 mg/L ile sert su, Dicle Nehri (Yıldırım ve Tanrikulu, 2011) 206 mg/L ile çok sert su olarak değerlendirilmiştir. Sırakaraağaçlar Deresi'nin ise 330 mg/L ile sertlik oranı daha fazla çıkmıştır. Buna göre, çalışılan derenin suyu, uluslar arası su sertlik kriterlerine göre, çok sert su sınıfındadır. İçme suyu kriterlerine göre de çok serttir (Külköylüoğlu, 2006). Diğer akarsulardan daha yüksek seviyede sertliğe sahip olması Sırakaraağaçlar Deresi, nehir yatağının toprak yapısından kaynaklı olabilir. Kireç oranı yüksek olan topraklarda akarsulara, yağışlar aracılığı ile zamanla bu mineraller karışır ve suyun sertlik oranı artabilir. Nitekim, en yüksek ortalama sertlik değerlerinin olduğu aylara [Haziran (2011), Ekim (2011) ve Aralık (2011)] bakılırsa, bu ayların en fazla ortalama yağış olan aylar olduğu görülebilir.

Fitoplankton için önemli besleyici minerallerden biri olan fosforun suda çözünmüş hali organizmaların metabolizmasına dahil olabilmektedir. Fosfor, algler için çok önemlidir ve fitoplankton için sınırlayıcı faktördür. İnsan etkileri ile artan fosfor, girdiğı sucul ortamda alglerin yapısına katılarak aşırı üremelerine sebep olabilmektedir (Lampert ve Sommer, 2007). Yapılan araştırmada fosfor değeri 0,00-6,48 mg/L arasında değiştirdi. En yüksek değer Temmuz (2011) ayı 3. istasyonda ölçülürken ortalama fosfor değeri 1,06 mg/L olarak ölçüldü. Kıtaçi su kaynakları sınıflarına göre Sınıf IV yani çok kirlenmiş su sınıfında bulundu. Çalışma alanında gözlemlenen birbirinden farklı fosfor değerleri, akarsuyun bazı bölgelerinin insan etkisi altında olabileceğini düşündürmektedir. Çalışma alanında noktasal kirlenici unsur (fabrika, mezbahe gibi) bulunmasa da, etrafındaki yerleşim alanlarının atık su deşarj noktası olabileceğini akla getirmektedir. Böylece fosfor konsantrasyonu artışı ile beraber suyun kirlilik oranı da artmıştır.

Aminoasit ve protein sentezi için gerekli element azot, alglerin öncelikli ihtiyacıdır. Azotun az olması durumunda, fosfor yeterli olsa bile, fitoplankton produktivitesi sınırlanabilmektedir. Azot suda, amonyum, nitrit, nitrat ve amonyak formlarında bulunabilmektedir. Amonyakın kaynağı, organik atıklar, hayvan dışkıları ve bakteriyolojik indirgenme olabilir (Reynolds, 1984). Sırakaraağaçlar Deresi üzerine yapılan çalışmada en yüksek amonyak değeri 370 mg/L olarak Haziran (2011) ayı 1. istasyonda ölçülürken, en düşük 25 mg/L olarak Ağustos (2011) ayı 2. istasyon ile

Kasım (2011) ayı 5. istasyonda ölçüldü. Ortalama değer ise 65,03 mg/L olarak tespit edildi. Bu değerler, kıta içi su kaynakları sınıflandırmasında Sınıf IV olarak görüldü. Buna göre, dere suyu, amonyak analizi bakımından çok kirlenmiş su olarak değerlendirildi. Sırakaraağaçlar Deresi'nin bulunduğu ortam, şehir merkezinde olmasa da çevresindeki köyler, yerleşim birimleri ve tarlalar ile insan etkisi altındadır. Amonyak analizlerinin sonucunda görülen yüksek değerlerin 1. istasyonda olduğu gözlemlendi. Bunun nedeni 1. istasyonun çevresinde yerleşim birimlerinin yoğun olması ve derenin denize dökülen ağız kısmına yakın olması olabilir.

Azotlu bileşiklerden biri olan nitrit doğada amonyak ve nitratın birbirine dönüşmesi aşamasında ara basamaktır (Kocataş, 2010). Yapılan araştırmada yıl boyunca ölçülen nitrit değerleri 0,65-4,98 mg/L arasında değişirken en düşük değer Ağustos (2011) ayı 3. istasyonda, en yüksek değer Aralık (2011) ayı 6. istasyonda ölçüldü. Ortalama değer ise 1,49 mg/L olarak tespit edildi. Türkiye'de yapılmış diğer araştırmalarda, Çekerek Deresi (Duran ve Suiçmez, 2007) ve Dicle Nehri (Yıldırım ve Tanrikulu, 2011)'ne göre nitrit oranı daha fazladır. Sonuçlara göre, çalışma alanının kıta içi sınıflandırmada Sınıf IV (çok kirlenmiş su) olduğu görüldü.

Araştırma periyodu boyunca en yüksek nitrat değeri 21,48 mg/L Aralık (2011) ayı 5. istasyonda, en düşük nitrat değeri 3,03 mg/L olarak Ağustos (2011) 6. istasyonda ölçülmüş, ortalama nitrat değeri ise 9,67 mg/L olarak tespit edildi. Bu değerlere göre çalışma alanı, kıta içi sınıflandırmada nitrat konsantrasyonu bakımından, Sınıf II yani az kirlenmiş su sınıfındadır. Nitrit ve nitratın çalışma süresince olan değişikliklerine bakıldığında, aralarındaki tek ilişkinin Aralık (2011) ayında ikisinin de artmış olmasıdır. Çalışma alanında, 5. ve 6. istasyon çevresinde bulunan tarım arazilerindeki olası gübreleme durumlarının nitrat artışı ile ilişkili olabileceğini göstermektedir. Gübreleme sonucunda toprakta bulunan azot kalıntılarının, Kasım (2011) ayında artan yağış miktarı ile dereye karışmış olabileceği düşünülmektedir. Bununla beraber, yıllık yağış miktarlarına bakıldığında, en yüksek yağışın Kasım (2011) ayında olduğu görülmektedir.

Organik madde miktarı, organik karbon ile ilişkilendirilir. Parçacık halinde olan organik karbonun ayrıştırılması, sudaki çözünmüş oksijeni azaltıp, biyolojik oksijen ihtiyacını arttırarak suyun kalitesinde önemli rol oynamaktadır Yağışların artışı ile akarsulara giren organik karbon miktarı artmaktadır (Ouyang, 2003). Organik madde, ortamda yaşayan canlılar ve dışarıdan gelen organik atıklardan oluşur. Özellikle orman içinde bulunan akarsularda, sonbaharda dökülen yaprakların etkisi ile organik madde

miktarı artmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresi suyunda en yüksek organik madde miktarı 35,6 mg/L olarak Mayıs (2011) ayında 2. istasyonda ölçülürken, en düşük organik madde miktarı 0,2 mg/L olarak Temmuz (2011) ayı 5. istasyonda ölçüldü. Araştırma süresince ortalama organik madde 7,2 mg/L olarak tespit edildi. Çalışma alanındaki yağışlara bakıldığında, en yüksek yağışın Kasım (2011) ve Ocak (2012) aylarında olduğu, organik maddeye bakıldığında ise aynı aylarda değerlerin arttığı görülmektedir.

Fitoplanktonun biyomas ölçümünde klorofil-*a* miktarı kullanılmaktadır. Genellikle klorofil-*a* değeri, organizmanın toplam ağırlığının %0,5-2'si arasındadır (Reynolds, 1984). Sırakaraağaçlar Deresi'nin klorofil-*a* değerleri en yüksek Eylül (2011) ayında 5. istasyonda (46,33 mg/m³) ölçüldü. Ocak (2012) ve Şubat (2012) aylarında ise klorofil-*a* 0,00 olarak bulundu. En yüksek değerler yaz mevsiminde ve sıcak aylarda görüldü. Bu aylarda yağışın az olması dolayısıyla, suyun akışının az olması; ayrıca su sıcaklıklarının fotosentetik organizmaların üremesine uygun ortam oluşturması ve artan güneşlenme süresi fotosentetik organizmaların üremesine yardımcı olmuş olabilir. Klorofil-*a* sonuçlarında, Ocak (2012) ve Şubat (2012) aylarında klorofil-*a*'nın tespit edilememesinin nedeni yağışın suyun hızlı akışına sebep olması ve düşen hava sıcaklığının suyun içindeki organizmaların yaşam alanlarına zarar vermiş olması olabilir. Ortalama klorofil-*a* değeri ise 2,57 mg/m³ olarak tespit edildi. Kızılırmak Nehri ağzında yapılan çalışmada (Baytut, 2010), nehrin denize akmadan önceki kısımlarında ölçülen klorofil-*a* değerleri en yüksek 4,90 mg/m³ olmuştur. Sırakaraağaçlar Deresi'nin bu istasyonlar ile aynı konumda bulunan 2. istasyonunda ortalama klorofil-*a* değeri 2,49 mg/m³ olarak bulundu. Kızılırmak ile Sırakaraağaçlar Deresi'nin, nehir ağzı birincil üretim kapasiteleri kıyaslandığında, Kızılırmak'da daha fazla birincil üretim olduğu görülmektedir. Birincil üretim için gerekli olan güneş ışığı ve berraklığa bakıldığında, Kızılırmak ve Sırakaraağaçlar Deresi arasında fotosentez için gerekli olan ışığın suya girme oranının farklı olduğu sonucuna varılabilir. Riva Deresi (Yılmaz, 2012)'nde klorofil-*a* değerleri 3,05-12,42 mg/m³ arasında değişmiştir. Yani Sırakaraağaçlar Deresi'ndeki en yüksek değerlere bakıldığında, birincil üreticiler, Riva Deresi'ne göre daha fazladır.

Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonunun mevsimsel değişimine göre, en yüksek organizma miktarı, Haziran (2011) ayında 8908 org/mL ile 2. istasyonda, en düşük organizma sayısı ise, 68 org/mL ile Mayıs (2011) ayında 1. istasyonda ve Ocak (2012) ayında ise 5. istasyonda tespit edildi. Haziran (2011) ayı içinde 2. istasyondaki organizma sayısının %82'sini *Tabularia investiens* oluşturdu ve organizma sayısının

artışına sebep oldu. Ardından gelen en yüksek organizma sayıları ise, Şubat (2012)'ta, 6800 org/mL ve Kasım (2011)'da, 2788 org/mL ile 3. istasyonda oldu. Şubat (2012)'ta 3. istasyonun toplam organizma sayısının %86'sını *Synedra ulna* oluşturdu ve dominant tür oldu. Toplamda en çok organizma sayısı her ay farklı istasyonlarda görülmesine karşın 6. istasyonda hiçbir zaman en fazla organizma sayısı görülmedi. Bu durum 6. istasyondaki su akışının her zaman diğerlerinden daha fazla olması ile ilişkilendirilebilir. Deredeki besin maddeleri, derenin iklimi, su seviyesi ve suyun karışması fitoplankton florasını etkilemektedir (Goldsborough ve Robinson, 1996). Sırakaraağaçlar Deresi'nde en çok yağışın olduğu ve su akışının hızlandığı Ocak (2012) ayında ortalama organizma sayısı en düşük miktarda (1700 org/mL) tespit edildi. Bir çok çalışmada akarsularda, suyun akışının artması ile tespit edilen organizma sayısının azaldığı görülmüştür (Antoine ve Benson-Evans, 1982; Solari ve Claps, 1996; Shemel ve ark., 2004).

Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonu üzerine yapılan Shannon-Wiener Diversite İndeksi (H') sonucuna göre, tüm istasyonlarda çıkan değerler 0,00-4,09 arasında değişti. Tüm aylar için alınan indeks sonuçlarının ortalamasına bakıldığında; H' değeri 1,96 ile 2,84 arasında tespit edildi. Wilhm ve Dorris (1968)'e göre tüm istasyonlar 1-3 arasında değerlere sahip olduğu için hepsi kısmen kirlidir. En düşük H' ortalamasına sahip olan istasyon 1,96 ile 5. ve 6. istasyon oldu. Yani bu istasyonlar diğerlerine göre en kirli istasyonlardır. Çalışmada yapılmış olan kimyasal ve fiziksel analizler ile bu sonuç karşılaştırıldığında, en yüksek nitrit (6. istasyonda) ve nitrat değerinin (5. istasyonda) ölçümleri de sonucu doğrulamaktadır. Azotlu bileşiklerin artışı, sadece suyun kimyasını değiştirmekle kalmamış aynı zamanda diversite indeksi sonuçlarından da görülebileceği gibi çeşitliliği de etkilemiştir. Simpson Diversite İndeksi (1- λ') çalışma süresince 0,00-0,93 arasında değişti. Simpson Diversite İndeksi değerleri 0 ile 1 arasında çıkmaktadır ve 0'a yaklaşması çeşitliliğin azalıp kirliliğin arttığı anlamına gelmektedir (Simpson, 1949; Türkmen ve Kazancı, 2010). Simpson indeksinin sıfır olduğu aylar Mayıs (2011) ayı 1. ve 6. istasyon ile Ocak (2012) ayı 5. istasyon olmuştur. Sıfır olan değerlerin görülmüş olduğu istasyonlardaki tek tür olan *S. ulna*, Palmer (1969)'e göre en yüksek tolerans düzeyine sahip olan algler arasında bulunmaktadır. Organik kirliliğe toleransı yüksek olan bu tür, ortamın kirliliği hakkında bilgi vermektedir. Ortalama 1- λ' değerlerine bakıldığında, en düşük değer 0,63 ile 5. istasyonda, en yüksek ise 0,78 ile 3. ve 4. istasyonda tespit edildi. Buna göre çeşitlilik en düşük 5. istasyonda, en yüksek ise 3. (ortalama tür sayısı 11) ve 4. (ortalama tür sayısı 9) istasyonda görüldü. Shannon-

Wiener ve Simpson Diversite İndeksleri sonuçlarına göre, en yüksek değerler Nisan (2012) ayında 4. istasyonda çıkıp, gözlemlenen toplam tür sayısı ise 19'dur. Bu durum ortamın kirlenmediğini ve çeşitliliğin yüksek çıktığını ifade etmektedir. Nisan (2012) ayında 4. istasyonda *Euglena proxima* (%19) dominant, *Synedra ulna* (%9) ise subdominant organizmalar olup, bu türlerin organik kirliliğe karşı yüksek toleranslı olduğu bildirilmiştir (Palmer, 1969). Bu türlerin gözlenmesi ortamın organik kirliliğe sahip olduğunu akla getirirse de diversite indeksleri sonuçları ve tür sayısının fazla olması, bu iki türün kirlilik hakkında tek başlarına karar vermeye yetmediğini göstermektedir.

Sırakaraağaçlar Deresi'nde yapılan fikolojik çalışmada; Cyanobacteria, Charophyta, Chlorophyta, Euglenozoa, Myxozoa ve Ochrophyta divizyonlarına ait 116 takson tespit edildi. Tür sayısı açısından en zengin divizyon %40 ile Ochrophyta olarak gözlemlendi. Yurdumuzda yapılan akarsu çalışmalarında organizma sayısı ve tür çeşitliliği açısından en yüksek değere sahip olan divizyonun Ochrophyta (Bacillariophyceae) olduğu görülmektedir (Altuner, 1988; Altuner ve Gürbüz, 1989; Arslan ve Gönülol, 1992; Morkoyunlu, 1995; Altuner ve Pabuççu, 1996; Ertan ve Morkoyunlu, 1998; Kara ve Şahin, 2001; Dere ve ark., 2002; Şahin, 2003; Çiçek ve ark., 2010; Hassan ve ark., 2010; Baykal ve ark., 2011).

Cyanobacteria divizyonuna ait Cyanophyceae sınıfından 6 tür tespit edildi. Bunlardan çalışma boyunca en çok görülen tür *Anabaena flosaquae* olup %8 ile %25 arasında frekans değerlerine sahip oldu. İkinci olarak en yoğun görülen *A. augstmalis* var. *marchica* ise %8 -%17 arasında değişen frekans değerleri ile nadiren mevcut oldu. Reynolds ve ark. (2002)'ın fonksiyonel fitoplankton gruplarında, *A. flosaquae* H1 sınıfında, dinitrojen fikse eden grupta bulunur, düşük azota ve karbondioksit karşı toleranslı fakat az ışık ve düşük fosfora karşı hassastır. Sırakaraağaçlar Deresi'nde yapılan fosfor ve azot analizlerine bakıldığında, fosforun yüksek seviyede bulunmuş olması ve dere suyunun genel olarak berrak olması *A. flosaquae*'nin yaşamına destek olur niteliktedir. Tsarenko ve ark. (2006)'na göre *A. flosaquae* kozmopolit bir türdür. Değirmendere'de (Kara ve Şahin, 2001), Yarıqon Nehri'nde (Barinova ve Tavassi, 2009) ve Euphrates (Fırat) Nehri'nde (Hassan ve ark., 2010) *Anabaena* sp.'ye rastlanmıştır. *Anabaena* sp. sıg ve ötrof göllerin temsilcisi olarak bilinmektedir (Padisák ve ark., 2009). Sırakaraağaçlar Deresi fitoplanktonunda ise bu türlere özellikle yaz ayları ve sonbahar başında rastlanıldı.

Charophyta diviziyosundan Zygnematophyceae sınıfına ait 22 takson tespit edildi. *Closterium* spp.'den toplam 9, *Cosmarium* spp.'den 1, *Mougeotia* spp.'den 4, *Spirogyra* spp.'den 7 ve *Zygnema* spp.'den 1 takson tespit edildi. Bu taksonlardan en çok frekans değerine sahip olan tür, 3. istasyonda, %33 ile, 4. istasyonda %17 ile *Closterium kuetzingii* oldu. *Closterium* türleri geniş bir yayılıma sahip olup, asidik ve besince fakir olan ortamlardan, bazik ve besince zengin olan sucul ortamlara kadar geniş bir tolerans aralığında yaşayabilmektedir (Bellinger ve Sigeo, 2010). Sırakaraağaçlar Deresi'nin bazik ve besince zengin olması, *Closterium* türlerinin yaşamasına olanak sağlamaktadır. Kozmopolit olup küçük akarsularda görülebilen *Mougeotia* spp.'nin (John ve ark., 2003), Sırakaraağaçlar Deresi'nde 4 farklı türü tespit edildi. Nadiren mevcut olarak 4. istasyonda gözlemlenen *Zygnema pectinatum* sığ sularda aşırı üreyebilen bir organizmadır ve suyun durgun olduğu 4. istasyonda görülmüştür. Sert suları tercih edebilen *Spirogyra* cinsi, organik madde bakımından zengin sığ sularda geniş yayılıma sahip olurken (Prescott, 1973), Sırakaraağaçlar Deresi'nde 7 türle temsil edildi. Çalışma alanında *Cosmarium botrytis*, 3. ve 4. istasyonlarda nadiren görüldü. Sadece Kasım (2011) ve Nisan (2012)'da görülen bu tür, Reynolds ve ark. (2002)'na göre, N sınıfında, mezotrofik epilimnionda yer alır ve besin eksikliğine toleranslıdır. *Cosmarium* cinsinin, mevsimsel değişiklikler ile ortamdaki yoğunluğu değişebilmektedir (Galbraith ve Burns, 2010). Köprüçayı'nda *Cosmarium* spp., *Spirogyra* spp. ve *Zygnema* sp.'ye rastlanmıştır (Morkoyunlu, 1995). Değirmendere'de (Kara ve Şahin, 2001) *Closterium littorale* ve *Cosmarium botrytis*, Nilüfer Çayı'nda (Dere ve ark., 2002) *Cosmarium botrytis*, Yanbolu Deresi (Şahin, 2003)'nde *Closterium littorale* ve *Spirogyra* sp., Darıören Deresi'nde (Çiçek ve ark., 2010) *Closterium moniliferum*, Melen Nehri'nde (Baykal ve ark., 2011), *Spirogyra circumlineata*, Yarqon Nehri'nde (Barinova ve Tavassi, 2009), *Closterium ehrenbergii* ve *Cosmarium* sp., türlerine rastlanmıştır. Diğer çalışmalarda *Closterium* sp. ve *Cosmarium* sp.'ye ait olan türlerin yaygınca tespit edilmiş olması, bu cinslerin geniş toleransa sahip olmalarını göstermektedir.

Chlorophyta diviziyosuna ait toplam 20 takson teşhis edildi ve bunlardan 16 tanesi Chlorophyceae sınıfına aitti. En yüksek frekans değerine sahip olan tür %33 ile 4. istasyonda bazen mevcut olan *Volvox tertius*'du. Bu tür, Mayıs (2011), Kasım (2011), Aralık (2011) ve Nisan (2012) aylarında tespit edildi. *Kirchneriella lunaris* ise %25 ve %17 frekans değerleri ile subdominant oldu. *Monoraphidium mirabilis* türü ise %25 ile %8 arasında değişen değerlerde bulundu. Bunların dışında, fonksiyonel gruplarda yer

alan *Eudorina elegans* ise %17 ile 3. ve 4. istasyonda, Mayıs (2011), Haziran (2011) ve Temmuz (2011) aylarında gözlemlendi. Reynolds ve ark. (2002)'nin fonksiyonel gruplarına bakıldığında, *Volvox* ve *Eudorina* cinslerinin G sınıfında bulunduğu görülür. Bu türler besince zengin habitatlarda yayılış göstermekte olup, yüksek ışığa toleranslı fakat besin eksikliğine karşı hassastır. Ayrıca, Nilüfer Çayı'nda yapılan çalışmada *E. elegans*, *Kirchneriella* sp. ve *Monoraphidium* spp.'ye rastlanılmıştır (Dere ve ark., 2002). Yurt dışında yapılan çalışmalarda ise; *Eudorina elegans*'a, Paraguay'da (Domitrovic, 2002) Arjantin'de (Mercado, 2003), Yarqon Nehri'nde (Barinova ve Tavassi, 2009) rastlanılmıştır. *Kirchneriella lunaris*'e Paraguay'da (Domitrovic, 2002) Arjantin'de (Mercado, 2003) ve *Kirchneriella* sp.'ye Nevada'da (Brown ve ark., 2008) rastlanmıştır. John ve ark. (2003)'na göre; *Volvox*, *Kirchneriella* ve *Eudorina* cinsleri kozmopolit cinslerdir. Bu cinslerin farklı akarsularda görülmüş olması, organizmaların geniş tolerans aralığına sahip olduklarını doğrulamaktadır.

Chlorophyta divizyonu Trebouxiophyceae sınıfından *Crucigenia tetrapedia*, 2. istasyonda, %33 ile bazen mevcut, *C. rectangularis* ise %25 ile 1. ve 2. istasyonda mevcut oldu. Ulvophyceae sınıfından ise tespit edilen tek tür *Ulothrix tenerrima*, %8 ile 1. istasyonda nadiren mevcut olarak tespit edildi. *Ulothrix* türleri genellikle sığ sularda ve yılın serin zamanlarında yaygın olurlar (Bellinger ve Sigee, 2010). Bu tür Aralık (2011) ayında Sırakaraağaçlar Deresi'nde gözlemlendi. *C. tetrapedia* türü; Yarqon Nehri'nde (Barinova ve Tavassi, 2002) ve Nilüfer Çayı'nda (Dere ve ark., 2002) gözlemlenmiştir. *Crucigenia* cinsine, genellikle sucül ortamlarda sıkça rastlanılır (Prescott, 1973). Bu özelliği farklı iklim ve ortamlarda rastlanılmasını olağan kılmaktadır.

Sırakaraağaçlar Deresi'nde Euglenozoa divizyonundan Euglenophyceae sınıfına ait 18 takson elde edildi. *Euglena* ve *Phacus* cinsleri ait 6, *Lepocinclis* cinsine ait 3, *Euglenaria*, *Monomorphina* ve *Trachelomonas* cinslerine ait 1 tür tespit edildi. *Phacus pleuronectes* istasyonlarda %33-%42 arasında değişen frekans değerleri ile baskın tür oldu. *Phacus* spp., derelerde ve hafif kirlenmiş ortamlarda, *Euglena* spp. ise organik kirliliğe sahip, havuzcuk ve sığ sularda bulunmaktadır, ayrıca bu cinslerin ikisi de kozmopolittir (John ve ark., 2003). Palmer (1969) *Euglena* cinsini organik kirliliğe toleransı en yüksek olan cinslerden biri olarak göstermiştir. Reynolds ve ark. (2002)'nin fonksiyonel fitoplankton gruplarında, euglenoidler W1 grubunda yer almakta olup küçük organik havuzcuklarda bulunan ve yüksek biyokimyasal oksijen ihtiyacına toleranslı türler olarak ifade edilmektedir. Sırakaraağaçlar Deresi'nde yapılan çalışma

periyodunda, Ocak (2012), Şubat (2012) ve Mart (2012) aylarında Euglenozoa divizyosundan hiçbir türe rastlanmadı. Sırakaraağaçlar Deresi'nin su seviyesinin ve su akışının en az olduğu sıcak yaz aylarında [Haziran (2011), Temmuz (2011) ve Ağustos (2011)] euglenoidler daha yoğun olarak gözlendi. Çalışma periyodu boyunca, en çok euglenoid 10 tür ile 5. istasyonda tespit edildi. Ardından, 9 tür ile 3. ve 4. istasyon geldi. Yaz aylarında suyun en çok durgunlaştığı istasyonlar 4., ve 5. istasyonlardır ve bu durum euglenoidlerin yaşamına uygun ortam oluşturmuş olabilir. Euglenoidler diğer akarsu çalışmalarında da genel olarak birden fazla takson ile temsil edilmiştir (Morkoyunlu, 1995; Dere ve ark., 2002; Kara ve Şahin, 2001; Atıcı ve ark., 2003; Şahin, 2003; Barinova ve Tavassi, 2009; Marshall, 2009; Baykal ve ark., 2011).

Myxozoa divizyosundan, Dinophyceae'ye ait toplam 4 takson tespit edildi. Bunlardan *Ceratium hirundinella* dört istasyonda, *Gymnodinium uberrimum* ve *Peridinium cinctum* iki istasyonda ve *G. discoideale* bir istasyonda nadiren mevcut olarak görüldü. *Peridinium* spp., fonksiyonel fitoplankton gruplarında, L₀ sınıfındadır, yaşadığı habitatlar yaz epilimniyonu ve mezotrofik göllerdir (Reynolds ve ark., 2002). *Ceratium hirundinella* ve *Peridinium* spp.,'ye Euphrates (Fırat) Nehri'nde (Hassan ve ark., 2010) ve Melen Çayı'nda (Baykal ve ark., 2011) rastlanmıştır. *Ceratium hirundinella* ve *Peridinium* spp. geniş yayılıma sahiptirler (John ve ark., 2003).

Ochrophyta divizyosuna ait 3 sınıftan toplam 46 tür tespit edildi. Bunlardan 43 tanesi, Bacillariophyceae, 1 tanesi Chrysophyceae ve 2 tanesi Xanthophyceae'ye aittir.

Ochrophyta divizyonu, Bacillariophyceae sınıfına ait *Synedra ulna* yıl boyunca gözlenerek %75 ile %100 arasında değişen frekanslarda dominant oldu. Her istasyonda görülen bu tür, 1., 3. ve 6. istasyonlarda devamlı mevcut, 2., 4. ve 5. istasyonlarda çoğunlukla mevcut olarak gözlendi. *S. ulna* akarsularda yapılan bazı çalışmalarda (Yıldız, 1984a; Yıldız, 1987; Morkoyunlu, 1995; Pabuççu ve Altuner, 1998; Şahin, 2003) yoğun olarak rastlanılırken bazı akarsularda ara sıra rastlanmıştır (Yıldız ve Özkıran, 1991). Palmer (1969)'e göre organik kirliliğe en çok toleransı olan cinslerden biri *Synedra*'dır. *Cymatopleura solea* ve *Navicula* spp.'nin nötr ve hafif alkali sularda görülmesi (Tekin, 1997), ölçülen pH değerleri ile uyumlu gözükmektedir. Sırakaraağaçlar Deresi'nde *Nitzschia* cinsine ait 10 tür tespit edildi. Fonksiyonel gruplandırma *Nitzschia* cinsinin, sıg, zenginleşmiş, bulanık sular ve akarsularda gözlemlenebilen canlı grubu olduğu bildirilmiştir (Reynolds ve ark., 2002). Sırakaraağaçlar Deresi bu fonksiyonel gruptaki organizmalara uygun koşulları sağlamaktadır. Çalışma alanı ile benzer özelliklere sahip olan Murat Çayı (Tokatlı,

2008)'nın sonuçlarında da 12 adet *Nitzschia* türü tespit edilmiştir. *Ctenophora pulchella* (%17-50), *Meridion circulare* (%8-58), *Surirella brightwellii* (%8-50) ve *Tabularia investiens* (%25-50) de tüm çalışma periyodu boyunca yoğun olarak gözlemlenen önemli türlerden oldu. *Tabellaria flocculosa*, 1., 2. ve 6. istasyonda (frekans değerleri %25, %42 ve %8) gözlemlendi. Bu türün, pH değeri yüksek ve oligotrofik sularda bol olarak bulunduğu ifade edilmiştir (Cox, 1996). Sırakaraağaçlar Deresi pH bakımından alkalindir ve bu durum *Tabellaria flocculosa*'nın yaşamına uygun koşulları sağlamıştır.

Ochrophyta divizyonu, Chrysophyceae sınıfına ait *Dinobryon sociale* 3. ve 4. istasyonlarda nadiren mevcut (%8) olarak kaydedildi. Reynolds ve ark. (2002)'nin fonksiyonel gruplarına bakıldığında, bu tür E sınıfında bulunmakta ve küçük, oligotrofik, tabanı fakir göl ya da heterotrofik havuzcularda bulunmaktadır. Örneklere rastlanan istasyonlardaki suyun akış hızı diğerlerinden daha yavaş ve dip yapısı daha düzdür. Ayrıca bu cinsin, sert ya da yumuşak sularda yaşayabildiği, yüksek rakımlı serin sularda rastlanıldığı, bunun yanında asidik sularda yaşayabildiği de ifade edilmiştir (Bellinger ve Sigee, 2010). Sırakaraağaçlar Deresi'nde bu organizmanın rastlandığı aylar, Şubat (2012) ve Mart (2012) ayları olup, bu aylarda amonyak ve fosfor az, sıcaklık ise düşük olarak kaydedildi.

Xanthophyceae sınıfından, *Ophiocytium capitatum* ve *Tribonema affine* türleri nadiren mevcut olarak gözlemlendi. *Tribonema*, Reynolds ve ark. (2002)'nin fonksiyonel gruplarında T'de bulunmaktadır. Bu tür Kasım (2011) ayında 1. istasyonda gözlemlendi. Akarsuyun sonbahar yağışları ile karıştığı ve ışık yetersizliği durumuna toleranslı olan T sınıfı organizmaların yaşamına uygun ortam oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive, WFD) programı, su kaynaklarının, sucul ekosistemlerin korunmasını ve sucul çevrenin iyileştirilmesini hedeflemektedir. Bu hedefler tüm yüzey suları, yer altı suları ve koruma alanları için belirlenmiştir. Yüzey suları için hedef iyi ekolojik ve iyi kimyasal duruma ulaşmaktır. Nehirlerde uygulanması düşünülen, nehir havzası yönetimi, akarsu ekosistemlerinin kalitesinin korunması açısından son derece önemlidir (WFD, 2003). Akarsuların yönetim planlaması yapılırken sadece insanların su ihtiyacını göz önünde bulundurmamak doğaya karşı yapılan bir hatadır. Su ihtiyacı bakımından, Sırakaraağaçlar Deresi kendi bünyesinde sahip olduğu sucul, yarı sucul ve etrafında beslediği karasal organizmalar için önemli bir su kaynağıdır. Sadece o bölgede yaşayan insanların tarım alanlarında, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların beslenmesinde kullanılmamakta, aynı

zamanda ekosisteminde yaşayan tüm yerel ve göçmen organizmaların su kaynağı olarak görev yapmaktadır.

Sırakaraağaçlar Deresi çevresinde endüstriyel atıklar nedeniyle dereye sızıntı olmasa da, insan etkisi bölgenin doğal yaşamı üzerinde stres etkisi yaratabilir. Derenin etrafında tarımsal alanların bulunması, bu alanlarda kullanılan gübrelerin, yağışlı mevsimlerde sızıntı yoluyla dere havzasından suya karışması olasıdır. Dere suyunun sürdürülebilir kullanımı için önlem alınması gerekmektedir. Bu önlemler dere suyunun kontrolsüz kullanımını azaltma, tarımsal gübrelemeyi organikleştirme ve evsel atıkların suya karışmasını engelleme şeklinde olabilir. Nitekim su azlığı durumuyla karşı karşıya olan Türkiye'nin ortalama 15-25 yıl sonra su kıtlığı ile karşılaşabileceği tespit edilmiştir (Akın ve Akın, 2007). Dünya nüfusunun artışı ve sanayi devriminden sonra artan endüstriyel kirlilik nedeni ile biyosferdeki temiz suların azaldığı bilinmektedir. Küresel ısınma ve artan insan nüfusu da göz önünde bulundurulduğunda, dünyada artan su ihtiyacının, azalan su kaynakları ile karşılanamayacak seviyeye gelmesi 2030 yılını bulacaktır (Özgüler, 1997).

KAYNAKLAR

- Abell, R., Thieme, M. L., Revenga, C., Bryer, M., Kottelat, M., Bogutskaya, N., Coad, B., Mandrak, N., Contreras Balderas, S., Bussing, W., Stiassny, M. L. J., Skelton, P., Allen, G. R., Unmack, P., Naseka, A., Ng, R., Sindorf, N., Robertson, J., Armijo, E., Higgings, J. V., Heibel, T. J., Wikramanayake, E., Olson, D., Lopez, H. G., Reis, R. E., Lundberg, J. G., Sabaj Perez, M. H., Petry, P. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience*, 58 (5): 403-414.
- Akgül, F. 2006. Karamenderes Çayı içerisinde nutrient yoğunluğu ve planktonik birincil üreticilerin biyokütleli değişimlerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 50 s.
- Akın, M., Akın, G. 2007. Suyun önemi, Türkiye'deki su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. *Ankara Üniversitesi, Dil Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2): 105-118.
- Aksın, M., Çetin, K., Yıldırım, V. 1999. Keban Çayı (Elazığ-Türkiye) algleri. *Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1): 59-65.
- Albay, M., Aykulu, G. 1994. Göksu Deresi'nin (İstanbul) algolojik özellikleri 1. Planktonik algler. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 6-8 Temmuz, Edirne, Hidrobiyoloji Seksiyonu, Cilt VI, 157-165.
- Altuner, G. 1988. A study of diatom flora of Aras River, Turkey. *Nova Hedwigia*, 46: 225-263.
- Altuner, Z., Gürbüz, H. 1989. Karasu (Fırat) Nehri fitoplankton topluluğu üzerine bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 3(1-2): 151-176.
- Altuner, Z., Gürbüz, H. 1990. Karasu (Fırat) Nehri epilitik ve epifitik algleri üzerine bir araştırma. X. Ulusal Biyoloji Kongresi Botanik Bildirileri (Erzurum), 193-203.
- Altuner, Z., Gürbüz, H. 1991. Karasu (Fırat) Nehri epilitik ve epifitik algleri üzerine bir araştırma. *Doğa Turkish Journal of Botany*, 15: 253-267.
- Altuner, Z., Pabuççu, K. 1996. Yeşilırmak Nehri (Tokat) diyatome (Bacillariophyta) florası. 13. Biyoloji Kongresi, İstanbul, Hidrobiyoloji seksiyonu, Cilt V: 266-276.
- Anagnostidis, K., Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 3 - Oscillatoriales. *Archiv Für Hydrobiologie. Suppl.* 80, Algological Studies 80, 327- 472.
- Anonim, 2002. Primer 5 for Windows version 5.2.9. Primer-E Ltd.
- Antoine, S. 1983. Algal flora of River Tigris, Iraq. *Nova Hedwigia Band XXXVII Braunschweig*, 535-542.
- Antoine, S. E., Benson-Evans, K. 1982. The effect of current velocity on the rate of growth of benthic algal communities. *International Review of Hydrobiology*, 67:575-583.
- APHA, AWWA, WEF, 2005. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 21st Edition, 1207 p.
- Arslan, N., Gönülol, A. 1992. Samsun İncesu Deresi'nin alg florası üzerinde araştırmalar. *Doğa Turkish Journal of Botany*, 16: 311-334.

- Atıcı, T. 1994. Sakarya nehri diatomeleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 52 s.
- Atıcı, T., Yılmaz, M., Gül, A., Kuru, M. 2003. Delice Irmağı algleri. Gazi Üniveristesi, Fen Bilimleri Dergisi, 16(1): 9-17.
- Atıcı, T., Obalı, O. 1999. A study on diatoms in upper part of Çoruh River, Turkey. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12 (3): 473-496.
- Atıcı, T., Obalı, O. 2006. Seasonal variation of phytoplankton and value of chlorophyll a in the Sariyar Dam Reservoir (Ankara, Turkey), Turkish Journal of Botany, 30(5): 349–357.
- Barinova, S., Tavassi, M. 2009. Study of seasonal influences on algal biodiversity in the River Yarqon (central Israel) by bio-indication and canonical correspondence analysis (CCA). Turkish Journal of Botany, 33: 353-372.
- Barlas, M., Mumcu, F., Dirican, S., Solak, C. N. 2001. Sarıçay (Muğla- Milas)’da yaşayan epilitik diatomların su kalitesine bağlı olarak incelenmesi. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi bildiri kitabı, 313-322.
- Barlas, M., Mumcu, F., Solak, C. N., Çoban, O. 2002. Akçapınar Deresi ve Gökova Kadın Azmağı Deresi (Muğla) epilitik algleri üzerine bir araştırma. XVI. Ulusal Biyoloji Kongresi özet kitapçığı, 4-7 Eylül, Malatya.
- Baykal, T., Açıkgöz, İ., Udoh, A. I., Yıldız, K. 2011. Seasonal variations in phytoplankton composition and biomass in a small lowland river-lake system (Melen River, Turkey). Turkish Journal of Biology 35: 485-501.
- Baytut, Ö. 2010. Kızılırmak nehir ağızı fitoplanktonu ve nutrientlerle etkileşimleri. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 126 s.
- Bellinger, E. G, Sigeo D, C. 2010. Freshwater algae, idenification and use as bioindicators. John Wiley & Sons, Ltd. Chippenham, Wilts, 271 p.
- Bilgin, R. 1997. Türkiye’de su sorunları ve çözüm önerileri. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı, 2:18.
- Bozniak, E. G., Kennedy, L. L. 1968. Periodicity and ecology of the phytoplankton in an oligotrophic and eutrophic lake. Canadian Journal of Botany, 46: 1259-1271.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Springer, Viyana, 860 p.
- Brown, L. R., May, J. T., Hunsaker, C. T. 2008. Species composition and habitat associations of benthic algal assemblages in headwater streams of the Sierra, Nevada, California. Western North American Naturalist, 68(2): 194-209.
- Burak, S., Duranyıldız, İ., Yetiş, Ü. 1997. Ulusal çevre eylem planı: su kaynaklarının yönetimi. Odak noktası kuruluş: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. 106 s.
- Cox, E. J. 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman and Hall. London, 158 p.
- Çiçek, N. L., Kalyoncu, H., Akköz, C., Ertan, Ö. O. 2010. Darıören Deresi ve Isparta Çayı (Isparta)’nın epilitik algleri ve mevsimsel dağılımları. Journal of Fisheries Sciences, 4(1): 78-90.
- ÇOB (T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı), 2004. Sinop ili, 2004 yılı çevre durum raporu, Sinop. 175 s.

- ÇOB (T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı), 2006. Sinop ili, 2006 yılı çevre durum raporu, Sinop. 182 s.
- Davison, I. R. 1991. Environmental effects on algal photosynthesis: temperature. *Journal of Phycology*, 27: 2-8.
- Dere, Ş., Karacaoğlu, D., Dalkıran, N. 2002. A study on the epiphytic algae of the Nilüfer Stream (Bursa). *Turkish Journal of Botany*, 26: 219-233.
- Domitrovic, Y. Z. 2002. Structure and variation of Paraguay River phytoplankton in two periods of its hydrological cycle. *Hydrobiologia*, 472: 177-196.
- DSİ (T. C. Devlet Su İşleri), 2008. Su kirliliği kontrol yönetmeliği güncellenmiş hali, 13.02.2008, 26786 nolu Resmi Gazete.
- Duran, M., Suiçmez, M. 2007. Utilization of both benthic and benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters for evaluating water quality of the stream Cekerek (Tokat, Turkey). *Journal of Environmental Biology*, 28(2): 231-236.
- Ertan, Ö. O., Morkoyunlu, A., 1998. The Algae Flora of Aksu Stream (Isparta-Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 22: 239-255.
- Fisher, R. A., Corbet, A. S., Williams, C. B. 1943. The relation between number of species and the number of individuals in a random sample from an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12: 42-58.
- Gabyshev, V. A., Gabysheva O. I. 2011. Phytoplankton of the Amga River and chemical composition of the water: contemporary state. *Contemporary Problems of Ecology*, 4(1): 15-20.
- Galbraith, L. M., Burns, C. W. 2010. Drivers of ciliate and phytoplankton community structure across a range of water bodies in southern New Zealand. *Journal of Plankton Research*. 32(3): 327-339.
- Giller, P. S., Malmqvist, B. 1998. *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press, New York, 304 p.
- Goldsborough, L. G., Robinson, G. G. C. 1996. *Algal Ecology in Freshwater Benthic Ecosystems, pattern in wetlands*. Academic Press, 77-117 pp.
- Gönülol, A., Arslan, N. 1992. Samsun İncesu Deresi'nin alg florası üzerine floristik araştırmalar. *Doğa Turkish Journal of Botany*, 16: 311-314.
- Görgün, O. 2010. Okuduklarım, Gördüklerim ve Duyduklarım Sinop. Sinop Belediyesi Kültür Yayınları:4, Sinop, 291 s.
- Guiry, M. D., Guiry, G. M. 2012. *Algaebase world wide electronic publication*. National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (Erişim tarihi: 28.06.2012)
- Gülsoy, S., Özkan, K. 2008. Tür çeşitliliğinin ekolojik açıdan önemi ve kullanılan bazı indisler. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A*, 1: 168-178.
- Hartley, B., Barber, H. G., Carter, J. R., Sims, P. A. 1996. *An Atlas of British Diatoms*. Biopress Ltd. Bristol, 601 p.
- Hassan, F. M., Taylor, W. D., Al-Tae, M. S., Al-Fatlawi, J. J. 2010. Phytoplankton composition of Euphrates River in Al-Hindiya barrage and Kifil City region of Iraq. *Journal of Environmental Biology*, 31: 343-350.

- Hayashi, M., Vogt, T., Mächler, L., Schirmer, M. 2012. Diurnal fluctuations of electrical conductivity in a pre-alpine river: Effects of photosynthesis and groundwater exchange. *Journal of Hydrology*, 450-451: 93-104.
- Heiskary, S., Marcus, H. 2001. Establishing relations among nutrient concentrations, phytoplankton abundance, and biochemical oxygen demand in Minnesota, USA, rivers. *Journal of Lake and Reservoir Management*, 17(4): 251-262.
- Horne, A. J., Goldman, C. R. 1994. *Limnology*. McGraw-Hill, 2. basım, 576 p.
- Hunter, M., Jr. 1996. Benchmarks for managing ecosystems: are human activities natural? *Conservation Biology*, 10(3): 695-697.
- Jackson, R. B., Carpenter, S. R., Dahm, C. N., McKnight, D. M., Naiman, R. J., Postel, S. L., Running, S. W. 2001. Water in a changing world. *Issues in Ecology*. 9: 1-16.
- John, D. M., Whitton, B. A., Brook, A. J. 2003. *The Freshwater algal flora of the British Isles, an identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Natural History Museum Press, Cambridge, 714 p.
- Kalyoncu, H. 1996. Isparta Çayı algleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 109 s.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Yorulmaz, B. 2008. Aksu Çayı'nda (Isparta-Antalya) epilistik alg çeşitliliği ve akarsuyun fizikokimyasal yapısı arasındaki ilişki. *Ekoloji dergisi*, 66: 15-22.
- Kara, H., Şahin, B. 2001. Epipellic and epilithic algae of Değirmendere River (Trabzon-Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 25: 177-186.
- Karahan, F., 2010. Sinop Kuşları. Şimal Ajans & Ofset Matbaacılık, Sinop, 168 s.
- Karlı, Z. 2007. Sırakaraağaçlar Deresi (Sinop-Aklıman) sivrisineek balığı, *Aphanius chantrei*, populasyonunun bazı biyolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 45 s.
- Khan, A. S. 2006. Methodology for assessing biodiversity. Centre of advanced study in marine biology, Annamalai University. 12 p.
- Kılınç, S. 1999. Tecer Irmağı algleri. SDÜ, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6: 136-147.
- Kıvrak, E., Gürbüz, H. 2010. Tortum Çayı'nın (Erzurum) epipelik diatomeleri ve bazı fizikokimyasal özellikleri ile ilişkisi. *Ekoloji*, 19(74): 102-109.
- Kocataş, A. 2010. Ekoloji, çevre biyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, 597s.
- Kolaylı, S., Baysal A., Şahin, B. 1998. A study on the epipellic and epilithic algae of Şana River (Trabzon-Turkey). *Doğa Turkish Journal of Botany*, 22: 163-170.
- Komárek, J., Anagnostidis, K. 1986. Modern Approach To The Classification System of Cyanophytes 2- Chroococcales. *Archiv Für Hydrobiologie Suppl. 73 Algological Studies* 434, 157-226.
- Komárek, J., Anagnostidis, K. 1989. Modern Approach to the Classification System of Cyanophytes. 4. Nostocales. *Archiv Für Hydrobiologie, Suppl. 82, Algological Studies* 56, 247-345.
- Komárek, J., Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota, Chroococcales, Süßwasserflora Von Mitteleuropa. Stuttgart, New York, Gustav Fisher Verlag, 19/1, 54 p.
- Krammer, K. 2003. *Diatoms of Europe, Volume 4*, .R.G.Gantner Verlag K.G., 530 p.

- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991a. 3. Bacillariophyceae. Centrales, Fragilariaceae, Eunoticeae, Süßwasserflora Von Mitteleuropa. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag, 2/3, 577 p.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991b. 4. Bacillariophyceae. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen Zu Navicula (Lineolatae) Und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis, Süßwasserflora Von Mitteleuropa. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag, 2/4, 437 p.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1999a. Bacillariophyceae. 1. Naviculaceae, Süßwasserflora Von Mitteleuropa. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag, 2/1, 876 p.
- Krammer, K., Lange-Bertalot H. 1999b. Bacillariophyceae. 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Süßwasserflora Von Mitteleuropa. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag, 2/2, 596 p.
- Külköylüoğlu, O. 2006. Çevre ve Çevre (insan-doğa ilişkisi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Basımevi İşletmesi, Bolu, 276 s.
- Lampert, W., Sommer, U. 2007. Limnoecology the ecology of lakes and streams. Oxford University Press, New York, 324 p.
- Mallin, M. A., Cahoon, L. B., McIver, M. R., Parsons, D. C., Shank, G. C. 1999. Alternations of factors limiting phytoplankton production in the Cape Fear River Estuary. Estuaries, 22(4): 825-836.
- Marshall, H. G. 2009. Phytoplankton of the York River. Journal of Coastal Research, 57: 59-65.
- Mercado, L. M. 2003. A comparative analysis of the phytoplankton from six pampean lotic systems (Buenos Aires, Argentina). Hydrobiologia, 495: 103–117.
- Morkoyunlu, A. 1995. Köprüçayı alglerinin sistematik ve ekolojik yönden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 65 s.
- Odum, H. T. 1956. Primary production in flowing waters. Limnology and Oceanography, 1: 102-117.
- Ouyang, Y. 2003. Simulating dynamic load of naturally occurring TOC from watershed into a river. Water Research, 37: 823-832.
- Özbay, H. 2011. Composition and abundance of phytoplankton in relation to physical and chemical variables in the Kars River. International Journal of experimental Botany, 80: 85-92.
- Özgüler, H. 1997. Su, su kaynakları ve çevresel konular. Meteoroloji mühendisliği. TMMOB, Meteoroloji mühendisleri yayın organı, 2: 57-63.
- Öziş, Ü., Baran, T., Durnabaşı, İ., Özdemir, Y. 1997. Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı, 2: 40-45.
- Pabuçcu, K., Altuner, Z. 1998. Planktonic algal flora of Yeşilırmak River (Tokat-Turkey). Bulletin of Pure and Applied Science, 17(2): 101-112.
- Padisák, J., Crosetti, L., Naselli-Flores, L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. Hydrobiologia. 621:1-19.

- Pala, G., Çağlar, M. 2008. Peri Çayı (Tunceli/Türkiye) Epilitik Diyatomeleleri ve Mevsimsel Değişimleri. Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20 (4):557-562.
- Palmer, G. 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. *Journal of Phycology*, 5:78-82.
- Philips, E. J., Cichra, M., Aldridge, F. J., Jembeck, J. 2000. Light availability and variations in phytoplankton standing crops in a nutrient-rich Blackwater River. *Limnology and Oceanography*, 23: 478-486.
- Piirsoo, K. 2001. Phytoplankton of Estonian rivers in midsummer. *Hydrobiologia* 444: 135-146.
- Piirsoo, K., Vilbaste, S., Truu, J., Pall, P., Trei, T., Tuvikene, A., Viik, M. 2007. Origin of phytoplankton and environmental factors governing the structure of microalgal communities in lowland streams. *Aquatic Ecology* 41: 183-194.
- Prescott, G. W. 1973. *Algae of the Western Great Lakes area*. W. M. C. Brown Company Publishers, 5. basım, ABD. 977 p.
- Reynolds, C. S. 1980. Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Holarctic Ecology*, 3: 141-159.
- Reynolds, C. S. 1984. *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, 384 p.
- Reynolds, C. S. 1999. Phytoplankton assemblages in reservoirs. In Tundisi, J. G. ve Straškraba, M. (eds) *Theoretical Reservoir Ecology and its Applications*. Backhuys, Leiden, 439-456.
- Reynolds, C. S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., Melo, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24 (5): 417-428.
- Roth, R. 2009. *Freshwater aquatic biomes*. Greenwood Press, USA, 264 p.
- Round, F. E. 1993. A review and methods for the use of epilithic diatoms for detecting and monitoring changes in river water quality. HMSO, London, 65 p.
- Sellers, T., Bukaveckas, P. A. 2003. Phytoplankton production in a large regulated river: a modeling and mass balance assessment. *Limnology and Oceanography*, 48(4): 1476-1487.
- Sgro, G. V., Poole, J. B., Johansen, J. R. 2007. Diatom species composition and ecology of the Animas River watershed, Colorado, USA. *Western North American Naturalist*, 67(4): 510-519.
- Shemel, L. E., Sommer, T. R., Müller-Solger, A. B., Harrell, W. C. 2004. Hydrologic variability, water chemistry, and phytoplankton biomass in a large floodplain of Sacramento River, CA, USA. *Hydrobiologia*, 513: 129-139.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163:688.
- Solak, C. N., Barlas, C., Pabuçcu, K. 2007. Akçay'ın Bacillariophyta dışındaki epilitik algleri. *Ekoloji Dergisi*, 16 (62): 16-22.
- Solari, L. C., Claps, M. C. 1996. Planktonik and benthic algae of a Pampean River (Argentina): Comparative analysis. *Annales de Limnologie*. 32(2): 89-95.

- Sournia, A. 1978. *Phytoplankton Manual*. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, Paris, 337 p.
- Steinberg, C., Schiefele, S. 1988. Biological indication of trophy and pollution of running waters. 2. Wasser – Abwasser- Frosch. 21: 227-234.
- Suthers, I. M., Rissik, D. 2009. *Plankton a guide to their ecology and monitoring for water quality*. CSIRO publishing, Australia, 256 p.
- Şahin, B. 1992. Trabzon yöresi tatlısu diatome florası üzerine bir araştırma. *Doğa Turkish Journal of Botany*, 16: 104-116.
- Şahin, B. 2003. Epipellic and epilithic algae of lower parts of Yanbolu River (Trabzon, Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 27: 107-115.
- Şengül, F., Türkman, A. 1991. Su ve atık su analizleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir. 157 s.
- Tanyolaç, J. 2009. *Limnoloji tatlı su bilimi*. Hatiboğlu Yayınevi, No:67, Yükseköğretim Dizisi: 18, Ankara. 294 s.
- Tekin, S. 1997. Yeşilirmak Nehri Amasya şehir merkezi bölümünde ve Tersakan Çayı'nda kirlilik araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 44 s.
- Temel, M. 1994. Riva Deresi fitoplanktonu üzerine bir ön araştırma. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1(2):1-14.
- Thompson, M. Y., Brandes, D., Kney, A. D. 2012. Using electric conductivity and hardness data for rapid assessment of stream water quality. *Journal of Environmental Management*, 104: 152-157.
- Tokatlı, C. 2008. Murat Çayı (Kütahya)'nın epilithic diatome florasının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 42 s.
- Tsarenko, P. M., Wasser, S. P., Nevo, E. 2006. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Reggel, A. R. A. Gantner Verlag K. G. Königstein, Germany, 713 p.
- Türkmen, G., Kazancı, N. 2010. Applications of biodiversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in streams of a national park in Turkey. *Review of Hydrobiology*, 3(2): 111-125.
- Tüxen, R. 1955. Das systeme der nordwestdeutschen pflanzenzellschaft. *Mitt. Florist- soziol. Arbeitsgemeinschaft.*, 5: 1-119.
- Ulusoy, D. 2006. Ankara Çayı Diatomeleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 77 s.
- Vasconcelos, V., Cerqueira M. 2001. Phytoplankton community of river Minho (international section). *Limnetica* 20 (1): 135-141.
- Wehr, J. D., Sheath, R. G. 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press, San Diego, CA. 918 p.
- Welch, E. G. 1952. *Limnology* (2. basım). Mc Graw Hill, New York, 538 p.
- Wetzel, R. G. 1983. *Limnology*. Saunders College Publishing, 2. basım, 760 p.
- Wetzel, R. G. 2001. *Limnology, Lake and River Ecosystems*. Academic Press 3rd edition, London, 1006 p.

- WFD, 2003. Su Çerçeve Direktifi'nin Türkiye'de Uygulanması, uygulama el kitabı. 32 s.
- WHO (World Health Organization), 2011. Hardness in drinking water. Guidelines for drinking-water quality. Geneva, Switzerland.
- Wilhm, J. L., Dorris, C. T. 1968. Biological parameters of water quality criteria. Bioscience, 18(6): 447-481.
- Williams, R. J., Boorman, D., B. 2012. Modelling in-stream temperature and dissolved oxygen at sub-daily time steps: An application to the River Kenet, UK. Science of the Total Environment, 423: 104-110.
- Yavuz, O. G., Çetin, A. K. 2000. Çip Çayı (Elazığ-Türkiye) pelajik bölge algleri ve mevsimsel değişimleri. Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12 (2): 29-35.
- Yıldırım, V., Tanrıkulu, A. 2011. Dicle Nehri'nin (Diyarbakır) fiziko-kimyasal özellikleri ile epipelik algleri. Ecological Life Sciences, 6(2): 53-62.
- Yıldız, K. 1984a. Meram Çayı alg toplulukları üzerine araştırmalar. Kısım-I Fitoplankton topluluğu. Selçuk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, 12(2): 25-39.
- Yıldız, K. 1984b. Meram Çayı alg toplulukları üzerine araştırmalar. Kısım-II Taş ve çeşitli bitkiler üzerinde yaşayan alg topluluğu. Selçuk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, 3: 218-222.
- Yıldız, K. 1987. Diatoms of Porsuk River, Turkey. Doğa Turkish Journal of Biology, 11(3): 162-182.
- Yıldız, K., Özkıran, Ü. 1991. Kızılırmak nehri diatomleri. Doğa Turkish Journal of Botany, 15: 166-188.
- Yıldız, K., Özkıran, Ü. 1994. Çubuk Çayı diatomeleri. Doğa Turkish Journal of Botany, 18: 313-329.
- Yılmaz, N. 2012. The relationship between phytoplankton density and chlorophyll-*a* in Riva Stream (Istanbul, Turkey). BALWOIS 2012 - Ohrid, Republic of Macedonia - 28 May, 2 June 2012
- Zencir, O., Fakioğlu, O., Demir, N., Korkmaz, A. S. 2011. Seasonal variation of phytoplankton composition in a medium-size river: The Kirmir and its tributaries Ankara, Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(6): 728-732.

ÖZGEÇMİŞ

Ceren ORAL 1986 yılında Üsküdar'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2005 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Biyoloji Bölümüne girerek, 2009 yılında mezun oldu. 2009 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalında başladığı Yüksek Lisans öğrenimine, 2010 yılında yatay geçiş yaparak Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında devam etti. Sinop Üniversitesi, Biyoloji Bölümü'nde, 2010-2012 yılları arasında araştırma görevlisi olarak çalıştı.