

**KIZILIRMAK NEHİR AĞZI  
FİTOPLANKTONU VE  
NUTRIENTLERLE ETKİLEŞİMLERİ**

**ÖZGÜR BAYTUT  
DOKTORA TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

II

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KIZILIRMAK NEHİR AĞZI FİTOPLANKTONU VE NUTRİENTLERLE  
ETKİLEŞİMLERİ

DOKTORA TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ÖZGÜR BAYTUT

DANIŞMAN  
PROF.DR. ARİF GÖNÜLOL

SAMSUN 2010

## KIZILIRMAK NEHİR AĞZI FİTOPLANKTONU VE NUTRIENTLERLE ETKİLEŞİMLERİ

### ÖZET

Kızılırmak Nehir Ağızı fitoplanktonu ve nutrientlerle etkileşimleri Temmuz 2007 – Aralık 2008 tarihleri arasında incelenmiştir. Araştırma bölgesinde seçilen 5 istasyondan aylık olarak alınan su örneklerinde Cyanobacteria (24), Bacillariophyta (213), Chlorophyta (32), Cryptophyta (10), Dinophyta (120), Euglenophyta (14), Haptophyta (13), Heterokontophyta(14), Incertae Sedis (2) ve Streptophyta (11) divizyonlarına ait toplam 451 takson belirlenmiştir. Belirlenen taksonlardan, 75 adeti Türkiye Alg Florası için yeni kayıt ve 41'i potansiyel zararlı tür olduğu tesbit edilmiştir. Araştırma bölgesinde belirlenen taksonların %52'si tatlı su türlerinden, %48'i ise denizel kökenli taksonlardan oluşmuştur. Bununla birlikte toplam fitoplankton tür sayısının %40'ını acı sularda yaşayabilen tatlı su ve denizel kökenli örihalin türlerin oluşturduğu belirlenmiştir.

Kızılırmak Nehir Ağızı bölgesinde N:P oranı 0,13 ve 37,00 değerleri arasında değişmiş olup, en yüksek değerler genelde nehir içi (N1) ve nehir ağızı (N2) bölgelerinde tesbit edilmiştir. Buna göre fitoplankton üretimi yüzey sularında nehrin etkisi ile fosfor tarafından, yüzey altı derinliklerde ise azot tarafından sınırlandırılmıştır.

İlkbahar ve yaz aylarında N1 ve N2'de 10 birimin üzerinde belirlenen N:Si oranları ilkbaharda diyatome üretiminin sınırlandırılmasına yol açmış ve bu aylarda hâlihazırda yüksek olan diğer nutrient konsantrasyonlarının denizde flagellatlar, nehir ve nehir ağızında ise Temmuz ayında siyanobakteriler tarafından yararlanımına yol açmıştır.

Bray-Curtis bolluk veri matrisi üzerinde yapılan Kümeleme ve MDS analizleri sonuçlarına göre, yüzey fitoplanktonunda oluşan gruplaşmalar çoğunlukla tatlı sudan tuzlu suya doğru dereceli bir sıralama göstermiş, deniz örneklerinde ise ilkbahar başında alınan örnekler ayrılmıştır. Birleştirici hiyerarşik kümeleme analizinden farklı olarak MDS ordinasyonu sonucunda örnekler “Tatlı su”, “Acı su”, “Tuzlu su” ve “İlkbahar başı-Tuzlu su” grupları olarak 4 bölgeye ayrılmıştır. Yüzey altı derinliklerde ise gruplaşmalar mevsimsel farklılıklara göre oluşmuştur.

Kızılırmak nehir ağızı fitoplanktonunda gerçekleştirilen istatistiksel analizlere göre araştırma süresince yüzey fitoplanktonu genelde tuzluluk ve Secchi diski derinliğine

## IV

göre değişim gösterirken, yüzey altı derinliklerde fitoplankton değişimlerini yönlendiren dinamikler sıcaklığa ve NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonuna bağlı olarak belirlenmiştir.

Bölgedeki nehir ağzı ve deniz istasyonlarında *Emiliana huxleyi*, *Eutreptia lanowii*, *Gymnodinium elongatum*, *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Scrippsiella trochoidea*, *Teleaulax acuta* ve *Thalassiosira antiqua* hem yüzeyde hem de yüzey altı derinliklerde kommüniteyi yönlendiren ortak türler olmuşlardır.

Kızılırmak nehir ağzı bölgesinde çok sayıda fitoplankton taksonu ve yüksek biyo çeşitlilik değerleri belirlenmesine rağmen, bentik nehir kommünitesindeki diyatomelerin planktona karışması bu değerleri etkilemiştir. Yapılan taksonomik, fiziko-kimyasal ve istatistiksel analizler sonucunda bölgede ototrof türler yerine heterotrofik ve miksotrofik türlerin dominant olması, çok sayıda potansiyel zararlı türün bulunması ve şiddetli ötrofikasyonun sistemi kararsız hale getirdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kızılırmak, Karadeniz, Fitoplankton, Nutrientler, Zararlı Algler, Ötrofikasyon. Kümeleme Analizi, MDS, BIOENV, BVSTEP, SIMPER, CCA.

## PHYTOPLANKTON OF KIZILIRMAK RIVER MOUTH AND INTERACTIONS WITH NUTRIENTS

### ABSTRACT

Phytoplankton of Kızılırmak River Mouth and interactions with nutrients were investigated between July 2007 – December 2008. A total of 451 taxa belonging to Cyanobacteria (24), Bacillariophyta (213), Chlorophyta (32), Cryptophyta (10), Dinophyta (120), Euglenophyta (14), Haptophyta (13), Heterokontophyta(14), Incertae Sedis (2) ve Streptophyta (11) were identified at 5 stations in the study area. Seventy five of the total taxa are the new records for Algal Flora of Türkiye and 41 were found to be HAB (Harmful Algal Bloom) organism. In the study area, 52% of total taxa are freshwater and 48% are marine species. However, 40% of total phytoplankton are the euryhaline and brackish water species originated from fresh and marine waters.

N:P ratio varied from 0,13 to 451,13 in the Kızılırmak River Mouth and highest values were determined inside the river (N1) and river mouth (N2). Therefore phytoplankton production was limited by phosphorus at surface due to the effect of the river and was limited by nitrogen at subsurface.

N:Si ratio determined above 10 units at N1 and N2 in spring and summer lead to the limitation of diatom production in spring and in these months, higher nutrient concentrations were assimilated by flagellates in the sea and by cyanobacteria in July.

According to the results of hierarchical clustering and MDS analyses on Bray-Curtis abundance data matrix, surface phytoplankton assemblaged generally by a salinity gradient from fresh water through saline waters and the samples collected during early spring divided from the other samples. However, apart from the agglomerative hierarchical cluster analysis, samples divided to four groups, “Fresh”, “Brackish”, “Marine” and “Early spring-Marine” as a result of MDS analysis. Subsurface samples assemblaged in respect to the seasonal variations.

The results of this study revealed that surface phytoplankton varied due to salinity and Secchi Disc depth, while the dynamics of the subsurface phytoplankton were managed by water temperature and NO<sub>3</sub>-N concentrations during the research period.

*Emiliana huxleyi*, *Eutreptia lanowii*, *Gymnodinium elongatum*, *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Scrippsiella trochoidea*, *Teleaulax acuta* ve *Thalassiosira antiqua* were determined to be managing species of the community at river mouth and the sea in both surface and subsurface.

According to the results of this study, involving of the benthic river diatoms to the plankton influenced the number of the phytoplankton taxa and biodiversity values although these values were found to be at high levels in the Kızılırmak River mouth. Taxonomical, physico-chemical and statistical analyses revealed that dominance of the heterotrophic and mixotrophic species instead of autotrophs, elevation of the potential HAB species and strong eutrophication caused to an unstable system in the area.

**Key words:** Kızılırmak, Black Sea, Phytoplankton, Nutrients, HAB, Eutrophication, Cluster Analysis, MDS, BIOENV, BVSTEP, SIMPER, CCA.

**TEŞEKKÜR**

Tez konumun seçiminde ve araştırmanın her aşamasında büyük yardımlarını gördüğüm saygıdeğer hocam Prof. Dr. Arif GÖNÜLOL' a içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez izleme komitesinde görev alan ve çalışma sürem boyunca yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer Prof. Dr. Levent BAT'a ve Doç. Dr. Aysun GÜMÜŞ'e teşekkür ederim. Arazi çalışmalarımda destek veren Uzm. Biyolog Eda DENİZ'e, Tahsin SAK'a ve sayın İhsan FURTUN'a, tüm Deniz Polisi çalışanlarına, doktora çalışmam boyunca sevgi ve desteklerini esirgemeyen saygıdeğer aileme ve sevgili eşim Bahar BAYTUT'a en derin şükranlarımı sunarım. Ayrıca emeği geçen tüm Biyoloji Bölümü hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Özgür BAYTUT

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Kızılırmak.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Karadeniz.....</b>	<b>3</b>
2.2.1. Kuzeybatı Karadeniz ve Kırım Kıyıları.....	4
2.2.2. Batı Karadeniz.....	6
2.2.3. Güney Karadeniz.....	8
2.2.4. Doğu ve İç Karadeniz.....	10
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Araştırma Alanının Tanımı.....</b>	<b>12</b>
3.1.1. Genel Bilgi.....	12
3.1.2. Örnek Alma İstasyonları.....	13
<b>3.2. Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tespiti.....</b>	<b>14</b>
3.2.1. Fiziksel Özellikler.....	14
3.2.2. Kimyasal Özellikler.....	15
<b>3.3. Fikolojik Özellikler.....</b>	<b>15</b>
3.3.1. Su örneklerinin Toplanması.....	15
3.3.2. Diyatome preparatlarının hazırlanması.....	15
3.3.3. Örneklerin Sayımı.....	16
3.3.4. Örneklerin Teşhisi.....	16
<b>3.4. Klorofil <i>a</i> miktarının tayini.....</b>	<b>17</b>
3.4.1. Ekstraksiyon.....	17
3.4.2. Feofitin- <i>a</i> varlığında klorofil- <i>a</i> nın belirlenmesi.....	17
<b>3.5. İstatistiksel Analizler.....</b>	<b>18</b>
3.5.1. Tür listesi ve frekans katsayıları.....	18
3.5.2. Shannon-Wiener Biyoçeşitlilik ve Pielou Düzenlilik indeksleri... ..	18
3.5.3. Örnekler Arasında Tür Bolluklarının Benzerlik Ölçümü.....	19
3.5.4. Birleştirici Hiyerarşik Kümeleme Analizi.....	19
3.5.5. Örneklerin Parametrik Olmayan Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizi (nMDS) ile Ordinasyonu.....	19
3.5.6. Örnek Grupları arasındaki Farklılıklar (ANOSIM).....	20
3.5.7. Komüniteyi Yönlendiren Türlerin Belirlenmesi (SIMPER, BVSTEP).....	21
3.5.8. Çevresel Değişkenlerin Komünite Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi (BIOENV).....	21
3.5.9. Çevresel Değişkenlerin Tür Bollukları Üzerindeki Etkisinin Kanonik Uyum Analizi (CCA) ile Belirlenmesi.....	22
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1. Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....</b>	<b>23</b>
4.1.1. Fiziksel Özellikler.....	23
4.1.1.1. Su Sıcaklığı.....	23
4.1.1.2. Işık Geçirgenliği.....	23
4.1.1.3. Su Yoğunluğu.....	25



## İÇİNDEKİLER (Devam)

	Sayfa
4.1.1.4. Bağlı su sütunu durağanlığı.....	25
4.1.2. Kimyasal Özellikler.....	27
4.1.2.1. pH.....	27
4.1.2.2. Kondüktivite.....	27
4.1.2.3. Nitrat ve nitrit azotu konsantrasyonu.....	28
4.1.2.4. Amonyum Azotu Konsantrasyonu.....	29
4.1.2.5. Silis konsantrasyonu.....	30
4.1.2.6. Ortofosfat fosforu Konsantrasyonu.....	31
4.1.2.7. N:P oranı.....	32
4.1.2.8. N:Si oranı.....	33
4.1.4. Klorofil- <i>a</i> miktarı.....	34
<b>4.2. Fikolojik özellikler.....</b>	<b>35</b>
4.2.1. Fitoplanktonun yüzey sularındaki kompozisyonu.....	44
4.2.2. Fitoplanktonun yüzey altı derinliklerdeki kompozisyonu.....	49
4.2.3. Fitoplanktonun zamana bağlı değişimi.....	52
4.2.3.1. Fitoplanktonun yüzey sularında zamana bağlı değişimi.....	52
4.2.3.2. Fitoplanktonun yüzey altı derinliklerde zamana bağlı Değişimi.....	58
<b>4.3. İstatistiksel analizler.....</b>	<b>62</b>
4.3.1. Fitoplanktonun Shannon-Wiener Biyoçeşitlilik ve Pielou Düzenlilik İndisleri.....	62
4.3.1.1. Yüzey Fitoplanktonu biyoçeşitlilik ve düzenlilik indisleri.....	62
4.3.1.2. Yüzey altı derinliklerde biyoçeşitlilik ve düzenlilik indisleri...	64
4.3.2. Su örneklerinin birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi.....	66
4.3.2.1. Yüzey (0,5 metre) suyu örneklerinde birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi.....	66
4.3.2.2. Yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi.....	68
4.3.3. Su örneklerinin parametrik olmayan çok boyutlu ölçeklendirme analizi (MDS).....	68
4.3.3.1. Yüzey (0,5 metre) suyu örneklerinde MDS.....	68
4.3.3.2. Yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) MDS.....	71
4.3.4. Örnek Grupları arasındaki farklılıklar (ANOSIM).....	73
4.3.4.1. Yüzey fitoplanktonunda belirlenen örnek grupları arasındaki farklılıklar.....	73
4.3.4.2. Yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) fitoplanktonda belirlenen örnek grupları arasındaki farklılıklar.....	74
4.3.5. Komüniteyi yönlendiren türlerin belirlenmesi (SIMPER ve BVSTEP).....	75
4.3.5.1. Yüzey fitoplanktonu.....	75
4.3.5.2. Yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) fitoplankton.....	78
4.3.6. Çevresel değişkenlerin komünite üzerindeki etkisinin belirlenmesi (BIOENV).....	81

**İÇİNDEKİLER (Devam)**

	Sayfa
4.3.6.1. Yüzey fitoplanktonu bolluk verilerinin çevresel değişkenlerle ilişkisi.....	81
4.3.6.2. Yüzey altı derinliklerde fitoplankton bolluk verilerinin çevresel değişkenlerle ilişkisi.....	83
4.3.7. Çevresel değişkenlerin tür bollukları üzerindeki etkisinin kanonik uyum analizi (CCA) ile belirlenmesi.....	84
4.3.7.1. Yüzey suyu örneklerinde çevresel değişkenlerin tür bollukları üzerindeki etkisinin kanonik uyum analizi (CCA) ile belirlenmesi.....	84
4.3.7.2. Yüzey altı derinlik örneklerinde çevresel değişkenlerin tür bollukları üzerindeki etkisinin kanonik uyum analizi (CCA) ile belirlenmesi.....	87
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>90</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>112</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>113</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>127</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
<b>Şekil 2.1.</b> Kızılırmak nehir ağzında örnek alma istasyonları.....	12
<b>Şekil 4.1.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık sıcaklık değişimi.....	23
<b>Şekil 4.2.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık secchi disk derinliği değişimi.....	23
<b>Şekil 4.3.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardaki su örneklerinde aylık yoğunluk değişimi.....	25
<b>Şekil 4.4.</b> Kızılırmak nehir ağzında aylık bağıl su sütunu durağanlığı değişimi.....	25
<b>Şekil 4.5.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık pH değişimi.....	26
<b>Şekil 4.6.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık kondüktivite değişimi.....	27
<b>Şekil 4.7.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık nitrit ve nitrat konsantrasyonlarının değişimi.....	28
<b>Şekil 4.8.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık amonyum konsantrasyonu değişimi.....	29
<b>Şekil 4.9.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık silis konsantrasyonu değişimi.....	30
<b>Şekil 4.10.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık fosfat konsantrasyonu değişimi.....	31
<b>Şekil 4.11.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde hesaplanan aylık N:P oranları.....	32
<b>Şekil 4.12.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde hesaplanan aylık N:Si oranları.....	33
<b>Şekil 4.13.</b> Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık klorofil- <i>a</i> miktarı değişimi.....	34
<b>Şekil 4.14.</b> Kızılırmak nehir ağzı bölgesinin fitoplankton kompozüsyonu.....	43
<b>Şekil 4.15.</b> Fitoplanktonun ve klorofil- <i>a</i> miktarının yüzey sularında sistematik gruplara göre zaman bağlı değişimi.....	56
<b>Şekil 4.16.</b> Fitoplanktonun yüzey altı derinliklerde sistematik gruplara göre zaman bağlı değişimi.....	60
<b>Şekil 4.17.</b> Kızılırmak Nehir Ağzı Fitoplanktonunun aylık Shannon-Wiener Biyoçeşitlilik ( $H'$ ) ve Pielou Düzenlilik ( $J$ ) indeksleri ve görülen tür sayısının ( $S$ ) zamana bağlı değişimi.....	62
<b>Şekil 4.18.</b> Kızılırmak Nehir Ağzı Fitoplanktonunun yüzey altı derinliklerde aylık Shannon-Wiener Biyoçeşitlilik ( $H'$ ) ve Pielou Düzenlilik ( $J$ ) indeksleri ve görülen tür sayısının ( $S$ ) zamana bağlı değişimi.....	64
<b>Şekil 4.19.</b> Kızılırmak nehir ağzı bölgesi yüzey fitoplanktonunda birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu elde edilen örnekler dendogramı.....	66

**ŞEKİLLER LİSTESİ (Devam)**

<b>Şekil 4.20.</b> Kızılırmak nehir ağzı bölgesi yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu elde edilen örnekler dendogramı.....	68
<b>Şekil 4.21.</b> Kızılırmak nehir ağzı bölgesi yüzey fitoplanktonunda çok boyutlu ölçeklendirme sonucu elde edilen örneklerin ordinasyonu.....	69
<b>Şekil 4.22.</b> Kızılırmak nehir ağzı bölgesi yüzey altı derinlik fitoplanktonunda çok boyutlu ölçeklendirme sonucu elde edilen örneklerin ordinasyonu.....	71
<b>Şekil 4.23.</b> Kızılırmak nehir ağzı bölgesi yüzey fitoplanktonunda %44 seviyesinde belirlenen gruplar üzerinde çevresel değişkenlerin etkisi.....	81
<b>Şekil 4.24.</b> Kızılırmak nehir ağzı bölgesi yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun %44 seviyesinde belirlenen gruplar üzerinde çevresel değişkenlerin etkisi.....	82
<b>Şekil 4.25.</b> Yüzey fitoplanktonunun tür ve çevre ilişkisini gösteren CCA ordinasyon grafiği.....	85
<b>Şekil 4.26.</b> Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun tür ve çevre ilişkisini gösteren CCA ordinasyon grafiği.....	88

### ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
<b>Çizelge 4.1.</b> Kızılırmak Nehir ağzı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde tayin edilmiş takson listesi.....	35
<b>Çizelge 4.2.</b> İstasyonlardan alınan su örneklerindeki fitoplanktonda teşhis edilen bazı alg taksonlarının frekans değerleri.....	46
<b>Çizelge 4.3.</b> Seçilen istasyonların yüzey altı derinliklerinden alınan su örneklerindeki fitoplanktonda teşhis edilen bazı alg taksonlarının frekans değerleri.....	50
<b>Çizelge 4.4.</b> Yüzey fitoplanktonunda belirlenen örnek grupları arasında yapılan ANOSIM testi sonuçları.....	72
<b>Çizelge 4.5.</b> Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonda belirlenen örnek grupları arasında yapılan ANOSIM testi sonuçları.....	73
<b>Çizelge 4.6.</b> Yüzey fitoplanktonu benzerlik matrisinde %44 seviyesinde gruplar içindeki en bol ve tipik türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzerlikleri, Benzerlik: standart hata oranları ve toplam bolluğa katkıları.....	75
<b>Çizelge 4.7.</b> Yüzey fitoplanktonu benzerlik matrisinde %44 seviyesinde gruplar arası farklılıkları yaratan türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzersizlikleri, benzersizlik:standart hata oranları ve benzersizliğe katkıları.....	76
<b>Çizelge 4.8.</b> Yüzey altı derinliklerdeki fitoplanktonun benzerlik matrisinde %40 seviyesinde gruplar içindeki en bol ve tipik türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzerlikleri, Benzerlik:standart hata oranları ve toplam bolluğa katkıları..	78
<b>Çizelge 4.9.</b> Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun benzerlik matrisinde %40 seviyesinde gruplar arası farklılıkları yaratan türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzersizlikleri, benzersizlik: standart hata oranları ve benzersizliğe katkıları..	79
<b>Çizelge 4.10.</b> Yüzey fitoplanktonu tür bolluk veri seti ve çevresel değişkenler arasında uygulanan CCA analizi sonucu elde edilen kanonik katsayılar, özdeğerler ve setler arası korelasyon katsayıları.....	83
<b>Çizelge 4.11.</b> Yüzey altı derinliklerde fitoplankton tür bolluk veri seti ve çevresel değişkenler arasında uygulanan CCA analizi sonucu elde edilen kanonik katsayılar, özdeğerler ve setler arası korelasyon katsayıları.....	86

## 1. GİRİŞ

Nehir ağızları, deniz ve nehirler arasındaki geçiş bölgeleridir ve hem biyotik hem de abiyotik koşullar içinde nehir ve denizlerden farklılık gösterirler. Deniz suyundan (35) daha düşük, tatlı sudan (0,5) daha yüksek tuzluluğa sahip olan sular acı su (5-18) olarak tanımlanır. Bu bölgelerde sıcaklık, tuzluluk ve turbidite günlük olarak değişir ve bu özellikler nehir ya da denizde olduklarından daha fazla uç koşullara ulaşır. Nehirden gelen tatlı suyun ve denizden gelen tuzlu suyun karışımıyla meydana gelen tuzluluk farklılıkları ve bulanık bir suda veya çamurlu bir ortamda yaşama problemleri, hemen yanındaki denizden ya da nehirde birçok canlının gelmesini engeller. Bu problemlere rağmen, nehir ağızlarındaki biyolojik üretim çok boldur, çünkü nehir ağızları çamuru, çok zengin bir besin desteğidir. Dünyanın biyolojik üretim açısından en verimli habitatlarından sayılan nehir ağızlarının neden bu kadar üretici bir potansiyele sahip oldukları ve üretilen enerjinin trofik seviyelere nasıl ulaştığı anlaşılmaya çalışılmaktadır. Biyotik açıdan nehir ağızları bölgeleri mercan resifleri ve mangrov bataklıkları kadar yüksek üretim bölgeleridir. Bu bölgelerde hem sedimanda hem de su sütunundaki yüksek nutrient seviyesi sebebiyle yüksek üretim daima mevcuttur. Dünya üzerinde nehir ağızları alanları, insanoğlu için hem denizcilik hem de yerleşim bölgeleri olarak uzun zamandan beri önem taşımaktadır. Bu ekosistemler, insanoğlunun tüm kirlenme ve ıslah çalışmalarına rağmen, güneş enerjisinin bitki materyaline dönüştüğü ve böylece besin zincirinin basamakları boyunca tüm yüksek organizmalar için zengin besin desteği haline geldiği doğal habitatlardır (McLusky ve Elliot, 2004).

Genellikle dünya denizlerinin çok büyük olduğu ve sınırsız miktarda antropojenik (insan kaynaklı) atıkla baş edebilecekleri konusundaki yargılara rağmen, bu atıklar öncelikle nehir ağızları bölgelerine gelmektedir. Birçok uluslararası uzmanın da belirttiği gibi, açık okyanus suları genelde kirlenmeyebilirken, kıyısal deniz suyu, özellikle de nehir ağızları bölgeleri büyük ölçüde kirlenmektedir. Böylece aslında deniz kirliliği nehir ağızları kirliliği haline gelmektedir (Sorokin, 2002).

Neredeyse tamamen kapalı ve izole olmuş bir çevreye sahip olan Karadeniz, son 30 yıldan beri şiddetli ekolojik değişimlere maruz kalmıştır. Bu değişimlerde aşırı nutrient ve kirlenme girdisi, aşırı balıkçılık ve fiziksel yapıda mekaniksel etkiler gibi birçok faktör rol oynar. Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi, zirai faaliyetler, hayvan üretiminin yoğunlaşması, zirai kimyasal maddeler ve mekanizasyon, 1960'lerden başlayarak bölgeyi değiştirmiştir. Zirai atıklardan (nutrientler) kıyısal ekosisteme ve en

sonunda tüm denize bir yayılım gerçekleşmiştir. Ayrıca bazıları yeni olan, ilave nutrientler de; gelişen kanalizasyon, fosil yakıt kullanımı ve fosfatlı deterjan kullanımı gibi diğer faaliyetlerden gelmiştir. Sonuçta fitoplankton aşırı üremeleri ve ötrofikasyonun başlaması sebebiyle öncelikle kıyısız deniz ekosisteminde bir çöküş görülmüştür (Oğuz, 2005a). Karadeniz ekosisteminin durumu ve düzeltilmesi için bu güne kadar GEF, BSEP, NATO-TU, CoMSBLACK, EROS-21, ARENA ve Black Sea GOOS gibi dış kaynaklı projeler gerçekleştirilmişse de nutrient girdileri ve pelajik ekosistem bilgisi ile ilgili bölgesel boşluklar bulunmaktadır (Summerhayes, 1998; Mee ve ark., 2005; Oğuz ve ark., 2006). Bu bölgeler pek çok kuş türünün beslenme bölgesi ve göç yollarındaki dinlenme durağı, kıyısız balıkçılık alanı ya da bitki ve hayvanların çevre şartlarına nasıl uyum sağladıklarını anlamamız için en uygun doğal habitatlardır.

Günümüzde Türkiye'nin en büyük sulak alanlarından ve tarım alanlarından biri olan Kızılırmak deltasında gerçekleştirilen antropojenik faaliyetler (DSİ delta ıslah projeleri, artan nüfus baskısı, aşırı gübreleme, zirai faaliyetler, endüstriyel faaliyetler ve evsel atıklar) hassas bir durumda olan kıyısız deniz ekosistemini tehdit etmektedir. İnsan faaliyetleri çevreyi değiştirdiğinde, biyolojik türlerin bollukları ve komünite kompozisyonu buna tepki vermekte ve değişmektedir. Bu değişimler antropojenik faaliyetlerin etkileri, kirlilik ve iklim değişimlerinin indikatörüdür (Stoermer ve Smol, 2004). Fitoplankton bolluğu ve tür kompozisyonu çevre değişiminin göstergesi olarak en çok araştırılan gruptur.

Karadeniz ve Türkiye'nin kıyısı bulunan denizlerde, aynı anda tatlı su, acı su ve tuzlu su ortamlarındaki fitoplankton dağılımı, aylık değişimi ve nutrientlerle ilişkilerini konu alan çalışmalar çok azdır. Bu araştırmanın amacı, Kızılırmak'ın denize döküldüğü bölgedeki tuzluluk derecelenmesi boyunca, besin zincirinin ilk basamağını oluşturan fitoplanktonun mevsimsel değişimi, tür kompozisyonu, aşırı üreme dinamiklerini ve çevre şartlarını oluşturan fiziksel ve kimyasal faktörlerin fitoplankton üzerine etkilerini incelemektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Karadeniz’de ve Kızılırmak nehrinde fitoplankton taksonomisi, mevsimsel ve aylık değişim, biyolojik özellikler, aşırı üremeler ve bölgeler arasında görülen farklılıklar gibi biyoekolojik özelliklerin araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalar, hem bölge hem de tarih sıralaması karmaşıklığının giderilmesi amacı ile kronolojik sıraya göre, Kızılırmak, Karadeniz (Genel), Kuzeybatı Karadeniz ve Kırım Kıyıları, Batı Karadeniz, Güney Karadeniz, Doğu ve İç Karadeniz alt başlıkları altında verilmiştir.

### 2.1. Kızılırmak

Yıldız ve Özkıran (1991), Mart 1989 ve Mayıs 1990 tarihleri arasında, Kızılırmak’ta yaptıkları çalışmada, çoğunluğu bentik olmak üzere toplam 122 diyatome türü belirlemiş ve kompozisyonun büyük çoğunluğunun *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Gomphonema* ve *Pinnularia* cinslerine ait türlerden oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Hasbenli ve Yıldız (1995) Kızılırmak’ta seçilen toplam sekiz istasyonda diyatomeler haricindeki epipelik, epifitik ve epilitik algleri araştırmışlardır.

Dere ve Sıvacı (2003), Kızılırmak, Sivas ili giriş ve çıkışı bölgesinde, Aralık 1993 ve Mayıs 1994 tarihleri arasında yaptıkları çalışmada epipelik, epifitik ve epilitik alg komünitelerinden Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria ve Euglenophyta divizyonlarına ait toplam 60 taksa tespit etmişlerdir.

### 2.2. Karadeniz (Genel)

Sorokin (2002), Karadeniz’de 2000 yılına kadar yapılmış olan çalışmalarda 750 fitoplankton türünün kaydedildiğini belirtmiştir.

Gomez ve Boicenco (2004), Karadeniz’de bugüne kadar yapılmış araştırmalardan elde edilen literatür bazlı çalışmalarıyla, aralarında zararlı alg aşırı üremelerine neden olan taksonların da bulunduğu, 54 cinse ait toplam 267 tür belirlemişlerdir.

Bat ve ark. (2007) ise yapmış oldukları derleme çalışmasında, son çeyrek yüzyılda Karadeniz ekosisteminin, özellikle Kuzeybatıdaki büyük nehirlerin taşıdığı nutrient konsantrasyonunun artması sonucu, çok köklü değişimlere uğradığını belirtmişlerdir. Nutrient dengesinin bozulmasıyla meydana gelen anormal değişimlerin önce fitoplankton ve daha sonra da zooplanktonun kalite ve miktarı üzerinde etkisini gösterdiğini belirterek, planktonun miktarında görülen bu artışın, Türkiye'nin avladığı hamsi miktarının yıllara göre yükselmesinde muhtemelen önemli bir etken



oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Fakat daha sonra zooplankton avcısı ktenofor, *Mnemiopsis* sp.'nin denize gelmesiyle hamsi avcılığında önemli düşüşler gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Nesterova ve ark. (2008) bugüne kadar yapılmış olan çalışmaları derleyerek Karadeniz'de hala yüksek değerlerde olan nutrient konsantrasyonunun, heterotrofik dinoflagellat türlerinin fitoplankton kompozisyonunda dominant olmasının ve kokolitoforlar ile diğer fitoflagellatların bolluğundaki artışın, Karadeniz ekosisteminde bir kararsızlığı ve fitoplankton kompozisyonunda bir geçiş durumunu yansıttığını ifade etmişlerdir.

### 2.2.1. Kuzeybatı Karadeniz ve Kırım Kıyıları

Karadenizde yapılan bir araştırmada; Koshevoy (1959), 1940–1955 yılları arasında Kırım'ın güneydoğu kıyısındaki fitoplanktonun 125 tür içerdiğini ve bu türlerin 5 alg diviziyosuna ait olduğunu rapor ettikleri belirtilmiştir.

Ivanov (1963, 1965, 1967) 1957–1961 yılları arasında Kuzeybatı Karadeniz'de aralarında *Heterocapsa triquetra* (Stein) Ehrenberg ve *Scropsiella trochoidea* (Stein) Balech ex Loeblich III'ında yaygın olarak bulunduğu, 41 fitoplankton türü rapor ederek, hidrolojik ve hidrokimyasal özelliklerdeki büyük farklılıklardan dolayı denizin farklı bölgelerinde fitoplankton kompozisyonunun epeyce farklı olduğunu, özellikle diğer bölgelerle karşılaştırıldığında çok sayıda acı ve tatlı su türünün denizin sıg, az tuzlu kuzeybatı bölümünde yüksek ötrofikasyona maruz kaldığını bildirmiştir.

1973–2005 süresinde Nesterova (1998), Guslyakov ve Terenko (1999), Nesterova ve Terenko (2000, 2007), Terenko (2004) yapmış oldukları araştırmalar sonucunda kuzeybatı Karadeniz kıyılarındaki fitoplankton türlerinin 11 divizyoya ait 697 türden oluştuğunu göstermişlerdir.

Mashtakova ve Roukhiyainen (1979), büyük alg aşırı üremelerinin Kırım kıyıları boyunca nadiren gözlemlendiğini ve en yüksek bollukların her zaman Kuzeybatı Karadeniz'dekinden düşük olduğunu kaydetmişlerdir.

Nesterova (1979), algal aşırı üreme olaylarına, deniz yüzeyinde red tide başlatan *Prorocentrum cordatum*'un 1973 Eylülünde neden olduğunu belirtmiştir.

Sorokin (1983), Karadeniz'de ilkbaharda diyatomeler ve sonbaharda kokkolitoforlar tarafından oluşturulan iki birincil üretim yükselişinin olduğunu, zaman zaman kıyısal bölgede kokkolitoforlar ve dinoflagellatlar tarafından oluşturulan aşırı üremeler gözlemlendiğini belirtmiştir.

Bologa (1986), Kuzeybatı ve Kuzeydoğu Karadeniz kıyılarında meydana gelen yüksek birincil üretim ile birlikte Anadolu ve Trakya kıyılarından doğu ve batı anaforlarını ayıran merkez bölgeye kadar olan alanda da yüksek miktarda birincil üretim rapor etmiştir.

Nesterova (1987), fitoplankton biyomasının en yüksek değerinin Kuzeybatı Karadeniz’de 1973-1980 yılları arasında gözlendiğini ve ortalama fitoplankton biyomasının 1950-1960’larla karşılaştırıldığında  $0.90 \text{ gm}^{-3}$ ’den  $16.00 \text{ gm}^{-3}$ ’e kadar yaklaşık 17 kat arttığını ifade etmiştir.

Zaitsev ve ark. (1989), Karadeniz’deki ötrofikasyonunun ana kaynağının acı suya sahip Tuna bölgesinden geldiğini belirtmişlerdir.

Gomoiu (1992), mesozooplankton türlerince tercih edilmeyen büyük fırsatçı alg türlerinin aşırı gelişiminin Kuzeybatı Karadeniz ekosistemi besin zincirinin işleyişi ve yapısını önemli ölçüde değiştirdiğini kaydetmiştir.

Senichkina (1993), *Skeletonema costatum* bolluğunun kuzeybatı Karadeniz’de litrede 30,60 milyon ve Kırım kıyıları boyunca litrede 0.90 milyona ulaştığını rapor etmiştir.

Zaitsev ve Alexandrov (1998), Kuzeybatı Karadeniz’de yaptıkları bir çalışmada fitoplankton tür sayısının son 20 yılda 85’e çıktığını rapor etmişlerdir.

Nesterova (1998), Kuzeybatı Karadeniz’de 36 yeni tür bulunduğunu ve dinoflagellatların tür çeşitliliğinde bir artış olduğunu bildirmiştir.

Senicheva (2000), 1948’de Sivastopol Körfezi’nde 211 planktonik alg türü kaydedildiğini ve bu sayının 1996 – 1997 yılları arasında 84 tür, 2001–2004 yılları arasında da 173 tür olduğunu belirtmiştir.

Derezyuk ve ark. (2001), 1981’den 1993’e kadar fitoplankton biyomasının yavaşca düşmeye başladığını ve 1994-2000 yılları arasında biyomasın  $6,00 \text{ gm}^{-3}$  civarında olduğunu kaydetmişlerdir.

Nesterova (2001) ve Nesterova ve Ivanov (2001), 1973-2000 periyodunda, dinoflagellatlardan 7, siyanobakterilerden 11, klorofitlerden 4, krizofitlerden 2, euglenoidlerden 1 ve diyatomelerden 25 türü içeren toplam 150 algin aşırı üreme olayının gözlendiğini rapor etmişlerdir.

Kuzmenko ve ark. (2001), Kırım’ın güneydoğu kıyısında fitoplanktonun biyomas ve bolluğunun son 50 yılda arttığını ve diyatomelerden *Skeletonema costatum*

ile kokkolitoforitlerden *Emiliana huxleyi* türün aşırı üremeler yoluyla dominant olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Polikarpov ve ark. (2003), Kuzeybatı Karadeniz'in tür çeşitliliğinin temelde benzer olduğunu ve başlıca diyatomeler (%45), dinoflagellatlar (%35) ve prasinofitlerden (%11)'den oluştuğunu, ayrıca 65 yıllık bir periyotda Sivastopol yakınlarında *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, *Leptocylindrus danicus* Cleve, *Chaetoceros socialis* Lauder türlerinin dominantlığında önemli değişim gözlenmediğini belirtmişlerdir.

Terenko (2004), Kuzeybatı Karadeniz' de 48 tür bildirmiş ve bu türlerin 37'sinin Karadeniz için yeni kayıt olduğunu belirtmiştir.

Nesterova (2003 ve 2005), 2001–2002 yılları arasında yaklaşık  $4.0 \text{ gm}^{-3}$  olan fitoplankton biyomasındaki azalmaya dinoflagellatların artışının eşlik ettiğini ve ayrıca bu periyot içinde *Skeletonema costatum* türünün çoğalmasının hipertrofik suların bir indikatörü olduğunu belirtmiştir. Fitoplankton bolluğu bu periyotlar süresinde çok değişmemiş ve ortalama  $3.6$  milyon hücre  $\text{L}^{-1}$  düzeyinde kalmıştır.

Morton ve ark. (2009), Kuzeybatı Karadeniz'de *Dinophysis* cinsine ait türler ve *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge türünün 2001-2005 yılları arasındaki mevsimsel değişimini ve kabuklu toksisitesi ile ilişkisini araştırmış, toplanan midye örneklerinde okadaik asit, DTX1 ve DTX2 toksisitesine rastlamışlardır.

### 2.2.2 Batı Karadeniz

Petrova-Karadjova (1984), fitoplankton biyomasının 1960'lı yıllarda dominant bir diyatome kompozisyonundan oluştuğunu, 1980'lerde ötrofikasyonun etkisiyle bu durumun değişip biyomasın %60-80'ini fırsatçı dinoflagellatların (mikso-heterotroflar) çoğunluk gösterdiğini belirtmiştir

Bodeanu (1992), 1981–1990 yılları arasında Romanya kıyısallıklarında 46 fitoplankton aşırı üremesi gerçekleştiğini ve 1973'den itibaren yaz aylarında aşırı üreme gösteren türler arasında en çok rapor edilen türün *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge olduğunu belirtmiştir.

Moncheva (1991a), Fitoplankton biyoçeşitliliğinin gerek yapısal ve gerekse türlerin birbirini izleme yönündeki benzer değişimlerin Bulgaristan kıyısallık bölgesinde de gözlemlendiğini belirtmiştir.

Bodeanu (1995), ötrofikasyonun bazıları toksik olarak belirtilen ve hemen hemen tek türden oluşan yoğun nanoplankton aşırı üremelerine yol açarak denizdeki besin zincirinin temelini değiştirdiğini rapor etmiştir.

Moncheva ve ark. (1995), fitoplankton aşırı üremeleri, bunların balık ve bentik organizma ölümleri üzerine olabilecek etkilerini ve aşırı üremeye ilişkin hipoksiyanın oynayacağı yıkıcı roller üzerine bir çalışma yapmıştır.

Moncheva ve Krastev (1997), 1980'ler ve 1990'larda birincil üretimin, çok yoğun aşırı üremeler ve R-stratejist türlerin yerdeğişimi ile karakterize edildiğini, fitoplankton biyoçeşitliliğinde yüksek miktarda DMS (Dimetilsülfat) üreten dolayısıyla iklim üzerinde olası değişimlere sebep olabilen türlere doğru kayma rapor etmişlerdir.

Moncheva ve ark. (1995), Velikova ve ark. (1999), Moncheva ve ark. (2001), meydana gelen aşırı üreme yoğunluğunun litrede 50 milyon hücreden fazlasına ulaştığını, biyomas çeşitliliğinin ise 10-20  $\text{gm}^{-3}$  olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca 1990'ların ortalarından başlayarak fitoplankton hücre yoğunluğunda azalma eğiliminde olduğu, dominant tür biyomasının 2000 yılından sonra yaklaşık 3  $\text{gm}^{-3}$ 'ün aşağısına düştüğünü belirtmişlerdir.

Moncheva ve ark. (2002), 1980 – 2005 yılları arasında fitoplankton tür listesinin yeniden incelenmesi ile kaydedilen 8 sınıf arasında dağılan 544 türün, 1954–1980 periyodunda listelenmiş 230 türle karşılaştırıldığında 2 katdan fazla bir artışa işaret ettiğini belirtmişlerdir. Bu değişimin bir bölümünün gelişen örnekleme stratejisi, mikroskop kalitesi, örnekleme bölgeleri ve örnekleme sıklığı, değişen çevresel koşullar ve egzotik türlerin girişinin rol oynadığını ve sudaki molar N:P:Si oranlarının ötrofikasyon sürecin belirlenmesinde kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Moncheva ve Slabakova (2007) *Dinophysis* cinsine ait birçok türün artış göstermesi (*D. acuta* Ehrenberg ve *D. caudata* Saville-Kent) ve toksik olarak belirtilen bazı *Pseudo-nitzschia* cinsine ait türlerin fitoplankton kompozisyonunda baskın olmasıyla ekosistem kararlılığının bozulduğu tespit edilmiştir.

Mavrodieva ve ark. (2007), Bulgaristan kıyılarında kış mevsiminde görülen, tipik diyatomelerin (*Skeletonema costatum*, *Detonula confervaceae* (Cleve) Gran, *Pseudo-nitzschia seriata* (Cleve) Peragallo, *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden) yaklaşık %80'inin predominantlığına karşın, toplam yoğunluğun %50'sinden fazlasını diğer taksonomik grupların (krizofitler, mikroflagellatlar ve miksotrofik

dinoflagellatlar) oluşturduğunu ve biyomasta dinoflagellatların üstün olduğunu bildirmişlerdir.

Moncheva ve ark. (2006), Bulgaristan kıyı bölgesinde, fitoplankton biyomas artışlarının ve zamanlamasının düzensiz bir şekilde gerçekleştiğini ifade ederek 1980-1995 yılları arasında sık sık  $10 \text{ gm}^{-3}$  ile  $30 \text{ gm}^{-3}$  değerlerini ve hatta daha fazlasını aşabilen belirgin kış sonu ve ilkbahar artışlarının yıllık fitoplankton biyomasında görüldüğünü belirtmiş, fakat 1995'den itibaren oldukça azalan biyomasın, 2000'den sonra  $5 \text{ gm}^{-3}$ 'ün altına düştüğünü, bu durumun yer değişimi oranları ve nutrientlerin azalmasıyla birlikte on yıllık iklimsel ısınma evresinin başlangıcı ile ilişkili olduğunu tesbit etmiştir.

### 2.2.3. Türkiye Kıyıları (Güney Karadeniz)

Benli (1987), Güney Karadeniz'de mevsimsel plankton dinamiği ve bunun batmakta olan partiküllere etkisi üzerine bir çalışma yapmıştır.

Uysal (1987), İstanbul Boğazı çevresinde plankton dağılımı üzerine yaptığı çalışmada, tür kompozisyonunun bölgelere göre değişim gösterdiğini, en fazla türün Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı'nda bulunduğunu ve sentrik diyatomeelerin toplam diyatome bolluğuna katkısının ilkbahar ve yaz aylarında en yüksek, kış aylarında ise en düşük olduğunu belirtmiştir.

Feyzioğlu (1990), Mart 1989-Şubat 1990 tarihleri arasında gerçekleştirdiği çalışmasında fitoplankton yoğunluğunun yaz aylarında en yüksek seviyelere ulaştığını, kış aylarında ise en düşük seviyede olduğunu ve ilkbahara doğru bir artış gösterdiğini kaydetmiştir.

Gönlügür (1995), Ekim 1993-Eylül 1994 tarihleri arasında Sinop ili iç liman bölgesinde yaptığı çalışmada toplam 57 fitoplankton türü tespit etmiş ve bu türlerden 26'sının dinoflagellat, 31'inin de diyatome olduğunu belirlemiştir.

Feyzioğlu (1996), Doğu Karadeniz Türkiye kıyılarında yaptığı çalışmada, 102 fitoplankton türü tespit etmiş bunların 56'sının diyatome, 35'inin dinoflagellat olduğunu belirtmiş ve fitoplanktonun mevsimsel değişiminin nutrientlerle ilişkilerini incelemiştir.

Karaçam ve Düzgüneş (1990), Kasım 1987- Ekim 1988 tarihleri arasında Trabzon kıyılarında *Rhizosolenia* ve *Ceratium* cinslerine ait türlerin tüm yıl boyunca dominant olduğunu ve fitoplankton bolluğunun Aralık ayında en düşük, Mayıs ve Ekim aylarında en yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Bayrakdar (1994), Türkiye Karadeniz kıyıları boyunca fitoplankton tür kompozisyonu ve dağılımını incelemiş, Temmuz 1992 tarihinde Güney Karadeniz’de tanımlanan dinoflagellatların diyatomelere olan oranını 0,5 bularak, tür çeşitliliğinin ve hücre bolluğunun gittikçe azaldığını belirtmiştir.

Sur ve ark. (1994), Batı Anadolu kıyılarında yaptıkları sınırlı sayıdaki gözlemlerinde göreceli olarak yüksek birincil üretim olduğuna işaret etmişlerdir.

Oğuz ve ark. (1996), ilkbahar fitoplankton üremesinin Mart ayının başında gerçekleştiğini ve 7-10 gün devam ettikten sonra bittiğini belirtmişlerdir.

Eker (1998) ve Eker ve ark. (1999), Kuzeybatı ve Güney Karadeniz’de Mart, Nisan ve Ekim 1995 dönemlerinde mikro ve nanofitoplanktonun bolluk biyokütlesi üzerine bir çalışma yapmış, bu çalışmada dinoflagellatların ve diyatomelerin tür sayısı ile bolluklarının her iki dönemde de zengin olduğunu, biyokütle açısından ise Ekim döneminde diyatomelerin %85’ini, aynı dönem içinde kokkolitoforların ise toplam bolluğun %69’unu oluşturduğu rapor etmişlerdir.

Uysal (1999), 1994’de Batı ve Güneybatı Karadeniz’de siyanobakteri *Synecococcus* spp. pigmentlerini, boyutlarını ve öfotik zon içindeki dağılımını incelemiş ve hücrelerin Tuna Nehri’nin etkisi altında olan açık deniz bölgesinde, kıyısız bölgelere oranla daha bol olduğunu tespit etmiştir.

Türkoğlu ve Koray (2002), Ağustos-1995 ve Temmuz-1996 dönemleri arasında Güney Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışmada toplam 178 tür tespit etmişlerdir. Bu türlerin 88’inin diyatomelere, 83’ünün dinoflagellatlara ait olduğunu rapor etmişler ve fitoplanktonun aylık değişimini su kolonunun fiziko-kimyasal özelliklerine göre incelemişlerdir.

Baytut (2004), Samsun Kıyı şeridinde Ekim 2002 ve Eylül 2003 tarihleri arasında yaptığı çalışmada 11 alg sınıfına ait 145 takson tayin etmiş, Kızılırmak ve Yeşilirmak gibi Türkiye’nin en büyük nehirlerinin yanında birçok derenin de denize döküldüğü, ötrofikasyon tehdidi altında bulunan bölgede yakın zamanda aşırı kirlilik ve ekosistem bozulmaları görülebileceğini ifade etmiştir. Ayrıca, fiziko-kimyasal özelliklerin (nutrientler dahil) ve fitoplankton gruplarının birey sayıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir.

Baytut ve ark. (2005), Türkiye denizleri için altı yeni tür kaydederek, bu türlerin Zygnematophyceae, Bacillariophyceae ve Fragilariophyceae sınıflarına ait tatlı sularda görülen türler olduğunu ifade etmişlerdir.

Şahin (2005), Ocak 2002 ve Aralık 2003 tarihleri arasında, Sinop Burnu bölgesinde yaptığı çalışmada toplam 110 fitoplankton türü tesbit etmiş, araştırma süresi boyunca fitoplankton kompozisyonundaki dinoflagellat oranının hem bolluk hem de tür çeşitliliği açısından diyatomelerden daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Feyzioğlu ve Öğüt (2006), Güneydoğu Karadeniz (Trabzon) bölgesinde 1991-2001 yılları arasında toplamda 5 alg aşırı üremesi olayı gözlemleyerek, sorumlu türlerin *Diplopsalis lenticula* (Berg), *Euglena acusformis* Schiller, *Eutreptia lanowii* Steuer, *Pyramimonas orientalis* Butcher ex McFadden, Hill & Wetherbee, *Scrippsiella trochoidea* ve *Akashiwo sanguinea* olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, bu türlerin aşırı üremeleri üzerinde sıcaklık, tuzluluk, nitrit, nitrat, fosfor ve toplam Fe miktarlarının etkileri incelenmiştir.

Baytut ve ark. (2007) Samsun koyunda *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow) Hasle, *Eutreptiella gymnastica* Thronsen, *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström, *Skeletonema costatum* ve *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle türlerinin gerçekleştirdiği aşırı üremeleri rapor etmişlerdir.

Baytut ve ark (2010), Güney Karadeniz kıyısall sularında fitoplankton kompozisyonunda 14 den fazla potansiyel zararlı tür gözlemlendiğini ve fitoplankton bolluğundaki mevsimsel artışların değişerek, tipik ilkbahar ve sonbahar artışlarının yanında yaz ortasında da yükselme gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Bu farklılıkların özellikle sıcaklık, N:P oranı başta olmak üzere çevresel parametrelerle önemli ilişki içinde olduğu kaydedilmiştir.

#### **2.2.4. Doğu ve İç Karadeniz**

Vershinin ve ark. (2005), Doğu Karadeniz kıyılarında, fitoplankton gelişiminin Şubat'ta küçük diyatomelerin çoğalmasıyla başladığını ve bu duruma genellikle *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle, *Skeletonema costatum*, *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle apud G.R.Hasle & Syvertsen, *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendeş, *Hemiaulus hauckii* Grunow ex Van Heurck, *Chaetoceros* cinsine ait türler ve diğer flagellatların eşlik ettiğini kaydetmişlerdir.

Mikaelyan (2008), 1968'den 2007'ye kadar, iç havzadaki fitoplankton komünitesinin uzun süreli dinamiklerini fitoplankton veri tabanı kullanarak araştırmış ve ötrofik bölgenin alt bölümünde ve karışım tabakasının üstünde 5 taksonomik grup; dinoflagellat, diyatomeler, kokkolitoforitler, silikoflagellatlar ve diğer flagellatların uzun süreli değişimlerini analiz ederek, ilkbahar mevsiminin en çarpıcı özelliğinin

diyatome bolluğunun 1970-1990 yılları arasında toplam fitoplankton biyomasındaki oranın %60-80'den 1995'den sonra %15-25'e kadar azaldığını belirtmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Araştırma Alanının Tanımı

##### 3.1.1. Genel Bilgi

Kızılırmak nehri 1355 km uzunluğuyla Türkiye'nin en büyük nehri olup, İç Anadolu'nun kuzeydoğusundaki Kızılbaş'ın güney yamaçlarından doğar ve sırasıyla Sivas, Kayseri, Nevşehir, Kırşehir, Kırıkkale, Ankara, Çankırı, Çorum ve Samsun illerinden geçerken çok sayıda dere ve çayın sularını toplayarak Bafra Burnu'ndan Karadeniz'e ulaşır. Temmuz ve Şubat ayları arasında en düşük su düzeyinde akan nehir, Mart ayında hızla kabarmaya başlar ve Nisan ayında en yüksek su düzeyine ulaşır. Ortalama debisi  $184 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$  olan nehrin 20 yıllık gözlem süresince en az  $18,40 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$  ve en çok  $1673 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$  hızına ulaştığı belirlenmiştir (Yılmaz, 2005). Nehir üzerinde bugüne kadar 8 baraj yapılmıştır. Bunlar; Sarıoğlan, Yamula, Kesikköprü, Hirfanlı, Kapulukaya, Obruk, Altınkaya ve Derbent barajlarıdır. Kızılırmak nehir ağzı, nehrin Karadeniz'e döküldüğü bölgede, Kızılırmak Deltasının kuzey ucundaki Bafra Burnunda yer almaktadır. Delta Samsun ilinin 55 km batısında ve 182 kilometre uzunluğundadır. Kızılırmak'ın denize döküldüğü yerde oluşmuş, Türkiye'nin Karadeniz kıyılarındaki, doğal özelliklerini kısmen koruyabilmiş en büyük sulak alanıdır (41 36'K 36 05'D). Deltanın 56.000 hektarlık alanının %70'i yoğun insan kullanımına maruz kalmaktadır. Deltanın güney kesiminde bulunan Bafra şehrinde, 1985 yılında yapılan genel nüfus sayımlarına göre 159.500 kişi yaşamaktadır. Bu nüfusun 60.000'i şehir merkezinde geri kalanı da delta içinde ve nehir kıyısındaki köylerde yaşamaktadır. Deltadaki ortalama nüfus yoğunluğu  $\text{km}^2$ 'de 95 kişidir (Hustings ve Van Dijk, 1994).

Doğal alanların dışında, delta yoğun olarak tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Başlıca ürünler tütün, buğday, sebze ve çeltiktir. Ayrıca deltada hayvancılık çok yaygındır ve 1993 yılındaki Doğal Hayatı Koruma Derneği tahminlerine göre 23.000 büyük baş hayvan bulunmaktadır (Yarar ve Magnin, 1997).

Karadenizin tuzluluk oranı (yüzeysel suyu ortalama 17-18) denize gelen fazla miktardaki nehir deşarjı yüzünden düşüktür. Bölgedeki kıyı akıntısı  $5-20 \text{ cm sn}^{-2}$  lik hızıyla batıdan doğuya yöneliktir. Kızılırmak, birkaç yüz metrelik geniş bir yatağa sahiptir. Bafra şehrinde kuzeye ve 5 km güneye doğru kanallar inşa edilerek nehir yönü değiştirilmiş ve set çekilmiştir. Bu bölgede, büyük ölçekli mil imalatı ve diğer endüstriyel aktiviteler gerçekleştirilmektedir. Drenaj kanalı yapımı deltadaki sulak alan bölgesi için var olan pek çok tehditten biridir. DSİ tarafından bugüne kadar çok

sayıda drenaj plan ve projesi gerçekleştirilmiştir. 1992 yılında nehir ağzı bölgesi ve deltanın batı bölümüne büyük drenaj kanalı inşa edilmiş, 2002 ve 2004 yıllarında nehir ağzına batı mahmuzu ve doğu bölümüne de dolgu topuklar inşa edilmiştir (Yarar ve Magnin, 1997).

### 3.1.2. Örnek Alma İstasyonları

Kızılırmak nehir ağzının fitoplankton tür kompozisyonunu, yoğunluğunu tespit etmek, mevsimsel değişimi ve nutrientlerle etkileşimlerini incelemek amacıyla, nehrin içinden bir, nehir ağzından bir, kıyıdan iki ve 4 kilometre açıktan seçilen bir istasyon olmak üzere toplam beş istasyon seçildi (Şekil 3.1.).



**Şekil 3. 1. Kızılırmak nehir ağzında örnek alma istasyonları**

**1. İstasyon (N1) :** Ortalama derinliği 3 metre olup, nehir ağzından 500 metre içerdedir. Yıl boyunca tatlı suyun hâkim olduğu bir bölgedir. Bu istasyondan su örnekleri 0.5 metre derinlikten alındı.

**2. İstasyon (N2):** DSİ'nin 2002 yılında inşa ettiği batı mahmuzunun olduğu bölgede, nehrin denize çıkış alanında bulunmaktadır. Bu bölgede ortalama derinlik 3 metredir. Bu istasyondan su örnekleri 0.5 metre derinlikten alındı.

**3. İstasyon (K1):** Deltanın doğu kıyısında bulunmaktadır. Bu istasyonun derinliği 10 metre ve kıyıya uzaklığı ise 1200 metredir. Su örnekleri 0,5 metre ve 10 metre derinliklerden alındı.

**4. İstasyon (K2):** Deltanın batı kıyısında bulunmaktadır. Bu istasyonun derinliği 14 metre olup, kıyıya uzaklığı 1100 metredir. Su örnekleri 0,5 metre ve 10 metre derinliklerden alındı.

**5. İstasyon (A1):** Nehir ağzının 3000 m açığında bulunmaktadır. Derinlik 105 metredir. Bu istasyondan su örnekleri 0.5, 5, 10 ve 20 metre derinliklerden alındı.

### **3.2. Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tespiti**

Suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek üzere 18 ay süreyle aylık periyotlarda su örnekleri bütün istasyonlardan ve belirtilen derinliklerden 2,5 L kapasiteli Hydro-Bios marka Free-Flow örnekleme şişesi ile alınmıştır.

#### **3.2.1. Fiziksel Özellikler**

Su örneklerinin sıcaklığı ve pH'ı Consort marka C534 model çoklu parametre ölçüm cihazı ile ışık geçirgenliği ise seki diski ile örnekleme esnasında ölçüldü. Suyun yoğunluğu ise sıcaklık ve toplam çözünmüş madde değerlerine göre UNESCO Yoğunluk Eşitlikleri kullanılarak belirlendi (UNESCO, 1981). Ayrıca, su yoğunluk değerlerine göre bağıl su sütunu durağanlığı (RWCS) hesaplandı. RWCS değerleri dip suyunun yoğunluğu (Db) ile yüzey suyu yoğunluğu (Ds) arasındaki farkın 4<sup>0</sup>C'deki saf su yoğunluğu (D4) ile 5<sup>0</sup>C'deki saf su yoğunluğu arasındaki farka bölünmesiyle hesaplandı (Padisak, 2003).

$$RWCS = (Db - Ds) / (D4 - D5)$$

### 3.2.2. Kimyasal Özellikler

Su örneklerinde tuzluluk, elektriksel iletkenlik yöntemiyle Eutech marka Cyberscan Con 11 model parametre ölçüm cihazı ile ölçüldü. Laboratuvara getirilen örneklerde Nitrit azotu ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), Nitrat azotu ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), Amonyum azotu ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), Ortofosfat fosforu ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) ve Silis ( $\text{SiO}_2$ ) miktarı Hanna C-200 marka su analiz cihazında standart metotlara göre analiz edildi (APHA, 1995).

### 3.3. Fikolojik Özellikler

#### 3.3.1. Su örneklerinin Toplanması

Kızılırmak nehir ağzında fitoplankton türlerinin çeşitliliğini ve hücre yoğunluğunu tespit etmek, mevsimsel değişimini incelemek amacıyla örnek alma istasyonlarından su örnekleri nitel ve nicel örnekleme yoluyla iki farklı şekilde toplandı (Venrick, 1978a). Nitel örneklemede su örnekleri, istasyonların yüzeyinden ağız çapı 30 cm, por aralığı 20  $\mu\text{m}$  olan Hydro-Bios marka plankton ağı kullanılarak alındı. Örnekleme, tekne üzerinden 2 knot hızla ve 25 dakikalık plankton çekimleri şeklinde gerçekleştirildi. Alınan örnekler 200 ml'lik cam kavanozlara boşaltılarak, % 40'lık ticari formaldehit ile sonuç konsantrasyonu % 2–4 olacak şekilde tespit edildi. Bu örneklerden geçici preparatlar hazırlanıp araştırma mikroskopunda incelenerek alglerin tanımlamaları yapıldı (Tangen, 1978).

Nicel örnekleme metodunda ise su örnekleri, belirlenen istasyonlardan aylık periyotlarda Hydro-Bios marka Free-Flow örnekleme şişesi ile 0.5, 5, 10 ve 20 metre derinliklerden alındı (Venrick, 1978b). Alınan su örnekleri 2,5 litrelik plastik kavanozlara konulup etiketlendikten sonra organizmaların boyanarak tespit edilmesi ve çökmesi için hemen lugol çözeltisi ( 2 ccL<sup>-1</sup> ) ile tespit edildi. Laboratuvara getirilen su örnekleri, bir hafta süresince sedimantasyon için bekletildikten sonra, üstteki sıvı kısmın sifonlanması yoluyla 250 cc'lik mezürlere aktarıldı. Bunu takiben mezürlerde 2 gün bekletilen örnekler tekrar sifonlanarak 10 cc'lik cam tüplere aktarıldı. Tüpler, örneklerin yoğunluğuna göre 1–3 ml' ye kadar konsantre edildi (Sukhanova, 1978).

#### 3.3.2. Diyatome preparatlarının hazırlanması

Diyatomeler daimi preparat haline getirildikten sonra teşhis edildi. Bunun için plankton ağı örneklerinden 10 ml alınıp 250 ml lik beherlere konuldu, ardından 10 ml %10 luk HCl ve 20 ml % 30'luk  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltileri eklendi. Örnekler 10 dakika

manyetik karıştırıcıda ısıtıldı ve çalkalandı. Ardından 10 ml doygun  $\text{KMnO}_4$  eklendi ve parafilm ile kaplandıktan sonra 24 saat  $50^\circ\text{C}$  de karıştırıldı. Örnekler 10 ml oksalik asit eklendikten sonra santrifüj yardımıyla 3-4 kez distile su ile yıkandı. Birçok kez yıkılarak asitten kurtarılan diyatome kabuklarını içeren bu örnekler mikropipet yardımıyla alınarak lamel üzerine konuldu, örnekler 1 gece bekletildi ve ortam maddesi olarak  $50 \mu\text{L}$  kanada balsamı yardımıyla hazırlanan daimi preparatlar  $80^\circ\text{C}$ 'deki etüvde 24 saat bekletilerek kurutuldu (Hasle, 1978). Diyatome hücreleri, hazırlanan daimi preparatlardan teşhis edildi.

### 3.3.3. Örneklerin Sayımı

Laboratuvarda sifonlanarak 1-3 ml'ye konsantre edilen örneklerden pipet yardımı ile 1 ml alındı ve Sedgewick-Rafter sayım kamarasına aktarıldı. Hücrelerin sayımı Prior marka faz-kontrast ters mikroskop ile hücre boyutuna göre x200 ve x400 büyütmede yapıldı. Sayım işlemi tamamlandıktan sonra, başlangıç hacimleri bilinen örneklerden fitoplankton yoğunluğu aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Guillard, 1978).

$$\text{Sayım, hcL}^{-1} = (\text{Hücre sayısı} / \text{kare sayısı}) \times 10^4 \times \text{Seyreltme faktörü}$$

### 3.3.4. Örneklerin Teşhisi

Mikroskopik gözlemler Prior marka faz-kontrast ters mikroskop, Prior marka faz-kontrast ve Nikon E 600 marka floresan mikroskoplarında yapıldı. Tayin edilen fitoplankton türleri sistematik gruplara yerleştirildi. Türlerin tayininde Kiselev (1950), Tregouboff ve Rose (1957), Huber-Pestalozzi (1976), Cupp (1977), Rampi and Bernard (1978), Round ve ark. (1990), Krammer ve Lange-Bertalot (1991a, 1991b, 1999a, 1999b), Sims (1996), Hasle ve Syvertsen (1997), Steidinger ve Tangen (1997), Thronsen (1997), Lange-Bertalot (2000), John ve ark. (2003), Krammer (2003), Cronberg ve Annadotter (2006), Tsarenko ve ark. (2006)'dan yararlanıldı.

Türkiye Alg Florası için yeni kayıt olan taksonlar Gönülol ve ark. (1997), Koray (2001), Aysel (2005), Balkıs (2004 ve 2005) yayınlarından ve TUBİTAK-Türkiye Taksonomik Tür Veri Tabanından (<http://bioces.tubitak.gov.tr>) kontrol edilerek belirlenmiştir. Ayrıca geçerli takson adları ve sistematik grupların düzenlenmesi AlgaeBase veritabanına (<http://www.algaebase.org>) uygun olarak yapılmıştır.

### 3.4. Klorofil *a* miktarının tayini

#### 3.4.1. Ekstraksiyon

İstasyonlardan alınan 1'er litre su örnekleri laboratuvara getirilerek Whatman GF/C filtre kağıdından (0,45 µm por çaplı) su trompu yardımıyla süzüldü. Süzme işleminden sonra filtre kağıdı pensle katlanarak makas yardımıyla ufak parçalara bölündü. Filtre parçalarının üzerine 9:1 oranında hazırlanan %90 lık aseton ve %1'lik MgCO<sub>3</sub> aseton solüsyonundan 2-3 ml ilave edildi ve bir homojenizatör yardımıyla daha ufak parçalarına ayrılarak kapalı santrifüj tüplerine konuldu. Üzerlerine 6 ml aseton solüsyonu ilave edilip iyice karıştırıldı. Pigmentler fotosentez yapmaya çok hassas olduğu için ekstrakt hazırlık esnasında mümkün olduğu kadar az ışığa ve düşük sıcaklığa maruz bırakıldı. Bu nedenle tüplerin etrafı parafilm ve alüminyum folyo ile sarıldı ve buzdolabında 1 gece bekletildi. Elde edilen ekstrakt aseton solüsyonu ile 10 ml'ye tamamlandı. Tüpler 2000-3000 devirde 10 dakika santrifüj edildikten sonra, santrifüj tüpündeki berrak sıvı yavaşça 1 cm ışık yollu 3 ml. kuvars spektrofotometre küvetlerine aktarıldı (APHA, 1995).

#### 3.4.2. Feofitin *a* varlığında klorofil *a* nın belirlenmesi

Klorofil *a* ile aynı dalga boyunu absorbe eden feopigmentler, klorofil *a* miktarının yanlış hesaplanmasına yol açar. Bu nedenle, Klorofil *a* örneklerinde feofitin *a* miktarının belirlenmesi gerekir. Klorofil *a* örneklerine asit eklenmesi ile magnezyum atomu kaybolur ve feofitin *a* miktarı spektrofotometrik olarak belirlenebilir (APHA, 1995).

Klorofil *a* ekstraktlarının absorbans değerleri Helios marka Delta-Gamma model spektrofotometre ile 750 ve 664 nm dalga boylarında ölçüldü. Daha sonra küvetlerin içine 0,1 ml 0,1 N HCl ilave edildi. Küvetler 90 sn boyunca hafifçe sallandıktan sonra 750 nm ve 665 nm dalga boylarında absorbans değerleri ölçüldü. Klorofil *a* korreksiyonu ve feofitin *a* değerleri aşağıdaki formüle göre belirlendi (APHA, 1995);

$$\text{Klorofil } a, \text{ mg m}^{-3} = [26,7 (664_b - 665_a) \times V_1] / [V_2 \times L]$$

$$\text{Feofitin } a, \text{ mg m}^{-3} = [26,7 (1,7 \times 665_a - 664_b) \times V_1] / [V_2 \times L]$$

$V_1$  = Ekstrakt hacmi, L

$V_2$  = Örnek hacmi,  $\text{m}^3$

L = Spektrofotometre küvetinin ışık yolu uzunluğu, cm

$664_b$ ,  $665_a$  = Sırasıyla asidifikasyondan önceki ve sonraki absorbans değerleri.

### 3. 5. İstatistiksel Analizler

#### 3.5.1. Tür listesi ve frekans katsayıları

Nitel ve nicel örneklemlerden elde edilen tür listesi sistematik gruplara göre yerleştirilerek, taksanın varlık yokluk analizi ve frekans katsayıları aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Bakus, 2007);

$$f = (Na/N) \times 100$$

$Na$  = a türünü içeren örnekleme sayısı

$N$  = Tüm örnekleme sayısı

Elde edilen sonuçlar, nadiren bulunan türler (%1–15), sık bulunan türler (%16-40), yaygın bulunan türler (%41-60), ve çok yaygın türler (%61-100) olmak üzere dört grupta incelendi.

#### 3.5.2. Shannon-Wiener Biyoçeşitlilik ve Pielou Düzenlilik indeksleri

Tür çeşitliliği için Shannon-Wiener indeksi ( $H'$ ) ve düzenlilik indeksi ( $E$ ) ile hesaplandı (Bakus, 2007);

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

$$P_i = N_i / N$$

$N_i$  =  $i$ ' inci türe ait birey sayısı

$N$  = Toplam birey sayısı

$$E = H / \log_2 S \text{ veya } H / H_{\max}$$

$S$  = Örnekteki tür sayısı

### 3.5.3. Örnekler Arasında Tür Bolluklarının Benzerlik Ölçümü

Alınan su örneklerinin yer ve zaman içindeki tür kompozisyonu farklılıklarının istatistiksel açıdan belirlenebilmesi için hem kalitatif hem de kantitatif örneklerde PRIMER-E istatistiksel analiz programı kullanıldı. Türlerin bolluk veri çizelgesine öncelikle karekök transformasyonu uygulandı. Ardından Bray-Curtis metoduna göre örnekler ya da türler arası benzerlik katsayıları hesaplanarak benzerlik matrisi oluşturuldu. Çok boyutlu ölçeklendirme analizi ile fiziksel ve kimyasal etkenlerin ve antropojenik faaliyetlerin plankton dağılımı ve bolluğu üzerine yaptığı baskı ölçüldü (Clarke ve Warwick, 2001).

Bray-Curtis Katsayısı; Toplam S örnekleri arasında,  $j$  ve  $k$  örnekleri arasında,  $i$  inci değerleri ile hesaplandı.

$$\frac{2 \sum_{i=1}^S \min(x_{ij}, x_{ik})}{\sum_{i=1}^S (x_{ij} + x_{ik})}$$

### 3.5.4. Birleştirici Hiyerarşik Kümeleme Analizi

Su örnekleri arasındaki gruplaşmaları belirlemek için birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi kullanıldı. Birimlerin benzerliklerini esas alarak belirli düzeylerde birbiri ile birleştirmeyi amaçlayan hiyerarşik kümeleme yapılırken, başlangıç noktası olarak Bray-Curtis benzerlik matrisi kullanıldı. Başlangıçta tüm birimlerin ayrı birer küme oluşturduğunu kabul ederek,  $n$  sayıda birimi aşamalı olarak sırasıyla  $n$ ,  $n-1$ ,  $n-2$ ,  $n-3$ , ... $n-r$  kümeye yerleştiren birleştirici hiyerarşik kümeleme yönteminde bağlantılar, uzaklıklar ve birimlerin bağlanma düzeyleri dendogramlar halinde gösterildi (Bakus, 2007).

### 3.5.5. Örneklerin Parametrik Olmayan Çok Boyutlu Ölçeklendirme Analizi (nMDS) ile Ordinasyonu

Başlangıç noktası olarak Bray-Curtis benzerlik matrisinden örneklerin benzerlik derecelendirmesi yoluyla metrik olmayan MDS algoritması oluşturuldu ve iki boyutlu MDS haritası çıkarıldı. Oluşturulan MDS konfigürasyonunun güvenilirliği ve MDS algoritmasının regresyon uyumluluğunu ölçmek için stres değeri kullanıldı. Stres



değeri 0 ve 0,2 arasında olmayan MDS konfigürasyonları değerlendirmeye alınmadı (Bakus, 2007).

MDS’de n birim ya da nesneden oluşan bir veri setinden elde edilen uzaklık değerleriyle, n noktanın tek ya da r ( $r < n$ ) boyutlu uzayda grafiksel gösterimini elde etmek amaçlanmaktadır. Örnekler arasında Bray Curtis benzerlik katsayısı hesaplanarak oluşturulan veri setinde bulunan i. ve j. birimleri arasındaki uzaklık ölçümü  $d_{ij}$  ile gösterilmek üzere, MDS bu uzaklıkların bir geometrik uzayda gösterimini sağlar. m boyutlu bir uzayda, i. ve j. noktalar arasındaki uzaklık aşağıdaki gibi elde edilmektedir.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{a=1}^m (x_{ia} - x_{ja})^2}$$

İlk adımda, D farklılıklar matrisinin tüm elemanları sıralandı.

$$d_{i_1j_1} < d_{i_2j_2} < \dots < d_{i_mj_m} ; m = \frac{1}{2}n(n-1)$$

İkinci adımda, çok boyutlu (p boyutlu) uzaydaki gerçek şekil ile indirgenmiş boyutlu (r boyutlu) uzayda kestirilen şekil arasındaki farklılığın ifadesi olan stress değeri hesaplandı (Özdamar, 2004).

$$S^2(\hat{X}) = \min \sum_{\forall i < j} \left( \frac{(d_{ij}^* - \hat{d}_{ij})^2}{\sum \hat{d}_{ij}^2} \right)$$

### 3.5.6. Örnek Grupları arasındaki Farklılıklar (ANOSIM)

Toplanan su örneklerinde, istasyonlar veya aylar arasındaki farklılıkları belirlemek için PRIMER-E istatistiksel analiz programının rutin uygulaması olan “Benzerlikler Analizi” metodu kullanıldı. Örnekler arasındaki varyans değeri yerine Bray-Curtis benzerlik katsayılarını ele alan bu yöntemde Global Test olarak adlandırılan yokluk hipotezi ( $H_0$ ), örnek gruplarının arasında fark bulunmadığını ifade etmektedir. Ortak katsayı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$R = (r_b - r_w) / 0,5.M, \quad M = n(n-1)/2 \quad n = \text{Toplam örnek sayısı}$$

$r_b$  = Farklı İstasyonlar arasındaki tekrarlı örneklerden çıkan benzerlik derecelerinin ortalaması

$r_w$  = İstasyonlar içindeki tekrarlı örneklerden oluşturulan benzerlik derecelerinin ortalaması

R değeri genelde 0 ve 1 değerleri arasındadır. Eğer R değeri 0'a yaklaşıyorsa istasyonlar arasında fark yoktur.

Önemlilik düzeyi ise  $(t+1)/(T+1)$  formülü ile hesaplandı (Bakus, 2007).

### 3.5.7. Kommüniteyi Yönlendiren Türlerin Belirlenmesi (SIMPER, BVSTEP)

Su örneklerinden elde edilen veri setinde örnek grupları arasındaki farklılıkları meydana getiren türleri belirlemek için PRIMER-E istatistiksel analiz programında benzerlik yüzdeleri (SIMPER) analizi yapıldı. Bu işlemde ilk adımda bolluk verileri matrisinden, örnekler arasında Bray-Curtis benzerlik matrisi oluşturuldu ve örnekler gruplara yerleştirildikten sonra, örnek grupları arasındaki Bray-Curtis benzersizlik ortalamaları aşağıdaki formülle hesaplandı (Clarke ve Warwick, 2001);

$$\delta_{jk}(i) = 100 \cdot |y_{ij} - y_{ik}| / \sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})$$

Veri setinde bulunan iki örnek arasında j ve k örnekleri arasındaki i. türün benzersizlik katsayısı,  $\delta_{jk}(i)$ , hesaplandıktan sonra toplam benzersizlik katsayısı ortalamaları  $\overline{\delta_{jk}}$  belirlendi. Örnek çiftleri arasındaki (j ve k) i' inci türe ait ortalama  $\delta_{jk}(i)$  değerleri standart hataya oranlandığında bir türün gruplar arası benzersizliğe ne kadar katkı sağladığı bulundu (Clarke ve Warwick, 2001).

### 3.5.8. Çevresel Değişkenlerin Komünite Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi (BIOENV)

Su örneklerinden elde edilen biyotik verilerin çevresel değişkenlerle uyumluluğunu karşılaştırmak için PRIMER-E istatistiksel analiz programında BIOENV uygulandı. Farklı benzerlik matrisleri arasında sıralamalı korelasyon katsayısının

belirlenmesine olanak tanıyan bu analizde, biyotik veriler için Bray-Curtis benzerlik matrisi, çevresel değişkenler için de Öklid uzaklık matrisi oluşturularak, birimlerin birbiri arasında Spearman sıralama korelasyon katsayıları hesaplandı (Clarke ve Warwick, 2001).

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

$d_i = x_i - y_i$  :  $X_i$  ile  $Y_i$  sıra numaraları arasındaki fark;  
 $n$  : iki değişkenli örnekleme toplam gözlem sayısı.

### 3.5.9. Çevresel Değişkenlerin Tür Bollukları Üzerindeki Etkisinin Kanonik Uyum Analizi (CCA) ile Belirlenmesi

CCA analizi, tür bollukları ve çevresel değişkenlerden oluşturulmuş iki veri seti arasında Gauss (çan eğrisi) ilişkisini, özdeğerler eksenlerinden oluşan iki boyutlu ordınasyon düzleminde açıklamaya çalışır (Ter Braak, 1986). Böylece ordınasyon grafiğindeki noktalar (türler) çevresel değişkenlerin (oklar) Gauss fonksiyonları olarak temsil edilir. Çevresel değişkenlerin temsil edildiği ordınasyon düzleminde okların uzunluğu da ayrıca önem taşımaktadır. CCA analizi yapılmadan önce tür bolluk verileri, nadir türlerin etkisinin azaltılması için karekök değerleri alınarak bolluk veri matrisi tekrar düzenlendi ve çevresel değişken verileri ise logaritmik dönüşümle değerler arasındaki büyük genişlik azaltıldı. Ayrıca birbiriyle yüksek korelasyon gösteren çevresel değişkenler, CCA ordınasyon grafiğinde çakışmalara yol açtığından veya çok düşük eksen uzunluğuna sahip çevresel değişkenler tür-çevre verileri arasında kümülatif varyansı düşüreceğinden veri setinden çıkarıldı. Ardından türler arası uzaklıklar ve Hill ölçeklendirmesine göre CCA uygulandı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Su Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

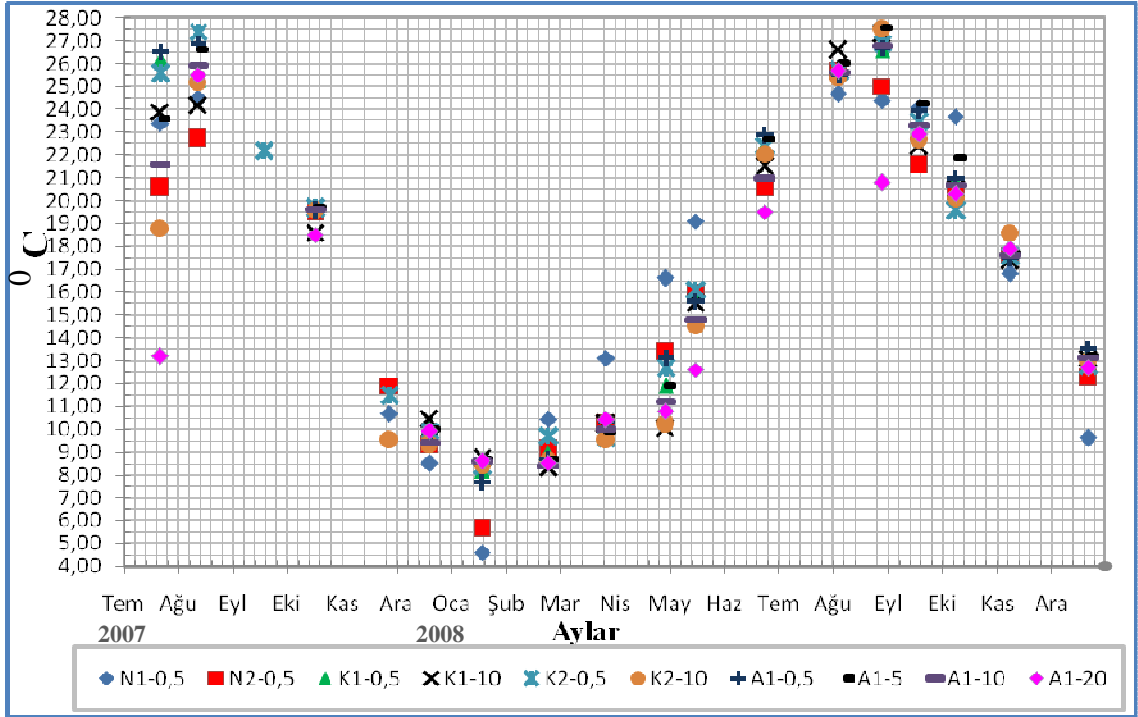
#### 4.1.1. Fiziksel Özellikler

##### 4.1.1.1. Su Sıcaklığı

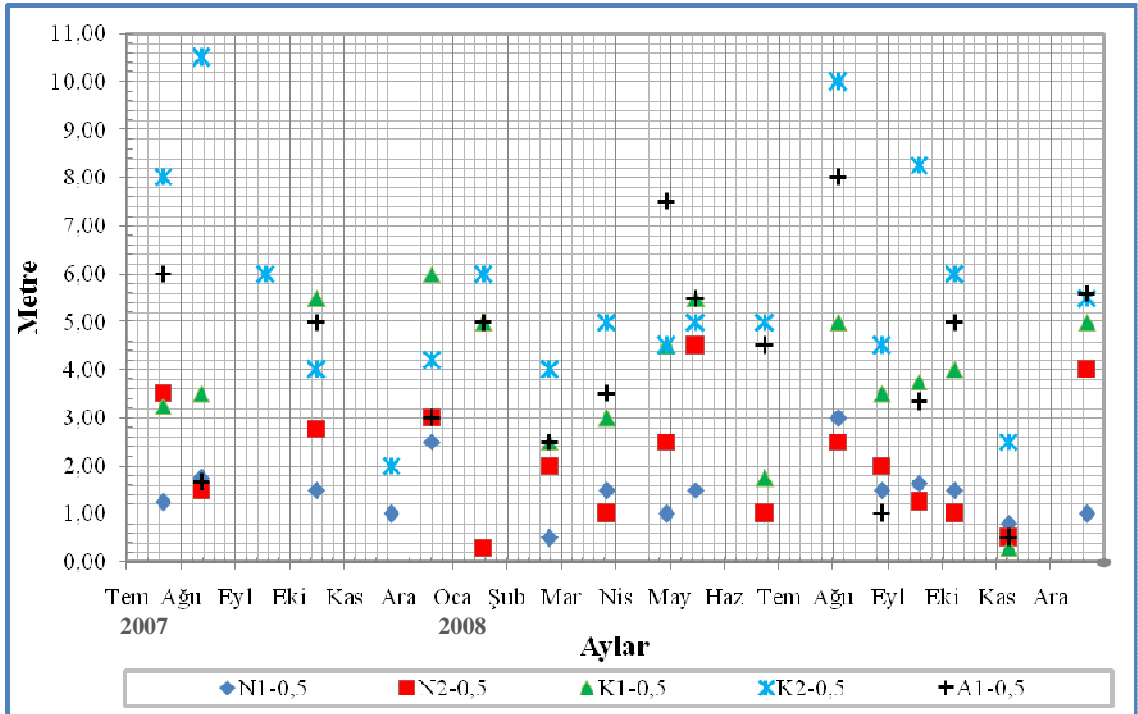
Kızılırmak nehir ağzı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde en düşük su sıcaklığı 4,60 °C (N1, Ocak 2008) ve en yüksek su sıcaklığı ise 27,50 °C (K2, 10 metre derinlik, Ağustos 2008) olarak ölçüldü (Şekil 4.1.). Örnekleme süresi boyunca yaz aylarında en yüksek değerlere ulaşan sıcaklık değerleri sonbaharda azalma eğilimi sergiledi ve kış mevsiminde de en düşük değerlere indi. İlkbaharda ise yükselme eğilimi görüldü. Araştırma süresinde sıcaklık değerlerinden en çok farklılık gösteren örnekler N1 istasyonunda görüldü. Diğer istasyonlarda ise Temmuz 2007 ve Ağustos 2008 tarihleri dışında önemli farklılık belirlenmedi. Bu tarihlerde istasyonlardan alınan örnekler arasında istatistiksel olarak büyük farklılıklar gözlemlendi (Varyans; 14,76). Araştırma süresinde A1 istasyonunda Temmuz 2007 ve Ağustos 2008 tarihlerinde alınan su örneklerinde tabakalaşma gözlemlendi.

##### 4.1.1.2. Işık Geçirgenliği

Secchi disk derinliğinin ölçülmesiyle belirlenen ışık geçirgenliği örnekleme süresi boyunca en düşük 0,30 metre (N1 ve N2, Ocak 2008) ve en yüksek 10,50 metre (K2, Ağustos 2007) olarak belirlendi (Şekil 4.2.). Araştırma süresi boyunca sığ istasyonlarda (N1 ve N2) genellikle düşük Secchi disk derinliği gözlenirken, derinliği 10 metreden fazla olan istasyonlarda (A1, K1 ve K2) daha yüksek ışık geçirgenliği belirlendi. İstasyonlar arasında en yüksek değerler K2 istasyonunda ölçüldü. Secchi Disk derinliği değerleri, örnekleme periyodu boyunca kış aylarında düşük ve yaz aylarında ise yüksek değerlerde belirlendi. Sonbaharda Ekim ayından itibaren düşmeye başlayan Secchi disk derinliği değerleri ilkbaharda Nisan ayında yükselmeye başladı.



Şekil 4.1. Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık sıcaklık değişimi



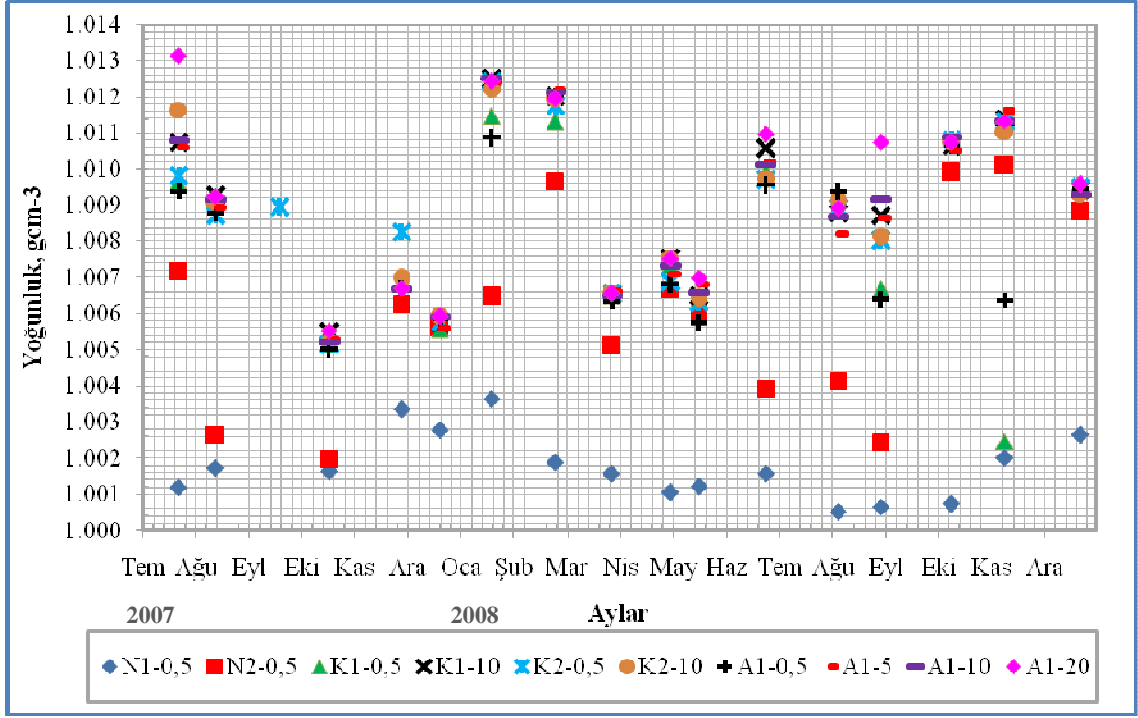
Şekil 4.2. Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık secchi disk derinliği değişimi

#### 4.1.1.3. Su Yoğunluğu

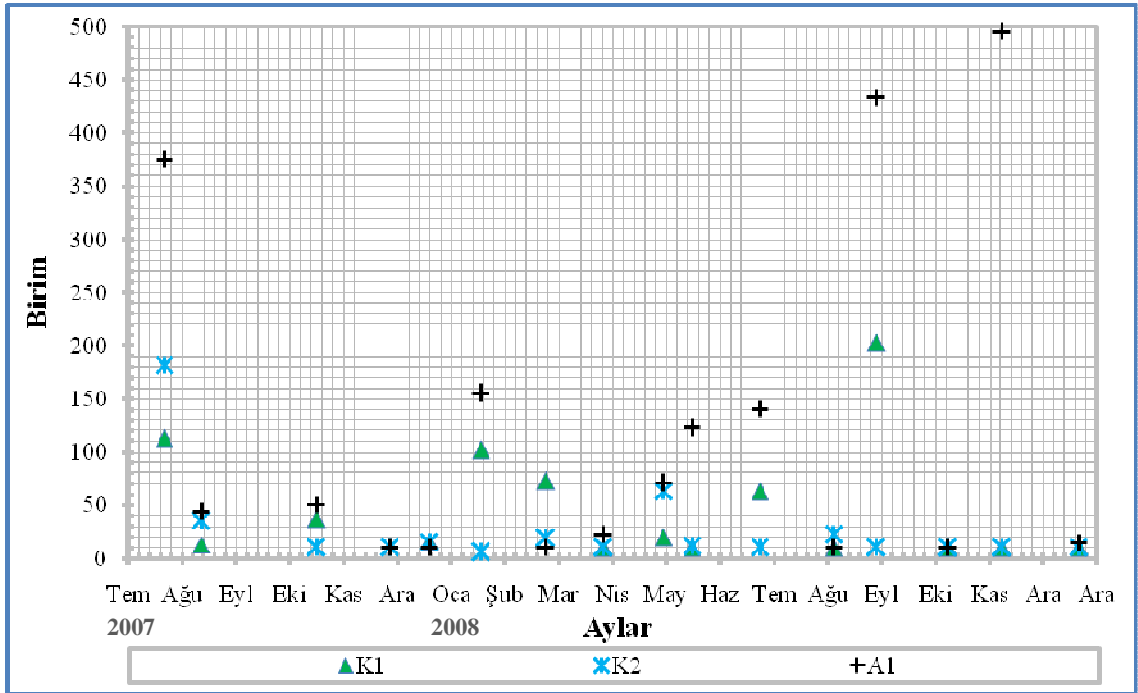
Kızılırmak Nehir Ağızı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde en düşük yoğunluk  $1,00053 \text{ g cm}^{-3}$  ile Haziran 2008 (N1) tarihinde ve en yüksek yoğunluk ise  $1,013 \text{ g cm}^{-3}$  ile Haziran 2008 (A1, 20 metre) tarihinde gözlemlendi (Şekil 4.3.). Yaz aylarında ve yağış olmayan tarihlerde yüksek değerlerde seyreden yoğunluk değerleri ( $1,008 - 1,010 \text{ g cm}^{-3}$ ), yağış periyoduna girildiğinde azaldı ( $1,005 \text{ g cm}^{-3}$ ). En Düşük yoğunluk değerlerine sahip örnekler N1 istasyonunda gözlenirken ( $1,00053 - 1,0036 \text{ g cm}^{-3}$ ) en yüksek değerler 20 metre derinlikte A1 istasyonunda gözlemlendi. Nehir ağızı bölgesinde bulunan N2 istasyonunun yoğunluk değerleri geniş aralıklarda dalgalanmalar gösterdi. Yağış periyodlarında nehir içindeki N1 istasyonu ile benzer olarak düşük değerler sergileyen N2 değerleri, Mart, Ekim ve Kasım 2008 tarihlerinde K1, K2 ve A1'e yakın değerler sergiledi. Araştırma süresi boyunca, A1 istasyonunda farklı derinliklerdeki yoğunluk farklarından dolayı Temmuz 2007, Eylül 2008 ve Kasım 2008 tarihlerinde tabakalaşma gözlemlendi.

#### 4.1.1.4. Bağlı su sütunu durağanlığı

Seçilen istasyonlarda, su sütunu boyunca derinlikler arası yoğunluk farkından kaynaklanan tabakalaşmaları belirlemek için hesaplanan bağlı su sütunu durağanlığı (RWCS) verilerine göre örnekleme süresi içinde tabakalaşmalar en çok A1 istasyonunda Temmuz 2007 (375 birim), Eylül (434 birim) ve Kasım 2008 (495 birim) tarihlerinde gözlemlendi (Şekil 4.4.). K1 istasyonu Eylül 2008 tarihinde 200 birimin üstüne çıkmış olup, K2 istasyonu ise Temmuz 2007 tarihinde en yüksek 181 birim gösterdi. Yağış ve dalga periyodunun yüksek olduğu dönemlerde azalan değerler, yaz sonu ve sonbahar sonlarında artış gösterdi.



Şekil 4.3. Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardaki su örneklerinde aylık yoğunluk değişimi

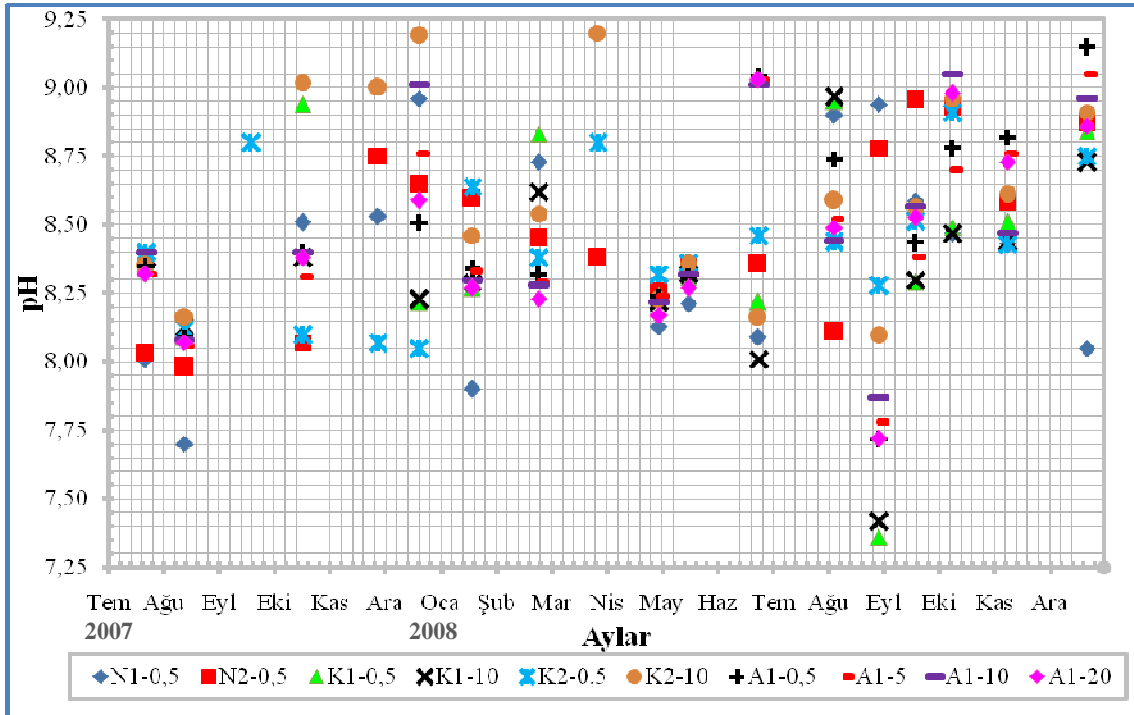


Şekil 4.4. Kızılırmak nehir ağzında aylık bağlı su sütunu durağanlığı değişimi

## 4.1.2. Kimyasal Özellikler

### 4.1.2.1. pH

Kızılırmak Nehir Ağızı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde en düşük pH Ağustos 2008 tarihinde 7,26 ve en yüksek Mart 2008 tarihinde 9,20 olarak belirlendi (Şekil 4.5.). K1 istasyonu 10 metre derinlikten alınan örnek dışında, yaz ortası ve sonbahar sonunda yüksek değerler sergileyen pH ilkbaharda düşüş gösterdi. İstasyonlar arası fark en çok Eylül 2008 tarihinde görüldü (Varyans 0,88).

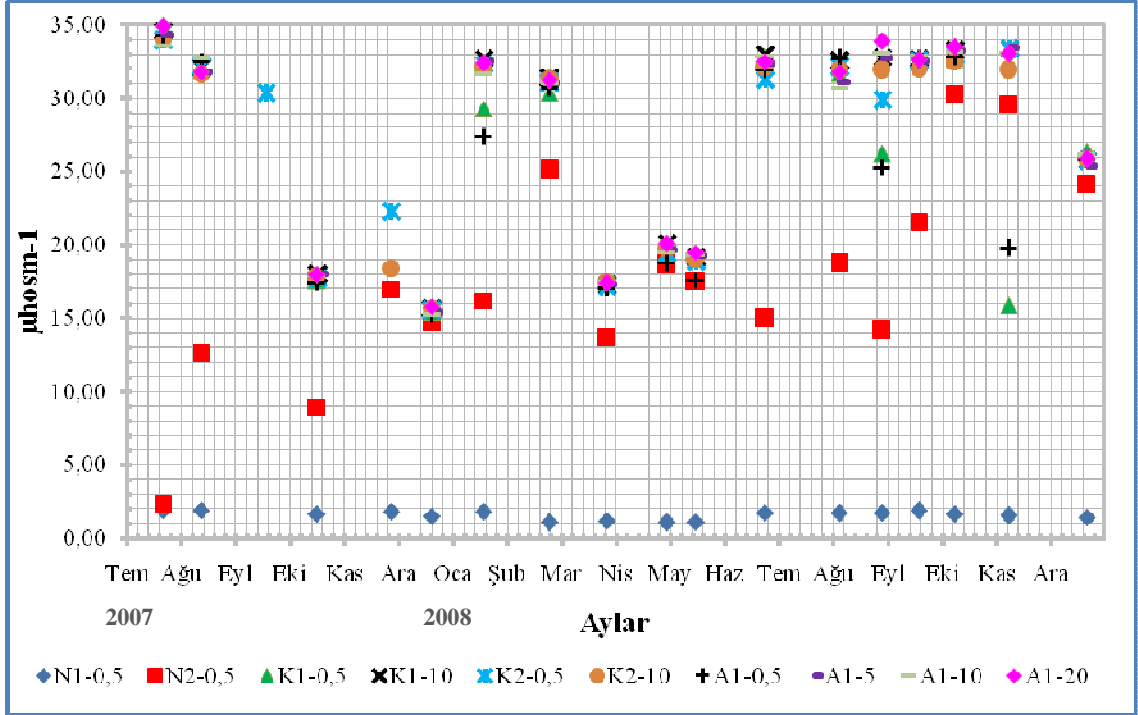


Şekil 4.5. Kızılırmak nehir ağızındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık pH değişimi

### 4.1.2.2. Kondüktivite

Kızılırmak Nehir Ağızı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde en düşük kondüktivite değeri Nisan 2008 tarihinde  $1,09 \text{ mmhoscm}^{-1}$  ve en yüksek değer Temmuz 2007 de  $34,00 \text{ mmhoscm}^{-1}$  olarak ölçüldü (Şekil 4.6.). En yüksek değerler genelde 10 metre ve 20 metre derinliklerde gözlenirken en düşük değerler nehir içinde bulunan N1 istasyonunda gözlemlendi ( $1,09 - 1,92 \text{ mmhoscm}^{-1}$ ). N2 istasyonu ise dalga ve rüzgâr durumuna bağlı olarak dalgalanmalar gösterdi.

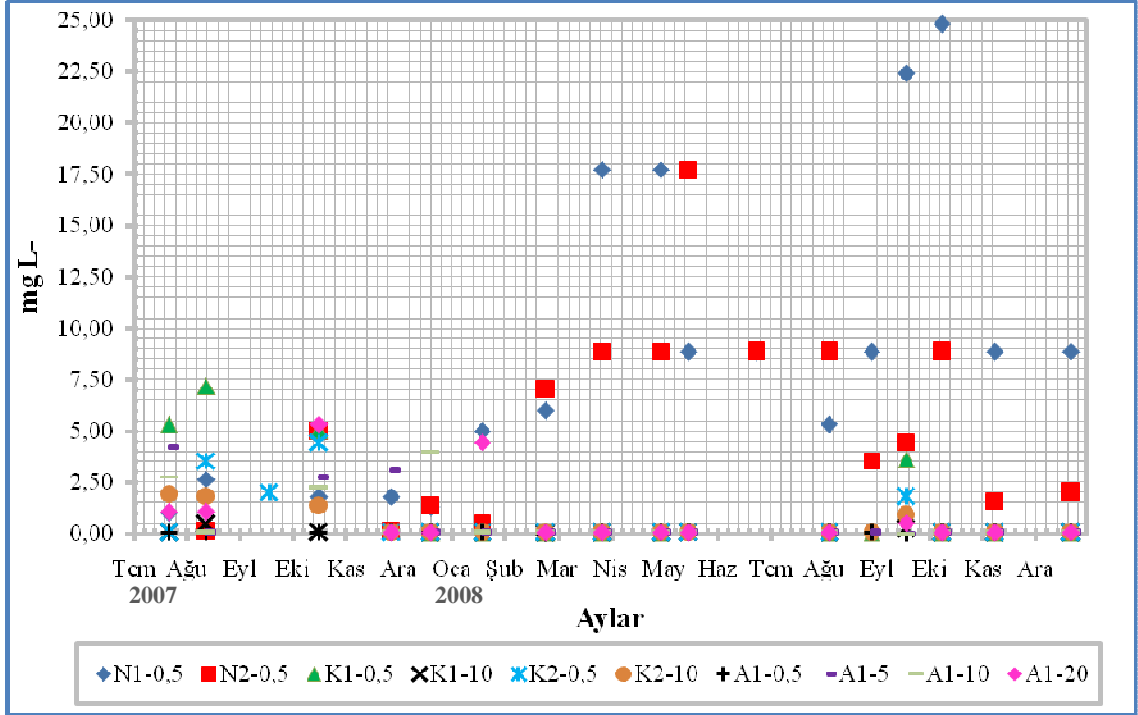




**Şekil 4.6.** Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık kondüktivite değişimi

#### 4.1.2.3. Nitrat ve nitrit azotu konsantrasyonları

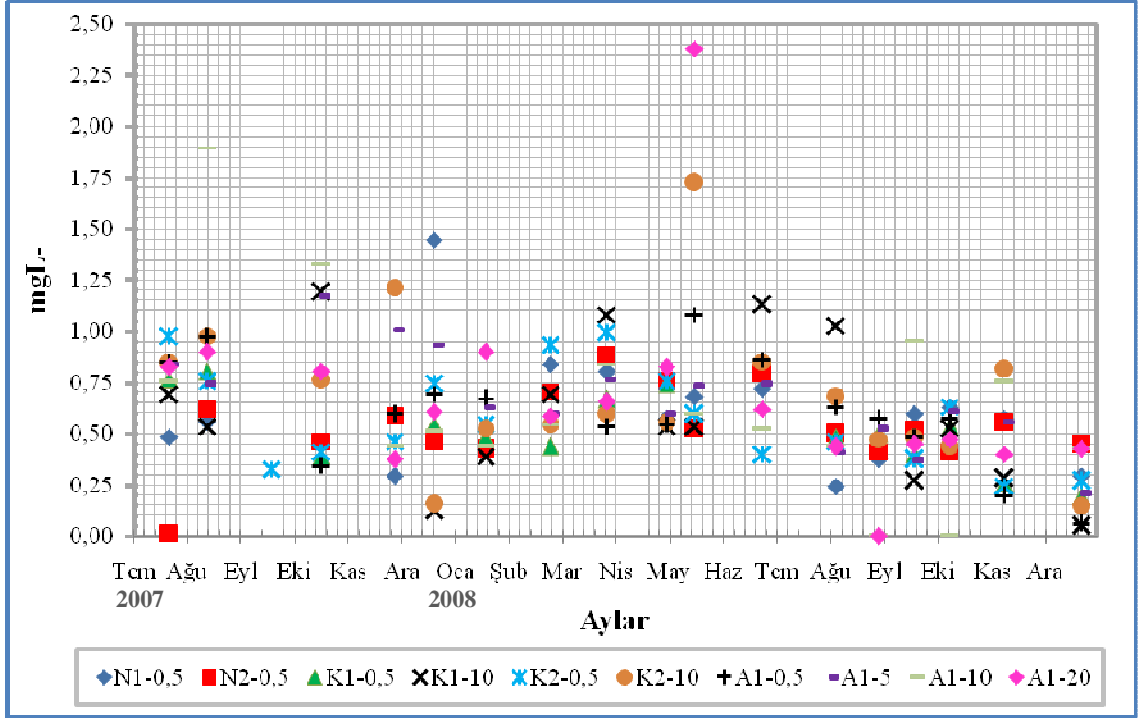
Spektrofotometrik yöntemle ölçülen nitrat ve nitrit azotu konsantrasyonları, örnekleme periyodu boyunca en düşük  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$  (Eylül 2008; A1 0,5, 5 ve 10 metre) ve en yüksek  $24,8 \text{ mg L}^{-1}$  Ekim 2008 tarihinde N1 istasyonunda hesaplandı (Şekil 4.7.). Temmuz 2007 den Şubat 2008 tarihine kadar istasyonlar arasında  $10,00 \text{ mg L}^{-1}$ 'nin altında değerler gösteren nitrat ve nitrit azotu konsantrasyonları, Mart 2008 den itibaren fazlaca yükselmeye başladı en yüksek değerlerine nehir içi (N1) ve nehir ağzındaki (N2) istasyonlarda Temmuz 2008 ve Ekim 2008 tarihlerinde ulaştı. Denizden alınan örnekler arasında N1 ve N2 istasyonlarında belirlenen değerlere en yakın konsantrasyonlar K1 istasyonunda ölçüldü ( $3,60 - 7,20 \text{ mg L}^{-1}$ ).



Şekil 4.7. Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık nitrit ve nitrat konsantrasyonlarının değişimi

#### 4.1.2.4. Amonyum azotu konsantrasyonu

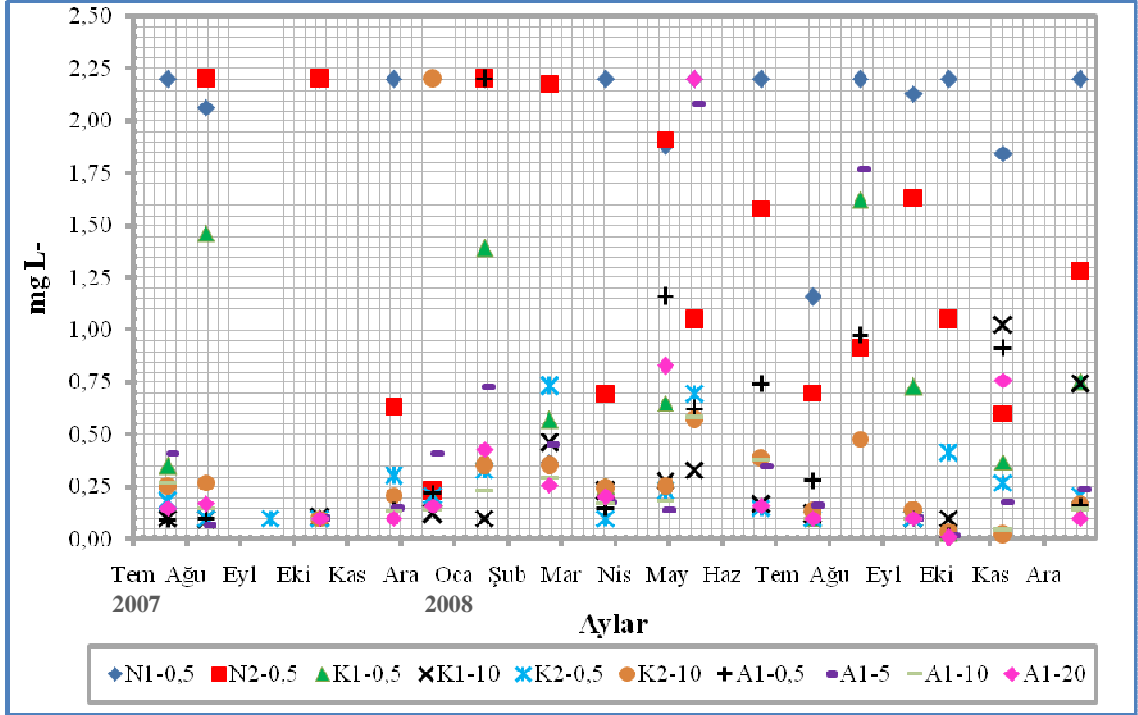
Kızılırmak Nehir Ağızı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde en düşük amonyum azotu konsantrasyonu N2 istasyonunda ( $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ ) Temmuz 2007 tarihinde ve en yüksek değer de Mayıs 2008 tarihinde A1 istasyonunda, 20 metre derinlikte  $2,38 \text{ mg L}^{-1}$  olarak ölçüldü (Şekil 4.8.). Araştırma süresi boyunca en yüksek amonyum azotu konsantrasyonu genellikle nehir içi istasyonunda (N1) ve deniz istasyonlarının yüzey altı derinlik örneklerinde belirlendi.



Şekil 4.8. Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık amonyum konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.2.5. Silis konsantrasyonu

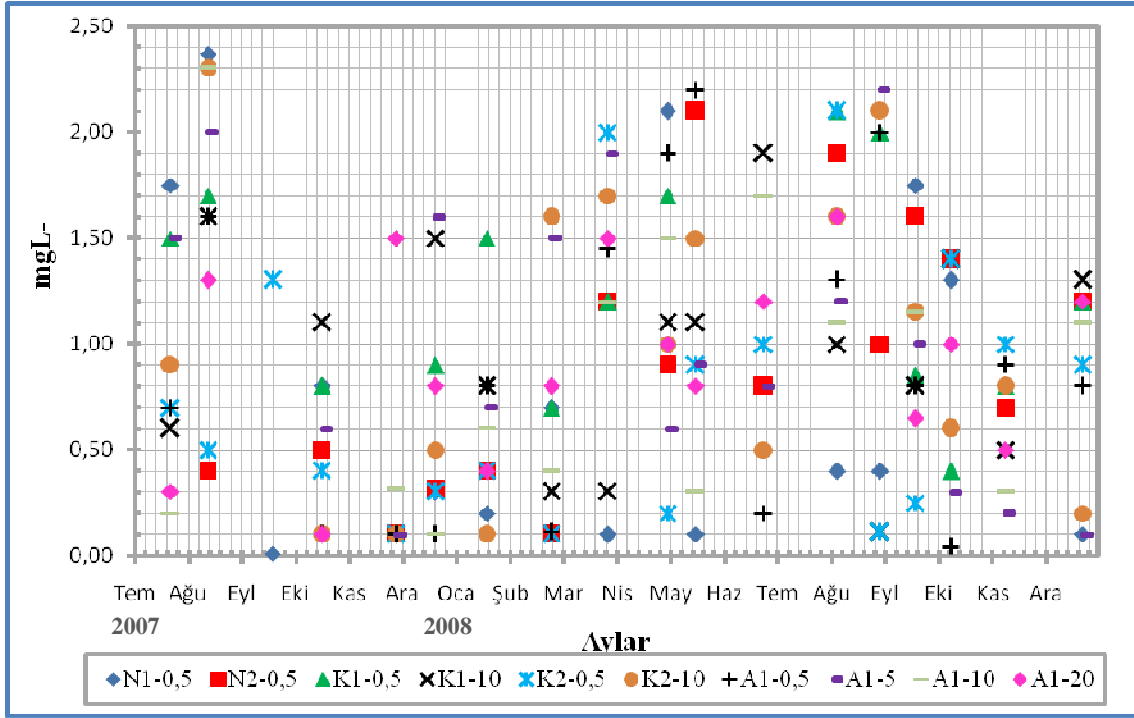
Kızılırmak Nehir Ağızı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerindeki silis konsantrasyonu en yüksek N1 istasyonunda (Temmuz 2007, Ekim 2007, Kasım 2007, Aralık 2007, Ocak 2008, Mart 2008, Mayıs 2008, Haziran 2008, Ağustos 2008, Ekim 2008 ve Aralık 2008), N2 istasyonunda (Ağustos 2007, Ekim 2007 ve Ocak 2008), A1 istasyonu, 20 metre derinlikte (Mayıs 2008) ve K2 istasyonu, 10 metre derinlikte (Aralık 2007)  $2,20 \text{ mg L}^{-1}$  olarak ölçüldü. En düşük değerler ise A1 istasyonu, 20 metre derinlikte  $0,01 \text{ mg L}^{-1}$  olarak belirlendi (Şekil 4.9.). Nehir içi, nehir ağzı ve yüzey altı derinliklerde gözlenen yüksek silis konsantrasyonlarına yüzeydeki örnekler arasında en yakın değerleri K1 istasyonu gösterdi. Kıyı bölgesinde ve açıkta bulunan diğer iki istasyonda (A1 ve K2 yüzey suyu örnekleri), örnekleme periyodu boyunca düşük seviyelerde ölçüldü.



**Şekil 4.9.** Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık silis konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.2.6. Ortofosfat fosforu konsantrasyonu

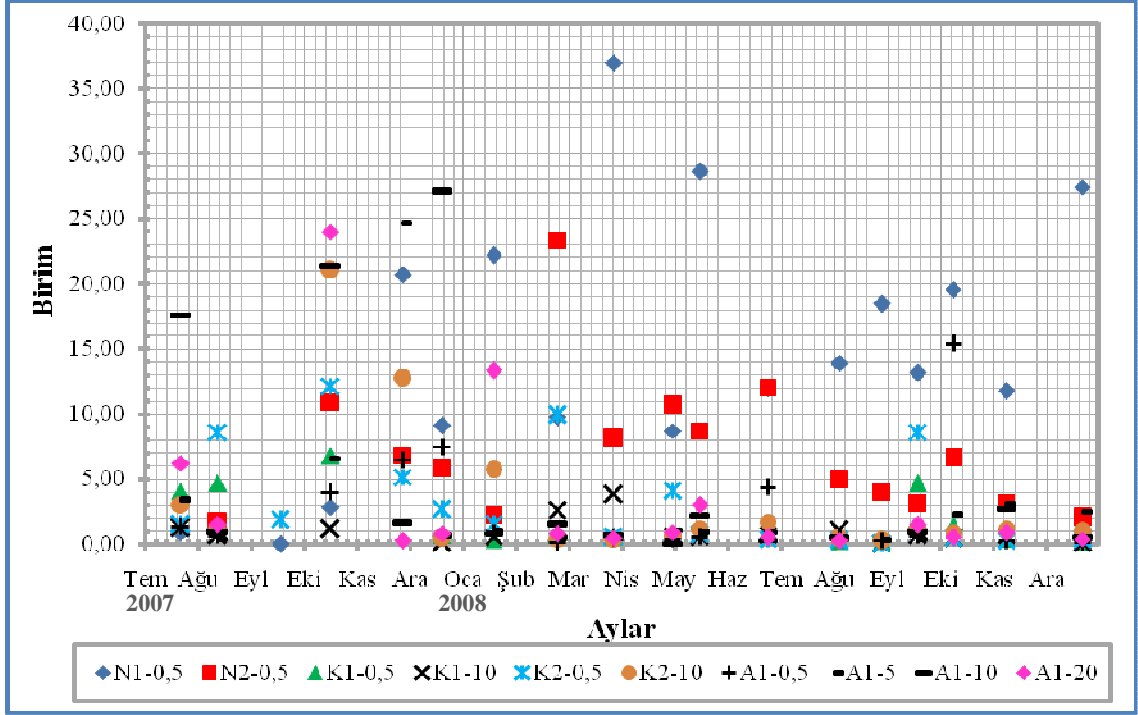
İstasyonlardan alınan su örneklerinde en düşük ortofosfat fosforu konsantrasyonu N1 istasyonunda ( $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ ) Ekim 2007 tarihinde ve en yüksek değer ise Ağustos 2007 tarihinde aynı istasyonunda  $2,37 \text{ mg L}^{-1}$  olarak ölçüldü (Şekil 4.10.). Örnekleme periyodu boyunca en yüksek değerler nehir içi (N1), nehir ağzı (N2) ve 20 metre derinlikte (A1) belirlendi. Ortofosfat fosforu konsantrasyonu örnekleme periyodu boyunca Ağustos 2007, Nisan 2008 ve Ağustos 2008 tarihlerinde üç büyük artış gösterdi.



**Şekil 4.10.** Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık ortofosfat konsantrasyonu değişimi

#### 4.1.2.7. N:P oranı

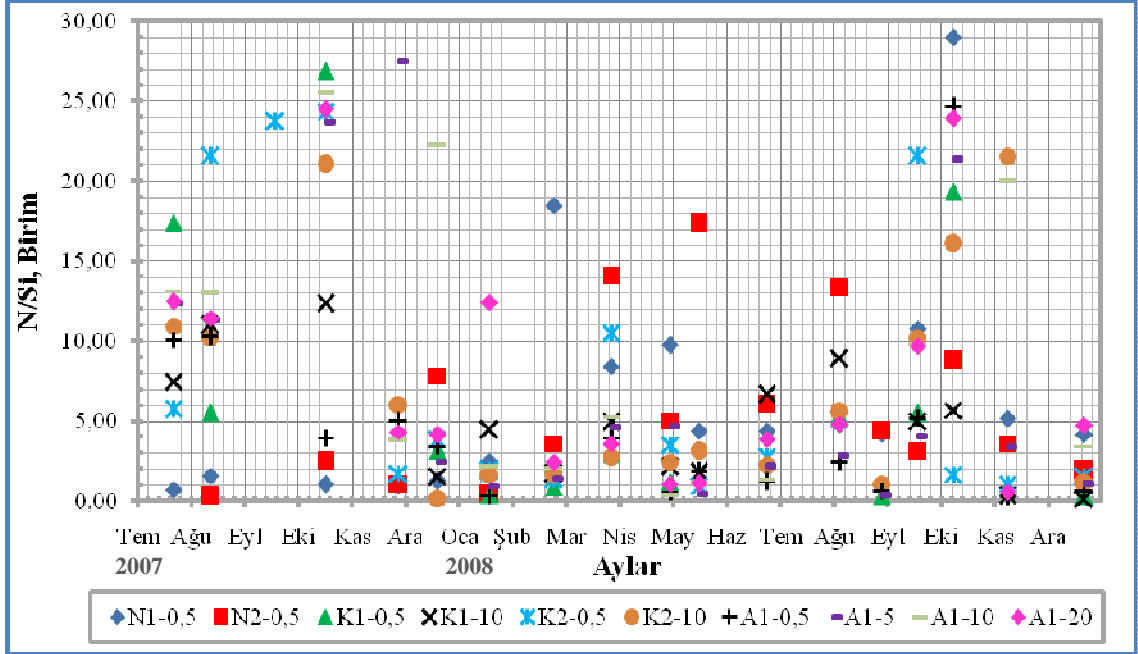
Kızılırmak Nehir Ağzı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde ölçülen mineral azot konsantrasyonunun fosfat konsantrasyonuna oranından elde edilen veriler; en düşük Aralık 2008 tarihinde 0,13 ile A1 istasyonunda (0,5 metre) ve en yüksek Mart 2008'de 37,00 ile N1 istasyonunda belirlendi (Şekil 4.11.). Örnekleme periyodu boyunca en yüksek N:P oranları genelde nehir içi (N1), nehir ağzı (N2) ve yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) tesbit edildi.



**Şekil 4.11.** Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde hesaplanan aylık N:P oranları

#### 4.1.2.8. N:Si oranı

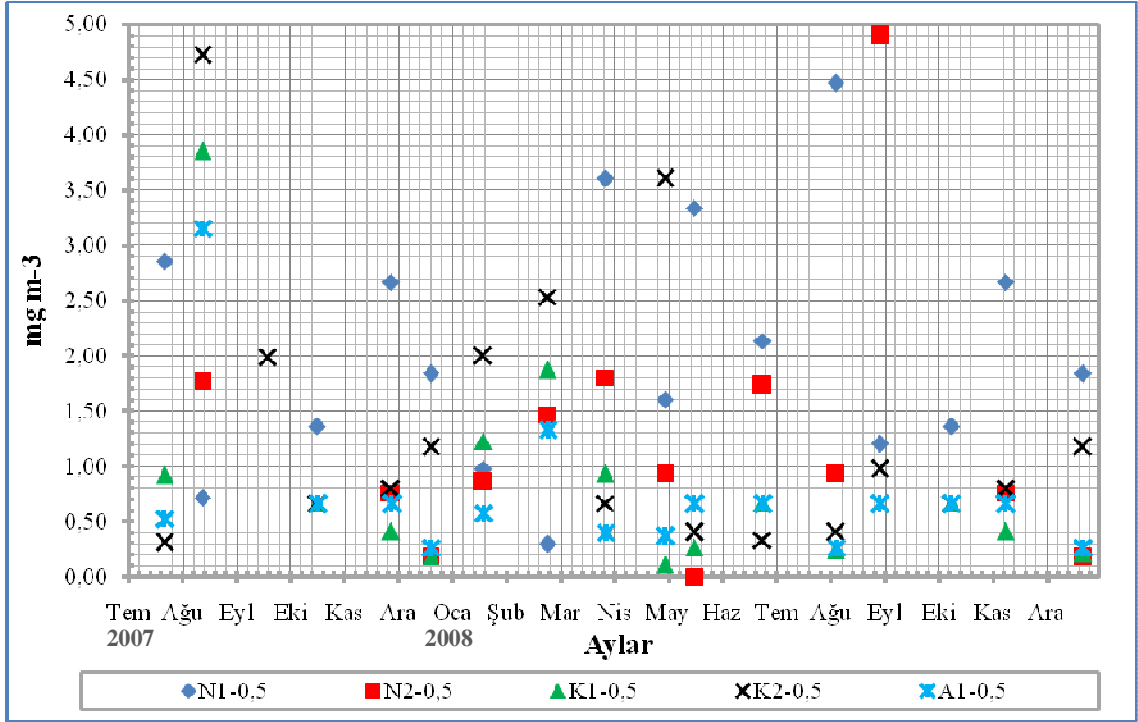
Kızılırmak Nehir Ağızı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde ölçülen mineral azot konsantrasyonunun silis konsantrasyona oranından elde edilen N:Si verileri en düşük Aralık 2008 tarihinde 0,13 ile K1 istasyonunda (10 metre) ve en yüksek Ekim 2008'de 29,63 olmak üzere N1 istasyonunda belirlendi (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12.** Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde hesaplanan aylık N:Si oranları

#### 4.1.4. Klorofil-*a* miktarı

İstasyonlardan alınan su örneklerinde belirlenen klorofil-*a* miktarı, örnekleme periyodu boyunca en düşük K1 istasyonunda  $0,19 \text{ mg m}^{-3}$  (Mayıs 2008) ve en yüksek N2 istasyonunda  $4,90 \text{ mg m}^{-3}$  (Ağustos 2008) olarak hesaplandı (Şekil 4.13.). Örnekleme periyodu boyunca en yüksek klorofil-*a* seviyeleri genellikle nehir içinde (N1) ve kıyı (K2) istasyonlarında yaz sonunda (Ağustos ve Eylül) gözlemlendi.



**Şekil 4.13.** Kızılırmak nehir ağzındaki istasyonlardan alınan su örneklerinde aylık klorofil-*a* miktarı değişimi

#### 4.2. Fikolojik özellikler

Kızılırmak Nehir Ağzı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde Cyanobacteria (24), Bacillariophyta (213), Chlorophyta (32), Cryptophyta (10), Dinophyta (120), Euglenophyta (14), Haptophyta (13), Heterokontophyta(14), Incertae Sedis (2) ve Streptophyta (11) divizyonlarına ait toplam 451 taksa belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde tanımlanan fitoplankton kompozisyonu, potansiyel zararlı türler ve Türkiye Alg Florası için yeni kayıt olan taksonlar Çizelge 4.1.'de, fitoplankton taksonlarının sistematik gruplara göre dağılımı ise Şekil 4.14.'de verilmiştir.



**Çizelge 4.1.** Kızılırmak Nehir ağız bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde tayin edilmiş takson listesi. <sup>+</sup>:Potansiyel zararlı türler, \*: Yeni kayıt taksonlar

---

## CYANOBACTERIA

---

### CYANOPHYCEAE

*Aphanizomenon flos-aquae* Brébisson ex Bornet & Flahault +  
*Chroococcopsis chroococcoides* (Fritsch) Komárek & Anagnostidis \*  
*Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli  
*Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli  
*Leibleinia willei* (Setchell & Gardner) Silva  
*Leptolyngbya fragilis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek  
*Merismopedia elegans* A. Braun ex Kützing  
*Merismopedia tenuissima* Lemmermann  
*Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing +  
*Microcystis flos-aquae* (Wittrock) Kirchner  
*Nostoc coeruleum* Lyngbye ex Bornet & Flahault \*  
*Oscillatoria subbrevis* Schmidle  
*Phormidium aerugineo-coeruleum* (Gomont) Anagnostidis & Komárek \*  
*Phormidium breve* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek  
*Phormidium formosum* (Bory) Anagnostidis & Komárek +  
*Phormidium limosum* (Dillwyn) Silva  
*Phormidium lucidum* (C. Agardh) Kützing ex Gomont  
*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek +  
*Pseudanabaena catenata* Lauterborn +  
*Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek  
*Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák +  
*Spirulina major* Kützing  
*Spirulina subsalsa* Ørsted ex Gomont  
*Trichormus variabilis* (Kützing ex Bornet & Flahault) Komárek & Anagnostidis

---

## BACILLARIOPHYTA

---

### BACILLARIOPHYCEAE

*Achnanthes brevipes* C. Agardh  
*Achnanthes longipes* C. Agardh  
*Achnanthidium coarctatum* Brébisson ex W. Smith  
*Amphora acutiuscula* Kützing  
*Amphora cingulata* Cleve \*  
*Amphora coffeaeformis* (C. Agardh) Kützing +  
*Amphora exigua* Gregory  
*Amphora eximia* J.R. Carter ex E.Y. Haw. \*  
*Amphora holsatica* Hustedt  
*Amphora laevis* Gregory \*  
*Amphora normanii* Rabenhorst  
*Amphora ocellata* Donkin \*  
*Amphora ovalis* (Kützing) Kützing  
*Amphora pediculus* (Kützing) Grunow ex A. Schmidt  
*Amphora proteus* Gregory  
*Amphora turgida* W. Gregory \*  
*Amphora veneta* Kützing  
*Asterionella formosa* Hassal *Bacillaria paradoxa* J.F. Gmelin in Linnaeus  
*Caloneis permagna* (J.W. Bailey) Cleve  
*Caloneis subsalina* (Donkin) Hendey  
*Caloneis westii* (W. Smith) Hendey  
*Campylodiscus decorus* Brébisson  
*Ceratoneis closterium* Ehrenberg  
*Cocconeis pediculus* Ehrenberg  
*Cocconeis placentula* Ehrenberg  
*Cocconeis scutellum* Ehrenberg  
*Cosmioneis lundstroemii* (Cleve) D.G. Mann \*  
*Ctenophora pulchella* (Ralfs ex Kützing) Williams & Round  
*Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W. Smith  
*Cymatopleura solea* (Brébisson) W. Smith  
*Cymbella affinis* Kützing

---

**Çizelge 4.1. (Devam)****BACILLARIOPHYCEAE (devam)**

*Cymbella cistula* (Hemprich & Ehrenberg) O. Kirchner  
*Cymbella cymbiformis* C. Agardh  
*Cymbella cymbiformis var nonpunctata* Fontell  
*Cymbella delicatula* Kützing  
*Cymbella helvetica* Kützing  
*Cymbella hustedtii* Krasske  
*Diatoma moniliforme* Kützing \*  
*Diatoma tenue* C. Agardh  
*Diatoma vulgare* Bory de Saint-Vincent  
*Diploneis chersonensis* (Grunow) Cleve  
*Diploneis smithii* (Brébisson in W. Smith) Cleve  
*Encyonema minutum* (Hilse) D.G. Mann  
*Encyonema prostratum* (Berkeley) Kützing  
*Encyonopsis cesatii* (Rabenhorst) K. Krammer  
*Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot  
*Epithemia sorex* Kützing  
*Eunotia arcus* Ehrenberg  
*Eunotia bigibba* Kützing \*  
*Eunotia septentrionalis* Østrup  
*Fallacia forcipata* (Greville) Stickle & Mann \*  
*Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & Mann  
*Fragilaria capucina* Desmazières  
*Fragilaria capucina var. vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot  
*Fragilaria crotonensis* Kitton  
*Fragilaria danica* (Kützing) Lange-Bertalot  
*Fragilaria gracillima* Mayer  
*Fragilaria inflata* (Heiden) Hustedt \*  
*Frustulia creuzburgensis* (Krasske) Hustedt  
*Gomphonema affine* Kützing  
*Gomphonema augur* Ehrenberg  
*Gomphonema minutum* (C. Agardh) C. Agardh  
*Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson  
*Gomphonema subtile* Ehrenberg  
*Gomphonema truncatum* Ehrenberg  
*Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing  
*Grunowia solgensis* (Cleve-Euler) M. Aboal in Aboal, Alvarez-Cobelas, Cambra & Ector \*  
*Gyrosigma eximium* (Thwaites) Van Heurck  
*Gyrosigma fasciola* (Ehrenberg) Griffith & Henfrey  
*Gyrosigma obscurum* (Smith) Griffith & Henfrey  
*Gyrosigma spencerii* (Bailey ex Quekett) Griffith & Henfrey  
*Hannaea arcus* (Ehrenberg) Patrick  
*Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow  
*Licmophora ehrenbergii* (Kützing) Grunow  
*Licmophora lyngbyei* (Kützing) Grunow ex Van Heurck  
*Lyrella abrupta* (Gregory) D.G. Mann \*  
*Martyana martyi* (Héribaud) Round  
*Mastogloia exigua* Lewis  
*Mastogloia pumila* (Cleve & Möller; Grunow in van Heurck) Cleve  
*Mastogloia smithii* Thwaites ex W. Smith  
*Navicula brockmannii* Hustedt \*  
*Navicula cincta* (Ehrenberg) Kützing  
*Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot  
*Navicula globosa* Meister \*  
*Navicula gregaria* Donkin  
*Navicula libonensis* Schoeman \*  
*Navicula pennata* A. Schmidt  
*Navicula pennata var. pontica* Mer. \*  
*Navicula phyllepta* Kützing  
*Navicula resecta* J.R. Carter & J.R. Carter \*  
*Navicula rhynchocephala* Kützing  
*Navicula salinarum* Grunow  
*Navicula sigma-fascia* H.G. Barber

#### Çizelge 4.1. (Devam)

---

##### BACILLARIOPHYCEAE (devam)

*Navicula trivialis* Lange-Bertalot  
*Navicula veneta* Kützing  
*Neidiopsis levanderi* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin in Lange-Bertalot & Genkal \*  
*Neidium dubium* (Ehenberg) Cleve  
*Nitzschia acicularis* (Kützing) W. Smith  
*Nitzschia amphiplectens* Hustedt \*  
*Nitzschia clausii* Hantzsch  
*Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow  
*Nitzschia flexa* Schumann  
*Nitzschia incerta* (Grunow) M. Peragallo  
*Nitzschia linearis* West  
*Nitzschia longissima* (Brébisson) Ralfs  
*Nitzschia nana* Grunow  
*Nitzschia obtusa* W. Smith  
*Nitzschia ovalis* Arnott \*  
*Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith  
*Nitzschia recta* Hantzsch ex Rabenhorst  
*Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith  
*Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith  
*Nitzschia tryblionella* Hantzsch  
*Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot  
*Pinnularia aestuarii* Cleve \*  
*Pinnularia bipectinalis* (Schumann) Greguss  
*Pinnularia borealis* Ehrenberg  
*Pinnularia clavicularis* (Gregory) Rabenhorst \*  
*Pinnularia fasciata* Lagerstedt  
*Pinnularia gentilis* (Donkin) Cleve  
*Pinnularia lundii* Hustedt  
*Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve  
*Pinnularia undulata* W. Gregory \*  
*Plagiotropis gibberula* Grunow \*  
*Plagiotropis lepidoptera* (Gregory) Kuntze \*  
*Pleurosigma aestuarii* (Brébisson ex Kützing) W. Smith \*  
*Pleurosigma elongatum* W. Smith  
*Psammodictyon panduriforme* (W. Gregory) D.G. Mann  
*Pseudo-nitzschia australis* Frenguelli +  
*Pseudo-nitzschia calliantha* Lundholm, Moestrup et Hasle +  
*Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden +  
*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle +  
*Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle +  
*Rhabdonema minutum* Kützing \*  
*Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot  
*Striatella unipunctata* (Lyngbye) C. Agardh  
*Surirella angustata* Kützing  
*Surirella elegans* Ehrenberg  
*Surirella minuta* Brébisson  
*Surirella muelleri* F. Hustedt \*  
*Surirella ovalis* Brébisson  
*Synedra amphicephala* Kützing  
*Thalassiothrix mediterranea* Pavillard  
*Tabularia investiens* (W. Smith) Williams & Round \*  
*Tabularia fasciculata* (C. Agardh) Williams & Round  
*Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky

---

**Çizelge 4.1. (Devam)****COSCINODISCOPHYCEAE**

*Actinocyclus normanii* (Gregory) Hustedt f. *subsalsus* (Juhlin-Dannfelt) Hustedt  
*Actinocyclus octonarius* Ehrenberg  
*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen  
*Coscinodiscus concinnus* W. Smith +  
*Coscinodiscus janischii* A. Schmidt  
*Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg  
*Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg  
*Coscinodiscus wailesii* Gran & Angst +  
*Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Halse  
*Hyalodiscus scoticus* (Kützing) Grunow \*  
*Leptocylindrus danicus* Cleve  
*Leptocylindrus minimus* Gran  
*Melosira moniliformis* (O.F. Müller) C. Agardh  
*Melosira nummuloides* C. Agardh  
*Melosira varians* C. Agardh  
*Podosira hormoides* (Mont.) Kützing \*  
*Proboscia alata* (Brightwell) Sündstrom  
*Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström  
*Rhizosolenia acuminata* (Peragallo) Peragallo  
*Rhizosolenia decipiens* Sundström  
*Rhizosolenia hebetata* Bailey  
*Rhizosolenia imbricata* Brightwell  
*Rhizosolenia setigera* Brightwell  
*Rhizosolenia setigera* f. *pungens* (Cleve-Euler) Brunel \*  
*Rhizosolenia styliformis* Brightwell

**MEDIOPHYCEAE**

*Biddulphia alternans* (Bailey) Van Heurck  
*Biddulphia obtusa* (Kützing) Ralfs \*  
*Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey  
*Chaetoceros affinis* Lauder  
*Chaetoceros constrictus* Gran  
*Chaetoceros contortus* Schütt  
*Chaetoceros curvisetus* Cleve  
*Chaetoceros decipiens* Cleve  
*Chaetoceros diversus* Cleve  
*Chaetoceros lorenzianus* Grunow  
*Chaetoceros neogracile* S.L. VanLandingham  
*Chaetoceros pendulus* Karsten  
*Chaetoceros peruvianus* Brightwell  
*Chaetoceros pseudocurvisetus* Mangin  
*Chaetoceros simplex* Ostenfeld  
*Chaetoceros socialis* Lauder +  
*Chaetoceros subsecundus* (Grunow ex Van Heurck) Hustedt  
*Chaetoceros tenuissimus* Meunier  
*Chaetoceros wighamii* Brightwell  
*Cyclotella atomus* Hustedt  
*Cyclotella choctawhatcheeana* Prasad \*  
*Cyclotella kuetzingiana* Thwaites \*  
*Cyclotella meneghiniana* Kützing  
*Detonula confervacea* (Cleve) Gran  
*Discostella glomerata* (Bachmann) Houk & Klee  
*Ditylum brightwellii* (T. West) Grunow  
*Hemiaulus hauckii* Grunow ex Van Heurck  
*Odontella mobiliensis* (Bailey) Grunow  
*Skeletonema dohrnii* Sarno & Kooistra \*  
*Stephanodiscus hantzschii* Grunow  
*Stephanodiscus minutulus* (Kützing) Cleve & Möller  
*Thalassiosira angulata* (Gregory) Hasle  
*Thalassiosira anguste-lineata* (Schmidt) Fryxell & Hasle  
*Thalassiosira antiqua* (Grunow) Cleve \*  
*Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve

**Çizelge 4.1. (Devam)****MEDIOPHYCEAE**

- Thalassiosira gravida* Cleve  
*Thalassiosira nordenskiöldii* Cleve  
*Thalassiosira parva* Proshkina – Lavrenko \*  
*Thalassiosira rotula* Meunier  
*Toxarium undulatum* Bailey

**CHLOROPHYTA****CHLOROPHYCEAE**

- Carteria marina* Diesing  
*Chlamydomonas platyrhyncha* Korshikov in Pascher  
*Chlamydomonas pulsatila* H.Wollenweber  
*Chlamydomonas reinhardtii* P.A.Dangeard  
*Closteriopsis acicularis* (G.M.Smith) J.H.Belcher et Swale  
*Coenochloris fottii* (Hindák) Tsarenko \*  
*Desmodesmus armatus* (R.Chodat) E.Hegewald \*  
*Dunaliella tertiolecta* Butcher  
*Microspora tumidula* Hazen  
*Pandorina mora* (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent  
*Pediastrum botyanum* (Turpin) Meneghini  
*Pediastrum duplex* Meyen  
*Scenedesmus acutiformis* Schröder  
*Scenedesmus communis* E.H.Hegewald  
*Scenedesmus denticulatus* Lagerheim  
*Scenedesmus ellipticus* Corda  
*Scenedesmus magnus* Meyen  
*Scenedesmus opoliensis* P.G.Richter  
*Scenedesmus planctonicus* (Korshikov) Fott  
*Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kützing  
*Tetraedron minimum* (Braun) Hansgirg

**NEPHROSELMIDOPHYCEAE**

- Nephroselmis minuta* (N. Carter) Butcher

**PRASINOPHYCEAE**

- Halosphaera viridis* Schmitz  
*Pyramimonas adriaticus* Schiller  
*Pyramimonas orientalis* Butcher ex McFadden, Hill & Wetherbee  
*Pyramimonas propulsa* Moestrup & Hill

**TREBOUXIOPHYCEAE**

- Lagerheimia genevensis* (Chodat) Chodat  
*Oocystis elliptica* West

**ULVOPHYCEAE**

- Cladophora glomerata*  
*Ulothrix aequalis* Kützing  
*Ulothrix implexa* (Kützing) Kützing  
*Ulothrix zonata* (Weber & Mohr) Kützing

**CRYPTOPHYTA****CRYPTOPHYCEAE**

- Chroomonas baltica* (J. Büttner) N. Carter  
*Cryptomonas nordstedtii* (Hansgirg) Senn  
*Cryptomonas ovata* Ehrenberg  
*Hemiselmis rufescens* Parke  
*Hemiselmis virescens* Droop  
*Hillea fusiformis* (Schiller) Schiller  
*Plagioselmis prolunga* Butcher ex Novarino, Lucas & Morrall  
*Plagioselmis nannoplantica* (Skuja) Novarino, Lucas & Morrall  
*Rhodomonas marina* (Dangeard) Lemmermann  
*Rhodomonas salina* (Wislouch) Hill & Wetherbee  
*Teleaulax acuta* (Butcher) D.R.A. Hill

**Çizelge 4.1. (Devam)****DINOPHYTA****DINOPHYCEAE**

- Aureodinium pigmentosum* Dodge \*  
*Alexandrium affine* (H. Inoue & Y. Fukuyo) E. Balech  
*Alexandrium minutum* Halim +  
*Alexandrium tamarense* (Lebour) E. Balech +  
*Akashiwo sanguinea* (Hirasaka) Hansen & Moestrup +  
*Amphidinium acutissimum* Schiller \*  
*Amphidinium amphidinioides* (Geitler) Schiller \*  
*Amphidinium carterae* Hulbert \* +  
*Amphidinium crassum* Lohmann \*  
*Amphidinium extensum* Wulff \*  
*Amphidinium operculatum* Claparède & Lachmann \* +  
*Amphidinium ovum* Herdman \*  
*Amphidinium rostratum* Proshkina-Lavrenko \*  
*Amphidinium sphenoides* Wülf \*  
*Amphisolenia globifera* Stein \*  
*Amylax triacantha* (Jorgensen) Sournia  
*Borghiella tenuissima* (Lauterborn) Moestrup, Hansen & Daugberg  
*Ceratium cornutum* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann  
*Ceratium declinatum* (Karsten) Jørgensen  
*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann  
*Ceratium furca* var. *eugrammum* (Ehrenberg) Jørgensen  
*Ceratium furcoides* (Levander) Langhans  
*Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin +  
*Ceratium hirundinella* (Müller) Dujardin  
*Ceratium inflatum* (Kofoid) Jørgensen  
*Ceratium platycorne* Daday  
*Ceratium teres* Kofoid  
*Cochlodinium archimedes* (Pouchet) Lemmermann  
*Cochlodinium citron* Kofoid & Swezy +  
*Cochlodinium geminatum* (Schütt) Schütt  
*Cystodinium bisotesum* (Lindemann) Huber-Pestalazi \*  
*Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann +  
*Dinophysis acuta* Ehrenberg +  
*Dinophysis caudata* Saville-Kent +  
*Dinophysis fortii* Pavillard +  
*Dinophysis hastata* Stein  
*Dinophysis pulchella* (Lebour) Balech  
*Dinophysis sphaerica* Stein  
*Diplopsalis lenticula* Bergh  
*Gonyaulax grindleyi* Reinecke +  
*Gonyaulax polygramma* Stein +  
*Gonyaulax scrippsae* Kofoid  
*Gonyaulax spinifera* (Claparède & Lachmann) Diesing  
*Gonyaulax verior* Sournia  
*Gymnodinium agile* Kofoid & Swezy \*  
*Gymnodinium agiliforme* Schiller \*  
*Gymnodinium catenatum* L.W. Graham +  
*Gymnodinium elongatum* Hope \*  
*Gymnodinium fusus* Schütt \*  
*Gymnodinium fuscum* (Ehrenberg) F. Stein  
*Gymnodinium gracile* Bergh \*  
*Gymnodinium helveticum* Penard \*  
*Gymnodinium najadeum* Schiller \*  
*Gymnodinium neopolitanum* Schiller \*  
*Gymnodinium paradoxum* A.J. Schilling  
*Gymnodinium rhomboides* Schütt \*  
*Gymnodinium simplex* (Lohmann) Kofoid & Swezy  
*Gymnodinium wilczekii* Pouchet \*  
*Gymnodinium wulffii* Schiller \*  
*Gyrodinium dominans* Hulbert \*  
*Gyrodinium estuariale* Hulbert \*

#### Çizelge 4.1. (Devam)

##### DINOPHYCEAE

- Gyrodinium fissum* (Levander) Kofoid & Swezy \*  
*Gyrodinium fusiforme* Kofoid & Swezy  
*Gyrodinium hyalinum* (Schilling) Kofoid & Swezy \*  
*Gyrodinium impendens* Larsen \*  
*Gyrodinium lachryma* (Meunier) Kofoid & Swezy  
*Gyrodinium nasutum* (Wulff) Schiller \*  
*Gyrodinium pingue* (Schütt) Kofoid & Swezy \*  
*Gyrodinium spirale* (Bergh) Kofoid & Swezy  
*Gyrodinium wulffii* Schiller \*  
*Heterocapsa rotundata* (Lohmann) Hansen  
*Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) Stein  
*Karenia brevis* (Davis) Hansen & Moestrup  
*Karenia mikimotoi* (Miyake & Kominami ex Oda) Hansen & Moestrup +  
*Karlodinium veneficum* (D. Ballantine) J. Larsen  
*Katodinium fungiforme* (Anissimova) A.R. Loeblich III  
*Katodinium glaucum* (Lebour) Loeblich III  
*Lingulodinium polyedra* (F. Stein) Dodge +  
*Neoceratium candelabrum* (Ehrenberg) F. Gómez, D. Moreira & P. López-García  
*Neoceratium longipes* (Bailey) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-García  
*Neoceratium tripos* (O.F. Müller) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-García  
*Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid et Swezy  
*Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid  
*Peridiniopsis borgei* Lemmermann  
*Peridinium bipes* F. Stein  
*Peridinium cinctum* (O.F. Müller) Ehrenberg  
*Phalacroma rotundatum* (ClaparèdeLachmann) Kofoid & Michener  
*Podolampas palmipes* Stein  
*Polykrikos kofoidii* Chatton  
*Pronoctiluca acuta* (Lohmann) Schiller  
*Prorocentrum balticum* (Lohmann) Loeblich +  
*Prorocentrum compressum* (Bailey) Abé ex Dodge  
*Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge +  
*Prorocentrum micans* Ehrenberg +  
*Prosoaulax lacustris* (F. Stein) Calado & Moestrup  
*Proto-peridinium bipes* (Paulsen) Balech  
*Proto-peridinium brevipes* (Paulsen) Balech  
*Proto-peridinium conicum* (Gran) Balech  
*Proto-peridinium crassipes* (Kofoid) Balech +  
*Proto-peridinium depressum* (Bailey) Balech  
*Proto-peridinium divergens* (Ehrenberg) Balech  
*Proto-peridinium elegans* (Cleve) Balech  
*Proto-peridinium globulus* (Stein) Balech  
*Proto-peridinium mediterraneum* (Kofoid) Balech  
*Proto-peridinium minutum* (Kofoid) Loeblich III  
*Proto-peridinium oblongum* (Aurivillius) Parke & Dodge  
*Proto-peridinium oceanicum* (VanHöffen) Balech  
*Proto-peridinium pallidum* (Ostenfeld) Balech  
*Proto-peridinium pellucidum* Bergh exLoeblich Jr.&Loeblich III  
*Proto-peridinium pentagonum* (Gran) Balech  
*Proto-peridinium steinii* (Jorgensen) Balech  
*Pyrocystis elegans* Pavillard  
*Pyrocystis lunula* (Schütt) Schütt  
*Pyrophacus horologicum* Stein  
*Scrippsiella trochoidea* (Stein) Balech ex Loeblich III +  
*Spatulodinium pseudonociluca* (Pouchet) Cachon&Cachon ex Loeblich & Loeblich  
*Torodinium robustum* Kofoid & Swezy  
*Tovellia leopoliensis* (Woloszynska) Moestrup, Lindberg & Daugbjerg  
*Warnowia fusus* (Schütt) Lindemann  
*Woloszynskia pascheri* (Suchlandt) von Stosch

**Čizelge 4.1. (Devam)****EUGLENOPHYTA****EUGLENOPHYCEAE**

- Euglena acusformis* J. Schiller  
*Euglena elastica* Prescott  
*Euglena elongata* Schewiakoff  
*Euglena hemichromata* Skuja  
*Euglena oblonga* F. Schmitz  
*Euglena oxyuris* Schmarda  
*Euglena polymorpha* P.A. Dangeard  
*Euglena proxima* P.A. Dangeard  
*Euglena texta* (Dujardin) Hübner  
*Euglena variabilis* Klebs  
*Euglena viridis* (O.F. Müller) Ehrenberg  
*Eutreptia lanowii* Steuer  
*Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemermann  
*Monomorpha aenigmatica* (Drezepolski) Nudelman & Triemer

**HAPTOPHYTA****HAPTOPHYTA INCERTAE SEDIS**

- Calyptrosphaera globosa* Lohmann  
*Calyptrosphaera sphaeroidea* j. Schiller  
*Periphyllophora mirabilis* (Schiller) Kamptner  
*Sphaerocalypta quadridentata* (Schiller) Deflandre

**PRYMNESIOPHYCEAE**

- Coccolithus pelagicus* (Wallich) J. Schiller  
*Coronosphaera mediterranea* (Lohmann) Gaarder  
*Discosphaera tubifera* (Murray & Blackman) Ostenfeld  
*Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler  
*Phaeocystis globosa* Scherffel +  
*Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim +  
*Prymnesium parvum* N. Carter +  
*Prymnesium saltans* J. Massart ex Conrad +  
*Syracosphaera grundii* Schiller

**HETEROKONTOPHYTA****BICOSOECOPHYCEAE**

- Bicosoeca mediterranea* Pavillard

**CHRYSOPHYCEAE**

- Dinobryon sertularia* Ehrenberg  
*Paulinella ovalis* (A. Wulff) P.W. Johnson, P.E. Hargraves & J.M. Sieburth

**DICTYOPHYCEAE**

- Dictyocha fibula* Ehrenberg  
*Dictyocha speculum* Ehrenberg  
*Octactis octonaria* (Ehrenberg) Hovasse  
*Pseudopedinella pyriformis* N. Carter  
*Pseudopedinella thomsenii* Sekiguchi, Kawachi, Nakayama & Inouye

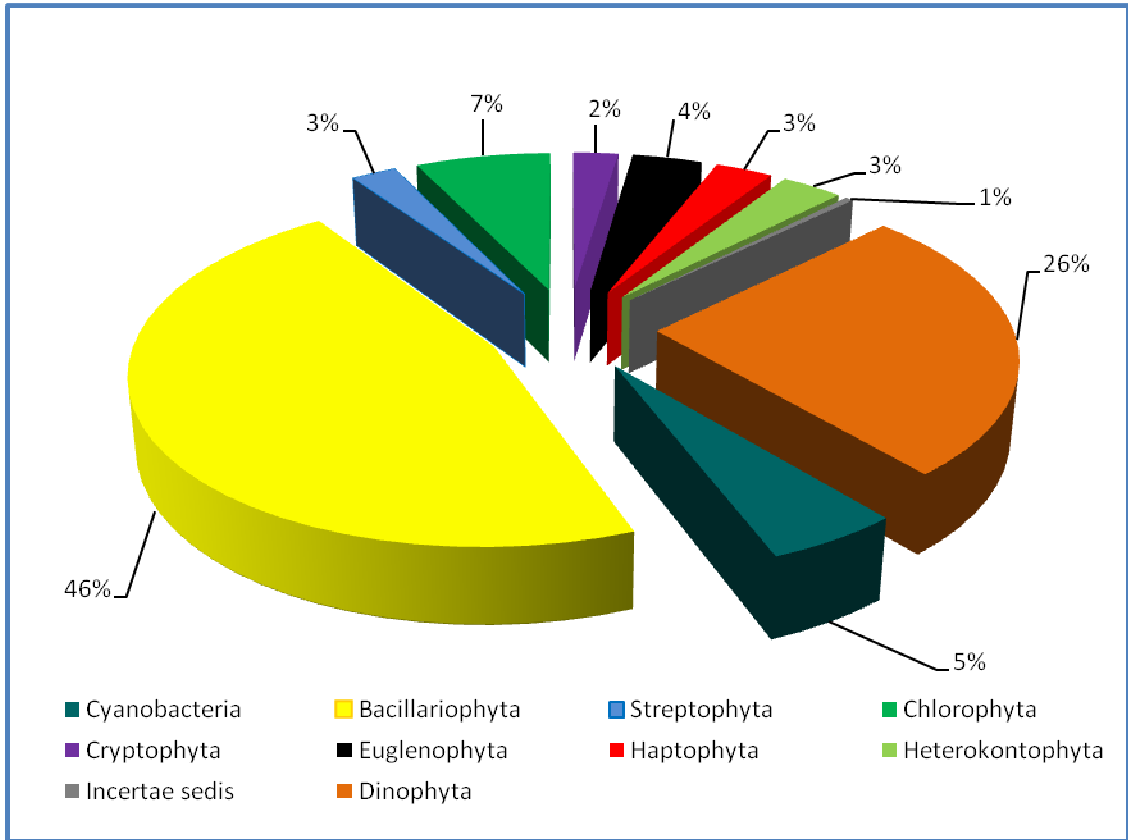
**RAPHIDOPHYCEAE**

- Chattonella subsalsa* B. Biecheler +  
*Gonyostomum semen* (Ehrenberg) Diesing  
*Heterosigma akashiwo* (Hada) Hada ex Hara & Chihara +  
*Oltmannsia viridis* Schiller

**INCERTAE SEDIS****EBRIOPHYCEAE**

- Ebria tripartita* (Schumann) Lemermann  
*Hermesinum adriaticum* O. Zacharias



**Çizelge 4.1. (Devam)****STREPTOPHYTA****ZYGNEMATOPHYCEAE***Closterium aciculare* T. West*Closterium acutum* Brébisson in Ralfs*Closterium diana*e Ehrenberg ex Ralfs*Closterium juncidum* Ralfs*Closterium praelongum* Brébisson*Cosmarium affine* Raciborski*Spirogyra condensata* (Vaucher) Kützing*Spirogyra daedaleoides* Czurda*Spirogyra fluviatilis* Hilse*Spirogyra subsalsa* Kützing*Netrium digitus* (Brébisson ex Ralfs) Itzigsohn & Rothe**Şekil 4.14.** Kızılırmak nehir ağız bölgesinin fitoplankton kompozisyonu.**4.2.1. Fitoplanktonun yüzey sularındaki kompozisyonu**

Fitoplanktonda tesbit edilen bazı alg türlerinin yüzdelerik dağılımı ve bulunma sıklıkları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Buna göre Siyanobakterilerden *Phormidium* cinsine ait türler nehir içinde (N1) yaygın olarak, nehir ağızında (N2) genellikle, kıyılarda nadiren (K1 ve K2) ve açıktaki (A1) bazen mevcut olarak belirlenmiştir. *Microcystis* cinsine ait türler ise nehir içinde bazen mevcut olarak belirlenirken, açıktaki istasyonda nadiren, nehir ağızı ve kıyı istasyonlarında ise gözlenmemiştir.

Siyanobakterilerden tanımlanan diğer türler kıyıdaki K2 istasyonunda mevcut olmamakla beraber, diğer istasyonlarda nadiren gözlenmiştir.

Bacillariophyta diviziyosuna ait türler genellikle tüm istasyonlarda gözlenmiş, Bacillariophyceae'den *Amphora* cinsine ait türler nehir içinde sürekli mevcut, nehir ağzında genellikle mevcut olarak belirlenmiştir. Kıyı istasyonları ve A1'de ise bazen mevcut olmuşlardır. *Cocconeis* cinsine ait türler nehir içi, nehir ağzı ve K1'de sürekli mevcut, K2 ve A1 istasyonunda ise genellikle mevcut olarak belirlenmiştir. *Gomphonema*, *Diatoma*, *Cymbella* cinslerine ait türler nehir içi ve nehir ağzında sürekli mevcut, diğer istasyonlarda ise genellikle mevcut olarak belirlenmiştir. *Encyonema minutum*, nehir içinde sürekli mevcut, nehir ağzında yaygın, K1'de genellikle mevcut, K2 ve A1 istasyonlarında ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. *Fragilaria* cinsine ait türler nehir içi ve nehir ağzında sürekli mevcut, A1'de yaygın, diğer istasyonlarda genellikle mevcut olarak bulunmuştur. *Melosira varians*, nehir içi ve nehir ağzında sürekli mevcut olarak belirlenirken, A1 ve K1' de genellikle mevcut, K2'de ise nadiren mevcut olarak gözlenmiştir. *Navicula* cinsine ait türler nehir içi, nehir ağzı ve K1 istasyonunda sürekli mevcut, diğer istasyonlarda da yaygın olarak bulunmuştur. *Nitzschia* cinsine ait türler ise A1 de yaygın olarak bulunurken, diğer tüm istasyonlarda sürekli mevcut olarak belirlenmiştir. *Pseudo-nitzschia* nehir içinde bulunmazken, nehir ağzında bazen mevcut, A1 ve K1'de yaygın ve K2'de sürekli mevcut olarak belirlenmiştir. Coscinodiscophyceae sınıfına ait *Coscinodiscus* cinsine ait türler nehir içinde ve K1 istasyonunda nadiren, nehir ağzında, K2 ve A1 istasyonunda ise bazen mevcut, olarak bulunmuştur. Bununla beraber *Pseudosolenia calcar-avis* ise nehir içinde nadiren olarak bulunmakla birlikte, nehir ağzında genellikle mevcut, A1 ve K2 'de sürekli mevcut ve K1'de yaygın olarak belirlenmiştir. *Rhizosolenia* cinsine ait türlerin hiçbiri nehir içinde bulunmamış, nehir ağzı ve K1 istasyonunda nadiren, A1'de bazen mevcut ve K2'de yaygın olarak tesbit edilmiştir. Mediophyceae sınıfına ait *Chaetoceros* cinsine ait türler nehir içinde nadiren, K2' de sürekli mevcut ve diğer istasyonlarda ise genellikle mevcut bulunmuştur. *Cyclotella* cinsine ait türler ise nehir içi ve nehir ağzında sürekli bulunurken, A1'de yaygın ve diğer iki istasyonda genellikle mevcut belirlenmiştir.

Streptophyta diviziyosundan *Spirogyra* cinsine ait türler sadece nehir içi ve nehir ağzında nadiren olarak bulunmuştur.

Chlorophyta diviziyosundan Chlorophyceae sınıfına ait *Carteria marina* nehir içi ve K1 istasyonunda bulunmayıp, diğer istasyonlarda nadiren olarak belirlenirken *Scenedesmus* cinsine ait türler ise nehir içi nehir ağzında bazen mevcut, diğer istasyonlarda nadiren olarak tesbit edilmiştir. Trebouxiophyceae sınıfından *Oocystis elliptica* nehir içi ve nehir ağzında bazen mevcutken, diğer istasyonlarda nadiren bulunmuştur.

Cryptophyta diviziyosundan *Cryptomonas* cinsine ait türler nehir içinde genellikle mevcutken, nehir ağzı ve A1'de nadiren, kıyı istasyonlarında ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. *Rhodomonas* cinsine ait türler ise nehir içinde hiç bulunmazken, nehir ağzında nadiren ve diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak tesbit edilmiştir. Haptophyta diviziyosundan Prymnesiophyceae sınıfına ait olan *Emiliana huxleyi* nehir içinde mevcut olmazken, nehir ağzı, A1 ve K1'de nadiren, K2'de ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. *Sphaerocalyptra quadridentata* ise nehir içinde bulunmamış, diğer istasyonlarda ise nadiren olarak belirlenmiştir.

Heterokontophyta diviziyosundan Dictyochophyceae sınıfına ait *Octactis octonaria* nehir içinde bulunmamış, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde, Raphidophyceae sınıfına ait *Heterosigma akashiwo* ise nehir içinde tesbit edilmezken, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak gözlenmiştir.

Euglenophyta diviziyosundan Euglenophyceae sınıfına ait *Euglena* cinsine ait türler nehir içinde bazen mevcut, nehir ağzı ve A1'de nadiren, diğer istasyonlarda ise mevcut olmamıştır. *Euterptia lanowii* ise nehir içinde hiç gözlenmeyip, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak belirlenmiştir.

Dinophyta diviziyosundan Dinophyceae sınıfına ait türlerin çoğu *Amphidinium*, *Ceratium* ve *Peridinium* cinslerine ait türler dışında nehir içinde hiç gözlenmemiştir. Bununla birlikte, potansiyel toksik olarak bilinen *Alexandrium* cinsine ait türler nehir ağzında ve A1'de nadiren, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. *Amphidinium* cinsine ait türler ise nehir içinde bazen mevcut, nehir ağzında ve K1'de yaygın ve diğer istasyonlarda daima mevcut olarak gözlenmiştir. Bütün istasyonlarda en bol bulunma sıklığını gösteren *Ceratium* cinsine ait türler nehir içinde genellikle mevcut, diğer istasyonların tümünde daima mevcut olarak tesbit edilmiştir. Bir başka toksik grup olan *Dinophysis* cinsine ait türler nehir içinde bulunmayıp, nehir ağzında bazen, A1 ve K1'de genellikle ve K2'de ise daima mevcut olarak belirlenmiştir.

*Prorocentrum* cinsine ait türler nehir içinde hiç gözlenmeyip, diğer bütün istasyonlarda daima mevcut olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.2.** İstasyonlardan alınan su örneklerindeki fitoplanktonda teşhis edilen bazı alg taksonlarının frekans değerleri; %1-20 Nadiren mevcut, %20-40 Bazen mevcut, %40-60 Genellikle mevcut, % 60-80 Yaygın bulunan, % 80-100 Sürekli mevcut. \*: Potansiyel zararlı alg taksonu.

ORGANİZMALAR	İSTASYONLAR				
	A1	K1	K2	N1	N2
<b>CYANOBACTERIA</b>					
<b>Cyanophyceae</b>					
<i>Chroococcus minutus</i>	6%	6%	0%	19%	13%
<i>Leibleinia willei</i>	0%	6%	0%	13%	6%
<i>Leptolyngbya fragilis</i>	6%	0%	0%	19%	6%
<i>Microcystis</i> spp.	13%	0%	0%	31%	0%
<i>Phormidium</i> spp.	25%	13%	13%	75%	63%
<i>Pseudanabaena catenata</i>	6%	6%	6%	13%	6%
<b>BACILLARIOPHYTA</b>					
<b>Bacillariophyceae</b>					
<i>Amphora</i> spp.	38%	44%	25%	88%	56%
<i>Cocconeis</i> spp.	69%	81%	69%	100%	94%
<i>Cymbella</i> spp.	56%	69%	56%	94%	94%
<i>Diatoma</i> spp.	56%	63%	25%	100%	100%
<i>Encyonema minutum</i>	31%	56%	31%	88%	75%
<i>Fragilaria</i> spp.	63%	50%	19%	75%	75%
<i>Gomphonema</i> spp.	56%	69%	63%	100%	94%
<i>Melosira varians</i>	44%	56%	19%	100%	94%
<i>Navicula</i> spp.	63%	94%	75%	100%	100%
<i>Nitzschia</i> spp.	75%	81%	81%	88%	100%
<i>Pinnularia</i> spp.	13%	25%	0%	31%	13%
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	75%	75%	81%	0%	25%
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	63%	75%	50%	100%	100%
<i>Ulnaria</i> spp.	50%	81%	31%	100%	94%
<b>Coscinodiscophyceae</b>					
<i>Coscinodiscus</i> spp.	19%	13%	31%	6%	25%
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	88%	75%	100%	6%	56%
<i>Rhizosolenia</i> spp.	44%	19%	63%	0%	19%
<b>Mediophyceae</b>					
<i>Chaetoceros</i> spp.	50%	50%	81%	6%	50%
<i>Cyclotella</i> spp.	63%	50%	50%	81%	81%
<i>Skeletonema dohrnii</i>	19%	13%	25%	0%	6%
<i>Thalassiosira</i> spp.	50%	38%	50%	13%	31%

Çizelge 4.2. Devam

ORGANİZMALAR	İSTASYONLAR				
	A1	K1	K2	N1	N2
<b>STREPTOPHYTA</b>					
<b>Zygnematophyceae</b>					
<i>Spirogyra</i> spp.	0%	0%	0%	13%	13%
<b>CHLOROPHYTA</b>					
<b>Chlorophyceae</b>					
<i>Carteria marina</i>	13%	0%	6%	0%	6%
<i>Scenedesmus</i> spp.	13%	6%	13%	31%	25%
<b>Treboixiophyceae</b>					
<i>Lagerheimia genevensis</i>	0%	0%	0%	6%	0%
<i>Oocystis elliptica</i>	6%	6%	6%	25%	31%
<b>CRYPTOPHYTA</b>					
<b>Cryptophyceae</b>					
<i>Chroomonas baltica</i>	13%	25%	25%	44%	19%
<i>Cryptomonas</i> spp.	0%	19%	13%	56%	38%
<i>Hillea Fusiformis</i>	25%	31%	31%	0%	19%
<i>Plagioselmis prolunga</i>	25%	31%	38%	25%	31%
<i>Plagioselmis nannoplanktica</i>	6%	6%	13%	25%	13%
<i>Rhodomonas</i> spp.	44%	38%	44%	0%	19%
<i>Teleaulax acuta</i>	44%	56%	56%	13%	56%
<b>HAPTOPHYTA</b>					
<b>Prymnesiophyceae</b>					
<i>Emiliana huxleyi</i>	19%	13%	31%	0%	13%
<i>Sphaerocalyptra quadridentata</i>	6%	6%	6%	0%	6%
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>					
<b>Dictyochophyceae</b>					
<i>Dictyocha speculum</i>	31%	19%	19%	0%	13%
<i>Octactis octonaria</i>	31%	25%	44%	0%	19%
<b>Raphidophyceae</b>					
<i>Heterosigma akashiwo</i>	31%	25%	25%	0%	25%
<b>EUGLENOPHYTA</b>					
<b>Euglenophyceae</b>					
<i>Euglena</i> spp.	6%	0%	0%	31%	13%
<i>Eutreptia lanowii</i>	25%	31%	31%	0%	25%

Çizelge 4.2. Devam

ORGANİZMALAR	İSTASYONLAR				
	A1	K1	K2	N1	N2
<b>DINOPHYTA</b>					
<b>Dinophyceae</b>					
<i>Alexandrium</i> spp.	19%	25%	25%	0%	19%
<i>Akashiwo sanguinea</i>	19%	25%	25%	0%	13%
<i>Amphidinium</i> spp.	88%	75%	88%	25%	69%
<i>Ceratium</i> spp.	81%	94%	100%	56%	100%
<i>Dinophysis</i> spp.	50%	44%	81%	0%	25%
<i>Gonyaulax</i> spp.	25%	25%	38%	0%	6%
<i>Gymnodinium</i> spp.	81%	69%	88%	0%	56%
<i>Gyrodinium</i> spp.	94%	75%	100%	6%	44%
<i>Heterocapsa</i> spp.	50%	38%	38%	0%	19%
<i>Karlodinium micrum</i>	19%	31%	44%	0%	19%
<i>Katodinium</i> spp.	44%	38%	56%	0%	25%
<i>Karenia brevis</i>	6%	13%	0%	0%	6%
<i>Lingulidinium polyedra</i>	38%	44%	50%	0%	19%
<i>Peridinium</i> spp.	0%	0%	0%	44%	25%
<i>Phalacroma rotundatum</i>	38%	50%	63%	0%	31%
<i>Prorocentrum</i> spp.	100%	88%	100%	0%	88%
<i>Prosoaulax lacustris</i>	25%	25%	56%	0%	6%
<i>Proto-peridinium</i> spp.	50%	56%	75%	0%	56%
<i>Scripsiella trochoidea</i>	63%	50%	88%	0%	38%

#### 4.2.2. Fitoplanktonun yüzey altı derinliklerdeki kompozisyonu

Fitoplanktonun yüzey altı derinliklerinde belirlenen bazı alg türlerinin yüzdeleri dağılımı ve bulunma sıklıkları Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Bacillariophyta divizyonundan Bacillariophyceae sınıfına ait *Navicula* cinsine ait türler A1, K1 ve K2 istasyonlarının tüm derinlik örneklerinde genellikle mevcut olarak belirlenmiştir. *Nitzschia* cinsine ait türler ise K2-10 metre derinlikte sürekli mevcut diğer örneklerde ise yaygın olarak gözlenmiştir. *Pseudo-nitzschia* cinsine ait türler ise A1-5 metre ve K1-10 metre derinlikte genellikle mevcut, A1-10 ve 20 metrede sürekli, K1-10 metre derinlikte ise yaygın olarak bulunmuştur. Coscinodiscophyceae sınıfından *Pseudosolenia calcar-avis* bütün istasyonlarda daima mevcut olmuştur. *Rhizosolenia* cinsine ait türler ise K1-10 metre derinlikte bazen mevcut, diğer istasyonlarda ise genellikle mevcut olarak gözlenmiştir. Mediophyceae sınıfından *Chaetoceros* cinsine ait

türler A1-20 metrede daima mevcut olarak belirlenirken, diğer istasyonlarda genellikle mevcut olmuştur.

Cryptophyta diviziyosundan *Chroomonas baltica* K1 ve K2-10 metre derinlikte bazen mevcutken, diğer istasyon ve derinliklerde nadiren olarak belirlenmiştir. *Cryptomonas nordstedtii* ise bütün istasyon ve derinliklerde nadiren mevcut olarak gözlenmiştir. *Teleaulax acuta* A1 ve K1-10 metrede yaygın, diğer derinliklerde genellikle mevcut olmuştur.

Haptophyta'dan Prymnesiophyceae sınıfına ait *Emiliana huxleyi* A1-5 metre ve K1-10 metre derinlikte nadiren, diğer istasyon ve derinliklerde ise bazen mevcut olarak gözlenmiştir. *Sphaerocalyptra quadridentata* ise A1-5 metre derinlikte bulunmazken, diğer istasyon ve derinliklerde nadiren mevcut olarak bulunmuştur.

Heterokontophyta diviziyosundan Dictyochophyceae sınıfına ait *Ebria tripartita* kıyı istasyonları, K1 ve K2-10 metre derinlikte nadiren, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak belirlenirken, *Octactis octonaria* ise sadece A1-5 metre derinlikte genellikle mevcut ve diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak belirlenmiştir. Raphidophyceae sınıfından *Heterosigma akashiwo* K1 ve K2-10 metre (Bazen mevcut) dışındaki tüm derinliklerde nadiren mevcut olarak gözlenmiştir.

Euglenophyta diviziyosundan *Eutreptia lanowii* A1-10, 20 metre, ve K2-10 metre derinlikte nadiren mevcut olmuş, diğer derinliklerde ise bazen mevcut olarak gözlenmiştir.

Dinophyta'dan Dinophyceae sınıfına ait *Amphidinium* cinsine ait türler K1-10 metrede yaygınken, diğer istasyon ve derinliklerde daima mevcut olarak belirlenmiştir. *Ceratium* cinsine ait türler ise bütün istasyon ve derinliklerde sürekli mevcut olmuştur. *Dinophysis* cinsine ait türler A1-20 ve K2-10 metre derinlikte yaygın, diğer istasyonlarda ise genellikle mevcut olarak belirlenmiştir. *Gymnodinium* cinsine ait türler A1-5 metre, K1 ve K2-10 metre derinliklerde yaygın olurken, A1-10 ve 20 metre derinliklerde genellikle mevcut olarak gözlenmiştir. *Gyrodinium* cinsine ait türler ise A1-10 ve K1-10 metrede yaygın olarak belirlenirken, diğer istasyon ve derinliklerde daima mevcut olarak gözlenmiştir. *Prorocentrum* cinsine ait türler bütün istasyon ve derinliklerde daima mevcut olarak belirlenmiştir. *Protoperidinium* cinsine ait türler ise A1-5 metre ve K1-10 metrede genellikle mevcut, diğer istasyon ve derinliklerde ise yaygın olarak gözlenmiştir.

**Çizelge 4.3.** Seçilen istasyonların yüzey altı derinliklerinden alınan su örneklerindeki fitoplanktonda teşhis edilen bazı alg taksonlarının frekans değerleri; %1-20 Nadiren mevcut, %20-40 Bazen mevcut, %40-60 Genellikle mevcut, % 60-80 Yaygın bulunan, % Sürekli mevcut. \*: Potansiyel zararlı alg taksonu.

ORGANİZMALAR	İSTASYONLAR				
	A1-5m	A1-10m	A1-20m	K1-10m	K2-10m
<b>BACILLARIOPHYTA</b>					
<b>Bacillariophyceae</b>					
<i>Navicula</i> spp.	50%	63%	75%	57%	50%
<i>Nitzschia</i> spp.	63%	69%	69%	64%	88%
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.*	56%	81%	88%	43%	69%
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	56%	50%	56%	43%	63%
<b>Coscinodiscophyceae</b>					
<i>Proboscia alata</i>	31%	31%	31%	21%	50%
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	94%	88%	100%	93%	88%
<i>Rhizosolenia</i> spp.	44%	56%	38%	21%	44%
<b>Mediophyceae</b>					
<i>Chaetoceros</i> spp.*	50%	50%	81%	50%	44%
<i>Thalassiosira</i> spp.	31%	31%	25%	36%	38%
<b>CRYPTOPHYTA</b>					
<b>Cryptophyceae</b>					
<i>Chroomonas baltica</i>	6%	6%	6%	21%	31%
<i>Cryptomonas nordstedtii</i>	13%	6%	19%	14%	13%
<i>Hillea Fusiformis</i>	31%	25%	31%	21%	25%
<i>Plagioselmis prolunga</i>	31%	38%	19%	29%	44%
<i>Teleaulax acuta</i>	56%	63%	50%	64%	50%
<i>Nephroselmis minuta</i>	13%	13%	13%	7%	6%
<b>HAPTOPHYTA</b>					
<b>Prymnesiophyceae</b>					
<i>Calyptosphaera globosa</i>	19%	6%	0%	7%	6%
<i>Emiliana huxleyi</i>	19%	25%	25%	14%	25%
<i>Sphaerocalyptra quadridentata</i>	0%	6%	6%	7%	6%
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>					
<b>Dictyochophyceae</b>					
<i>Dictyocha speculum</i>	25%	25%	44%	7%	25%
<i>Ebria tripartita</i>	31%	31%	31%	14%	19%
<i>Octactis octonaria</i>	50%	38%	38%	36%	31%
<b>Raphidophyceae</b>					
<i>Heterosigma akashiwo</i>	19%	13%	19%	21%	25%



Çizelge 4.3.Devam

ORGANİZMALAR	İSTASYONLAR				
	A1-5m	A1-10m	A1-20m	K1-10m	K2-10m
<b>EUGLENOPHYTA</b>					
<b>Euglenophyceae</b>					
<i>Eutreptia lanowii</i>	25%	13%	6%	36%	19%
<b>DINOPHYTA</b>					
<b>Dinophyceae</b>					
<i>Alexandrium</i> spp.*	19%	19%	6%	14%	13%
<i>Akashiwo sanguinea</i> *	25%	0%	13%	7%	13%
<i>Amphidinium</i> spp.*	81%	81%	88%	79%	94%
<i>Ceratium</i> spp.	94%	94%	94%	93%	88%
<i>Dinophysis</i> spp.*	44%	56%	69%	50%	75%
<i>Gonyaulax</i> spp.*	31%	19%	31%	0%	19%
<i>Gymnodinium</i> spp.*	81%	63%	69%	71%	81%
<i>Gyrodinium</i> spp.	81%	75%	100%	71%	100%
<i>Heterocapsa rotundata</i>	31%	25%	13%	29%	31%
<i>Karlodinium micrum</i> *	31%	31%	25%	29%	44%
<i>Katodinium</i> spp.	44%	56%	44%	43%	50%
<i>Phalacroma rotundata</i> *	50%	56%	44%	50%	56%
<i>Prorocentrum</i> spp.*	88%	100%	100%	86%	100%
<i>Prosoaulax lacustris</i>	63%	38%	25%	7%	56%
<i>Protoperidinium</i> spp.	63%	75%	75%	64%	75%
<i>Scrippsiella trochoidea</i> *	69%	50%	56%	50%	69%

#### 4.2.3. Fitoplanktonun zamana bağlı değişimi

Fitoplanktonun yüzey sularında ve yüzey altı derinliklerdeki zamana bağlı değişimi, kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerine ayrılarak değerlendirilmiştir

##### 4.2.3.1. Fitoplanktonun yüzey sularında zamana bağlı değişimi

###### A- Yaz Ayları

###### Temmuz 2007- Ağustos 2007:

Temmuz ayında en düşük organizma sayısı K1' de (9.828 hücre L<sup>-1</sup>), en yüksek organizma sayısı ise 269.085 hücre L<sup>-1</sup> ile N1 istasyonunda belirlenmiştir. Nehir içi ve nehir ağzı istasyonlarında toplam organizmanın %17'sini oluşturan *Cocconeis pediculus* ve *Cocconeis placentula* dominant, Dinophyta'dan *Peridinium borgei* ise %10 ile

subdominant organizma olarak kaydedilmiştir. Kıyı ve açıktaki istasyonlarda ise (K1, K2 ve A1) toplam organizmanın %14'ünü oluşturan *Prorocentrum* türleri dominant organizmalar olarak belirlenmiştir.

Ağustos ayında en düşük organizma sayısı 24.171 hücre L<sup>-</sup> ile K1'de, en yüksek ise N1 (163.035 hücre L<sup>-</sup>) olarak tesbit edilmiştir. N1 ve N2' de *Cocconeis* cinsine ait türler toplam organizmanın %9'unu oluşturmuş ve dominant organizma olarak kaydedilmiştir. *Rhoicosphenia abbreviata* toplam organizmanın %6'sını oluşturarak subdominant organizma olmuştur. Kıyı ve açıktaki istasyonlarda ise *Gymnodinium* cinsine ait türler toplam organizmanın %4'ünü oluşturarak dominant ve *Prorocentrum* cinsine ait türler %3 ile subdominant olmuşlardır.

### **Haziran 2008-Ağustos 2008**

Haziran ayında toplam organizma sayısı en düşük A1'de (419.624 hücre L<sup>-</sup>) ve en yüksek N1'de (948.384 hücre L<sup>-</sup>) olarak kaydedilmiştir. N1 ve N2'de toplam organizmanın %9'unu *Cyclotella* cinsine ait türlerin oluşturduğu belirlenmiş, subdominant organizma ise %7 ile *Rhoicosphenia abbreviata* olarak kaydedilmiştir. Tuzlu su istasyonlarında (A1, K1 ve K2) ise *Gymnodinium* türleri toplam organizma sayısının %5'ini oluşturmuştur.

Temmuz ayında en düşük toplam organizma sayısı 78.775 hücre L<sup>-</sup> ile K2 istasyonunda, en yüksek organizma sayısı ise 1.113.580 hücre L<sup>-</sup> ile N1 istasyonunda belirlenmiştir. N1 ve N2 istasyonlarında *Pseudanabaena catenata* %19 ile dominant, *Chroococcus minutus* ise %6 ile subdominant organizmalar olmuştur. Kıyı ve açık su istasyonlarında ise *Gymnodinium* ve *Prorocentrum* cinslerine ait türler toplam organizma sayısının %3'ünü oluşturarak dominant organizmalar olmuşlardır.

Ağustos ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 334.813 hücre L<sup>-</sup> ile K2'de, en yüksek organizma sayısı ise 2.377.369 hücre L<sup>-</sup> ile N1 istasyonunda belirlenmiştir. Bütün istasyonlarda en bol bulunan organizmalar *Pseudanabaena catenata* (%12) ve *Scenedesmus* cinsine ait türler (%7) olarak belirlenmiştir. *Pseudosolenia calcar-avis* ise N1 dışındaki diğer istasyonlarda %5 ile yüksek bollukta kaydedilmiştir.

## B- Sonbahar Ayları

### Eylül 2007-Kasım2007

Eylül ayında en düşük organizma sayısı 21.229 hücre L<sup>-</sup> ile K2'de ve en yüksek organizma sayısı da 42.360 hücre L<sup>-</sup> ile N1'de belirlendi. *Pseudo-nitzschia delicatissima*, toplam organizma sayısının %9'unu oluşturarak dominant, *Prorocentrum micans* ise %6 ile subdominant organizmalar olmuşlardır.

Ekim ayında en düşük organizma sayısı 44.245 hücre L<sup>-</sup> ile A1'de ve en yüksek organizma sayısı da 1.160.720 hücre L<sup>-</sup> ile N1'de belirlendi. Bu ayda, *Cyclotella* cinsine ait türler %10 ile dominant *Gomphonema* cinsine ait türler ise %9 ile subdominant olarak kaydedilmiştir. Kıyısız istasyonlarda ise *Prorocentrum cordatum* %4 bolluğa ulaşmıştır.

Kasım ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 122.215 hücre L<sup>-</sup> ile N2'de, en yüksek organizma sayısı ise 160.712 hücre L<sup>-</sup> ile N1 istasyonunda belirlenmiştir. Bu ayda *Emiliana huxleyi* A1 ve K2'de toplam organizma miktarının %11'ini dominant olmuş ve *Cyclotella* cinsine ait türler (*Cyclotella kuetzingiana* ve *Cyclotella meneghiniana*) %10 ile bütün istasyonlarda subdominant organizma olarak tesbit edilmiştir. Ayrıca kıyı istasyonlarında *Navicula* cinsine ait türler (%6), *Prorocentrum cordatum* (%5), *Teleaulax acuta* (%4) ve *Amphidinium crassum* (%3) bol miktarda bulunmuşlardır.

### Eylül 2008-Ekim2008

Eylül ayında en düşük organizma sayısı 315.377 hücre L<sup>-</sup> ile K1'de, en yüksek ise N1'de 1.145.505 hücre L<sup>-</sup> olarak tesbit edilmiştir. Nehir ağızı ve deniz toplam organizma sayısının %11'ini *Teleaulax acuta* oluşturdu. N1 ve N2'de *Navicula cryptonella* %6 ile subdominant organizma olarak kaydedildi.

Ekim ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 151.130 hücre L<sup>-</sup> ile A1'de, en yüksek organizma sayısı ise 2.596.767 hücre L<sup>-</sup> ile N1 istasyonunda kaydedilmiştir. Başta nehir içi olmak üzere tüm istasyonlarda toplam organizma sayısının %7'sini oluşturan *Navicula cryptotenella* dominant, nehir içi ve nehir ağızında *Cryptomonas ovata* %6 ile subdominant organizma olmuştur. Kıyı istasyonlarında ise subdominant %5 ile *Amphidinium crassum* olmuştur.

## C- Kış Ayları

### Aralık 2007-Şubat 2008

Aralık ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 18.815 hücre L<sup>-</sup> ile K2'de, en yüksek organizma sayısı ise 232.889 hücre L<sup>-</sup> ile A1 istasyonunda belirlenmiştir. Bu ayda, *Teleulax acuta* toplam organizma sayısının %13'ünü oluşturarak dominant organizma oluşmuştur. Subdominant olarak da %9 ile *Rhodomonas* cinsine ait türler belirlenmiştir.

Ocak ayında en düşük organizma sayısı 114.674 hücre L<sup>-</sup> ile N1'de, en yüksek ise A1'de 256.003 hücre L<sup>-</sup> olarak tesbit edilmiştir. Bu ayda Nehir içi hariç tüm istasyonlarda *Teleulax acuta* toplam organizma sayısının %7'sini oluşturarak dominant organizma, *Rhodomonas* cinsine ait türler ise %7 ile subdominant olarak belirlenmiştir.

Şubat ayında en düşük organizma sayısı 269.172 hücre L<sup>-</sup> ile N2'de ve en yüksek organizma sayısı da 448.626 hücre L<sup>-</sup> ile K1'de belirlendi. Bu ayda N1 hariç tüm istasyonlarda dominant organizma *Emiliana huxleyi* (%8) ve subdominant ise *Sphaerocalyptra quadridentata* (%6) olmuştur.

### Aralık 2008

Aralık ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 193.466 hücre L<sup>-</sup> ile K2'de, en yüksek organizma sayısı ise 1.354.199 hücre L<sup>-</sup> ile N1 istasyonunda belirlenmiştir. Bütün istasyonlarda *Teleaulax acuta* toplam organizma sayısının %16'sını oluşturarak dominant, *Cryptomonas ovata* ise %10 ile subdominant organizmalar olmuşlardır.

## D- İlkbahar Ayları

### Mart 2008 – Mayıs 2008

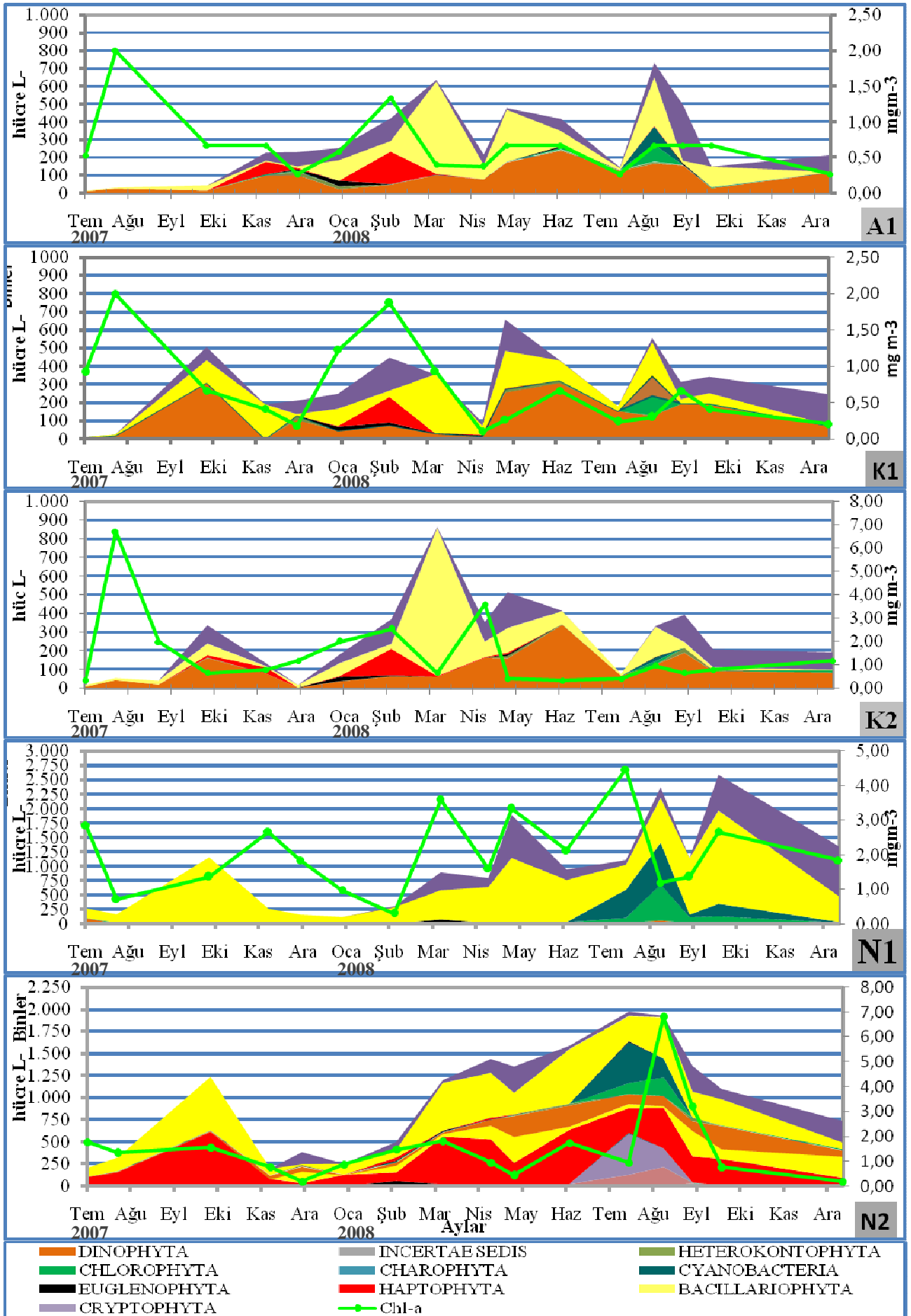
Mart ayında en düşük organizma sayısı 608.831 hücre L<sup>-</sup> ile N2'de ve en yüksek organizma sayısı da 899.642 hücre L<sup>-</sup> ile N1'de belirlendi. Bu ayda *Thalassiosira antiqua* toplam organizmanın %21'ini oluşturarak nehir içi hariç bütün istasyonlarda dominant olmuştur. Ardından *Chaetoceros socialis* ise %5 ile subdominant prganizma olmuştur.

Nisanda en düşük organizma sayısı 91.052 hücre L<sup>-</sup> ile K1'de ve en yüksek organizma sayısı da 800.841 hücre L<sup>-</sup> ile N1'de belirlendi. Bu ayda tüm istasyonlarda

*Cryptomonas nordstedtii* toplam organizma sayısının %5'ini oluşturarak dominant, *Pseudonitzschia pungens* %4 ile subdominant organizma olmuşlardır.

Mayıs ayında ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 480.485 hücre L<sup>-1</sup> ile A1'de, en yüksek organizma sayısı ise 1.897.811 hücre L<sup>-1</sup> ile N1 istasyonunda belirlenmiştir. Bu ayda N2 ve kıyı istasyonlarında (K1 ve K2) *Nephroselmis minuta* toplam organizma sayısının %10'una ulaşarak dominant organizma olmuş, *Plagioselmis prolonga* ise %7 ile subdominat olarak belirlenmiştir.

Yüzey sularında fitoplanktonun ve klorofil *a* miktarının zamana bağlı değişimi Şekil 4.15.'de verilmiştir.



Şekil 4.15. Fitoplanktonun ve klorofil-*a* miktarının yüzey sularında sistematik gruplara göre zamana bağlı değişimi.

#### 4.2.3.2. Fitoplanktonun yüzey altı derinliklerde zamana bağlı değişimi

##### A- Yaz Ayları

###### Temmuz 2007- Ağustos 2007:

Temmuz ayında en düşük organizma sayısı A1-10 metrede (10.136 hücre L<sup>-1</sup>), en yüksek organizma sayısı ise 49.651 hücre L<sup>-1</sup> ile A1-20 metrede belirlenmiştir. Tüm derinliklerde toplam organizmanın %13'ünü oluşturan *Ceratium* cinsine ait türler (*Ceratium furca* ve *Ceratium fusus*) dominant olmuştur. *Pseudonitzschia delicatissima* ise %9 ile subdominant organizma olarak kaydedilmiştir.

Ağustos ayında en düşük organizma sayısı 24.171 hücre L<sup>-1</sup> ile A1-10 metrede, en yüksek ise A1-20 metre (29.502 hücre L<sup>-1</sup>) olarak tesbit edilmiştir. Bu ayda bütün derinliklerde *Pseudosolenia calcar-avis* toplam organizmanın %19'unu oluşturarak dominant organizma olmuştur. Subdominant olarak ise *Prorocentrum* cinsine ait türler toplam organizmanın %7'sine ulaşmıştır.

###### Haziran 2008-Ağustos 2008

Haziran ayında toplam organizma sayısı en düşük A1-20 metrede (304.421 hücre L<sup>-1</sup>) ve en yüksek A1-5 metrede (1.046.411 hücre L<sup>-1</sup>) olarak kaydedilmiştir. Bu ayda A1 istasyonunun tüm derinliklerinde *Nephroselmis minuta* toplam organizma sayısının %25'ine ulaşarak dominant organizma olmuştur. Subdominant organizma ise %11 ile *Katodinium claudicum* olarak kaydedilmiştir.

Temmuz ayında en düşük toplam organizma sayısı 104.899 hücre L<sup>-1</sup> ile K1-10 metrede, en yüksek organizma sayısı ise 162.259 hücre L<sup>-1</sup> ile A-10 metrede belirlenmiştir. *Prorocentrum* cinsine ait türler toplam organizma sayısının %18'ini oluşturarak dominant organizma olmuştur. *Pseudosolenia calcar-avis* ise %9 ile bütün derinliklerde subdominant organizma olarak kaydedilmiştir.

Ağustos ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 137.706 hücre L<sup>-1</sup> ile K2-10 metrede, en yüksek organizma sayısı ise 423.530 hücre L<sup>-1</sup> ile A1-5 metrede belirlenmiştir. Bütün istasyonlarda en bol bulunan organizma %15 ile *Pseudosolenia calcar-avis* olarak kaydedilmiştir. *Katodinium claudicum* ise %8 ile subdominant olmuştur.

## B- Sonbahar Ayları

### Ekim 2007-Kasım2007

Ekim ayında en düşük organizma sayısı 37.182 hücre L<sup>-</sup> ile A1-20 metrede ve en yüksek organizma sayısı da 561.250 hücre L<sup>-</sup> ile K1-10 metrede belirlendi. Bu ayda, *Emiliana huxleyii* %30 ile dominant, *Proboscia alata* ise %13 ile subdominant olarak kaydedilmiştir.

Kasım ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 13.089 hücre L<sup>-</sup> ile K1-10 metrede, en yüksek organizma sayısı ise 668.588 hücre L<sup>-</sup> ile A1-20 metrede belirlenmiştir. Bu ayda *Emiliana huxleyi* bütün derinliklerde toplam organizma miktarının %60'ını oluşturarak dominant olmuş ve *Prorocentrum cordatum* %10 ile bütün istasyonlarda subdominant organizma olarak tesbit edilmiştir.

### Eylül 2008-Ekim2008

Eylül ayında en düşük organizma sayısı 213.958 hücre L<sup>-</sup> ile A1-10 metrede, en yüksek ise A1-5 metrede 454.78 hücre L<sup>-</sup> olarak tesbit edilmiştir. Tüm derinliklerde toplam organizma sayısının %28'ini *Teleaulax acuta* oluşturdu. Subdominant olarak da %6 ile *Karlodinium micrum*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Hillea fusiformis* ve *Rhodomonas marina* subdominant organizmalar olarak kaydedilmişlerdir.

Ekim ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 89.804 hücre L<sup>-</sup> ile A1-20 metrede, en yüksek organizma sayısı ise 284.281 hücre L<sup>-</sup> ile A1-5 metrede kaydedilmiştir. Bu ayda tüm derinliklerde *Teleaulax acuta* toplam organizma sayısının %14'ünü oluşturarak dominant, *Hillea fusiformis* ise %8 ile subdominant organizmalar olmuşlardır.

## C- Kış Ayları

### Aralık 2007-Şubat 2008

Aralık ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 102.880 hücre L<sup>-</sup> ile K1-10 metrede, en yüksek organizma sayısı ise 193.384 hücre L<sup>-</sup> ile A1-5 metrede belirlenmiştir. Bu ayda, *Teleaulax acuta*, *Hillea fusiformis* ve *Emiliana huxleyi* toplam organizma sayısının %7'sini oluşturmuşlardır. *Prorocentrum* cinsine ait türler de %6 ile subdominant olmuşlardır.



Ocak ayında en düşük organizma sayısı 190.136 hücre L<sup>-</sup> ile K1-10 metrede, en yüksek ise A1-10 metrede 304.691 hücre L<sup>-</sup> olarak tesbit edilmiştir. Bu ayda tüm istasyonlarda *Teleaulax acuta* toplam organizma sayısının %12'sini oluşturarak dominant organizma, *Thalassiosira subsalina* ise %7 ile subdominant olarak belirlenmiştir.

Şubat ayında en düşük organizma sayısı 24.362 hücre L<sup>-</sup> ile A1-5 metrede ve en yüksek organizma sayısı da 459.790 hücre L<sup>-</sup> ile K1-10 metrede belirlendi. Bu ayda A1-5 metre derinlik hariç tüm derinliklerde *Emiliana huxleyi* %25 ile dominant, *Teleaulax acuta* ise %10 ile subdominant organizmalar olmuşlardır.

### **Aralık 2008**

Aralık ayında en düşük organizma sayısı 145.808 hücre L<sup>-</sup> ile A1-20 metrede ve en yüksek organizma sayısı da 214.194 hücre L<sup>-</sup> ile K2-10 metrede belirlendi. Bu ayda tüm derinliklerde *Teleaulax acuta* %18 ile dominant, *Amphidinium crassum* ise %17 ile subdominant organizmalar olmuşlardır.

### **D- İlkbahar Ayları**

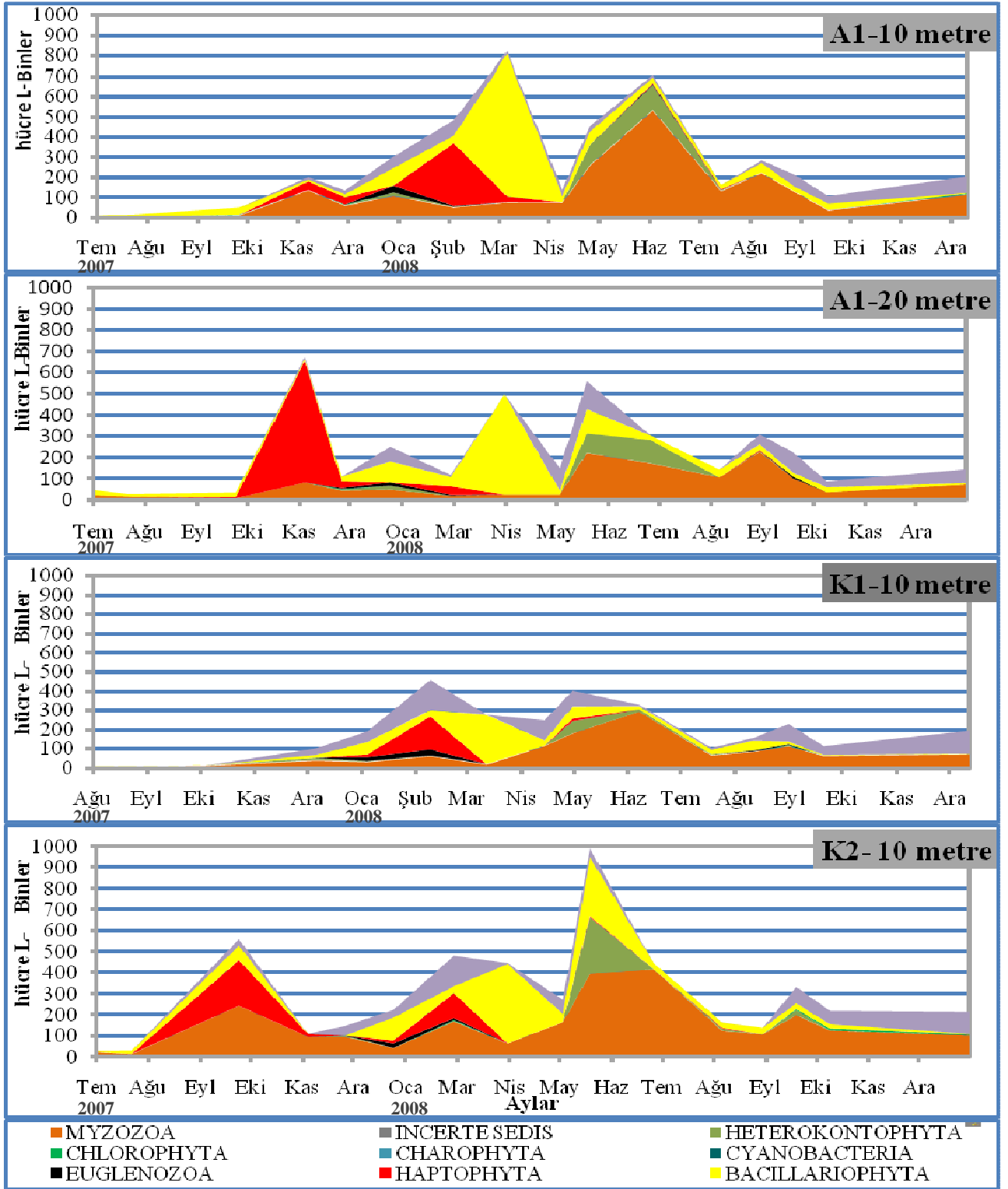
#### **Mart 2008 – Mayıs 2008**

Mart ayında en düşük organizma sayısı 277.386 hücre L<sup>-</sup> ile K1-10 metrede ve en yüksek organizma sayısı da 825.667 hücre L<sup>-</sup> ile A1-10 metrede belirlenmiştir. Bu ayda tüm istasyonlarda *Thalassiosira antiqua* toplam organizmanın %33'ünü oluşturarak dominant olmuştur. Ardından *Chaetoceros socialis* ise %10 ile subdominant prganizma olmuştur.

Nisanda en düşük organizma sayısı 138.672 hücre L<sup>-</sup> ile A1-10 metrede ve en yüksek organizma sayısı da 271.362 hücre L<sup>-</sup> ile K2-10 metrede belirlendi. Bu ayda tüm istasyonlarda *Cryptomonas nordstedtii* toplam organizma sayısının %25'ini oluşturarak dominant, *Gymnodinium* %13 ile subdominant organizma olmuşlardır.

Mayıs ayında ayındaki bolluk verilerine göre en düşük organizma sayısı 401.396 hücre L<sup>-</sup> ile K1-10 metrede, en yüksek organizma sayısı ise 770.928 hücre L<sup>-</sup> ile A1-5 metrede belirlenmiştir. Bu ayda tüm derinliklerde *Nephroselmis minuta* toplam organizma sayısının %21'una ulaşarak dominant organizma olmuş, *Pseudonitzschia pungens* ise %10 ile subdominat olarak belirlenmiştir.

Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun zamana bağlı değişimi Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. Fitoplanktonun yüzey altı derinliklerde sistematik gruplara göre zamana bağlı değişimi.

### 4.3. İstatistiksel analizler

#### 4.3.1. Fitoplanktonun Shannon-Wiener Biyoçeşitlilik ve Pielou Düzenlilik İndisleri

Kızılırmak Nehir ağzı bölgesinde seçilen istasyonlar arasında, tür sayısı bakımından en zengin istasyonlar 90 tür ile A1 ve K1 istasyonları (0,5 metre) olarak belirlenmiştir. Yüzeyden derinlere inildikçe belirlenen tür sayısı azalmıştır. Araştırma süresi boyunca istasyonlarda ve çeşitli derinliklerde belirlenen en düşük biyoçeşitlilik değeri Ekim 2007'de K1-10 metre derinlikte 0,34 ve en yüksek ise Ağustos 2008'de A1-0,5 metrede 4,95 olarak hesaplanmıştır.

##### 4.3.1.1. Yüzey Fitoplanktonu biyoçeşitlilik ve düzenlilik indisleri

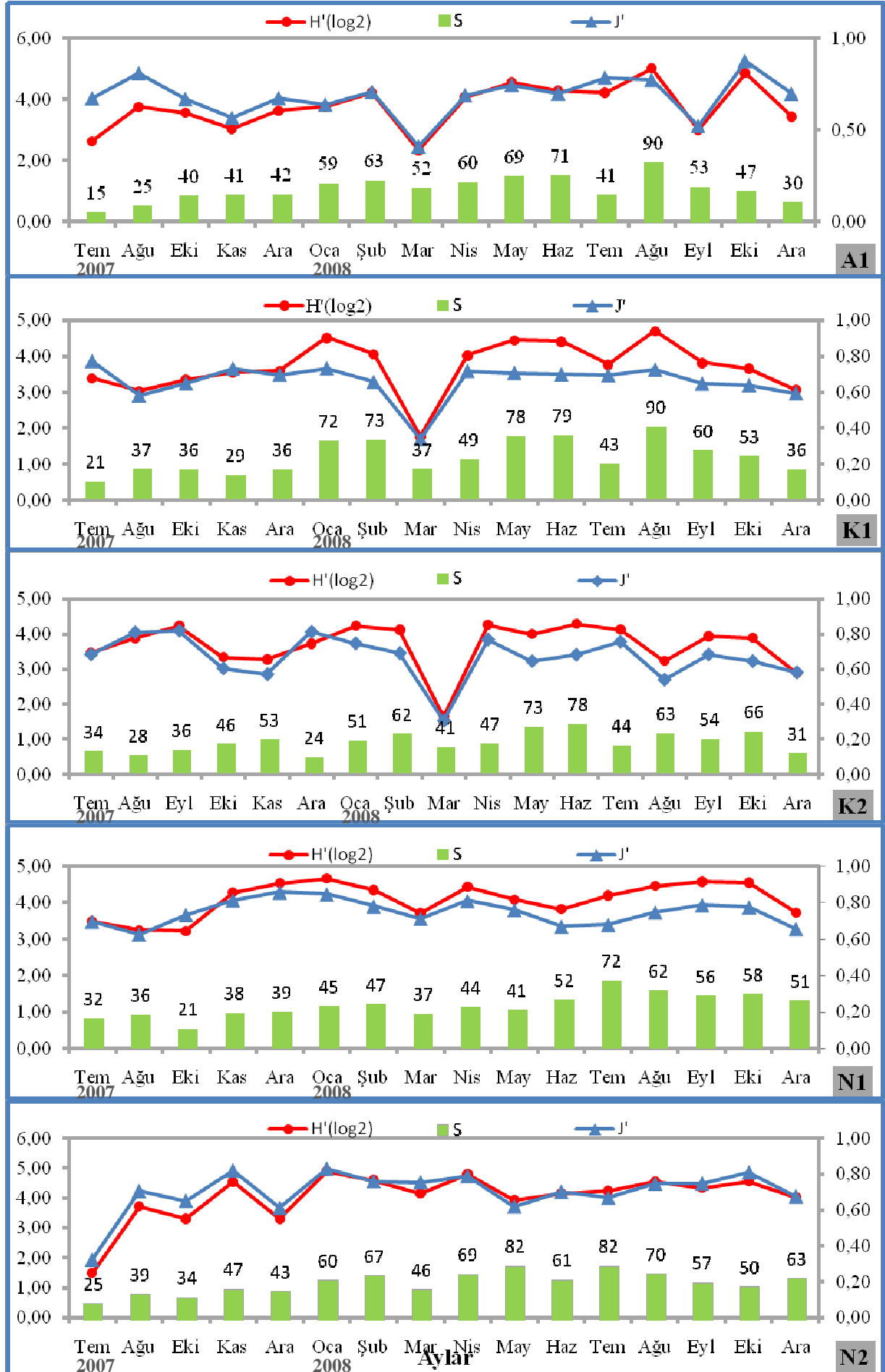
A1 istasyonunda kaydedilen en yüksek tür sayısı Ağustos 2008'de 90, en düşük ise Temmuz 2007'de 15 olarak belirlenmiştir. Biyoçeşitlilik indisi 2,33-4,95 Aralığında en düşük Mart 2008 ve en yüksek Ağustos 2008 de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise en düşük Mart 2008 (0,41) ve en yüksek Ekim 2008 (0,88) olarak belirlenmiştir.

K1 istasyonunda belirlenen en yüksek tür sayısı Ağustos 2008'de 90, en düşük ise Temmuz 2007'de 21 olmuştur. Biyoçeşitlilik indisi en düşük Mart 2008 (1,78) ve en yüksek Ağustos 2008 (4,70)'de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise biyoçeşitlilik indis değerlerine genellikle paralel biçimde, en düşük 0,34 ile Mart 2008 ve en yüksek 0,77 ile Temmuz 2007'de tesbit edilmiştir.

K2 istasyonunda en yüksek tür sayısı Haziran 2008'de 78, en düşük ise Aralık 2007'de 24 olarak belirlenmiştir. Biyoçeşitlilik indisi en düşük Mart 2008 (1,65) ve en yüksek Haziran 2008 (4,28)'de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise en düşük 0,31 ile Mart 2008 ve en yüksek 0,82 ile Eylül 2007'de tesbit edilmiştir.

N1 istasyonunda en yüksek tür sayısı Temmuz 2008'de 72, en düşük ise Ekim 2007'de 21 olarak belirlenmiştir. Biyoçeşitlilik indisi en düşük Ekim 2007'de (3,22) ve en yüksek Ocak 2008 (4,65)'de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise en düşük 0,63 ile Ağustos 2007 ve en yüksek 0,86 ile Aralık 2007'de tesbit edilmiştir.

N2 istasyonunda belirlenen en yüksek tür sayısı Nisan ve Temmuz 2008'de 82, en düşük ise Temmuz 2007'de 25 olmuştur. Biyoçeşitlilik indisi 1,50-4,90 Aralığında en düşük Temmuz 2007'de ve en yüksek Ocak 2008' de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise en düşük 0,32 ile Temmuz 2007'de ve en yüksek 0,83 ile Ocak 2008'de tesbit edilmiştir. Yüzey Fitoplanktonu biyoçeşitlilik ve düzenlilik indisleri Şekil 4.17'de verilmiştir.



**Şekil 4.17.** Kızılırmak Nehir Ağızı fitoplanktonunun aylık Shannon-Wiener Biyoçeşitlilik ( $H'$ ) ve Pielou Düzenlilik ( $J'$ ) indeksleri ve görülen tür sayısının ( $S$ ) zamana bağlı değişimi.

#### 4.3.1.2. Yüzey altı derinliklerde biyoçeşitlilik ve düzenlilik indisleri

A1-5 metrede kaydedilen en yüksek tür sayısı Ağustos 2008'de 74, en düşük ise Temmuz 2007'de 19 olarak belirlenmiştir. Biyoçeşitlilik indisi 1,79-4,64 Aralığında en düşük Mart 2008 ve en yüksek Ağustos 2008 de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise düşük Mart 2008 (0,32) ve en yüksek Ekim 2008 (0,80) olarak belirlenmiştir.

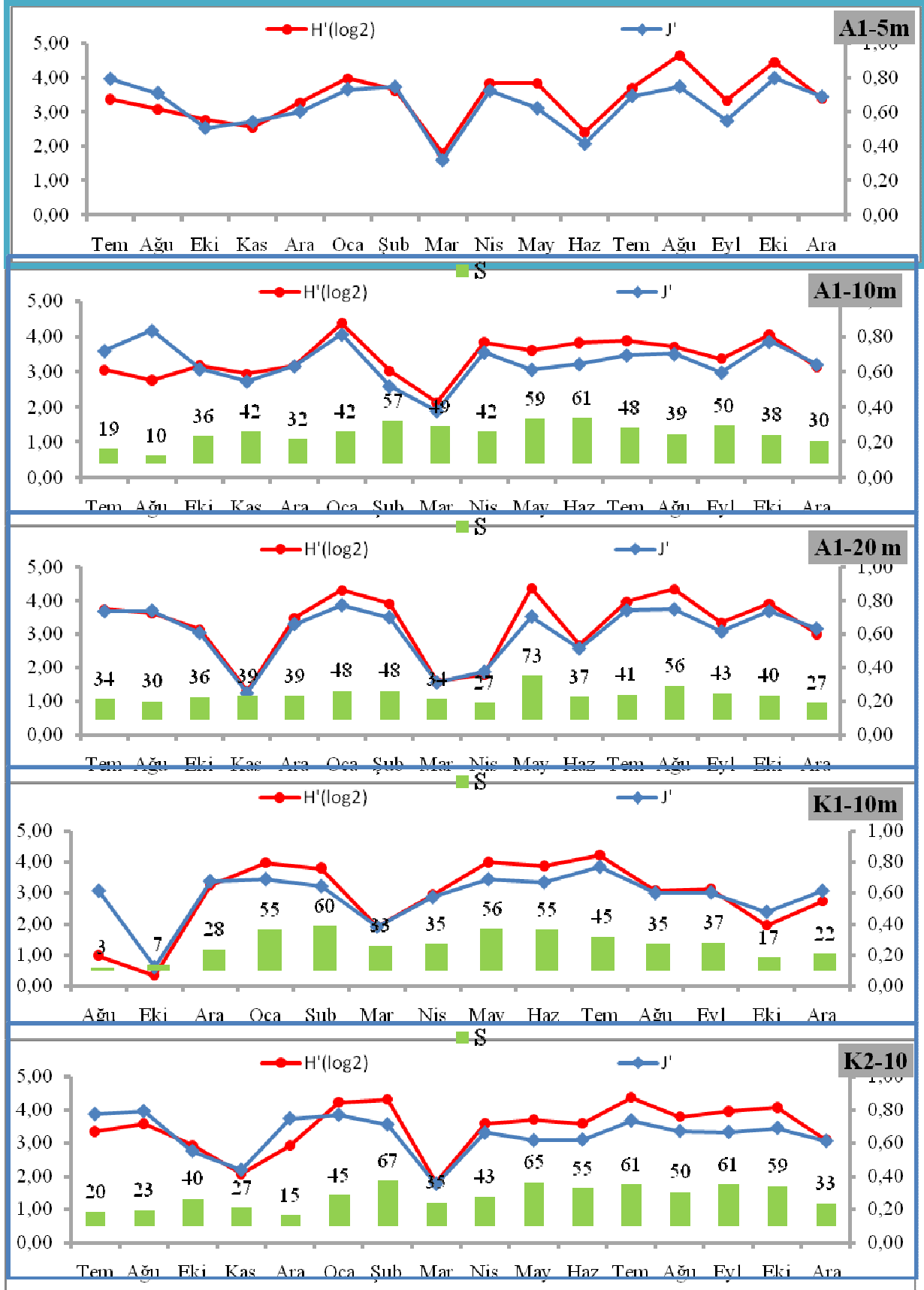
A1-10 metrede belirlenen en yüksek tür sayısı Haziran 2008'de 61, en düşük ise Ağustos 2007'de 10 olmuştur. Biyoçeşitlilik indisi en düşük Mart 2008 (2,13) ve en yüksek Ocak 2008 (4,38)'de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise en düşük 0,38 ile Mart 2008 ve en yüksek 0,81 ile Ocak 2008'de tesbit edilmiştir.

A1-20 metrede en yüksek tür sayısı Mayıs 2008'de 73, en düşük ise Nisan ve Aralık 2008'de 27 olarak belirlenmiştir. Biyoçeşitlilik indisi en düşük Kasım 2007 (1,31) ve en yüksek Ağustos 2008 (4,35)'de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise en düşük 0,25 ile Kasım 2007 ve en yüksek 0,77 ile Ocak 2008'de tesbit edilmiştir.

K1-10 metrede en yüksek tür sayısı Şubat 2008'de 60, en düşük ise Temmuz 2007'de 3 olarak belirlenmiştir. Biyoçeşitlilik indisi en düşük Ekim 2007'de (0,34) ve en yüksek Temmuz 2008 (4,22)'de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise en düşük 0,12 ile Ekim 2007 ve en yüksek 0,77 ile Temmuz 2008'de tesbit edilmiştir.

K2-10 metrede belirlenen en yüksek tür sayısı Şubat 2008'de 67, en düşük ise Aralık 2007'de 15 olmuştur. Biyoçeşitlilik indisi 1,81-4,30 Aralığında en düşük Mart 2008'de ve en yüksek Şubat 2008' de kaydedilmiştir. Düzenlilik indisi ise en düşük 0,44 ile Kasım 2007'de ve en yüksek 0,79 ile Ağustps 2007'de tesbit edilmiştir.

Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun biyoçeşitlilik ve düzenlilik indisleri Şekil 4.18.'de verilmiştir.



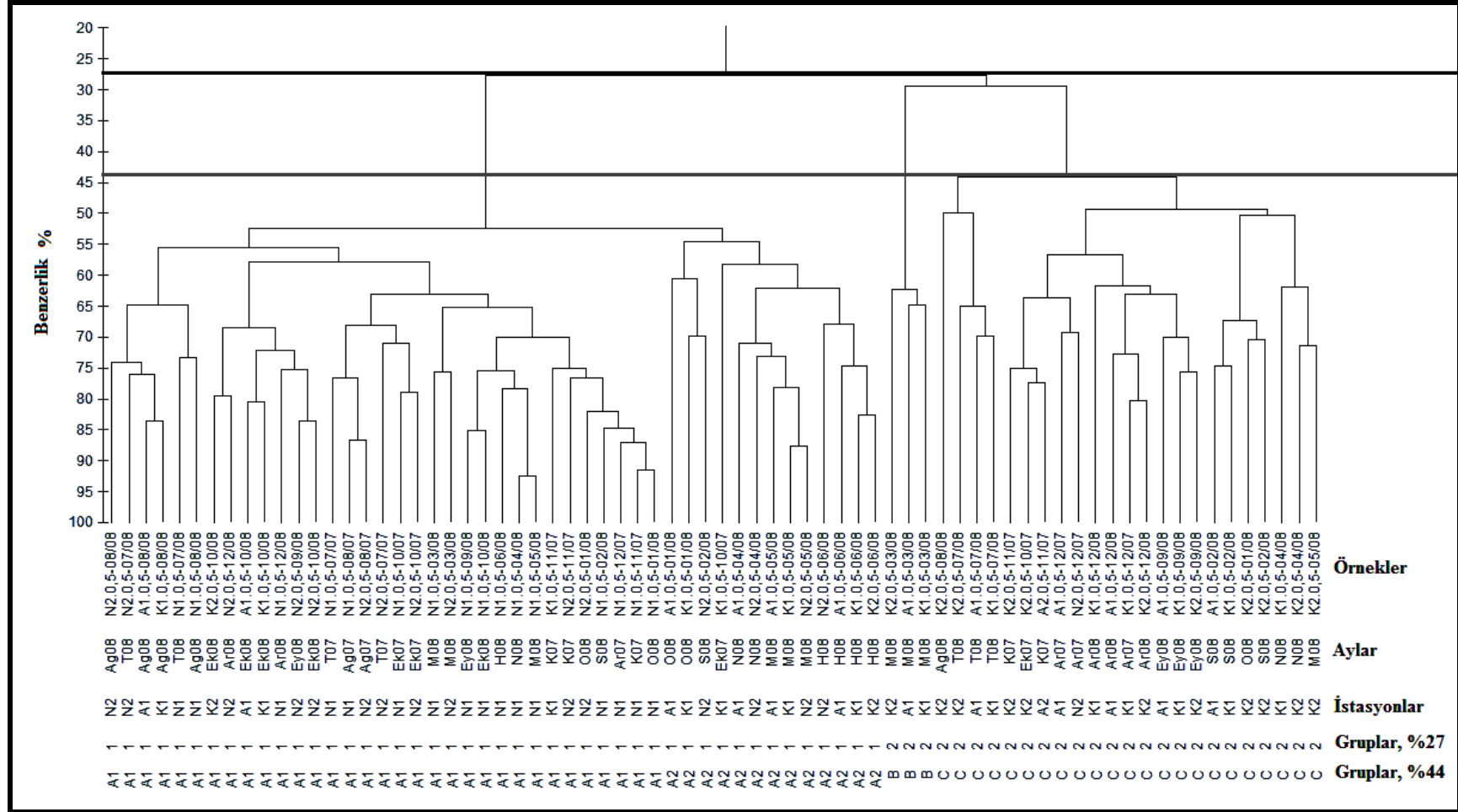
**Şekil 4.18.** Kızılırmak Nehir Ağızı fitoplanktonunun yüzey altı derinliklerde aylık Shannon-Wiener Biyoçeşitlilik ( $H'$ ) ve Pielou Düzenlilik ( $J'$ ) indeksleri ve görülen tür sayısının ( $S$ ) zamana bağlı değişimi.

### **4.3.2. Su örneklerinin birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi**

Fitoplankton bolluk verilerinden elde edilen Bray-Curtis benzerlik matrisi oluşturulduktan sonra grup ortalamalarına göre birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi yapıldı. Sonuçlar yüzey ve yüzey altı derinliklerde birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi olarak iki bölüme ayrıldı.

#### **4.3.2.1.Yüzey suyu örneklerinde birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi**

Yüzey fitoplanktonu bolluk verilerinden elde edilen benzerlik matrisinin birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu %27 benzerlik seviyesinde iki grup (1 ve 2), %44 benzerlik seviyesinde üç grup (A, B ve C) belirlenmiştir (Şekil 4.19). %27 benzerlik seviyesinde oluşan iki gruptan birincisi olan A grubu tüm N1 örnekleri (Temmuz 2007'den Aralık 2008'e kadar), bütün N2 örneklerini (Aralık 2007 hariç), A1 (Ocak, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos, Ekim 2008), K1 (Ekim, Kasım 2007 ve Ocak, Mayıs, Haziran, Ağustos, Ekim 2008), K2 ( Haziran 2008) örneklerini içermektedir. B grubu ise A1, K1, K2, N1 ve N2 istasyonlarının diğer yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar örneklerini içermektedir. %44 benzerlik seviyesinde oluşan üç gruptan ilkinde tüm N1 örnekleri (Temmuz 2007'den Aralık 2008'e kadar), bütün N2 örneklerini (Aralık 2007 hariç), A1 (Ocak, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos, Ekim 2008), K1 (Ekim, Kasım 2007 ve Ocak, Mayıs, Haziran, Ağustos, Ekim 2008), K2 (Haziran 2008) örnekleri bulunmaktadır. İkinci grubu A1, K1 ve K2 istasyonlarının Mart 2008' de alınan örnekleri teşkil etmektedir. Üçüncü grup ise N2 (Aralık 2007), A1 (Aralık 2007 ve Şubat, Temmuz, Kasım, Aralık 2008), K1 (Aralık 2007 ve Şubat, Nisan, Temmuz, Eylül, Aralık 2008), K2 (Ekim, Kasım 2007 ve Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Aralık 2008) örneklerini içermiştir. İlk grup olan A grubunda %55 seviyesinde A1 ve A2 olarak ikiye ayrılmıştır. A1 tüm nehir içi ve nehir ağzı örneklerini içermektedir. A2 ise Ocak, Nisan, Mayıs 2008 tarihlerinde alınan kıyı ve açık istasyon örneklerini kapsamaktadır.



**Şekil 4.19.** Kızılırmak nehir ağzı bölgesi yüzey fitoplanktonunda birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu elde edilen örnekler dendrogramı.



#### **4.3.2.2.Yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi**

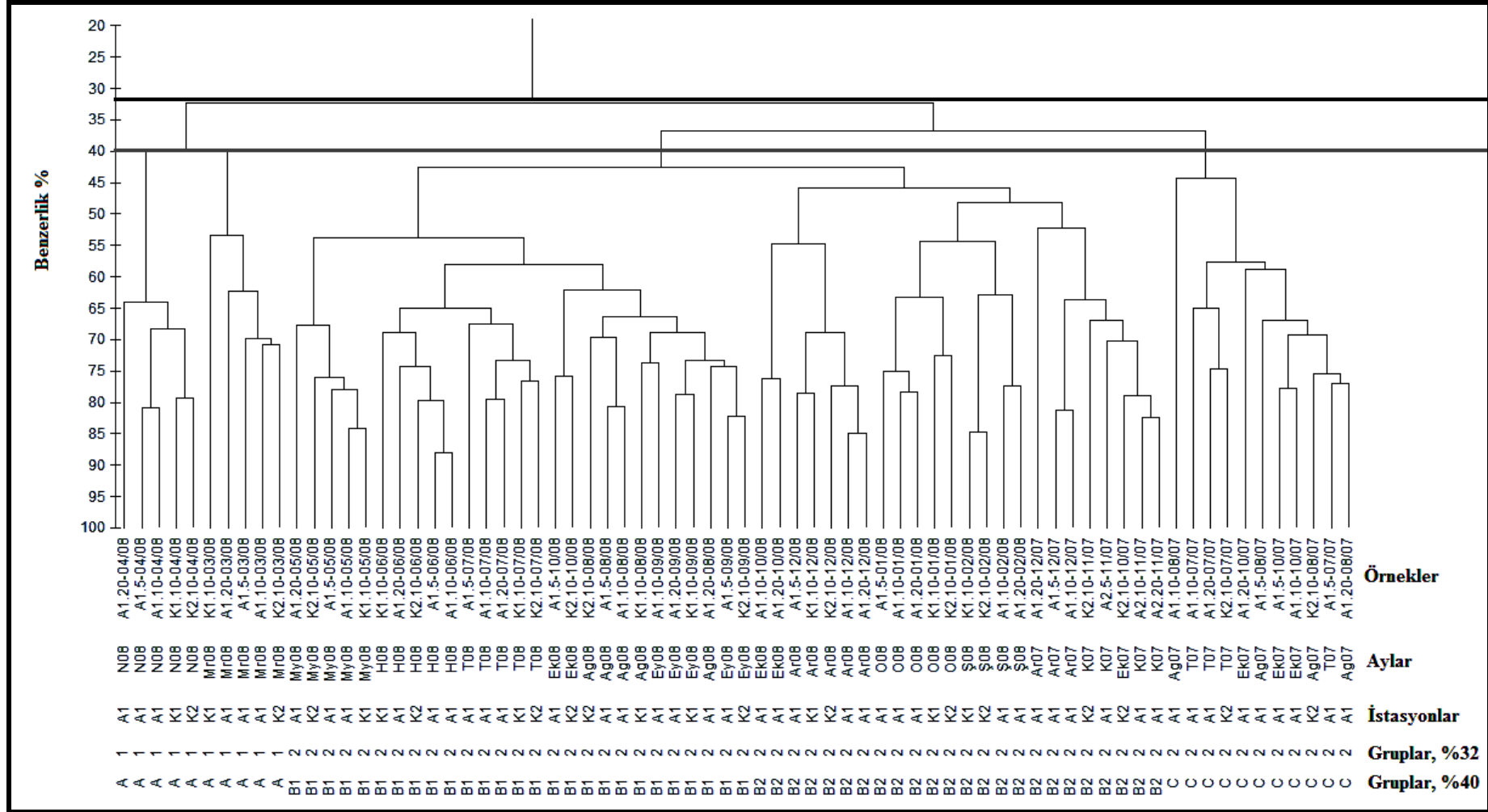
Yüzey altı derinliklerdeki fitoplanktonu bolluk verilerinden elde edilen benzerlik matrisinin birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu %32 benzerlik seviyesinde iki grup (1 ve 2), %40 benzerlik seviyesinde üç grup (A, B ve C) belirlenmiştir (Şekil 4.20). %32 benzerlik seviyesinde oluşan iki gruptan birincisi Mart ve Nisan 2008 tarihinde alınan örnekleri içermiştir. İkinci grup ise geri kalan tarihlerde alınan örnekleri kapsamıştır. %44 benzerlik seviyesinde oluşan ilki, A grubu Mart ve Nisan 2008 tarihinde bütün istasyonlardan ve derinliklerden alınan örneklerden oluşmuş, ikinci grup, B grubunu ise A1, K1 ve K2 istasyonlarının tüm derinliklerinden alınan Ekim, Kasım, Aralık 2007 ve Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Aralık 2008 tarihlerinde alınan örnekleri kapsamaktadır. Üçüncü grup, C grubu da 2007 yılının Temmuz, Ağustos ve Ekim tarihlerinde tüm istasyon ve derinliklerden alınan örneklerinden oluşmuştur. Ayrıca ikinci grup (B) grubu %45 seviyesinde ikiye ayrılmış, B1 grubu Mayıstan Eylül ayına kadar olan örnekleri B2 ise sonbahar ve Kış örneklerini içermiştir.

#### **4.3.3. Su örneklerinin parametrik olmayan çok boyutlu ölçeklendirme analizi (MDS)**

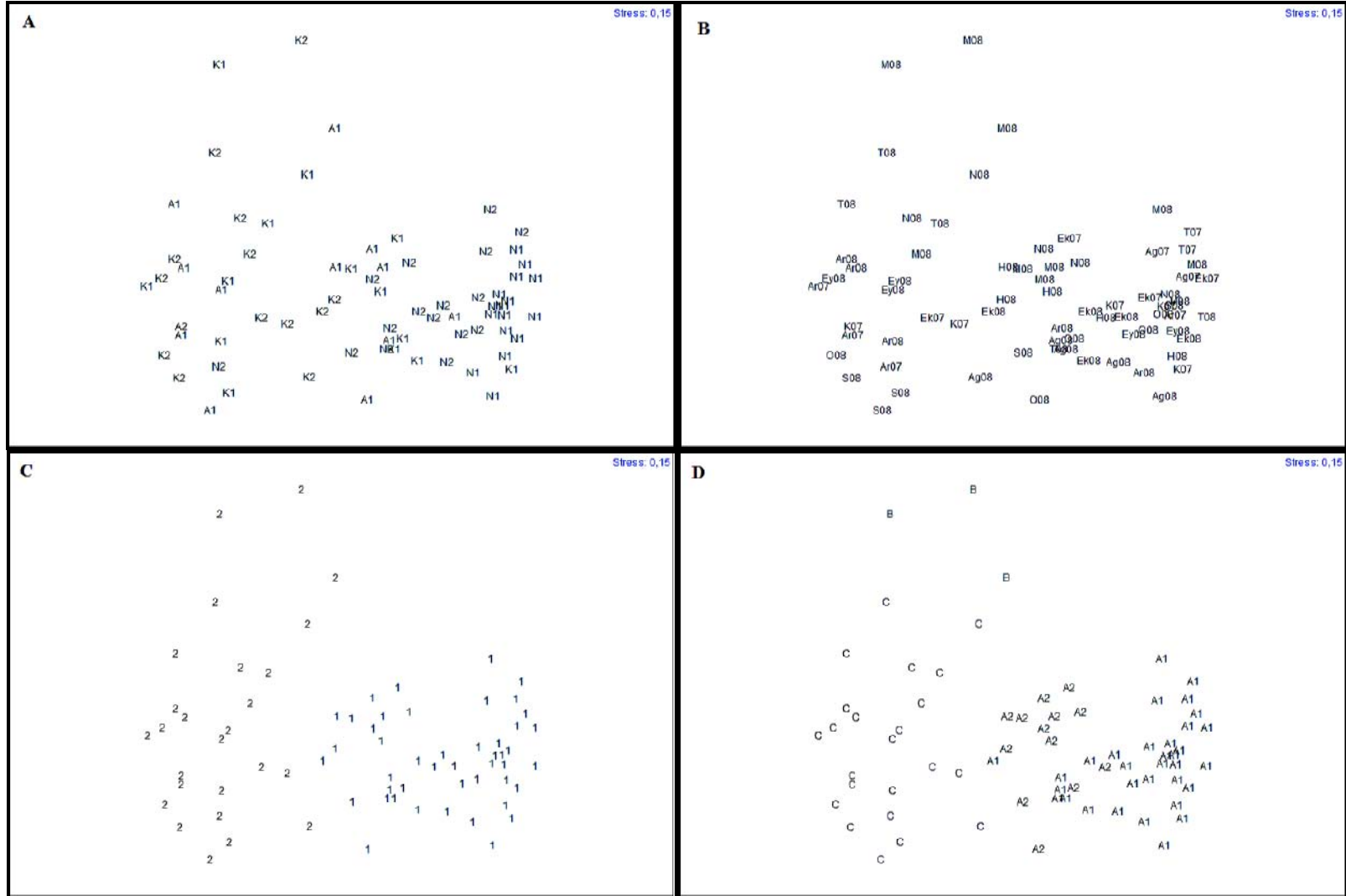
Su örneklerinde fitoplankton bolluk verilerinden elde edilen Bray-Curtis benzerlik matrisine MDS analizi uygulanmış ve örneklerin ordinasyonu yüzey ve yüzey altı derinlikler olarak iki bölümde değerlendirilmiştir.

##### **4.3.3.1.Yüzey (0,5 metre) suyu örneklerinde MDS**

Yüzey fitoplanktonunun MDS ordinasyonu ile ortaya çıkan örnek konfigürasyonu 0,15'lik stres değeri ile kullanışlı bir gruplaşma göstermiştir (Şekil 4.21). Buna göre MDS ordinasyonu ile belirlenen gruplar birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu elde edilen gruplaşmalar ile benzerlik göstermektedir. Kümeleme analizinde %44 seviyesinde belirlenen gruplaşmalara paralel olarak, nehir içi ve nehir ağzı bölgesindeki örnekler ile kıyı ve açıktaki istasyonlar arasında aşamalı gruplaşmalar bulunmaktadır. Bununla beraber, Mart 2008 tarihinde kıyı ve açıktaki istasyonlardan alınan örnekler diğerlerinden farklı bir gruplaşma göstermiştir. Birleştirici hiyerarşik kümeleme analizinden farklı olarak MDS ordinasyonu sonucunda örnekler "Tatlı su", "Acı su", "Tuzlu su" ve "İlkbahar" grupları olarak 4 bölgeye ayrılmıştır.



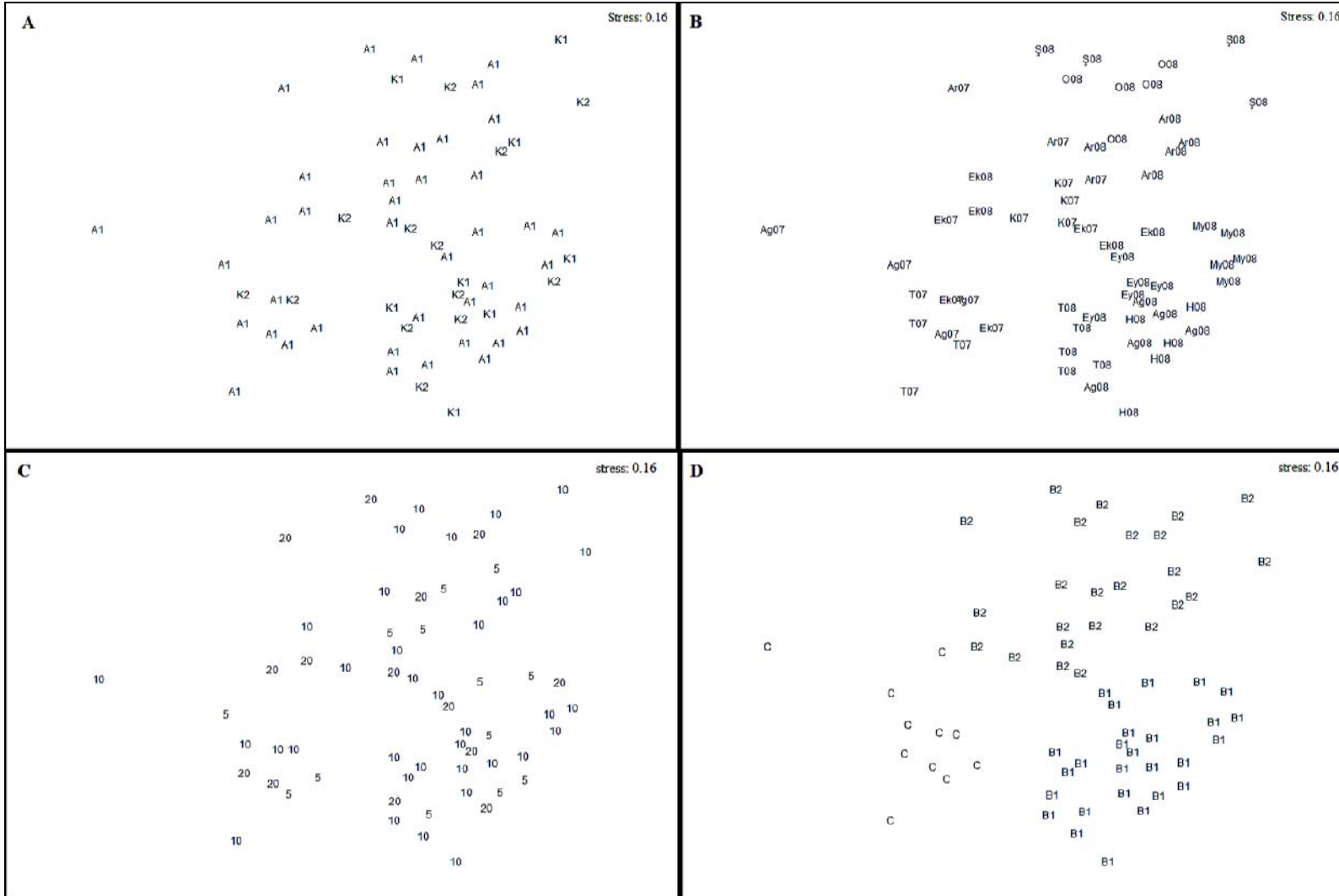
**Şekil 4.20.** Kızılırmak nehir ağızı bölgesi yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu elde edilen örnekler dendogramı.



**Şekil 4.21.** Kızılırmak nehir ağzı bölgesi yüzey fitoplanktonunda çok boyutlu ölçeklendirme sonucu elde edilen örneklerin ordinasyonu. A) İstasyonlar, B)Aylar, C)%27 seviyesinde gruplar ve D)%44 seviyesinde gruplar

#### **4.3.3.2.Yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) MDS**

Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun MDS ordinasyonunun sonucunda stres değeri 0,23 olarak hesaplanmıştır. Ancak 0,2 stres değerinin üzerindeki değerler doğal gruplaşma modelini gerçek anlamda yansıtmadığı için ordinasyon grafiğinde stres değerinin artışına sebep olan Mart ve Nisan 2008 örnekleri benzerlik matrisinden çıkartılarak tekrar MDS ordinasyonu uygulanmış ve 0,2'nin altında, örnek modelini kullanışlı kılacak bir değer (0,16) elde edilmiştir (Şekil 4.22). Buna göre, örnekler yüzey fitoplanktonu MDS ordinasyonundan daha farklı bir model sergileyerek genellikle aylık gruplaşma göstermiştir. Yüzey altı derinliklerde birleştirici kümeleme analizindeki gruplaşmalara benzer şekilde gruplaşmalar gösteren MDS ordinasyonunda örnekler üç gruba ayrılmıştır. Grup B1 2008 yılında Mayıs ayından Eylül ayına kadar olan tüm derinlikleri, Grup B2 Ekim ayından Şubat ayına kadar olan bütün derinlikleri içermiştir. Grup C ise 2007 yılının Temmuz, Ağustos ve Ekim ayı örneklerini kapsamıştır.



**Şekil 4.22.** Kızılırmak nehir ağız bölgesi yüzey altı derinlik fitoplanktonunda çok boyutlu ölçeklendirme sonucu elde edilen örneklerin ordinasyonu. A) İstasyonlar, B) Aylar, C) Derinlikler ve D) %40 seviyesinde gruplar

#### 4.3.4. Örnek Grupları arasındaki farklılıklar (ANOSIM)

Birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi ve çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi sonuçlarından elde edilen örnek grupları arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için benzerlik analizi (ANOSIM) metodu uygulanmıştır. Sonuçlar yüzey ve yüzey altı derinliklerde örnek grupları arasındaki farklılıklar olarak iki başlık altında değerlendirilmiştir.

##### 4.3.4.1. Yüzey fitoplanktonunda belirlenen örnek grupları arasındaki farklılıklar

Tek yönlü değişken olarak kümeleme ve çok boyutlu ölçeklendirme analizindeki %44 benzerlik seviyesinde seçilen grupların benzerlik analizi sonuçlarına göre global R değeri 0,858 olarak bulunmuştur. Böylelikle R değeri 1'e çok yakın bulunduğundan,  $H_0$  hipotezi (Gruplar arasında fark yoktur) %0,01 önemlilik düzeyinde reddedilmiştir. Yani A, B1 ve B2, C grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.4). Uygulanan pairwise testlerine göre örneklerin büyük kısmı % 2 düzeyinin altında bulunmaktadır. Sadece 2 örnek %20 lik kısmın üzerinde belirlenmiştir. En düşük R değeri A1 ve A2 grupları arasında 0,483 olarak bulunmuştur. En yüksek R değeri A ve B grupları arasında, 0,960 olarak bulunurken A ve C arasında 0,800, B ve C arasında ise 0,860 olarak hesaplanmıştır. Sonuçta, kümeleme ve çok boyutlu ölçeklendirme ordinasyonunda gözlenen gruplar arasında istatistiksel anlamda kuvvetli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.4.** Yüzey fitoplanktonunda belirlenen örnek grupları arasında yapılan ANOSIM testi sonuçları.

Global R: 0,858				
Önemlilik Düzeyi: %0,1				
Permutasyon sayısı: 999				
Global R'ye eşit yada daha büyük olan permutasyon sayısı: 0				
<i>Pairwise Testleri</i>				
Gruplar	R Değeri	Önemlilik Düzeyi %	Permutasyon Sayısı	Gözlenme Sıklığı
A1, A2	0,483	0,1	999	0
A, B	0,965	0,1	999	0
A, C	0,840	0,1	999	0
C, B	0,863	0,1	999	0

#### 4.3.4.2. Yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) fitoplanktonda belirlenen örnek grupları arasındaki farklılıklar

Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonun kümeleme ve çok boyutlu ölçeklendirme analizindeki %40 benzerlik seviyesinde seçilen grupların benzerlik analizi sonuçlarına göre global R değeri 0,746 olarak bulunmuştur. Global R değeri 0'a yaklaştığında  $H_0$  (örnek grupları arasında fark bulunmaz) hipotezinin doğruluğunu, 1'e yaklaşıncaya ise  $H_0$  hipotezinin reddedildiği göz önüne alınacak olursa, örnek grupları arasında %0,1 önemlilik düzeyinde istatistiksel olarak fark bulunmaktadır (Çizelge 4.5). Uygulanan pairwise testlerine göre örneklerin büyük kısmı % 2 düzeyinin altında bulunmaktadır. Sadece 5 örnek %10 luk kısmın üzerinde belirlenmiştir. En düşük R değeri C ve B grupları arasında 0,545 olarak bulunmuştur. En yüksek R değeri C ve A grupları arasında, 0,915 olarak bulunurken B ve A arasında 0,641, B1 ve B2 grupları arasında ise 0,630 olarak hesaplanmıştır. Sonuçta olarak yüzey altı derinliklerde kümeleme ve çok boyutlu ölçeklendirme ordinasyonunda gözlenen gruplar arasında istatistiksel anlamda kuvvetli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.5.** Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonda belirlenen örnek grupları arasında yapılan ANOSIM testi sonuçları.

Global R: 0,746				
Önemlilik Düzeyi: %0,1				
Permutasyon sayısı: 999				
Global R'ye eşit yada daha büyük olan permutasyon sayısı: 0				
<i>Pairwise Testleri</i>				
Gruplar	R Değeri	Önemlilik Düzeyi %	Permutasyon Sayısı	Gözlenme Sıklığı
C, B	0,545	0,1	999	0
C, A	0,915	0,1	999	0
B, A	0,641	0,1	999	0
B2, B1	0,630	0,1	999	0

#### 4.3.5. Komüniteyi yönlendiren türlerin belirlenmesi (SIMPER ve BVSTEP)

Birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi ve çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi ile elde edilen örnek grupları arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan benzerlik analizi (ANOSIM) sonucunda önemli farklılıkların belirlenmesiyle, gruplar arasındaki farklılıklardan sorumlu türler benzersizlik analizi (SIMPER) metodu ile tesbit edilmiştir. Ayrıca, Bray-Curtis benzerlik matrisinden elde edilen bolluk modelinden oluşturulan alt setler arasında sıralamalı spearman korelasyon katsayısı hesaplanarak adimsal korelasyon prosedürü (BVSTEP) uygulanmış ve sonuçlar yüzey fitoplanktonu ve yüzey altı derinliklerin fitoplanktonu olmak üzere iki alt başlıkta incelenmiştir.

##### 4.3.5.1. Yüzey fitoplanktonu

Yüzey fitoplanktonu bolluk verileri üzerinde yapılan gruplar arası benzerlik yüzdeleri hesaplanmış, türlerin grup içi benzerliğe (Çizelge 4.6) ve gruplar arası benzersizliğe (Çizelge 4.7) katkıları belirlenmiştir. Buna göre, kümeleme ve MDS analizi sonucu ortaya çıkan %44 benzerlik seviyesindeki A1 grubunda grup içi benzerlik ortalaması %61,67 olarak belirlenmiş, bu grubun bolluğuna en çok katkı sağlayan türler *Rhoicosphenia abbreviata*, *Navicula gregaria* ve *Diatoma vulgare* olarak belirlenmiştir. A2 grubunun bolluğuna en çok katkı sağlayan türler *Rhoicosphenia abbreviata*, *Cocconeis pediculus*, *Melosira varians* ve *Cocconeis placentula* olarak tesbit edilmiştir. B grubunun en tipik türleri *Thalassiosira antiqua*, *T. subsalina*, *Chaetoceros socialis*, *Pseudosolenia calcar-avis* ve *Scrippsiella trochoidea* olarak bulunmuş, C grubunda ise *Teleaulax acuta*, *Prorocentrum balticum*, *P.micans* ve *Pseudo-nitzschia pungens* olarak kaydedilmiştir. A1 ve A2 grupları arasında ortalama benzersizlik oranı %47,55 olarak belirlenmiş olup, gruplar arası benzersizliğe sebep olan türler ise *Prorocentrum cordatum*, *P. pungens* ve *Scrippsiella trochoidea*'dir. Grup A ve Grup B arasında ortalama benzersizlik % 80 olarak belirlenmiştir. Bu iki grubun benzersizliğine en çok katkısı olan türler Grup B içinde *T. antiqua* ve *C. socialis*, Grup A içinde ise *T. subsalina* olarak belirlenmiştir. Grup B ve Grup C arasındaki ortalama benzersizlik %70,60 olarak tesbit edilmiş, benzersizliğe en fazla katkıda bulunan türler Grup B içinde *T. antiqua* ve *C. socialis*, Grup C içinde ise *P. micans* türüdür.



**Çizelge 4.6.** Yüzey fitoplanktonu benzerlik matrisinde %44 seviyesinde gruplar içindeki en bol ve tipik türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzerlikleri, Benzerlik:standart hata oranları ve toplam bolluğa katkıları.

<b>Türler</b>	<b>Ort. Bolluk</b>	<b>Ort. Benzerlik</b>	<b>Benzerlik/SH</b>	<b>Katkı%</b>
<b>Grup A1(Ort. Benzerlik: %61,67)</b>				
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	31220,39	5,94	4,47	9,64
<i>Navicula gregaria</i>	10719,06	4,92	3,16	7,98
<i>Diatoma vulgare</i>	5784,85	4,79	3,44	7,76
<b>Grup A2(Ort. Benzerlik: %61,28)</b>				
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	14435,54	4,40	6,81	7,18
<i>Cocconeis pediculus</i>	6839,38	3,98	5,53	6,49
<i>Melosira varians</i>	2766,54	3,65	6,62	5,95
<i>Cocconeis placentula</i>	4619,15	3,63	4,48	5,92
<b>Grup B (Ort. Benzerlik: %63,10)</b>				
<i>Thalassiosira antiqua</i>	214320,00	14,31	6,33	22,67
<i>Chaetoceros socialis</i>	49200,00	12,98	5,87	20,58
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	14136,00	9,99	4,60	15,83
<i>Thalassiosira subsalina</i>	608,00	6,99	7,68	11,08
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	746,67	6,69	7,61	10,60
<b>Grup C (Ort. Benzerlik: %51,78)</b>				
<i>Teleaulax acuta</i>	33314,91	5,28	1,19	10,20
<i>Prorocentrum balticum</i>	1702,78	5,28	1,96	10,20
<i>Prorocentrum micans</i>	1475,96	4,57	1,58	8,83
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	2863,09	4,03	1,99	7,79

**Çizelge 4.7.** Yüzeysel fitoplanktonu benzerlik matrisinde %44 seviyesinde gruplar arası farklılıkları yaratan türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzersizlikleri, benzersizlik:standart hata oranları ve benzersizliğe katkıları.

Türler	Ortalama Bolluk	Ortalama Bolluk	Ortalama Benzersizlik	Benzersizlik / Standart Hata	Katkı%
<b>Grup A1 ve Grup A2</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>			
<i>Prorocentrum cordatum</i>	2510,30	20929,23	2,28	1,57	4,80
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	49,45	11110,38	2,10	1,91	4,43
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	778,42	1578,46	1,51	1,49	3,18
<b>Grup A ve Grup B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>			
<i>Thalassiosira antiqua</i>	1685,22	214320,00	5,04	3,93	6,28
<i>Chaetoceros socialis</i>	238,70	49200,00	4,47	4,05	5,58
<i>Thalassiosira subsalina</i>	1125,04	608,00	2,31	2,62	2,87
<b>Grup A ve Grup C</b>	<b>A</b>	<b>C</b>			
<i>Rhicosphenia abbreviata</i>	26476,85	73,13	2,68	2,10	3,76
<i>Melosira varians</i>	5177,17	14,26	2,54	2,37	3,57
<b>Grup C ve Grup B</b>	<b>C</b>	<b>B</b>			
<i>Thalassiosira antiqua</i>	0,00	214320,00	6,36	5,75	9,01
<i>Chaetoceros socialis</i>	18,70	49200,00	5,33	4,44	7,55
<i>Prorocentrum micans</i>	1475,96	0,00	3,27	2,19	4,63

Bray-Curtis benzerlik matrisinden elde edilen bolluk modelinden oluşturulan alt setler arasında sıralamalı spearman korelasyon katsayısı hesaplanarak uygulanan adimsal korelasyon prosedürü (BVSTEP) sonucunda,  $p=0,95$  korelasyonunu gösteren alt set yani aynı benzerlik modelini oluşturan türler; Cyanobacteria'dan *Pseudanabaena catenata*; Bacillariophyta'dan *Cocconeis placentula*, *Cyclotella kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *Diatoma vulgare*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema minutum*, *Gomphoneis olivaceum*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Thalassiosira subsalina*; Cryptophyta'dan *Teleaulax acuta*; Dinophyta'dan *Gymnodinium elongatum*, *Peridinium borghiella*, *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Scrippsiella trochoidea*; Euglenophyta'dan *Eutreptia lanowii* ve Haptophyta'dan *Emiliana huxleyi* olarak belirlenmiş ve komüniteyi yönlendiren türler olarak tanımlanmışlardır.

#### 4.3.5.2. Yüzey altı derinliklerde (5, 10 ve 20 metre) fitoplankton

Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonunda kümeleme ve MDS analizi sonucu ortaya çıkan %40 benzerlik seviyesindeki A grubunda grup içi benzerlik ortalaması %51,11 olarak kaydedilmiş, bu grubun bolluğuna en çok katkı sağlayan türler *Scrippsiella trochoidea* ve *Pseudosolenia calcar-avis* olarak belirlenmiştir. B1 grubunun bolluğuna en çok katkı sağlayan türler *Pseudosolenia calcar-avis*, *Ceratium furca* ve *Prorocentrum compressum* olarak tesbit edilmiştir. B2 grubunun en tipik türleri *Teleaulax acuta*, *Thalassionema nitzschioides* ve *Prorocentrum micans* olarak bulunmuş, C grubunda ise *Pseudosolenia calcar-avis*, *Prorocentrum micans* olarak kaydedilmiştir. B1 ve B2 grupları arasında ortalama benzersizlik oranı %57,49 olarak belirlenmiş olup, gruplar arası benzersizliğe sebep olan türler ise *Karlodinium micrum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Protoperidinium pallidum*, *Phalochroma rotundatum* ve *Pseudosolenia calcar-avis*'dir. Grup B ve Grup A arasında ortalama benzersizlik % 65,96 olarak belirlenmiştir. Bu iki grubun benzersizliğine en çok katkısı olan türler Grup B içinde *Prorocentrum balticum*, *Prorocentrum micans* ve *Ceratium furca* olarak belirlenmiştir. Grup C ve Grup A arasındaki ortalama benzersizlik %75,59 olarak tesbit edilmiş, benzersizliğe en fazla katkıda bulunan türler Grup C içinde *P. micans*, *C. furca* ve *C. fusus*, Grup A içinde ise *Gymnodinium elongatum* türüdür. Grup C ve Grup B arasında ortalama benzersizlik % 63,21 olarak belirlenmiştir. Bu iki grubun benzersizliğine en çok katkısı olan türler Grup B içinde *Teleaulax acuta*, Grup C içinde ise *Amphidinium crassum*, *Pseudo-nitzschia pungens* ve *Pseudosolenia calcar-avis* olarak kaydedilmiştir.

Yüzey altı derinliklerde türlerin grup içi benzerliğe Çizelge 4.8.'de ve gruplar arası benzersizliğe katkıları Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Yüzey altı derinliklerdeki fitoplanktonun benzerlik matrisinde %40 seviyesinde gruplar içindeki en bol ve tipik türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzerlikleri, Benzerlik:standart hata oranları ve toplam bolluğa katkıları.

Türler	Ort. Bolluk	Ort. Benzerlik	Benzerlik/SH	Katkı%
<b>Grup A (Ort.Benzerlik: %51,11)</b>				
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	11308,80	9,11	4,74	17,82
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	2388,10	6,67	4,70	13,05
<b>Grup B1 (Ort.Benzerlik: %60,26)</b>				
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	14714,59	5,05	4,36	8,38
<i>Prorocentrum compressum</i>	1878,89	4,26	6,03	7,07
<i>Ceratium furca</i>	221,67	2,66	4,96	4,42
<b>Grup B2 (Ort.Benzerlik: %51,66)</b>				
<i>Teleaulax acuta</i>	25612,67	6,41	2,05	12,42
<i>Prorocentrum micans</i>	949,75	4,25	1,93	8,24
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1636,29	3,80	1,87	7,36
<b>Grup C (Ort. Benzerlik: %59,41)</b>				
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	2117,18	9,33	4,26	15,71
<i>Prorocentrum micans</i>	1181,55	9,01	4,66	15,17

**Çizelge 4.9.** Yüzeysel altı derinliklerde fitoplanktonun benzerlik matrisinde %40 seviyesinde gruplar arası farklılıkları yaratan türlerin ortalama bolluk miktarları, ortalama benzersizlikleri, benzersizlik: standart hata oranları ve benzersizliğe katkıları.

Türler	Ortalama Bolluk	Ortalama Bolluk	Ortalama Benzersizlik	Benzersizlik / SH	Katkı%
<b>Grup B2 ve Grup B1</b>	<b>B2</b>	<b>B1</b>			
<i>Karlodinium micrum</i>	190,00	10513,33	2,63	2,03	4,57
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1636,29	58,93	1,74	1,75	3,02
<i>Protoperdinium pallidum</i>	898,96	979,56	1,64	1,48	2,86
<i>Phalachroma rotundatum</i>	95,04	1110,44	1,57	1,46	2,74
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	346,29	14714,59	1,46	1,85	2,55
<b>Grup C ve Grup B</b>	<b>C</b>	<b>B</b>			
<i>Teleaulax acuta</i>	0,00	23341,25	3,60	1,63	5,69
<i>Amphidinium crassum</i>	33,36	9797,61	2,93	1,54	4,64
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	215,73	5835,59	2,19	1,32	3,46
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	2117,18	7953,04	1,08	1,32	1,71
<b>Grup C ve Grup A</b>	<b>C</b>	<b>A</b>			
<i>Gymnodinium elongatum</i>	0,00	7752,00	3,99	1,89	5,28
<i>Prorocentrum micans</i>	1181,55	22,80	3,72	2,68	4,92
<i>Ceratium furca</i>	815,55	10,80	2,55	2,34	3,37
<i>Ceratium fusus</i>	567,00	17,10	1,81	1,85	2,39
<b>Grup B ve Grup A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>			
<i>Prorocentrum balticum</i>	2680,49	114,00	2,50	1,78	3,78
<i>Prorocentrum micans</i>	1048,24	22,80	2,36	1,91	3,57
<i>Ceratium furca</i>	129,59	10,80	1,03	1,55	1,57

Yüzeysel altı derinlik fitoplanktonunda Bray-Curtis benzerlik matrisinden elde edilen bolluk modelinden oluşturulan alt setler arasında sıralamalı spearman korelasyon katsayısı hesaplanarak uygulanan adımsal korelasyon prosedürü (BVSTEP) sonucunda,  $p=0,95$  korelasyonunu gösteren alt set yani aynı benzerlik modelini oluşturan türler; Bacillariophyta'dan *Pseudo-nitzschia pungens*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira subsalina*; Cryptophyta'dan *Plagioselmis prolunga*, *Teleaulax acuta*; Dinophyta'dan *Amphidinium crassum*, *Ceratium furca*, *Gymnodinium elongatum*, *G. pigmentosum*, *G. simplex*, *Heterocapsa rotundata*, *Karlodinium micrum*, *Phalachroma rotundata*, *Prorocentrum balticum*, *P. compressum*, *P. cordatum*, *P. micans*,

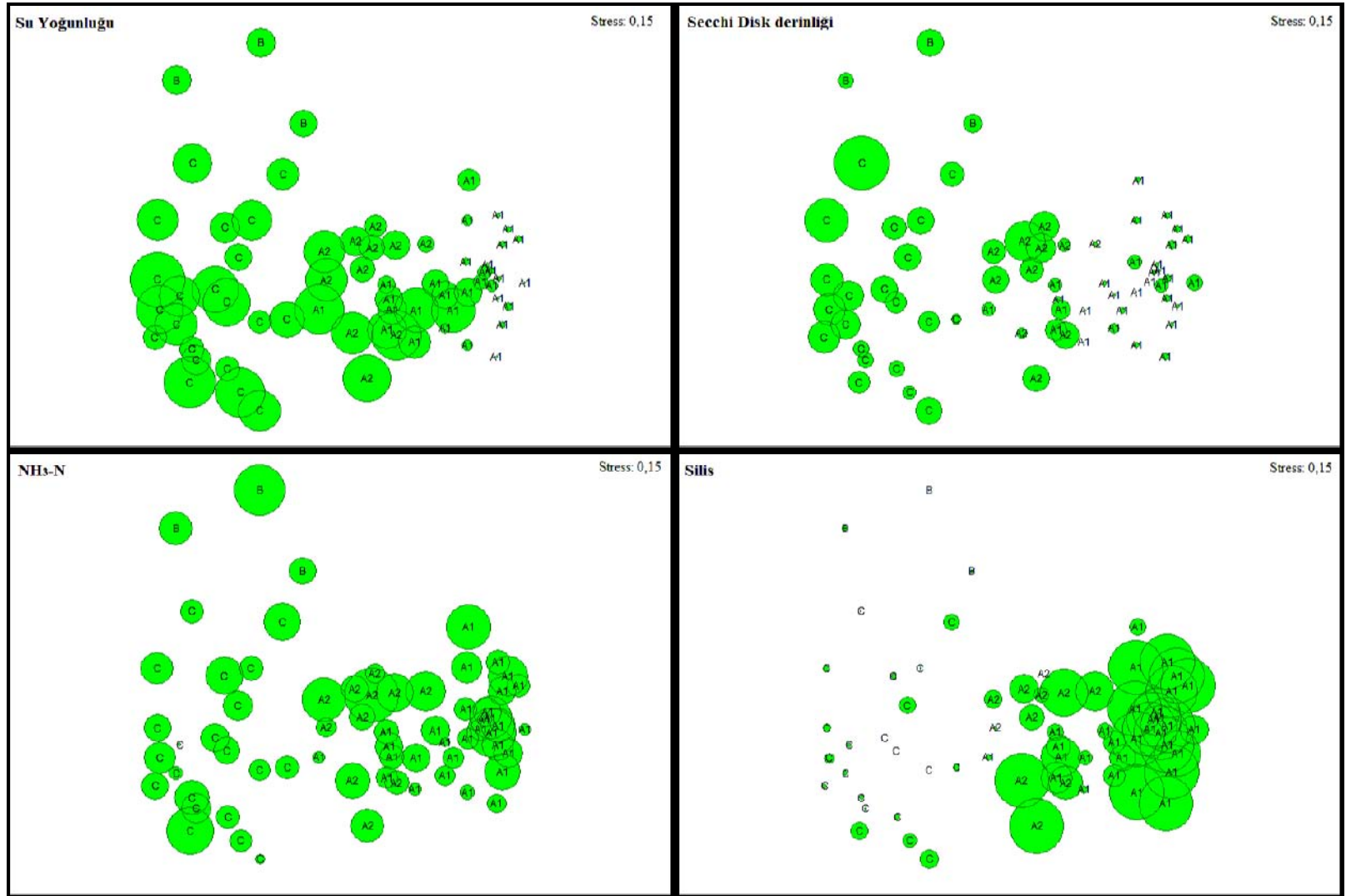
*Prosaulex lacustris*, *Protoperdinium minimum*, *P. pallidum*, *Scrippsiella trochoidea*; Euglenophyta'dan *Eutreptia lanowii* ve Haptophyta'dan *Emiliana huxleyii* olarak belirlenmiş, komüniteyi yönlendiren türler olarak tanımlanmışlardır.

#### **4.3.6. Çevresel değişkenlerin komünite üzerindeki etkisinin belirlenmesi (BIOENV)**

Bolluk verileri (Bray-Curtis benzerlik matrisi) ve çevresel değişkenler (Öklid uzaklık matrisi) arasında spearman sıralama korelasyon katsayıları hesaplanarak elde edilen BIOENV prosedürü sonuçları yüzey ve yüzey altı derinliklerde bolluk verilerinin çevresel değişkenlerle ilişkisi bölümleri altında değerlendirildi.

##### **4.3.6.1. Yüzey fitoplanktonu bolluk verilerinin çevresel değişkenlerle ilişkisi**

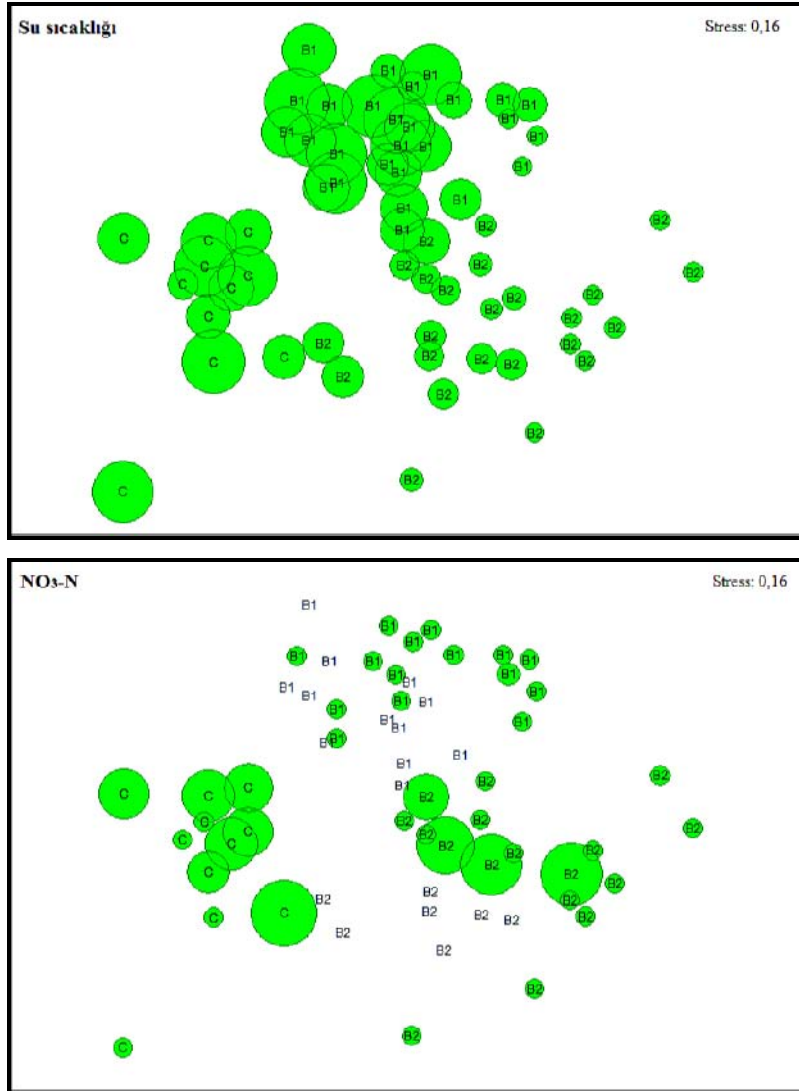
Yüzey fitoplanktonu benzerlik matrisi ve çevresel değişkenlerin Öklid uzaklık matrisi arasında yapılan karşılaştırmaya göre en yüksek korelasyon değerini (0,68) tek bir değişken değil, yoğunluk, Secchi disk derinliği, NH<sub>3</sub>-N ve Silis kombinasyonu göstermiştir. Şekil 4.23., benzerlik matrisinden oluşturulan MDS grafiğinde BIOENV prosedürü sonucunda en yüksek korelasyon değerini gösteren çevresel parametrelerin %44 seviyesinde belirlenen gruplar üzerindeki etkisini göstermektedir. Buna göre su yoğunluğu A1 grubunda en düşük ve C grubunda en yüksek olarak belirlenirken A2 ve B gruplarında orta seviyelerde bulunmaktadır. Secchi disk derinliği en düşük yine A1 grubunda en yüksek ise A2 ve C grubunda belirlenmiş, NH<sub>3</sub>-N en yüksek A1, A2 ve B gruplarında, en düşük B grubunda tesbit edilmiştir. Silis miktarı ise en yüksek A1 ve A2 gruplarında en düşük B ve C gruplarında bulunmuştur.



**Şekil 4.23.** Kızılırmak nehir ağızı bölgesi yüzeysel fitoplanktonunda %44 seviyesinde belirlenen gruplar üzerinde çevresel değişkenlerin etkisi; su yoğunluğu, Secchi disk derinliği, NH<sub>3</sub>-N konsantrasyonu ve Silis miktarı (Yeşil balonlar).

#### 4.3.6.2. Yüzeysel altı derinliklerde fitoplankton bolluk verilerinin çevresel değişkenlerle ilişkisi

Yüzeysel altı derinliklerde fitoplankton benzerlik matrisi ve çevresel değişkenlerin Öklid uzaklık matrisi arasında yapılan karşılaştırmaya göre en yüksek korelasyon değerini (0,61) su sıcaklığı ve  $\text{NO}_3\text{-N}$  göstermiştir. Şekil 4.24., MDS grafiğinde en yüksek korelasyon değerini gösteren çevresel parametrelerin %40 seviyesinde belirlenen gruplar üzerindeki etkisini göstermektedir. Buna göre su sıcaklığı B2 grubunda en düşük ve B1 ve C grubunda yüksek olarak belirlenirken,  $\text{NO}_3\text{-N}$  konsantrasyonu en yüksek B2 ve C gruplarında, en düşük B1 grubunda tesbit edilmiştir.



**Şekil 4.24.** Kızılırmak nehir ağızı bölgesi yüzeysel altı derinliklerde fitoplanktonun %44 seviyesinde belirlenen gruplar üzerinde çevresel değişkenlerin etkisi; su sıcaklığı ve  $\text{NO}_3\text{-N}$  konsantrasyonu (Yeşil balonlar).



#### 4.3.7. Çevresel değişkenlerin tür bollukları üzerindeki etkisinin kanonik uyum analizi (CCA) ile belirlenmesi

Önceki analizlerde belirlenen gruplar arasındaki farklılıklardan sorumlu ve komüniteyi yönlendiren türlerin çevresel değişkenler ile ilişkisinin incelendiği bu bölümde sonuçlar yüzey ve yüzey altı derinlikler olmak üzere iki bölümde değerlendirilmiştir.

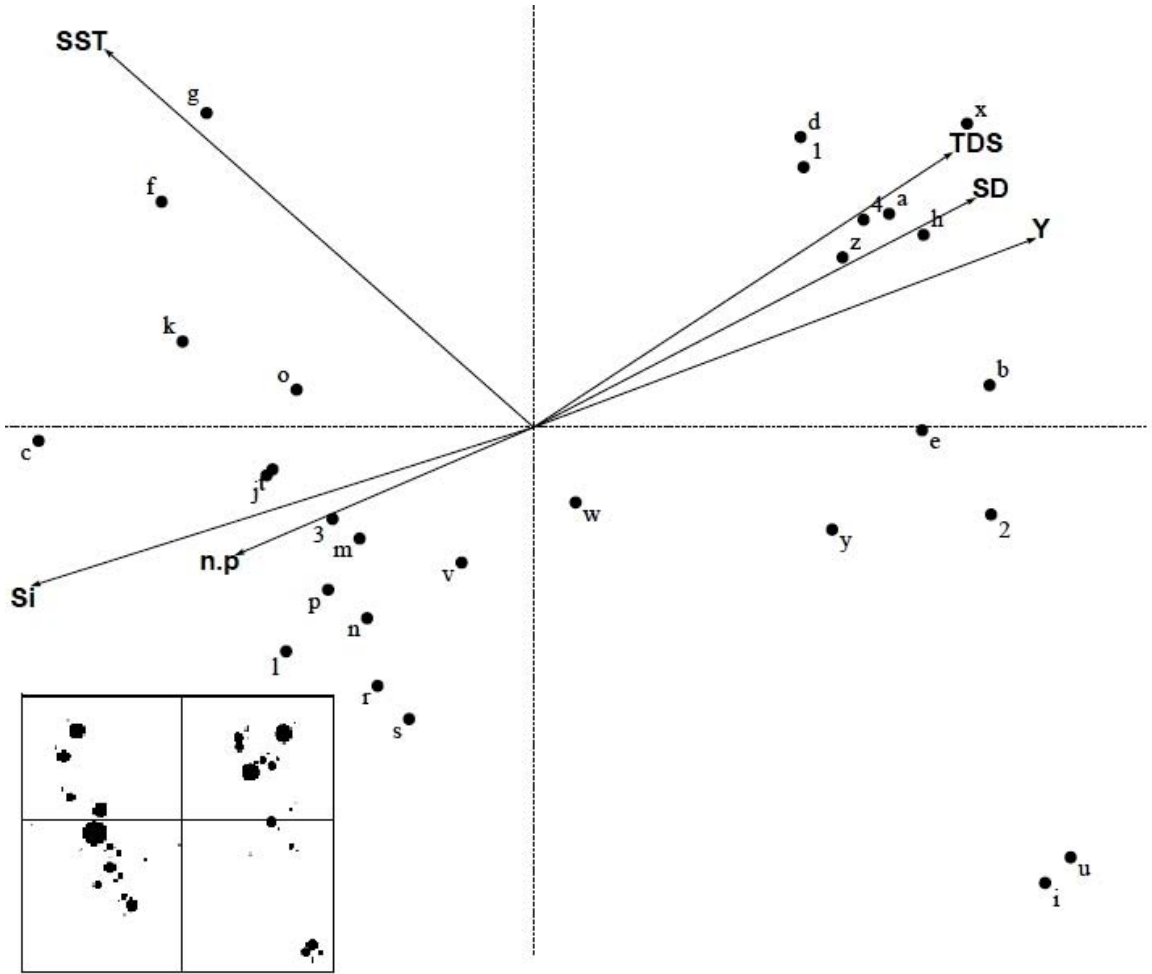
##### 4.3.7.1. Yüzey suyu örneklerinde çevresel değişkenlerin tür bollukları üzerindeki etkisinin kanonik uyum analizi (CCA) ile belirlenmesi

Yüzey fitoplanktonu tür bollukları ve çevresel parametreler arasında yapılan CCA analizine göre tür-çevre ilişkisi arasındaki kümülatif varyansın %70'i ilk iki eksenle açıklanmış, tür bollukları ve çevresel değişkenler ilişkisi korelasyonları ilk eksenle 0,93 ve ikinci eksenle 0,68 olarak belirlenmiştir. Ayrıca ilk eksenle öz değer 0,63 ile oldukça yüksek bir değerde hesaplanmıştır (Çizelge 4.10). Birinci eksenle sıcaklık, silis miktarı ve N:P oranı negatif korelasyon gösterirken, yoğunluk, toplam çözünmüş katı madde ve secchi disk derinliği pozitif korelasyon göstermiştir. Yapılan Monte Carlo Permutasyon Testine göre ilk eksenle %95 ( $p=0,05$ ) önemlilik düzeyinde yoğunluk değişkeni ile tür dağılımı arasında önemli ilişki bulunmaktadır.

**Çizelge 4.10.** Yüzey fitoplanktonu tür bolluk veri seti ve çevresel değişkenler arasında uygulanan CCA analizi sonucu elde edilen kanonik katsayılar, özdeğerler ve setler arası korelasyon katsayıları. \*: %95 düzeyinde önemli değişken

Eksenler	1	2
Özdeğerler	0.63	0.26
Tür- çevre korelasyonları	0.93	0.68
Tür verilerinin kümülatif varyans yüzdeleri	13.6	19.2
Tür -çevre korelasyonu kümülatif varyans yüzdeleri	48.8	70.0
Çevresel değişkenlerin korelasyon katsayıları		
SST	-0.63	0.45
Yoğun	0.74*	0.23
SD	0.65	0.27
TDS	0.62	0.33
Si	-0.74	-0.19
N:P	-0.44	-0.15

CCA ordinasyon grafiğinden (Şekil 4.25.), *Pseudo-anabaena catenata* ve *Scenedesmus communis* en yüksek bolluğu düşük tuzluluk ve yüksek sıcaklıkta göstermiş, *Plagioselmis prolunga*, *R. salina*, *Emiliana huxleyi*, *Chaetoceros socialis* ve *Thalassiosira antiqua* düşük sıcaklık ve yüksek tuzlulukla karakterize edilmiştir. Yani bu türler soğuk su ile en yüksek bolluğa ulaşmış olan türlerdir. *Gymnodinium elongatum*, *Katodinium fungiforme*, *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Eutreptia lanowi*, *Rhodomonas marina*, *Teleaulax acuta* ve *Pseudo-nitzschia pungens* yüksek yoğunluk ve tuzluluğa sahip ve secchi disk derinliği yüksek olan sularda en yüksek bolluk ortalamasını göstermişlerdir. *Cocconeis placentula*, *Cyclotella atomus*, *C. kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *Diatoma vulgare*, *Encyonema minuta*, *Gomphonema minuta*, *Gomphoneis olivaceum*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *Rhoicosphenia abbreviata* ve *Cryptomonas ovata* düşük tuzluluk, yüksek silis ve yüksek N:P oranına sahip sularda en yüksek ağırlıklı ortalama değerlerine sahip olmuşlardır.



**Şekil 4.25.** Yüzeysel fitoplanktonunun tür ve çevre ilişkisini gösteren CCA ordination grafiği. Noktalar türleri ve oklar çevresel değişkenleri temsil etmektedir. Harfler; a: *Gymnodinium elongatum*, b: *Katodinium fungiforme*, c: *Peridinium borghiella*, 1: *Prorocentrum micans*, d: *P. cordatum*, e: *Scrippsiella trochoidea*, f: *Scenedesmus communis*, g: *Pseudo-anabaena catenata*, h: *Eutreptia lanowii*, 2: *Emiliana huxleyi*, i: *Chaetoceros socialis*, j: *Cocconeis placentula*, k: *Cyclotella atomus*, l: *C. kuetzingiana*, m: *C. meneghiniana*, n: *Diatoma vulgare*, o: *Encyonema minuta*, 3: *Gomphonema minuta*, p: *Gomphoneis olivaceum*, r: *Melosira varians*, s: *Navicula gregaria*, 4: *Pseudo-nitzschia pungens*, t: *Rhoicosphenia abbreviata*, u: *Thalassiosira antiqua*, v: *Cryptomonas ovata*, w: *Plagioselmis prolonga*, x: *Rhodomonas marina*, y: *R. salina*, z: *Teleaulax acuta*. Oklar; SST: sıcaklık, TDS: toplam çözülmüş katı madde, SD: Secchi disk derinliği, Y: yoğunluk, Si: Silis konsantrasyonu ve n.p: N:P oranı. Küçük resimdeki balonlar türlerin bolluk değerlerini ifade etmektedir.

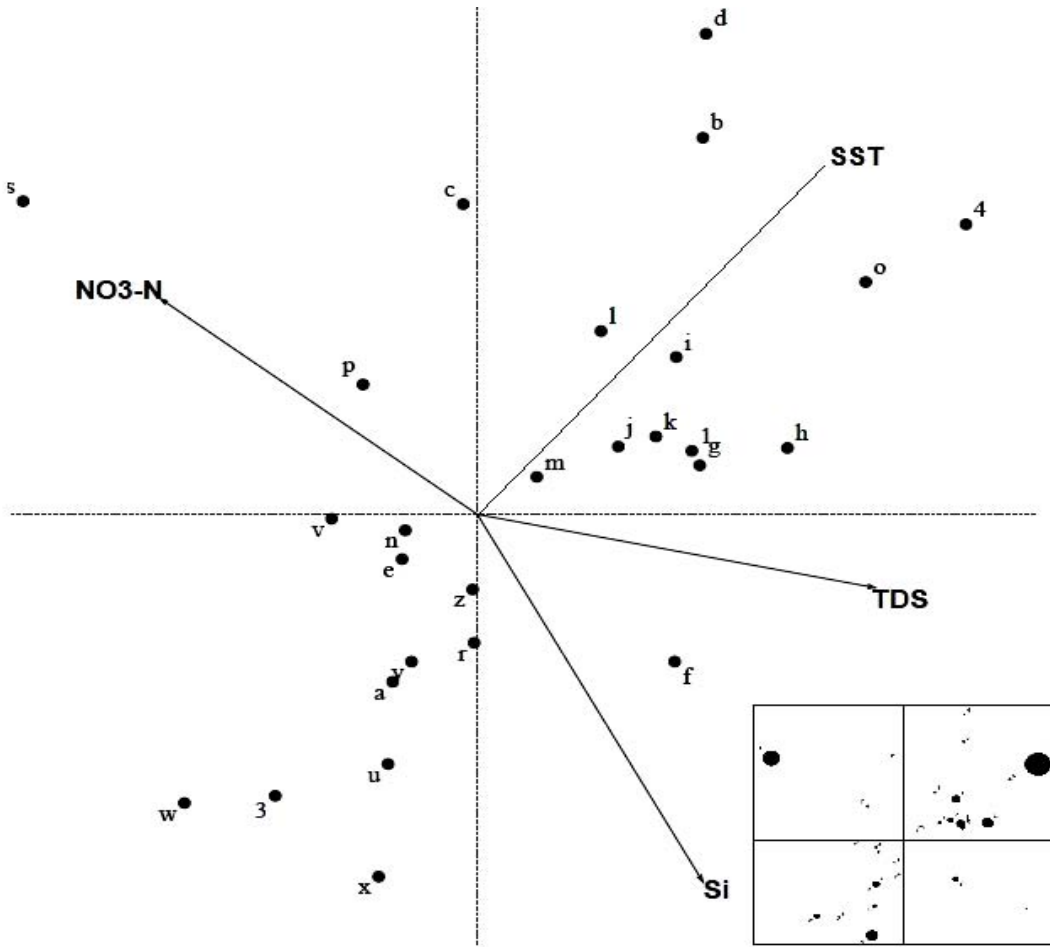
#### 4.3.7.2. Yüzey altı derinlik örneklerinde çevresel değişkenlerin tür bollukları üzerindeki etkisinin kanonik uyum analizi (CCA) ile belirlenmesi

Yüzey altı derinliklerde fitoplanktonu tür bollukları ve çevresel parametreler arasında yapılan CCA analizine göre tür-çevre ilişkisi arasındaki kümülatif varyansın %71.2'si ilk iki eksende açıklanmış, tür bollukları ve çevresel değişkenler ilişkisi korelasyonları ilk eksende 0,86 ve ikinci eksende 0,56 olarak belirlenmiştir. İlk eksende öz değer 0,48 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.11.). Birinci eksende sıcaklık, toplam çözünmüş katı madde ve mineral nitrojen konsantrasyonu pozitif korelasyon gösterirken, NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonu ve N:Si oranı negatif korelasyon göstermiştir. Ayrıca NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonu ve N:Si oranı ikinci eksende daha yüksek ve pozitif korelasyon sergilemişlerdir. Yapılan Monte Carlo Permutasyon Testine göre ilk eksende %95 (p=0,05) önemlilik düzeyinde sıcaklık değişkeni ile tür dağılımı arasında önemli ilişki bulunmaktadır.

**Çizelge 4.11.** Yüzey altı derinliklerde fitoplankton tür bolluk veri seti ve çevresel değişkenler arasında uygulanan CCA analizi sonucu elde edilen kanonik katsayılar, özdeğerler ve setler arası korelasyon katsayıları. \*: %95 düzeyinde önemli değişken

Eksenler	1	2
Özdeğerler	0.48	0.13
Tür- çevre korelasyonları	0.86	0.56
Tür verilerinin kümülatif varyans yüzdeleri	13.0	17.5
Tür -çevre korelasyonu kümülatif varyans yüzdeleri	52.6	71.2
Çevresel değişkenlerin korelasyon katsayıları:		
SST	0.69*	0.02
TDS	0.41	-0.28
NO <sub>3</sub>	-0.31	0.41
mN	0.19	0.30
N:Si	-0.33	0.46

CCA ordinasyon grafiğinden (Şekil 4.26), *Protoberidinium pallidum* ve *Eutreptia lanowi* en yüksek bolluğa yüksek NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonuna ulaşırken, *G. pigmentosum* düşük NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonunda belirlenmiştir. *Amphidinium crassum*, *Gymnodinium elongatum*, *Emiliana huxleyi*, *Chaetoceros curvisetus*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira subsalina*, *Plagioselmis prolonga*, *Rhodomonas salina* ve *Teleaulax acuta* soğuk su türleri olarak belirlenmiş, düşük sıcaklık ve yüksek tuzlulukla karakterize edilmiştir. *Ceratium furca*, *C. fusus*, *Dinophysis caudata*, *G. pigmentosum*, *G. simplex*, *Heterocapsa rotundata*, *Karlodinium micrum*, *Phalochroma rotundata*, *Prorocentrum balticum*, *P. compressum*, *P. micans*, *P. cordatum*, *Prosaualax lacustris*, *Scrippsiella trochoidea* ve *Pseudosolenia calcar-avis* ise yüksek sıcaklık ile karakterize edilmişlerdir.



**Şekil 4.26.** Yüzeysel altı derinliklerde fitoplanktonun tür ve çevre ilişkisini gösteren CCA ordinasyon grafiği. Noktalar türleri ve oklar çevresel değişkenleri temsil etmektedir. Harfler; a: *Amphidinium crassum*, b: *Ceratium furca*, c: *C. fusus*, d: *Dinophysis caudata*, e: *Gymnodinium elongatum*, f: *G. pigmentosum*, g: *G. simplex*, h: *Heterocapsa rotundata*, *Karlodinium micrum*, i: *Phalacrothidium rotundata*, k: *Prorocentrum balticum*, l: *P. compressum*, m: *P. micans*, n: *P. cordatum*, o: *Prosaulax lacustris*, p: *Protoperdinium pallidum*, r: *Scrippsiella trochoidea*, s: *Eutreptia lanowii*, 3: *Emiliana huxleyi*, t: *Chaetoceros curvisetus*, u: *Pseudo-nitzschia pungens*, 4: *Pseudosolenia calcar-avis*, v: *Thalassionema nitzschioides*, w: *Thalassiosira subsalina*, x: *Plagioselmis prolunga*, y: *Rhodomonas salina*, z: *Teleaulax acuta*. Oklar; SST: sıcaklık, TDS: toplam çözülmüş katı madde, Si: Silis konsantrasyonu ve NO<sub>3</sub>-N: Nitrat azotu konsantrasyonu. Küçük resimdeki balonlar türlerin bolluk değerlerini ifade etmektedir.

## 5. TARTIŞMA

Kızılırmak nehir ağız bölgesinde Temmuz 2007 ve Aralık 2008 tarihleri arasında fitoplankton kompozisyonu, hücre yoğunluğu, dağılımı ve çevresel değişkenlerle etkileşimleri incelenmiştir. Elde edilen veriler çizelge ve grafikler halinde açıklanarak araştırma bulguları kapsamında sunulmuş ve çok yönlü değişkenlerle birlikte değerlendirilmiştir.

Sıcaklık, tüm bitkilerde fotosentez oranını kontrol eden önemli bir faktördür ve sıcaklık farklılıklarına karşı fotosentez metabolizmasında oluşan değişimler birçok farklı yönden ele alınmaktadır. Bu değişimler; ani sıcaklık değişimlerine karşı fotosentez metabolizmasında ortaya çıkan kısa zamanlı etkiler, fenotipik değişiklikler ve uzun dönemde gerçekleşen genetik değişikliklerdir (Davison, 1991). Ayrıca sıcaklığın alglerin ortamdaki azot ve fosfor yararlanımı üzerinde önemli etkileri bulunduğu bilinmektedir (Mallin ve ark., 1999). Sıcaklığın alglerin büyüme hızı üzerinde doğru orantılı bir etkiye sahip olmasına karşın, bütün algler sıcaklık değişimlerine aynı tepkiyi göstermezler. Örneğin diyatomelerin sıcaklık artışına karşı hücre büyüklüğünde azalma belirlenmiş (Montagnes ve Franklin, 2001), ilkbaharda dinoflagellatların sıcaklıkla paralel olarak artışına rağmen, diyatomelerin artışının su sıcaklığından daha çok gün içindeki ışık süresinin artışına bağlı gelişim gösterdiği belirtilmiştir (Türkoğlu ve Koray, 2002). Son yıllarda sıcaklığın sucul ekosistem üzerindeki etkisi daha büyük önem taşımaya başlamıştır. Çünkü küresel iklim değişimleri ve küresel sıcaklık artışı su sıcaklıklarında yerel ve kıtasal etkiler göstermektedir (Anderson ve ark., 2005). Örneğin zararlı alg aşırı üremelerinin dünya genelinde son yıllarda küresel sıcaklık artışı ile birlikte yükseldiği belirtilmiştir (Hallegraeff, 2004). Bu anlamda iklim koşullarının yüksek oranda etkili olduğu Kızılırmak nehir ağızı gibi sucul ekosistemlerde sıcaklığın birincil üreticilerin büyük kısmını oluşturan fitoplankton üzerine etkisi daha büyük önem taşımaktadır. Araştırma süresi boyunca su örneklerinde sıcaklık mevsimsel değişimler göstermiş, 4,60 ve 27,50 °C değerleri arasında kaydedilmiştir. Su sıcaklığındaki değişimler (4-30 °C) bölgedeki hava sıcaklığına yüksek oranda benzerlik göstermiştir (Anonim, 2009). Hava sıcaklığı ile en fazla uyumu gösteren istasyon nehir içinde bulunan N1 istasyonunda belirlenmiştir. Ayrıca diğer istasyonlardan farklı olarak nehir ağızına en uzak mesafede olan ve en derin deniz istasyonu olan A1 istasyonunda Temmuz 2007 ve Ağustos 2008 tarihlerinde termal tabakalaşma görülmüştür. İlkbaharın başlamasıyla, Mart ayından

itibaren sıcaklık artışına paralel olarak fitoplankton hücre yoğunluğunda genel bir artış görülmüş ve sıcaklığın en yüksek olduğu Ağustos ve Eylül aylarında en yüksek değerlere ulaşılmıştır. Bununla beraber bazı sentrik diyatomeleler (Coscinodiscophyceae ve Mediophyceae türleri) ve kokkolitoforlar (Haptophyta) soğuk dönemde en yüksek hücre yoğunluğunda belirlenmiştir. Ayrıca diyatomelelerin sıcaklığın hala düşük seviyede (6-7<sup>0</sup>C) iken yükseldiği kaydedilmiştir. Bu durum Karadenizde yapılan diğer araştırmalarla uyum göstermektedir (Türkoğlu ve Koray, 2002; Sorokin, 2002; Baytut ve ark., 2010).

Işık fotosentez metabolizmasında sıcaklıkla beraber en önemli etkenlerden biridir. Nehir ağzları gibi tatlı su ile tuzlu su arasındaki geçiş bölgelerinde fotosentez genellikle ışık tarafından sınırlanmaktadır. Çünkü gün içindeki ışık süresinin ve şiddetinin mevsimlere göre değişmesinin (Örneğin Sonbahar ve Kış aylarında gün içi aydınlanma süresi daha düşüktür) yanında yağış rejimi, su içindeki askıntı maddeler, dikey ve yatay karışımla sedimanın süspansiyona katılması ışığın sudaki nüfuzunu ve fotosentez metabolizmasında yararlanımını önemli ölçüde etkiler (McLusky ve Elliot, 2004). Ayrıca sudaki ışık nüfuzu üzerinde antropojenik etkiler de mevcuttur. Örneğin, baraj, kanal, inşaat, kanalizasyon, dalgakıran, liman ve yol yapımı gibi islah projeleri sırasında sudaki ışık nüfuzu önemli ölçüde azalarak ekosistemde istikrarsızlığa yol açar. Bu projelerin etkileri sadece kısa dönemde olumsuzluklara yol açmakla kalmaz, uzun dönemde de geri dönülemez problemlere sebep olurlar. Örneğin, Tuna nehri üzerinde iki barajın kurulması sonucu, su debisinin azalmasıyla Secchi diski derinliği artmış fakat özellikle diyatomeleler için besleyici element niteliği taşıyan silis miktarının Karadeniz'e girişi azalmıştır (Oğuz, 2005a). Ayrıca bulanıklık oranı yüksek ve besleyici elementler yönünden zengin acı sularda sudaki ışık nüfuzunun azalmasıyla azot ve fosfor artışına karşı metabolik tepkilerin düşük olduğu belirtilmiştir (Mallin ve ark., 1999). Araştırma bölgesinde ışık nüfuzunu belirleyen Secchi diski derinliği istasyonlara ve zamana bağlı olarak değişim göstermiştir. Sığ istasyonlarda (N1 ve N2) genellikle düşük Secchi diski derinliği gözlenirken, derinliği 10 metreden fazla olan istasyonlarda (A1, K1 ve K2) daha yüksek ışık geçirgenliği belirlenmiştir. İstasyonlar arasında en yüksek ışık geçirgenliği nehir ağzının batı kıyısındaki K2 istasyonunda ölçülmüş ve yağış periyoduna bağlı olarak Kış aylarında düşük ve yaz aylarında ise yüksek değerlerde belirlenmiştir. Yaz aylarında Secchi diski derinliğinin artışıyla birlikte dinoflagellatlarda önemli ölçüde artış gözlenmiştir.



Su yoğunluğu, alglerin suda batma hızını ve özellikle yaz aylarında su sütunundaki yoğunluk değişimlerinden dolayı tabakalaşmaya yol açtığından fitoplanktonun vertikal dağılımını önemli ölçüde etkiler (Reynolds, 2006). Su yoğunluğu büyük oranda tuzluluk miktarına ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiği için tatlı-tuzlu su geçiş bölgelerinde canlıların yatay dağılımında ayrıca önemli rol oynamaktadır. Araştırma bölgesinde su yoğunluğu 1.0053 ve 1.013  $\text{gcm}^{-3}$  değerleri arasında değişim göstermiştir. Su yoğunluğundaki yatay değişimler genellikle nehir içi, nehir ağzı ve kıyı istasyonları boyunca düşükten yükseğe doğru dereceli bir artış göstermiş, vertikal değişimler ise A1 istasyonunda Temmuz 2007 ve Ağustos 2008 tarihlerinde çeşitli derinliklerde yüzeyden derine doğru artarak tabakalaşmaya sebep olmuştur. Yoğunluk değerleri kış ve yaz aylarında yüksek, ilkbahar ve sonbaharda düşük seviyelerde hesaplanmıştır. Fitoplanktonun sistematik gruplarından dinoflagellatlar yoğunluk artışı ile birlikte hücre yoğunluğunda yükselme göstermişlerdir. Yüzey suyu ve derin su yoğunluğu farklılığından hesaplanan bağıl su sütunu durağanlığı, sudaki vertikal karışım oranının zaman ve yer içinde su sütununda meydana gelen tabakalaşmaların bir göstergesidir (Padisak ve ark., 2003). Su sütunundaki tabakalaşma vertikal karışımı engelleyerek fitoplanktonun su sütunundaki dağılımını etkiler (Reynolds, 2006). Yoğun alg aşırı üreme dinamiğinde sınırlayıcı rol oynayan vertikal karışımın azalması, yani tabakalaşma toksik ve oksijen eksikliğine yol açan zararlı alglerin gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Dinoflagellatlar ve diğer toksik flagellatlar vertikal karışımın azalmasıyla birlikte artış gösterirler (Smayda, 1997). Araştırma periyodu boyunca su sütununda tabakalaşma A1 istasyonunda Temmuz 2007 (375 birim), Eylül (434 birim) ve Kasım 2008 (495 birim) tarihlerinde gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise vertikal karışım yıl boyunca hâkim olup, tabakalaşma önemli ölçüde bulunmamıştır.

Sularda pH değişiminin alg gelişimi üzerinde birçok etkisi bulunur. pH, sulardaki  $\text{CO}_2$  türevlerinin konsantrasyonunu ve  $\text{CO}_2$  yararlanımını etkiler (Gads ve Ferguson, 1975). Ayrıca iz elementlerin ya da nutrientlerin alım oranlarını etkilediği gibi, aşırı pH değişimi görülen sularda hücre büyüklüğünün azalması gibi doğrudan fizyolojik ve morfolojik etkileri de mevcuttur (Havens, 1992). Yüksek pH seviyesi, yüksek fitoplankton üretimi ve düşük çözülmüş oksijen değerleri gibi koşullar genelde kapalı su kütleleri, lagünler, nehir ağzı ve kıyısularda nutrient yönünden zengin sular için karakteristiktir ve bu sistemlerde pH seviyesinin 9'u aştığı görülebilir (Chen ve Durbin, 1994). pH seviyesi yükseldikçe fitoplanktonik hücrelerin fotosentezde

kullandıkları CO<sub>2</sub>'in membran yüzeyinden difüzyon yolu ile geçişi sınırlandığı belirtilmiştir (Gads ve Ferguson, 1975). Böylece yüksek pH seviyesi alg populasyonlarının dağılımını ve bolluğunu etkiler. Araştırma süresince pH değeri 7,26 ve 9,20 arasında değişim göstermiştir. pH değerleri, nehir içindeki (N1) istasyonda diğerlerine göre daha düşük ve daha dar bir aralıkta değişim gösterirken, nehir ağzı dahil diğer istasyonlarda daha geniş bir dalgalanma aralığına sahip olmuştur. Bu sonuçlar bölgedeki suyun hafif alkali ve alkali özellik arasında olduğunu ifade etmektedir. Genellikle Kızılırmak Deltasında bulunan lagünlerde pH seviyesi 7–9 arasında değişerek hafif alkali özellikte olduğu belirtilmiştir (Gönülol ve Çomak, 1990). Samsun körfezinde pH 7,45 - 8,90 arasında (Baytut ve ark., 2010), Sinop Körfezinde ise 7,04 - 8,75 değerleri arasında (Türkoğlu ve Koray, 2002) değişim göstermiştir. Bu sonuçlara göre Kızılırmak Nehir ağzı bölgesinden alınan su örneklerinde pH diğer bölgelere göre daha geniş değer aralığında değişim göstermektedir.

Kondüktivite sularda tuzluluğun göstergesi olup, çözülmüş mineral miktarı, özellikle Cl<sup>-</sup> ve Na<sup>+</sup> iyonlarının varlığı iletkenliğin miktarını belirler (APHA, 1995). Nehir ağzı gibi acı su ekosistemleri tatlı su ve tuzlu su arasında geçiş bölgeleri olup, tatlı su türleri, deniz türleri ve büyük tuzluluk değişimlerine toleransı olan organizmaları barındıran ekosistemlerdir (Muylaert ve ark., 2009). Bu ekosistemlerde tuzluluk fitoplankton bolluğunu ve dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir (Quinlan ve Phlips, 2007). Bu çalışmada ölçülen kondüktivite değerleri 1,09 ve 34,00 mmhoscm<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. En yüksek değerler genelde kıyı istasyonlarının 10 metre ve 20 metre derinliklerinde gözlenirken en düşük değerler ise nehir içinde bulunan N1 istasyonunda gözlenmiştir (1,09 -1,92 mmhoscm<sup>-1</sup>). Nehir ağzındaki N2 istasyonu ise dalga ve rüzgâr durumuna bağlı olarak en geniş kondüktivite aralığını göstermiştir (2,09–30,30 mmhoscm<sup>-1</sup>). Araştırma süresi boyunca kondüktivite değerleri bölgedeki yağış periyoduna ve nehrin su debisine bağlı olarak (18,40 -1673 m<sup>3</sup>sn<sup>-1</sup>) ilkbahar aylarında düşük iken, Kış ve Yaz aylarında yükselme göstermiştir (Anonim, 2009). Bu değerler lotik sistemlere göre daha yüksek bulunurken, Doğu Karadeniz (20,9–28,7 mmhoscm<sup>-1</sup>; Feyzioğlu, 1996) ve Sinop açıklarına (27,1- 29,5 mmhoscm<sup>-1</sup>; Türkoğlu ve Koray, 2002) göre yakın tepe değerleriyle birlikte daha geniş değişim aralığı göstermiştir. Su örneklerinde nehir içinden denize doğru tuzluluk derecesine göre diyotomelerin tür çeşitliliği azalırken, dinoflagellatların hücre bolluğu ve tür çeşitliliği artış göstermiştir.

Nutrient konsantrasyonu (azot, fosfor ve silis), sıcaklık ve ışık gibi fiziksel faktörlerin yanında fitoplankton üretimini sınırlayan veya etkileyen önemli faktörlerden biridir (Sorokin, 2002). Sularda mineral azot konsantrasyonu, nitrat, nitrit ve amonyak iyonlarından gelmekte olup, nitrat ve amonyağın doğal sularda az miktarlarda bulunduğu ve nitritin ise oksijen varlığında bakteriler tarafından yükseltgenerek nitrata dönüşmesinden dolayı çok daha düşük miktarlarda mevcut olduğu bilinmektedir (Horne ve Goldman, 1997). Bununla birlikte bu nutrientler zirai gübrelerde, şehirlerden gelen evsel ve endüstriyel atıklarda bol miktarda bulunmaktadır (Jones-Lee ve Lee, 2005). Kızılırmak Nehir Ağzında, nitrat ve nitrit konsantrasyonları  $0,03-24,80 \text{ mgL}^{-1}$  arasında belirlenmiş olup, Mart 2008 den itibaren fazlaca artmaya başlamış ve en yüksek değerlerine nehir içi (N1) ve nehir ağzındaki (N2) istasyonlarda Temmuz 2008 ve Ekim 2008 tarihlerinde ulaşmıştır. Kıyıda (K1 ve K2) ve açıkta bulunan (A1) istasyonlarda ise bu değerler daha düşük seviyelerde ölçülmüştür. Nehir içi ve nehir ağzındaki konsantrasyonlara en yakın değerler tatlı suyun deniz suyu ile karıştıktan sonra genellikle kıyı akıntısı ile doğuya doğru aktığı K1 istasyonunda belirlenmiştir ( $3,60 - 7,20 \text{ mgL}^{-1}$ ). Kızılırmak deltasında yapılan tarımsal faaliyetler sonucu nehire ve sulama kanallarına özellikle ilkbahar (Nisan ve Mayıs) ve yaz aylarında yapılan gübreleme ile azot girişi olduğu bilinmektedir. Bu değerler hem tatlı su hem de deniz suyu örnekleri için oldukça yüksek seviyelerde belirlenmiştir. Deltadaki lagünlerde (Balık, Cernek, Gıcı, Tatlı ve Uzun lagünleri) nitrat ve nitrit azotu konsantrasyonları  $0,16$  ve  $0,4 \text{ mgL}^{-1}$  arasında tespit edilmiş (Soylu ve Gönüloğlu, 2006; Soylu ve ark., 2007; Gönüloğlu ve ark., 2009), tarımsal alanları dolaşarak Kızılırmak nehrine boşalan drenaj kanallarında ise nitrat ve nitrit azotu konsantrasyonu  $50, 80 \pm 20 \text{ mgL}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Taş ve Gönüloğlu, 2007). Sonuçta Kızılırmak nehir ağzı bölgesinin tarımsal alanlardan yer altı kanallarıyla ve sulama kanalları ile gelen nutrientlerin toplanma bölgesi olduğu anlaşılmaktadır. Kıyısal bölgeden alınan su örneklerinde nitrat ve nitrit azotu konsantrasyonu ( $0,03 - 7,20 \text{ mgL}^{-1}$ ) güney Karadenizin diğer bölgelerine göre daha yüksek olarak değerlendirilmiştir. Örneğin Samsun körfezinde nitrat ve nitrit azotu konsantrasyonu  $0,20$  ve  $0,99 \text{ mgL}^{-1}$  (Baytut ve ark., 2010), Sinop körfezinde  $0,02$  ve  $0,06 \text{ mgL}^{-1}$  (Türkoğlu ve Koray, 2002) ve doğu Karadeniz kıyılarında ise  $0,20-0,80 \text{ mgL}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Feyzioğlu ve Öğüt, 2006). Kuzeybatı Karadeniz kıyılarında 1980'lerde  $0,62-0,93 \text{ mgL}^{-1}$  olan nitrat değerleri 1990 yılından itibaren  $0,30 \text{ mgL}^{-1}$  civarına düşmüştür (Oğuz, 2005a). Fitoplankton gelişimi için önemli bir başka azot

kaynağı olan amonyum azotu araştırma bölgesinde 0,01- 2,38 mgL<sup>-1</sup> değerleri arasında ölçülmüştür. Araştırma süresi içinde en yüksek amonyum azotu değerleri genellikle nehir içi istasyonunda (N1) ve deniz istasyonlarının yüzey altı derinliklerinde belirlenmiştir. Kızılırmak nehir ağzı bölgesinde, genellikle evsel atık sularında yüksek miktarda bulunan amonyum azotu konsantrasyonu muhtemelen Bafra ilçesi kanalizasyon sularının nehre dökülmesi, organizma atıkları ve çürüme sonucunda ortaya çıkmıştır. Hücrede enerji transferi ve protein metabolizmasında önemli rol oynayan fosfor ise fitoplankton gelişiminde büyük önem taşıyan diğer bir nutrient olmakla beraber, azot ve silisin aksine hücre içinde depolanabilmektedir (Reynolds, 2006). İstasyonlardan alınan su örneklerinde ortofosfat konsantrasyonu 0,01–2,37 mgL<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Örnekleme periyodu boyunca en yüksek değerler nehir içi (N1), nehir ağzı (N2) ve 20 metre derinlikte (A1) belirlenmiş olup örnekleme periyodu boyunca Ağustos 2007, Nisan 2008 ve Ağustos 2008 tarihlerinde üç büyük artış göstermiştir. Diyatomeleler ve bazı silisli algler (Dictyocophyceae) için çok önemli bir besleyici element olan silis, nehirlerin taşıdığı alüvyonlarla birlikte nehir ağızlarından denizlere ulaşmaktadır. Bununla beraber, nehir yatakları üzerine yapılan barajların alüvyon miktarını çok büyük ölçüde tutmasıyla silisin denizlere girişi azaltılmaktadır (Danielsson ve ark., 2008). Böylece sediman ile birlikte silisin azalması diyatomelelerin gelişimini sınırlayarak plankton kompozisyonunun farklılaşmasına ve uzun dönemde bütün denizel ekosistemin değişmesine sebep olmaktadır (Humborg ve ark., 1997). Kızılırmak nehir yatağı üzerine 1970’li yıllardan günümüze kadar geçen süre içinde sekiz baraj inşa edilmiştir. Karadeniz’e Kızılırmak yoluyla gelen sediman miktarı 23,10 milyon ton yıl<sup>-1</sup> iken nehir yatağı üzerindeki barajların inşasıyla bu miktar 0,46 ton yıl<sup>-1</sup> ‘a düşmüştür (Yılmaz, 2005). Bu çalışmadan önce nehir suyundaki silis konsantrasyonunun belirlendiği bir araştırma literatür taramasında belirlenmemiş olmasına rağmen yaklaşık yarım asır içinde Kızılırmak’ın Karadeniz’e alüvyonlarla yoluyla taşıdığı silis miktarının önemli ölçüde azaldığı düşünülmektedir. Nitekim Tuna nehri üzerine 1970’li yıllarda yapılan “Demirkapı-1” ve “Demirkapı-2” barajlarının inşasından sonra, nehir yoluyla Karadeniz’e ulaşan silis miktarı yaklaşık altı kat azalmıştır (Oğuz, 2005a). Kızılırmak Nehir Ağzı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde silis konsantrasyonu 0,01–2,20 mgL<sup>-1</sup> değerleri arasında ölçülmüş olup en yüksek değerler yıl boyunca N1 ve N2 istasyonunda ya da kıyı açığındaki istasyonların

derinliklerinde ölçülmüştür. Deniz istasyonlarının yüzey örneklerinde belirlenen en yüksek konsantrasyonlar ise K1 istasyonundadır.

Sularda azot konsantrasyonunun fosfor konsantrasyonuna oranı (N:P) genellikle birincil üretimi hangi elementin sınırladığını belirlemek için kullanılmaktadır (Danielsson ve ark., 2008). Bu oran, “Redfield Oranı” adı verilen C:N:P oranlarının okyanus ekosisteminde 106:16:1 olduğunun ileri sürülmesi ile birlikte, deniz ekosistemindeki sınırlayıcı faktörlerin belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Geider ve Laroche, 2002). Bununla beraber tatlı su, acı su ve kıyusal deniz ekosistemlerinde bu oranın farklılık gösterebileceği rapor edilmiş, N:P oranının tatlı sularda 4–6, nehir ağzı ve kıyusal ekosistemlerde ise 5–10 değerleri arasında olduğu belirtilmiştir (European Commission, 2002). Ayrıca N:P oranı, Akdeniz, Karadeniz, Kuzey Denizi ve Baltık Denizinde süregelen çalışmalarda ötrofikasyon sürecinin izlenmesinde yararlanılan parametrelerden biri olarak kullanılmaktadır (McQuatters-Gollop ve ark., 2009). Kızılırmak Nehir Ağzı bölgesinde N:P oranı 0,13 ve 37,00 değerleri arasında değişmiş olup, en yüksek değerler genelde nehir içi (N1) ve nehir ağzı (N2) bölgelerinde tesbit edilmiştir. Bu çalışmada belirlenen N:P oranı değerleri daha çok Avrupa Komisyonunun ileri sürdüğü oranlar ile uyum göstermektedir. Buna göre fitoplankton üretimi yüzey sularında nehrin etkisi ile fosfor tarafından, yüzey altı derinliklerde ise azot tarafından sınırlandırılmıştır.

N:Si (azot:silis) oranı, sucul ekosistemlere insan kaynaklı nutrient girişi ile daha fazla artmış ve bu durum sudaki nutrientlerin diyatomelelerden daha çok dinoflagellat ve diğer flagellatların üretiminin artışına yol açmıştır (Muylaert ve ark., 2006). Sağlıklı bir deniz ekosistemde 1-2 değerleri arasında olması gereken N:Si oranı 2 den daha fazla artış gösterdiğinde heterotrofik flagellatlar dominant olmaktadır (Roberts ve ark., 2003). Kızılırmak Nehir Ağzı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde N:Si verileri 0,13 ile 29,00 olarak belirlendi. İlkbahar ve yaz aylarında N1 ve N2 de 10 birimin üzerinde belirlenen N:Si oranları ilkbaharda diyatome üretiminin sınırlandırılmasına yol açmış ve bu aylarda hâlihazırda yüksek olan diğer nutrient konsantrasyonlarının denizde flagellatlar, nehir ve nehir ağzında ise Temmuz ayında siyanobakteriler tarafından yararlanımına yol açmıştır.

Sularda klorofil-*a* konsantrasyonu fitoplankton biyomasının belirteci olarak ve trofik düzeyin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Kasprzak ve ark., 2008). Nutrientlerle birlikte ölçülen klorofil-*a* konsantrasyonu su ekosistemlerinde ötrofikasyon sürecinin

izlenmesinde büyük öneme sahiptir (McQuatters-Gollop ve ark., 2009). Göllerde ve nehirlerde klorofil-*a* konsantrasyonunun  $55 \mu\text{gL}^{-1}$  den daha fazla olması hiperötrofikasyona yol açmaktadır (Carlson, 1977; Dodds ve ark., 1998). Klorofil-*a* miktarı, deltadaki lagünlerde  $0,50$  ve  $18,00 \text{ mg m}^{-3}$  (Soylu ve Gönüloğlu, 2006; Soylu ve ark., 2007; Gönüloğlu ve ark., 2009), Kuzeybatı Karadeniz’de 1980’lerde  $15,00 \text{ mg m}^{-3}$ , 1990’larda ise  $4-5 \text{ mg m}^{-3}$  olarak ölçülmüştür (Yuney ve ark., 2007). Güney Karadeniz’de ise  $0,03$  ve  $0,48 \text{ mg m}^{-3}$  olarak belirlenmiştir (Baytut ve ark., 2010). Buna göre Kızılırmak nehir ağzı bölgesinde araştırma periyodu boyunca ölçülen klorofil-*a* miktarı deltadaki lagünlere göre daha düşük, fakat şiddetli ötrofikasyon görülen Kuzeybatı Karadeniz bölgesine göre ise daha yüksek olarak belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde ölçülen klorofil-*a* miktarı, en düşük K1 istasyonunda  $0,19 \text{ mgm}^{-3}$  (Mayıs 2008) ve en yüksek N2 istasyonunda  $6,90 \text{ mgm}^{-3}$  (Ağustos 2008) olarak hesaplanmıştır. Örneklem periyodu boyunca en yüksek klorofil-*a* seviyeleri genellikle nehir içinde (N1) ve kıyı (K2) istasyonlarında yaz sonunda gözlenmiştir.

Kızılırmak Nehir Ağzı bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde Bacillariophyta (213), Cyanobacteria (24), Chlorophyta (32), Cryptophyta (10), Dinophyta (120), Euglenophyta (14), Haptophyta (13), Heterokontophyta(14), Incertae Sedis (2) ve Streptophyta (11) divizyonlarına ait toplam 451 taksa belirlenmiştir. Buna göre bölgede tanımlanan fitoplankton kompozisyonunun %87’ini, diyatome (%47), dinoflagellatlar (%27), klorofitler (%7) ve siyanobakteriler (%5) oluşturmuştur. Ayrıca belirlenen taksonlardan 75 adeti Türkiye Alg Florası için yeni kayıt olarak belirlenmişken, 41’i potansiyel zararlı türler grubunda olduğu tesbit edilmiştir. Araştırma bölgesinde belirlenen taksonların %52’si tatlı su türlerinden, %48’i ise denizel kökenli taksonlardan oluşmuştur. Bununla birlikte toplam fitoplankton tür sayısının %40’ını acı sularda yaşayabilen tatlı su ve denizel kökenli türlerin oluşturduğu belirlenmiştir.

Karadeniz’de bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarda fitoplankton kompozisyonundaki diyatome türlerinin sayısının azalmasına karşın dinoflagellat ve diğer kamçılı alglerin arttığı belirtilmiştir (Nesterova ve ark., 2008). Batı Karadeniz’de 1960’larda fitoplankton kompozisyonunun %80’ini diyatomeelerin oluşturduğu belirtilirken, 1980-2005 yılları arasında dinoflagellatların fitoplankton tür sayısında %40 seviyesine ulaştığı belirtilmiştir (Moncheva ve ark., 2006). Güney Karadeniz’de ise 1990 yılında diyatomeeler %60 ve dinoflagellatlar %36 olarak belirlenirken

(Feyzioğlu 1990), 2000 yılından sonra diyatomeler %48 ve dinoflagellatlar %40 olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada ise diyatomeler tatlı su girişine bağlı olarak %47 oranında gözlenmiş ve dinoflagellatlarda %27 seviyesinde tesbit edilmiştir. Bununla birlikte fitoplankton bolluk verileri farklı değerler sergilemiştir.

Yüzey fitoplanktonunda tesbit edilen alg taksonlarının çoğu tatlı su kökenli olmakla birlikte acı su ekosisteminde hafif tuzluluğa adapte olabilen örihalin türlerden oluşmaktadır. Geri kalan türler ise tipik kıyusal deniz türlerinden oluşmaktadır. Buna göre Siyanobakterilerden durgun veya yavaş akan tatlı sularda, acı sularda ve nutrient yönünden zengin ortamlarda bol bulunan (John ve ark., 2003) *Phormidium* cinsine ait türler nehir içinde (N1) yaygın olarak, nehir ağzında (N2) genellikle, kıyılarda nadiren (K1 ve K2) ve açıkta (A1) bazen mevcut olarak belirlenmiştir. Tatlı sulardan orta derecede acı su ortamlarına kadar olan bölgelerde yaşayabilen ve yaz ortasında yoğun aşırı üremeler gösterebilen (John ve ark., 2003) *Microcystis* cinsine ait türler ise nehir içinde bazen mevcut olarak belirlenirken, açıktaki istasyonda nadiren, nehir ağzı ve kıyı istasyonlarında ise hiç gözlenmemiştir. Bacillariophyta divizyonuna ait türler genellikle tüm istasyonlarda gözlenmiştir. Bunlardan tatlı sularda bentik (epipelik, epifitik ve epilitik) olarak yaşayan, akıntı sayesinde fitoplanktona karışan ve aslında çok azının düzenli plankton olarak düşünülebileceği belirtilmiş olan (Izaguirre ve ark., 2004) *Amphora*, *Cocconeis*, *Cyclotella*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia* ve *Rhoicosphenia* cinslerine ait türler nehir içinde sürekli mevcut ve nehir ağzında genellikle mevcut olarak belirlenmiştir. Kıyı istasyonları ve A1'de ise bazen mevcut olmuşlardır. Bu cinslere ait türler Kızılırmakta daha önce yapılan çalışmalarda bentik floranın yaygın türleri arasında belirlenmiştir (Dere ve Sivacı, 2003; Hasbenli ve Yıldız, 1995; Yıldız ve Özkıran, 1991). Bununla birlikte *Amphora coffeaeformis*, *Navicula cincta*, *Navicula gregaria* ve *Cylindrotheca closterium* gibi planktonik olarak yaşayabilen ve tuzlu sulara adapte olmuş türler (Soylu, 2006) de bölgedeki fitoplanktonda mevcut olmuştur. Tipik kıyusal deniz taksonlarından kozmopolit, potansiyel toksik ve aşırı üremeler gösterebilen *Pseudo-nitzschia*, *Coscinodiscus* (Hasle ve Syvertsen, 1997), ötrofik kıyusal sularda yaygın olan *Pseudosolenia calcar-avis*, *Rhizosolenia* ve *Chaetoceros* cinslerine ait türler nehir içinde deniz suyunun ulaşmasına bağlı olarak nadiren, nehir ağzında genellikle mevcut, kıyıda ve açıkta ise sürekli mevcut veya yaygın olmuştur.

Streptophyta diviziyosundan, genellikle kozmopolit, bahçe havuzlarından yavaş akan nehirlere kadar çok fazla ortamlarda bulunabilen (John ve ark., 2003) *Spirogyra* cinsine ait türler sadece nehir içi ve nehir ağzında nadiren bulunmuştur.

Chlorophyta diviziyosundan Chlorophyceae sınıfına ait nutrientce zengin habitatlarda yaşayan *Carteria marina* nehir içi ve K1 istasyonu dışındaki diğer istasyonlarda nadiren belirlenirken, kozmopolit, lentik veya yavaş akan lotik sistemlerde, nutrient bakımından zengin, düşük ışık ve yüksek karışımli ortamlarda bol bulunan (Reynolds ve ark., 2002). *Scenedesmus* cinsine ait türler ise nehir içi ve nehir ağzında bazen mevcut, diğer istasyonlarda nadiren tesbit edilmiştir. Kozmopolit, lentik veya yavaş akan lotik sistemlerde bol bulunan, nutrient bakımından zengin ortamlarda bol bulunan (John ve ark., 2003) *Oocystis elliptica* nehir içi ve nehir ağzında bazen mevcutken, diğer istasyonlarda nadiren bulunmuştur.

Cryptophyta diviziyosundan kozmopolit ve geniş dağılımlı, nutrient yönünden zengin ve düşük ışıkla karakterize edilen *Cryptomonas* cinsine ait türler (Reynolds ve ark., 2002) nehir içinde genellikle mevcutken, nehir ağzı ve A1'de nadiren, kıyı istasyonlarında ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. Kıyısal fitoplanktonda yaygın olarak gözlenebilen, Atlantik ve Pasifik kökenli *Rhodomonas* cinsine ait türler (Thronsen, 1997) ise nehir içinde hiç bulunmazken, nehir ağzında nadiren ve diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak tesbit edilmiştir. Bu türlerin dışındaki diğer taksonların tümü her zaman genellikle mevcut veya bazen mevcut olarak gözlenmiştir.

Haptophyta diviziyosundan Prymnesiophyceae sınıfına ait olan, Karadeniz fitoplanktonunda büyük ölçekli aşırı üremeler sergileyen *Emiliana huxleyi* (Sorokin, 2002) nehir içinde bulunmazken, nehir ağzı, A1 ve K1'de nadiren, K2'de ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. Heterokontophyta diviziyosundan Dictyochophyceae sınıfına ait kozmopolit bir tür olan *Octactis octonaria* nehir içinde bulunmamış, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde, Raphidophyceae sınıfına ait kıyısal deniz ve acı su fitoplanktonunda yaygın gözlenen (Thronsen, 1997) ve toksik aşırı üremeler sergileyebilen *Heterosigma akashiwo* ise nehir içinde tesbit edilmemiş, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak gözlenmiştir.

Euglenophyta diviziyosundan Euglenophyceae sınıfına ait tatlı su sistemlerinde yaygın, yavaş akan nehirlerde ve acı su ortamlarında görülebilen kozmopolit *Euglena* cinsine ait türler genellikle ilkbahar aylarında, nehir içinde bazen mevcut, nehir ağzı ve A1'de nadiren, diğer istasyonlarda ise mevcut olmamıştır. Bu cinsin üyeleri genellikle



ötrofik tatlı sularda ve çok düşük ışık altında karışım gösteren su ekosistemlerinde bol miktarda bulunmuştur (Reynolds ve ark., 2002). Belirlenen 11 *Euglena* türünden 5'i kirlilik indikatörü olarak kullanılmaktadır. Örneğin *E. hemichromata*, *E. proxima*, *E. texta* ve *E. viridis* orta düzeyden ağır organik kirlilik derecesine maruz kalmış, yoğun aşırı üremeler gösterebilen kirlilik indikatörleridir. *E. oxyuris* ise ağır metal kontaminasyonu olan ve orta düzeyli kirlenmiş bölgelerde görülmektedir (John ve ark., 2003). Kıyasal bir Akdeniz fitoplanktonu olan, Batı ve Doğu Karadeniz fitoplanktonunda önemli artışlar gösteren *Eutreptia lanowii* ise nehir içinde hiç gözlenmemiş, diğer istasyonlarda bazen mevcut olarak belirlenmiştir (Thronsen, 1997).

Dinophyta divizyonundan Dinophyceae sınıfına ait heterotrofik ve mikсотrofik türlerin çoğu *Amphidinium*, nutrientce zengin ve düşük oksijen seviyesinde yaşayabilen *Ceratium* ve *Peridinium* cinslerine ait türler dışında nehir içinde hiç gözlenmemiştir. Bu araştırmada ilkbahar aylarından yaz sonuna kadar fitoplanktonda bulunan, nehir içinde ve nehir ağzında gözlenen *Peridinium bipes* ve *P. cinctum* dünya genelindeki tatlı su sistemlerinde yaygın ve suyun rengini değiştirecek kadar yoğun aşırı üreme gösterebilen taksonlardır (John ve ark., 2003). Bununla birlikte, potansiyel toksik olarak bilinen parolitik midye zehirlenmesine (PSP) yol açan *Alexandrium* cinsine ait türler (Taylor ve ark., 2004) nehir ağzında ve A1'de nadiren, diğer istasyonlarda ise bazen mevcut olarak belirlenmiştir. *Amphidinium* cinsine ait türler ise nehir içinde bazen mevcut, nehir ağzında ve K1'de yaygın ve diğer istasyonlarda daima mevcut olarak gözlenmiştir. Bütün istasyonlarda en bol bulunma sıklığını gösteren *Ceratium* cinsine ait türler nehir içinde genellikle mevcut, diğer istasyonların tümünde daima mevcut olarak tesbit edilmiştir. Bir başka toksik grup olan *Dinophysis* cinsine ait türler (Taylor ve ark., 2004) nehir içinde bulunmayıp, nehir ağzında bazen, A1 ve K1'de genellikle ve K2'de ise daima mevcut olarak belirlenmiştir. *Prorocentrum* cinsine ait türler nehir içinde hiç gözlenmemiş, nehir ağzı dâhil diğer bütün istasyonlarda daima mevcut olarak belirlenmiştir. İlkbahar ve yaz ayları süresince nehir içinde ve nehir ağzında gözlenen Cyanobacteria, Chlorophyta, Heterokontophyta, Euglenophyta ve Streptophyta divizyonlarına ait tatlı su kökenli türlerin çok büyük bir bölümü, nutrient yönünden zengin, ötrofik, organik madde ve ağır metal kirliliğine maruz kalmış, durgun, sığ veya yavaş akan sistemlerde bol ve yaygın olarak bulunduğu belirtilmiştir (John ve ark., 2003).

Fitoplanktonun yüzey altı derinliklerinde belirlenen alg türlerinin çoğunluğunu kıyusal ve ötrofik deniz ekosisteminde görülen; Bacillariophyta divizyonundan *Chaetoceros*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pseudo-nitzschia*, *Pseudosolenia calcar-avis* ve *Rhizosolenia* cinsine ait türler, Cryptophyta divizyonundan *Chroomonas baltica*, *Cryptomonas nordstedtii* ve *Teleaulax acuta*, Haptophyta'dan *Emiliana huxleyi* ve *Sphaerocalyptra quadridentata*, Heterokontophyta divizyonundan *Ebria tripartita*, *Octactis octonaria* ve *Heterosigma akashiwo*, Euglenophyta divizyonundan *Eutreptia lanowii*, Dinophyta'dan *Amphidinium*, *Ceratium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Prosaulax rotundata*, *Prorocentrum* ve *Protoperdinium* türlerinden oluşturmuştur. Bu verilere göre araştırma bölgesindeki istasyonlarda görülme sıklığı açısından yüzey suyu örneklerinde nehir içinden açık denize doğru sırasıyla diyatome ve siyanobakteriler, yüzey altı derinliklerde ise dinoflagellatlar ve diyatome hâkim gruplar olmuştur.

Araştırma süresi içinde gözlenen yüzey fitoplanktonu yoğunluğu en düşük K1 istasyonu Temmuz 2007 tarihinde  $9.80 \times 10^3$  hücreL<sup>-1</sup> ve en yüksek N1 istasyonu Ekim 2008 tarihinde  $2,60 \times 10^6$  hücreL<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Sorokin (2002) Karadenizde ilkbahar başlangıcında diyatome oluştuğu bolluk artışının ardından sonbaharda dinoflagellatların hücre artışının gerçekleştiğini rapor etmiştir. Kızılırmak nehir ağzı bölgesinde ise yıl boyunca genellikle ilkbaharda (Mart) diyatomele birlikte yükselmeye başlayan fitoplankton yoğunluğu, yaz sonunda (Temmuz ve Ağustos) en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Bununla birlikte fitoplankton bolluğu açısından istasyonlar arası farklılıklar büyüktür. Örneğin nehir içinde (N1) fitoplankton bolluğu Ekim, Mayıs ve Ağustos aylarında  $1 \times 10^6$  hücreL<sup>-1</sup> yi geçerken, nehir ağzında (N2) ancak Ekim, Mart ve Ağustos aylarında  $0,5 \times 10^6$  hücreL<sup>-1</sup> değerini aşmıştır. Kıyı istasyonlarından doğudaki K1'de Ekim, Şubat, Mayıs ve Ağustos aylarında yükselme gözlenirken ( $\geq 4,5 \times 10^5$  hücreL<sup>-1</sup>), batıdaki K2'de sadece Mart ve Mayıs aylarında önemli yükselmeler belirlenmiştir ( $\geq 5 \times 10^5$  hücreL<sup>-1</sup>). Açıkta A1'de ise Mart ve Ağustos aylarında  $5 \times 10^5$  hücreL<sup>-1</sup> seviyesi aşılmıştır. Sistematik gruplar açısından nehir içi ve nehir ağzında hâkim grup Bacillariophyta üyeleri, kıyıdaki istasyonlarda Mart ayı dışında Dinophyta ve açıkta ise (A1) Mart ve Mayıs aylarında sentrik Bacillariophyta üyeleri olmakla beraber diğer aylarda Dinophyta üyeleri fitoplankton kompozisyonunda hâkim olmuştur. Ayrıca Cryptophyta üyeleri yıl boyunca önemli artışlar göstermiştir.

Yüzey altı derinliklerde gözlenen fitoplankton bolluğu en yüksek A1 istasyonu 5 metre derinlikte Haziran 2008 tarihinde  $1,05 \times 10^6$  hücreL<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiş, en düşük K1 istasyonu 10 metre derinlikte Ağustos 2007 tarihinde  $7,5 \times 10^3$  hücreL<sup>-1</sup> düzeyinde belirlenmiştir. Yüzey altı derinliklerde en yüksek bolluklar diyatomelelerin bol bulunduğu Mart ve dinoflagellatların artış gösterdiği Haziran aylarında gözlenmiştir. Ayrıca sonbahar ve kış aylarında Haptophyta üyeleri önemli artışlar göstermiştir.

Yüzeyde fitoplankton bolluğunun mevsimsel değişimine göre yaz aylarında dominant olan türler nehir içinde ve nehir ağzında *Cocconeis pediculus* ve *C. placentula* (Temmuz 2007, %17; Ağustos 2007, %9), *Cyclotella kuetzingiana* (Haziran 2008, %9), *Pseudanabaena catenata* (Temmuz 2008, %19; Ağustos 2008, %12) olarak belirlenirken, kıyılarda ve açıkta ise *Prorocentrum micans* ve *P. compressum* (Temmuz 2007, %14), *Gymnodinium* spp. (Ağustos 2007, %4; Haziran 2008, %5) bulunmuştur. Ötrofik bölgelerin belirteci olarak kullanılan (Lei ve ark. 2005), yüksek alkali ve turbid ortamlarda yaygın (Reynolds, 1998) bir tatlı su türü olan *Pseudanabaena catenata* Ağustos 2008'de %12 ile tüm istasyonlarda dominant olmuştur. Yüzey altı derinliklerde ise *Ceratium furca* ve *Ceratium fusus* (Temmuz 2007, %13; Temmuz 2008, %18), *Pseudosolenia calcar-avis* (Ağustos 2007, %19; Ağustos 2008, %15) ve *Katodinium claudicum* (Haziran 2008, %11) türleri dominant olmuşlardır.

Sonbahar aylarında nehir içi ve nehir ağzında *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Eylül 2007, %9), *Cyclotella meneghiniana* (Ekim 2007, %10; Kasım 2007, %11), *Navicula cryptotenella* (Eylül 2008, %6; Ekim 2008, %7), denizde ise *Prorocentrum micans* (Eylül 2007, %6), *P. cordatum* (Ekim 2007, %4), *Emiliana huxleyi* (Kasım 2007, %11), *Teleaulax acuta* (Eylül 2008, %11) ve *Navicula cryptotenella* (Ekim 2008, %7) dominant türler olarak kaydedilmişlerdir. Yüzey altı derinliklerde ise *Emiliana huxleyi* (Ekim 2007, %30; Kasım 2007, %60), *Teleaulax acuta* (Eylül 2008, %28; Ekim 2008, %14) türleri belirlenmiştir.

Kış Aylarında nehir içinde *Navicula pennata* (Aralık 2007, %5), *Cocconeis pediculus* (Ocak 2008, %4), *Diatoma tenue* (Şubat 2008, %3) ve *Cryptomonas ovata* (Aralık 2008, %10) dominant olarak belirlenirken, nehir ağzı ve denizde *Teleaulax acuta* (Aralık 2007, %13; Ocak 2008, %7 ve Aralık 2008, %16) ve *Emiliana huxleyi* (Şubat 2008, %8) türleri gözlenmiştir. Yüzey altı derinliklerde kış aylarını sadece iki tür *Teleaulax acuta* (Aralık 2007, %7; Ocak 2008, %12; Aralık 2008, %18) ve *Emiliana huxleyi* (Şubat 2008, %25) dominant duruma getirmiştir.

İlkbahar aylarında nehir içinde *Gomphonema minutum* (Mart 2008, %5), *Cryptomonas nordstedtii* (Nisan 2008, %5) ve *Cyclotella meneghiniana* (Mayıs, 2008, %4) türleri dominant olmuş, nehir ağzı ve deniz istasyonlarında ise *Thalassiosira antiqua* (Mart 2008, %21), *Pseudonitzschia pungens* (Nisan 2008, %4), *Nephroselmis minuta* (Mayıs 2008, %10) türleri kaydedilmiştir. Yüzey altı derinliklerde *Thalassiosira antiqua* (Mart 2008, %33), *Cryptomonas nordstedtii* (Nisan 2008, %25) ve *Nephroselmis minuta* (Mayıs 2008, %21) dominant olmuştur. Bolluk verilerine göre araştırma süresi yüzey ve yüzey altı derinliklerin fitoplanktonu, ötrofik sularda yüksek hücre yoğunluğuna ulaşabilen ılıman, cosmopolit türlerden oluşmaktadır. Bu verilere göre nehir ağzı ve deniz istasyonlarında yıl boyunca tatlı su türleri bulunmuş olsada, yüzey fitoplanktonu sadece tabakalaşma görülen aylarda tatlı su türleri tarafından domine edilmiştir (*Pseudanabaena catenata*, Ağustos 2008, %12 ve *Navicula cryptotenella*, Ekim 2008, %7). Yüzey altı derinliklerde ise dinoflagellatlar, haptofitler ve kriptofitler yıl boyunca en yüksek bolluğa ulaşan organizmalardır. Araştırma bölgesinde görülen dominant türlerin çoğu az çok Kuzey-Batı ve Batı Karadeniz’de yaygın ve bol olarak bulunan türlere benzerlik göstermektedir; örneğin dinoflagellatlardan *Gymnodinium* spp., *Prorocentrum cordatum*, *P.micans*, kriptofitlerden *Hillea fusiformis*, *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas* spp., kokkolitoforitlerden *Emiliana huxleyi* ve diyatomelerden *Pseudosolenia calcar-avis* ve *Chaetoceros socialis* bu bölgelerde 1980’li yıllardan günümüze belli periyotlarda dominant organizmalar olmuşlardır (Nesterova ve ark., 2008).

Kızılırmak Nehir ağzı bölgesinde, tür sayısı bakımından en zengin istasyonlar 90 tür ile A1 ve K1 istasyonları (0,5 metre) olarak belirlenmiştir. Yüzeyden derinlere inildikçe belirlenen tür sayısı azalmıştır. Araştırma süresi boyunca istasyonlarda ve çeşitli derinliklerde belirlenen en düşük biyoçeşitlilik değeri Ekim 2007’de K1–10 metre derinlikte 0,34 ve en yüksek ise Ağustos 2008’de A1–0,5 metrede 4,95 olarak hesaplanmıştır. Araştırma süresinde nehir içinde biyodiversite 3 birimin altına hiçbir zaman düşmemiştir, en düşük değer Ekim 2007 tarihinde gerçekleşmiştir. Nehir ağzında ise Temmuz 2008’de 2 birimin altına inmiştir. Bu ayda nehir ağzı istasyonunda görülen tür sayısının araştırma süresi boyunca en düşük seviyede belirlenmiş olmasının nedeni *Cocconeis pediculus* ve *C. placentula* türlerinin  $70 \times 10^3$  hücreL<sup>-1</sup> yoğunluğuna ulaşarak fitoplankton bolluğunun %17’sini oluşturmasıdır. Benzer bir durum Mart 2008 tarihinde deniz istasyonlarının yüzey dahil tüm derinliklerinde gözlenmiştir. Bu tarihte

*Thalassiosira antiqua*  $3,3 \times 10^5$  hücreL<sup>-1</sup> yoğunluğuna ulaşarak toplam bolluğun %21'ini oluşturmuş ve böylece biyodiversite değeri 2 birimin altına düşmüştür. *Chatoceros socialis* ise  $8,8 \times 10^4$  hücre yoğunluğuna ulaşmış, toplam bolluğun %10'u ile subdominant organizma olmuştur. Mart 2008 tarihinde deniz istasyonlarında bu iki tür toplam bolluğun %30'unu oluşturarak biyodiversite indeksinin düşmesine sebep olmuştur. Ayrıca bu aylarda gözlenen düşük düzenlilik indisi değerleri bu sonucu desteklemektedir. Yüzey altı derinliklerde ise biyodiversite indeksi daha fazla düşüşler sergilemiştir. Örneğin. Kasım 2007 tarihinde A1 istasyonu 20 metre, K1 ve K2 istasyonları 10 metre derinliklerde biyodiversite değeri 1,31'e ve düzenlilik indeksi 0,31 değerlerine düşmüş, *Emiliana huxleyi*  $5,7 \times 10^5$  hücreL<sup>-1</sup> düzeyine ulaşarak fitoplankton bolluğunun %60'ını kapsamıştır. Haziran 2008 tarihinde ise A1 istasyonu 5 metre derinlikte biyodiversite değeri 2,4 değerine düşmüş, düzenlilik indeksi de 0,42 olarak hesaplanmıştır. Bu ayda *Nephroselmis minuta*  $4,25 \times 10^5$  hücreL<sup>-1</sup> seviyesine ulaşarak toplam fitoplankton bolluğunun %25'ini işgal etmiştir.

Araştırma bölgesinde biyoçeşitlilik değerleri Sinop körfezine göre daha yüksek değerlerde belirlenmiştir. Buna göre Shannon Wiener biyoçeşitlilik indeksi Sinop Körfezinde 0,69 ile 3,49 değerleri arasında hesaplanmıştır (Türkoğlu ve Koray, 2002). Bununla birlikte Samsun Koyundaki değerlerle (2,09 -5,11) benzer olarak bulunmuştur (Baytut ve ark., 2010). Batı Karadeniz'de Shannon-Wiener biyodiversite değerinin %70'i 1980'lerde yıl boyunca kritik değer olan 2 birimin altında belirlenirken, 1990 yılından sonra sadece Kış aylarında 2 birimin altına düştüğü kaydedilmiştir (Nesterova ve ark., 2008). Bu çalışmada ise biyodiversitenin 2'nin altına düştüğü zamanlar değişiklik göstermektedir. Buna göre Shannon- Wiener biyodiversite indeksinin yıl boyunca 2 birimin altına düştüğü aylar yüzeyde Temmuz 2007 ve Mart 2008, yüzey altı derinliklerde ise Kasım 2007, Mart 2008 ve Haziran 2008 tarihleri olmuştur. Shannon-Wiener biyodiversite indeks değerleri genellikle klorofil-*a* verileri ile uyum göstermiş olmasına rağmen, bazı aylarda çeşitli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Örneğin nehir içi ve nehir ağzı istasyonlarında Ekim 2007 ve Ağustos 2008 tarihlerinde ölçülen yüksek biyodiversite değerlerine (3,22 -4,57) ve yüksek fitoplankton bolluğuna ( $0,6-2,3 \times 10^6$  hücreL<sup>-1</sup>) rağmen düşük klorofil-*a* değerleri (1,20-1,36 mgm<sup>-3</sup>) gözlenmiştir. Muhtemelen bu durumun sebebi Kızılırmak'ta bentik (epilitik, epipelik ve epifitik) olarak yaşayan ölü diyatome hücrelerinin fitoplankton bolluk ve biyodiversite verilerinde hesaba katılmış olmasıdır. Bu aylarda Nehir içi ve nehir ağzında bol

miktarda belirlenen ve toplam fitoplankton bolluğunun önemli bir kısmını oluşturan *Amphora*, *Cocconeis*, *Cyclotella*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia* ve *Rhoicosphenia* türleri Kızılırmak nehir ekosisteminde bentik yaşayan bol türlerle uyum göstermektedir (Dere ve Sıvacı, 2003; Hasbenli ve Yıldız, 1995; Yıldız ve Özkıran, 1991). Sonuçta araştırma süresi içinde bazı tarihlerde aslında yüksek görünen diyatome tür sayısı ve bolluğunun büyük bir kısmı nehirdeki bentik diyatomelerin su hareketleri ile fitoplanktona karışmasından oluşmaktadır.

Yüzey fitoplanktonu bolluk verilerinden elde edilen benzerlik matrisinin birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu %27 benzerlik seviyesinde iki grup (1 ve 2), %44 benzerlik seviyesinde üç grup (A, B ve C) belirlenmiştir. İlk grup olan A grubu da %55 seviyesinde A1 ve A2 olarak ikiye ayrılmıştır. A1 tüm nehir içi ve nehir ağzı örneklerini içermektedir. A2 ise Ocak, Nisan, Mayıs 2008 tarihlerinde alınan kıyı ve açık istasyon örneklerini kapsamaktadır. Yüzey altı derinliklerde ise %32 benzerlik seviyesinde iki grup (1 ve 2), %40 benzerlik seviyesinde üç grup (A, B ve C) belirlenmiştir. Ayrıca ikinci grup (B) grubu %45 seviyesinde ikiye ayrılmış, B1 grubu Mayıstan Eylül ayına kadar olan örnekleri B2 ise sonbahar ve Kış örneklerini içermiştir.

Yüzey fitoplanktonunun MDS ordinasyonu ortaya çıkan örnek konfigürasyonu 0,15'lik stres değeri ile kullanışlı bir gruplaşma göstermiştir (Şekil 22). Buna göre MDS ordinasyonu belirlenen gruplar birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi sonucu elde edilen gruplaşmalar ile benzerlik göstermiştir. Kümeleme analizinde %44 seviyesinde belirlenen gruplaşmalara paralel olarak, nehir içi ve nehir ağzı bölgesindeki örnekler ile kıyı ve açıktaki istasyonlar arasında aşamalı gruplaşmalar bulunmuştur. Kümeleme ve MDS analizleri sonucu ortaya çıkarılan gruplaşmalar benzerlik analizi ile test edilmiş ve istatistiksel olarak gruplar arasında önemli farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (%0,1 önemlilik düzeyinde  $R= 0,48 -0,96$ ). Buna göre yüzey fitoplanktonunda belirlenen A grubu genellikle tatlı su (N1) ve nehir ağzı (N2) örneklerini barındırmıştır. Bununla birlikte, %55 seviyesinde ikiye ayrılmış olan A grubunun kapsadığı A2 grubu, Nisan'dan Ekim ayına kadar alınmış deniz ve nehir ağzı örneklerini de içermiştir. A1 grubu ise tamamıyla nehir içi ve nehir ağzı örneklerinden oluşmuştur. B grubu Mart 2008 tarihinde alınan deniz örneklerini içermiştir. C grubunu oluşturan örnekler, araştırma periyodu boyunca alınan deniz örneklerini kapsamıştır. Buna göre yüzey fitoplanktonunda oluşan gruplaşmalar çoğunlukla tatlı sudan tuzlu

suya doğru dereceli bir sıralama göstermiş, deniz örneklerinde ise ilkbahar başında alınan örnekler ayrılmıştır. Birleştirici hiyerarşik kümeleme analizinden farklı olarak MDS ordinasyonu sonucunda örnekler “Tatlı su”, “Acı su”, “Tuzlu su” ve “İlkbahar başı-Tuzlu su” grupları olarak 4 bölgeye ayrılmıştır. Yüzey altı derinliklerde ise gruplaşmalar mevsimsel farklılıklara göre oluşmuştur. A grubu ilkbahar başı (Mart ve Nisan), B1 grubu İlkbahar sonu – Sonbahar başı (Mayıs -Eylül), B2 grubu Sonbahar ve Kış örneklerinden (Ekim –Şubat) ve C grubu ise 2007 yılı yaz örneklerinden (Temmuz –Ağustos 2007) oluşmuştur. B2 grubunda bulunan sonbahar örnekleri içinde dinoflagellatlardan *Gymnodinium simplex*, *G. wulfii*, *Karlodinium micrum*, *Phalacroma rotundatum*, *Prorocentrum balticum*, *P. cordatum* ve diyatomelerden *Pseudo-nitzschia calliantha* önemli artışlar göstermiştir.

Birleştirici hiyerarşik kümeleme analizi ve çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi ile elde edilen örnek grupları arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan benzerlikler analizi (ANOSIM) sonucunda önemli farklılıkların belirlenmesiyle, gruplar arasındaki farklılıklardan sorumlu türler benzersizlik analizi (SIMPER) metodu ile tesbit edilmiştir. Yüzey fitoplanktonu bolluk verileri üzerinde yapılan gruplararası benzersizlik analizine göre Tatlı su (A1) ve acı su (A2) grupları arasında *Prorocentrum cordatum*, *P. pungens* ve *Scrippsiella trochoidea*; Tatlı su (A1) ve tuzlu su (B) arasında *Thalassiosira antiqua*, *T. subsalina* ve *Chaetoceros socialis*; Tuzlu su (B) ve İlkbahar başı-Tuzlu su (C) arasında *T. antiqua*, *C. socialis* ve *P. micans* benzersizliğe en fazla katkısı olan türler olmuştur. Yüzey altı derinliklerde ise B1 ve B2 grupları arasında *Karlodinium micrum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Protoperidinium pallidum*, *Phalacroma rotundatum* ve *Pseudosolenia calcar-avis*; Grup B ve Grup A arasında *Prorocentrum balticum*, *P. micans* ve *Ceratium furca*; Grup C ve Grup A arasında *P. micans*, *C. furca* ve *C. fusus*, *Gymnodinium elongatum*; Grup C ve Grup B arasında, *Amphidinium crassum*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Pseudosolenia calcar-avis* ve *Teleaulax acuta* gruplar arası farklılıklara yola açan türler olarak kaydedilmiştir.

Reynolds (2006), fitoplanktonda tanımlanan türlerin sayısı fazla olsa bile, komüniteyi en fazla 20–30 türün yönettiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada tanımlanan tür sayısı genel ortalamadan yüksek (430 tür) olmasına rağmen yapılan BVSTEP analizine göre Kızılırmak Nehir ağızı fitoplankton komünitesini yıl boyunca 35 türün yönettiği belirlenmiştir. Bray-Curtis benzerlik matrisinden elde edilen bolluk modelinden oluşturulan alt setler arasında sıralamalı Spearman Korelasyon Katsayısı hesaplanarak

adimsal korelasyon prosedürü (BVSTEP) uygulanmış ve  $p=0,95$  korelasyonunu gösteren alt set yani aynı benzerlik modelini oluşturan türler yüzey fitoplanktonunda Cyanobacteria'dan *Pseudanabaena catenata*; Bacillariophyta'dan *Cocconeis placentula*, *Cyclotella kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *Diatoma vulgare*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema minutum*, *Gomphoneis olivaceum*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Thalassiosira antiqua*; Cryptophyta'dan *Teleaulax acuta*; Dinophyta'dan *Gymnodinium elongatum*, *Peridinium borghiella*, *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Scrippsiella trochoidea*; Euglenophyta'dan *Eutreptia lanowii* ve Haptophyta'dan *Emiliana huxleyi*, yüzey altı derinlik fitoplanktonunda ise Bacillariophyta'dan *Pseudo-nitzschia pungens*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Thalassionema nitzschiodes*, *Thalassiosira antiqua*; Cryptophyta'dan *Plagioselmis prolunga*, *Teleaulax acuta*; Dinophyta'dan *Amphidinium crassum*, *Ceratium furca*, *Gymnodinium elongatum*, *G. pigmentosum*, *G. simplex*, *Heterocapsa rotundata*, *Karlodinium micrum*, *Phalochroma rotundata*, *Prorocentrum balticum*, *P. compressum*, *P. micans*, *P. cordatum*, *Prosaulax lacustris*, *Protoperidinium minimum*, *P. pallidum*, *Scrippsiella trochoidea*; Euglenophyta'dan *Eutreptia lanowii* ve Haptophyta'dan *Emiliana huxleyi* komüniteyi yönlendiren türler olarak tanımlanmışlardır. Buna göre komüniteyi yönlendiren türler arasında yüzey fitoplanktonunda ötrofik tatlı su ve acı su diyatomeleleri çoğunlukta bulunurken, yüzey altı derinliklerde birkaç ötrofik diyatome türünün haricinde, çoğunlukla dinoflagellat ve diğer mikroflagellatlar belirlenmiştir. Bölgedeki nehir ağzı ve deniz istasyonlarında *Emiliana huxleyi*, *Eutreptia lanowii*, *Gymnodinium elongatum*, *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Scrippsiella trochoidea*, *Teleaulax acuta* ve *Thalassiosira antiqua* hem yüzeyde hem de yüzey altı derinliklerde komüniteyi yönlendiren ortak türler olmuşlardır.

Bolluk verileri (Bray-Curtis benzerlik matrisi) ve çevresel değişkenler (Öklid uzaklık matrisi) arasında Spearman Sıralama Korelasyon Katsayıları hesaplanarak elde edilen BIOENV prosedürü sonuçlarına göre yüzeyde en yüksek korelasyon değerini (0,68) tek bir değişken değil, yoğunluk, Secchi diski derinliği,  $\text{NH}_3\text{-N}$  ve Silis kombinasyonu göstermiştir. En yüksek korelasyon değerini gösteren çevresel parametrelerin %44 seviyesinde belirlenen gruplar üzerindeki etkisi ele alındığında su yoğunluğu A1 grubundan C grubuna doğru dereceli bir artış göstermektedir. Secchi diski derinliği en düşük yine A1 grubunda, en yüksek ise A2 ve C grubunda belirlenmiş,



NH<sub>3</sub>-N en yüksek A1, A2 ve C gruplarında, en düşük B grubunda tesbit edilmiştir. Silis miktarı ise en yüksek A1 ve A2 gruplarında, en düşük B ve C gruplarında bulunmuştur. Yüzey altı derinliklerde en yüksek korelasyon değerini (0,61) su sıcaklığı ve NO<sub>3</sub>-N göstermiştir. En yüksek korelasyon değerini gösteren çevresel parametrelerin %40 seviyesinde belirlenen gruplar üzerindeki etkisine göre su sıcaklığı B2 grubunda en düşük ve B1 ve C grubunda yüksek olarak belirlenirken, NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonu en yüksek B2 ve C gruplarında, en düşük B1 grubunda tesbit edilmiştir. Kızılırmak nehir ağzı fitoplanktonunda gerçekleştirilen istatistiksel analizlere göre araştırma süresince yüzey fitoplanktonu genelde tuzluluk ve Secchi diski derinliğine göre değişim gösterirken, yüzey altı derinliklerde fitoplankton değişimlerini yönlendiren dinamikler sıcaklığa ve NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonuna bağlı olarak belirlenmiştir.

Kanonik uyum analizi (CCA) ordinasyon grafiğine göre, yüzeyde *Pseudoanabaena catenata* ve *Scenedesmus communis* en yüksek bolluğu düşük tuzluluk ve yüksek sıcaklıkta göstermiş, *Plagioselmis prolunga*, *Rhodomonas salina*, *Emiliana huxleyi*, *Chaetoceros socialis* ve *Thalassiosira antiqua* düşük sıcaklık ve yüksek tuzlulukla karakterize edilmiştir. Yani bu türler soğuk suda en yüksek bolluğa ulaşmış olan türlerdir. *Gymnodinium elongatum*, *Katodinium fungiforme*, *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Eutreptia lanowi*, *Rhodomonas marina*, *Teleaulax acuta* ve *Pseudo-nitzschia pungens* yüksek yoğunluk ve tuzluluğa sahip, secchi diski derinliği yüksek olan sularda en fazla bolluk ortalamasını göstermişlerdir. *Cocconeis placentula*, *Cyclotella atomus*, *C. kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *Diatoma vulgare*, *Encyonema minuta*, *Gomphonema minuta*, *Gomphoneis olivaceum*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *Rhoicosphenia abbreviata* ve *Cryptomonas ovata* düşük tuzluluk, yüksek silis ve yüksek N:P oranına sahip sularda en yüksek ağırlıklı ortalama değerlerine sahip olmuşlardır.

Yüzey altı derinliklerde CCA ordinasyon grafiğinden, *Proto-peridinium pallidum* ve *Eutreptia lanowi* en yüksek bolluğa yüksek NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonunda ulaşırken, *G. pigmentosum* düşük NO<sub>3</sub>-N konsantrasyonunda belirlenmiştir. *Amphidinium crassum*, *Gymnodinium elongatum*, *Emiliana huxleyi*, *Chaetoceros curvisetus*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira subsalina*, *Plagioselmis prolunga*, *Rhodomonas salina* ve *Teleaulax acuta* soğuk su türleri olarak belirlenmiş, düşük sıcaklık ve yüksek tuzlulukla karakterize edilmiştir. *Ceratium furca*, *C. fusus*, *Dinophysis caudata*, *G. pigmentosum*, *G. simplex*,

*Heterocapsa rotundata*, *Karlodinium micrum*, *Phalacrochroma rotundata*, *Prorocentrum balticum*, *P. compressum*, *P. micans*, *P. cordatum*, *Prosaulax lacustris*, *Scrippsiella trochoidea* ve *Pseudosolenia calcar-avis* ise yüksek sıcaklık ile karakterize edilmişlerdir.

Kızılırmak Nehir ağız bölgesinde fitoplankton komünitesini yönlendiren türlerin çoğu ötrofik bölgelerde aşırı üreme gösterebilen türlerden oluşmaktadır. Bölgede hem yüzey ve hem de yüzey altı derinliklerde dominant türlerden *Emiliana huxleyi*, *Eutreptia lanowii*, *Gymnodinium elongatum*, *Prorocentrum micans*, *P. cordatum*, *Pseudo-nitzschia pungens* ve *Scrippsiella trochoidea* Karadeniz genelinde ötrofikasyon sürecinin başladığı 1970'li yıllardan günümüze çeşitli zamanlarda dominant olmuşlar ve zararlı alg aşırı üremeleri göstererek ekosistemde kararsızlığa yol açtıkları belirtilmiştir (Nesterova ve ark., 2008). Bununla birlikte Kızılırmak Nehir Ağız bölgesindeki bulguların Karadeniz fitoplankton dinamikleriyle çeşitli farklılıkları da bulunmaktadır. Örneğin Karadeniz fitoplanktonu için önemli bir kokkolitoforit olan *Emiliana huxleyi* türünün genellikle ilkbahar-yaz aylarında  $9 \times 10^6$  hücreL<sup>-1</sup> seviyesine kadar ulaşabilen önemli artışlar gösterdiği belirtilmiştir (Polikarpov ve ark., 2003). Bu çalışmada ise *Emiliana huxleyi* deniz istasyonlarında sonbahar-kış aylarında belirlenmiş, araştırma süresi içinde Kasım 2007'de dominant olmuş ve Şubat 2008'de ise aşırı üreme göstererek  $5,7 \times 10^5$  hücreL<sup>-1</sup> seviyesine ulaşmıştır. Bununla birlikte Karadeniz'de geçmiş yıllarda sadece yaz aylarında aşırı çoğalan *Emiliana huxleyi* gibi türlerin, kış döneminde de artış gösterebildikleri ve dominant olabildikleri belirlenmiştir (Krupatkina ve ark., 1991). Bir başka farklılık, Kuzeybatı Karadeniz fitoplanktonunda  $30 \times 10^6$  hücreL<sup>-1</sup> gibi çok yoğun aşırı üremeler sergileyerek suda çözülmüş oksijenin azalmasına neden olan (Nesterova ve Terenko, 2007) ve hiperötrofik deniz ekosistemlerinin indikatörü olduğu belirtilen (Nesterova, 2003) *Skeletonema costatum* türünün Kızılırmak nehir ağız fitoplanktonunda bulunmamasıdır. Araştırma bölgesinde kıyasal fitoplanktonda bulunan *Skeletonema* türünün *S. dohrnii* olduğu belirlenmiştir. Hasle (1973) dünyada Antarktik Okyanusu hariç tüm okyanus ve denizlerde yaygın olan bu cins için "***Skeletonema* terimi birçok plankton araştırmacıları için *Skeletonema costatum* ile sinonimdir**" ifadesini kullanmıştır. Moleküler DNA karşılaştırma tekniklerinin 2000 yılından sonra alg sistematğinde yaygınlaşması ile önceleri 4 olan *Skeletonema* tür sayısı 2005 yılından sonra 11'e çıkmıştır (Sarno ve ark., 2005; Zingone ve ark., 2005). Güney Karadeniz'de (Samsun Koyu) gerçekleştirilen bir

çalışmada kıyusal fitoplanktonda dominant ve aşırı üremelere yol açan *S. costatum* türünün, SEM ve DNA analizi sonucu *S. dohrnii* olduğu belirlenmiştir (Baytut ve ark., 2008). Bununla birlikte düşük tuzlulukta bile yoğun artış gösterebilen *Skeletonema* üyelerinin Kızılırmak Nehir Ağzında belirlenen en yüksek yoğunluğu Mart 2008 tarihinde  $15 \times 10^3$  hücreL<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kızılırmak Nehir ağzında belirlenen *S. dohrnii* türünün hücre yoğunluğunun düşük olmasının nedeni, aynı tarihte artış göstermeye başlayan ve bu çalışmada komüniteyi yönlendiren dominant organizma olarak belirlenen *Prorocentrum cordatum* türünün ilkbahar ayları süresince allelopatik baskısından kaynaklanabilir. Tameishi ve ark. (2009) *P. cordatum* ve *Skeletonema* büyüme dinamikleri arasında bir model oluşturarak, *P.cordatum* türünün aynı ortamda *Skeletonema* hücre yoğunluğunu allelopatik olarak baskıladığını rapor etmişlerdir. *P. cordatum*'un ılıman ve subtropik sularda çok geniş bir dağılıma sahip, neritik, aşırı üreme gösteren ve toksik olduğu (Steidinger ve Tangen, 1997) ve aşırı üreme sıklığının ötrofikasyon şiddetinin artması ile doğru orantılı olduğu belirlenmiştir (Heil ve ark., 2005). Sıcaklığın ve ışık seviyesinin arttığı, düşükten orta tuzluluğa sahip neritik sularda yaygın olan bu türün dünyanın birçok bölgesinde balıklar, zoobentik canlılar ve midyelerin kitlesel ölümlerinden sorumlu olduğu ve ayrıca ekonomik zoobentik canlılar (demersal balıklar, midye, salyangoz, yengeç vb.) yoluyla potansiyel olarak insan sağlığını tehdit ettiği ileri sürülmüştür (Hallegraef, 2004). Ayrıca komüniteyi yönlendiren diğer türler arasında belirlenen *Prorocentrum micans*, *Scrippsiella trochoidea*, *Pseudo-nitzschia pungens* ve *Eutreptia lanowii* Karadeniz'in kuzeybatı, batı, güney ve doğu bölgelerinde ötrofikasyon süreci boyunca çeşitli aşırı üremeler gösterdikleri rapor edilmiştir (Baytut ve ark., 2007; Feyzioğlu ve Ögüt, 2006; Moncheva ve ark., 1995; Nesterova ve ark., 2008).

Kızılırmak Nehir ağzı fitoplanktonunda komüniteyi yönlendiren türler arasında tespit edilenler ile birlikte 41 potansiyel zararlı alg türü belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen potansiyel zararlı türlerin çoğunun Dinophyta diviziyosuna ait olması ile birlikte diğer sistematik gruplara ait önemli sayıda takson bulunmaktadır. Dünya genelinde binlerce alg türünden sadece 300 kadarının deniz suyu rengini değiştirecek kadar yoğun aşırı üreme gösterdiğinin ve sadece 80 kadarının toksik olduğunun (Hallegraef, 2004) bilinmesiyle araştırma bölgesinde belirlenen zararlı taksonların çokluğu daha da önem kazanmaktadır. Biyomagnifikasyon yoluyla besin zincirinin üst basamaklarında önemli yoğunluğa ulaşabilen alg toksinlerinin siyanürden binlerce ve

kobra zehrinden defalarca kat daha zehirli olduğu kaydedilmiştir (Zingone ve Enevoldsen, 2000). Böylece bentik ve pelajik ekosistemlerin yanında insan sağlığı için de bir tehdit unsuru olan, su ürünlerinden turizme kadar pek çok ekonomik aktivite üzerinde olumsuzluklar yaratan zararlı alg aşırı üremelerinin son yıllarda dünya genelinde çok fazla arttığı ifade edilmiş ve bunun sebebinin artan araştırma sayısının yanında ötrofikasyon, kıyısularda akuakültür ve alışılmadık iklim değişimleri olduğu belirtilmiştir (Hallegraeff, 2004). Bu araştırmada da önemli sayıda belirlenen dinoflagellatlardan *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Karenia*, *Pseudo-nitzschia*, *Prorocentrum* ve daha pek çok cinslere ait zararlı türlerin ötrofikasyonla birlikte büyük artış gösterdiği kaydedilmiştir (GEOHAB, 2006). Üstelik bazı taksonların zararlı olması için sudaki yoğunluğunun fazla olması gerekmez. Örneğin *Dinophysis* ve *Phalochroma* türleri deniz suyunda 500 hücreL<sup>-1</sup> den fazla olduğunda dünyanın birçok bölgesinde kabuklu deniz ürünü çiftlikleri, balık çiftlikleri ve plajlar kapatılmaktadır (European Commission, 2002). Araştırma bölgesinde *Dinophysis caudata*'nın kıyı istasyonlarında (K1 ve K2) 10 metre derinlikte 5200 hücreL<sup>-1</sup> (Temmuz 2007) ve *Phalochroma rotundatum*'un A1 istasyonu 5 ve 10 metre derinliklerde 8000 hücreL<sup>-1</sup> (Eylül 2008) yoğunluklarına ulaşabildiği belirlenmiştir. Ayrıca, Kızılırmak nehir ağzında sadece acı su ve deniz habitatlarına ait zararlı türler değil, aynı zamanda tatlı su toksik türleri de bulunmuştur. Bunlardan *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae*, *Phormidium formosum*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena catenata*, *Snowella lacustris* ve *Trichormus variabilis* türlerinin çoğunluğu kirlenmiş, ötrofik veya hiperötrofik tatlı ve acı su sistemlerinde aşırı üreme sergileyerek siyanotoksin salgıladıkları belirlenmiştir (Cronberg ve ark., 2004).

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda kuzeybatı ve batı Karadeniz’de ötrofikasyon şiddetinin azaldığının ve bölgenin iyileşme sürecine girmiş olduğunun belirtilmesine rağmen, sistemin küresel iklim değişimleri ve devam eden ötrofikasyon yüzünden kararsız ve hassas olduğu rapor edilmiştir (Oğuz, 2005b). Bununla birlikte kuzeybatı Karadeniz’deki hiperötrofikasyonun azalma sebebinin bölgedeki nutrient yönetimi değil 1996 yılında bölge ülkelerinde görülen ekonomik kriz olduğu tesbit edilmiştir (Mee ve ark., 2005). Türkiye’de 2000 yılından sonra görülen hızlı ekonomik büyüme sürecine girilmesiyle bölgedeki tarımsal ve endüstriyel aktivitelerin önemli seviyede artması kaçınılmazdır. Bu araştırmanın bulgularına göre Kızılırmak nehir ağzı bölgesinde çok sayıda fitoplankton taksonu bulunmasına rağmen, yapılan taksonomik, fiziko-kimyasal ve istatistiksel analizler sonucunda heterotrofik ve mikсотrotrofik türlerin dominantlığı, potansiyel zararlı türlerin fazlalığı ve şiddetli ötrofikasyon belirlenmiştir. Pelajik ve demersal balık avcılığı, Avrupa ve Uzakdoğu ülkelerine önemli miktarda ihrac edilen *Rapana venosa* Valenciennes ve diğer bentik kabuklu ürünlerin avcılığının yüksek olduğu, *Acipenser* spp. (Mersin balıkları) ve *Psetta maxima maeotica* Pallas (Kalkan balığı) ve diğer birçok tür gibi yokolma tehlikesiyle karşı karşıya olan türlerin doğal yaşam ortamlarından biri olan bu bölgede ekosistem ve insan sağlığı tehlikeye girmiştir. Bu yüzden tarımsal, evsel ve endüstriyel faaliyetlerden gelen nutrientlerin kontrol altına alınması, kıyasal yönetim faaliyetlerinin ve ekosistemin tüm seviyelerde düzenli olarak izlenmesi daha önemli hale gelmiştir.

Kızılırmak nehir ağzında yapılan bu çalışma ile Türkiye Alg Florasına yeni katkılar sağlanmıştır. Fitoplankton ve çevresel değişkenler açısından bölgede yapılan ilk çalışma olması nedeniyle gelecekteki taksonomik ve ekolojik çalışmalara temel oluşturacağı düşünülmektedir. İklim değişimlerinin de etkileri göz önüne alınarak daha geniş alanlara yayılan, taksonomik ve zamana bağlı izleme çalışmalarının yanısıra sistematik sorunların çözümüne katkı sağlayacak ve zararlı alg türlerinin de belirlenmesini kolaylaştıracak mikroskopik ve moleküler tanı yöntemleri de gelecekteki çalışmalarda araştırma kapsamına alınmalıdır.

## 7. KAYNAKLAR

- Anderson, D. M., Pitcher, G. C., Estrada, M. 2005. The comparative systems: an approach to hab research. *Oceanography*, 18, 148-157.
- Anonim, 2009. *Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü*, Samsun.
- APHA, 1995. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, 1216s, Baltimore.
- Aysel, V. 2005. Check-list of the freshwater algae of the Turkey. *Journal of the BlackSea/Mediterranean Environment*, 1, 1-24.
- Bakus, G. J. 2007. *Quantitative analysis of marine biological communities: Field biology and environment*. Wiley-Interscience, 453 s, New Jersey.
- Balkıs, N. 2004. List of phytoplankton of the Sea of Marmara. *Journal of the BlackSea/Mediterranean Environment*, 10 (2), 85-104.
- Balkıs, N. 2005. Contributions to the knowledge of marine phytoplankton of Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 37(4), 807-814.
- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H. H., Üstün, F., Özdemir, Z. B., Kıdeyş, A.E., Shulman, G.E., 2007. Karadeniz'in değişen ekosistemi ve hamsi balıkçılığına etkisi. *Journal of Fisheries and Sciences*, 1(4), 191 -227.
- Bayrakdar, S. 1994. Distribution of phytoplankton (>55µm) along the Turkish coast and at the North- western shelf area of the Black Sea. M. Sc. Thesis. METU. Institute of Marine Sciences, İçel, Türkiye, 172s.
- Baytut, O. 2004. Karadeniz'in samsun kıyı şeridinde fitoplankton dağılımı ve değişimi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. O.M.U., Fen Bilimleri Enstitüsü, 156s.
- Baytut, O., Gonulol, A., Koray, T. 2005. New records for marine phytoplankton of Turkish seas from southern Black Sea coasts. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22 (1-2), 229-231.
- Baytut, O., Gonulol, A., Koray, T. 2007. Phytoplankton blooms in Samsun Bay of the southern Black Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 38.
- Baytut, O., Gonulol, A., Moestrup, O. 2008. *Skeletonema costatum*-like diatoms from the Black Sea. SYNTHESYS: FP6-EU. Project No: DK-5135, 30s, Denmark..
- Baytut, O., Gonulol, A., Koray, T.. 2010. Seasonal variations of phytoplankton in relation to eutrophication in Samsun Bay, southern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries Sciences*, 10, 3,2010.

- Benli, H. A., 1987. Investigations of plankton distribution in the southern Blacksea and its effects on particle flux. SCOPE/UNEP Sonderband 62. Mitteleurop Geologie und Paleontologie Enstitute, University of Hamburg, 6, 77-87.
- Bodeanu, N. 1992. Algal bloom and development of the main phytoplanktonic species at the Romanian Black Sea littoral in conditions of intensification of the eutrophication process. *In marine coastal eutrophication*. (Editörler: R. A. Vollenweider, R. Marchetti, R. Viviani. P), s:981-906, Elsevier.
- Bodeanu, N. 1995. Algal bloom in Mamaia Bay (Romanian Black Sea Coast), Harmful Marine Algal Blooms, Proceedings of the Sixth International Conference on Toxic Marine Plankton, October 1993, s:127-137, Nantes, Technique and Documentation Lavosier.
- Bologa, A. S. 1986. Planktonic primary productivity of the Black Sea: a review. *Thalassia jugoslavica*, 21 (1/2), 1-22.
- Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22, 361-369.
- Chen, C. Y., Durbin, E. G. 1994. Effects of pH on the growth and carbon uptake of marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series*, 109, 83-94.
- Clarke, K. R. ve R. M. Warwick, 2001. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, 120s, Plymouth.
- Cronberg, G., Carpenter, E. J., Carmichael, W. W. 2004. Taxonomy of harmful cyanobacteria. *In manual on harmful microalgae*. (Editörler: G. M. Hallegraeff, D. M. Anderson, A. D. Cembella), s:101-110, UNESCO, France.
- Cronberg, G., Annadotter, H. 2006. *Manual on aquatic Cyanobacteria*. ISSHA, 105s, Denmark.
- Cupp, E. E., 1977. *Marine plankton diatoms of the west coast of North America*. Otto Koeltz Science Publishers, 237s, New York.
- Danielsson, A., Papush, L., Rahm, L. 2008. Alterations in nutrient limitations: Scenarios of a changing Baltic Sea. *Journal of Marine Systems*, 73, 263–283.
- Davison, I. R. 1991. Environmental effects on algal photosynthesis: temperature. *Journal of Phycology*, 27, 2-8.

- Dere, Ş., Sivacı, E.R. 2003. Kızılırmak (Sivas,Giriş-Çıkış) Epipelik, Epifitik ve Epilitik Alg Florası. Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Ed. Fak. Fen Bilimleri Dergisi, 28 (3), 22-34.
- Derezyuk N. V., Gakailo O. V., Nikulina E. G. Tanasyuk E. G. 2001. Main characteristics of Black Sea hydrobionts at the end of the 20th century (1999 – 2000). Naukovi. Zapiski. Ternopil'skogo. Derzhavnogo. Pedagogicheskogo University. Seria biologiya. Spetsialnyi. Vypusk. Hidroecologiya, 14, 125-126.
- Dodds, W.K., J.R. Jones, Welch, E.B. 1998. Suggested classification for stream trophic state: Distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen and phosphorus. Water Research, 32, 1455-1462.
- Eker, E. 1998. Abundance and biomass of micro and nanophytoplankton in the Northwestern and southern Black Sea. M. Sc. Thesis, METU. Institute of Marine Sciences. İçel, Türkiye, 212s.
- Eker E., Georgieva, L., Senichkina, L., Kideys, A. E. 1999. Phytoplankton distribution in the western and eastern Black Sea in spring and autumn 1995. ICES Journal of Marine Science, 56, 15-22.
- European Commission, 2002. *Eutrophication and health*. Office for Official Publications of the European Communities, 28s, Luxembourg.
- Feyzioğlu, A. M., 1990. Doğu Karadeniz Fitoplankton Tülerinin Kalitatif ve Kantitatif Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, Türkiye, 51s.
- Feyzioglu, A. M., 1996. Dogu Karadeniz Kıyısal Ekosisteminde Fitoplankton Dinamigindeki Mevsimsel Degisimler. Doktora Tezi. K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, Türkiye.
- Feyzioglu, A. M., Öğüt, H. 2006. Red tide observations along the eastern Black Sea coast of Turkey. Turkish Journal of Botany, 30, 375 -379.
- Gads, J., Ferguson, J. F. 1975. Kinetics of carbon dioxide uptake by phytoplankton at high pH. Limnology and Oceanography, 20 (2), 211-221.
- Geider, R. J., Laroche, J. 2002. Redfield revisited: variability of C:N:P in marine microalgae and its biochemical basis. European Journal of Phycology. 37, 1-17.
- GEOHAB, 2006. *HABs in eutrophic systems*. IOC-SCOR, 76s, Paris.
- Gomez, F., Boicenco, L. 2004. An annotated checklist of dinoflagellates in the Black Sea. Hydrobiologia, 517, 43-59.



- Gomoiu, M. T. (1992) Marine eutrophication syndrome in the North-western part of the Black Sea. *In marine coastal eutrophication*. (Editörler: R. A. Vollenweider, R. Marchetti, R. Viviani), s:683-692, Elsevier.
- Gönlügür, G. 1995. Sinop ili iç limanda tesbir edilen başlıca planktonik organizmalar üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi. O.M.U. Fen Bilimleri Enstitüsü. 102 s.
- Gönüloğlu, A., Çomak, Ö. 1990. Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) fitoplanktonunun araştırılması, X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz, s:121-130, Erzurum.
- Gönüloğlu, A., Öztürk, M., Öztürk, M. 1997. A check-list of the freshwater algae of Turkey. O. M. Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen dergisi, 7 (1), 8-46.
- Gönüloğlu, A., Ersanlı, E., Baytut, O. 2009. Taxonomical and numerical comparison of epipelagic algae from Balık and Uzun lagoon, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30 (5), 777-784.
- Guillard, R.R.Y. 1978. Counting slides. *In Phytoplankton manual*. (Editör: A. Sournia), s: 182-18, UNESCO, Paris.
- Guslyakov N. E., Terenko G. V. 1999. Seasonal dynamics of phytoplankton of the coastal zone of Odessa Bay of the Black Sea (Ukraine). *Algologiya*, 9(4), 10-23.
- Hallegraeff, G. M. 2004. Harmful algal blooms: a global overview. *In manual on harmful microalgae*. (Editörler: G. M. Hallegraeff, D. M. Anderson, A. D. Cembella), s:25-50, UNESCO, France.
- Hasbenli, A., Yıldız, K. 1995. A qualitative study of the Algae other than Bacillariophyta in the Kızılırmak River. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1-2, 1-17.
- Hasle, G. R. 1973. Morphology and taxonomy of *Skeletonema costatum* (Bacillariophyceae). *Norwegian Journal of Botany*, 20, 37-139.
- Hasle, G. R. 1978. Diatoms. *In Phytoplankton manual*. (Editör: A. Sournia), s: 136-142, UNESCO, Paris.
- Hasle, G. R., Syvertsen, E. E., 1997. Marine diatoms. *In Identifying Marine Phytoplankton*. (Editör: C.R. Tomas ), s: 5-385, Academic Press, San Diego.
- Havens, K. E. 1992. Acidification effects on the plankton size spectrum: an in situ mesocosm experiment. *Journal of Plankton Research*, 14 (12), 1687-1696.

- Heil, C. A., Glibert, P. M., Fan, C. 2005. *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller: A review of a harmful algal bloom species of growing worldwide importance. *Harmful Algae*, 4, 449-470.
- Horne, A. J., Goldman, C. R. 1997. *Limnology*. McGraw-Hill Inc., 576s, Singapore.
- Huber-Pestalozzi, G. H. 1976. *Das phytoplankton des süßwasser*, 3. Teil, 2. Auflage. Verlagsbuchhandlung, 310s, Stuttgart.
- Humborg, C., Ittekkot, V., Cociasu, A., von Bodungen, B., 1997. Effect of Danube River dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure. *Nature*, 386, 385–388.
- Hustings, F., Van Dijk, K., 1994. *Bird sensus in the Kızılırmak Delta*, DHKD, 110s, Turkey.
- John, D. M., B. A. Whitton, A. J., Brook, 2003. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. The Natural History Museum and The British Phycological Society, Cambridge University press, 700 s, Cambridge.
- Jones-Lee, A., Lee, F. G. 2005. *Eutrophication (Excessive Fertilization)*, *Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water*. s:(107-114), Wiley Interscience, Hoboken.
- Ivanov A. I. 1963. On the characteristics of the systematic composition of phytoplankton in the northwestern Black Sea. *Naukovi. Zapiski. Odeskoi. Biologichnoi stantsii*, 5, 51– 54.
- Ivanov A. I. 1965. Characteristics of the qualitative composition of Black Sea phytoplankton. In: *The study of the plankton of the Black and Azov seas*. Kiev: Naukovs. Dumka, 17-35.
- Ivanov A. I. 1967. Phytoplankton in the northwestern Black Sea: Biology of the northwestern Black Sea. *Naukova. Dumka*, 59 – 75.
- Izaguirre, L., O'Farrel, I., Unrein, F., Sinistro, R., Afonso, M., Tell, G. 2004. Algal assemblages accross a wetland, from a shallow lake to relicual oxbow lakes (Lower Parana River, South America), *Hydrobiologia*, 511, 25-36.

- Kasprzak, P., Padisak, J., Koschel, R., Krienitz, L., Gervais, F. 2008. Chlorophyll a concentration across a trophic gradient of lakes: An estimator of phytoplankton biomass?, *Limnologica*, 38, 327–338.
- Karaçam, H. Ve Düzgüneş, E., 1990. A study on the phytoplankton of Trabzon coasts. İstanbul University, *Journal of Aquatic Products*, 4 (1), 95-102.
- Kiselev, I. A., 1950. *Dinoflagellates of the seas and fresh waters of the USSR*. 279s, Leningrad/ Moskova.
- Koray, T. 2001. Türkiye denizleri fitoplankton türleri kontrol listesi. *Su Ürünleri dergisi*, 18 (1-2), 1-23.
- Koshevoy, V. V. 1959. Observation on Black Sea phytoplankton near Karadag. *Byulleten Okeanographicheskoy Komisii pri Prezidiume AN SSSR*, 3, 40 – 45.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1991a. *Bacillariophyceae, 3. Teil. Centrales, Fragillariaceae, Eunoticeae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer-Verlag, 576s, Stuttgart.
- Krammer, K. Lange-Bertalot, H., 1991b. *Bacillariophyceae, 4. Teil. Achnanthaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer-Verlag, 435s, Stuttgart.
- Krammer, K. Lange-Bertalot, H. 1999a. *Bacillariophyceae, 1. Teil. Naviculaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Spectrum Akademischer Verlag, 876s, Hiedelberg-Berlin.
- Krammer, K. Lange-Bertalot, H. 1999b. *Bacillariophyceae, 2. Teil. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Spectrum Akademischer Verlag, 610s, Hiedelberg-Berlin.
- Krammer, K. 2003. *Diatoms of Europe, Vol 4*. A.R.G. Gantner Verlag, 530s, Stuttgart.
- Krupatkina, D. K, Finenko, Z. Z., Shalapyonok, A. A. 1991. Primary production and size-fractionated structure of the Black Sea phytoplankton in the winter-spring period. *Marine Ecology Progress series*, 73, 25-31.
- Kuzmenko, L. V., Senitchkina L. G., Altukhov D. A., Kovaleva T. M. 2001. Quantitative development and distribution of phytoplankton in waters of the southeastern coast of Crimean. Karadag: History, biology, archaeology. Collection of papers dedicated to 85th anniversary of Karadag Scientific Station, Simferopol, sonat, 127 – 134.
- Lange–Bertalot, H. 2000. *Iconographia Diatomologica, Vol 7*. Koeltz Scientific Books, Gustav Fischer-Verlag, 925s, Stuttgart.

- Lei, A., Hu, Z., Wang, J., Shi, Z., Tam, F. 2005. Structure of the phytoplankton community and its relationships to water quality in Donghu Lake, Wuhan, China, *Journal of Integration Plant Biology*, 47, 1, 27-37.
- Mallin, M. A., Cahoon, L. B., McIver, M. R., Parsons, D. C. Shank, G. C. 1999. Alternation of Factors Limiting Phytoplankton Production in the Cape Fear River Estuary. *Estuaries*, 22 (4), 825-836
- Mashtakova, G. P., Roukhiyainen M. I. 1979. Seasonal dynamics in phytoplankton. *Fundamentals of biological productivity of the Black Sea*. - Kiev: Naukova dumka, 85 – 88.
- Mavrodieva, R., S. Moncheva, Hiebaum, G. 2007. Abnormal outburst of the dinoflagellate *Alexandrium ostenfeldii* (Paulsen) Balech et Tangen along the Bulgarian Black sea coast (the bay of Sozopol) in winter – ecological surprise or ecological concern? *Bdua Journal Of Biology*, Vol. II, 2007, Plankton Symposium IV & Congresso Brasileiro De Plancton, s: 84, Brasil.
- McLusky, D. ve Elliot, S., 2004. *The Estuarine ecosystem: Ecology, Threats and Management*. Oxford University Press, 214s, New York.
- McQuatters-Gollop, A., Gilbert, A. J., Mee, L. D., Vermaat, J. E., Artioli, Y., Humborg, C., Wulff, F. 2009. How well do ecosystem indicators communicate the effects of anthropogenic eutrophication? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 82, 583–596.
- Mee, L. D., Friedrich, J. ve Gomoiu, M. T., 2005. Restoring the Black Sea in times of uncertainty. *Oceanography*, 18, 100-111.
- Mikaelyan, A. 2008. Long-term changes in taxonomic structure of phytoplankton communities in the Northern part of the Black Sea. In: 2nd Biannual and Black Sea Scene EC project joint conference on climate change in the Black Sea – hypothesis, observations, trends, scenarios and mitigation strategy for the ecosystem. 6-9 October 2008, Sofia, Bulgaria.
- Moncheva, S. 1991a. Ecology of common species from Black Sea under the conditions of anthropogenic eutrophication, Ph. D. Thesis, IO-BAS, Varna.

- Moncheva S., Petrova-Karadjova V., Palazov A. 1995. Harmful Algal Blooms along the Bulgarian Black Sea Coast and possible Patterns of Fish and Zoobenthic Mortalities. *In Harmful marine algal blooms.* (Editor: P. Lassus), s: 193-298, Lavoisier Publications Inc., Paris.
- Moncheva S. ve Krastev, A. 1997. Some aspect of phytoplankton long-term alterations off Bulgarian Black Sea shelf. *In Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea.* (Editörler: E. Oszoy, A. Mikhaelian), NATO ASI Series, 2.Environment - vol.27, s: 79 – 94, Kluwer Academic Publishers,
- Moncheva S., Doncheva V., Shtereva G., Kamburska L., Malej A., Gorinstein S. 2002. Application of eutrophication indices for assessment of the Bulgarian Black Sea coastal ecosystem ecological quality. *Water Sci. Technol.*, 46(8), 19-28.
- Moncheva S., Doncheva, V., Alexandrova, V. 2006. Regime shifts in the North-Western Black Sea phytoplankton communities - implication for ecosystem ecological state assessment. 1st Biannual Scientific Conference “Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond”, 8-10.05.2006, Istanbul, Turkey.
- Moncheva, S., Slabakova, N. 2007. Selection of relevant metrics per biological quality element phytoplankton and chlorophyll a and identification of initial reference conditions. *In: Evaluation of the impact of land-based activities on the marine and coastal environment, ecosystems and biodiversity in Bulgaria Final REPORT.* (Editor: N.V. Ecolas ), Flemish Community.
- Montagnes, D. J. S., Franklin, D. J. 2001. Effect of temperature on diatom volume, growth rate, and carbon and nitrogen content: Reconsidering some paradigms. *Limnology and Ocaenography*, 46 (8), 2008-2018.
- Morton, S. L., Vershinin, A., Smith, L. L., Leighfield, L. A., Pankov, S., Quilliam, M. A. 2009. Seasonality of *Dinophysis* spp. and *Prorocentrum lima* in Black Sea phytoplankton and associated shellfish toxicity. *Harmful Algae*, 8, 629-636.
- Muylaert, K., Gonzales, R., Franck, M., Lionard, M., Van der Zee, C., Cattrijsse, A., Sabbe, K., Chou, L., Vyverman, W. 2006. Spatial variation in phytoplankton dynamics in the Belgian coastal zone of the North Sea studied by microscopy, HPLC-CHEMTAX and underway fluorescence recordings. *Journal of Sea Research*, 5, 253–265.

- Muylaert, K., Sabbe, K., Vyverman, W. 2009. Changes in phytoplankton diversity and community composition along the salinity gradient of the Schelde estuary (Belgium/The Netherlands). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 82, 335–340.
- Nesterova D. A. 1979. The development of the peridinea *Exuviaella cordata* and “the red tide” phenomenon in the northwestern Black Sea. *Biologiya moray*, 5, 24 – 29.
- Nesterova D. A. 1987. Some features of succession of phytoplankton in the northwestern Black Sea. *Hydrobiologicheskyyi. Zhurnal*, 23 (1), 16 – 21.
- Nesterova D. A. 1998. Spatial-temporal change in phytoplankton in Zhebriansky Bay. *Ecosystem of the marine part of the Ukrainian Danube Delta*. Odessa: Astroprint, 159 – 180.
- Nesterova D. A. 2001. Water “blooming” in the northwestern Black Sea (Overview). *Algologiya*. 11(4), 502 – 513.
- Nesterova D. A. 2003. Results and prospects for studies phytoplankton in the northwestern Black Sea. *Ecologiya morya*, 63, 53 – 59.
- Nesterova D. A. 2005. The Danube – an indicator of the state of coastal phytoplankton. *Naukovi zapysky. Seriya biologiya. Spetsialny vypusk: Hidroecologiya*, 4 (27), 160 – 162.
- Nesterova D. A., Terenko L. M. 2000. Phytoplankton of the Odessa area in contemporary conditions. *Ecological safety in coastal and shelf zones and integrated use of the shelf resources*. Sevastopol, 383 – 390.
- Nesterova D. A., Ivanov A. I. 2001. Phytoplankton. Kiliya part of the Danube Delta in spring 2000: The state of the ecosystem and consequences of technogenic catastrophes. Odessa, 44 – 51.
- Nesterova D. A., Terenko L. M. 2007. Phytoplankton species diversity of in the zone of direct Danube river impact. *Ecological safety in coastal and shelf zones and integrated use of the shelf resources*. Sevastopol, 541 – 556.
- Nesterova, D., Moncheva, S., Mikaelyan, A., Vershinin, A., Akatov, V., Boicenco, L., Aktan, Y., Sahin, F., Gvarishvili, T. 2008. State of Phytoplankton. In BSC, 2008. *State of the Environment of the Black Sea (2001-2006/7)*. Black Sea Commission Publications 2008-3, 419 s, İstanbul.

- Oğuz, T., Ducklow, H., Malanotte-Rizzoli, P., Tugrul, S., Nezlin, N. P., and Unluata, U. 1996. Simulation of annual plankton productivity cycle in the Black Sea by a one dimensional physical-biological model. *Journal of Geophysical Research*, 101 (7), 16585-16599.
- Oğuz, T. 2005a. Long-term impacts of anthropogenic forcing on the Black Sea ecosystem. *Oceanography*, 18, 112-121.
- Oğuz, T. 2005b. Black Sea ecosystem response to teleclimatic connections. *Oceanography*, 18, 122-133.
- Oğuz, T., Dippner, J. W., Kaymaz, Z. 2006. Climatic regulation of the Black Sea hydro-meteorological and ecological properties at interannual-to-decadal time scales. *Journal of Marine Systems*, 60, 235-254.
- Özdamar, K. 2004. *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. 5. Baskı.* Kaan Kitapevi, Eskişehir, 513 s.
- Padisak, J., Barbosa, F., Koschel, R. ve Krienit Z. L. 2003. Deep layer cyanoprokaryota maxima are constitutional features of lakes: Examples from temperate and tropical Lakes. *Archiv für Hydrobiologie/Advances in limnology* 58, 175-199.
- Petrova-Karadjova, V. 1984. Changes in planktonic flora in Bulgarian Black Sea waters under the influence of eutrophication. *Proc. Inst. Fish.*, 21, 105- 112.
- Polikarpov, I.G., Saburova M.A., Manjos L.S., Pavlovskaya T.V., Gavrilova N.A. 2003. Microplankton diversity of coastal zone in the Sevastopol region, Black Sea (2001-2003). *Phytoplankton. In Modern state of Crimean coastal zone (Black Sea sector)*, s:18-37, Institute of Biology of Southern Seas Publication, Sevastopol.
- Quinlan, E.L., Philips, E.J., 2007. Phytoplankton assemblages across the marine to low-salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. *Journal of Plankton Research* 29, 401–416.
- Rampi, L. Bernard, M. 1978. *Key for the determination of Mediterranean pelagic diatoms.* C.N.E.N, 71s, Italy..
- Reynolds, C. S. 1998. What factors influence the species composition phytoplankton in lakes of different trophic status? *Hydrobiologia*, 369, 11-26.

- Reynolds, C. S., Huszar, V. L., Naselli-Flores, L., Melo, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Phytoplankton Research*, 24, 417-428.
- Reynolds, C. S. 2006. *The Ecology of Phytoplankton (Ecology, Biodiversity and Conservation)*. Cambridge University Press, 550s, Cambridge.
- Roberts, E. C., Davidson, K., Gilpin, L. C. 2003. Response of temperate microplankton communities to N:Si ratio perturbation. *Journal of plankton research*, 25, 1485–1495.
- Round, F. E., Crawford, R. M. ve Mann, D. G. 1990. *The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Pres. 746s, Cambridge.
- Sarno, D., Kooistra, W. C. H. F., Medlin, L. K., Percopo, I., Zingone, A. 2005. Diversity in the genus *Skeletonema* (Bacillariophyceae). II. An assesment of the taxonomy *S. costatum*-like species, with the description of four new species. *Journal of Phycology*, 41, 151-176.
- Senichkina L. G. 1993. Changes in the structure of phytoplankton in local marine zones under the impact of anthropogenic factors. *Black Sea plankton. – Kiev: Naukova. dumka*, 32 – 55.
- Senicheva M. I. 2000. Annual changes in phytoplankton communities near the Sevastopol Oceanarium. *Ecologiya moray*, 53, 15 – 19.
- Sims, P. A. 1996. *An Atlas of British Diatoms*. Biopress Ltd., 601s Bristol.
- Smayda, T. J. 1997. Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnology and Oceanography*, 42 (5), 1137-1153.
- Sorokin, Yu. I., 1983. The Black Sea. *In Estuaries and Enclosed Seas, Ecosystems of the World*. (Editör: B. H. Ketchum), s: 253-292, Elsevier.
- Sorokin Yu. I. 2002. *Black Sea Ecology and Oceanography*. Backhuys Publishers, 621s, Amsterdam.
- Soylu, E. N. 2006. Liman gölü (Samsun-Türkiye) fitoplanktonu ve mevsimsel değişimi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 85s
- Soylu, E. N., Gönülol, A. 2006. Seasonal variation in the diversity, species richness and composition of the phytoplankton assemblages in a shallow lake. *Cryptogamie Algologie*, 27(1), 85-101.



- Soylu, E. N., Maraşlıoğlu, F., Gönülol, A. 2007. Phytoplankton seasonality of a shallow turbid lake. *Algological Studies*, 123, 95-110.
- Steidinger, K.A., Tangen, K., 1997. Dinoflagellates. *In Identifying Marine Phytoplankton* (Editör: C.R. Tomas ), s: 387-584, Academic Press, San Diego.
- Stoermer, E. F., Smol, J. P., 2004. *The diatoms: Applications for the environmental and earth sciences*. Cambridge University Press., 469s, Cambridge.
- Sukhanova, I. N. 1978. Settling without inverted microscope. *In Phytoplankton manual*. (Editör: A. Sournia), s: 97, UNESCO, Paris.
- Summerhayes, C. 1998. The global ocean observing system in 1998. Elsevier Oceanography Series, 66, 57-66.
- Sur, H. İ., E. Özsoy ve Ü. Ünlüata, 1994. Boundary Current Instabilities, Upwelling, Shelf Mixing and Eutrophication Processes In the Black Sea. *Progress Oceanography*, 33, 249-302.
- Şahin, F. 2005. Karadeniz'in Sinop Burnu bölgesinin fitoplankton kompozisyonu ve mevsimsel dağılımı. Yüksek lisans tezi. O.M.U. Fen Bilimleri Enstitüsü. 146 s.
- Tameishi, M., Yamasaki, Y., Nagasoe, S., Shimasaki, Y., Oshima, Y., Honjo, T. 2009. Allelopathic effects of the dinophyte *Prorocentrum minimum* on the growth of the bacillariophyte *Skeletonema costatum*. *Harmful Algae*. 8, 421-429.
- Tangen, K. 1978. Nets. *In Phytoplankton manual*. (Editör: A. Sournia), s: 50-58, UNESCO, Paris.
- Taş, B., Gönülol, A. 2007. An ecologic and taxonomic study on phytoplankton of a shallow lake. *Journal of Environmental Biology*, 28 (2) 439 - 444.
- Taylor, F. J. R., Fukuyo, Y., Larsen, J., Hallegraeff, G. M. 2004. Taxonomy of harmful dinoflagellates. *In manual on harmful microalgae*, (Editörler: Hallegraeff, G. M., D. M. Anderson, A. D. Cembella), s:389-432, UNESCO.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67, 1167-1179.
- Terenko G. V. 2004. Contemporary state of coastal phytoplankton in the northwestern Black Sea and the role of dinophyte algae. Avtoreferat. dissertatsii kandidata. biologicheskix. nauk, 20s, Sevastopol.
- Thronsen, J. 1997. The planktonic marine flagellates. *In Identifying Marine Phytoplankton* (Editör: C.R. Tomas), s: 591-729, Academic Press, San Diego.

- Tregouboff, G., Rose, M., 1957. *Manuel de planctonologie Mediterraneeenne*. Centre National De la Resherche Scientifique, 587s. Paris.
- Tsarenko, P.M., Wasser, S. P., Nevo, E. 2006. *Algae of Ukraine*. A.R.G. Gantner Verlag, 713s, Koniggstein.
- Türkoglu, M., T. Koray., 2002. Species Succession and Diversity of Phytoplankton in the Neritic Waters of Southern Black Sea (The Bay ofSinop, Turkey). *Turkish Journal Botany*, 26, 235-252.
- UNESCO, 1981. *Tenth report of the joint panel on oceanographic tables and standards*. UNESCO technical papers in marine science- no. 36, Paris.
- Uysal, Z., 1987. Fate and distribution of plankton around the Bosphorus. South-westren Black Sea, Bosphorus, Golden Horn, North- Eastern Marmara and Bay of İzmit. Master Thesis, Metu- IMS, Erdemli, 151s.
- Uysal, Z., 1999. Pigments, size and distribution of synechoccus spp. in the Black Sea. *Journal of Marine Systems*, 24, 313-326.
- Velikova, V., Moncheva S., Petrova, D., 1999. Phytoplankton dynamics and red tides (1987-1997) in the Bulgarian Black Sea. *Water Science and Technology*, 39 (8), 27-36.
- Venrick, E.L. 1978a. Sampling strategies. *In Phytoplankton manual*. (Editör: A. Sournia), s: 7-16, UNESCO, Paris.
- Venrick, E.L. 1978b. Water-bottles. *In Phytoplankton manual*. (Editör: A. Sournia), s: 33-41, UNESCO, Paris.
- Vershinin A., Moruchkov A., Leighfield T., Sukhanova I., Morton S., Pankov S., Ramsdell J. 2005. Species composition and potentially toxic algae of northeast Black Sea coastal phytoplankton in 2000-2002. *Oceanology*, 45, 224-232.
- Yarar, M., Magnin, G. 1997. *Türkiyenin Önemli Kuş alanları*. Doğal Hayatı Koruma Derneği, 98s, İstanbul, Türkiye.
- Yıldız, K., Özkıran, Ü. 1991. Kızılırmak Nehri Diyatomeleleri. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 15, 166-188.
- Yılmaz, C., 2005. Kızılırmak Deltasında meydana gelen erozyonun coğrafi analizi, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, TURQUA-V, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, s:227-234, İstanbul.

- Yunev, O. A., Carstensen, J., Moncheva, S., Khaliulin, A., Ærtebjerg, G., Nixon, S. 2007. Nutrient and phytoplankton trends on the western Black Sea shelf in response to cultural eutrophication and climate changes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74, 63-76.
- Zaitsev Y. P., Garkavaya G. P., Nesterova D. A., Polischuk L. N. 1989. The Danube – main source of eutrophication of the Black Sea. *Gidrobiologicheskyyi. Zhurnal*, 25 (4), 21 – 24.
- Zaitsev, Y. P., Alexandrov, B. G. 1998. *Black Sea Biological Diversity*. Black Sea Environmental Series, Vol. 7. United Nations Publications, 351s, New York.
- Zingone, A., Enevoldsen, H.O. 2000. The diversity of harmful algal blooms: a challenge for science and management. *Ocean and Coastal Management*. 43, 725-728.
- Zingone, A., Percopo, I., Sims, P. A., Sarno, D. 2005. Diversity in the genus *Skeletonema* (Bacillariophyceae). I. A reexamination of the type material of *S. costatum* with the description of *S. grevillei* sp. Nov. *Journal of Phycology*, 41, 140-150.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Özgür Baytut  
Doğum Yeri: Samsun  
Medeni Hali: Evli  
Yabancı Dil: İngilizce

### Eğitim Durumu:

Samsun Anadolu lisesi, 1991-1994.

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 1996-2000.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,  
Hidrobiyoloji ABD, 2001-2004.

### Çalıştığı Kurum:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,  
Hidrobiyoloji ABD, 2002-.

### İletişim Bilgileri:

Adres : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji  
Bölümü, Atakent- Samsun.

E-posta: obaytut@gmail.com, obaytut@omu.edu.tr

Tel: 362 312 19 19 (5142)

Samsun-2010