

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

HALİÇ’TE FİTOPLANKTON KOMPOZİSYONUNUN
ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ (2018-2019)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sebahat ŞEMİN
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı

Danışman
Prof. Dr. Seyfettin TAŞ

ARALIK, 2020

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım “HALİÇ’TE FİTOPLANKTON KOMPOZİSYONUNUN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ (2018-2019)” başlıklı YÜKSEK LİSANS tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
- Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri bilimsel etik ve ahlak kuralları çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlış davranmadığımı,
- Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere ve doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
- Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu,
- Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi

bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

12.11.2020

Sebahat ŞEMİN

ÖNSÖZ

Bu çalışma Haliç'te fitoplankton tür kompozisyonu ve komünite yapısının zamana ve mekana bağlı değişimlerini incelemek amacıyla Ekim 2018-Eylül 2019 dönemleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalarım süresince tezimin planlamasından oluşumuna kadar her aşamasında her türlü bilgi, deneyim ve tecrübelerini, ilgi ve desteğini bir an olsun esirgemeyen ve büyük bir özveriyle bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Seyfettin TAŞ'a, çalışma sahasında emeği geçen ve deneyimlerinden yararlandığım hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Fuat DURSUN ve Doç. Dr. Denizhan VARDAR'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi her türlü yanımda olan aileme özellikle de yüksek lisans eğitimi konusunda beni cesaretlendiren ve en büyük destekçim sevgili eşim Mikail ŞEMİN'e çok teşekkür ederim. Ayrıca tüm bu süreçte evde beni sabırla bekleyen küçük destekçim biricik oğlum Akın ŞEMİN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırma ve çalışmalarım için ihtiyaç duyduğum tüm saha ve laboratuvar olanaklarından yararlandığım İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'ne teşekkür ederim. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmaları İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2018-29305 no'lu Normal Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	i
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Denizel Ekosistemlerde Fitoplanktonun Rolü ve Önemi	1
1.2. Haliç'te Rehabilitasyon Çalışmaları	2
1.3. Dünyadaki Diğer Haliçlerde Yapılan Fitoplankton Çalışmaları	3
1.4. Geçmiş Yıllarda İstanbul Haliç'inde Yapılan Fitoplankton Çalışmaları	4
1.5. Bu Çalışmanın Amacı ve Önemi	5
2. MATERİYAL VE METOT	7
2.1. Çalışma Alanı ve Örneklem İstasyonları	7
2.2. Çevresel Parametrelerin Analizleri	8
2.3. Fitoplankton Analizleri	8
2.4. Veri Analizleri	10
3. BULGULAR	12
3.1. Çevresel Parametreler	12
3.1.1. Sıcaklık, tuzluluk ve görünürlük.....	12
3.1.2. Çözünmüş oksijen, pH ve klorofil-a	13
3.2. Fitoplankton Dağılımı	16
3.2.1. Kalitatif analiz sonuçları	16
3.2.1.1. Plankton kepçe örnekleri	20
3.2.1.2. Deniz suyu örnekleri	28
3.2.2. Kantitatif analiz sonuçları	39
3.2.2.1. Fitoplanktonun aylara göre bolluk değerleri	39
3.2.2.2. İstasyonlara göre fitoplankton bolluk değerleri	43
3.2.3. Fitoplankton bolluğuna bağlı grup kompozisyonu	46
3.2.4. Fitoplankton aşırı çoğalma olayları	48
3.2.5. Potansiyel toksik türler	49
3.3. Veri Analizleri	55
3.3.1. Ekolojik indeksler	55
3.3.2. Korelasyon analizleri	58
3.3.3. Tek yönlü varyans analizleri (ANOVA).....	60
3.3.4. Bray Curtis benzerlik analizleri	61
3.3.5. Çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizleri	61
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	63
4.1. Çevresel Parametrelerin Değerlendirilmesi	63
4.2. Fitoplankton Dağılımının Değerlendirilmesi	66
4.3. Fitoplankton Aşırı Çoğalma Olayları	68
4.4. Veri Analizlerinin Değerlendirilmesi	71
KAYNAKLAR	74

ÖZGEÇMİŞ	78
FORMLAR	
Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygunluk Formu ve Eki	



ÖZET

HALIÇ'TE FITOPLANKTON KOMPOZİSYONUNUN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ (2018-2019)

Sebahat ŞEMİN

Bu çalışmada Haliç'te Ekim 2018 ile Eylül 2019 arasını kapsayan dönemde fitoplankton tür kompozisyonu ve komünite yapısının aylık değişimleri incelenmiştir. Örnekleme periyodu boyunca fitoplanktonun kalitatif ve kantitatif dağılımı eş zamanlı olarak ölçülen bazı fizikokimyasal parametreler ile birlikte değerlendirilmiştir. Yapılan mikroskobik incelemelerde fitoplankton komünitesinde diyatom, dinoflagellat ve diğer fitoflagellat grupları ile bazı tatlı su formları dahil toplam 150 takson tayin edilmiştir. Bunlardan 18 tür çalışma alanında ilk kez kaydedilmiştir. İlkbahar-yaz döneminde diyatom *Skeletonema* spp., kriptomonad *Plagioselmis prolunga*, rafidofit *Heterosigma akashiwo* ve öglenofitler *Eutreptia* sp. ve *Eutreptiella marina* aşırı çoğalma meydana getirmiştir. Çalışma dönemi boyunca fitoplankton komünitesi içinde 13 adet potansiyel toksik tür saptanmıştır. Bunlar arasında *Alexandrium* cf. *minutum*, *Alexandrium* cf. *catenella* ve *Dinophysis infundibulum* Haliç'te ilk kez kaydedilmiştir. Fitoplanktonekolojik indeks değerleri mevsimsel ve istasyonlar arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Toplam fitoplankton bolluğu ile sıcaklık arasında pozitif bir ilişki ($p<0.01$) bulunurken, tür çeşitliliği (H') ile sıcaklık arasında negatif bir ilişki ($p<0.01$) bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizlerine (ANOVA) göre çevresel parametrelerin aylara ve istasyonlara göre değişim gösterdiği görülmüştür. Bray-Curtis benzerlik analizleri fitoplankton komünitesinde aylık olarak %60'ın üzerinde benzerlik gösteren iki önemli grubun olduğunu göstermiştir. Çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizlerine göre fitoplanktonun mevsimsel olarak farklı bir komünite yapısı sergilediği tespit edilmiştir. Sonuçlar, fitoplankton kompozisyonunun çevresel koşullara bağlı olarak zamansal-mekansal değişimlere sahip olduğunu ve deniz araştırmalarında fitoplanktonun iyi bir indikatör organizma olabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Fitoplankton, alg aşırı çoğalması, ekolojik indeksler, indikatör organizma, Haliç

ABSTRACT

TEMPORAL VARIATION OF PHYTOPLANKTON COMPOSITION IN THE GOLDEN HORN ESTUARY (2018-2019)

Sebahat ŞEMİN

In this study, the monthly changes of phytoplankton species composition and community structure in the Golden Horn Estuary between October 2018 and September 2019 were examined. During the sampling period, the qualitative and quantitative distributions of phytoplankton were evaluated together with some physicochemical parameters measured simultaneously. A total of 150 taxa belonging to diatoms, dinoflagellates, other phytoflagellates and some freshwater forms were identified in the phytoplankton community through the microscopic examinations. 18 species of these were recorded for the first time in the study area. The diatom *Skeletonema* spp., cryptomonad *Plagioselmis prolonga*, raphidophyte *Heterosigma akashiwo* and euglenophytes *Eutreptia* sp. and *Eutreptiella marina* formed blooms in the spring-summer period. During the study period, 13 potentially toxic species were identified within the phytoplankton community. Among these, *Alexandrium* cf. *minutum*, *Alexandrium* cf. *catenella* and *Dinophysis infundibulum* were recorded for the first time in the Golden Horn Estuary. The phytoplankton ecological index values showed significant differences between seasons and stations. A positive correlation ($p < 0.01$) was found between total phytoplankton abundance and temperature, while a negative correlation ($p < 0.01$) was found between species diversity (H') and temperature. It was observed that environmental parameters varied by months and stations according to one-way analysis of variance (ANOVA). The Bray-Curtis similarity analysis showed that there are two important groups in the phytoplankton community having a monthly similarity of over 60%. It has been determined that phytoplankton exhibit a seasonally different community structure according to the multidimensional scaling (MDS) analysis. The results revealed that the phytoplankton composition has a spatio-temporal variationsin associated with environmental factors and phytoplankton may be as a good indicator organism in the marine research.

Keywords: Phytoplankton, algal bloom, ecological index, indicator organism, Golden Horn

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Çalışma dönemi boyunca ölçülen çevresel parametrelerin aylara göre minimum, maksimum ve ortalama değerleri.....	14
Tablo 2. Çalışma dönemi boyunca tespit edilen fitoplankton taksonlarının genel listesi ile su ve kepçe örneklerindeki dağılımları	16
Tablo 3. Plankton kepçe örneklerinde belirlenen fitoplankton taksonlarının aylara göre dağılımı, frekans (<i>f</i>) yüzdeleri ve frekans grupları	21
Tablo 4. Su örneklerinde belirlenen fitoplankton taksonlarının aylara göre dağılımı, frekans (<i>f</i>) yüzdeleri ve frekans grupları	29
Tablo 5. Çalışma dönemi boyunca alınan su örneklerinde tespit edilen fitoplankton taksonlarının istasyonlara göre dağılımı	34
Tablo 6. Aylara göre istasyonlardaki en yüksek fitoplankton bolluk değerleri	44
Tablo 7. Çalışma dönemi boyunca tespit edilen potansiyel toksik türler ile bilinen toksik etkileri, (Moestrup ve diğerleri, 2009), gözlemlendiği aylar, istasyonlar ve en yüksek bolluk değerleri ($\times 10^3$ hücre L^{-1})	50
Tablo 8. Çevresel faktörler ile fitoplankton bolluğu, tür sayısı (<i>S</i>) ve tür çeşitliliği (<i>H'</i>) arasındaki Spearman sıra korelasyon katsayıları	59
Tablo 9. Çevresel verilerde zamansal ve mekansal olarak elde edilen tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	60

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme istasyonları	8
Şekil 2. Apstein tipi plankton kepçesi	10
Şekil 3. Çalışma döneminde ölçülen çevresel parametrelerin istasyonlara göre ortalama değerleri	15
Şekil 4. Çalışma döneminde ölçülen çevresel parametrelerin aylara göre ortalama değerleri	15
Şekil 5. Plankton kepçe örneklerinde tespit edilen türlerin fitoplankton gruplarına göre dağılımı.....	20
Şekil 6. Plankton kepçe örneklerinde belirlenen fitoplankton tür sayısının gruplara göre aylıkdağılımları	21
Şekil 7. Plankton kepçe örneklerinde tespit edilen türlerin frekans gruplarına göre dağılımları	27
Şekil 8. Su örneklerinde tespit edilen türlerin fitoplankton gruplarına göre dağılımı	28
Şekil 9. Su örneklerinde tespit edilen fitoplankton tür sayısının aylara göre grup kompozisyonu	29
Şekil 10. Su örneklerinde tespit edilen fitoplankton tür sayısının istasyonlaragöre grup kompozisyonu	34
Şekil 11. Su örneklerinde tespit edilen türlerin frekans gruplarına göre dağılımları	38
Şekil 12. Örnekleme istasyonlarında fitoplankton bolluğunun aylara göre dağılımları	42
Şekil 13. Örnekleme istasyonlarında belirlenen fitoplankton bolluğunun gruplara göre dağılımı	45
Şekil 14. Fitoplankton bolluğuna bağlı grup kompozisyonunun aylara ve istasyonlara göre değişimi	47
Şekil 15. Çalışma dönemi boyunca fitoplankton aşırı çoğalma olayına neden olan türlerin ışık mikroskobu görüntüleri	49
Şekil 16. Çalışma dönemi boyunca alınan su ve kepçe örneklerinde tespit edilen bazı diyatom türlerinin ışık mikroskobu görüntüleri	51
Şekil 17. Çalışma dönemi boyunca alınan su ve kepçe örneklerinde tespit edilen bazı dinoflagellat türlerinin ışık mikroskobu görüntüleri	53
Şekil 18. Fitoplankton komünitesindeki ekolojik indeks değerlerinin aylık değişimleri	57
Şekil 19. Bray-Curtis benzerlik analizine göre istasyonlar arası kümelenme dağılımı	61
Şekil 20. Çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizlerine göre fitoplankton komünite yapısının aylara ve istasyonlara göre ordinasyonu	62

SİMGE LİSTESİ

N	: Azot
P	: Fosfor
km	: Kilometre
L	: Litre
m	: Metre
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
µg	: Mikrogram
µg L⁻¹	: Mikrogram/Litre
µm	: Mikrometre
mg	: Miligram
mg L⁻¹	: Miligram/Litre
ml	: Mililitre
mm²	: Milimetrekare
psu	: Practical Salinity Unit (Tuzluluk birimi)
°C	: Santigrad derece
cm	: Santimetre

KISALTMA LİSTESİ

ANOVA	:Tek yönlü Varyans Analizi (Analysis of Varyans)
ÇO	:Çözünmüş Oksijen
HPLC	:High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı SıvıKromatografi)
İSKİ	:İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
Kl-a	:Klorofil-a
MDS	:Multi Dimensional Scalling (Çok Boyutlu Ölçeklendirme)
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences
UNEP/MAP	:United Nations Environment Programme/ Mediterranean Action Plan (Birleşmiş Milletler Çevre Programı/Akdeniz Aksiyon Planı)
WoRMS	:World Register of Marine Species (Dünya Deniz Türleri Listesi)

1. GİRİŞ

1.1. Denizel Ekosistemlerde Fitoplanktonun Rolü ve Önemi

Sucul ortamların verimliliğinin ve ekolojik yapılarının belirlenmesinde plankton araştırmaları büyük bir rol oynamaktadır. Fitoplankton sucul ortamlarda yaşayan, hareket organeli olsa bile genellikle suyun hareketi ile pasif olarak yer değiştirebilen mikroskobik bitkisel canlılardır (Cirik ve Gökpınar, 1993). Büyüklüklerine göre sınıflandırmada fitoplanktonik organizmaların birçoğu üç grup altında değerlendirilmektedir. Bunlar; nanoplankton (2-20 μm), mikrop plankton (20-200 μm) ve mesoplankton (200 μm -2 mm) olarak bilinmektedir (Sieburth, 1978). Fitoplankton, diğer bir açıdan bakteriyoplanktondan ökaryotik özellikte olmasıyla ayrılan bir hücreli ya da zincir koloni oluşturan organizmaların yer aldığı plankton grubu olarak da tanımlanmaktadır (Koray, 2002).

Sucul ekosistemlerde fitoplankton önemli roller üstlenmektedir. Fitoplanktonun sucul ortamlardaki en önemli rollerinden biri fotosentez yaparak bulunduğu ortama oksijen vermesidir (Field ve diğerleri, 1998). Fitoplankterler besin zincirinde inorganik materyalden organik maddeyi üreten birincil üreticilerdir. Fotosentez sürecinde su ve karbondioksitten organik maddeyi üretmek için ışık enerjisi kullanılır. Daha sonra su moleküllerinin parçalanmasıyla son ürün olarak O_2 serbest kalır. Organik maddenin oluşumu dolayısıyla diğer canlılar için besin kaynağını meydana getirirler ve oksijenin serbest kalmasıyla da diğer canlıların solunumuna imkan verirler (Sommer, 1996).

Besin zincirinin ilk halkasını oluşturan bu organizmalar, sucul komüniteler için en önemli besin kaynağıdır. Fitoplanktonun sucul ortamlardaki temel organik üreticiler olmaları, bunların ekolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini çalışmak için yeterli nedenlerdir (Cirik ve Gökpınar, 1993). Sucul ekosistemlerde birincil üreticiler olarak bilinen fitoplanktonik organizmalar, bulundukları ortamlarda meydana gelen fizikokimyasal değişimlere ani reaksiyonlar vermeleri nedeniyle, su kalitesi izleme çalışmalarında indikatör organizma olarak kullanılmaktadırlar (Ünlü ve diğerleri, 1972). Farklı çevresel şartlardaki değişime duyarlı olduklarından, fitoplankton komünitelerinden elde edilen bilgi sucul

ortamlardaki ötrofikasyon düzeyinin değerlendirilmesine önemli katkı sağlamaktadır (Paerl ve diğerleri, 2007).

1.2. Haliç'te Rehabilitasyon Çalışmaları

Haliç'te kirlilik, 1950'li yıllardan itibaren sanayinin Haliç kıyılarında yoğunlaşması ve Haliç çevresinde düzensiz kentleşmenin artmasıyla başlamıştır. Haliç çevresine kontrolsüzce yerleşen sanayi, altyapısız konutlar ve buna bağlı olarak yeşil alanların azalmasıyla Haliç'in görünümü bütünüyle değişmeye başlamıştır. 1996 yılına gelindiğinde Haliç'te kirlilik ileri evreye çıkarak çevreye yayılan ağır kokular önemli bir sorun oluşturmaya başlamıştır (Baştürk ve diğerleri, 2001). Bu önemli çevre sorununu çözmek ve Haliç'i yeniden kazanabilmek için iyileştirme çalışmaları zorunlu hale gelmiştir.

1994 yılında Haliç Islah Projesi'ne yeniden başlanarak, ilk etapta Haliç'te biriken çamurun uygun şekilde uzaklaştırılması planlanmıştır. Bu proje kapsamında 1997 yılı sonunda Haliç'te biriken dip çamurunun temizlenmesine başlanmıştır. 1999 yılına kadar devam eden bu çalışmalar sonunda Balat-Hasköy ekseninden itibaren dere ağızlarına kadar su derinliğinin en az 4 m olması sağlanmıştır. Ayrıca çevreye yayılan pis kokunun tamamen yok olması, çevresinin yeşil alan ve kültür merkezi olması, canlı hayatın yeniden başlaması, gemi seferlerinin yeniden başlaması da somut sonuçlar olarak sıralanabilir (Baştürk ve diğerleri, 2001).

Bu rehabilitasyon projesi ile Haliç'in güney ve kuzeyinde bulunan ilçelerinden kaynaklanan atık sular, kolektörler vasıtasıyla toplanarak tasfiye tesislerine iletilmekte ve burada ön arıtmadan geçirilerek çelik borularla İstanbul Boğazı'nın dip akıntısına verilmeye başlanmıştır. Böylece Haliç'e gelişigüzel olarak verilen evsel ve endüstriyel atık su girişi önlenerek rehabilitasyon çalışmalarında önemli sonuçlar elde edilmiştir (Eroğlu ve diğerleri, 2001). Ayrıca Haliç'teki tersane yüzer havuzlarının kaldırılması ve Valide Sultan Köprüsü'nün açılması da yüzey suyu sirkülasyonları açısından önemli bir iyileşme sağlamıştır.

2006 yılından itibaren Haliç'in özellikle yukarı kesimlerinde derelerden kaynaklanan kirliliğin giderek artmaya başladığı ve yüksek sedimantasyon hızından dolayı Haliç'in iç kısımlarında derinliğin iki metreye kadar düştüğü tespit edilmiştir. Bu süreçte ölçülen fiziko-kimyasal parametrelerle su kalitesinin net bir şekilde düştüğü, fitoplankton tür çeşitliliğinin azaldığı belirlenmiştir. Bu durum hassas bir ekosisteme sahip olan Haliç'te önlemler

alınmasını gerekli kılmıştır. Bu amaçla, İstanbul Boğazı'ndan Haliç'e deniz suyu verilmesi projesi uygulamaya konulmuş ve bol oksijenli yüksek kalitedeki Karadeniz suyu girişinin sağlanması ve biyoçeşitliliğin artması hedeflenmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İSKİ tarafından 3,5 yılda gerçekleştirilen bu proje kapsamında 5 km'si tünel, 9 km'si dere yoluyla olmak üzere toplamda 14 kilometre mesafeden Haliç'e deniz suyu verilmesi planlanmıştır. Bu proje kapsamında 2012 yılı Kasım ayı itibarıyla günde 260 bin m³ deniz suyu Haliç'e aktarılmaya başlanmıştır.

1.3. Dünyadaki Diğer Haliçlerde Yapılan Fitoplankton Çalışmaları

Haliçler bir koldan deniz suyu, diğer koldan da derelerden tatlı su ile beslenmesi ve bunun sonucu olarak besin zenginliğine sahip olmalarından dolayı içerisinde zengin bir ekosistem içerdikleri için ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada da bilim insanlarının çalışmalarına konu olmuştur.

Adriyatik Denizi'n de yer alan Krka ve Zrmanja haliçlerinde yapılan çalışmalarda fitoplankton kompozisyonu üzerinde sıcaklık, tuzluluk, görünürlük ve besin maddesi gibi çevresel faktörlerin çok önemli bir rolünün olduğu ileri sürülmüştür (Cetinić ve diğerleri, 2006; Burić ve diğerleri, 2007).

İber Yarımadasının güneybatısında yeralan Guadiana halicinde fitoplankton gelişimi ve üremesi üzerinde sınırlayıcı besinlerin etkisi araştırılmıştır. Antropojenik etkiler ortama N ve P girdisine sebep olacağından dolayı fitoplankton gelişiminde ve çeşitliliğinde değişimlere sebep olacaktır (Domingues ve diğerleri, 2010).

Guadiana halicinde 1996-2005 yılları arasında yapılan diğer önemli bir çalışma ise fitoplanktondaki yıllık ve mevsimsel değişimler, iklim etkisi ve çevresel etkiler araştırılmıştır. Bu çalışmada mevsimsel iklim değişikliklerinin beraberinde getirdiği su hareketlerindeki ve besindeki değişimin fitoplankton üzerinde de değişimlere sebep olduğunu göstermektedir (Barbosa ve diğerleri, 2010).

Guadiana halicinde 2011 yılında yapılan diğer bir çalışmada; baraj yapımından sonra fitoplankton kompozisyonunda, üreme ve gelişiminde ne gibi değişimler olduğunu ve fitoplankton dinamiklerini ışık, besin ve nehir akışı ve benzeri çevresel etmenlere göre açıklamak amacı ile bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda baraj yapımından kaynaklanan çevresel bozulmanın besin kompozisyonunda, ışık varlığında ve bunların etkisi

ile fitoplankton üzerinde değişimlere sebep olduğu görölmüştür (Domingues ve diğerleri, 2011).

Kültürel ötrofikasyonun potansiyel etkilerine dikkat çekmek amacı ile Guadiana halicinde çalışmalar yapılmış ve nitrat ve amonyumun fitoplankton gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda bilim insanlarının ön görüleri, Guadiana halicinde meydana gelen ötrofikasyondaki artış kaynaklı ve kentsel atık sulardan dolayı amonyum kaynaklı azot girişlerinin artması, fitoplankton gruplarında baskınlığın siyanobakteriler ve yeşil alglere doğru yönelebileceğidir (Domingues ve diğerleri, 2011).

1999 ve 2000 yılları arasında Neretva Nehri halicinde fitoplankton gruplarından biri olan diyatomların mevsimsel dağılımı incelenmiştir. Söz konusu çalışmada Nisan, Ağustos ve Ekim aylarında en yüksek bolluk ve Kasım ayında da en düşük bolluk kaydedilmiştir. Genellikle aşırı çoğalma zamanında birden fazla diyatom türünün baskınlığı görölmüş ve bunun sebebinin Neretva Nehri halicinin ekosisteminde sık aralıklarla ve hızlı bir şekilde gerçekleşen çevresel parametreler olduğu belirtilmiştir (Jasprica ve diğerleri, 2012).

1.4. Geçmiş Yıllarda İstanbul Haliç’inde Yapılan Fitoplankton Çalışmaları

Geçmiş yıllarda İstanbul Haliç’inde fitoplankton dağılımı ile ilgili olarak yapılan önemli çalışmalardan biri, Ekim 1985 ile Ocak 1987 tarihleri arasında ikişer aylık dönemler halinde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde Haliç’te yüzey tabakasının (0–3 m) kirli oluşu ve yüksek askıda katı madde içeriği nedeniyle yüzey suyu örneklemesinin mümkün olmadığı için çalışmada 10, 20 ve 30 metre derinliklerden alınan su örneklerindeki diyatom türlerinin kompozisyonu ve bolluğu incelenmiştir (Uysal ve Ünsal, 1996).

1995 yılında aylık dönemler halinde Haliç’te fitoplankton üzerine yapılan araştırmada saptanan 24 türün Galata-Unkapanı kısmında dağılım yaptığı belirlenmiştir. Daha iç kısımlara doğru ise anoksik koşulların artmasından dolayı tür çeşitliliğinin ve yoğunluğunun hızla düştüğü, Haliç Köprüsü’nden ileriye doğru ise aşırı askıda katı madde yükü ve sedimantasyona bağlı olarak su örneklemesinin mümkün olmadığı belirtilmiştir (Taş ve Okuş, 2003).

1997 yılında başlayan iyileştirme çalışmalarını takiben yapılan çalışmalarda fitoplankton dağılımı incelenmiştir. Bu çalışmaya göre kirlenmenin yüksek olduğu 1998-2000 yılları arasında bölgenin fitoplankton tür kompozisyonu ve bolluk yönünden fakir olduğu ve iç kesimlerde siyanobakteriler dışında fitoplanktona nadir rastlandığı ileri sürölmektedir (Taş,

2003; Taş ve diğerleri, 2006). Haliç'te temizleme çalışmalarının büyük oranda tamamlandığı Haziran 2000'den itibaren fitoplankton komünitesinde hem tür hem de birey sayısı yönünden ani artışlar meydana gelmiştir. Bu artışlar özellikle Haliç'in orta ve yukarı bölümlerinde çoğu zaman aşırı çoğalma seviyesine ulaşmıştır. Bu aşırı çoğalma olayları sırasında Haliç'e yeni giren türlerin olduğu ve bunlar arasında bazı potansiyel toksik ya da zararlı türlerin varlığı saptanmıştır (Taş ve diğerleri, 2009; Taş ve Okuş, 2011). Haliç'te yapılan bir diğer çalışmada, Haliç ekosisteminin mevcut ekolojik kalite durumu biyotik indekslere dayalı olarak değerlendirilmiştir (Albayrak ve diğerleri, 2010).

2007 yılında yürütülen çalışmalar kapsamında alınan su örneklerinde fitoplankton kompozisyonu incelenmiştir. Haliç'in özellikle iç kesimlerinde gözlenen renk değişimine neden olan alg aşırı çoğalmaları ve buna neden olan türler ile birlikte mevcut çevresel koşullar araştırılmıştır (Taş, 2015).

Potansiyel zararlı mikroalg türlerinin dağılımı ve aşırı üreme dinamikleri 2009-2010 yılları arasında yürütülen bir proje ile incelenmiştir. Bu çalışmada özellikle ilkbahar ve yaz aylarında Haliç'te meydana gelen aşırı çoğalma olayları detaylı bir şekilde araştırılmış ve Haliç'te aşırı üremeye neden olabilecek ortam koşullarının genellikle mevcut olduğu bildirilerek bu konunun önemine vurgu yapılmıştır (Taş ve Yılmaz, 2015).

2011-2012 yılları arasında yürütülen bir proje kapsamında ise haliç yüzey suyundaki fitoplankton bolluğu ve tür çeşitliliğinin aylık değişimleri çevresel faktörlerle ilişkili olarak incelenmiştir. Bu çalışmada da Haliç'te fitoplankton dağılımına etki eden temel çevresel faktörlerin sıcaklık, tuzluluk, ışık geçirgenliği ve besin elementleri olduğu ileri sürülmüştür (Dursun ve Taş, 2019). 2013-2014 yılları arasında gerçekleştirilen bir projede İstanbul Boğazı'ndan Haliç'e verilen deniz suyunun fitoplankton kompozisyonu üzerine etkileri fizikokimyasal parametreler ile birlikte araştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında değişen bazı çevresel koşulların fitoplankton gelişimini desteklediği belirtilmiş, özellikle ilkbahar ve yaz aylarında farklı fitoplankton gruplarına ait türlerde sık aralıklarla meydana gelen aşırı çoğalma olayları detaylı bir şekilde incelenmiştir (Taş, 2019).

1.5. Bu Çalışmanın Amacı ve Önemi

İstanbul'un tarihsel olarak en güzel yerlerinden biri olan Haliç, 1950'li yıllardan itibaren gelişen sanayileşme ve bununla birlikte plansız kentleşmenin Haliç çevresinde yoğunlaşmasına bağlı olarak 1980'li yıllara gelindiğinde büyük bir kirlilik sorunu ile karşı

karşıya kalmıştır. Bu durum zaman içerisinde Haliç'teki kirliliğin giderilmesi ve yeniden kazanılması için çok ciddi projeler uygulanmasını gerektirmiştir. Yapılan iyileştirme çalışmalarının sonunda Haliç'te kirlilik sorununun büyük oranda çözüldüğü ve su kalitesinde iyileşmeler olduğu gözlenmiştir. Bu süre zarfında çeşitli dönemlerde fitoplankton araştırmaları yapılarak Haliç'teki değişimin izlenmesi hedeflenmiş ve elde edilen sonuçlarda fitoplanktonun sucul ekosistemler için çok iyi bir indikatör olacağına dair bilgiler elde edilmiştir.

Bu çalışmada ise Ekim 2018'den Eylül 2019'a kadar olan bir yıllık dönemde alınan su örneklerindeki fitoplankton komünitesinin yapısı ve tür kompozisyonunun zamana ve mekana bağlı değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda fitoplankton tür çeşitliliğinde ve bolluğunda meydana gelen mevsimsel değişimlerin, alg aşırı çoğalma olaylarının ve potansiyel zararlı türlerin dağılımları, geçmiş dönem verileriyle karşılaştırılarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Fitoplanktonik organizmaların çeşitliliğinde ve bolluğunda meydana gelen zamana bağlı değişimler bu canlılar ile beslenen besin zincirinin diğer üst basamaklarındaki canlıları da etkileyeceğinden, bu organizmaların incelenmesi ile Haliç'te sucul ortamın verimliliği hakkında anlamlı bilgiler elde edilerek bu çalışmaların bundan sonraki çalışmalar için de önemli bir kaynak olarak kullanılacağı düşünülmektedir.

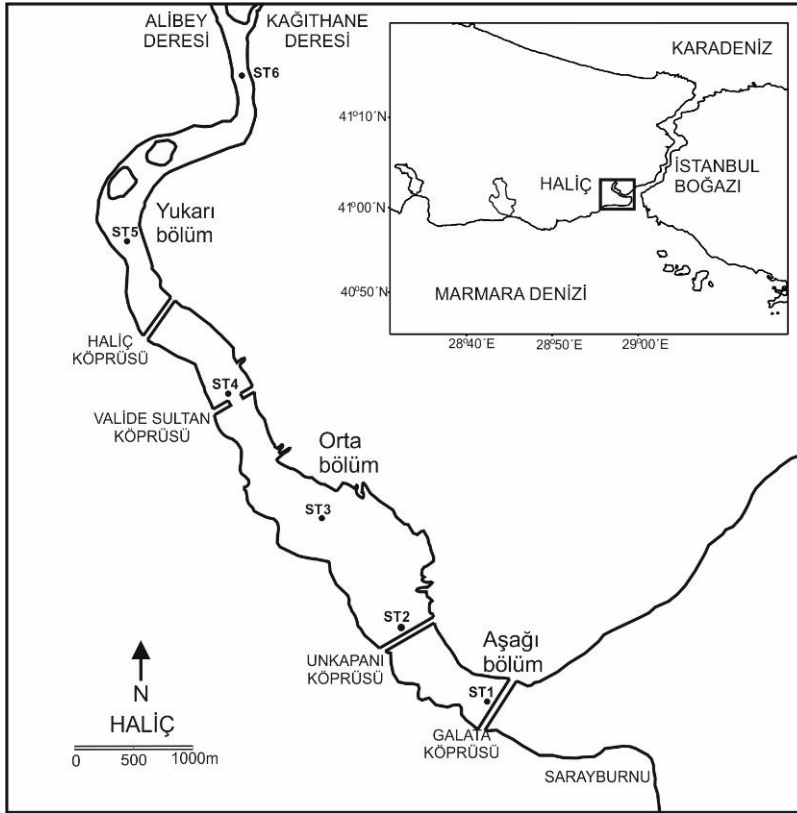
2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Alanı ve Örneklem İstasyonları

Marmara Denizi'nin kuzeydoğusunda Çatalca Yarımadası'nda yer alan Haliç yaklaşık olarak $2,5 \times 10^6$ m²'lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 1). Kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan, 7,5 km uzunluğunda bir menderes şeklindedir. Haliç'in en geniş yeri 700 metreyi bulan iç kesimlerindeki Kasımpaşa-Cibali arasındır. İstanbul Boğazı'na açılan ağız kısmında genişliği 1010 metreye yaklaşır (Baştürk ve diğerleri, 2001). Haliç'in en önemli özelliklerinden birisi kuzeyinde bulunan Alibey ve Kağıthane derelerinin buraya akmasıdır. İstanbul Boğazı yönüne doğru derinliği artan Haliç'in en derin yeri Galata Köprüsü ile Atatürk Köprüsü arasında 42 metredir. İç kesimlerinde ise derinlik iyice azalmakta ve 2 metre civarına düşmektedir. Haliç'te yaklaşık 25 metre derinlikte bir üst tabaka ve genellikle 25 metreden daha derinde kalan alt tabaka olmak üzere, iki tabakalı bir sistem mevcuttur (Sur ve diğerleri, 2001).

Deniz suyu örneklemeleri önceden belirlenen 6 istasyondan Nisan ve Mayıs aylarında ayda iki kez, diğer aylarda ise ayda bir kez olmak üzere yapılmıştır. Bu istasyonlar Haliç'in hidrografik özelliklerine göre aşağı bölüm (ST1), orta bölüm (ST2 ve ST3) ve yukarı bölüm (ST4, ST5 ve ST6) olmak üzere üç bölümde değerlendirilmiştir (Şekil 1). Derinlik ST1'den ST6'ya doğru giderek azalmaktadır: ST1'de 40 m olan derinlik, ST2'de 32 m, ST3'te 14 m ve diğer istasyonlarda 4 metrenin altına düşmektedir. Harita üzerindeki istasyonların mevkileri ve koordinatları aşağıda verilmiştir:

ST1: Galata Köprüsü	(41°01.32'N, 28°58.45'E)
ST2: Unkapanı Köprüsü	(41°01.47'N, 28°57.89'E)
ST3: Camialtı	(41°01.94'N, 28°57.99'E)
ST4: Valide Sultan	(41°02.42'N, 28°56.92'E)
ST5: Eyüp-Sütlüce	(41°02.92'N, 28°56.41'E)
ST6: Adalar Sonrası	(41°03.37'N, 28°56.66'E)



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme istasyonları

2.2. Çevresel Parametrelerin Analizleri

Çevresel parametrelerden olan sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen ve pH değerleri YSI Professional Pro Plus model bir multiparametre cihazı ile deniz suyu örnekleme sırasında yüzeyden anlık olarak ölçülmüştür. Deniz suyundaki ışık geçirgenliği ise 30 cm çapında beyaz renkteki Seki diskiyle ölçülmüştür. Klorofil-a (Kl-a) konsantrasyonu aseton ekstraksiyonu yöntemiyle HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Mantoura ve Llewelyn, 1983; Barlow ve diğerleri, 1993).

2.3. Fitoplankton Analizleri

Fitoplanktonun kantitatif analizleri için 6 istasyondan Niskin şişeleri kullanılarak yüzey suyu örnekleri alınmıştır. Niskin şişelerinden alınan 250 ml su örneğine 0,5 ml asidik lugol solüsyonu eklenerek analiz edilinceye kadar serin ve karanlık bir ortamda korunmuştur (Thronsen, 1978). Daha sonra plankton yoğunluğuna bağlı olarak 25 veya 50 ml su örneği alınarak laboratuvarda Utermöhl sedimentasyon yöntemiyle en az bir gün süreyle çöktürülmüştür (Utermöhl, 1958). Daha sonra Utermöhl sedimentasyon kamerası ile Leica

DMIL LED model faz-kontrast ekipmanlı inverted mikroskop altında uygun büyütmeleler kullanılarak tür tayinleri ve hücre sayımları yapılmıştır. Sayım sonuçları litredeki hücre sayısı olarak (C) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (UNEP/MAP, 2005) :

$$C = (N \times 1000 \times A)/(n \times v \times a), \text{ burada:}$$

N = Tüm alanlarda sayılan toplam hücre sayısı

A = Sedimentasyon kamarası tabanının yüzey alanı (mm^2)

n = Hücre sayımları yapılan alan sayısı

v = Örnek hacmi (ml)

a = Görme alanının yüzey alanı (mm^2)

Fitoplanktonun kalitatif analizleri için 20 μm göz açıklığına sahip plankton bezi olan, 10 cm ağız genişliğinde ve 1 m boyunda Apstein tipi bir plankton kepçesi kullanılmıştır (Şekil 2). Plankton çekimleri vertikal olarak ST1 ve ST2 istasyonlarında 15 metreden yüzeye, ST3 istasyonunda ise 10 metreden yüzeye yapılmıştır. Su derinliğinin 4 metre ve daha az olduğu ST4, ST5 ve ST6 istasyonlarında ise yüksek miktardaki partikül maddeden dolayı yeterli filtrasyon sağlanamayacağı için plankton kepçe örnekleri alınamamıştır. Alınan kepçe örnekleri opak plastik kaplarda boraksla tamponlanmış % 4'lük formaldehitte fikse edilerek analiz edilinceye kadar serin ve karanlık bir ortamda korunmuştur. Plastik kaplardaki kepçe örnekleri hafifçe çalkalanarak homojen hale getirildikten sonra alınan birkaç damla su örneği lam ve lamel arasına konarak Leica DM 2500 model ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Uygun büyütmeleler kullanılarak fitoplankton türlerinin morfolojik özelliklerine göre tür tayinleri yapılmış ve her bir örnekteki tür sayısı belirlenmiştir.

Gerekli durumlarda tür tayinlerinde kullanılmak üzere her iki ışık mikroskobuyla bütünleşik çalışabilen gelişmiş görüntü işleme programları (Leica DFC kamera sistemi-Leica Application Suite V3) kullanılarak önemli türlerin yüksek çözünürlükte fotoğrafları çekilmiştir. Tür tayinlerinde Cupp (1943), Delgado ve Fortuna (1991), Dodge (1985), Drebes (1974), Hendey (1964), Tomas (1997) ve Hoppenrath ve diğerleri (2009) kaynak olarak kullanılmıştır. Zararlı türlerin belirlenmesinde Hallegraeff (2002), Hallegraeff ve diğerleri (2003) ve Moestrup ve diğerleri (2009)'nden yararlanılmıştır. Bu çalışmada tayin edilen fitoplankton türleri Marmara Denizi'nin en son oluşturulan fitoplankton tür listesinde (Balkıs ve Taş, 2016) kontrolleri yapılarak teyit edilmiştir. Fitoplankton türlerinin güncel taksonomik

isimlendirmelerini kontrol etmek için AlgaeBase ve WoRMS (World Register of Marine Species) veri tabanları kullanılmıştır.



Şekil 2. Apstein tipi plankton kepçesi

2.4. Veri Analizleri

Fitoplankton türlerinin çalışma alanındaki görülme sıklığı (Frekans) şu formüle göre hesaplanmıştır: $F = N_a \times 100 / N_n$. Buradaki N_a = A türünü içeren örnekleme sayısı, N_n = Tüm örnekleme sayısıdır. Elde edilen sonuçlar sıklık bakımından *nadir bulunan türler* (%1-20), *seyrek bulunan türler* (%21-40), *genellikle bulunan türler* (%41-60), *çoğunlukla bulunan türler* (%61-80) ve *devamlı türler* (%81-100) olmak üzere beş grupta incelenmiştir (Kocataş, 1996).

Fitoplankton komünite yapısının belirlenmesi amacıyla aşağıdaki ekolojik indeksler uygulanmıştır: Shannon & Weaver çeşitlilik indeksi (H'), Margalef tür zenginliği indeksi (d), Pielou's evenness düzenlilik indeksi (J) (Clarke ve Gorley, 2001) ve Dominance baskınlık indeksi (D) (Hammer ve diğerleri, 2001).

Fitoplankton dağılımı açısından istasyonlar arasındaki kümelenmenin belirlenmesinde Bray-Curtis benzerlik analizleri (Clarke ve Gorley, 2001) uygulanarak %60'ın üzerinde benzerlik gösteren gruplar dikkate alınmıştır.

İstasyonlar ve aylar arasında fitoplankton komünite yapısının ordinasyonu için Bray Curtis benzerliği kullanılarak çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizi uygulanmıştır (Clarke ve Gorley, 2001). Buna göre fitoplankton komünitesi açısından birbirine yakın olan istasyonlar ve aylar ayrı gruplar halinde belirtilmiştir.

Çevresel parametreler ile fitoplankton arasındaki ilişkiler verilerin doğal logaritmaya transformasyonunu takiben Spearman sıra korelasyon katsayıları (ρ) SPSS programı (IBM SPSS Statistics 21) kullanılarak analiz edilmiş ve anlamlı bulunan katsayılar bir tablo halinde verilmiştir.

Çevresel parametrelerden elde edilen verilerin zamansal ve mekansal olarak değişimini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizleri (ANOVA) SPSS programı (IBM SPSS Statistics 21) kullanılarak uygulanmıştır. Fiziksel ve kimyasal etkenlerdeki değişimler aylar ve istasyonlar arasında incelenmiştir. Analiz öncesi veriler logaritmik transformasyonla normalize edilerek elde edilen sonuçlar tablo halinde verilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Çevresel Parametreler

3.1.1. Sıcaklık, tuzluluk ve görünürlük

Bu çalışma döneminde Haliç'te ölçülen yüzey suyu sıcaklık değerleri aylara ve istasyonlara göre belirgin farklılıklar göstermiştir. Yüzey suyunda ölçülen en düşük sıcaklık değeri ST1 ve ST2 istasyonlarında Şubat ayında 7,2°C olarak ölçülürken, en yüksek değer ise ST6 istasyonunda Temmuz ayında 26,1°C olarak ölçülmüştür. Özellikle Mayıs sonunda sıcaklıkta önemli bir artış gözlemlendiği ve Eylül ayına kadar 20°C'nin üzerinde seyrettiği görülmüştür (Tablo 1). Yıllık ortalama sıcaklık değerleri dikkate alındığında Haliç girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe nispeten bir artış olduğu dikkati çekmiştir. Buna göre yıllık ortalama sıcaklık değeri (°C) ST1 istasyonundan ST6'ya kadar sırasıyla 15,7, 16,6, 16,6, 16,9, 17,1, 17,1 olarak bulunmuştur (Şekil 3). Yıllık ortalama sıcaklık değerleri mevsimsel koşullara bağlı olarak aylık değişimler göstermiştir (Şekil 4).

Haliç'te ölçülen yüzey suyu tuzluluk değerleri yağışlı dönemler dışında mevsimsel olarak çok önemli bir farklılık göstermemiştir. Ancak boğaz suyunun etkisi altında kalan aşağı bölümde tuzluluk değerlerinin yukarı bölüme nazaran nispeten daha yüksek değerlerde olduğu görülmüştür. Yüzey suyunda ölçülen en düşük değer ST6 istasyonunda Mayıs ayında 7,27 psu olarak ölçülürken, en yüksek değer ise ST1 istasyonunda Nisan ayında 17,44 psu olarak ölçülmüştür (Tablo 1). Yıllık ortalama değerler dikkate alındığında Haliç girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe tuzluluğun nispeten azaldığı ve ST1 istasyonundan ST6'ya kadar sırasıyla 14, 13, 13, 12,4, 12,2, 10,6 psu olarak bulunduğu görülmüştür (Şekil 3). Yıllık ortalama tuzluluk değerleri mevsimsel koşullara bağlı olarak özellikle yağışlı aylarda nispeten düşük değerlerde bulunurken, Nisan ve Ağustos aylarında daha yüksek değerlerde ölçülmüştür (Şekil 4).

Haliç'te ölçülen Seki diski değerlerine göre sudaki görünürlüğün daha çok istasyonlar arasında önemli farklılıklar gösterdiği ve Haliç girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe değerlerin önemli oranda azaldığı dikkati çekmiştir. Özellikle derelerin etkisinde bulunan ST6

istasyonunda Seki diski değerlerinin yıl boyunca genellikle 1 metrenin de altında bulunduğu görülmüştür. Haliç'te ölçülen en düşük Seki diski değeri ST6 istasyonunda Ocak ve Temmuz aylarında 0,3 m olarak ölçülürken, en yüksek değer ise ST1 istasyonunda Kasım ayında 7,5 m olarak ölçülmüştür (Tablo 1). Yıllık ortalama değerlere göre ST1 istasyonundan ST6'ya kadar sırasıyla 4,8, 2,6, 2,2, 1,5, 1,2, 0,6 m olarak bulunduğu görülmüştür (Şekil 3). Yıllık ortalama Seki diski derinliği Ocak ve Şubat aylarında mevsimsel koşullara bağlı olarak düşük değerlerde bulunurken, sonbahar aylarında daha yüksek değerlerde ölçülmüştür (Şekil 4).

3.1.2. Çözünmüş oksijen, pH ve klorofil-a

Haliç'te ölçülen yüzey suyu çözünmüş oksijen (ÇO) değerleri aylara ve istasyonlara göre belirgin farklılıklar göstermiştir. Fitoplankton boluğunda önemli artışların gözlemlendiği ilkbahar aylarında özellikle Nisan ve Mayıs aylarında ST1, ST2 ve ST3 istasyonlarında ÇO değerlerinde de artışlar dikkati çekmiştir. Yüzey suyunda ölçülen en düşük çözünmüş oksijen değeri ST6 istasyonunda Haziran ayında 1,49 mg L⁻¹ olarak ölçülürken, en yüksek değer ise ST2 istasyonunda Mayıs ayında 11,81 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür (Tablo 1). Yıllık ortalama değerler dikkate alındığında Haliç girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe çözünmüş oksijenin azaldığı ve ST1 istasyonundan ST6'ya kadar sırasıyla 8,4, 7,9, 7,2, 5,9, 5,3, 4,2 mg/L olarak bulunduğu görülmüştür (Şekil 3). Yıllık ortalama ÇO değerleri aylara göre önemli değişimler göstermekte ve özellikle fitoplankton bolluğunun yüksek olduğu Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında yüksek değerlerde bulunurken, Ekim ve Kasım aylarında ise düşük değerlerde bulunmuştur (Şekil 4).

Haliç'te ölçülen yüzey suyu pH değerleri mevsimsel olarak çok önemli bir farklılık göstermemiştir. Ancak derelerden gelen tatlı su girdisinin etkisi altında kalan yukarı bölümde pH değerlerinin aşağı bölüme kıyasla nispeten daha düşük değerlerde olduğu görülmüştür. Yüzey suyunda ölçülen en düşük değeri ST6 istasyonunda Haziran ayında 7,25 olarak ölçülürken, en yüksek değer ise ST3 istasyonunda Ağustos ayında 9,05 olarak ölçülmüştür (Tablo 1). Yıllık ortalama değerler dikkate alındığında Haliç girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe pH'ın nispeten azaldığı ve ST1 istasyonundan ST6'ya kadar sırasıyla 8,4, 8,3, 8,3, 8, 7,9, 7,8 olarak bulunduğu görülmüştür (Şekil 3). Yıllık ortalama pH değerleri mevsimsel koşullara bağlı olarak sonbahar ve kış aylarında nispeten düşük değerlerde bulunurken, Ağustos ayında ise en yüksek değerlerde ölçülmüştür (Şekil 4).

Haliç'te ölçülen yüzey suyu Klorofil-a (Kl-a) değerleri fitoplankton bolluğunun artış gösterdiği bahar ve yaz aylarında tüm Haliç'te yüksek değerlerde bulunmuştur. Yüzey suyunda ölçülen en düşük Kl-a değeri ST6 istasyonunda Şubat ayında $0,12 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak ölçülürken, en yüksek değer ise yine ST6 istasyonunda Ağustos ayında $22,88 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Tablo 1). Yıllık ortalama değerler dikkate alındığında ST1 istasyonundan ST6'ya kadar sırasıyla 1,29, 2,74, 2,91, 1,32, 4,05, 5,42 $\mu\text{g L}^{-1}$ olarak bulunduğu görülmüştür (Şekil 3). Yıllık ortalama Kl-a değerleri Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek değerlerde bulunurken, Ekim ve Kasım aylarında ise düşük değerlerde bulunmuştur (Şekil 4).

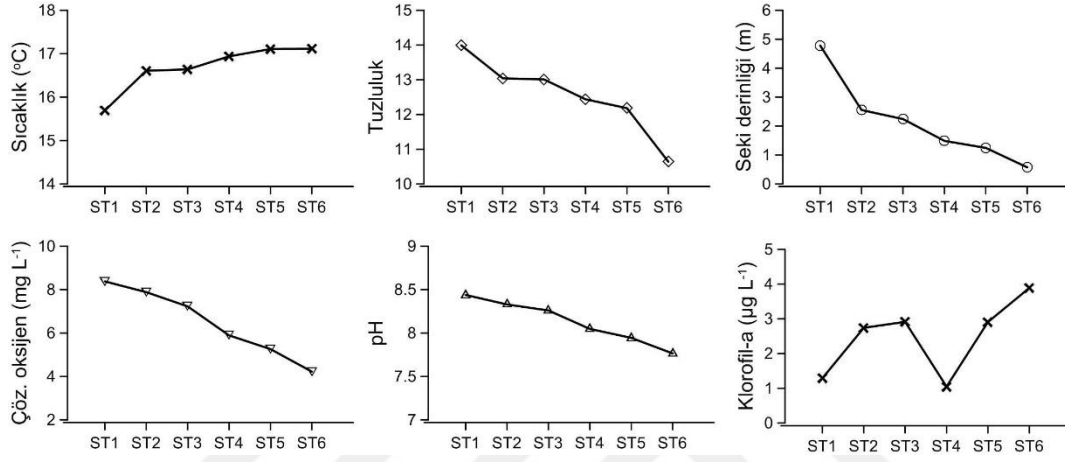
Haliç'te ölçülen yüzey suyu pH değerleri mevsimsel olarak çok önemli bir farklılık göstermemiştir. Ancak derelerden gelen tatlı su girdisinin etkisi altında kalan yukarı bölümde pH değerlerinin aşağı bölüme kıyasla nispeten daha düşük değerlerde olduğu görülmüştür. Yüzey suyunda ölçülen en düşük değeri ST6 istasyonunda Haziran ayında 7,25 olarak ölçülürken, en yüksek değer ise ST3 istasyonunda Ağustos ayında 9,05 olarak ölçülmüştür (Tablo 1). Yıllık ortalama değerler dikkate alındığında Haliç girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe pH'nın nispeten azaldığı ve ST1 istasyonundan ST6'ya kadar sırasıyla 8,4, 8,3, 8,3, 8, 7,9, 7,8 olarak bulunduğu görülmüştür (Şekil 3). Yıllık ortalama pH değerleri mevsimsel koşullara bağlı olarak sonbahar ve kış aylarında nispeten düşük değerlerde bulunurken, Ağustos ayında ise en yüksek değerlerde ölçülmüştür (Şekil 4).

Tablo 1. Çalışma dönemi boyunca ölçülen çevresel parametrelerin aylara göre minimum, maksimum ve ortalama değerleri (parantez içinde).

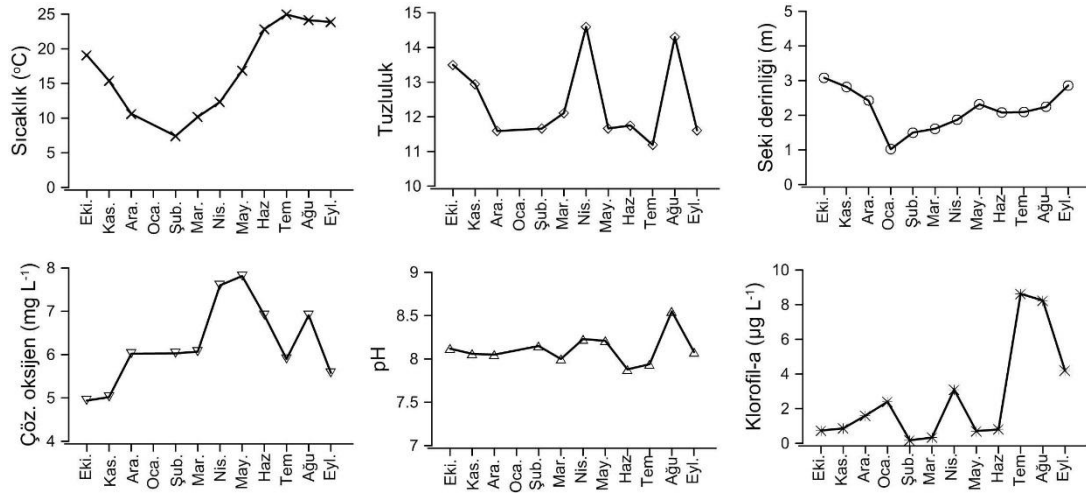
Aylar	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (psu)	Seki (m)	ÇO (mg L ⁻¹)	pH	Kl-a (µg L ⁻¹)
16.10.2018	18,8-19,2 (19,1)	12-14,5 (13,5)	0,7-6 (3,1)	3,5-7,6 (4,9)	7,9- 8,4 (8,1)	0,4 - 1 (0,7)
15.11.2018	15,0-16,4 (15,4)	11,2-14,3 (12,9)	0,7-7,5 (2,8)	3,6-7,8 (5)	7,8- 8,4 (8,1)	0,3 - 2,3 (0,9)
18.12.2018	10,5-10,7 (10,6)	9,2-13,5 (11,6)	0,5-5,5 (2,4)	4,9-9,4 (6)	7,8 -8,4 (8,1)	0,2 - 4,9 (1,6)
16.01.2019	-	-	0,3-2 (1)	-	-	0,6 - 5,5 (2,4)
19.02.2019	7,2-7,6 (7,4)	8,3-15,1(11,7)	0,4-3,5 (1,5)	4,8-8,6 (6)	7,8- 8,4 (8,2)	0,1 - 0,5 (0,3)
20.03.2019	9,6-10,7 (10,2)	10,2-14 (12,1)	0,6-2,8 (1,6)	5,7-7,3 (6,1)	7,9 - 8,1 (8)	0,1 - 1 (0,6)
12.04.2019	11,2-12,6 (11,9)	11,8-17,4 (14,6)	0,4-2,9 (1,2)	5,6-9,3 (8)	8 - 8,6 (8,4)	0,1- 16 (5,9)
26.04.2019	11,3-13,2 (12,8)	13,1-15,6 (14,6)	0,8-5,8 (2,5)	4,8-10,1 (7,2)	7,9 -8,4 (8,1)	0,1 - 0,7 (0,4)
15.05.2019	12,2-15,8 (14,5)	13,1-16,1 (15)	0,4-6,4 (2,7)	4,4-8,9 (7,1)	7,6 - 8,6 (8,2)	0,4 - 1,1 (0,7)
30.05.2019	15,6-21,3 (19,2)	7,3-9 (8,3)	0,8-4,8 (1,9)	3,4-11,8 (8,5)	7,7 - 8,6 (8,2)	0,2 - 1,4 (0,8)

Tablo 1. Devamı

Aylar	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (psu)	Seki (m)	ÇO (mg L ⁻¹)	pH	Kl-a (µg L ⁻¹)
19.06.2019	22-23,3 (22,9)	8,5-13,1 (11,8)	0,3-6 (2,1)	1,5-11,3 (6,9)	7,3 - 8,4 (7,9)	0,1 - 2 (0,8)
10.07.2019	23,3-26,1 (25)	10,3-11,7 (11,2)	1,1-3,4 (2,1)	2,3-9 (5,9)	7,5 - 8,3 (7,9)	2,1 - 19,5 (8,6)
08.08.2019	21,9-25,3 (24,1)	13-15,1 (14,3)	0,5-5,6 (2,2)	5,1-8,2 (6,9)	8 - 9,1 (8,6)	1,5 - 22,9 (8,2)
11.09.2019	23,5-24,2 (23,9)	10,3-12,4 (11,6)	0,7-4,8 (2,9)	3,6-7,5 (5,6)	7,7 - 8,5 (8,1)	0,4 - 10,1 (4,2)



Şekil 3. Çalışma döneminde ölçülen çevresel parametrelerin istasyonlara göre ortalama değerleri



Şekil 4. Çalışma döneminde ölçülen çevresel parametrelerin aylara göre ortalama değerleri

3.2. Fitoplankton Dağılımı

3.2.1. Kalitatif analiz sonuçları

Bu çalışma periyodu boyunca aylık olarak alınan su örnekleri ile kepçe örneklerinin tümünde yapılan kalitatif analizlere göre fitoplankton komünitesinde 9 taksonomik sınıfta (Bacillariophyceae, Dinophyceae, Dictyochophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Raphidophyceae, Prasinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae) 31'i cins düzeyinde olmak üzere toplam 150 takson tayin edilmiştir. Bunlardan 72'sini diatom (Bacillariophyceae), 64'ünü dinoflagellat (Dinophyceae), 12'sini de diğer fitoflagellat grupları olarak bilinen silikoflagellat (Dictyochophyceae), kriptomonad (Cryptophyceae), krizofit (Chrysophyceae), rafidofit (Raphidophyceae), prasinofit (Prasinophyceae), öglenofit (Euglenophyceae) ve 2'sini de tatlı su yeşil mikroalgleri (Chlorophyceae) oluşturmuştur. Mevcut kaynaklara dayanarak bu çalışma döneminde 5'i diatom ve 13'ü dinoflagellat olmak üzere toplam 18 tür Haliç'te ilk kez kaydedilmiştir. Ayrıca bu türlerden 4'ü diatom ve 6'sı dinoflagellat olmak üzere toplam 10 tanesinin de Marmara Denizi için yeni kayıt olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Çalışma dönemi boyunca tespit edilen fitoplankton taksonlarının genel listesi ile su ve kepçe örneklerindeki dağılımları

Takson	Su örnekleri	Kepçe örnekleri
Bacillariophyceae		
<i>Achnanthes longipes</i> C.Agardh	+	+
<i>Actinocyclus</i> sp.	+	
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	+	+
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve*		+
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder		+
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	+	+
<i>Chaetoceros aequatorialis</i> Yendo	+	+
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	+	+
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt		+
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>dichaeta</i> Ehrenberg*†		+
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder		+
<i>Chaetoceros constrictus</i> Gran		+
<i>Chaetoceros contortus</i> Schütt		+
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	+	+
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve		+

Tablo 2. Devamı

Takson	Su örnekleri	Kepçe örneklere
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	+	+
<i>Chaetoceros diadema</i> (Ehrenberg) Gran	+	+
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg	+	+
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow	+	+
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder	+	
<i>Chaetoceros teres</i> Cleve	+	
<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran	+	+
<i>Chaetoceros wighamii</i> Brightwell		+
<i>Chaetoceros willei</i> Gran	+	+
<i>Chaetoceros</i> sp.	+	+
<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg	+	
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	+	+
<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann&J.C.Lewin	+	+
<i>Dactylosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	+	+
<i>Detoluna pumila</i> (Castracane) Gran		+
<i>Diploneis</i> sp.	+	
<i>Ditylum brightwellii</i> (T. West) Grunow in Van Heurck	+	+
<i>Entomoneis</i> sp.	+	+
<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg*†		+
<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle	+	+
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) Peragallo	+	+
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	+	
<i>Guinardia</i> sp.	+	
<i>Gyrosigma</i> sp.		+
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow in Van Heurck	+	+
<i>Lauderia annulata</i> Cleve	+	+
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	+	+
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	+	+
<i>Licmophora</i> sp.	+	
<i>Melosira moniliformis</i> (O. F. Müller) C. Agardh	+	+
<i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh	+	+
<i>Meuniera</i> cf. <i>membranacea</i> (Cleve) P.C.Silva*†	+	+
<i>Navicula</i> sp.	+	+
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	+	+
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		+
<i>Pinnularia</i> sp.	+	+
<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs in Pritchard	+	+
<i>Pleurosigma</i> sp.	+	+
<i>Porosira</i> cf. <i>glacialis</i> (Grunow) Jörgensen*†	+	
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	+	+
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	+	+
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström	+	+
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey	+	+
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	+	+
<i>Skeletonema</i> spp.	+	+
<i>Stellarima stellaris</i> (Roper) G.R. Hasle&P.A.Sims	+	
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) Agardh	+	
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère&Peragallo		+

Tablo 2. Devamı

Takson	Su örnekleri	Kepçe örneklere
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	+	+
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i> (A. Schmidt) G. Fryxell&Hasle		+
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grunow) E.G.Jørgensen		+
<i>Thalassiosira gravida</i> Cleve	+	+
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cleve		+
<i>Thalassiosira</i> sp.		+
Dinophyceae		
<i>Akashiwo sanguinea</i> (K.Hirasaka) G.Hansen&Ø.Moestrup		+
<i>Alexandrium</i> cf. <i>catenella</i> Balech*†		+
<i>Alexandrium</i> cf. <i>minutum</i> Halim*		+
<i>Archaeoperidinium</i> cf. <i>minutum</i> (Kofoid) E.G.Jørgensen		+
<i>Dinophysis acuminata</i> ClaparèdeandLachmann	+	+
<i>Dinophysis acuta</i> Ehrenberg	+	+
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	+	+
<i>Dinophysis fortii</i> Pavillard		+
<i>Dinophysis infundibulum</i> J. Schiller*†	+	+
<i>Dinophysis</i> sp.		+
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh	+	+
<i>Dissodinium</i> sp.		+
<i>Gonyaulax</i> cf. <i>polygramma</i> F.Stein*		+
<i>Gonyaulax scrippsae</i> Kofoid*		+
<i>Gonyaulax spinifera</i> Murray&Whitting		+
<i>Gonyaulax</i> sp.		+
<i>Gymnodinium</i> sp.	+	
<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) KofoidandSwezy	+	+
<i>Gyrodinium</i> sp.	+	
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein	+	+
<i>Lebouridinium</i> cf. <i>glaucum</i> (Lebour) F.Gómez, H.Takayam, D. Moreira&P.López-García*†	+	
<i>Lingulodinium polyedra</i> (Stein) Dodge	+	+
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) KofoidandSwezy	+	+
<i>Oblea rotunda</i> (Lebour) Balech&Sournia*†		+
<i>Oblea</i> sp.	+	+
<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein	+	+
<i>Phalacroma rotundatum</i> (ClaparèdeandLachmann)		+
KofoidandMichener		
<i>Podolampas palmipes</i> Stein		+
<i>Polykrikos schwartzii</i> Bütschli*	+	
<i>Preperidinium</i> cf. <i>meunieri</i> (Pavillard) Elbrächter*†		+
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé	+	+
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenfeld) Dodge	+	
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	+	+
<i>Prorocentrum scutellum</i> Schröder	+	+
<i>Protoceratium reticulatum</i> (Claparède&Lachmann) Bütschli		+
<i>Protoperidinium bipes</i> (Paulsen) Balech	+	+
<i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech	+	+
<i>Protoperidinium brochii</i> (KofoidandSwezy) Balech		+
<i>Protoperidinium cerasus</i> (Paulsen) Balech*		+
<i>Protoperidinium claudicans</i> (Paulsen) Balech		+
<i>Protoperidinium conicoides</i> (Paulsen) Balech		+

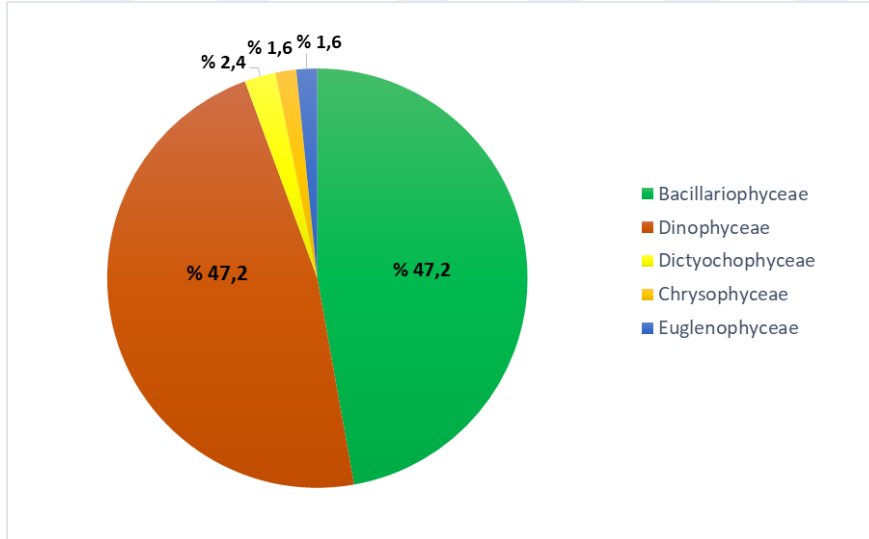
Tablo 2. Devamı

Takson	Su örnekleri	Kepçe örnekleri
<i>Protooperidinium conicum</i> (Gran) Balech		+
<i>Protooperidinium curvipes</i> (Ostenfeld) Balech*	+	+
<i>Protooperidinium depressum</i> (Bailey) Balechc		+
<i>Protooperidinium diabolium</i> (Cleve) Balech*	+	+
<i>Protooperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech	+	+
<i>Protooperidinium grande</i> (Kofoid) Balech		+
<i>Protooperidinium blongum</i> (Aurivillius) Parke & Dodge	+	+
<i>Protooperidinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech		+
<i>Protooperidinium pellucidum</i> Bergh	+	+
<i>Protooperidinium pentagonum</i> (Gran) Balech		+
<i>Protooperidinium punctulatum</i> (Paulsen) Balech		+
<i>Protooperidinium pyriforme</i> (Paulsen) Balech	+	+
<i>Protooperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech	+	+
<i>Protooperidinium</i> sp.	+	+
<i>Pyrocystis lunula</i> (Schütt) Schütt*†		+
<i>Scrippsiella acuminata</i> (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S. Soehner, Kirsch, Kusber&Gottschling	+	+
<i>Spatulodinium</i> sp.		+
<i>Tripes furca</i> (Ehrenberg) F. Gómez	+	+
<i>Tripes fusus</i> (Ehrenberg) F. Gómez	+	+
<i>Tripes horridus</i> (Cleve) F. Gómez	+	+
<i>Tripes lineatus</i> (Ehrenberg) F. Gómez	+	+
<i>Tripes muelleri</i> Bory	+	+
<i>Tripes</i> sp.		+
Cryptophyceae		
<i>Plagioselmis prolunga</i> ButcherexG. Novarino, I.A.N. Lucas&S. Morrall	+	
Raphidophyceae		
<i>Heterosigma akashiwo</i> (Y. Hada) Y. Hada ex Y. Hara & M. Chihara	+	
Chrysophyceae		
<i>Apedinella</i> sp.	+	
<i>Dinobryon</i> sp.		+
<i>Ochromonas</i> sp.		+
Dictyochophyceae		
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	+	+
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg	+	+
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse	+	+
Euglenophyceae		
<i>Euglena acusformis</i> J. Schiller		+
<i>Eutreptia</i> sp.	+	
<i>Eutreptiella marina</i> da Cunha	+	+
Prasinophyceae		
<i>Pyramimonas grossii</i> Parke	+	
Chlorophyceae (Tath su algeri)		
<i>Desmodesmus</i> sp.	+	
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	+	

(*) Haliç'te ilk kez kaydedilen türler. (†) Marmara Denizi'nde ilk kez kaydedilen türler.

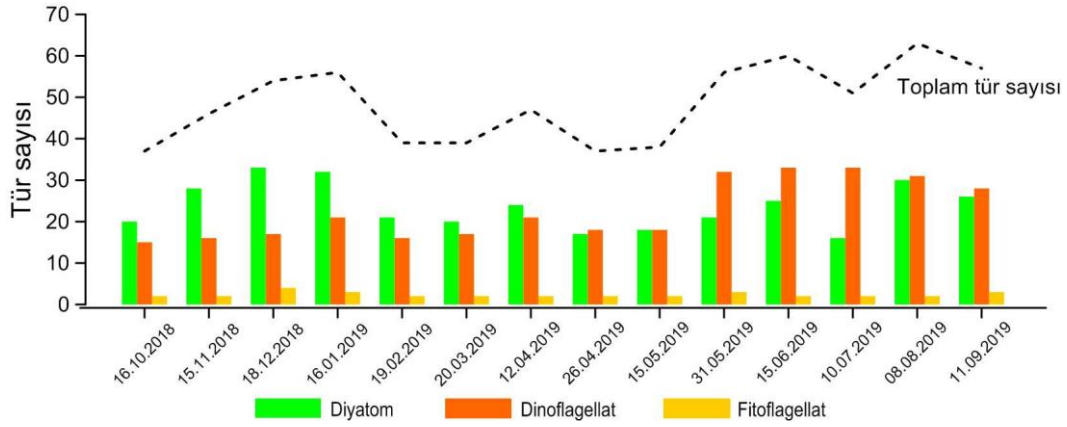
3.2.1.1. Plankton kepçe örnekleri

Haliç'te bu çalışma döneminde önceden belirlenen 3 noktadan plankton kepçesiyle vertikal olarak alınan örneklerde fitoplankton komünitesinde 5 taksonomik sınıfta (Bacillariophyceae, Dinophyceae, Dictyochophyceae, Chrysophyceae, Euglenophyceae) 18'i cins düzeyinde olmak üzere toplam 125 takson tayin edilmiştir. Bunlardan 59'u diyatom (Bacillariophyceae), 59'u dinoflagellat (Dinophyceae), 7'si de diğer fitoflagellat grupları olarak bilinen silikoflagellat (Dictyochophyceae), krizofit (Chrysophyceae) ve öglenofit (Euglenophyceae) türlerinden oluşmuştur. Bu dönemde fitoplankton komünitesini oluşturan türlerin listesi ve görülme sıklıkları Tablo 3'te verilmiştir. Kepçe örneklerinde tespit edilen türlerin %47,2'sini diyatomlar, %47,2'sini dinoflagellatlar, %2,4'ünü silikoflagellatlar oluştururken, diğer gruplar ise toplam %3,2'sini oluşturmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Plankton kepçe örneklerinde tespit edilen türlerin fitoplankton gruplarına göre dağılımı

Sonbahar ve kış aylarında diyatomların, yaz aylarında ise dinoflagellatların tür sayısı bakımından daha baskın oldukları görülmüştür. En yüksek tür sayısı (63 taksa) Ağustos'ta bulunurken, en düşük (39 taksa) Ekim, Şubat ve Mart aylarında bulunmuştur (Şekil 6, Tablo 3).



Şekil 6. Plankton kepçe örneklerinde belirlenen fitoplankton tür sayısının gruplara göre aylık dağılımları

Tablo 3. Plankton kepçe örneklerinde belirlenen fitoplankton taksonlarının aylara göre dağılımı, frekans (f) yüzdeleri ve frekans grupları

	2018			2019								Frekans		
TAKSON	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
BACILLARIOPHYCEAE														
Achnanthes longipes									*	*			16,7	N
Asterionellopsis glacialis			*	*									16,7	N
Bacteriastrium delicatulum		*	*										16,7	N
Bacteriastrium hyalinum		*	*	*							*		33,3	S
Cerataulina pelagica			*	*					*	*	*		41,7	G
Chaetoceros aequatorialis	*		*										16,7	N
Chaetoceros affinis		*	*	*			*		*	*	*	*	66,7	Ç
Chaetoceros brevis			*										8,3	N
Chaetoceros cf. dictyota				*									8,3	N
Chaetoceros compressus			*	*			*	*	*		*	*	58,3	G
Chaetoceros constrictus		*		*			*				*		33,3	S
Chaetoceros contortus	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	83,3	D
Chaetoceros curvisetus	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	91,7	D
Chaetoceros danicus												*	8,3	N

Tablo 3. Devamı

TAKSON	2018			2019									Frekans	
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
<i>Chaetoceros decipiens</i>	*	*	*	*					*	*	*	*	66,7	Ç
<i>Chaetoceros diadema</i>			*	*	*	*							33,3	S
<i>Chaetoceros didymus</i>									*		*		16,7	N
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>		*	*								*		25,0	S
<i>Chaetoceros rostratus</i>												*	8,3	N
<i>Chaetoceros tortissimus</i>												*	8,3	N
<i>Chaetoceros wighamii</i>	*										*		16,7	N
<i>Chaetoceros willei</i>		*							*			*	25,0	S
<i>Chaetoceros</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	91,7	D
<i>Cylindrotheca closterium</i>	*	*									*	*	33,3	S
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>							*	*	*	*	*	*	50,0	G
<i>Detoluna pumila</i>								*					8,3	N
<i>Ditylum brightwellii</i>	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	83,3	D
<i>Entomoneis</i> sp.									*				8,3	N
<i>Eucampia zoodiacus</i>							*						8,3	N
<i>Guinardia delicatula</i>		*		*	*			*	*			*	50,0	G
<i>Guinardia flaccida</i>				*		*	*			*	*	*	50,0	G
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>balticum</i>	*												8,3	N
<i>Gyrosigma</i> sp.			*			*		*					25,0	S
<i>Hemiaulus hauckii</i>	*	*	*									*	33,3	S
<i>Lauderia annulata</i>		*	*	*									25,0	S
<i>Leptocylindrus danicus</i>		*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	83,3	D
<i>Leptocylindrus minimus</i>			*	*	*		*	*	*	*	*	*	75,0	Ç
<i>Melosira nummuloides</i>		*											8,3	N
<i>Navicula</i> sp.						*							8,3	N
<i>Nitzschia longissima</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	83,3	D
<i>Nitzschia</i> sp.							*	*		*			25,0	S
<i>Paralia sulcata</i>	*	*		*	*								33,3	S
<i>Pleurosigma normanii</i>	*												8,3	N

Tablo 3. Devamı

TAKSON	2018			2019									Frekans	
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
<i>Pleurosigma</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*					66,7	Ç
<i>Porosira glacialis</i>				*	*		*		*		*		41,7	G
<i>Proboscia alata</i>	*	*	*	*		*	*			*	*	*	75,0	Ç
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	*	*	*	*	*			*			*		58,3	G
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	83,3	D
<i>Rhizosolenia setigera</i>						*	*	*	*	*	*	*	58,3	G
<i>Skeletonema</i> spp.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	91,7	D
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>			*		*			*		*	*		41,7	G
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	91,7	D
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>						*	*						16,7	N
<i>Thalassiosira decipiens</i>		*	*										16,7	N
<i>Thalassiosira gravida</i>			*	*	*		*	*	*		*		58,3	G
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>				*	*	*							25,0	S
<i>Thalassiosira</i> sp.			*	*	*	*			*	*	*	*	66,7	Ç
DINOPHYCEAE														
<i>Akashiwo sanguinea</i>									*				8,3	N
<i>Alexandrium</i> cf. <i>catenella</i>	*												8,3	N
<i>Alexandrium</i> cf. <i>minutum</i>	*												8,3	N
<i>Archaeoperidinium</i> cf. <i>minutum</i>	*												8,3	N
<i>Dinophysis acuminata</i>				*	*	*	*	*	*	*	*		66,7	Ç
<i>Dinophysis acuta</i>		*	*				*	*	*	*	*		58,3	G
<i>Dinophysis caudata</i>		*	*							*	*	*	41,7	G
<i>Dinophysis fortii</i>							*						8,3	N
<i>Dinophysis infundibulum</i>							*	*	*				25	S
<i>Dinophysis</i> sp.	*			*	*		*	*	*				50,0	G
<i>Diplopsalis lenticula</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	75,0	Ç
<i>Dissodinium</i> sp.								*					8,3	N
<i>Gonyaulax</i> cf. <i>polygramma</i>		*							*	*			25,0	S

Tablo 3. Devamı

TAKSON	2018			2019									Frekans	
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
<i>Gonyaulax scrippsae</i>	*		*						*				25,0	S
<i>Gonyaulax spinifera</i>	*								*	*	*	*	41,7	G
<i>Gonyaulax</i> sp.								*	*	*	*	*	41,7	G
<i>Gyrodinium spirale</i>								*	*				16,7	N
<i>Heterocapsa triquetra</i>								*					8,3	N
<i>Lingulodinium polyedra</i>	*							*	*	*	*	*	50,0	G
<i>Noctiluca scintillans</i>								*	*	*	*	*	41,7	G
<i>Oblea rotunda</i>				*			*	*			*	*	41,7	G
<i>Oblea</i> sp.							*	*	*	*		*	41,7	G
<i>Oxytoxum scolopax</i>			*	*		*	*			*	*	*	58,3	G
<i>Phalacroma rotundatum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D
<i>Podolampas palmipes</i>			*	*			*					*	33,3	S
<i>Preperidinium</i> cf. <i>meunieri</i>									*				8,3	N
<i>Prorocentrum compressum</i>						*		*	*	*	*	*	50,0	G
<i>Prorocentrum micans</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D
<i>Prorocentrum scutellum</i>			*	*	*	*	*	*		*	*		66,7	Ç
<i>Protoceratium reticulatum</i>										*			8,3	N
<i>Protoperidinium bipes</i>								*					8,3	N
<i>Protoperidinium brevipes</i>								*	*	*	*	*	41,7	G
<i>Protoperidinium brochii</i>		*											8,3	N
<i>Protoperidinium cerasus</i>								*		*	*	*	33,3	S
<i>Protoperidinium claudicans</i>			*				*	*	*	*		*	50,0	G
<i>Protoperidinium conicoides</i>			*	*							*	*	33,3	S
<i>Protoperidinium conicum</i>	*			*		*	*	*	*		*		58,3	G
<i>Protoperidinium curvipes</i>										*			8,3	N
<i>Protoperidinium depressum</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		91,7	D
<i>Protoperidinium diabolum</i>	*												8,3	N
<i>Protoperidinium divergens</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D
<i>Protoperidinium grande</i>										*			8,3	N
<i>Protoperidinium oblongum</i>											*	*	16,7	N

Tablo 3. Devamı

	2018			2019									Frekans	
TAKSON	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
<i>Protoperidinium pallidum</i>		*		*	*	*				*			41,7	G
<i>Protoperidinium pellucidum</i>				*	*	*	*	*	*	*	*		66,7	Ç
<i>Protoperidinium pentaganum</i>				*									8,3	N
<i>Protoperidinium punctulatum</i>												*	8,3	N
<i>Protoperidinium pyriforme</i>										*	*	*	25,0	S
<i>Protoperidinium steinii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D
<i>Protoperidinium</i> sp.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		83,3	D
<i>Pyrocystis lunula</i>								*					8,3	N
<i>Scrippsiella acuminata</i>								*	*	*	*	*	41,7	G
<i>Spatulodinium</i> sp.		*											8,3	N
<i>Tripos furca</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D
<i>Tripos fusus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D
<i>Tripos horridus</i>											*		8,3	N
<i>Tripos lineatus</i>								*	*	*	*	*	41,7	G
<i>Tripos muelleri</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	91,7	D
<i>Tripos</i> sp.		*			*			*	*				33,3	S
DICTYOPHYCEAE														
<i>Dictyocha fibula</i>	*		*	*							*	*	41,7	G
<i>Dictyocha speculum</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	91,7	D
<i>Octactis octonaria</i>	*	*	*	*	*			*				*	58,3	G
CHRYSTOPHYCEAE														
<i>Dinobryon</i> sp.						*	*			*			25,0	S
<i>Ochromonas</i> sp.			*				*						16,7	N
EUGLENOPHYCEAE														
<i>Euglena acusformis</i>								*	*				16,7	N
<i>Eutreptiella marina</i>								*					8,3	N

Tablo 3. Devamı

Toplam diyatom	21	28	33	32	21	20	24	23	25	16	30	26		
Toplam dinoflagellat	16	17	17	21	16	17	23	34	32	33	31	29		
Toplam fitoflagellat	2	2	4	3	2	2	3	4	2	2	2	3		
GENEL TOPLAM	39	47	54	56	39	39	50	61	59	51	63	58		

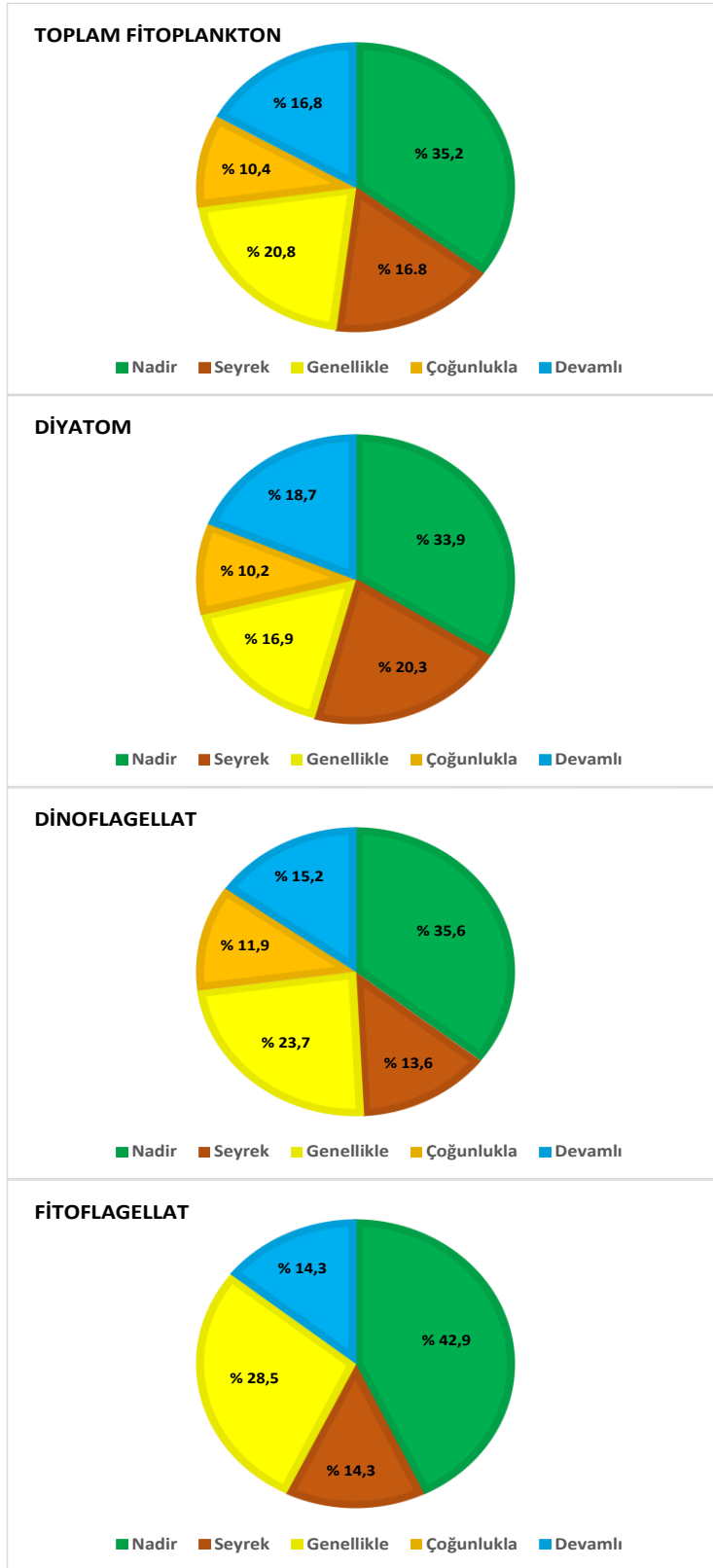
Frekans grupları (N: Nadir, S: Seyrek, G: Genellikle, Ç: Çoğunlukla, D: Devamlı)

Plankton kepçe örneklerinde belirlenen fitoplankton komünitesindeki türlerin görülme sıklığına göre frekans yüzdeleri ve frekans grupları Şekil 7’de verilmiştir. Buna göre toplam fitoplanktonda tespit edilen türlerin %35,2’si nadir bulunan, %16,8’i seyrek bulunan, %20,8’i genellikle bulunan, %10,4’ü çoğunlukla bulunan ve %16,8’i de devamlı bulunan türlerden oluşmuştur (Şekil 7).

Diyatom grubu içinde tespit edilen türlerin %33,9’u nadir bulunan, %20,3’ü seyrek bulunan, %16,9’u genellikle bulunan, %10,3’ü çoğunlukla bulunan ve %18,7’si de devamlı bulunan türlerden oluşmuştur (Şekil 7). Diyatomlardan *Chaetoceros contortus*, *C. curvisetus*, *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus radiatus*, *Ditylum brightwellii*, *Leptocylindrus danicus*, *Nitzschia longissima*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Rhizosolenia hebetata*, *Skeletonema* spp., *Thalassionema nitzschioides* türleri devamlı bulunan türler olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Dinoflagellat grubu içinde tespit edilen türlerin %35,6’sı nadir bulunan, %13,6’sı seyrek bulunan, %23,7’si genellikle bulunan, %11,9’u çoğunlukla bulunan ve %15,2’si de devamlı bulunan türlerden oluşmuştur (Şekil 7). Dinoflagellatlardan *Phalacorma rotundatum*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium depressum*, *P. divergens*, *P. steinii*, *Protoperidinium* sp., *Tripos furca*, *T. fusus* ve *T. muelleri* devamlı bulunan türler olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

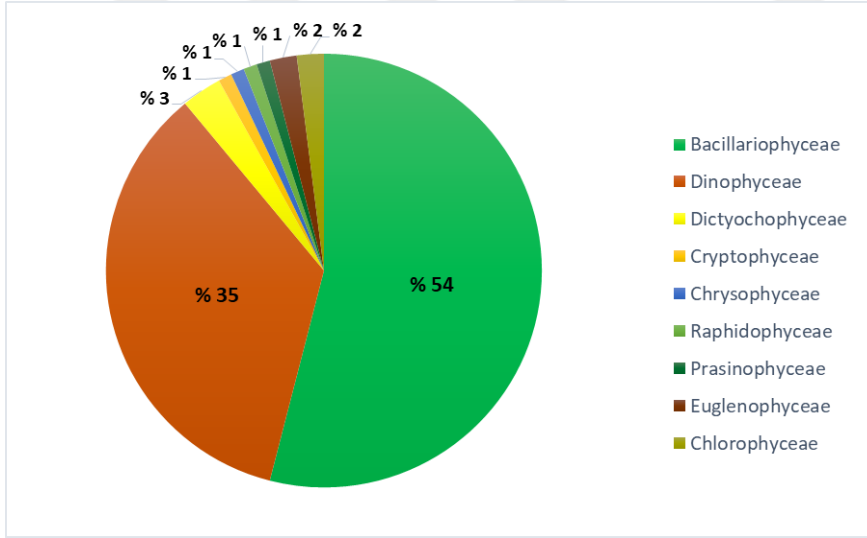
Fitoflagellat grubu içinde tespit edilen türlerin %42,9’u nadir bulunan, %14,3’ü seyrek bulunan, %28,5’i genellikle bulunan ve %14,3’ü de devamlı bulunan türlerden oluşmuştur (Şekil 7). Fitoflagellatlardan *Dictyocha speculum* devamlı bulunan tür olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).



Şekil 7. Plankton kepçe örneklerinde tespit edilen türlerin frekans gruplarına göre dağılımları

3.2.1.2. Deniz suyu örnekleri

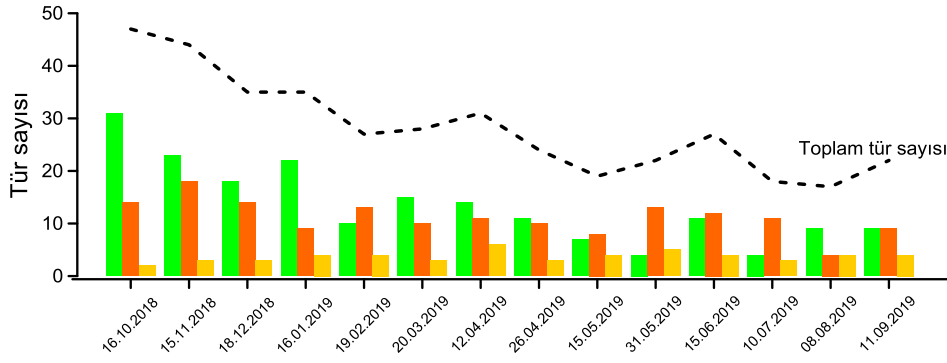
Haliç'te bu çalışma döneminde önceden belirlenen 6 noktadan Niskin şişeleriyle alınan su örneklerinde fitoplankton komünitesinde 9 taksonomik sınıfta (Bacillariophyceae, Dinophyceae, Dictyochophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Raphidophyceae, Prasinophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae) 21'i cins düzeyinde olmak üzere toplam 100 takson tayin edilmiştir. Bunlardan 54'ü diyatom (Bacillariophyceae), 35'i dinoflagellat (Dinophyceae), 9'u diğer fitoflagellat grupları olarak bilinen silikoflagellat (Dictyochophyceae), kriptomonad (Cryptophyceae), krizofit (Chrysophyceae), rafidofit (Raphidophyceae), prasinofit (Prasinophyceae), öglenofit (Euglenophyceae) ve 2'si de tatlı su yeşil alglerinden (Chlorophyceae) oluşmuştur. Bu dönemde su örneklerinde fitoplankton komünitesini oluşturan türlerin listesi ve görülme sıklıkları Tablo 4'te verilmiştir. Su örneklerinde tespit edilen türlerin %54'ünü diyatomlar, %35'ini dinoflagellatlar, %3'ünü silikoflagellat oluştururken, diğer gruplar ise toplamda %8'ini oluşturmuştur (Şekil 8). Su örneklerinde de sayısı açısından diyatom ve dinoflagellatların daha zengin oldukları görülürken, fitoflagellatların ise kepçe örneklerine göre daha zengin bir grup kompozisyonuna sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 8, Tablo 4).



Şekil 8. Su örneklerinde tespit edilen türlerin fitoplankton gruplarına göre dağılımı

Su örneklerinde tür sayılarının sonbahar aylarında daha yüksek olduğu, bahar ve yaz döneminde ise artan baskınlık oranına bağlı olarak tür sayısının düştüğü görülmüştür. Sonbahar ve kış aylarında genellikle diyatomların, Mayıs ve Temmuz arasında ise

dinoflagellatların tür sayısı bakımından daha baskın oldukları görülmüştür. En yüksek tür sayısı (47 taksa) Ekim’de bulunurken, en düşük (17 taksa) Ağustos’ta bulunmuştur (Şekil 9, Tablo 4).



Şekil 9. Su örneklerinde tespit edilen fitoplankton tür sayısının aylara göre grup kompozisyonu

Tablo 4. Su örneklerinde belirlenen fitoplankton taksonlarının aylara göre dağılımı, frekans (f) yüzdeleri ve frekans grupları

	2018			2019									Frekans	
TAKSON	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
BACILLARIOPHYCEAE														
<i>Achnanthes longipes</i>		*											8,3	N
<i>Actinocyclus</i> sp.					*								8,3	N
<i>Asterionellopsis glacialis</i>			*										8,3	N
<i>Aulacoseira granulata</i>				*									8,3	N
<i>Cerataulina pelagica</i>	*												8,3	N
<i>Chaetoceros aequatorialis</i>	*												8,3	N
<i>Chaetoceros affinis</i>				*					*				16,7	N
<i>Chaetoceros curvisetus</i>		*		*		*	*	*					41,7	G
<i>Chaetoceros decipiens</i>	*	*						*					25,0	S
<i>Chaetoceros diadema</i>	*												8,3	N
<i>Chaetoceros didymus</i>											*		8,3	N

Tablo 4. Devamı

TAKSON	2018			2019									Frekans	
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	*												8,3	N
<i>Chaetoceros socialis</i>		*		*									16,7	N
<i>Chaetoceros teres</i>											*		8,3	N
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	*												8,3	N
<i>Chaetoceros willei</i>	*												8,3	N
<i>Chaetoceros</i> sp.	*	*	*	*	*		*			*	*		66,7	Ç
<i>Climacospheia moniligera</i>	*												8,3	N
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	*												8,3	N
<i>Coscinodiscus</i> sp.	*	*	*	*			*						41,7	G
<i>Cylindrotheca closterium</i>	*	*							*		*	*	41,7	G
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>					*				*				16,7	N
<i>Diploneis</i> sp.					*	*							16,7	N
<i>Ditylum brightwellii</i>		*	*	*									25,0	S
<i>Entomoneis</i> sp.	*		*		*	*	*						41,7	G
<i>Guinardia delicatula</i>	*		*	*		*	*		*				50,0	G
<i>Guinardia striata</i>										*			8,3	N
<i>Guinardia</i> sp.				*		*							16,7	N
<i>Hemialus hauckii</i>	*												8,3	N
<i>Lauderia annulata</i>	*												8,3	N
<i>Leptocylindrus danicus</i>			*	*	*	*	*		*		*	*	66,7	Ç
<i>Leptocylindrus minimus</i>	*		*	*	*	*							41,7	G
<i>Licmophora</i> sp.	*	*	*									*	33,3	S
<i>Melosira moniliformis</i>	*						*						16,7	N
<i>Melosira nummuloides</i>	*	*											16,7	N
<i>Meuniera</i> cf. <i>membranacea</i>		*		*									16,7	N
<i>Navicula</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*	*				75,0	Ç
<i>Nitzschia longissima</i>	*	*	*	*		*	*						50,0	G
<i>Nitzschia</i> sp.	*	*	*		*	*	*	*	*				66,7	Ç
<i>Pinnularia</i> sp.		*											8,3	N
<i>Pleurosigma normanii</i>	*	*				*							25,0	S

Tablo 4. Devamı

	2018			2019									Frekans	
TAKSON	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
<i>Pleurosigma</i> sp.	*	*	*										25,0	S
<i>Porosira</i> cf. <i>glacialis</i>				*									8,3	N
<i>Proboscia</i> <i>alata</i>	*		*	*		*	*				*	*	58,3	G
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	83,3	D
<i>Pseudosolenia</i> <i>calcar-avis</i>	*	*		*									25,0	S
<i>Rhizosolenia</i> <i>hebetata</i>	*	*	*					*		*	*	*	58,3	G
<i>Rhizosolenia</i> <i>setigera</i>							*		*				16,7	N
<i>Skeletonema</i> spp.	*		*	*		*	*	*	*		*	*	75,0	Ç
<i>Stellarima</i> <i>stellaris</i>				*	*								16,7	N
<i>Striatella</i> <i>unipunctata</i>							*						8,3	N
<i>Thalassionema</i> <i>nitzschoides</i>		*	*	*		*	*		*			*	58,3	G
<i>Thalassiosira</i> <i>gravida</i>	*	*	*	*			*						41,7	G
<i>Thalassiosira</i> sp.		*										*	16,7	N
DINOPHYCEAE														
<i>Dinophysis</i> <i>acuminata</i>							*						8,3	N
<i>Dinophysis</i> <i>acuta</i>										*		*	16,7	N
<i>Dinophysis</i> <i>caudata</i>	*	*						*					25,0	S
<i>Dinophysis</i> <i>infundibulum</i>		*		*					*	*			33,3	S
<i>Diplopsalis</i> <i>lenticula</i>	*		*		*		*	*	*				50,0	G
<i>Gymnodinium</i> sp.		*											8,3	N
<i>Gyrodinium</i> <i>spirale</i>					*		*	*					25,0	S
<i>Gyrodinium</i> sp.	*	*	*		*	*	*	*	*	*			75,0	Ç
<i>Heterocapsa</i> <i>triquetra</i>						*	*	*	*				33,3	S
<i>Lebouridinium</i> cf. <i>glaucum</i>		*										*	16,7	N
<i>Lingulodinium</i> <i>polyedra</i>						*		*					16,7	N
<i>Noctiluca</i> <i>scintillans</i>					*	*		*					25,0	S
<i>Oblea</i> sp.		*	*		*		*						33,3	S
<i>Oxytoxum</i> <i>scolapax</i>							*						8,3	N
<i>Polykrikos</i> <i>schwartzii</i>		*	*		*								25,0	S

Tablo 4. Devamı

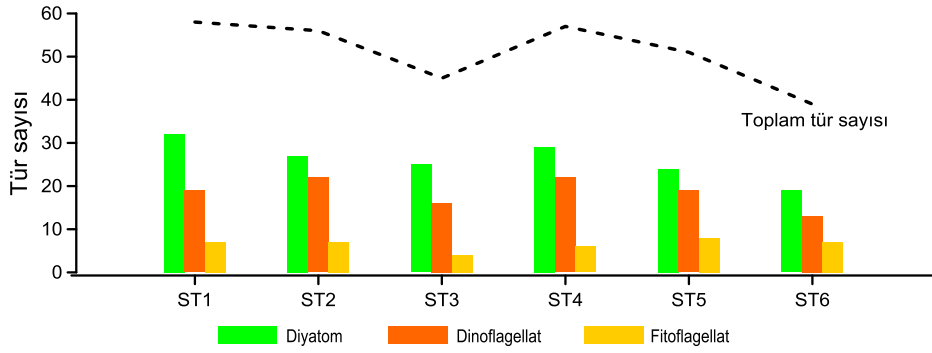
	2018			2019										Frekans	
TAKSON	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup	
<i>Prorocentrum compressum</i>	*	*	*					*	*			*	50,0	G	
<i>Prorocentrum cordatum</i>	*								*	*	*	*	41,7	G	
<i>Prorocentrum micans</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D	
<i>Prorocentrum scutellum</i>	*	*	*	*	*	*	*			*			66,7	Ç	
<i>Protoperidinium bipes</i>							*						8,3	N	
<i>Protoperidinium brevipes</i>							*						8,3	N	
<i>Protoperidinium conicum</i>					*		*						16,7	N	
<i>Protoperidinium depressum</i>	*		*	*	*			*					41,7	G	
<i>Protoperidinium divergens</i>		*								*			16,7	N	
<i>Protoperidinium oblongum</i>								*					8,3	N	
<i>Protoperidinium pellucidum</i>					*						*	*	25,0	S	
<i>Protoperidinium pyriforme</i>		*											8,3	N	
<i>Protoperidinium steinii</i>	*	*	*	*			*	*	*				58,3	G	
<i>Protoperidinium</i> sp.	*	*	*	*	*	*	*	*		*			75,0	Ç	
<i>Scrippsiella acuminata</i>		*	*		*	*		*	*	*	*	*	75,0	Ç	
<i>Tripos furca</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	83,3	D	
<i>Tripos fusus</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	83,3	D	
<i>Tripos horridus</i>			*	*									16,7	N	
<i>Tripos lineatus</i>	*						*						16,7	N	
<i>Tripos muelleri</i>	*	*					*		*				33,3	S	
DICTYOPHYCEAE															
<i>Dictyocha fibula</i>				*									8,3	N	
<i>Dictyocha speculum</i>		*	*	*	*		*						41,7	G	
<i>Octactis octonaria</i>		*	*	*									25,0	S	
CRYPTOPHYCEAE															
<i>Plagioselmis prolonga</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	D	

Tablo 4. Devamı

TAKSON	2018			2019									Frekans	
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	f (%)	Grup
CHRYSTOPHYCEAE														
<i>Apedinella</i> sp.							*						8,3	N
RAPHIDOPHYCEAE														
<i>Heterosigma akashiwo</i>								*	*	*	*	*	41,7	G
PRASINOPHYCEAE														
<i>Pyramimonas grossii</i>	*							*					16,7	N
EUGLENOPHYCEAE														
<i>Eutreptia</i> sp.						*	*	*	*		*	*	50,0	G
<i>Eutreptiella marina</i>						*	*	*	*	*	*	*	58,3	G
CHLOROPHYCEAE (Tatlı su)														
<i>Desmodesmus</i> sp.							*	*					16,7	N
<i>Pediastrum boryanum</i>					*								8,3	N
Toplam diyatom	31	23	18	22	10	15	17	7	11	4	9	9		
Toplam dinoflagellat	14	18	14	9	13	10	18	16	12	11	4	9		
Toplam fitoflagellat	2	3	3	4	2	3	5	5	4	3	4	4		
Diğerleri					1		1	1						
GENEL TOPLAM	47	44	35	35	26	28	41	29	27	18	17	22		

Frekans grupları (N: Nadir, S: Seyrek, G: Genellikle, Ç: Çoğunlukla, D: Devamlı)

İstasyonlarda tespit edilen türlerin yıllık ortalama değerlerine göre tür sayısının ST1 ve ST4'te en yüksek (58 taksa), ST6'da ise en düşük (39 taksa) olduğu görülmüştür. Ayrıca tür sayısı yönünden diyatomların ST1'de, dinoflagellatların ise ST2 ve ST4'te daha zengin oldukları gözlenmiştir (Şekil 10, Tablo 5).



Şekil 10. Su örneklerinde tespit edilen fitoplankton tür sayısının istasyonlara göre grup kompozisyonu

Tablo 5. Çalışma dönemi boyunca alınan su örneklerinde tespit edilen fitoplankton taksonlarının istasyonlara göre dağılımı

TAKSON	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
Bacillariophyceae						
<i>Achnanthes longipes</i>					+	
<i>Actinocyclus</i> sp.	+					
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	+					
<i>Aulacoseira granulata</i>			+			
<i>Cerataulina pelagica</i>		+	+			
<i>Chaetoceros aequatorialis</i>	+					
<i>Chaetoceros affinis</i>	+	+	+			
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Chaetoceros decipiens</i>		+	+	+		+
<i>Chaetoceros diadema</i>		+				
<i>Chaetoceros didymus</i>		+				
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>		+	+			
<i>Chaetoceros socialis</i>	+			+		
<i>Chaetoceros teres</i>		+				
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	+					
<i>Chaetoceros willei</i>				+		
<i>Chaetoceros</i> sp.	+	+	+	+	+	
<i>Climacosphenia moniligera</i>						+
<i>Coscinodiscus radiatus</i>					+	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	+	+	+		
<i>Cylindrotheca closterium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	+	+	+			
<i>Diploneis</i> sp.				+		+
<i>Ditylum brightwellii</i>	+			+		

Tablo 5. Devamı

TAKSON	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
<i>Entomoneis</i> sp.				+	+	+
<i>Guinardia delicatula</i>	+	+		+		
<i>Guinardia striata</i>	+	+				
<i>Guinardia</i> sp.				+		
<i>Hemialus hauckii</i>	+					
<i>Lauderia annulata</i>			+			
<i>Leptocylindrus danicus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Leptocylindrus minimus</i>	+			+	+	+
<i>Licmophora</i> sp.			+	+	+	+
<i>Melosira moniligera</i>					+	
<i>Melosira nummuloides</i>				+	+	+
<i>Meuniera membranacea</i>	+			+		
<i>Navicula</i> sp.	+		+	+	+	+
<i>Nitzschia longissima</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	+			+	+	+
<i>Pinnularia</i> sp.				+		
<i>Pleurosigma normanii</i>				+	+	+
<i>Pleurosigma</i> sp.	+	+	+	+	+	+
<i>Porosira glacialis</i>				+	+	
<i>Proboscia alata</i>	+	+	+		+	
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	+	+	+			
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	+			+	+	
<i>Rhizosolenia setigera</i>	+	+	+			
<i>Skeletonema</i> spp.	+	+	+	+	+	+
<i>Stellarima stellaris</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Striatella unipunctata</i>	+					
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	+	+	+			
<i>Thalassiosira gravida</i>	+	+	+	+	+	
<i>Thalassiosira</i> sp.				+	+	+
Dinophyceae						
<i>Dinophysis acuminata</i>			+			
<i>Dinophysis acuta</i>	+				+	
<i>Dinophysis caudata</i>		+		+	+	
<i>Dinophysis infundibulum</i>	+	+				+
<i>Diplopsalis lenticula</i>		+		+	+	+
<i>Gymnodinium</i> sp.				+		
<i>Gyrodinium spirale</i>				+	+	+
<i>Gyrodinium</i> sp.	+	+	+	+		+
<i>Heterocapsa triquetra</i>	+	+	+	+	+	+

Tablo 5. Devamı

TAKSON	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
<i>Lebouridinium cf. glaucum</i>		+		+		
<i>Lingulodinium polyedrum</i>				+	+	
<i>Noctiluca scintillans</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Oblea</i> sp.				+	+	
<i>Oxytoxum scolapax</i>	+					
<i>Phalacroma rotundatum</i>						
<i>Polykrikos schwartzii</i>			+			
<i>Prorocentrum compressum</i>	+	+		+	+	
<i>Prorocentrum cordatum</i>	+	+				
<i>Prorocentrum mmicans</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum scutellum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Protoberidinium bipes</i>			+			
<i>Protoberidinium brevipes</i>		+				
<i>Protoberidinium conicum</i>	+			+		
<i>Protoberidinium depressum</i>	+	+			+	
<i>Protoberidinium divergens</i>		+		+		
<i>Protoberidinium oblongum</i>				+		
<i>Protoberidinium pellucidum</i>		+	+	+		
<i>Protoberidinium pyriforme</i>						+
<i>Protoberidinium steinii</i>	+	+	+	+		
<i>Protoberidinium</i> sp.	+	+	+		+	+
<i>Scrippsiella acuminata</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Tripes furca</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Tripes fusus</i>	+	+	+	+	+	
<i>Tripes horridum</i>	+					+
<i>Tripes lineatum</i>		+			+	
<i>Tripes muelleri</i>	+	+	+	+	+	
Dictyochophyceae						
<i>Dictyocha fibula</i>	+					
<i>Dictyocha speculum</i>	+	+			+	+
<i>Octactis octonaria</i>	+	+				
Cryptophyceae						
<i>Plagioselmis prolunga</i>	+	+	+	+	+	+
Chrysophyceae						
<i>Apedinella</i> sp.	+	+	+			
Raphidophyceae						
<i>Heterosigma akashiwo</i>	+	+	+	+	+	+
Prasinophyceae						
<i>Pyramimonas grossii</i>		+		+	+	+

Tablo 5. Devamı

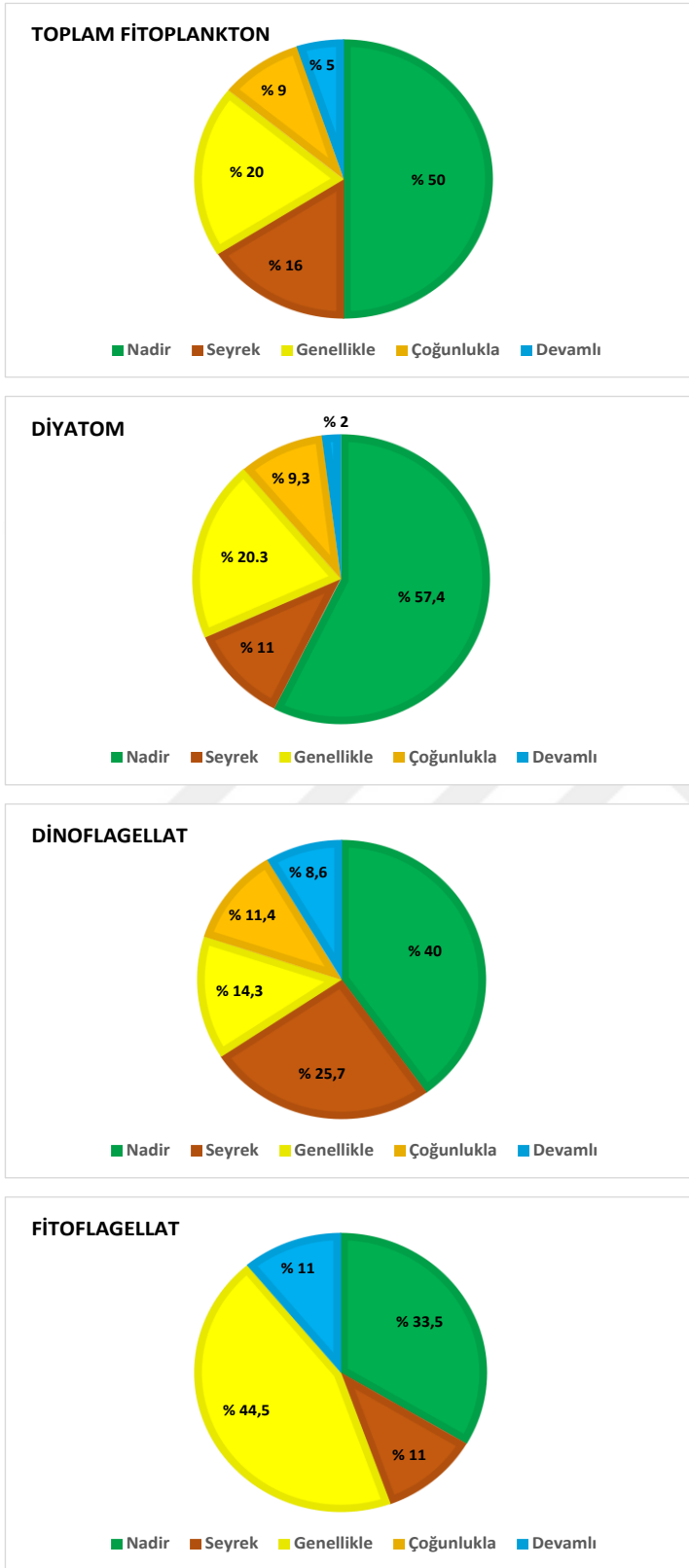
TAKSON	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
Euglenophyceae						
<i>Eutreptia</i> sp.				+	+	+
<i>Eutreptiella</i> sp.	+	+	+	+	+	+
Chlorophyceae (Tatlı su algleri)						
<i>Desmodesmus</i> sp.				+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i>					+	
Toplam diyatom	32	25	24	30	24	19
Toplam dinoflagellat	19	22	15	22	18	13
Toplam fitoflagellat	7	7	4	5	6	6
Diğerleri				1	2	1
GENEL TOPLAM	58	54	43	58	50	39

Su örneklerinde belirlenen fitoplankton komünitesindeki türlerin görülme sıklığına göre frekans yüzdeleri ve frekans grupları Şekil 11’de verilmiştir. Buna göre toplam fitoplanktonda tespit edilen türlerin %50’si nadir bulunan, %16’sı seyrek bulunan, %20’si genellikle bulunan, %9’u çoğunlukla bulunan ve %5’i de devamlı bulunan türlerden oluşmuştur (Şekil 11).

Diyatom grubu içinde tespit edilen türlerin %57,4’ü nadir bulunan, %11’i seyrek bulunan, %20,3’ü genellikle bulunan, %9,3’ü çoğunlukla bulunan ve %2’si de devamlı bulunan türlerden oluşmuştur (Şekil 11). Diyatomlardan *Pseudo-nitzschia* spp. devamlı bulunan tür olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Dinoflagellat grubu içinde tespit edilen türlerin %40’ı nadir bulunan, %25,7’si seyrek bulunan, %14,3’ü genellikle bulunan, %11,4’ü çoğunlukla bulunan ve %8,6’sı da devamlı bulunan türlerden oluşmuştur (Şekil 11). Dinoflagellatlardan *Prorocentrum micans*, *Tripes furca* ve *T. fusus* devamlı bulunan türler olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Fitoflagellat grubu içinde tespit edilen türlerin %33,5’i nadir bulunan, %11’i seyrek bulunan, %44,5’i genellikle bulunan ve %11’i de devamlı bulunan türlerden oluşmuştur (Şekil 11). Fitoflagellatlardan *Plagioselmis prolunga* devamlı bulunan tür olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).



Şekil 11. Su örneklerinde tespit edilen türlerin frekans gruplarına göre dağılımları

3.2.2. Kantitatif analiz sonuçları

3.2.2.1. Fitoplanktonun aylara göre bolluk değerleri

Çalışma dönemi boyunca fitoplankton bolluğunun belirgin bir mevsimsel dağılım gösterdiği ve aylık değişimlerin olduğu görülmüştür. Sonbahar ve kış aylarında fitoplankton bolluğunun düşük olduğu gözlenirken, uygun çevresel koşulların bulunduğu ilkbahar ve yaz aylarında ise fitoplankton bolluğunun önemli ölçüde artış gösterdiği ve aşırı çoğalma olaylarının bu dönemde gerçekleştiği belirlenmiştir. Diyatom ve dinoflagellat gibi temel gruplar dışında diğer fitoflagellat gruplarından bazılarının özellikle yaz aylarında fitoplanktonun baskın gruplarını oluşturduğu görülmüştür (Şekil 12).

Ekim ayında fitoplankton bolluğu açısından fitoflagellat gruplarının baskın olduğu görülürken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından kriptomonad *Plagioselmis prolunga* türünün baskın olduğu ST3 istasyonunda gerçekleşmiştir ($124,8 \times 10^3$ hücre L^{-1}) (Şekil 12). Yıllık dağılım dikkate alındığında Ekim ayında diyatom ve dinoflagellat bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bolluk değerleri diyatomlarda $32,9 \times 10^3$ hücre L^{-1} , dinoflagellatlarda ise $2,2 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Cylindrotheca closterium*, dinoflagellatlarda ise *Prorocentrum micans* olarak tespit edilmiştir.

Kasım ayında da fitoflagellat gruplarının fitoplanktonun baskın gruplarını oluşturduğu gözlenirken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından kriptomonad *Plagioselmis prolunga* türünün baskın olduğu ST3 istasyonunda gerçekleşmiştir (65×10^3 hücre L^{-1}) (Şekil 12). Kasım ayında diyatom ve dinoflagellat bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bolluk değerleri, diyatomlarda $6,6 \times 10^3$ hücre L^{-1} , dinoflagellatlarda ise $2,3 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Chaetoceros curvisetus*, dinoflagellatlarda ise *Scrippsiella acuminata* olarak tespit edilmiştir.

Aralık ayında yine fitoflagellat gruplarının fitoplanktonun baskın gruplarını oluşturduğu gözlenirken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından kriptomonad *Plagioselmis prolunga* türünün baskın olduğu ST1 istasyonunda gerçekleşmiştir ($93,6 \times 10^3$ hücre L^{-1}) (Şekil 12). Aralık ayında diyatom ve dinoflagellat bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom $16,4 \times 10^3$ hücre L^{-1} ile dinoflagellat $22,8 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Leptocylindrus danicus*, dinoflagellatlarda ise *Prorocentrum scutellum* olarak tespit edilmiştir.

Ocak ayında tüm fitoplankton bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından kriptomonad *Plagioselmis prolunga* türünün baskın olduğu ST1 istasyonunda gerçekleşmiştir (52×10^3 hücre L^{-1}) (Şekil 12). Ocak ayında diyatom ve dinoflagellat en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom $43,2 \times 10^3$ hücre L^{-1} ile dinoflagellat $6,4 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Skeletonema* spp., dinoflagellatlarda ise *Prorocentrum scutellum* olarak tespit edilmiştir.

Şubat ayında da tüm fitoplankton bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından kriptomonad *Plagioselmis prolunga* türünün baskın olduğu ST1 ve ST3 (26×10^3 hücre L^{-1}) istasyonlarında gerçekleşmiştir (Şekil 12). Şubat ayında diyatom ve dinoflagellat en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom $2,3 \times 10^3$ hücre L^{-1} ile dinoflagellat $1,2 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Leptocylindrus danicus*, dinoflagellatlarda ise *Gyrodinium* sp. olarak tespit edilmiştir.

Mart ayında da Ocak ve Şubat ayında olduğu gibi tüm fitoplankton bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından kriptomonad *Plagioselmis prolunga* türünün baskın olduğu ST2 istasyonunda gerçekleşmiştir ($20,8 \times 10^3$ hücre L^{-1}) (Şekil 12). Mart ayında diyatom ve dinoflagellat en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom $3,4 \times 10^3$ hücre L^{-1} ile dinoflagellat $1,7 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın türler *Chaetoceros curvisetus* ve *Pseudo-nitzschia* spp., dinoflagellatlarda ise *Prorocentrum micans* olarak tespit edilmiştir.

Nisan ayında fitoplankton bolluğu açısından fitoflagellat gruplarının baskın olduğu görülürken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından öglenofit *Eutreptia* sp.'nin baskın olduğu ST5 istasyonunda gerçekleşmiştir (47590×10^3 hücre L^{-1}) (Şekil 12). Nisan ayında diyatom ve dinoflagellat bollukları genel olarak yüksek bulunurken, en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom 1480×10^3 hücre L^{-1} ile dinoflagellat $58,8 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Skeletonema* spp., dinoflagellatlarda ise *Heterocapsa triquetra* olarak tespit edilmiştir.

Mayıs ayında fitoplankton bolluğu açısından diyatomların baskın olduğu görülürken, en yüksek bolluk değeri diyatomlardan *Skeletonema* spp. nin baskın olduğu ST4 istasyonunda gerçekleşmiştir (52999×10^3 hücre L^{-1}) (Şekil 12). Mayıs ayında dinoflagellat ve fitoflagellat bollukları genel olarak yüksek bulunurken, en yüksek bollukları sırasıyla, dinoflagellat $98,8 \times 10^3$ hücre L^{-1} ile fitoflagellat 4002×10^3 hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Dinoflagellatlarda

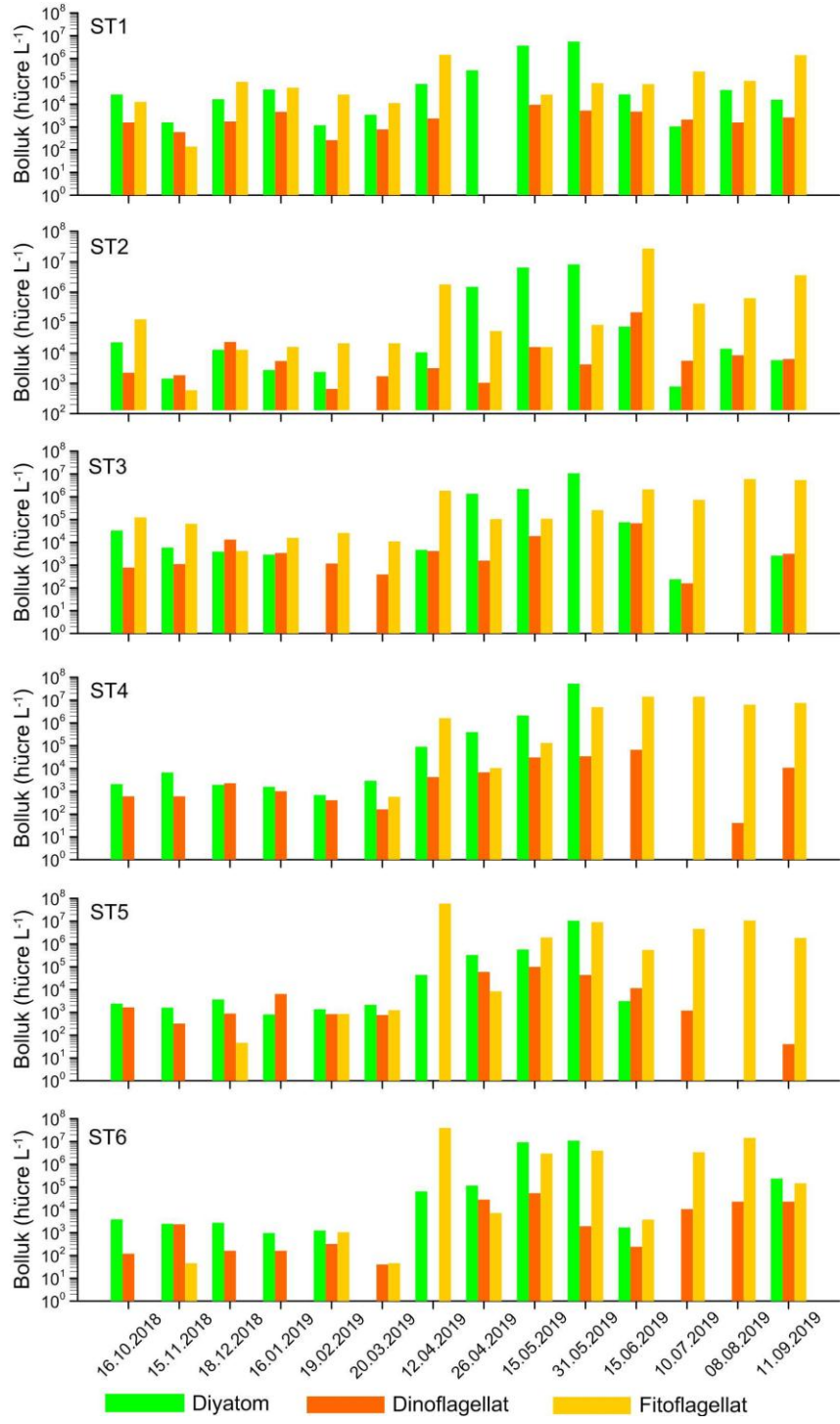
baskın tür *Heterocapsa triquetra*, fitoflagellatlarda ise *Heterosigma akashiwo* olarak tespit edilmiştir.

Haziran ayında ise fitoplankton bolluğu açısından fitoflagellat gruplarının baskın olduğu görülürken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından rafidofit *Heterosigma akashiwo* türünün baskın olduğu ST2 istasyonunda gerçekleşmiştir (27000×10^3 hücre L^{-1}) (Şekil 12). Haziran ayında diyatom ve dinoflagellat bollukları genel olarak yüksek bulunurken, en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom $75,9 \times 10^3$ hücre L^{-1} ile dinoflagellat $214,2 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Pseudo-nitzschia* spp., dinoflagellatlarda ise *Scrippsiella acuminata* olarak tespit edilmiştir.

Temmuz ayında da fitoplankton bolluğu açısından fitoflagellat gruplarının baskın olduğu görülürken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından rafidofit *Heterosigma akashiwo* türünün baskın olduğu ST4 istasyonunda gerçekleşmiştir (14169×10^3 hücre L^{-1}) (Şekil 12). Temmuz ayında diyatom ve dinoflagellat bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom 1040 hücre L^{-1} ile dinoflagellat $10,8 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Pseudo-nitzschia* spp., dinoflagellatlarda ise *Scrippsiella acuminata* olarak tespit edilmiştir.

Ağustos ayında ise fitoplankton bolluğu açısından fitoflagellat gruplarının baskın olduğu görülürken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından rafidofit *Heterosigma akashiwo* türünün baskın olduğu ST6 istasyonunda gerçekleşmiştir (12049×10^3 hücre L^{-1}) (Şekil 12). Ağustos ayında diyatom ve dinoflagellat bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom $22,9 \times 10^3$ hücre L^{-1} ile dinoflagellat $41,1 \times 10^3$ hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Rhizosolenia hebetata*, dinoflagellatlarda ise *Scrippsiella acuminata* olarak tespit edilmiştir.

Eylül ayında yine fitoplankton bolluğu açısından fitoflagellat gruplarının baskın olduğu görülürken, en yüksek bolluk değeri fitoflagellat gruplarından rafidofit *Heterosigma akashiwo* türünün baskın olduğu ST4 istasyonunda gerçekleşmiştir (6857×10^3 hücre L^{-1}) (Şekil 12). Eylül ayında diyatom ve dinoflagellat bollukları genel olarak düşük bulunurken, en yüksek bollukları sırasıyla, diyatom $235,2 \times 10^3$ hücre L^{-1} ile dinoflagellat 23×10^3 hücre L^{-1} olarak bulunmuştur. Diyatomlarda baskın tür *Thalassiosira* sp., dinoflagellatlarda ise *Scrippsiella acuminata* olarak tespit edilmiştir.



Şekil 12. Örnekleme istasyonlarında fitoplankton bolluğunun aylara ve istasyonlara göre dağılımları

3.2.2.2. İstasyonlara göre fitoplankton bolluk değerleri

Fitoplankton bolluğunun mevsimsel olarak istasyonlar arasında da önemli bir değişim gösterdiği gözlenmiştir. Aşağı ve orta Haliç'i temsil eden ST1, ST2 ve ST3 istasyonlarında sonbahar ve kış aylarında fitoplankton bolluğu nispeten daha yüksek bulunurken, yukarı Haliç'i temsil eden ST4, ST5 ve ST6 istasyonlarında ise ilkbahar ve yaz aylarında fitoplankton bolluğunda önemli artışlar olduğu belirlenmiştir (Şekil 13).

ST1 istasyonunda fitoplankton komünitesinde bolluk yönünden diyatom ile fitoflagellat grupları baskın bulunurken, en yüksek bolluk Mayıs ayında gerçekleşmiştir (Tablo 6). Bu istasyonda en yüksek bolluğa ulaşan türler diyatomlarda *Skeletonema* spp. (5360×10^3 hücre L^{-1}), dinoflagellatlarda *Heterocapsa triquetra* ($8,3 \times 10^3$ hücre L^{-1}), fitoflagellatlarda ise *Apedinella* sp. (1080×10^3 hücre L^{-1}) olarak tespit edilmiştir. ST1 istasyonunda gruplara göre bolluk değerleri dikkate alındığında kış ayları ile Mayıs ayında genellikle diyatomların, diğer aylarda ise fitoflagellatların baskın oldukları gözlenmiştir.

ST2 istasyonunda da fitoplankton komünitesinde bolluk yönünden diyatom ile fitoflagellat grupları baskın bulunurken, en yüksek bolluk Haziran ayında gerçekleşmiştir (Tablo 6). Bu istasyonda en yüksek bolluğa ulaşan türler fitoflagellatlarda *Heterosigma akashiwo* (27000×10^3 hücre L^{-1}), diyatomlarda *Skeletonema* spp. (8040×10^3 hücre L^{-1}), dinoflagellatlarda ise *Scrippsiella acuminata* ($141,4 \times 10^3$ hücre L^{-1}), olarak tespit edilmiştir. ST2 istasyonunda gruplara göre bolluk değerleri dikkate alındığında ilkbahar aylarında diyatomların, Haziran ayı ve diğer aylarda ise genellikle fitoflagellatların baskın oldukları gözlenmiştir.

ST3 istasyonunda yine fitoplankton komünitesinde bolluk yönünden diyatom ile fitoflagellat grupları baskın bulunurken, en yüksek bolluk Mayıs ayında gerçekleşmiştir (Tablo 6). Bu istasyonda en yüksek bolluğa ulaşan türler diyatomlarda *Skeletonema* spp. (10720×10^3 hücre L^{-1}), dinoflagellatlarda *Scrippsiella acuminata* ($33,3 \times 10^3$ hücre L^{-1}), fitoflagellatlarda ise *Heterosigma akashiwo* ($2,08 \times 10^3$ hücre L^{-1}) olarak tespit edilmiştir. ST3 istasyonunda gruplara göre bolluk değerleri dikkate alındığında ilkbahar aylarında özellikle Mayıs ayında genellikle diyatomların, diğer aylarda ise fitoflagellatların baskın oldukları gözlenmiştir.

ST4 istasyonunda ilk üç istasyonda olduğu gibi fitoplankton komünitesinde bolluk yönünden diyatom ile fitoflagellat grupları baskın bulunurken, en yüksek bolluk Mayıs ayında

gerçekleşmiştir (Tablo 6). Bu istasyonda en yüksek bolluğa ulaşan türler diyatomlarda *Skeletonema* spp. (52999×10^3 hücre L^{-1}), dinoflagellatlarda *Scrippsiella acuminata* ($64,9 \times 10^3$ hücre L^{-1}), fitoflagellatlarda ise *Heterosigma akashiwo* (14169×10^3 hücre L^{-1}) olarak tespit edilmiştir. ST4 istasyonunda sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında özellikle Mayıs ayında genellikle diyatomların, diğer aylarda ise fitoflagellatların baskın oldukları gözlenmiştir.

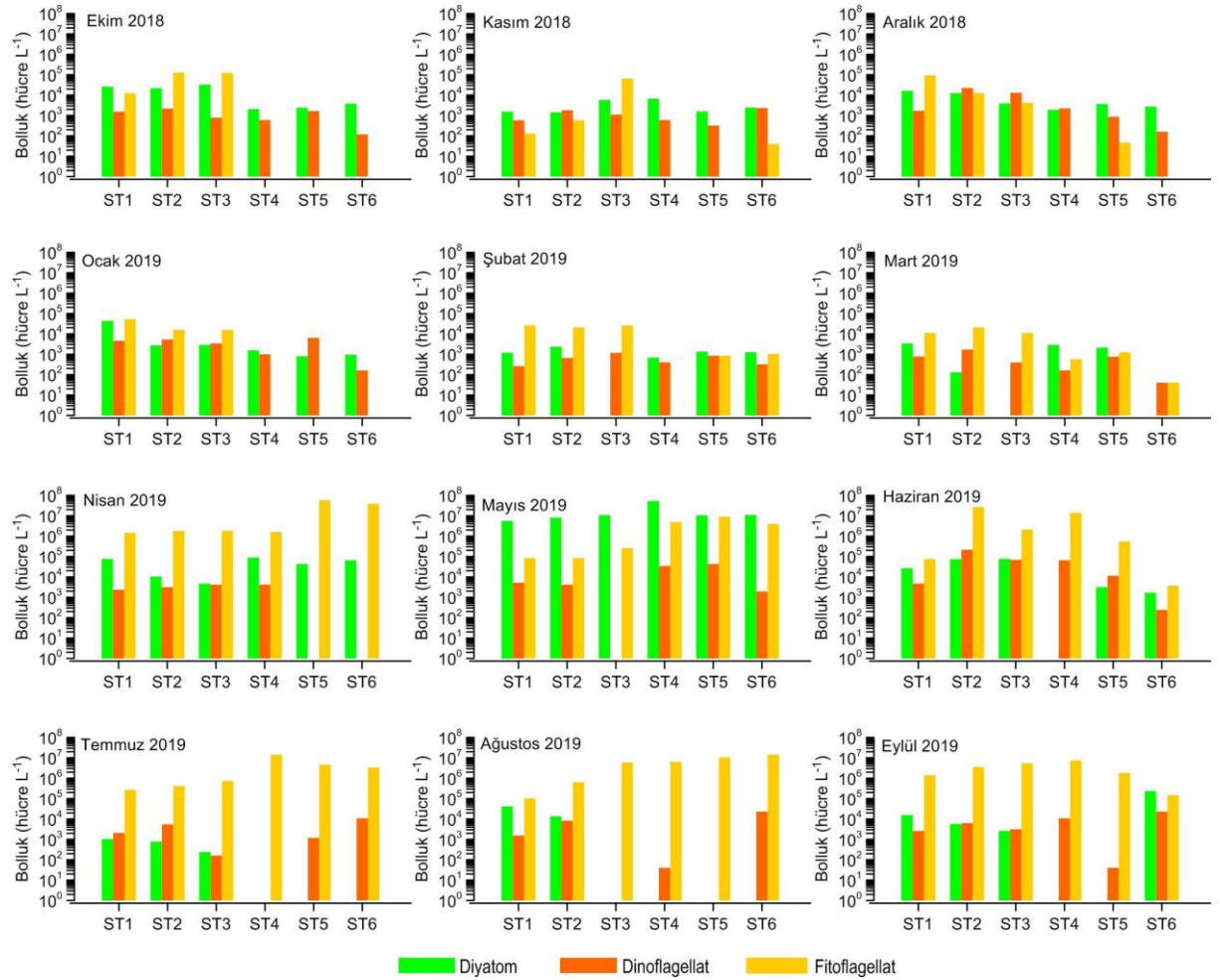
ST5 istasyonunda da fitoplankton komünitesinde bolluk yönünden diyatom ile fitoflagellat grupları baskın bulunurken, en yüksek bolluk Nisan ayında gerçekleşmiştir (Tablo 6). Bu istasyonda en yüksek bolluğa ulaşan türler fitoflagellatlarda *Eutreptia* sp. (47590×10^3 hücre L^{-1}), diyatomlarda *Skeletonema* spp. (10448×10^3 hücre L^{-1}), dinoflagellatlarda *Heterocapsa triquetra* ($83,2 \times 10^3$ hücre L^{-1}) olarak tespit edilmiştir. ST5 istasyonunda Nisan ve yaz aylarında genellikle fitoflagellatların, diğer aylarda ise diyatomların bolluk yönünden baskın oldukları gözlenmiştir.

ST6 istasyonunda yine tüm istasyonlarda olduğu gibi fitoplankton komünitesinde bolluk yönünden diyatom ile fitoflagellat grupları baskın bulunurken, en yüksek bolluk Nisan ayında gerçekleşmiştir (Tablo 6). Bu istasyonda en yüksek bolluğa ulaşan türler fitoflagellatlarda *Eutreptia* sp. (36039×10^3 hücre L^{-1}), diyatomlarda *Skeletonema* spp. (10924×10^3 hücre L^{-1}), dinoflagellatlarda *Heterocapsa triquetra* ($29,7 \times 10^3$ hücre L^{-1}) olarak tespit edilmiştir. ST6 istasyonunda Nisan ve yaz aylarında genellikle fitoflagellatların, diğer aylarda ise diyatomların bolluk yönünden baskın oldukları gözlenmiştir.

Tablo 6. Aylara göre istasyonlardaki en yüksek fitoplankton bolluk değerleri ($\times 10^3$ hücre L^{-1}).

Aylar	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
Ekim 2018	26,3	126,9	124,8	2,0	2,4	3,8
Kasım 2018	1,6	1,8	65,0	6,6	1,6	2,4
Aralık 2018	94,0	22,8	13,1	2,2	3,7	2,7
Ocak 2019	52,5	15,7	15,6	1,6	6,4	1,0
Şubat 2019	26,1	20,8	26	0,7	1,4	1,2
Mart 2019	11,2	20,8	10,9	2,9	2,1	<0,1
Nisan 2019	1458,5	1782,5	1836	1593,3	58709,3	39110,7
Mayıs 2019	5516	8118	10726,2	52998,6	10481,7	10924,2
Haziran 2019	74,9	27012,5	2100,8	14104,1	550,2	3,7
Temmuz 2019	270,4	417,0	728,1	14169,0	4586,0	3363,8
Ağustos 2019	104,0	630,2	5940,0	6316,5	10642,9	14558,3
Eylül 2019	1404,0	3565,0	5418,7	7473,9	1814,4	235,2

Fitoplankton bolluğunun sonbahar ve kış aylarında genellikle Haliç'in aşağı ve orta bölümlerinde, bahar ve yaz aylarında ise orta ve yukarı bölümlerinde daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar Haliç'in girişinden iç kesimlerine doğru fitoplankton bolluğunun mevsimsel olarak genellikle artış ya da azalış gösterebildiğini göstermektedir (Tablo 6, Şekil 13).



Şekil 13. Örnekleme istasyonlarında belirlenen fitoplankton bolluğunun gruplara göre dağılımı

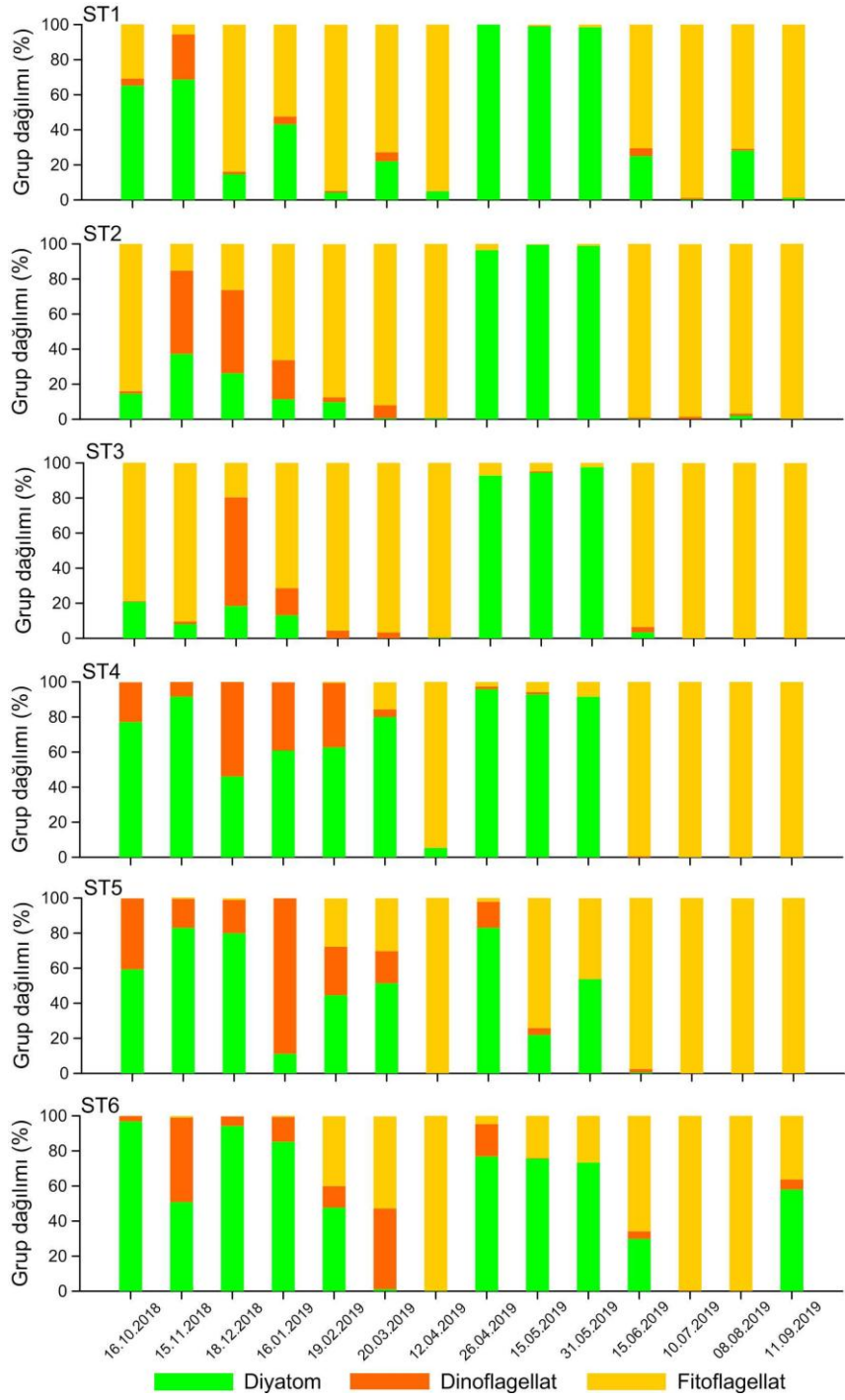
3.2.3. Fitoplankton bolluğuna bağlı grup kompozisyonu

Çalışma dönemi boyunca fitoplankton komünitesi içinde diyatom ve dinoflagellat gruplarına oranla diğer fitoflagellat gruplarının bolluk yönünden daha baskın oldukları ve daha yüksek katkı oranına sahip oldukları görülmüştür (şekil 14). Grup kompozisyonu açısından ST1, ST2 ve ST3 istasyonlarının diğer istasyonlara göre nispeten benzer bir özellikte oldukları görülürken, ST4, ST5 ve ST6 istasyonlarında ise daha farklı bir grup kompozisyonu olduğu gözlenmiştir (şekil 14).

Diyatomlar Nisan ve Mayıs aylarında özellikle ilk dört istasyonda %100'e yakın değerlerde fitoplanktonun baskın grubunu oluştururken, dinoflagellatlar ise nadir olarak baskın grubu oluşturmuşlardır. Diğer fitoflagellat grupları ise özellikle ilk  istasyonda çoğu zaman baskın konumda bulunmuşlardır (şekil 14). ST4, ST5 ve ST6'da sonbahar ve kış aylarında diyatom ve dinoflagellat grupları baskın oldukları halde bolluk değerleri çok düşük bulunmuştur.

Diyatom ve dinoflagellatlar dışındaki diğer fitoflagellat grupları arasında ST1, ST2 ve ST3 istasyonlarında Ekim ve şubat ayları arasında genellikle kriptomonadların (Cryptophyceae) %52 ile %96 arasında baskın olduğu gözlenirken, Mart ayında kriptomonadların (Cryptophyceae) %67 ile %92 arasında, Nisan ayında krizofitlerin (Chrysophyceae) %52 ile %70 arasında baskın olduğu gözlenmiştir.

Mayıs ayında fitoflagellat gruplarının sadece ST5 istasyonunda %74 oranında, Haziran ayında rafidofitlerin (Raphidophyceae) %68 ile %99 arasında, Temmuz ayında kriptomonadların (Cryptophyceae) %57 ile %61 arasında, Ağustos ayında rafidofitlerin (Raphidophyceae) %79 ile %91 arasında ve Eylül ayında ise yine rafidofitlerin (Raphidophyceae) %75 ile %100 arasında baskın olduğu gözlenmiştir.



Şekil 14. Fitoplankton bolluğuna bağlı grup kompozisyonunun aylara ve istasyonlara göre değişimi

3.2.4. Fitoplankton aşırı çoğalma olayları

Uygun çevresel koşulların (ışık, sıcaklık ve besin maddesi) mevcut olduğu bazı sucul ortamlarda genellikle ilkbahar aylarında başlayan, yaz ve sonbahar aylarında da devam edebilen bir ya da daha fazla fitoplankton türünün aşırı üremesi sonucunda hücre sayılarının aşırı miktarda artmasına bağlı olarak “Fitoplankton aşırı çoğalmaları” meydana gelebilmektedir. Çalışma dönemi boyunca Haliç’te diyatomlardan *Skeletonema* spp., kriptomonadlardan *Plagioselmis prolunga*, rafidofitlerden *Heterosigma akashiwo*, öglenofitlerden *Eutreptia* sp. ve *Eutreptiella marina*’nın aşırı çoğalma meydana getirdiği gözlenmiştir.

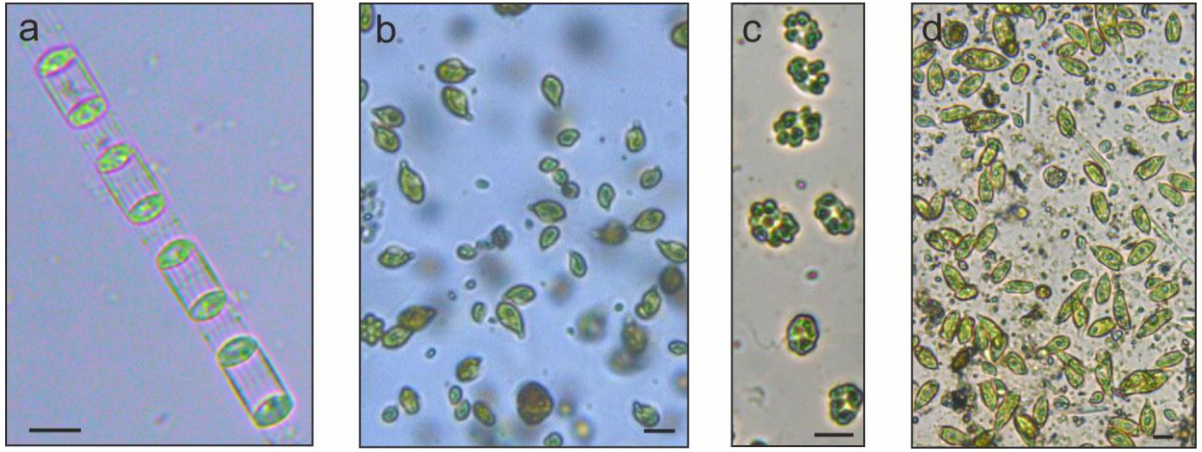
Diyatomlardan *Skeletonema* türlerinin Nisan ve Mayıs ayları arasında aşırı çoğalma yapmış olduğu gözlenmiştir. Nisan ayında ST2 istasyonunda $1,04 \times 10^6$ hücre L^{-1} ulaşan hücre sayısı Mayıs ayında ST4 istasyonunda 53×10^6 hücre L^{-1} ’e ulaşmıştır. Hücre büyüklükleri ort. 5-10 μm boyutlarında olup, birbirlerine organik iplikçiklerle bağlı hücrelerden oluşan zincir koloni halinde bulunurlar (Şekil 15a). Aşırı üreme sırasında çok yüksek bolluk değerlerine ulaştığında suda renk değişimine neden oldukları gözlenmiştir.

Kriptomonadlardan *Plagioselmis prolunga* türünün Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos ayları arasında aşırı çoğalma yapmış olduğu gözlenmiştir. Özellikle Nisan ayında ST5 istasyonunda 9×10^6 hücre L^{-1} ’e ulaşan hücre sayısı Mayıs ayında ST5 istasyonunda $3,9 \times 10^6$ hücre L^{-1} ’e, Haziran ayında ST4 istasyonunda $2,4 \times 10^6$ hücre L^{-1} ’e ve Ağustos ayında ST4 istasyonunda $2,9 \times 10^6$ hücre L^{-1} ’e ulaşmıştır. Hücre büyüklükleri ort. 5-8 μm boyutlarında olduğundan ışık mikroskobunda tanınmaları güçtür (Şekil 15b). Farklı renk pigmentleri içeren tek bir kloroplasta sahiptirler. Aşırı üreme sırasında çok yüksek bolluk değerlerine ulaştığında suda renk değişimine neden oldukları gözlenmiştir.

Rafidofitlerden *Heterosigma akashiwo* türünün Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları arasında aşırı çoğalma yapmış olduğu gözlenmiştir. Mayıs ayında ST5’te 4×10^6 hücre L^{-1} ’e ulaşan hücre sayısı, Haziran ayında ST2’de 27×10^6 hücre L^{-1} ’e, Temmuz ayında ST4’te $14,2 \times 10^6$ hücre L^{-1} ’e, Ağustos ayında ST5’te $12,1 \times 10^6$ hücre L^{-1} ’e ve Eylül ayında ST4’te $6,9 \times 10^6$ hücre L^{-1} ’e ulaşmıştır. Hücre büyüklükleri ortalama 10-15 μm boyutlarında olup, tek hücre ya da müsilağlı koloniler halinde bulunabilirler (Şekil 15c). Çok sayıda kloroplast içerirler. Klorofil dışında içerdiği fukoksantin pigmentinden dolayı yeşilimsi ya da

sarımsı-kahverengi görünürler. Aşırı üreme sırasında çok yüksek bolluk değerlerine ulaştığında suda renk değişimine neden oldukları gözlenmiştir.

Öglenofitlerden *Eutreptia* sp. ve *Eutreptiella marina* Nisan ve Mayıs ayları arasında aşırı çoğalma meydana getirmiştir. Nisan ayında ST5 istasyonunda 50×10^6 hücre L^{-1} e ulaşan öglenofitlerin bolluğu Mayıs ayında ST4 istasyonunda $2,9 \times 10^6$ hücre L^{-1} e ulaşmıştır. Hücre büyüklükleri 10 ile 50 μm arasında değişebilir. Sahip oldukları iki kamçının birbirlerine eşit olup olmamasıyla ayrılırlar. Çok sayıda yeşil pigment maddesi içeren kloroplasta sahiptirler (Şekil 15d). Aşırı üreme sırasında çok yüksek bolluk değerlerine ulaştığında suda yeşil renkte bir değişime neden oldukları gözlenmiştir.



Şekil 15. Çalışma dönemi boyunca fitoplankton aşırı çoğalma olayına neden olan türlerin ışık mikroskobu görüntüleri (a: *Skeletonema* sp., b: *Plagioselmis prolunga*, c: *Heterosigma akashiwo*, d: Öglenofitler)

3.2.5. Potansiyel toksik türler

Çalışma dönemi boyunca Haliç'te fitoplankton komünitesi içinde 1 diyatom, 11 dinoflagellat ve 1 rafidofit olmak üzere toplam 13 adet potansiyel toksik tür saptanmıştır. Haliç'te yaygın olarak gözlenen potansiyel toksik diyatom ***Pseudo-nitzschia* spp.** bazı aylarda yüksek bolluk düzeyi gözlenmiştir. Özellikle ilkbahar aylarında daha çok rastlanan *Pseudo-nitzschia* türleri (Şekil 16;33) Mayıs ayında ST1 istasyonunda en yüksek bolluğa (520×10^3 hücre L^{-1}) ulaşırken, Haliç'in aşağı bölümlerinde daha yoğun bir dağılım göstermişlerdir (Tablo 7).

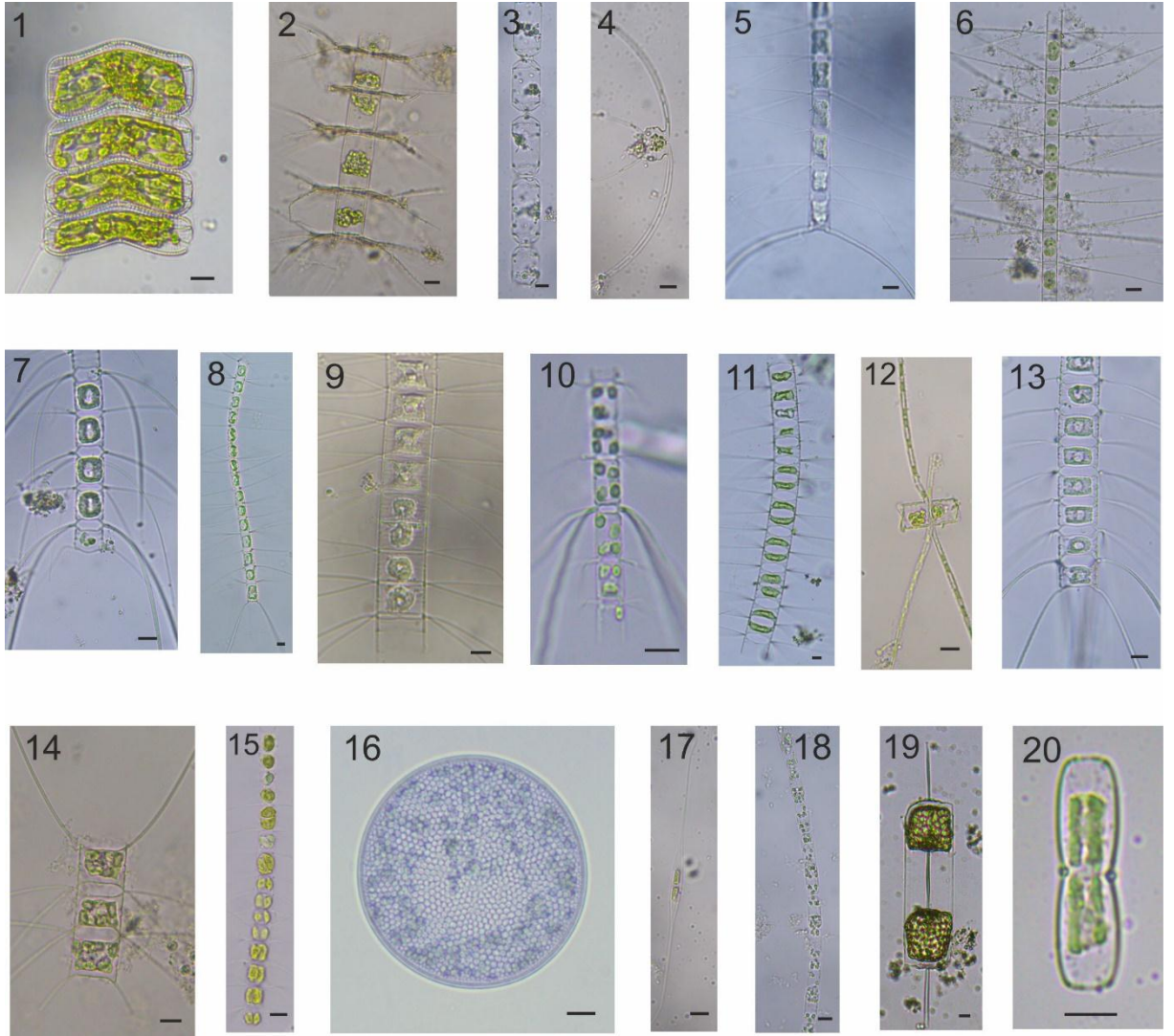
Toksik dinoflagellat türleri arasında **Prorocentrum cordatum** bolluk değerleri Haziran ayı dışında genellikle çok düşük bulunmuştur ($<10^3$ hücre L^{-1}). *P. cordatum* türü Haziran ayında ise ST3 istasyonunda en yüksek bolluğa ($20,8 \times 10^3$ hücre L^{-1}) ulaşırken, daha çok Haliç'in aşağı bölümlerinde dağılım göstermişlerdir (Tablo 7). Toksik dinoflagellat türlerinden **Alexandrium cf. catenella** (Şekil 17;2), **Alexandrium cf. minutum** (Şekil 17;3) ve **Dinophysis infundibulum** (Şekil 17;7); ise Haliç'te ilk kez kaydedilmiştir. Bolluk değerleri genellikle çok düşük bulunmuştur ($<10^3$ hücre L^{-1}). Eylül ve Ekim aylarında ST1 ve ST2 istasyonlarında yani Haliç'in aşağı bölümlerinde dağılım göstermişlerdir (Tablo 7).

Potansiyel toksik rafidofitlerden **Heterosigma akashiwo** türünde aşırı çoğalma meydana gelmiştir. Özellikle yaz aylarında daha çok rastlanan *Heterosigma akashiwo* türü Haziran ayında ST2 istasyonunda en yüksek bolluğa (27×10^6 hücre L^{-1}) ulaşırken, Haliç'in aşağı bölümlerinde daha yoğun bir dağılım göstermişlerdir (Tablo 7).

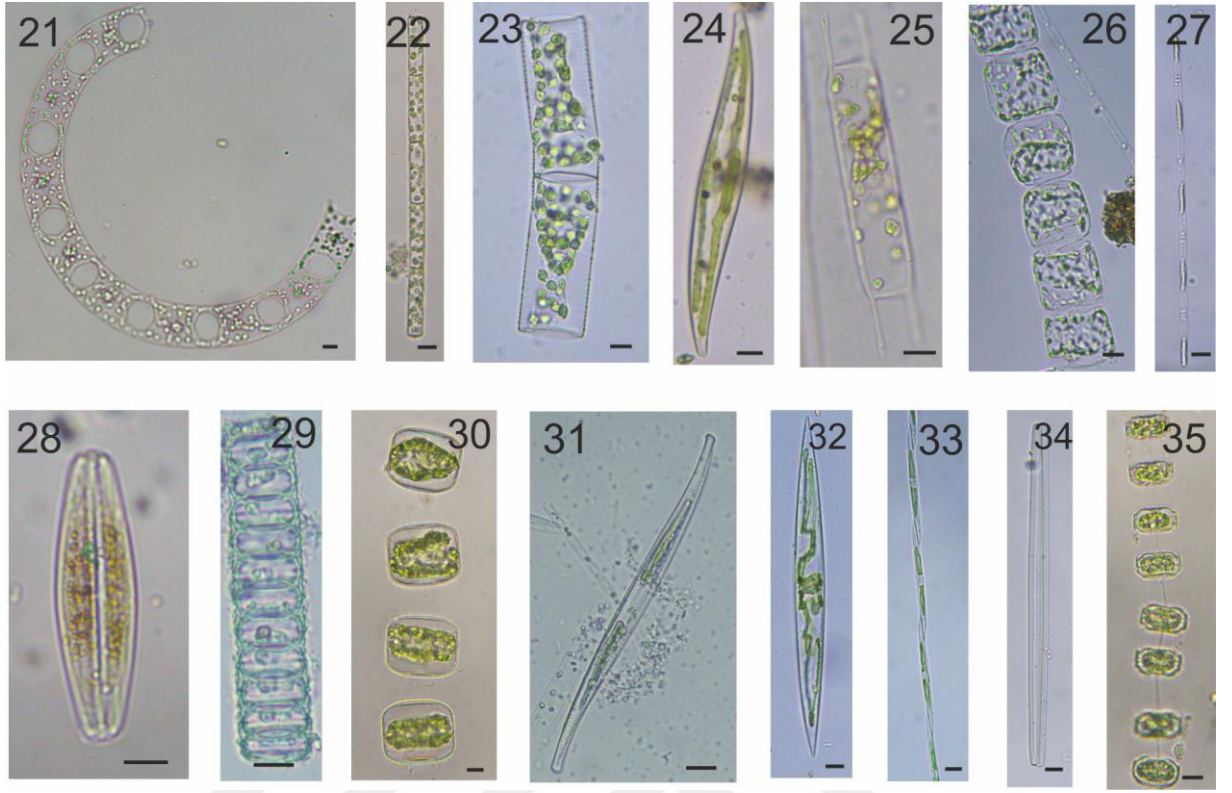
Tablo 7. Çalışma dönemi boyunca tespit edilen potansiyel toksik türler ile bilinen toksik etkileri (Moestrup ve diğerleri, 2009), gözlemlendikleri aylar, istasyonlar ve en yüksek bolluk değerleri ($\times 10^3$ hücre L^{-1}).

Toksik türler	Toksik etki	Aylar	İstasyonlar	Bolluk
Diyatom				
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	ASP	Mayıs	ST1	520
Dinoflagellat				
<i>Alexandrium cf. catenella</i> *	PSP	Ekim	ST1	---
<i>Alexandrium cf. minutum</i> *	PSP	Eylül	ST2	---
<i>Dinophysis acuminata</i>	DSP	Nisan	ST3	0,26
<i>Dinophysis acuta</i>	DSP	Eylül	ST1	0,52
<i>Dinophysis caudata</i>	DSP	Mayıs	ST4	0,16
<i>Dinophysis fortii</i> *	DSP	Nisan	ST3	---
<i>Dinophysis infundibulum</i>	DSP	Haziran	ST1	0,52
<i>Gonyaulax spinifera</i> *	Diğer	Yaz ayları	ST1, ST2, ST3	---
<i>Lingulodinium polyedra</i>	Diğer	Mart, Mayıs	ST4, ST5	0,04
<i>Phalacroma rotundatum</i> *	DSP	Mayıs	ST1	---
<i>Prorocentrum cordatum</i>	Diğer	Haziran	ST3	21
Rafidofit				
<i>Heterosigma akashiwo</i>	Diğer	Haziran	ST2	27000

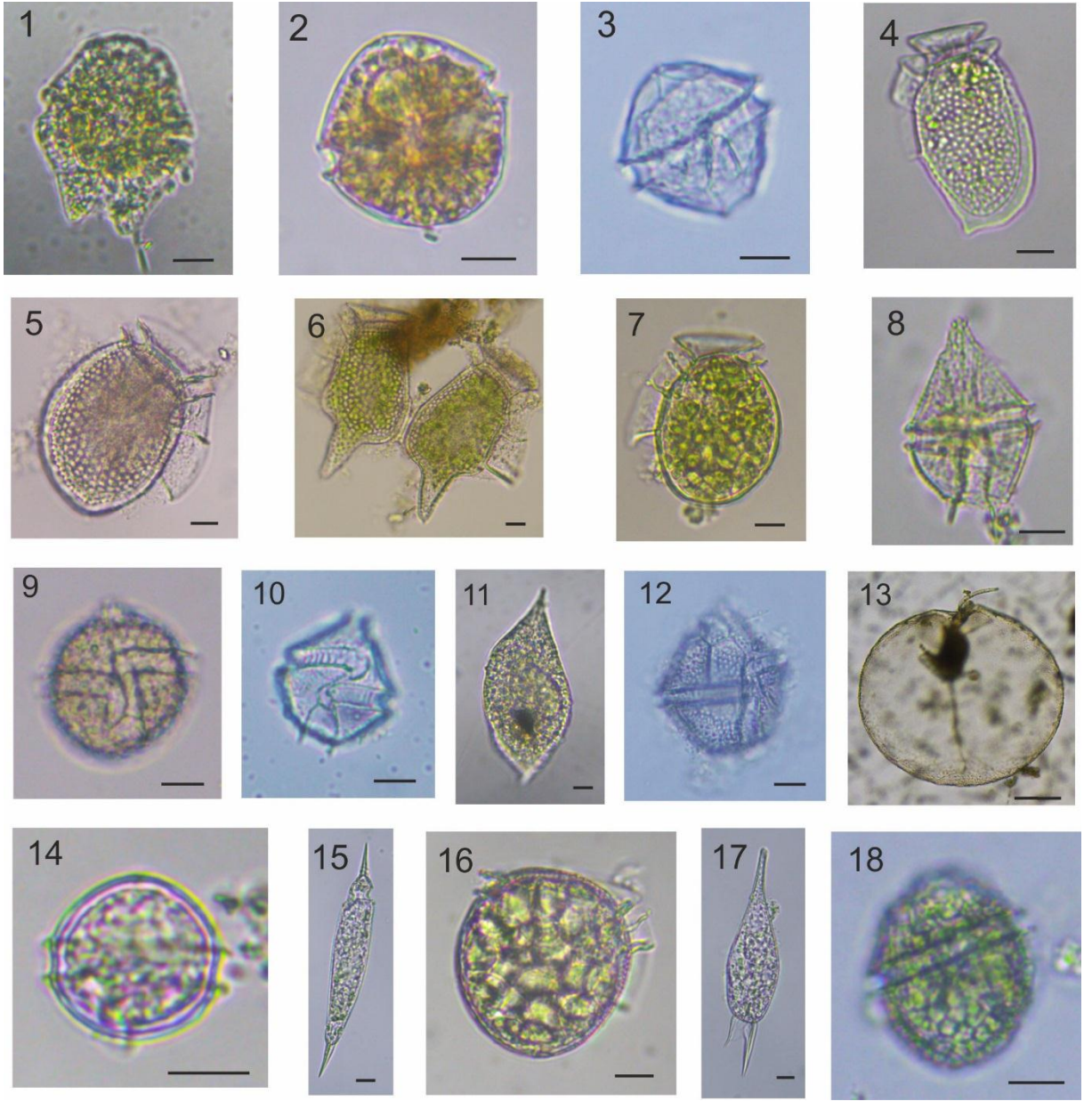
ASP: Amnesic Shellfish Poisoning (Amnezik Kabuklu Zehirlenmesi); DSP: Diarrhetic Shellfish Poisoning (Diyare edici Kabuklu Zehirlenmesi); PSP: Paralytic Shellfish Poisoning (Paralize edici Kabuklu Zehirlenmesi). *Sadece plankton kepçe örneklerinde tespit edilen türler.



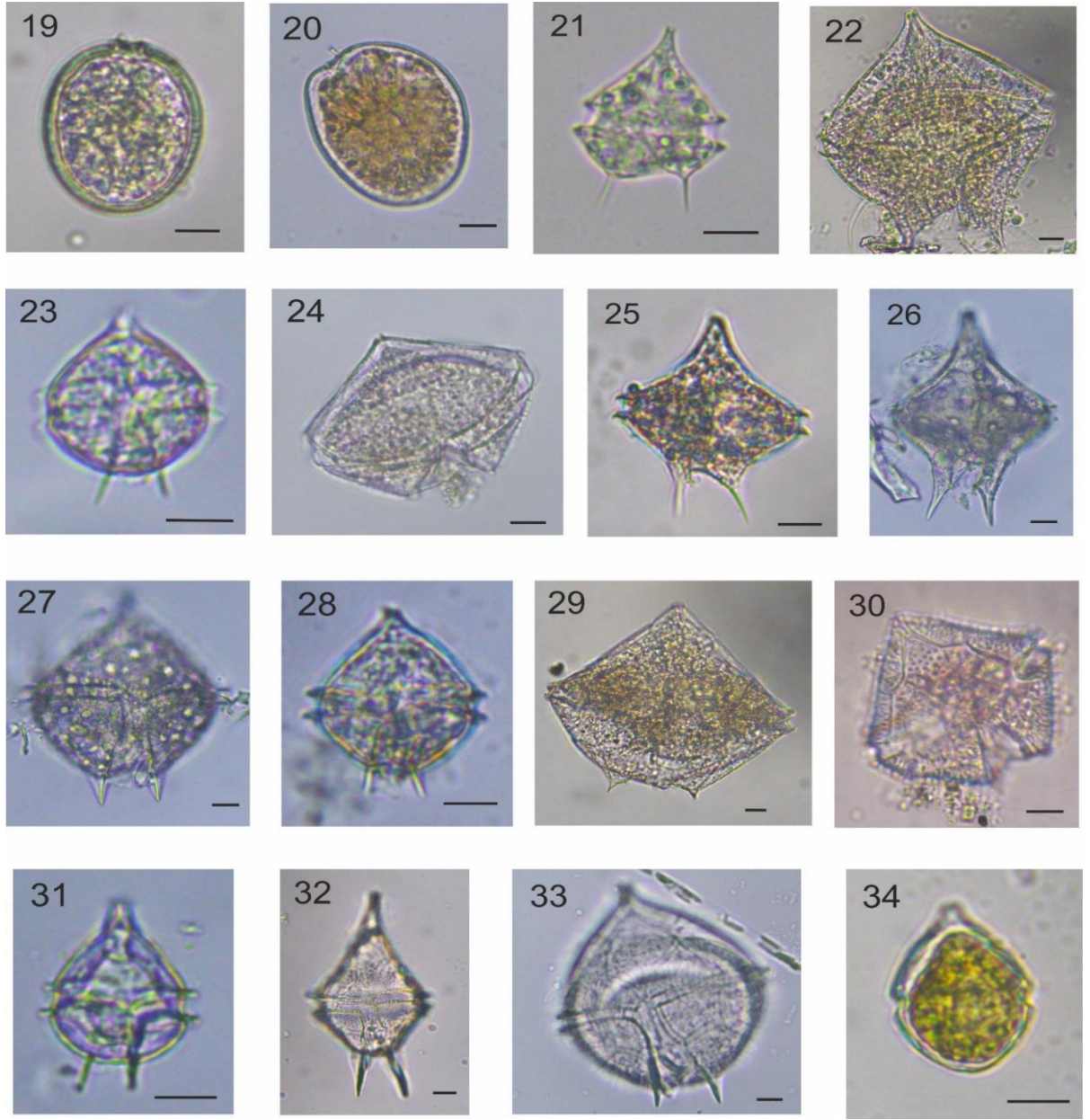
Şekil 16. Çalışma dönemi boyunca alınan su ve kepçe örneklerinde tespit edilen bazı diyatom türlerinin ışık mikroskobu görüntüleri: 1: *Achnanthes longipes*; 2: *Bacteriastrum hyalinum*; 3: *Cerataulina pelagica*; 4: *Chaetoceros aequatorialis*; 5: *Chaetoceros affinis*; 6: *Chaetoceros willei*; 7: *Chaetoceros brevis*; 8: *Chaetoceros compressus*; 9: *Chaetoceros constrictus*; 10: *Chaetoceros contortus*; 11: *Chaetoceros curvisetus*; 12: *Chaetoceros danicus*; 13: *Chaetoceros diadema*; 14: *Chaetoceros lorenzianus*; 15: *Chaetoceros tortissimus*; 16: *Coscinodiscus radiatus*; 17: *Cylindrotheca closterium*; 18: *Dactyliosolen fragilissimus*; 19: *Ditylum brightwellii*; 20: *Entomoneis* sp.



Şekil 16. Devamı. 21: *Eucampia zoodiacus*; 22: *Guinardia delicatula*; 23: *Guinardia flaccida*; 24: *Gyrosigma* sp.; 25: *Hemialus hauckii*; 26: *Lauderia annulata*; 27: *Leptocylindrus minimus*; 28: *Navicula* sp.; 29: *Paralia sulcata*; 30: *Porosira* cf. *glacialis*; 31 ve 32: *Pleurosigma* sp. 33: *Pseudo-nitzschia* sp.; 34: *Thalassionema frauenfeldii*; 35: *Thalassiosira nordenskiöldii*. Ölçek: 10 µm.



Şekil 17. Çalışma dönemi boyunca alınan su ve kepçe örneklerinde tespit edilen bazı dinoflagellat türlerinin ışık mikroskobu görüntüleri: 1: *Akashiwo sanguinea*; 2: *Alexandrium* cf. *catenella*; 3: *Alexandrium* cf. *minutum*; 4: *Dinophysis acuminata*; 5: *Dinophysis acuta*; 6: *Dinophysis caudata*; 7: *Dinophysis infundibulum*; 8: *Gonyaulax* cf. *polygramma*; 9: *Gonyaulax scrippsae*; 10: *Gonyaulax spinifera*; 11: *Gyrodinium spirale*; 12: *Lingulodinium polyedra*; 13: *Noctiluca scintillans*; 14: *Oblea rotunda*; 15: *Oxytoxum scolopax*; 16: *Phalacroma rotundatum*; 17: *Podolompas palmipes*; 18: *Protoceratium reticulatum*.



Şekil 17. Devamı. 19: *Prorocentrum compressum*; 20: *Prorocentrum scutellum*; 21: *Protoperidinium bipes*; 22: *Protoperidiniumbrochii*; 23: *Protoperidinium cerasus*; 24: *Protoperidinium conicum*; 25: *Protoperidinium diabolum*; 26: *Protoperidinium divergens*; 27: *Protoperidinium pallidum*; 28: *Protoperidinium pellucidum*; 29: *Protoperidinium pentagonum*; 30: *Protoperidinium punctulatum*; 31: *Protoperidinium pyriforme*; 32: *Protoperidinium steinii*; 33: *Protoperidinium sp.*; 34: *Scrippsiella acuminata*. Ölçek: *Noctiluca scintillans* 100 µm, diğerleri 10 µm.

3.3. Veri Analizleri

3.3.1. Ekolojik indeksler

Çalışma dönemi boyunca Shannon tür çeşitlilik indeksi (H') 0-4 değerleri arasında bulunurken, en yüksek değer ($H'=3,51$) Ekim ayında ST5 istasyonunda, en düşük değer ise ($H'=0$) tek türün baskın olduğu Temmuz ayında ST4 istasyonunda bulunmuştur. İstasyonlara göre ortalama H' değerleri ise ST1'den ST6'ya kadar sırasıyla 1,56, 1,10, 0,9, 1,70, 1,89, 1,60 olarak bulunmuştur. Tür çeşitliliğinin (H') yüksek olduğu istasyonlarda aynı zamanda baskınlık oranının da daha düşük olduğu dikkati çekmektedir. Tür çeşitliliği (H') mevsimsel olarak da önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Genel olarak sonbahar ve kış aylarında tür çeşitliliğinin (H') daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 18).

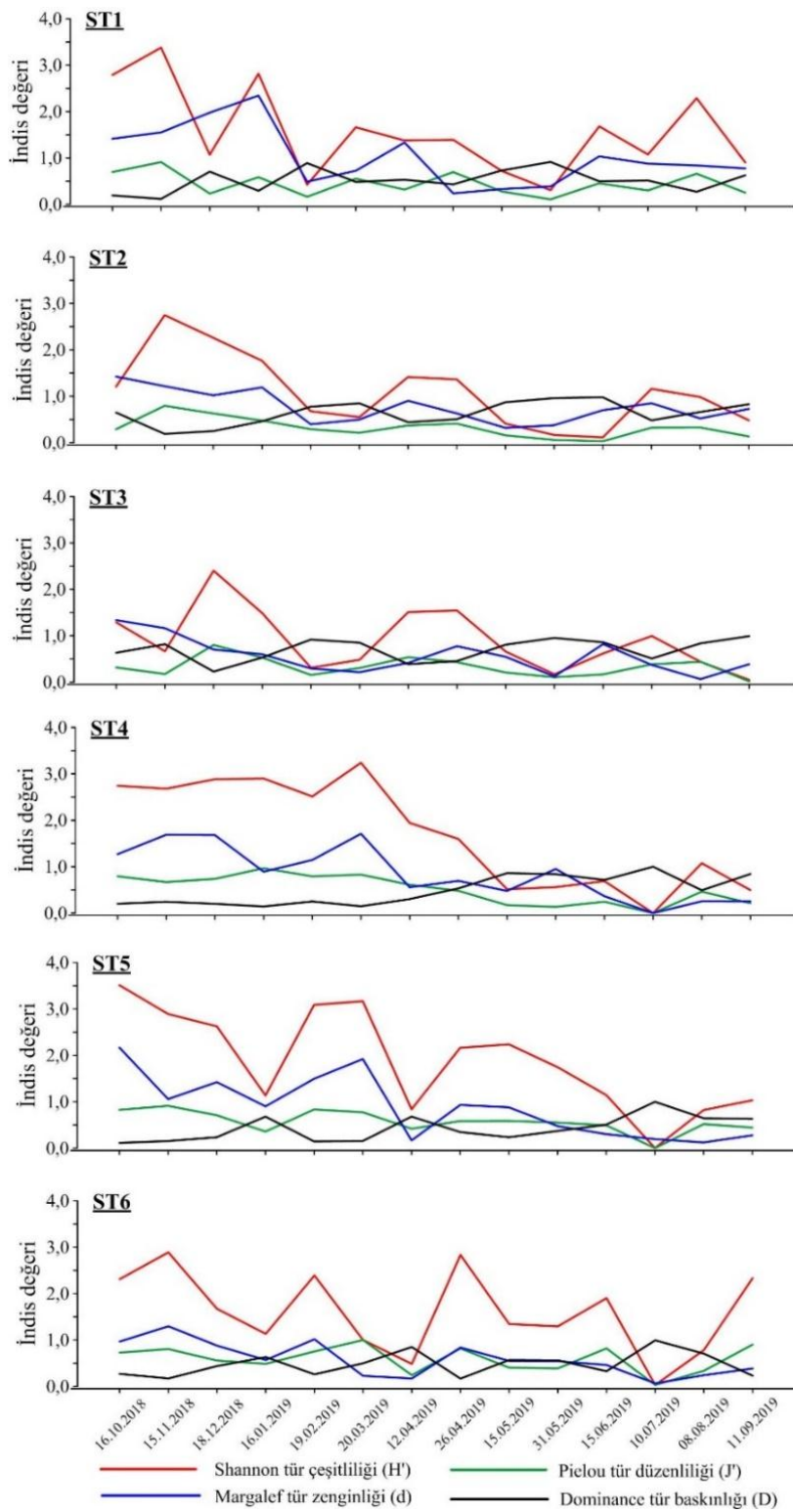
Margalef tür zenginliği indeksi (d) değerleri genel olarak tür çeşitliliği (H') ile paralellik göstermiştir. Çalışma dönemi boyunca tür zenginliği indeksi (d) 0-3 değerleri arasında bulunurken, en yüksek değer ($d=2,35$) Ocak ayında ST1 istasyonunda, en düşük değer ise ($d=0$) tek türün baskın olduğu Temmuz ayında ST4 istasyonunda bulunmuştur. İstasyonlara göre ortalama d değerleri ise ST1'den ST6'ya kadar sırasıyla 1,02, 0,77, 0,56, 0,85, 0,88, 0,59 olarak belirlenmiştir. Mevsimsel olarak bakıldığında ise tür zenginliğinin (d) tür çeşitliliğine (H') benzer şekilde sonbahar ve kış aylarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 18).

Pielou düzenlilik indeksi (J) 0-1 değerleri arasında bulunurken, en yüksek değer ($J=1$) ST6 istasyonunda, en düşük değer ise ($J=0$) ST4 istasyonunda bulunmuştur. Düzenlilik indeksinin sonbahar-kış döneminde nispeten yüksek değerlerde sahip olması bu dönemde tür çeşitliliğinin düzenli dağıldığını, ilkbahar-yaz döneminde daha düşük değerler sahip olması ise tür çeşitliliğinin düzensiz dağılımını göstermektedir (Şekil 18). J değerleri 1'e yaklaştıkça tür çeşitliliğinin düzenli dağıldığı, 0'a yaklaştıkça ise düzensiz dağıldığı anlaşılmaktadır. Buna göre ST4, ST5 ve ST6 istasyonlarındaki J değerlerinin yüksek olması bu istasyonlardaki tür çeşitliliğinin düzenli dağıldığını gösterirken, ST1, ST2 ve ST3 istasyonlarında düşük olması ise bu istasyonlardaki tür çeşitliliğinin düzensiz dağıldığını göstermektedir (Şekil 18).

Dominance baskınlık indeksi (D) çalışma dönemi boyunca 0-1 değerleri arasında bulunurken, en yüksek değer ($D=1$) Temmuz ayında ST4 ve ST5 istasyonlarında, en düşük değer ise ($D=0,11$) Ekim ayında ST5 istasyonunda bulunmuştur. Genellikle tür çeşitliliği ve zenginliğinin düşük olduğu istasyonlarda baskınlık indeksi değerlerinin yüksek olduğu dikkati

çekmektedir. Şekil 18’de görüldüğü gibi D değerleri 1’e yaklaştıkça tür çeşitliliğinin (H') düştüğü, 0’a yaklaştıkça ise tür çeşitliliğinin (H') yükseldiği anlaşılmaktadır. Buna göre ST4, ST5 ve ST6 istasyonlarındaki D değerlerinin yüksek olması tür çeşitliliğinin (H') bu istasyonlarda düşük olduğunu gösterirken, ST1, ST2 ve ST3 istasyonlarında düşük olması ise tür çeşitliliğinin bu istasyonlarda yüksek olduğunu göstermektedir. Aynı istasyonda farklı aylarda D değeri değişkenlik göstermiştir. ST5 istasyonunda Temmuz ayında D değerinde en yüksek değer görülürken, Ekim ayında aynı istasyonda en düşük değer görülmüştür. Özellikle fitoplanktonda aşırı çoğalmaların görüldüğü dönemlerde baskınlık indeksi (D) değerlerinin yükseldiği gözlenmektedir (Şekil 18).





Şekil 18. Fitoplankton komünitesindeki ekolojik indeks değerlerinin aylık değişimleri

3.3.2. Korelasyon analizleri

Çalışma dönemi boyunca elde edilen verilere göre yapılan Spearman sıra korelasyon analizlerinde ölçümü yapılan temel çevresel faktörler ile fitoplankton verileri arasında önemli bazı korelasyonlar olduğu sonucuna varılmıştır. Haliç'in aşağı, orta ve yukarı bölümlerini temsil eden istasyonlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde korelasyon katsayıları arasında bazı farklılıklar olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışma alanı bir bütün olarak değerlendirilmek suretiyle de korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 8).

Elde edilen katsayılara göre tüm istasyonlarda diatom bolluğu ile çözünmüş oksijen arasında kuvvetli pozitif bir ilişki ($p<0.01$) ve tuzluluk ile anlamlı pozitif bir ilişki ($p<0.05$) bulunurken, ST1 istasyonunda ise pH değeri ile diatom bolluğu arasında anlamlı pozitif bir ilişki ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 8). Dinoflagellat bolluğu ile çevresel faktörler arasında ise herhangi bir korelasyon bulunamamıştır. Buna karşın diğer fitoflagellat bolluğu ile sıcaklık arasında hem tüm istasyonlarda hem de ST5 istasyonunda kuvvetli pozitif bir ilişki ($p<0.01$) bulunurken, çözünmüş oksijen ile anlamlı pozitif bir ilişki ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 8).

Toplam fitoplankton bolluğu ile sıcaklık ve çözünmüş oksijen arasında da tüm istasyonlarda ve ST3 istasyonunda kuvvetli pozitif bir ilişki ($p<0.01$) bulunurken, ST5'te toplam fitoplankton bolluğu ile çözünmüş oksijen arasında anlamlı pozitif bir ilişki ($p<0.05$) bulunmuştur. Ayrıca ST1 ve ST3 istasyonlarında toplam fitoplankton bolluğu ile pH arasında da anlamlı pozitif bir ilişki ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 8).

ST5 istasyonunda tür sayısı (S) ile sıcaklık arasında kuvvetli bir negatif ilişki ($p<0.01$) olduğu görülürken, Seki değerleri ile tür sayısı (S) arasında anlamlı pozitif bir ilişki ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 8). Tür çeşitliliği (H') ile sıcaklık arasında tüm istasyonlarda ve ST5 istasyonunda kuvvetli bir negatif ilişki ($p<0.01$) görülürken, çözünmüş oksijen ile de kuvvetli bir negatif ilişki ($p<0.01$) göstermiştir. Ayrıca tür çeşitliliği (H') ile pH değeri arasında tüm istasyonlarda anlamlı pozitif bir ilişki ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 8).

Yapılan korelasyon analizlerine göre Haliç bir bütün olarak alındığında fitoplankton biyokütlesinin bir göstergesi olan klorofil-a değerleri ile toplam fitoplankton ve fitoflagellat bolluğu arasında kuvvetli pozitif bir ilişki ($p<0.01$) görülürken, tür çeşitliliği (H') ile kuvvetli negatif bir ilişki ($p<0.01$) görülmüştür. İstasyon bazında ele aldığımızda ise sadece ST5 istasyonunda klorofil-a değerleriyle tür sayısı (S) ve tür çeşitliliği (H') arasında da kuvvetli negatif bir ilişki ($p<0.01$) görülmüştür (Tablo 8).

Tablo 8. Çevresel faktörler ile fitoplankton bolluğu, tür sayısı (S) ve tür çeşitliliği (H') arasındaki Spearman sıra korelasyon katsayıları (ρ).

Parametre	Veri grupları	Tüm istasyonlar	ST1	ST3	ST5
Sıcaklık	<i>Diyatom</i>	-	-	-	-
	<i>Dinoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Fitoflagellat</i>	.587**	-	.587**	-
	<i>Toplam bolluk</i>	.519**	-	.519**	-
	<i>Tür sayısı (S)</i>	-	-	-	-.580**
	<i>Tür çeşitliliği (H')</i>	-.328**	-	-	-.676**
Tuzluluk	<i>Diyatom</i>	.236*	-	-	-
	<i>Dinoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Fitoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Toplam bolluk</i>	-	-	-	-
	<i>Tür sayısı (S)</i>	-	-	-	-
	<i>Tür çeşitliliği (H')</i>	-	-	-	-
Seki diski	<i>Diyatom</i>	-	-	-	-
	<i>Dinoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Fitoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Toplam bolluk</i>	-	-	-	-
	<i>Tür sayısı (S)</i>	.266*	-	.614*	-
	<i>Tür çeşitliliği (H')</i>	-	-	-	-
Çöz. O ₂	<i>Diyatom</i>	.398**	-	-	-
	<i>Dinoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Fitoflagellat</i>	.274*	-	-	.677*
	<i>Toplam bolluk</i>	.368**	-	.736**	.626*
	<i>Tür sayısı (S)</i>	-	-	-	-
	<i>Tür çeşitliliği (H')</i>	-.357**	-	-	-
pH	<i>Diyatom</i>	-	.624*	-	-
	<i>Dinoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Fitoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Toplam bolluk</i>	-	.600*	.638*	-
	<i>Tür sayısı (S)</i>	-	-	-	-
	<i>Tür çeşitliliği (H')</i>	-.244*	-	-	-
Klorofil-a	<i>Diyatom</i>	-	-	-	-
	<i>Dinoflagellat</i>	-	-	-	-
	<i>Fitoflagellat</i>	.473**	-	-	-
	<i>Toplam bolluk</i>	.382**	-	-	-
	<i>Tür sayısı (S)</i>	-	-	-	-.673**
	<i>Tür çeşitliliği (H')</i>	-.298**	-	-	-.676**

* $p < 0.05$ ve ** $p < 0.01$: İstatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar; (-): Korelasyon yok

3.3.3. Tek yönlü varyans analizleri (ANOVA)

Tek yönlü varyans analizleri(ANOVA) sonuçlarına göre çalışma dönemi boyunca ölçülen sıcaklık değerleri aylara göre anlamlı bir değişim ($p<0.001$) sergilemiştir (Tablo 9). Bu durum mevsimsel olarak meteorolojik koşulların sıcaklık değerleri üzerine olan etkilerini göstermektedir. Tuzluluk değerlerinin hem aylara hem de istasyonlara göre anlamlı bir değişim ($p<0.001$) sergilemesimevsimsel koşulların yanı sıra Haliç boyunca tuzluluğun yatay yönde önemli ölçüde değiştiğini göstermektedir. Çalışma dönemi boyunca ölçülen Seki diski değerleri istasyonlara göre anlamlı bir değişim ($p<0.001$) sergilemiştir (Tablo 9). Çözünmüş oksijen ve pH değerleri istasyonlar arasında anlamlı bir değişim ($p<0.001$) sergilerken, kl-a değerleri ise aylar arasında anlamlı bir değişim ($p<0.001$) göstermiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Çevresel verilerde zamansal ve mekansal olarak elde edilen tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları

Parametre	Faktör	ANOVA sonucu
Sıcaklık	Aylar*	$F_{10,65} = 264.151, p<0.001$
	İstasyonlar	$F_{5,65} = 0.077, p>0.005$
Tuzluluk	Aylar *	$F_{10,65} = 9.474, p<0.001$
	İstasyonlar *	$F_{10,65} = 4.438, p<0.001$
Seki diski	Aylar	$F_{11,71} = 0.882, p>0.005$
	İstasyonlar *	$F_{5,71} = 26.084, p<0.001$
Çöz. O ₂	Aylar	$F_{10,65} = 1.426, p>0.005$
	İstasyonlar *	$F_{5,65} = 13.223, p<0.001$
pH	Aylar	$F_{10,65} = 2.258, p>0.005$
	İstasyonlar *	$F_{5,65} = 14.208, p<0.001$
Klo-a	Aylar *	$F_{11,71} = 4.541, p<0.001$
	İstasyonlar	$F_{5,71} = 0.762, p>0.005$

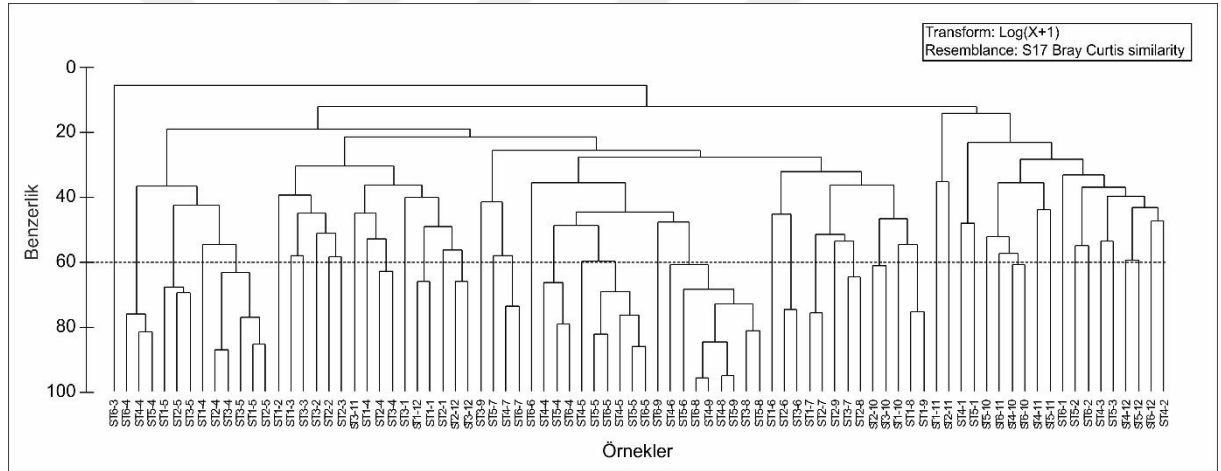
3.3.4. Bray Curtis benzerlik analizleri

Bray-Curtis benzerlik analizi sonuçlarına göre istasyonlar arası kümelenmede Haliç fitoplankton komünitesinde %60'ın üzerinde benzerlik gösteren 16 ayrı grup bulunmasına rağmen (Şekil 19) esas itibariyle 2 önemli grubun olduğu görülmektedir:

1. Grup: ST1, ST2, ST3

2. Grup: ST4, ST5, ST6

Haliç fitoplankton komünitesinde benzerlik görülen istasyonlar arasında özellikle Nisan ve Mayıs aylarında 1. ve 2. gruplarda daha anlamlı bir kümelenmenin olduğu gözlenmiştir. Yaz aylarında ise 2. grupta anlamlı bir kümelenme oluşmuştur. Bu grupların dışında ayrıca ST1 ve ST2 ile ST2 ve ST3 istasyonlarının da Temmuz ve Ağustos aylarında ayrı kümeler oluşturduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra Aralık ve Ocak aylarında 1. grupta ST1 ve ST2 ile ST3'te ayrı kümelenmeler olduğu dikkati çekmiştir (Şekil 19).



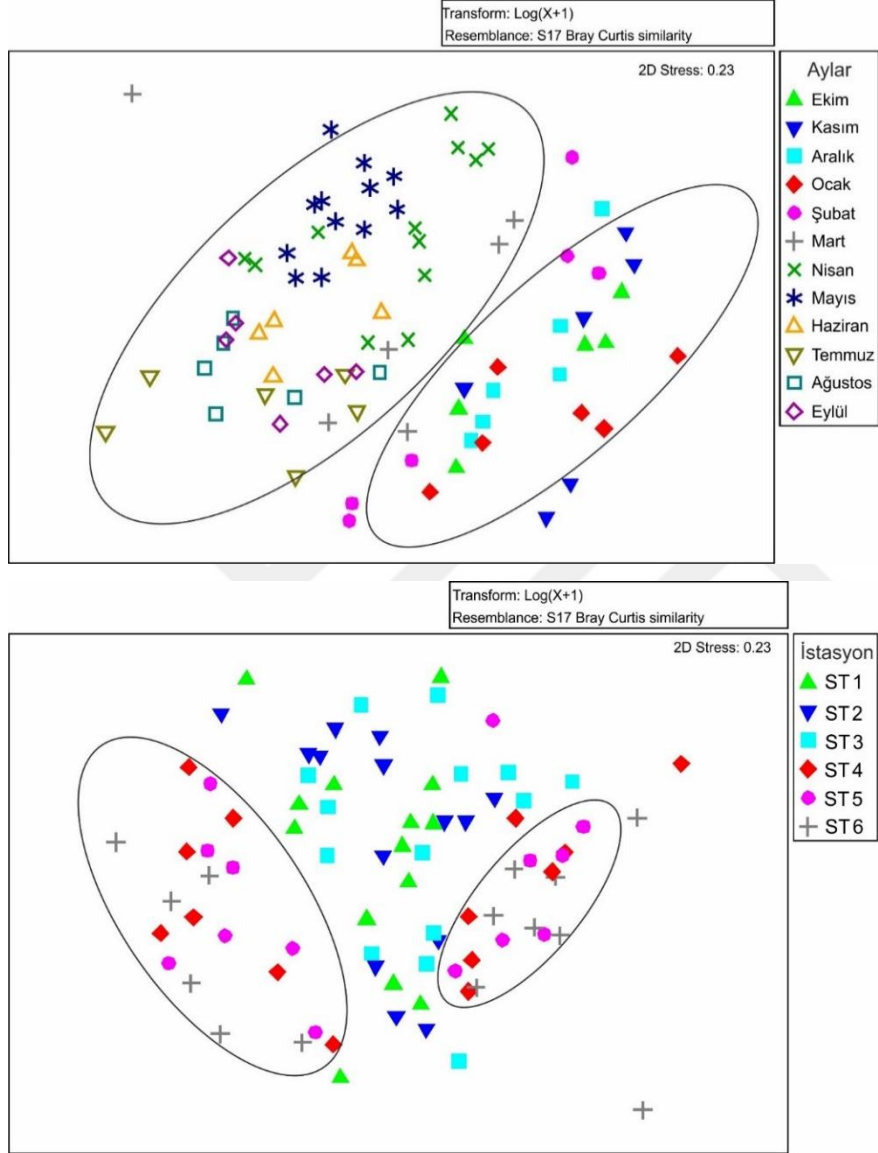
Şekil 19. Bray-Curtis benzerlik analizine göre istasyonlar arası kümelenme dağılımı

3.3.5. Çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizleri

Çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizlerine göre aylık dağılımda fitoplankton komünitesinin mevsimsel olarak iki farklı belirgin yapı sergilediği dikkati çekmektedir. Buna göre fitoplankton bolluğunun yüksek, tür sayısının düşük olduğu ilkbahar ve yaz aylarında fitoplankton komünite yapısının yakın benzerlikte olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan fitoplankton bolluğunun düşük, tür sayısının yüksek olduğu sonbahar ve kış aylarında ise farklı bir komünite yapısı sergilediği görülmektedir (Şekil 20). Benzerlik analizlerinde de görüldüğü üzere fitoplankton komünitesinde istasyonlar arasında iki farklı

grup olduğu açıkça görülmektedir. Yapılan analizlere göre Haliç'in aşağı ve orta bölümlerinin birbirine yakın benzerlikte bir fitoplankton komünite yapısına sahip olduğu görülürken, Haliç'in yukarı bölümünün ise ayrı bir komünite yapısında olduğu görülmektedir (Şekil 20).



Şekil 20. Çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizlerine göre fitoplankton komünite yapısının aylara ve istasyonlara göre ordinasyonu

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Haliç'in giriş kısmından derelere yakın olan iç kesimlerine kadar belirlenen altı istasyonda bir yıl boyunca aylık olarak alınan yüzey suyu örnekleri ile üç istasyonda vertikal olarak alınan kepçe örnekleri incelenerek fitoplanktonun aylık dağılımı, tür ve grup kompozisyonu, komünite yapısı, zararlı alg aşırı üremeleri hakkında elde edilen bilgiler değerlendirilmiştir. Örneklemelerle eş zamanlı olarak ölçülen bazı fizikokimyasal parametreler de değerlendirmelerde dikkate alınmış ve Haliç'te geçmiş yıllarda yapılan fitoplankton çalışmalarında elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

4.1. Çevresel Parametrelerin Değerlendirilmesi

Bu çalışma boyunca ölçülen bazı çevresel parametreler (Sıcaklık, Tuzluluk, Görünürlük, ÇO, pH, Kl-a) mevsimsel ve istasyonlara göre önemli farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıklar gerek mevsimsel meteorolojik koşullar gerekse de Haliç'in genel hidrografik koşullarından kaynaklanmaktadır.

Yüzey suyu sıcaklık değerleri meteorolojik koşulların etkisiyle aylık olarak önemli değişimler gösterirken, yıllık ortalama değerlerin istasyonlar arasında da değiştiği ve genellikle iç kesimlerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Haliç girişinde (ST1) yıllık ortalama yüzey suyu sıcaklığı 15,7°C olarak bulunurken, yukarı bölümde ise 17,1°C olarak bulunmuştur. 2009-2010 yıllarında Haliç girişi ve yukarı bölümünde yıllık ortalama yüzey suyu sıcaklık değerleri sırasıyla 14,9°C ile 16,3°C, 2011-2012 yıllarında 13,3°C ile 15°C, 2013-2014 yıllarında 14,8°C ile 15,7°C olarak kaydedilmiştir (Taş ve Hernández-Becerril, 2017; Dursun ve Taş, 2019). Önceki yıllarda yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında ortalama sıcaklık değerlerinde biraz artış olduğu görülmüştür.

Yüzey suyu tuzluluk değerleri özellikle iç kesimlerde yağışla birlikte dere girdilerinin etkisiyle de değişim gösterebilmektedir. Yağışlı dönemlerde yüzey suyu tuzluluk değerlerinde azalma olduğu tespit edilirken, sıcaklık değerlerinin aksine iç kesimlerde yıllık ortalama tuzluluk değerlerinin Haliç girişine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Haliç girişinde yıllık ortalama yüzey suyu tuzluluğu 14 iken, iç kesimlerde ise 10,6 olarak bulunmuştur.

2009-2010 yıllarında yapılan çalışmada Haliç girişi ve iç kesimlerindeki yıllık ortalama yüzey suyu tuzluluk değerleri sırasıyla 17,7 ve 14,3, 2011-2012 yıllarında 19 ile 16,4, 2013-2014 yıllarında 18,6 ile 16,6 olarak kaydedilmiştir (Taş ve Hernández-Becerril, 2017; Dursun ve Taş, 2019).

Haliç'te ölçülen Seki diski derinliğine bağlı olarak sudaki görünürlük değerlerinin istasyonlar arasında önemli farklılıklar gösterdiği ve Haliç girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe sudaki görünürlük değerlerinin önemli derecede azaldığı dikkati çekmiştir. Görünürlük değerlerinin iç kesimlere doğru giderek düşmesi, yukarı bölümde derinliğin azalması ile sedimandan su kolonuna etkileşimin artması ve derelerle taşınan partikül maddelerin etkisinden kaynaklanmaktadır. Haliç girişinde yıllık ortalama Seki diski derinliği 4,8 m, yukarı bölümde ise 0,6 m olarak bulunmuştur. Diğer yıllardaki çalışmalar ile karşılaştırıldığında, bazı yıllara göre de bu çalışma dönemindeki yıllık ortalama değerlerin düştüğü görülmektedir. 2009-2010 yıllarında yapılan çalışmada Haliç'in yukarı bölümünde yıllık ortalama Seki diski derinliği 0,6 m, 2011-2012 yıllarında 1,3 m, 2013-2014 yılları arasında ise 2 m olarak kaydedilmiştir (Taş ve Hernández-Becerril, 2017; Dursun ve Taş, 2019). Önceki yıllara göre özellikle yukarı Haliç'te Seki diski değerlerinin azalmasının örnekleme sıklığı, periyodu ve örnekleme anındaki genel durum ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Çözünmüş oksijen (ÇO) değerleri Haliç'te istasyonlara göre farklılıklar göstermiştir. Fitoplankton bolluğunda belirgin artışın gözlemlendiği ilkbahar aylarında ÇO değerlerinde de önemli artışlar dikkati çekmiştir. Haliç'in girişinde yüzey suyundaki yüksek ÇO değerlerinin boğaz suyu ile etkileşimin fazla olması ve dinamik yapısından kaynaklanmaktadır. Haliç girişinde yıllık ortalama yüzey suyu ÇO değeri 8,4 mg L⁻¹, iç kesimlerde ise 4,2 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur. 2009-2010 yıllarında yapılan çalışmada Haliç'in yukarı bölümünde yıllık ortalama yüzey suyu ÇO değeri 2,98 mg L⁻¹, 2013-2014 yıllarında ise 3,35 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur (Taş, 2019). ÇO değerlerinde önceki yıllara göre gözlenen artışta Haliç'e verilen deniz suyunun etkisi olduğu düşünülmektedir.

Haliç'te yüzey suyu pH değerlerinde belirgin farklılıklar gözlenmemiştir. İstasyonlar arasında pH değerlerinde küçük farklılıklar olduğu dikkati çekmiştir. Haliç'in iç kesimlerinde derelerden gelen tatlı suyun etkisiyle pH değerlerinin giriş kısımlarından nispeten daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Haliç girişinde yıllık ortalama yüzey suyu pH 8,4, yukarı bölümde ise 7,8 olarak bulunmuştur. 2009-2010 yıllarında Haliç'in yukarı bölümünde yıllık ortalama yüzey suyu pH değeri 7,54 ve 2013-2014 yıllarında 7,44 olarak bulunmuştur (Taş, 2019). Geçmiş yıllarla kıyaslandığında bu çalışmada Haliç'in yukarı bölümünde yıllık ortalama pH değerlerinin nispeten yüksek olduğu görülmüştür.

Yüzey suyu kl-a değerleri ilkbahar ve yaz aylarında fitoplankton bolluğunun artmasına paralel olarak bir artış göstermiştir. Haliç'in iç kesimlerinde yüzey suyu kl-a değerlerinin artmasını fitoplanktonun daha yüksek bolluk değerleri ve aşırı çoğalma olaylarıyla açıklayabilmek mümkündür. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda (Taş, 2019; Dursun ve Taş, 2019) bildirildiği gibi, Haliç'in iç kesimlerinde aşağı bölümüne nazaran daha yüksek kl-a değerleri elde edilmiştir. 2009-2010 yıllarında Haliç'in yukarı bölümünde yıllık ortalama yüzey suyu kl-a değeri $34,6 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak bulunurken, 2013-2014 yıllarında $22,4 \mu\text{g L}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Taş, 2019). Bu çalışmada ise Haliç'in yukarı bölümünde yıllık ortalama kl-a değerinin önemli ölçüde azaldığı ($5,4 \mu\text{g L}^{-1}$) dikkati çekmiştir. Bunun nedenlerin biri kl-a analizlerinde bu çalışmada uygulanan yöntem (HPLC) ile önceki yıllarda uygulanan yöntem (Spektrofotometre) arasındaki farklılık olabilir. Diğer bir neden ise önceki yıllara oranla bu çalışma dönemi boyunca Haliç'teki fitoplankton bolluğu ve aşırı çoğalma olaylarında gözlenen azalma ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Fitoplanktonik organizmalar hücrel aktivitelerini sağlayabilmeleri için sucul ortamdaki azot ve fosforun inorganik formlarına ihtiyaç duydukları için fitoplankton türlerinin gelişimi sudaki fosfor ve azot miktarına bağlı olarak değişir. Silikat formundaki silis ise diatom ve silikoflagellat gibi formların iskelet yapısını oluşturur. Geçmiş yıllarda Haliç'te yapılan çalışmalarda besin maddeleri konsantrasyonlarında Haliç girişinden iç kesimlere doğru bir artış olduğu ve yukarı bölümde en yüksek değerlere ulaştığı bildirilirken, Azot:Fosfor (N:P) oranının da yüksek olduğu bildirilmiştir (Taş ve Yılmaz, 2015; Taş, 2019). 2009-2010 yılları arasında yapılan çalışmalarda Haliç'in yukarı bölümde yıllık ortalama çözünmüş inorganik azot değerleri $48,5 \mu\text{M}$ olarak bulunurken, 2013-2014 yıllarında $42,8 \mu\text{M}$ bulunmuştur. Aynı dönemlerde fosfat değerleri $3,5 \mu\text{M}$ ve $3,4 \mu\text{M}$, silikat değerleri $37,1 \mu\text{M}$ ve $11,2 \mu\text{M}$ olarak bulunmuştur. Geçmiş bu iki dönemde N:P oranları 35,3 ile 21,6 olarak bulunmuş ve belirgin bir azalma olduğu ileri sürülmüştür (Taş, 2019). Bu sonuçlara göre Haliç'te N:P oranlarının ortamdaki azot ve fosfor dengesini açıklayan Redfield oranının

(16:1) üzerinde olduğu görülmektedir (Redfield, 1934; 1958). Bu durum Haliç'in besin maddeleri yönünden fitoplankton gelişimi için uygun ortam koşullarına sahip olduğunu göstermektedir.

Dünyadaki diğer haliçlerde yapılan çalışmalarda sıcaklık, tuzluluk, görünürlük ve besin maddesi gibi çevresel faktörlerin fitoplankton kompozisyonunun değişiminde çok önemli rolünün olduğu ileri sürülmüştür (Cetinić ve diğerleri, 2006; Burić ve diğerleri, 2007; Barbosa ve diğerleri, 2010). Bu çalışmada da Haliç'teki ötrofik koşulların özellikle orta ve yukarı bölümlerde uygun fiziksel koşullar altında fitoplankton gelişimini hızlandırdığı ve aşırı çoğalma olaylarına neden olabildiği görülmüştür.

4.2. Fitoplankton Dağılımının Değerlendirilmesi

Bu çalışma süresi boyunca Haliç'te alınan tüm su ve kepçe örneklerinde fitoplankton komünitesinde 9 taksonomik sınıfa ait toplam 150 takson tayin edilirken, diyatom, dinoflagellat ve diğer fitoflagellatların oranı sırasıyla %48, %42,7 ve %9,3 olarak belirlenmiştir. Önceki yıllarda yapılan çalışmalarda da fitoplankton komünitesinde baskın olan iki temel grubun diyatom ve dinoflagellatlar olduğu görülürken tür kompozisyonlarında bazı farklılıklar olduğu da dikkati çekmiştir.

1998-2002 yılları arasında yapılan çalışmada Haliç'te alınan tüm örneklerde toplam 142 takson tespit edilmiş ve diyatom, dinoflagellat ve diğer grupların oranı sırasıyla %53,5, %38 ve %8,5 olarak bildirilmiştir (Taş ve diğerleri, 2009). 2009-2010 yılları arasında yapılan çalışmada kepçe ve su örneklerinin toplamında 9 sınıfta 155 takson tespit edilmiş ve diyatom ve dinoflagellatların oranı sırasıyla %54 ve %35,5 olarak bulunurken diğer gruplar ise %10,5 kadar orana sahip olmuştur (Taş ve Yılmaz, 2015). 2011-2012 yılları arasında Haliç'te yapılan bir diğer çalışmada ise 8 sınıfta toplam 78 takson tespit edilmiş ve diyatom ve dinoflagellatların oranı sırasıyla %48,7 ve %38,5 olarak bulunurken diğer gruplar ise %12,8 kadar orana sahip olmuştur (Dursun ve Taş, 2019). Haliç'e deniz suyu verilmesi sonrasında 2013-2014 yılları arasında yapılan ilk çalışmada alınan kepçe ve su örneklerinin toplamında 127 takson tespit edilmiş ve diyatom ve dinoflagellatların oranı sırasıyla %52 ve %38,5, diğer gruplar ise %9,5'luk bir orana sahip olmuştur (Taş, 2019).

Tür dağılımında gözlenen bu farklılıkların toplam örnekleme süreleri, analiz yöntemleri ve Haliç'in o dönemde içinde bulunduğu çevresel koşullarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Daha önceki yıllarda yapılan ve yukarıda sözü edilen çalışmalarda elde

edilen sonuçlarla bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar arasında fitoplankton kompozisyonunda görülen farklılıkların Haliç'e deniz suyu verilmesi sonrası değişen bazı çevresel koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak bakılacak olursa Haliç'e deniz suyu verilmesi sonrasında fitoplanktonun grup kompozisyonunda oranlar itibariyle bazı değişimler olduğu ve tür sayısında artış olduğu görülmektedir. Bu çalışma döneminde 5 tanesi diyatom ve 13 tanesi dinoflagellat olmak üzere toplam 18 türün Haliç'te ilk kez kaydedildiği tespit edilmiştir. Bu durum önceki yıllarla karşılaştırıldığında Haliç ekosistemine deniz suyu verilmesi sonrası değişen bazı çevresel koşullara bağlı olarak fitoplankton komünitesinin daha zengin bir tür kompozisyonuna sahip olduğunu göstermekte ve ayrıca uygulanan örnekleme yönteminde kullanılan plankton kepçe bezindeki göz açıklığının (20µm) daha fazla sayıda türün tespit edilmesine imkan vermesi olarak düşünülmektedir.

Bu çalışma döneminde yapılan kantitatif analizlere göre Haliç fitoplankton komünitesini diyatom, dinoflagellat ve diğer fitoflagellat grupları oluşturmuştur. Fitoplankton bolluğu sonbahar-kış döneminde özellikle yukarı bölümde oldukça düşük değerlerde bulunmuştur. Uygun çevresel koşulların bulunduğu ilkbahar-yaz döneminde ise fitoplankton aşırı çoğalmaları meydana gelmiştir ve Mayıs ayında iç kesimlerde en yüksek bolluk değerleri bulunmuştur. Mayıs ayında daha çok diyatamlar, yaz aylarında ise rafidofit, kriptomonad, öglenofit gibi fitoflagellat grupları baskın grupları oluşturmuştur.

Fitoplankton bolluğunun istasyonlara göre değişimi zamana bağlı değişimi kadar belirgin olmamıştır. Genel olarak bolluk değerlerinin düşük olduğu sonbahar-kış döneminde fitoplankton bolluğu istasyonlar arasında önemli bir farklılık göstermemiştir. Fitoplankton gelişimi için uygun çevresel koşulların olduğu ilkbahar-yaz döneminde ise istasyonlar arasında bazı farklılıklar ortaya çıkmıştır. İlkbahar-yaz döneminde Haliç'in girişinden iç kesimlere doğru özellikle fitoflagellat bolluğunda belirgin bir artış görülmüştür. Ağustos ayında fitoflagellatların baskın olduğu orta ve yukarı Haliç'te diyatom türlerine rastlanmamıştır. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda da özellikle Haliç'in yukarı bölümünde diyatom bolluğunun azaldığı, dinoflagellat ve özellikle fitoflagellatlarda önemli artışlar olduğu vurgulanmıştır (Taş ve Yılmaz, 2015; Taş, 2019). Bu durum, heterotrofik ve mikсотrofik beslenme tiplerine sahip olabilen ve kist oluşturabilme yeteneğine sahip bazı dinoflagellat ve fitoflagellatların (Legrand ve diğerleri, 1998; Olli, 2004, Wang ve diğerleri,

2007; Rensel, 2007) büyümeleri ve çoğalmaları için uygun koşulların bulunduğunu göstermektedir.

4.3. Fitoplankton Aşırı Çoğalma Olayları

Besin maddesi yönünden zengin sucul ortamlarda, yeterli ışık ve sıcaklık gibi uygun çevresel koşulların olduğu bahar aylarında bazı fitoplankton türlerinin aşırı üremesi ile meydana gelen fitoplankton aşırı çoğalma olaylarının büyük çoğunluğu tamamıyla zararsız olmakla birlikte bazı zararlı etkilerde meydana getirebilir. Bu tür olaylar genellikle “Zararlı alg aşırı üremeleri” olarak adlandırılmaktadır (Kudela ve diğerleri, 2015).

Haliç’te geçmiş yıllarda yapılan fitoplankton çalışmalarında çok sayıda aşırı çoğalma olaylarının meydana geldiği bildirilmiştir (Taş, 2015; 2019; Taş ve diğerleri, 2006; 2009; Taş ve Okuş, 2011; Taş ve Yılmaz, 2015; Dursun ve diğerleri, 2016; Dursun ve Taş, 2019). Bu çalışma dönemi boyunca Haliç’te diatom *Skeletonema* spp., kriptomonad *Plagioselmis prolunga*, rafidofit *Heterosigma akashiwo*, öglenofit *Eutreptia* sp. ve *Eutreptiella marina*’nın aşırı çoğalma meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Skeletonema türlerinin Nisan ve Mayıs ayları arasında Haliç’in aşağı ve orta bölümlerinde aşırı çoğalma meydana getirdiği ve en yüksek bolluğa Mayıs ayında ulaştığı tespit edilmiştir. Bu çalışma dönemi boyunca *Skeletonema* türlerinin fitoplankton bolluğunda kaydedilen en yüksek hücre sayısına (53×10^6 hücre L^{-1}) sahip olduğu gözlenmiştir. Haliç’te yaygın olarak bulunan bu türün geçmiş yıllarda da çok sayıda aşırı çoğalma meydana getirdiği rapor edilmiştir. İlk olarak Haziran 2000’de Haliç’in yukarı bölümünde *S. costatum* türünün neden olduğu aşırı çoğalma olayında bolluk değerinin 5×10^6 hücre L^{-1} ’ye ulaştığı kaydedilirken, Mart 2001’de meydana gelen ikinci aşırı çoğalma olayında bolluğu 8×10^6 hücre L^{-1} olarak belirlenmiştir (Taş ve diğerleri, 2009). 2010 yılı Nisan, Haziran ve Temmuz aylarında Haliç’in orta bölümünde *S. marinoi* türünün aşırı çoğaldığı ve Nisan ayında 54×10^6 hücre L^{-1} bolluğa ulaşarak yüzey suyunda renk değişimine neden olduğu bildirilmiştir (Taş ve Yılmaz, 2015). Mart 2012’de *S. marinoi*’nin aşağı Haliç’te yaklaşık 2×10^6 hücre L^{-1} bolluğa ulaştığı rapor edilmiştir (Dursun ve Taş, 2019). 2014 yılında yapılan çalışmalarda ise Mayıs ve Temmuz ayları arasında *S. marinoi*’nin aşırı çoğalmalar meydana getirdiği ve Haziran ayında 39×10^6 hücre L^{-1} bolluğa ulaşarak yüzey suyunda kahverengimsi bir renk değişimine neden olduğu bildirilmiştir (Taş, 2019). Söz konusu çalışmada, *S. marinoi*’nin dağılımına etki eden temel faktörlerin ışık, sıcaklık ve tuzluluk olduğu (Taş, 2019) ve ilkbahar ve yaz

başlarında aşırı çoğalma için uygun çevresel koşulların bulunduğu vurgulanırken, bu çalışmada elde edilen sonuçları da desteklenmektedir.

İlkbahar ve yaz aylarını kapsayan dönemde Cryptophyceae sınıfına ait fitoflagellatlardan *Plagioselmis prolunga* türünün yukarı Haliç'te aşırı çoğalarak Nisan ayında en yüksek bolluğa ulaştığı ve yüzey suyunda yeşilimsi-kahverengi renk değişimine sebep olduğu gözlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda da *P. prolunga*'nın yukarı Haliç'te ilkbahar ve yaz aylarında aşırı çoğalarak suda renk değişimine sebep olduğu rapor edilmiştir. 2010 yılında yapılan çalışmalarda *P. prolunga* türünün Mayıs ayında aşırı çoğaldığı ve Haliç'in yukarı kesimlerde $7,8 \times 10^6$ hücre L^{-1} bolluğa ulaşarak yüzey suyunda yeşilimsi-kahverenginde bir renk değişimine neden olduğu bildirilmiştir (Taş ve Yılmaz, 2015). 2012 yılı mayıs ayında *P. prolunga* türünün $>10^6$ hücre L^{-1} bolluğa ulaştığı bildirilmiştir (Dursun ve Taş, 2019). 2014 yılında yapılan çalışmalarda *P. prolunga* türünün Nisan ayında başlayan aşırı çoğalma olaylarının Temmuz ayına kadar devam ettiği ve Mayıs ayında yukarı Haliç'te $62,4 \times 10^6$ hücre L^{-1} 'e kadar ulaşarak yüzey suyunda yeşilimsi-kahverenginde bir renk değişimi meydana getirdiği bildirilmiştir (Taş, 2019). Bu çalışmada da önceki çalışmalarda olduğu gibi *P. prolunga* türünün ilkbahar aşırı çoğalması sırasında renk değişimine sebep olduğu gözlenmiştir. *P. prolunga* türünün dağılımına etki eden ana faktörlerin sıcaklık ve besin maddesi olduğu ileri sürülmüştür (Taş, 2019).

Raphidophyceae sınıfına ait fitoflagellatlardan biri olan *Heterosigma akashiwo* türünün ilkbahar sonundan sonbaharın başlarına kadar Haliç'te yoğun bir dağılım gösterdiği ve Haziran ayında en yüksek bolluğa ulaşarak aşırı çoğalma yaptığı ve yüzey suyunda renk değişimine neden olduğu gözlenmiştir. Uygun çevresel koşulların oluşmasının ve bu türün kist oluşturabilmesinin birey sayısının artışı önemli bir faktör olduğu ve $15^{\circ}C$ 'nin üzerindeki sıcaklıklarda kistlerin aktivasyonunun gerçekleştiği bilinmektedir (Rensel, 2007). Son yıllarda yapılan çalışmalarda *H. akashiwo*'nun Haliç'te aşırı üreme olayları meydana getirdiği bilinmektedir. 2010 yılında Haliç'te yapılan çalışmalarda *H. akashiwo*'nun Haziran ve Eylül aylarında iki ayrı aşırı çoğalma meydana getirdiği bildirilmiştir. Haziran ayındaki aşırı çoğalma olayında Haliç'in orta bölümünde $13,9 \times 10^6$ hücre L^{-1} bolluğa ulaşarak yüzey suyunda kahverengimsi bir renk değişimi meydana getirdiği rapor edilmiştir. Eylül sonunda gözlenen ikinci aşırı çoğalma olayında ise bolluğu daha düşük ($1,6 \times 10^6$ hücre L^{-1}) bulunmuştur (Taş ve Yılmaz, 2015). 2012 yılında yapılan çalışmada ise *H. akashiwo*'nun

Mayıs ayı sonlarında ani sıcaklık artışı ile birlikte yukarı Haliç'te aşırı çoğalma meydana getirdiği ve $13,9 \times 10^6$ hücre L^{-1} bolluğa ulaştığı rapor edilmiştir (Dursun ve diğerleri, 2016). 2014 yılında yapılan çalışmada ise Mart ayı sonunda başlayan *H. akashiwo* aşırı çoğalma olaylarının Temmuz ayına kadar aralıklarla devam ettiği görülmüştür. *H. akashiwo*'nun Haziran ayında en yüksek bolluğa ($31,2 \times 10^6$ hücre L^{-1}) ulaşarak yüzey suyunda sarımsı-kahverenginde bir renk değişimine neden olduğu da bildirilmiştir (Taş, 2019). Bu çalışmada da önceki yıllarda yapılan çalışmalarda olduğu gibi Haziran ayında su sıcaklığındaki ani artışların *H. akashiwo*'nun aşırı çoğalmasına neden olduğu düşünülmektedir. İhtiyotoksik bir tür olduğu bilinen *H. akashiwo*'nun aşırı çoğalması sırasında ürettiği mukus salgısıyla balık solungaçlarını tıkayarak ve çeşitli toksinler üreterek balık çiftliklerinde kitlesel balık ölümlerine yol açtığı bilinmektedir (Hallegraeff, 2002; Zingone ve diğerleri, 2020). Bu çalışmada *H. akashiwo*'nun aşırı çoğalmasına bağlı olarak balık ölümleri gözlenmemiştir. Ancak bu türün potansiyel bir risk oluşturabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Euglenophyceae sınıfına ait fitoflagellatlardan *Eutreptia* ve *Eutreptiella* cinslerinin ilkbahar aşırı çoğalmalarında en yüksek bolluğa yukarı Haliç'te Nisan ayında ulaştığı saptanmıştır. Aşırı üreme yaptığı aylarda suda koyu yeşil renk değişimine neden olduğu gözlenmiştir. Özellikle Haliç'in yukarı kesimlerinde son yıllarda aşırı çoğalma meydana getirdiği bilinmektedir. 2000-2001 yıllarında yapılan çalışmalarda *Eutreptiella* sp.'nin çeşitli aylarda aşırı çoğaldığı ve en yüksek bolluğa (3×10^6 hücre L^{-1}) 2001 yılı Şubat ayında yukarı Haliç'te ulaştığı tespit edilmiştir (Taş ve diğerleri, 2009). 2010 yılında yapılan çalışmada *Euglena viridis* ve *Eutreptiella marina* türlerinin Temmuz ayında özellikle Haliç'in yukarı kesimlerinde aşırı üreme meydana getirerek yüzey suyunda yeşil renkte bir değişime neden olduğu bildirilmiştir. Temmuz ayındaki bu aşırı çoğalma olaylarında *Euglena viridis*'in $11,4 \times 10^6$ hücre L^{-1} , *Eutreptiella marina*'nın ise $3,4 \times 10^6$ hücre L^{-1} bolluğa ulaştığı bildirilmiştir (Taş ve Yılmaz, 2015). 2014 yılında yapılan çalışmada ise *Eutreptiella marina*'nın Nisan ve Temmuz aylarında olmak üzere iki kez aşırı çoğalma meydana getirdiği ve en yüksek bolluğa Nisan ayında ($30,2 \times 10^6$ hücre L^{-1}) ulaşarak iç kesimlerde yüzey suyunda yeşili renkte bir renk değişimi meydana getirdiği bildirilmiştir (Taş, 2019). Yapılan çalışmalarda bu türlerin yüksek besin maddesi varlığında gelişmelerinin hızlandığı (Olli ve diğerleri, 1996) ve artan ışık geçirgenliğinin bu türün aşırı çoğalmasını desteklediği ileri sürülmüştür (Taş, 2019). Önceki çalışmalarda da görüldüğü gibi ilkbahar ve yaz aylarında

Haliç'in özellikle yukarı bölümünde öglenoidlerin aşırı çoğalmaları için uygun koşulların söz konusu olduğunu söylemek mümkündür.

4.4. Veri Analizlerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada analizi yapılan ekolojik indekslerden Shannon tür çeşitliliği (H') ile Margalef tür zenginliği indekslerinin (d) mevsimsel olarak önemli farklıklar göstermesi fitoplanktonun hem bolluk hem de tür kompozisyonu açısından gösterdiği değişimden kaynaklanmaktadır. Genel olarak sonbahar ve kış aylarında tür çeşitliliği (H') ve tür zenginliğinin (d) daha yüksek olması, Pielou indeksi (J) ile de desteklendiği gibi komünite içindeki türlerin daha düzenli dağıldığını göstermektedir. İlkbahar-yaz döneminde ise artan fitoplankton bolluğuna bağlı olarak baskınlık indeksi (D) ile de desteklendiği gibi baskınlık oranları yükselmektedir. Bu aylarda tür sayısındaki azalmaya paralel olarak tür çeşitliliği (H') ve tür zenginliği (d) değerleri düşmektedir. Haliç girişinden iç kesimlere doğru azalan tür sayısına paralel olarak tür zenginliği indeksinin (d) düşmesi Haliç'in yukarı kesiminde tek türün baskınlığının artmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan analizlere göre çevresel faktörler ile fitoplankton bolluk değerleri arasında elde edilen korelasyon katsayıları bazı önemli sonuçlar vermiştir. Çalışma alanının tamamında toplam fitoplankton bolluğu ile sıcaklık arasında pozitif bir ilişki bulunması, bu ortamda fitoplankton gelişimini sınırlayan en önemli faktörlerden birinin sıcaklık olduğunu göstermektedir. Önceki yıllarda yapılan bir çalışmada da benzer bir sonuç elde edildiği bildirilmiştir (Dursun ve Taş, 2019). İç kesimlerde tür sayısı ile sıcaklık arasında görülen negatif ilişki, tür sayısının bu bölgede artan sıcaklığa bağlı olarak fitoplankton bolluğunun artması ile baskınlık oranının yükselmesi ve buna bağlı olarak da tür sayısının azalmasından kaynaklanmaktadır. Dursun ve Taş (2019) çalışmalarında tür sayısı ile tuzluluk, seki derinliği ve çözünmüş oksijen arasında pozitif ilişki olduğunu ileri sürmüştür. Bu durum Haliç boyunca iç kesimlere doğru tür sayısının azalmasının söz konusu etkenlerle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Tek yönlü varyans analizleri(ANOVA) ile elde edilen sonuçlar çevresel parametrelerin aylara ve istasyonlara göre değişimi hakkında anlamlı bilgiler vermiştir. Sıcaklık mevsimsel koşullara bağlı olarak anlamlı aylık bir değişim gösterirken, tuzluluk ise aylara ve istasyonlara göre anlamlı bir değişim göstermiştir. Benzer sonuçlar Haliç'te geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir (Taş ve diğerleri, 2009; Dursun ve Taş, 2019). Seki diski

değerlerinin istasyonlara göre anlamlı bir değişim sergilemesi Haliç boyunca yatay yönde su kolonundaki ışık geçirgenliğinin önemli ölçüde değiştiğini ve iç kesimlerde önemli oranda azaldığını göstermektedir. Bu konuda önceki yıllarda yapılan çalışmalarda da benzer bir durum ortaya konulmuştur (Taş ve diğerleri, 2009; Dursun ve Taş, 2019). Çözünmüş oksijen ve pH değerlerinin istasyonlar arasında anlamlı bir değişim sergilemesi iç kesimlerde değerlerin önemli oranda düştüğünü ve su kalitesinde önemli bir değişimin olduğunu göstermektedir. Çözünmüş oksijen değerlerinin mekânsal bir değişim göstermesi önceki bir çalışmada da bildirilmiştir (Dursun ve Taş, 2019). Klorofil-a değerlerinin aylar arasında anlamlı bir değişim göstermesi fitoplankton bolluğunda mevsimsel olarak gözlenen değişimi sergilemesi açısından önem taşımaktadır.

Bray-Curtis benzerlik analizi sonuçları aylık olarak dikkate alındığında fitoplankton komünitesinde istasyonlar arasında iki önemli grubun bulunması Haliç'te fitoplankton kompozisyonunun temelinde bu iki ayrı grup arasında farklılaştığını göstermektedir. İlk üç istasyonu kapsayan grup ile son üç istasyonu kapsayan grubun birbirine benzer bir kompozisyon oluşturduğunu söylemek mümkündür. Fitoplankton komünitesinin hem mevsimsel hem de mekânsal olarak iki farklı bir yapı sergilemesi çok boyutlu ölçeklendirme (MDS) analizleri ile de desteklenmekte ve bu durum Haliç boyunca fitoplankton dağılımında bazı farklılıklar olduğunu göstermektedir. Fitoplankton komünitesinde ilkbahar-yaz ve sonbahar-kış şeklinde iki farklı grubun oluşması mevsimsel değişimin bir göstergesi olarak düşünülmektedir.

Bu çalışma boyunca çevresel koşullarla birlikte fitoplanktonun mevsimsel ve mekansal dağılımı hakkında elde edilen sonuçlar, Haliç'te fitoplankton türlerinin gelişimi ve aşırı çoğalma olayları için uygun koşulların bulunduğunu göstermektedir. Bu çalışmada gözlenen aşırı çoğalma olaylarında ortam üzerinde herhangi bir zararlı etki tespit edilmemiştir. Ancak gerek doğal yapısı ve gerekse çevresinde yoğun bir kentleşmenin bulunduğu ve insan baskısının yüksek olduğu Haliç'te mevcut ortam koşullarında aşırı çoğalma olaylarının meydana gelme olasılığı göz ardı edilmemelidir. Haliç'e deniz suyu verilmesini takiben bazı çevresel koşullarda meydana gelen değişimin fitoplankton dağılımı ve kompozisyonu üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Bu durum deniz suyu kirlilik araştırmalarında fitoplanktonun indikatör organizma olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Albayrak, S., Balkis, N., Balkis, H., Zenetos, A., Kurun, A., Karhan, S.Ü., Caglar, S. ve Balci, M. (2010). Golden Horn Estuary: Description of the ecosystem and an attempt to assess its ecological quality status using various classification metrics, *Mediterranean Marine Science*, 11, 295-313.
- Balkis, N., Taş, S. (2016). Phytoplankton of the Sea of Marmara: A review. E. Özsoy, N. Çağatay, N. Balkis, N. Balkis, B. Öztürk (Eds.), *The Sea of Marmara: Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance* (s. 326-343). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation (TUDAV).
- Barbosa, A.B., Domingues, R.B., Galvão, H.M. (2010). Environmental forcing of phytoplankton in a Mediterranean estuary (Guadiana Estuary, south-western Iberia): A decadal study of anthropogenic and climatic influences. *Estuaries and Coasts*, 33, 324-341.
- Barlow, R.G., Mantoura, R.F.C., Gough, M.A., Fhemam, T.W. (1993). Pigment signatures of the phytoplankton composition in the north-eastern Atlantic during the 1990 spring bloom. *Deep-Sea Research II*, 40, 459-477.
- Baştürk, A., Öztürk, M., Erden, Ş., Dinçer, İ. (2001). Haliç'te Rehabilitasyon Projesi, Haliç 2001 Sempozyumu, 1-20, 3-4 Mayıs 2001, İstanbul.
- Burić, Z., Cetinić, I., Viličić, D., Mihalić, K.C., Carić, M., Olujić, G. (2007). Spatial and temporal distribution of phytoplankton in a highly stratified estuary (Zrmanja, Adriatic Sea). *Marine Ecology*, 28, 169-177.
- Cetinić, I., Viličić, D., Burić, Z., Olujić, G. (2006). Phytoplankton seasonality in a highly stratified karstic estuary (Krka, Adriatic Sea). *Hydrobiologia*, 555, 31-40.
- Cirik, S., Gökpınar, Ş. (1993). Plankton bilgisi ve kültürü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yay. No: 47, 197-207, Bornova, İzmir.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2001). *PRIMER v5: User Manual/Tutorial* (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRIMER-E, Plymouth, UK.
- Cupp, E.E. (1943). *Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America*. University of California Press. Berkeley, California, USA.
- Delgado, M., Fortuna, J.M. (1991). *Atlas de Fitoplancton del Mar Mediterraneo*. Scientia Marina, 55, 1-133.
- Dodge, J.D. (1985). *Atlas of Dinoflagellates. A Scanning Electron Microscope Survey*. Botany Department, Royal Holloway & Bedford Colleges, (University of London) Egham, Surrey. London: Farrand Press.
- Domingues, R.B., Anselmo, T.P., Barbosa, A.B., Sommer, U., Galvão, H.M. (2010). Light as a driver of phytoplankton growth and production in the freshwater tidal zone of a turbid estuary. *Estuary Coastal and Shelf Science*, 91, 526-535.
- Domingues, R.B., Anselmo, T.P., Barbosa, A.B., Sommer, U., Galvão, H.M. (2011). Nutrient limitation of phytoplankton growth in the freshwater tidal zone of a turbid, Mediterranean estuary. *Estuary Coastal and Shelf Science*, 91, 282 - 297.
- Drebes, G. (1974). *Marine Phytoplankton, eine Auswahl der Helgolander Planktonalgen* (Diatomeen, Peridineen). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Dursun, F., Taş, S. (2019). Variations in abundance and diversity of phytoplankton in the surface waters of the Golden Horn Estuary (Sea of Marmara). *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99, 279-290.

- Dursun, F., Taş, S., Koray, T. (2016). Spring bloom of the raphidophyce an *Heterosigma akashiwo* in the Golden Horn Estuary at the northeast of Sea of Marmara. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 3, 201–207.
- Eroğlu, V., Sarıkaya, H., Eldemir, M. (2001). Güney ve kuzey Haliç çevre koruma projeleri, Haliç 2001 Sempozyumu, 21-35, 3-4 Mayıs 2001, İstanbul.
- Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. Science, 281, 237–240.
- Hallegraeff, G.M. (2002). Aquaculturists' Guide to Harmful Australian Microalgae. 2nd edition. Australia: Printed by the Print Centre, Hobart, Tasmania.
- Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M., Cembella, A.D. (2003). Manual on Harmful Marine Microalgae, France: UNESCO.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Electronica, 4, 1-9.
- Hendey, N.I. (1964). An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Water Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). London.
- Hoppenrath M., Elbraechter M., Drebes G.(2009). Marine phytoplankton. Selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Jasprica, N., Carić, M. F., Kršinić, T., Kapetanović, M., Batistić, Njire, J. (2012). Planktonic diatoms and their environment in the lower Neretva River estuary (Eastern Adriatic Sea, NE Mediterranean). Nova Hedwigia, 141, 405-430.
- Koray, T. (2002). Denizel Fitoplankton. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No: 32, Bornova, İzmir.
- Kocataş, A. (1996). Ekoloji ve çevre biyolojisi. Üçüncü baskı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 51. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Kudela, R.M., Berdalet, E., Bernard, S., Burford, M., Fernand, L., Lu, S., Roy, S., Tester, P., Usup, G., Magnien, R., Anderson, D.M., Cembella, A., Chinain, M., Hallegraeff, G., Reguera, B., Zingone, A., Enevoldsen, H., Ed Urban. (2015). Harmful algal blooms. A scientific summary for policy makers. IOC/UNESCO, Paris (IOC/INF-1320).
- Legrand, C., Graneli, E., Carlsson, P. (1998). Induced phagotrophy in the photosynthetic dinoflagellate *Heterocapsa triquetra*. Aquatic Microbial Ecology, 15, 65-75.
- Mantoura, R.F.C., Llewellyn, C.A. (1983). The rapid determination of algal chlorophyll-a and carotenoid pigments and their breakdown products in natural waters by reverse-phase high performance liquid chromatography. Analytica Chimica Acta, 151, 297-314.
- Moestrup, Ø., Akselmann, R., Fraga, S., Hoppenrath, M., Iwataki, M., Komárek, J., Larsen, J., Lundholm, N., Zingone, A. (Eds) (2009). Onwards. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. <http://www.marinespecies.org/hab>. doi:10.14284/362 (Erişim Tarihi: 14.12.2020).
- Olli, K. (2004). Temporary cyst formation of *Heterocapsa triquetra* (Dinophyceae) in natural populations. Marine Biology, 145, 1-8.
- Olli, K., Heiskanen, A.S., Seppälä, J. (1996). Development and fate of *Eutreptiella gymnastica* bloom in nutrient-enriched enclosures in the coastal Baltic Sea. Journal Plankton Research, 18, 1587–1604.
- Paerl, H.W., Valdes-Weaver, L.M., Joyner, A.R., Winkelmann, V. (2007). Phytoplankton indicators of ecological change in the eutrophying Pamlico Sound system, North

- Carolina. Ecological Applications, 17, 88-101.
- Rensel, J. (2007). Fish kills from the harmful alga *Heterosigma akashiwo* in Puget Sound: Recent blooms and review. A technical report. National Oceanic and Atmospheric Administration Center for Sponsored Coastal Ocean Research (CSCOR).
- Redfield, A.C. (1934). On the proportions of organic derivatives in the sea water and their relation to the composition of plankton. R.J. Daniel, (Ed.), James Johnstone Memorial Volume, (s. 176-192). Liverpool: University Press of Liverpool.
- Redfield, A.C. (1958). The biological control of chemical factors in the environment. American Scientist, 46, 205-221.
- Sieburth, J.M., Smatecek, V., Lenz, J. (1978). Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. Limnology and Oceanography, 23, 1256-1263.
- Sommer, U. (1996). Algen, quallen, wasserfloh. Die Welt des Planktons (s. 35-102). Berlin: Springer Verlag.
- Soyer, J. (1980). Bionomic benthiqne du plateau continental de la Cote catalane francaise III. Les peuplements de Copepodes harpacticoides (cuestaceae). Vie et. Miller, 21, 337-511.
- Sur, H.İ., Okuş, E., Altıok, H., Müftüoğlu, A.E. (2001). Haliç'in fiziksel oşinografisi ve ıslah çalışmalarının etkileri. Haliç 2001 Sempozyumu, 131-144, 3-4 Mayıs 2001, İstanbul.
- Taş, S. (2003). Haliç ekosisteminde fitoplanktonun yapısı ve ekolojik etkenlerin incelenmesi. Doktora tezi. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Taş, S. (2015). A prolonged red tide of *Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) F. Stein (Dinophyceae) and phytoplankton succession in a eutrophic estuary (Turkey). Mediterranean Marine Science, 16, 21-627.
- Taş, S. (2019). Microalgal blooms in a eutrophic estuary (Golden Horn, Sea of Marmara) following a remediation effort. Botanica Marina, 62, 537-547.
- Taş, S., Okuş, E. (2003). The effects of pollution on the distribution of phytoplankton in the surface water of the Golden Horn. Turk. J. Mar. Science, 9, 163-176.
- Taş, S., Okuş, E. (2011). A review on the bloom dynamics of a harmful dinoflagellate *Prorocentrum minimum* in the Golden Horn Estuary. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science, 11, 523-531.
- Taş, S., Yılmaz, I.N. (2015). Potentially harmful microalgae and algal blooms in a eutrophic estuary in the Sea of Marmara (Turkey). Mediterranean Marine Science, 16, 432-443.
- Taş, S., Hernández-Becerril, D.U. (2017). Diversity and distribution of the planktonic diatom genus *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) in the Golden Horn Estuary (Sea of Marmara). Diatom Research, 32, 309-323.
- Taş, S., Okuş, E., Aslan-Yılmaz, A. (2006). The blooms of a cyanobacterium, *Microcystis* cf. *aeruginosa* in a severely polluted estuary, the Golden Horn, Turkey. Estuary Coastal and Shelf Science, 68, 593-599.
- Taş, S., Yılmaz, I.N., Okus, E. (2009). Phytoplankton as an indicator of improving water quality in the Golden Horn Estuary. Estuaries and Coasts, 32, 1205-1224.
- Thronsdon, N.J. (1978). Preservation and storage. In Sournia A. (Ed), Phytoplankton Manual (s. 69-74). Paris: UNESCO.
- Tomas, C.R. (1997). Identifying Marine Phytoplankton. San Diego, USA: Academic Press.
- United Nations Environment Programme/ Mediterranean Action Plan (2005). Sampling and Analysis Techniques for the Eutrophication Monitoring Strategy of MED POL. MAP

Technical Reports Series No. 163, p. 43, UNEP/MAP, Athens.

- Ünlü, M.Y., Topçuoğlu, S., Anıl, Y.D. (1972). Fitoplankton Kültürlerinin Boğaz, Haliç, Büyükçekmece, Marmara ve Karadeniz Sularının Kirlenme Olayında İndikatör Olarak Kullanılması. İ.Ü. Fen Fak. Araştırma Enst. Yay., 5, 1-25.
- Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, 9, 1-38.
- Uysal, Z., Unsal, M. (1996). Spatial distribution of net diatoms along adjacent water masses of different origin. Turkish Journal of Botany, 20, 519-525.
- Wang, Z.H., Oi, Y.Z., Yang, Y.F. (2007). Cyst formation an important mechanism for the termination of *Scrippsiella trochoidea* (Dinophyceae) bloom. Journal of Plankton Research, 29, 209-218.
- Zingone, A., Escalera, L., Aligizaki, K., Fernandez-Tejedor, M., Ismael, A., Montresor, M., Mozetič, P., Taş, S., Totti, C. (2020). Toxic marine microalgae and noxious blooms in the Mediterranean Sea: A contribution to the Global HAB Status Report. Harmful Algae, <https://doi.org/10.1016/j.hal.2020.101843>

Veri tabanları

AlgaeBase: <https://www.algaebase.org/>

WoRMS (World Register of Marine Species): <http://www.marinespecies.org/>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi :
Doğum yeri :
Lise : (2002-2005) Avcılar Lisesi
Lisans : (2007-2012) Karadeniz Teknik Üniversitesi
Çalıştığı kurum : (2015-2019) Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı





T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK RAPORU UYGUNLUK FORMU



ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI : Sebahat ŞEMİN
ÖĞRENCİ NO : 3001170012
ÖĞRETİM YILI : 2019-2020
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI : Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi
PROGRAM TÜRÜ : YÜKSEK LİSANS
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI : Prof. Dr. Seyfettin TAŞ
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI :
TEZ BAŞLIĞI : Haliç'te Fitoplankton Kompozisyonunun Zamana Bağlı Değişimi (2018-2019)

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam **73** sayfalık kısmına ilişkin, **16 / 11 / 2020** tarihinde Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, *Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının* 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 7'dir.

Tezimin benzerlik oranı, *06/12/2017 tarih ve 20 sayılı Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yönetim Kurul Kararıyla Tezin intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için kabul edilmiş olan üst sınır benzerlik oranını* aşmamaktadır.

İntihal programı ile raporlanan Tezime ait Benzerlik oranım Üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu beyan ederim.

Gereğini arz ederim.

Sebahat ŞEMİN
Tarih: **17 / 11 / 2020**

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANISMAN ONAYI
UYGUNDUR

Prof. Dr. Seyfettin TAŞ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM VE ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ (08.09.2016/29825)

(Yüksek Lisans) MADDE 36 – (2) Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

(Doktora) MADDE 50 – (4) Öğrenci, doktora tezinin savunmasından önce tezini, düzeltme verilen tezlerde ise düzeltilmiş tezini danışmanına sunar. Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir

Haliç'te Fitoplankton Kompozisyonunun Zamana Bağlı Değişimi (2018-2019)

Yazar Sebahat Şemin

Gönderim Tarihi: 16-Kas-2020 12:04PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1447623995

Dosya adı: Sebahat_emin_yl.docx (4.82M)

Kelime sayısı: 15722

Karakter sayısı: 101830

Haliç'te Fitoplankton Kompozisyonunun Zamana Bağlı Değişimi (2018-2019)

ORJİNALLİK RAPORU

% 7	% 5	% 5	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Canakkale Onsekiz Mart University Öğrenci Ödevi	% 1
2	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	% 1
3	İNAN, Elif, KEÇELİ, Tülin İleri, ÖZEL GÖKMEN, Hülya and TEKÇİÇEK, Meryem. "Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Kliniğine Başvuran 6-12 Yaşlarındaki Bir Grup Sağlıklı Çocukta Beslenme Durumu ve Diş Çürüğü İlişkisi", Türkiye Diyetisyenler Derneği, 2013. Yayın	% 1
4	Seyfettin Tas. "Phytoplankton as an Indicator of Improving Water Quality in the Golden Horn Estuary", Estuaries and Coasts, 08/07/2009 Yayın	<% 1
