

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İSTANBUL HALICI YÜZEY SUYUNDA MEVSİMSEL
FİTOPLANKTON DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

NAİME GÖKÇEN ÇELEBİ

KOCAELİ 2015

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BIYOLOJİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL HALICI YÜZEY SUYUNDA MEVSİMSEL
FİTOPLANKTON DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

NAİME GÖKÇEN ÇELEBİ

Doç. Dr. Halim Aytakin ERGÜL
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Özlem AKSOY
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi


.....

.....

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 02.07.2015

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Haliç (Golden Horn), gelişen sanayi ve her geçen gün artan nüfusa bağlı olarak endüstriyel ve insan kaynaklı birçok atığa maruz kalan bölgelerden birisidir. Ayrıca yapısal ve oşinografik özellikleri nedeniyle hem biyolojik hem de ekolojik açıdan önemli su ekosistemlerindedir. Bu sebeplerden dolayı Haliç, multidisipliner çalışmalarla sürekli olarak yakından izlenmelidir.

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü yardım ve desteği ile birlikte farklı bakış açısı yakalamamdaki katkılarından dolayı danışman hocam Doç. Dr. Halim AYTEKİN ERGÜL' e tüm samimiyetimle teşekkür ederim.

Misafirperverlikleriyle birlikte arazi çalışmalarında her türlü desteklerini esirgemeyen Doç. Dr Önder KILIÇ'a, Doç Dr Murat BELİVERMİŞ'e ve ekibine en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmamda akademik bilgi açısından desteğini ve arkadaşlıklarını esirgemeyen Ahmet KÜÇÜK, Araş. Gör Serdar AKSAN'a laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Merve İPŞİROĞLU'na ve diğer laboratuvar arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu günüme kadar, her türlü destek ve yardımlarını karşılıksız sürdüren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz - 2015

Naime Gökçen ÇELEBİ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLolar DİZİNİ	iv
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	4
1.1. İstanbul Halici.....	7
1.2. Haliç'te Kirlilik Tarihi.....	9
1.3. Haliç'in Oşinografik Özellikleri.....	10
2. MALZEME VE YÖNTEM	12
2.1. Örnekleme Sahası.....	12
2.2. Plankton Örneklerinin Alınması.....	13
2.3. Oşinografik Parametrelerin Ölçümü.....	15
2.4. Besleyici Element Analizleri.....	15
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
3.1. Fiziko-kimyasal Parametreler.....	16
3.1.1. Fiziksel parametreler.....	16
3.1.1.1. Çözünmüş oksijen.....	16
3.1.1.2. pH.....	16
3.1.1.3. Sıcaklık.....	17
3.1.1.4. Tuzluluk	17
3.1.2. Kimyasal parametreler	21
3.1.2.1. Nitrit.....	21
3.1.2.2. Nitrat	21
3.1.2.3. Ortofosfat	22
3.1.2.4. Silika	22
3.1.2.5. Amonyum.....	23
3.1.2.6. N/P oranı	23
3.2. İstanbul Halici Mikroplankton Tür Kompozisyonu ve Dağılımları	24
3.2.1. İstanbul Halici mikroplankton türlerinin mevsimlere göre hücre yoğunlukları	27
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	31
KAYNAKLAR	37
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	41
ÖZGEÇMİŞ	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	İstanbul Halici genel görünümü	9
Şekil 2.1.	İstanbul Halici plankton örnekleme noktaları	13
Şekil 2.2.	Plankton örnekleme kepçesi ve alanı	13
Şekil 3.1.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH değerleri	20
Şekil 3.2.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) sıcaklık değerleri.....	20
Şekil 3.3.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) çözülmüş oksijen değerleri	20
Şekil 3.4.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) tuzluluk değerleri.....	21
Şekil 3.5.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) nitrit değerleri	21
Şekil 3.6.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) nitrat değerleri.....	22
Şekil 3.7.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) ortofosfat değerleri.....	22
Şekil 3.8.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) silika değerleri	23
Şekil 3.9.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) amonyum değerleri.....	23
Şekil 3.10.	Örnekleme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) N/P değerleri.....	24

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. İstanbul Halic’inden alınan plankton örneklerinin alındığı tarih, koordinat ve derinlikler	12
Tablo 3.1. Nisan 2013 (Bahar) istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri.....	18
Tablo 3.2. Temmuz 2013 (Yaz) istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri.....	18
Tablo 3.3. Ekim 2013 (Güz) istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri.....	19
Tablo 3.4. Ocak 2014 (Kış) istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri.....	19
Tablo 3.5. İstanbul Halici yüzey suyunda tespit edilen fitoplankton tür kompozisyonu	25
Tablo 3.6. İstanbul Halici’nden elde edilen fitoplankton türlerinin istasyonlara göre dağılımları	26
Tablo 3.7. Nisan’13 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)	28
Tablo 3.8. Temmuz’13 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)	28
Tablo 3.9. Ekim’13 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)	29
Tablo 3.10. Ocak’14 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)	29

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

μg	: Mikrogram
μL	: Mikrolitre
μm	: Mikrogram
μS	: Mikrosiemens
$^{\circ}\text{C}$: Santigrad derece
%	: Yüzde
cm	: Santimetre
g	: Gram
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
L	: Litre
m	: Metre
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı

Kısaltmalar

GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
Spp.	: Species Pulural (Taksonomide Bir Cinse Ait Tüm Türler)
psu	: Pratik Tuzluluk Birimi
ppt	: Parts Per Thousand (Binde Bir Kısım)

İSTANBUL HALİCİ YÜZEY SUYUNDA MEVSİMSSEL FİTOPLANKTON DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmada, Nisan-Temmuz-Ekim 2013 ve Ocak 2014 dönemlerinde belirlenen 3 farklı noktadan, İstanbul Halici mikroplankton türlerinin kalitatif ve kantitatif dağılımları, bu dağılımları etkileyen çevresel faktörler, plankton ve fiziko-kimyasal parametreler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu dönemlerde yüzey suyu örnekleri incelendi. İncelemeler sonucunda Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Dictyochophyceae, Dinophyceae, Fragilariophyceae, Noctiluciphyceae ve Ciliata sınıflarına ait toplam 39 mikroplankton türü saptanmıştır. Fiziko-kimyasal parametreler HACH marka multiparametre cihazı ile ölçülmüştür. Kimyasal parametrelerden nitrit, nitrat, orto fosfat, silika ve amonyum analizleri HACH marka DR 5000 ile yapıldı.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Faktörler, Fitoplankton, İstanbul Halici, Kirlilik, Yüzey Suyu.

INVESTIGATION OF SEASONAL PHYTOPLANKTON CHANGES ON SURFACE WATER IN ISTANBUL GOLDEN HORN

ABSTACT

In this study, qualitative and quantitative distributions of The Golden Horn (İstanbul) microplankton species, environmental factors which effects on these distributions, interactions between pysicochemical parameters and plankton were investigated in April-July-October 2013 and January 2014. And the surface water samples were collected at these periods. As a result of this investigation, 39 microplankton species which belong to Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Dictyochophyceae, Dinophyceae, Fragilariophyceae, Ciliata and Noctiluciphyceae classes were determined. HACH multiparameter brands were used to determine physico-chemical parameters. Nitrite, nitrate, orthophosphate, silica and ammonium were analyzed as chemical parameters.

Keywords: Environmental Factors, Phytoplankton, The Golden Horn, Pollution, Surface Water.

GİRİŞ

Planktonik organizmalar sucul ortamlarda meydana gelen fizikokimyasal değişimlere ani reaksiyon göstermeleri nedeniyle su kalitesini izleme çalışmalarında indikatör organizma olarak kullanılabilirlerdir (Ünlü ve diğ., 1972). Kirlenmenin aşırı olarak gözlemlendiği sularda canlı yaşamının ne düzeyde etkilendiğini belirlemek amacıyla mikroplanktonik organizmalar son yıllarda kirlenme kaynaklarının saptanmasında da kullanılmaya başlanmıştır. Mikroplanktonik organizmaların tür çeşitliliğindeki değişimler ile kirliliğin türler üzerinde yapmış olduğu etki düzeyi birbirleri ile ilişkilidir ve belirli bir bölgedeki kirliliğin zaman içerisinde etkilerinin saptanmasında belirleyici faktör olmaktadır (Küçük, 2012).

Halicin çok kirli olmadığı zamanlarda, biyolojik aktivitenin ve doğal balık stoğunun olduğu iyi bilinir. Bununla beraber, haliç boyunca artan endüstrileşme ve şehirleşme sebebiyle evsel ve endüstriyel kirlenmelerin tahliyesindeki artma ile 1950'lerden sonra kirlilikte keskin bir artış meydana geldi. Bu kirliliği önlemek amacıyla geliştirilen birkaç proje geliştirilmesine rağmen 1995'e kadar uygulanamadı (Taş ve Okuş, 2003).

Denizel ekosistemlerin en önemli öğelerini fitoplanktonik organizmalar oluşturmaktadır. Büyük çoğunluğu tek hücreli alglerden oluşan fitoplanktonik organizmalar, okyanus ve denizlerde ilk üreticiler olarak besin zincirinin ilk halkasını oluşturmakta, sistemdeki enerji döngüsünü ve verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Plankton, su içerisinde yaşayan özel hareket organelleri olmayan veya olsa bile bu organelleri yer değiştirmede aktif olarak kullanamayan, ancak su hareketleri ile pasif olarak yer değiştirebilen, çoğu mikroskobik olan organizmalar topluluğu olarak tanımlanmaktadır (Cirik ve Gökpınar, 1999). Bunlardan hücreleri klorofil taşıyan ve bu nedenle fotosentez yapabilme özelliğine sahip olanlara fitoplankton, hayvansal olanlarına ise zooplankton denmektedir. Fitoplanktonlar zengin karbonhidrat, özellikle yağ içeriğine sahiptirler. Besin değerine sahip bu organizmalar sucul komuniteler için makronutrient, vitamin ve iz elementlerin en önemli kaynağıdır. Aynı zamanda balık ve omurgasızlarda renklenmenin gelişmesinde gerekli olan

temel pigmentleri sağlarlar. Dolayısıyla fitoplanktonların sucul ortamdaki temel organik üreticiler olmaları, bunların ekolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini çalışmak için yeterli nedenlerdir (Cirik ve Gökpinar, 1999).

Organik maddenin oluşumuyla da diğer plankterler için besin tabanını meydana getirirler ve fotosentez sonucu su moleküllerinin parçalanmasıyla son ürün O₂ nin serbest kalmasıyla diğer canlıların solunumuna imkan verir (Sommer, 1996). Alglerin geniş anlamda bütün canlıların ihtiyacı olan oksijeni üretmekle sağladıkları faydadan başka ekonomik olarak da birçok faydası vardır. Algler atık suların temizlenmesinde, kozmetik, dişçilik ve kağıt sanayisinden, ürettikleri agar-agar, diyatomit, karragen, alginat gibi maddeler nedeniyle tıp ve eczacılık araştırmalarına kadar geniş uygulama alanı bulmaktadır (Altuner, 1998). Ayrıca içerdikleri yüksek orandaki proteinler nedeniyle (Phaeophyta, Rhodophyta ve Chlorophyta sınıflarının mikroskopik türleri) Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa, Çin, Japonya ve Pasifik adalarında insanlar tarafından besin olarak tüketilmektedir (Leeper, 1976).

Fitoplanktonik organizmalar sucul çevrelerde birincil üretimden sorumlu canlılardır. Bu canlılar tarafından üretilen karbonik bileşikler besin zincirinin temelini oluşturur (Taş ve Okuş, 2003;Lederman, 1983; Aruga, 1965). Böylece sucul ortamın verimliliği ile planktonik organizmalar arasında sıkı bir ilişki vardır. Fitoplanktondan başlayıp insana kadar uzanan besin zincirinde, her beslenme basamağı arasında mevcut ilişkilerin olduğu ve bu ilişkilerin ortam özellikleri tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak etkilendiği bilinmektedir. Doğal olarak besin zincirindeki organizmaların miktar ya da çeşit yönünden değişikliğe uğraması besin piramidinin üst basamağındaki canlı gruplarını etkiler. Denizel ekosistemin yapısında meydana gelen en güçlü ve en hızlı değişimler fitoplanktonda görülür (Ilmavirta, 1982).

Bir bölgedeki su kütleleri arasında belirgin bir farklılık yoksa veya çok az ise, planktonik organizmalar bu su kütleleri arasında yer değiştirebilir ve plankton komuniteleri birbirine benzer. Birbirine yakın su kütleleri farklılık gösterdiğinde, fiziko-kimyasal koşullar engel oluşturur ve plankton komuniteleri de farklı olur. Değişen ortam koşullarına planktonik formların uyum ve dayanıklılıkları değişiklik göstermekle birlikte genel olarak toleransları zayıftır. Bazı türler sadece belirli bölgelerde bulunurken, bazı türler geniş dağılım gösterirler ve az sayıda bulunurlar;

fakat bunların bazı bölgelerdeki yoğunlukları yine de fazla olabilir (Özel, 2008). Bu yüzden fitoplankton gıda zincirinin ilk halkasını teşkil ettiğinden ve kirletici diye tabir ettiğimiz elementleri bünyelerinde kolayca ve büyük miktarda biriktirebildiklerinden, ayrıca fizikokimyasal ve biyolojik baskılara reaksiyon gösterebildiklerinden indikatör organizma olarak seçilebilirler (Ünlü ve diğ., 1972).

Bu çalışmada İstanbul Halici'nde mikroplankton türlerinin belirlenen 3 farklı istasyonlarda mevsimsel olarak incelenmeleri için belirlenen aylarda kalitatif ve kantitatif dağılımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Fiziko-kimyasal parametrelerin ve besleyici elementlerin mikroplankton üzerine etkileri ile zamana bağlı değişimleri değerlendirilmiştir

1. GENEL BİLGİLER

Haliç, Marmara Denizi'nin kuzeydoğusu ile İstanbul boğazı'nın güneydoğusunda yer alır. Haliç kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan, 7,5 km uzunluğunda bir menderes şeklinde olan Haliç'in iç kesimlerindeki en geniş yeri 0,7 km'yi bulan Kasımpaşa-Cibali arasındadır (Baştürk ve diğ., 2001). Boğaz yönüne doğru derinliği artan Haliç'in maksimum derinliği 40 m civarında olup, orta kısımlarda derinlik 15 m'ye ve iç kesimlerde de 4-5 m civarına hızlı bir şekilde düşmektedir (Yüksek ve diğ., 2006). Bununla birlikte Haliç'in karakteristiği ve antropojenik etkilerin sonucu olarak büyük miktarı neredeyse tamamen sediment ile dolmuş olup iç kesimleri 1990'ların başından beri dar bir kanal aracılığıyla orta kesimlere bağlanmıştır. Ek olarak, hidrojen sülfid iç kesimlerde oluşup yılın sıcak dönemlerinde artarak yıl boyunca etkinliğini sürdürmüştür (Kıratlı ve Balkıs, 2001).

Haliç, İstanbul'un Avrupa yakasını kaplayan Çatalca Yarımadası'nın güneydoğu ucunda, Boğaziçi girişinde, İstanbul ve Beyoğlu platolarını birbirinden ayıran $28^{\circ} 41'$ ve $29^{\circ} 01'$ E boylamları ile $41^{\circ} 01'$ ve $41^{\circ} 15'$ N enlemleri arasında yer almakta olup, yaklaşık $2,5 \times 10^6$ m²'lik alanı kaplamaktadır. Haliç'e tatlusu girişinin temel kaynakları Alibey ve Kağıthane dereleridir fakat 1990'ların sonlarında, çok sayıda barajın inşaatıyla birlikte bu derelerden tatlusu girişi büyük ölçüde azalmıştır. Şu anda Haliç'e Tatlusu girişini sağlayan kaynak yağmur ve kıyı sularındır (Sur ve diğ., 2002). Haliç; yapısal olarak yakınında yer alan, tuzluluğu ~ 20 psu olan üst tabaka ile tuzluluğu ~38 psu olan alt tabakadan oluşmuş İstanbul Boğazı'na benzer özellikteki 2 tabakalı sistem ile karakterize olmuştur (Özsoy ve diğ., 1988).

Tarih boyunca İstanbul'un gelişmesine coğrafi konumu kadar, doğal ve çok emin bir liman olan Haliç'te etkin olmuştur. Bizans Dönemi'nde etraftaki bereketi topraklar, bol balık, tatlı su dereleri ve şeklinden dolayı "Altın Boynuz" ismi bereket sembolü anlamında verilmişti. Yunan mitolojisi'ne göre Batılılar bu ismi vermelerinin nedenini yaygın olarak şu hikaye ile anlatırlar; Argos Kralı İnakos'un kızı İo ile Tanrılar tanrısı Zeus arasında yasak bir aşk yaşanmaktadır. Zeus'un karısı (aynı zamanda kızkardeşi) Hera bu durum karşısında büyük bir kıskançlığa kapılır.

Zeus karısının öfkesinden korumak için sevgilisi İo'yu beyaz bir inek haline dönüştürür. Zeus'un sevgilisi İo'yu bir inek haline dönüştürdüğünü öğrenen Hera ineğe bir at sineği musallat eder. İnek deli gibi koşmaya başlar. Kıtaları aşar. At sineğinden bir türlü kurtulamayan inek, başını salladıkça boynuzuyla kara parçalarında derin yarıklar oluşturur. Efsaneye göre bu yarıklardan biri de Altın Boynuz'dur. İo daha sonra Zeus ile olan ilişkisinden Keroessa adında bir kız çocuğu doğuracaktır. Keroessa ise deniz tanrısı Poseidon ile birlikte olarak büyük Bizans'ın kurucusu Byzas'ı doğuracaktır.

Altyapısız şehirleşme ve kontrolsüz sanayileşmenin bir sonucu olarak Haliç, 1950'lerden beri kirlenmekte ve İstanbul bölgesinde en önemli kirlilik problemi yaşamaktadır. Evsel ve endüstriyel atıklar haliç ekosistemine gitgide zarar vermektedir. 1990'ların başında, haliç yaşamı halicin alt ve orta tabakalarında sınırlıydı, hem de üst tabaka neredeyse tamamen, anoksik koşullar ve ağır sedimentasyondan dolayı, durgundu. Aynı zamanda, üst tabakadaki sirkülasyonu sınırlayan duba sistemli köprü inşaatıyla kirlilik artmıştı. 1997'de, bu sebeple Haliç İyileştirme Projesi başlatıldı. Yüzey tahliyesi gitgide kontrol altına alınarak toplama sistemine bağlanıp İstanbul Boğazı'nın alt tabakasına boşaltıldı. 1999 yılına kadar devam eden çalışmalar sonunda Balat-Hasköy hattından itibaren dere ağızlarına kadar su derinliğinin en az 4 m olması, çevreye yayılan pis kokunun giderilmesi, çevresinin yeşil alan ve kültür merkezinin sağlanması, canlı hayatının yeniden başlaması, gemi seferlerinin tekrar başlaması, Eyüp ve Söğüt iskelelerinin tekrar açılması, olumlu sonuçlardır (Baştürk ve diğ., 2001).

Klorofil a ve inorganik besin konsantrasyonları alt ve üst tabakalarda önemli farklılıklar gösterir ve genellikle halicin alt tabakasından üst tabakasına doğru artar. Oldukça kirli bir sistemden ötrafikasyona doğru giden bir değişim, fitoplankton bolluğunda da gözle görülür bir değişim ile sonuçlanır. Rehabilitasyon çalışmalarını takiben Haliç'in fizikokimyasal yapısındaki değişimler birbirini izleyen ani fitoplankton çoğalmalarını ortaya çıkarmıştır (Taş ve diğ., 2009).

Fitoplankton ekolojik değişimlerin tespitinde en kolay ve en etkin indikatörlerdir. Fitoplankton komunitelerinden elde edilen bilgiler, sucul sistemlerdeki ötrafikasyon düzeylerinin değerlendirilmelerine önemli miktarda katkı sağlayabilir; çünkü bu

canlılar çeşitli çevresel stres etkenlerine duyarlıdırlar (Paerl ve diğ., 2007). Bununla birlikte, fitoplankton çalışmaları ekolojik önemleriyle kıyaslandığında Haliç'te çok yetersiz kalmıştır. Haliç'te sınırlı sayıda olan fitoplankton çalışmaları, fitoplankton gelişiminin çok zayıf olduğu ve kirliliğin negatif yönde etkilediği ile açıklanabilir (Taş ve diğ., 2009).

Marmara Denizi'ne ait ilk oşinografik çalışmalara, 1681 yılında rastlamak mümkündür. Ancak detaylı çalışmalar 1928 yılında başlamış, çevre sorunlarının artışı ile 1950-1980 yılları arasında yoğunlaşmıştır. Daha sonraki çalışmalar farklı parametrelerin eklenmesi ile artırılmış, planktonik organizmalardan, balık yumurta ve larvalarına kadar araştırma grupları ile desteklenmiştir (Alimoğlu, 2002; Okuş ve Yüksek, 1996).

Taş ve Okuş (2003) 1995'te Haliç'in yüzey suyundaki fitoplankton ile kirlilik arasındaki ilişkiyi incelemek için yaptıkları çalışmada 16 diyatom ve 8 dinoflagellat olan 24 adet fitoplankton türü tespit etmişlerdir. Bu çalışmadaki sonuçlara göre, yüzey suyundaki fitoplankton çeşitliliğinin zayıf olduğunu ve fitoplankton türleri ile bireysel miktarları Haliç'in girişinden en iç noktasına kadar azaldığı, tam tersi kirliliğin de çalışma boyuca arttığı görülmüştür.

Balkıs (2003) deprem sonrası İzmit Körfezi'nin kimyasal oşinografisi üzerine araştırmasında çözülmüş oksijen değerinin tüm su sütunlarında değerinin altında ölçülmüş ($0,03 \text{ mg l}^{-1}$), çözülmüş hidrojen sülfür değeri ($0,14 - 1,28 \text{ mg l}^{-1}$) yüksek çıkmış ve artan organik/inorganik madde sebebiyle fitoplankton çoğalmasının gözlemlendiği belirtilmiştir.

Tüfekçi ve diğ. (2007) Marmara Denizi'nde (Ekim 2007-Şubat 2008) müsilaaj oluşumu süresince fitoplankton bolluğu ve çevresel şartlarını incelemiştir. *Gonyaulax fragilis*, *Skeletonema costatum* ve *Cylindrotheca closterium* çalışmada baskın türler olarak tespit edilmiştir.

Balkıs (2004) Marmara Denizi'ndeki fitoplankton türlerini listeleterek toplam 168 tür bildirmiştir. Tür sayısı bakımından Diatomlar (76 tür) ve Dinoflagellatlar (73 tür) baskındır. Diatomların popülasyonun %45,2'sini, Dinoflagellatların ise %43,5'ini oluşturmakta olduğu belirtilmiştir.

Artüz (2007) Marmara Denizi genelinde meydana gelen ve deniz yüzeyinde görülen beyaz sıvı tabaka olarak nitelendirilen alg patlaması üzerine yaptığı çalışmada *Rhizosolenia calcar-avis*, *Dinophysis caudata* ve *Dinophysis tripos* türlerinin bu tabakalanmaya sebep olduğunu belirtmiş ve artan kirlenmenin çeşitli türlerin ortadan kaybolmasına ve bunu fırsat bilen türlerin birey sayılarındaki artışla sonuçlanabileceğine dikkat çekmiştir.

Balkıs (2003) Marmara Denizi Büyükçekmece Körfezi'nde fitoplankton ve besin elementlerini konu alan çalışmasında 7 sınıf üyelerine ait 125 fitoplankton türü teşhis etmiş, Dinoflagellat (%52) ve sonrasında Diatom (%40) bireylerinin baskın olduğu ve bu baskın türlerin mayıs ve mart aylarında birey sayılarının en yüksek seviyeye ulaştığı belirtilmiştir.

Okuş ve Taş (2007) Kuzeydoğu Marmara Denizi'nde kış dönemi Diatom çoğalması üzerine yaptığı çalışmada 4 alg sınıfına ait 45 fitoplankton türü belirlemiştir. Bu dönemde yüzey suyunda sıcaklığın 7-9 °C arasında ve tuzluluğun 22-24 ppt aralığında olduğu ve türler arasında dağılıma bakıldığında %94 oranında Dinoflagellat ve Diatom üyelerinden oluştuğu gözlenmiştir. En baskın türlerin *Proboscia alata f. alata* (Brightwell), *Ceratium fusus* (Ehrenberg) olduğu belirlenmiştir.

Taş ve diğ. (2011) Kuzeydoğu Marmara Denizi'nde yaptıkları araştırmada baskın türlerin Dinoflagellat üyeleri olduğu ve aylık periyodarda bunların yerini Diatom üyeleri aldığını, bölgedeki petrol kirliliği sonucu fitoplanktonun stres altında olduğunu vurgulamıştır. Bölge su kolonunda yoğun petrol kirliliği sebebiyle hassas türlerin bu durumdan negatif yönde etkilendiğini belirtmiştir.

1.1. İstanbul Halici

Haliç, diğer adıyla Altın Boynuz, İstanbul şehrini ayıran ve bin yıldır Osmanlı ve diğer Bizans gemilerinin sığındığı doğal bir liman oluşturan İstanbul Boğazı'nın tarihi bir körfezidir. Haliç, Şekil 1.1'de görüldüğü gibi, boğazın Marmara Denizi'ne giriş yaptığı noktada İstanbul Boğazı'na katılan ve Tarihi Yarımada ile Beyoğlu (Pera) yakasını birbirinden ayıran boynuz görünümlü bir nehirağzıdır (URL-1).

Haliç, 20. Yüzyılın sonuna kadar balıkların gelişmesine katkıda bulunan 7,5 km uzunluğunda, Alibey Deresi (Kydaros) ve Kağıthane Deresi'nin (Barbyzes) birleştiği bölgelerin İstanbul Boğazı'ndan gelen deniz sularıyla birleşmesi ile oluşan suyun 200-900 m genişliğindeki boynuz görünümlü hali olup (Coleman ve diğ., 2009) bin yıldır İstanbul kültüründe önemli rol alan ve tarihi şehrin merkezine uzanır. 15. Yüzyılın ortalarında Fatih Sultan Mehmed yerleşimi sınırlayıp erozyonla mücadele için ağaçlandırmayı teşvik ederek yerel tarıma yasak getirdiğinde ve seramik ustalarını vergilerden muaf tutarak onları alüvyonlu çamur kullanımına teşvik ettiğinde, Haliç dünyanın ilk yönetim politikasının uygulandığı yerd (Eroğlu, 2001).

18. yüzyılın ilk yarısında ise Haliç, lale bahçeleriyle ünlü olmasının yanında zengin insanların eğlenmeye gittiği ve romantik gün batımında sandallarıyla gezintiye çıktıkları lale bahçeleriyle ünlü bir yerd. Birçok şair şiirlerinde 'Sadabad' ya da 'Mutluluk yeri' olarak tanımlardı. Mustafa Kemal Atatürk de 1920-1930'larda Avrupa'daki en romantik su yolu olarak bilinen bu yerin yakınına fabrika inşaatına izin vermedi. Sonuç olarak en temel çevresel problemler haliç tabanında ince kum birikmesi ve tahliyenin taşınmasıydı (Öztürk ve diğ., 1998).



Şekil 1.1. İstanbul Halici genel görünümü

1.2. Haliç'te Kirlilik Tarihi

Haliç, sanayi öncesi dönemde (1920 öncesi) Alibeyköy, Kağıthane ve Kasımpaşa derelerinin taşıdığı alüvyonların tabanını çamur ve balçık ile doldurması dışında büyük bir kirlilik sorunu ile karşı karşıya kalmamıştır. Sanayileşme, çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Balat, Hasköy, Eyüp ve Kasımpaşa fabrika sahalarına yakınlığı dolayısıyla kirleticilerin olduğu bir bölge haline gelmiştir. Bu kirlenme sonucunda ve su sirkülasyonunun kısıtlanması ile Haliç kendi kendini yenileyemez hale gelmiştir. Bunun en önemli nedeni, yeterince akıntı olmamasıdır. Haliç'te iki farklı yönde zayıf akıntıdan bahsedilebilir. Birinci akıntı Alibeyköy ve Kağıthane derelerinden kaynaklanır. Bu iki dere Haliç'i temizlemekten çok taşıdıkları alüvyonlar nedeniyle doldurmaktadır. 19. yüzyılda Haliç'in çeşitli yerlerine inşa edilen ayaklı köprüler dere akıntılarının Eminönü'ne kadar ulaşmasını engellemiştir. İkinci akıntı yönü ise Marmara ve Boğaz'dan Haliç'e giren akıntıdır.

Marmara'dan Haliç'e giren dip akıntısı Hasköy bölgesine kadar ulaşmakta, Bağaz'dan gelen yüzey akıntısı ise, Galata köprüsü dubalarına çarptığı için Karaköy'e doğru yön değiştirerek geri çıkmaktadır (Artüz ve Korkmaz, 1976).

1950'lerde İstanbul nüfusunda patlama yaşanmasıyla ve 1954'te 2. Dünya savaşı'ndan sonra Haliç'in sanayi bölgesi ilan edilmesiyle birlikte Haliç, gri renkte çirkin bir kanalizasyon şehri ve kötü kokulu endüstriyel atık depoları haline geldi. Haliç yüzey alanının üçte biri fabrikalara ve onlarla ilişkili gecekondulara koşulsuz olarak evsel ya da endüstriyel atıkların yok edilmesini ya da tedavisini sağlamak için dolduruldu. (Eroğlu, 2001). 1975'e kadar 696 sanayi tesisi Haliç ve yakınındaki derekısında 1,6 km²'lik bir alanı işgal etmişti. %67'si kimyasal atık, %27'si yıkama suyu, %4'ü soğutma suyu ve %2'si atıksu olan 200,000 ton sıvı günlük olarak Haliç'e tahliye edilmekteydi. Yük ve yolcu taşımacılığı sırasında gelen atıklar yılda 3,1 milyon ton endüstriyel hammadde ve kömür birikimine katkı sağlar. 364 endüstriyel tesisten gelen 1,9 milyon ton sıvı ve 49.000 ton katı atığın yıllık olarak tahliyesi yönetilerek Haliç'i besleyen her iki derenin kıyıları da geliştirildi (Coleman ve diğ., 2009).

Kirliliğin diğer bir kaynağı, İstanbul'un Roma ve Osmanlı dönemlerine ait kanalizasyon sistemiydi. Basit konutlaşmadaki büyümeler, Haliç'e giden 123 adet birincil ve 500 adet ikincil kanalizasyon içine günlük olarak 100.000 m³ ham evsel atıksuyu tahliye etti.

Haliç etrafındaki plansız, kontrolsüz şehirleşmedeki ilerlemeler ve onların atık üretimi anoksik sediment artışına, boğucu hidrojen sülfid kokusuna, yüksek konsantrasyonda zararlı bakteri, sivrisinek oluşumu ve önceden bol bulunan biyotanın azalmasına yol açtı (Coleman ve diğ., 2009).

Endüstriyel atıklar, gemi inşaatı, tamiri ve tersane işletmesi, düzensiz şehirleşme, orman tahribatı ve hayvan otlatma ile oluşan erozyon gibi sebepler kirliliğin üçüncü temel nedenleridir (Kanat, 2004).

1.3. Haliç'in Oşinografik Özellikleri

Haliç'in fiziksel oşinografik özellikleri temelde kirliliğiyle ilgilidir; ki geçmişte araştırma konusu olmuştur (Damoc,1971; Doğusal ve Güçlüer, 1977; Saydam ve diğ., 1988; Ergin ve diğ., 1990; Saydam ve Salihoğlu, 1991; IMC,1997; Alpar ve diğ., 2003). Haliç'teki su sirkülasyonu hacim ve su kütlesinin akış oranı ve meteorolojik koşullarla kontrol edilmektedir. En üstteki su kütlesi 10 psu kadar

düşük bir tuzlulukta nehir suyu ile tuzlu sudan oluşur. Bu yarı-tatlı su tabakası genelde 2-3 m kalınlıkta ve artan kirliliğin bir sonucu olarak da çözünmüş oksijen miktarını (0,5-3 mg/l) tüketmektedir. En üstteki su kütlesi 10 psu kadar düşük bir tuzlulukta nehir suyu ile tuzlu sudan oluşur. Bu yarı-tatlı su tabakası genelde 2-3 m kalınlıkta ve artan kirliliğin bir sonucu olarak da çözünmüş oksijen miktarını (0,5-3 mg/l) tüketmektedir. Haliç'te yüzeye yakın yarı tatlı su altında, iki tabakalı bir tabakalaşma mevcuttur; Akdeniz'in oldukça tuzlu suyunu örten Karadeniz'in hafif tuzlu suyu, bu duruma benzer şekilde İstanbul Boğazı'nın güney girişinde de gözlenir (Yüce, 1986,1990). Haliçteki akdeniz suları 2-6 mg/l arasında değişen çözünmüş oksijen içeriğini gösterir. Orta tabakadaki tuzluluk oranı 10-38 psu arasında değişirken, çözünmüş oksijen içeriği 3-8 mg/l arasındadır. İklimsel ve meteorolojik şartlara dayanarak, orta ve alt tabaka arasındaki geçici zonun derinliği ve kalınlığı değişir (Alpar ve diğ., 2003).

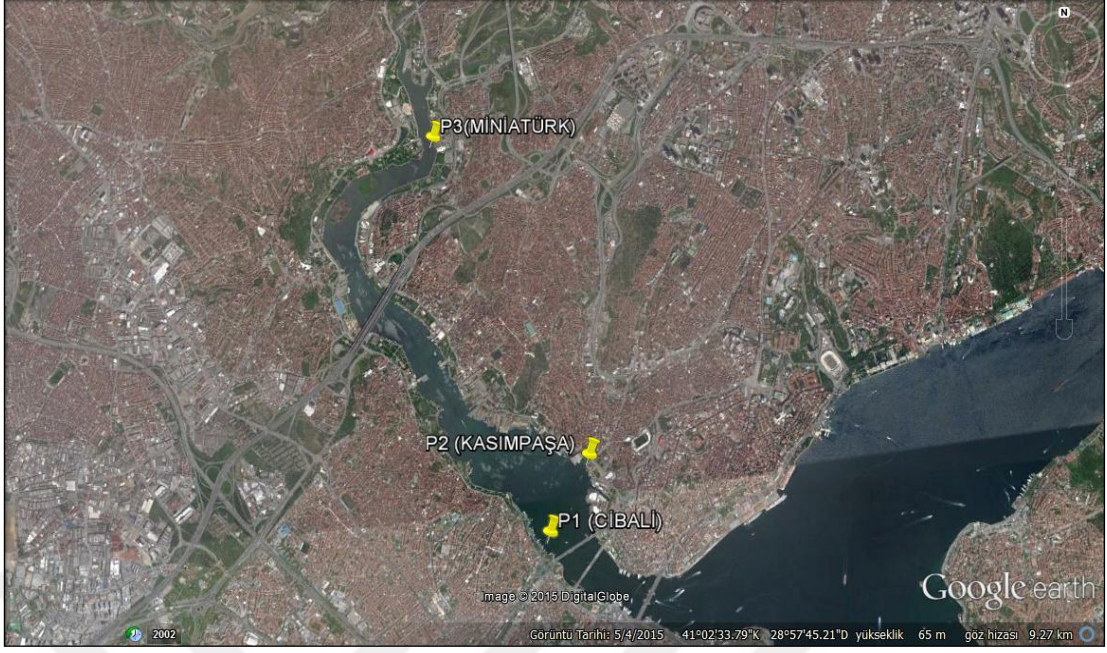
2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Örnekleme Sahası

Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi tarafından çevrelenen Çatalca Yarımadası'nda yer alan Haliç, 28° 41' ve 29° 01' E boylamları ile 41° 01' ve 41° 15' N enlemleri arasındadır. Unkapanı - Azapkapı arasındaki derinlik 40 metreye ulaşırken, Eminönü Karaköy arasında yaklaşık 60 metredir. Taban yapısı "V" şeklinde olan körfezin kıyıları zaman içinde yerleşimler ve alüvyonal dolgu ile dolmuştur (Gözel, 2013). Bu bölgede yapılan araştırmada fitoplankton türlerinin belirlenmesi, kalitatif ve kantitatif mevsimlik dağılımları, çevresel faktörlerin bu dağılıma etkileri, zaman içindeki değişimi, suda fiziksel ve kimyasal parametrelerin değerlendirilmesi hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Tüm örnekleme istasyonlarının coğrafik koordinatları GPS (Global Positioning System) cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Tablo 2.1). Her istasyonda örneklerin alınması esnasında deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri (pH, sıcaklık, tuzluluk ve çözülmüş oksijen) ölçülmüştür (Şekil 3.3).

Tablo 2.1. Örnekleme istasyonları ve koordinatları

Örnek no	Örnekleme İstasyonları	Enlem	Boylam
P1	Cibali	41° 1'27.52"K	28°57'41.63"D
P2	Kasımpaşa	41° 1'50.46"K	28°57'57.70"D
P3	Minyatürk (Orta Basen)	41° 3'28.09"K	28°56'51.46"D



Şekil 2.1. İstanbul Halici plankton örnekleme noktaları

2.2. Plankton Örneklerinin Alınması

Tez çalışmasını oluşturan fitoplankton türlerinin temini için Nisan 2013, Temmuz 2013, Ekim 2013 ve Ocak 2014 dönemlerinde Haliç bölgesinde belirlenen Miniaturk, Kasımpaşa ve Cibali istasyonlarından mevsimsel olarak 4 dönemde örnekleme yapıldı (Şekil 2.1).



Şekil 2.2. Plankton örnekleme kepçesi ve alanı

Belirlenen noktalarda plankton çekimleri yatay olarak yapıldı., Kasımpaşa, Miniaturk ve Cibali istasyonlarında yatay olarak 50 m'lik mesafe alınarak; Örneklerin alınmasında 30µm göz açıklığına sahip plankton kepçesi (Hydro-Bios) kullanıldı (Şekil 2.2). İstasyonlardan alınan plankton örnekleri polietilen kaplara boşaltıldı ve sonuç konsantrasyonu %4 olacak şekilde nötral formaldehit ile fiks edildi ve laboratuvar ortamına taşındı. Su örnekleri, fitoplankton yoğunluğuna göre, 5 ve 10 ml'lik ölçü silindirlerine yerleştirildi, Lugol çözeltisi damlatılarak çöktürüldükten sonra sayım hücrelerinde inverted mikroskop kullanılarak sayıldı (Lund ve diğ., 1958). Su örnekleri, WHATMAN GF/C marka filtrelerden süzüldü ve hazırlanan preparatlar binoküler mikroskop yardımıyla incelendi. Diatomlar, Lugol çözeltisi damlatılarak çöktürülen su örneklerinin, eşit hacimde nitrik ve sülfürik asitle kaynatılması ve asitin yıkamayla giderilmesinden sonra binoküler mikroskopta incelenmesiyle teşhis edildi (Round, 1953). Ayrıca mikroplankton türleri OLYMPUS CX-21 ve OLYMPUS BX51 fotoğraf makinası ataçmanlı faz kontrast araştırma mikroskoplarında yapılan incelemelerle belirlendi ve mikroplankton sınıfı kendi arasında alfabetik listeler haline getirildi. Sayım işlemleri öncesinde 1000 rpm'de 15 dakika süreyle santrifüj edildi ve süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra Neubauer tip sayım kamarası kullanıldı, biokütle direkt sayım yöntemi ile belirlendi (Özel,1992). Belirlenen türlerin classis (sınıf), ordo (takım), familia (familya), genus (cins) gibi sistematik gruplara yerleştirilmesinde ve tür tayinlerinde Rampi ve Bernard (1980), Cupp (1977), Bernard (1977), Tregouboff ve Ross (1957), Massuti ve Margalef (1950), Rampi ve Bernard (1978), Koray ve Gökpinar (1983), Gökpinar ve Koray (1983)'den yararlanıldı. Türlerin sinonimlerinde Tomas (1997)'den faydalanıldı.

Plankton kepçesinde yatay örneklenen bir metreküp deniz suyundaki sayıyı hesaplamada aşağıdaki Denklem (1.1) kullanıldı;

$$V = \pi r^2 L \quad (1.1)$$

Bu denklemde,

V: Deniz suyu hacmi, π : 3,14, r: Plankton kepçesi ağız açıklığının yarıçapı (m), L: Plankton çekiminin yapıldığı su kolonunun uzunluğu (m)'nu göstermektedir.

2.3. Oşinografik Parametrelerin Ölçümü

İstanbul Halici'ndeki oşinografik parametrelerin ölçümü örnekleme anında Hydrolab DS-5 model Data Sonda kullanıldı. Her örnekleme döneminde incelenen su kolonunun her metresi için, sıcaklık (°C), çözülmüş oksijen (mg/L), pH, tuzluluk (ppt) değerleri belirlendi.

2.4. Besleyici Element Analizleri

İstanbul Halici'nin deniz suyunda kimyasal parametrelerin belirlenmesi Strickland ve Parson (1972)'e göre spektrofotometrik olarak yapıldı ve DR5000 marka spektrofotometre kullanıldı. Ölçüm için gerekli deniz suyu örnekleri 'Nansen Şişesi' yardımıyla alınarak Nitrit, Nitrat, Ortofosfat, Amonyum, Silika konsantrasyonları analizleri için polietilen şişelere alınıp, analizler aynı gün yapıldı.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında yapılan örneklemelelerde ortama ait fizikokimyasal parametreler, incelenen organizmalardaki bazı ölçümler aşağıda tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur.

3.1. Fiziko-Kimyasal Parametreler

Plankton örneklemeleleri döneminde deniz suyunun fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemek için İstanbul Halici'nde mevsimsel olarak yapılan ölçümler sonucunda saptanan su sıcaklığı, tuzluluk, elektriksel iletkenlik, pH, çözülmüş oksijen ile nitrit, nitrat, fosfat, amonyum, silika ve N/P oranı değerleri olup periyodik olarak çalışılan aylara göre bu parametrelerin değişimleri verilmiştir.

3.1.1. Fiziksel parametreler

İstanbul Halici Cibali, Kasımpaşa ve Miniaturk bölgelerinde yapılan ölçümlerde çözülmüş oksijen, pH, tuzluluk, sıcaklık değerleri mevsimsel olarak verilmiştir. Tablo 3.1'de Nisan 2013 (Bahar) döneminde Cibali, Kasımpaşa ve Miniaturk istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve tuzluluk değerleri verilmiştir. Tablo 3.2'de Temmuz 2013 (Yaz) döneminde Cibali, Kasımpaşa ve Miniaturk istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve tuzluluk değerleri verilmiştir. Tablo 3.3'de Ekim 2013 (Güz) döneminde Cibali, Kasımpaşa ve Miniaturk istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve tuzluluk değerleri verilmiştir. Tablo 3.4'te Ocak 2014 (Kış) döneminde Cibali, Kasımpaşa ve Miniaturk istasyonlarında istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen ve tuzluluk değerleri verilmiştir.

3.1.1.1. Çözülmüş oksijen

Cibali bölgesinde çözülmüş oksijen değeri 7,55-11,51 mg/L arasında değişim gösterirken, en düşük değerin Ekim'13 döneminde; en yüksek değerin ise Nisan'13 döneminde olduğu belirlendi. Kasımpaşa bölgesinde çözülmüş oksijen değerleri

8,53-10,92 mg/L arasında değişim gösterirken, en düşük değere Temmuz'13 döneminde; en yüksek değere ise Nisan'13 döneminde rastlandı. Miniatürk bölgesinde 4,13-16,99 mg/L arasında değişim gösterirken, en düşük değerin Ekim'13 döneminde; en yüksek değerin ise Nisan'13 döneminde olduğu belirlendi (Şekil 3.3).

3.1.1.2. pH

pH değerleri örnekleme periyotları boyunca 7,86-8,56 arasında değişiklik göstermiştir. Cibali istasyonunda pH değişimi 8,11-8,33 arasında değişirken, en yüksek değeri 8,33 ile Ocak 2014'te; en düşük pH değeri ise 8,11 ile Ekim 2013'te görülmüştür. Kasımpaşa istasyonunda pH değişimi 8,29-8,42 arasında değişirken, en yüksek değeri 8,42 ile Ocak 2014'te; en düşük değeri ise 8,29 ile Temmuz 2013'te görülmüştür. Miniatürk istasyonunda pH değişimi 7,86-8,56 arasında değişirken, en yüksek değeri 8,56 ile Nisan 2013'te; en düşük değeri ise 7,86 ile Temmuz 2013'te görülmüştür (Şekil 3.1).

3.1.1.3. Sıcaklık

Sıcaklıkta doğal olarak mevsimsel değişiklikler görülmüştür. İstasyonlar arasında ise önemli farklar olmadığı görülmüştür (Şekil 3.2).

3.1.1.4. Tuzluluk

Tuzluluk değerleri 6,36-10,47 ppt arasında değişiklik göstermiştir. En düşük tuzluluk değeri 6,36 ppt ile Temmuz 2013 döneminde Miniatürk istasyonunda görülmüştür. En yüksek tuzluluk değeri 10,47 ppt ile Ocak 2014'te Kasımpaşa istasyonunda görülmüştür (Şekil 3.4).

Tablo 3.1. Nisan 2013 (Bahar) istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri

İstasyon	Tarih	pH	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Tuzluluk (‰)
P1-Cibali	16.04.2013	8,32	13,9	11,51	8,69
P2-Kasımpaşa	16.04.2013	8,36	12,2	10,92	8,9
P3-Miniatürk	16.04.2013	8,56	16	16,99	7,85

Tablo 3.2. Temmuz 2013 (Yaz) istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri

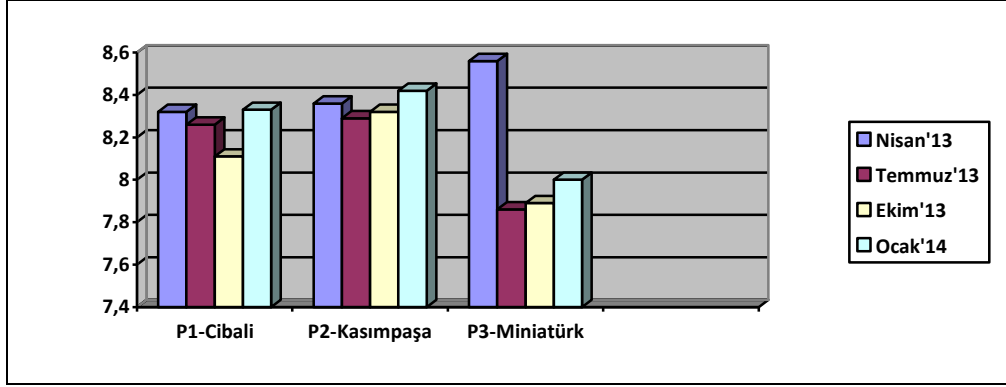
İstasyon	Tarih	pH	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Tuzluluk (‰)
P1-Cibali	16.07.2014	8,26	24,4	8,22	9,83
P2-Kasımpaşa	16.07.2014	8,29	24,4	8,53	8,39
P3-Miniatürk	16.07.2014	7,86	26,1	5,17	6,36

Tablo 3.3. Ekim 2013 (Güz) istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri

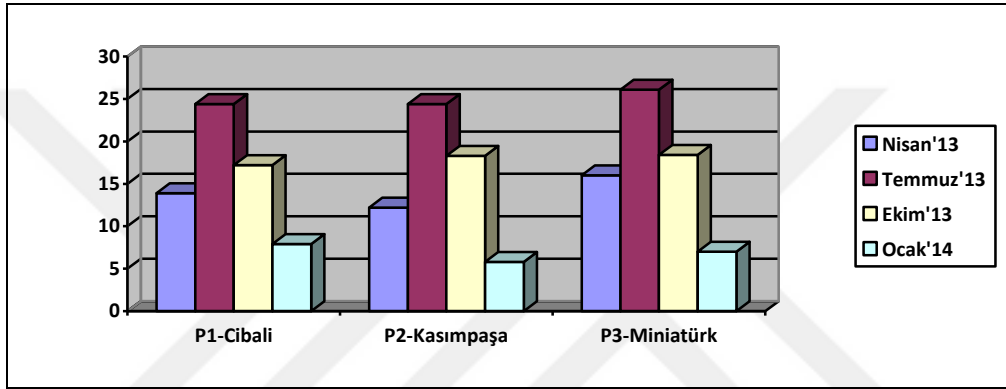
İstasyon	Tarih	pH	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Tuzluluk (‰)
P1-Cibali	24.10.2013	8,11	17,2	7,55	8,96
P2-Kasımpaşa	24.10.2013	8,32	18,3	8,67	9,21
P3-Miniatürk	24.10.2013	7,89	18,4	4,13	8,42

Tablo 3.4. Ocak 2014 (Kış) istasyonlarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerleri

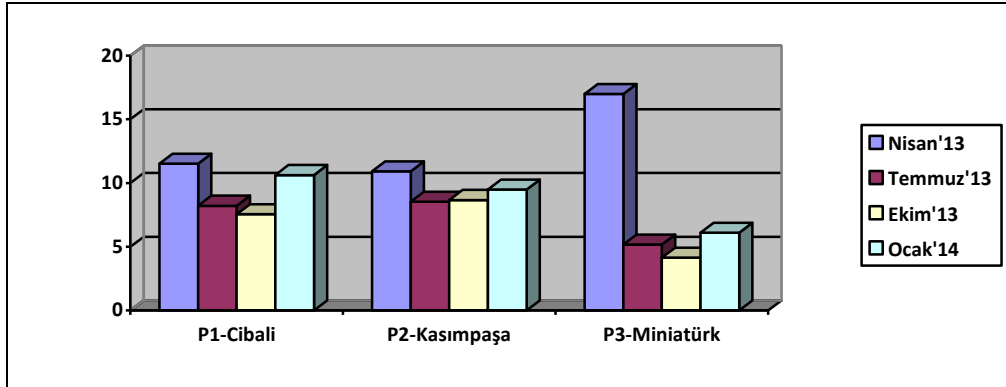
İstasyon	Tarih	pH	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Tuzluluk (‰)
P1-Cibali	30.01.14	8,33	7,9	10,63	9,44
P2-Kasımpaşa	30.01.14	8,42	5,8	9,48	10,47
P3-Miniatürk	30.01.14	8	7	6,09	8,7



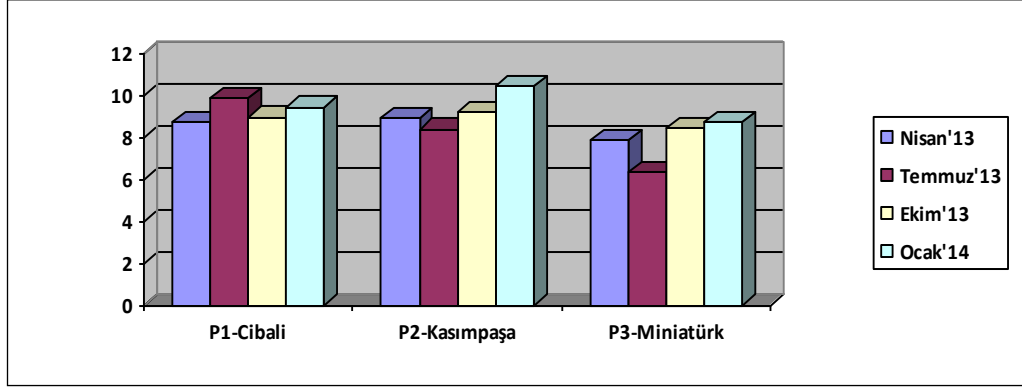
Şekil 3.1. Örneklem noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) pH değerleri



Şekil 3.2. Örneklem noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) sıcaklık değerleri



Şekil 3.3. Örneklem noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) çözünmüş oksijen değerleri



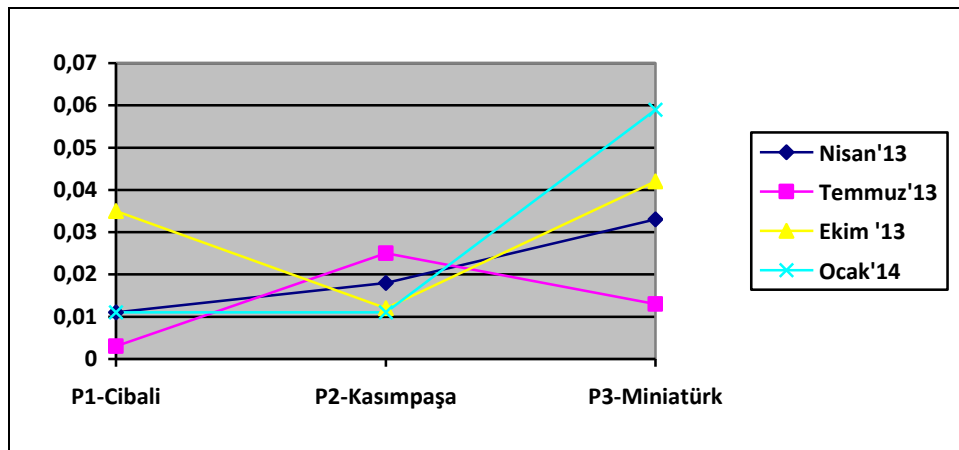
Şekil 3.4. Örneklem noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) tuzluluk değerleri

3.1.2. Kimyasal parametreler

İstanbul Halici'nde Cibali, Kasımpaşa ve Miniatürk istasyonlarında yapılan ölçümlerde, nitrit, nitrat, orto fosfat, silika ve amonyum değerleri mevsimsel olarak verilmiştir.

3.1.2.1. Nitrit

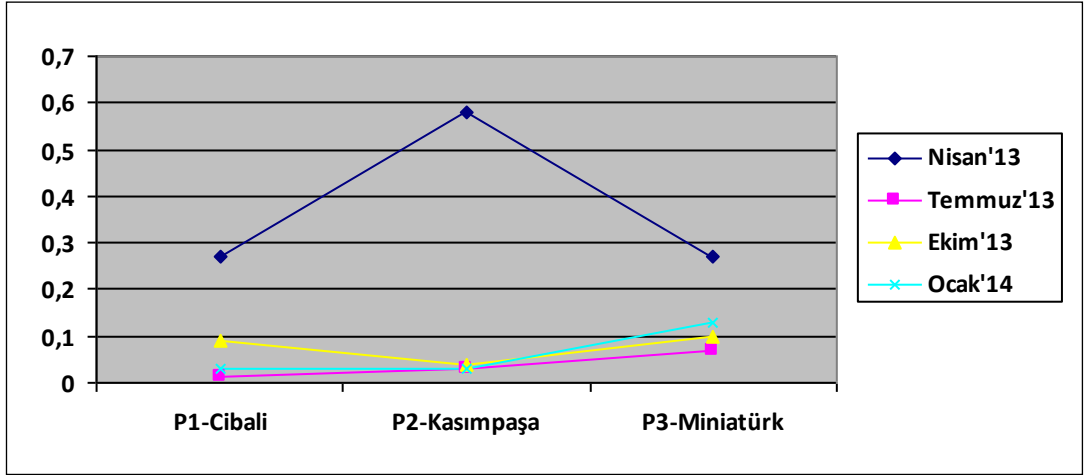
Nitrit değerleri 0,003-0,059 mg/L değerleri arasında değiştiği, en yüksek değerin Cibali bölgesinde Temmuz'14 döneminde, en düşük değerin Miniatürk bölgesinde Ocak'14 döneminde olduğu görülmüştür (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Örneklem noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) nitrit değerleri

3.1.2.2. Nitrat

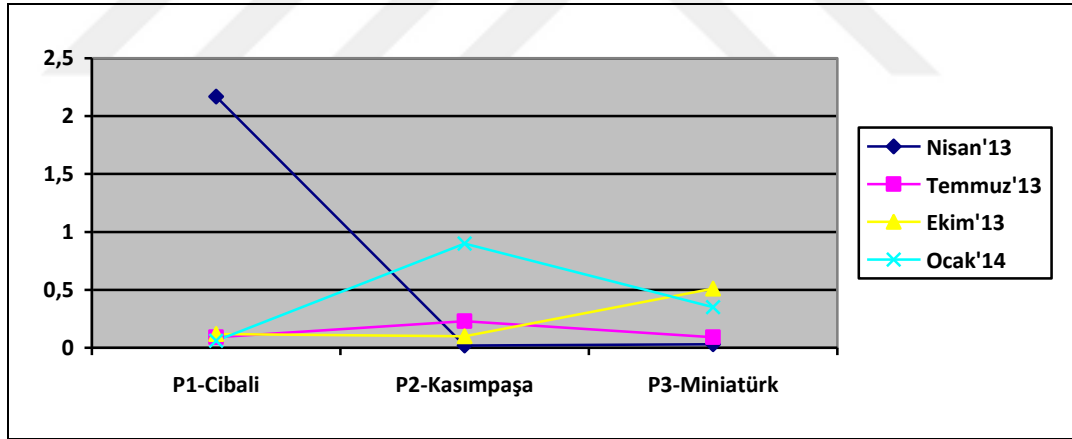
Nitrat değerleri 0,015-0,58 mg/L değerleri arasında değiştiği, en yüksek değerin Nisan'13 döneminde Kasımpaşa bölgesinde, en düşük değerin Temmuz'13 döneminde Cibali bölgesinde olduğu görülmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Örneklem noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) nitrat değerleri

3.1.2.3. Orto fosfat

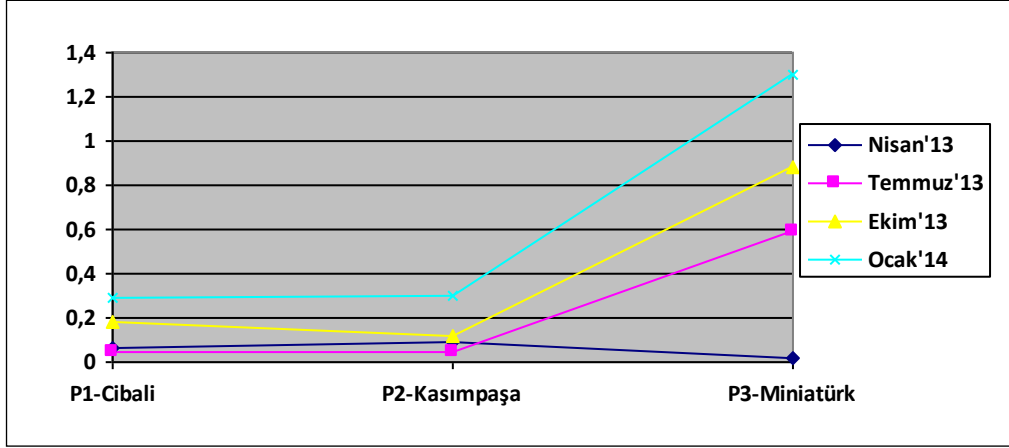
İstanbul Halici ortofosfat değerleri 0,02-2,17 mg/L değerleri arasında değiştiği, en yüksek değer Nisan'13 döneminde Cibali bölgesinde, en düşük değer Nisan'13 döneminde Kasımpaşa bölgesinde olduğu görülmektedir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Örneklem noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) orto fosfat değerleri

3.1.2.4. Silika

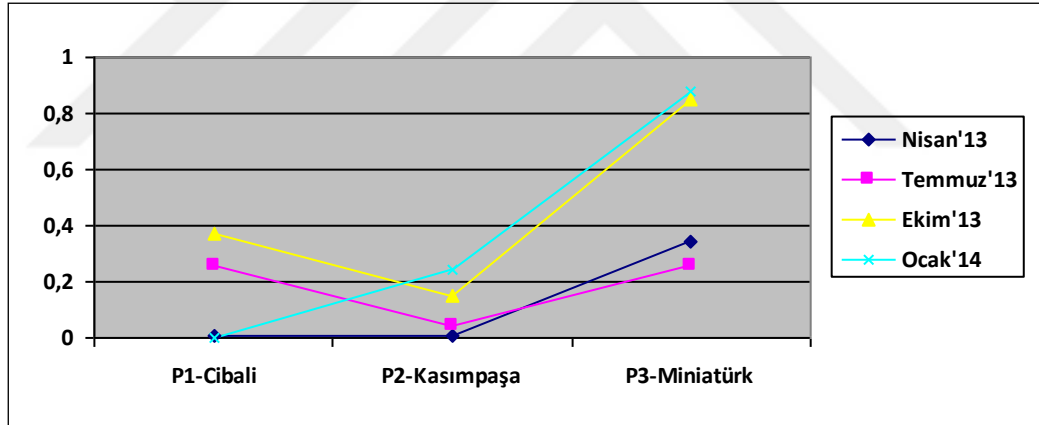
İstanbul Halici Silika değerleri 0,02-1,3 mg/L değerleri arasında değiştiği, en düşük değer Nisan'13 döneminde Miniatürk bölgesinde, en düşük değer Ocak'14 döneminde Miniatürk bölgesinde olduğu görülmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Örneklenme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) silika değerleri

3.1.2.5. Amonyum

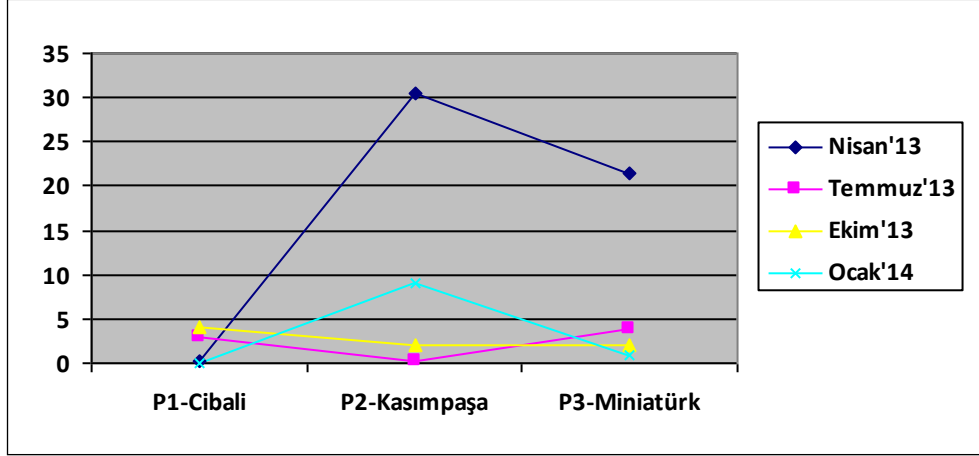
İstanbul Halici amonyum değerleri 0-0,88 mg/L değerleri arasında değiştiği, en yüksek değer Ocak'14 döneminde Miniatürk bölgesinde, en düşük değerin Ocak'14'te Cibali bölgesinde olduğu görülmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Örneklenme noktalarında yüzey suyunun (0-0,5 m) amonyum değerleri

3.1.2.6. N/P oranı

Bu sonuçlara göre N/P oranı 0-30,40 arasında değişmekte ve en düşük oran Ocak'14 ayında Cibali bölgesinde ölçüldü. Kasımpaşa'da en yüksek oran Nisan ayında ölçüldü (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Örneklemelerde yüzey suyunun (0-0,5 m) N/P değerleri

3.2. İstanbul Halici Mikroplankton Tür Kompozisyonu ve Dağılımları

Nisan-Temmuz-Ekim 2013 ile Ocak 2014 tarihleri arasında İstanbul Halici'nde yürütülen çalışmada Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Dictyochophyceae, Dinophyceae, Fragilariophyceae, Noctiluciphyceae ve Ciliata sınıflarına ait toplam 39 mikroplankton türü saptanmıştır. Bunlardan Bacillariophyceae sınıfına ait 7 tür, Coscinodiscophyceae sınıfına ait 14 tür, Dictyochophyceae sınıfına ait 1 tür, Dinophyceae sınıfına ait 14 tür, Fragilariophyceae sınıfına ait 1 tür, Noctiluciphyceae sınıfına ait 1 tür ve Ciliata sınıfına ait türler ise *Tintinnid spp.* olarak verildi ve toplamda 39 tür saptandı (Tablo 3.5). Bu sınıflar içerisinde 14 tür sayısı olarak Dinophyceae sınıfının ve 14 tür ile Coscinodiscophyceae sınıfının diğer sınıflara oranla daha baskın olduğu belirlendi. İkinci baskın sınıfın ise 7 tür ile Bacillariophyceae sınıfının olduğu belirlendi.

Tablo 3.5'te yer alan türlerin belirlenmesinde İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilimdalı'nda halen görev yapmakta olan Syn. Prof. Dr. Neslihan Balkıs ve ekibi katkı sağlamıştır.

Tablo 3.5. İstanbul Halici yüzey suyunda (0-0,5 m) tespit edilen fitoplankton tür kompozisyonu

EUKARYOTA

Classis: BACILLARIOPHYCEAE

Amphora hyalina Kützing

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin

Cymbella turgidula Grunow

Ditylum brightwellii (T. West) Grunow

Fragilariopsis cylindrus (Grunow) Krieger in Helmcke & Krieger

Navicula sp.

Pleurosigma normani Ralfs in Pritchard

Classis: CILIATA

Tintinid spp.

Classis: COSCINODISCOPHYCEAE

Biddulphia alternans (Bailey) Van Heurck

Chaetoceros affinis Lauder

Chaetoceros decipiens Cleve

Coscinodiscus granii Gough

Coscinodiscus perforatus var. *pavillardi* (Forti) Hustedt

Coscinodiscus radiatus Ehrenberg

Leptocylindrus minimus

Melosira nummuloides C.A. Agardh

Proboscia alata f. *alata*

Pseudo-nitzschia delicatissima (Cleve) Heiden

Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström

Rhizosolenia setigera Brightwell

Skeletonema costatum (Greville) Cleve

Thalassiosira rotula Meunier

Classis: DICTYOCOPHYCEAE

Dictyocha speculum Ehrenberg

Classis: DINOPHYCEAE

Ceratium furca var. *furca*

Ceratium fusus var. *Fusus*

Ceratium inflatum (Kofoid) Jörgensen

Ceratium tripos

Dinophysis punctata Jörgensen

Dinophysis rotundata Claperede & Lachmann

Heterocapsa triquetra (Ehrenberg) Stein

Podolampas palmipes Stein

Tablo 3.5. (Devam) İstanbul Halici yüzey suyunda (0-0,5 m) tespit edilen fitoplankton tür kompozisyonu

<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J.Schiller
<i>Protoperidinium diabolus</i> (Cleve) Balech
<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III
Classis: FRAGILARIOPHYCEAE
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky
Classis: NOCTILUCIPHYCEAE
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid

Nisan'13, Temmuz'13, Ekim'13 ve Ocak'14 aylarına ait örneklemelede İstanbul Halici'nde elde edilen fitoplankton türlerinin taksonomik dağılımları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. İstanbul Halici'nden elde edilen fitoplankton türlerinin istasyonlara göre dağılımları

	Kasımpaşa	Cibali	Miniatürk
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Amphora hyalina</i> Kützing	*		
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin	*	*	
<i>Cymbella turgidula</i> Grunow			*
<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow	*	*	
<i>Fragilariopsis cylindrus</i> (Grunow) Krieger in Helmcke & Krieger			*
<i>Navicula</i> sp.	*	*	*
<i>Pleurosigma normani</i> Ralfs in Pritchard		*	
COSCINODISCOPHYCEAE			
<i>Biddulphia alternans</i> (Bailey) Van Heurck			*
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	*	*	*
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	*		*
<i>Coscinodiscus granii</i> Gough	*	*	
<i>Coscinodiscus perforatus</i> var. <i>pavillardi</i> (Forti) Hustedt	*	*	*
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg		*	*
<i>Leptocylindrus minimus</i>	*	*	*
<i>Melosira nummuloides</i> C.A. Agardh	*	*	*
<i>Proboscia alata</i> f. <i>Alata</i>	*		
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden	*	*	*
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström	*	*	
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	*	*	
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	*	*	*
<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier		*	
DINOPHYCEAE			
<i>Ceratium fusus</i> var. <i>Fusus</i>	*	*	*
<i>Ceratium furca</i> var. <i>Furca</i>	*	*	*
<i>Ceratium inflatum</i> (Kofoid) Jørgensen	*	*	
<i>Ceratium tripos</i>	*	*	

Tablo 3.6. (Devam) İstanbul Halici'nden elde edilen fitoplankton türlerinin istasyonlara göre dağılımları

<i>Dinophysis punctata</i> Jörgensen	*	*	
<i>Dinophysis rotundata</i> Claperede & Lachmann			
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein			*
<i>Podolampas palmipes</i> Stein	*		
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	*	*	*
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J.Schiller	*	*	
<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech	*	*	
<i>Protoperidinium diabolus</i> (Cleve) Balech	*	*	
<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech	*	*	
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jörgensen) Balech	*	*	
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III	*	*	
DICTYOCOPHYCEAE			
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg	*	*	
FRAGILARIOPHYCEAE			
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow)	*	*	
NOCTILUCIPHYCEAE			
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid	*	*	*

3.2.1. İstanbul Halici mikrop plankton türlerinin mevsimlere göre hücre yoğunlukları

Tablo 3.7'de Nisan'13 örneklemeğinde en yüksek hücre miktarına Cibali istasyonunda 51,2 adet/L ile *Podolampas palmides* türü ulaşmıştır. Bu dönemde en az tür çeşitliliğine ise Miniaturk istasyonunda rastlanmıştır. Temmuz'13 örneklemeğine ait Kasımpaşa ve Cibali istasyonlarının örneklerini laboratuvara taşıma esnasında döküldüğü için sadece Miniaturk örneklemeğine ait sonuçlarla değerlendirme yapılırsa, *Prorocentrum micans* türünün hücre miktarına 4,08 adet/L ile en yüksek tür olarak Tablo 3.8 'de verilmiştir. Ekim'13 örneklemeğine ait Kasımpaşa ve Miniaturk istasyonlarının örneklerini laboratuvara taşıma esnasında döküldüğü için sadece Cibali örneklemeğine ait sonuçlarla değerlendirme yapılırsa, diyatom *Thalassionema rotula* türünün hücre miktarı 34,52 adet/L ile en yüksek tür olarak Tablo 3.9 'da verilmiştir. Tablo 3.10'da, Ocak'14 örneklemeğinde en yüksek hücre miktarına Cibali istasyonunda en yüksek hücre miktarına 20,03 adet/L ile diyatom *Pseudo-nitzschia delticatissima* türü ulaşmıştır. Kasımpaşa istasyonunda ise en yüksek hücre miktarına 10,32 adet/L ile dinoflagellat *Ceratium fusus* türü ulaşmışken, Miniaturk istasyonunda ise en yüksek hücre miktarına 7,60 adet/L *Öglenofit dinoflagellat* türü ulaşmıştır.

Tablo 3.7. Nisan'13 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)

Tür	Kasımpaşa	Cibali	Miniatürk
	Adet/L	Adet/L	Adet/L
<i>Skeletonema costatum</i>	0,46	0,08	-
<i>Coscinodiscus perforatus var. pavillardi</i>	1,96	0,24	0,69
<i>Biddulphia alternans</i>	-	-	15,41
<i>Leptocylindrus minimus</i>	4,73	1,88	-
<i>Pseudo-nitzschia deliticatissima</i>	4,32	-	-
<i>Chaetoceros decipiens</i>	-	-	-
<i>Cymbella turgidula</i>	-	-	0,60
<i>Ceratium fusus</i>	-	-	-
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	-	-	-
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	0,06
<i>Navicula granii</i>	-	-	0,61
<i>Öglenofit flagellat</i>	-	-	12,62
<i>Noctiluca scintillans</i>	-	0,08	-
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	-	50,95	-
<i>Melosira nummuloides</i>	0,57	-	0,55
<i>Ceratium furca</i>	0,08	50,95	0,04
<i>Ceratium tripos</i>	0,08	-	-
<i>Cylindrotheca closterium</i>	-	51,02	-
<i>Dictyocha speculum</i>	-	-	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	-	-	-
<i>Ceratium inflatum</i>	-	-	-
<i>Protoperdinium divergens</i>	1,06	0,41	-
<i>Protoperdinium steinii</i>	0,65	0,16	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	48,59	6,77	0,43
<i>Ditylum brightwelli</i>	0,24	0,08	-
<i>Dinophysis punctata Jörgensen</i>	3,51	0,16	-
<i>Dinophysis rotundata</i>	0,32	-	-
<i>Podolampas palmides</i>	-	51,2	-
<i>Heterocapsa triquetra</i>	-	-	4,72

Tablo 3.8. Temmuz'13 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)

Tür	Miniatürk	Kasımpaşa	Cibali
	Adet/L	Adet/L	Adet/L
<i>Chaetoceros affinis</i>	*ÖY	*ÖY	0,20
<i>Coscinodiscus perforatus var. pavillardi</i>	*ÖY	*ÖY	2,24
<i>Protoperdinium divergens</i>	*ÖY	*ÖY	2,36
<i>Prorocentrum micans</i>	*ÖY	*ÖY	4,08
<i>Dinophysis punctata</i>	*ÖY	*ÖY	0,94
<i>Dinophysis rotundata</i>	*ÖY	*ÖY	0,20
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	*ÖY	*ÖY	0,24
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	*ÖY	*ÖY	0,61
<i>Ceratium furca</i>	*ÖY	*ÖY	0,82
<i>Ceratium fusus</i>	*ÖY	*ÖY	0,29
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	*ÖY	*ÖY	0,12

* Örnek Yetersiz

Tablo 3.9. Ekim’13 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)

Tür	Kasımpaşa Adet/L	Cibali Adet/L	Miniatürk Adet/L
<i>Chaetoceros affinis</i>	*ÖY	2,45	*ÖY
<i>Coscinodiscus perforatus</i> var. <i>pavillardii</i>	*ÖY	14,55	*ÖY
<i>Thalassionema rotula</i>	*ÖY	34,52	*ÖY
<i>Pseudo-nitzschia deliticatissima</i>	*ÖY	2,12	*ÖY
<i>Prorocentrum micans</i>	*ÖY	0,86	*ÖY
<i>Prorocentrum minimum</i>	*ÖY	0,12	*ÖY
<i>Ceratium fusus</i>	*ÖY	1,75	*ÖY
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	*ÖY	0,04	*ÖY
<i>Ceratium furca</i>	*ÖY	0,45	*ÖY
<i>Chaetoceros decipiens</i>	*ÖY	0,16	*ÖY
<i>Ditylum brightwelli</i>	*ÖY	0,33	*ÖY
<i>Pleurosigma normanii</i>	*ÖY	0,08	*ÖY
<i>Protoperdinium divergens</i>	*ÖY	0,12	*ÖY
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	*ÖY	0,41	*ÖY
<i>Ceratium inflatum</i>	*ÖY	0,16	*ÖY
<i>Rhizosolenia satigera</i>	*ÖY	0,12	*ÖY

*Örnek Yetersiz

Tablo 3.10. Ocak’14 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)

Tür	Kasımpaşa Adet/L	Cibali Adet/L	Miniatürk Adet/L
<i>Skeletonema costatum</i>	5,44	1,46	2,55
<i>Coscinodiscus perforatus</i> var. <i>pavillardii</i>	1,16	1,86	0,92
<i>Heterocapsa triquetra</i>	-	0,02	1,30
<i>Leptocylindrus minimus</i>	8,26	1,64	0,07
<i>Pseudo-nitzschia deliticatissima</i>	5,16	20,03	0,17
<i>Chaetoceros decipiens</i>	-	-	0,07
<i>Fragilariopsis cylindrus</i>	-	-	0,07
<i>Ceratium fusus</i>	10,32	0,12	0,31
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	-	-	0,58
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	1,28
<i>Navicula granii</i>	-	-	0,07
<i>Öglenofit dinoflagellat</i>	-	-	7,60
<i>Noctiluca scintillans</i>	-	0,05	1,25
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	2,36	0,61	-
<i>Ceratium furca</i>	0,97	0,42	-
<i>Prorocentrum micans</i>	9,62	2,52	-
<i>Prorocentrum minimum</i>	0,57	0,24	-
<i>Dictyocha speculum</i>	1,47	-	-
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1,63	0,02	-
<i>Podolampas palmipes</i>	1,63	-	-
<i>Thalassiosira rotula</i>	-	0,05	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0,38	-	-
<i>Ceratium inflatum</i>	0,30	0,05	-
<i>Protoperdinium diabolus</i>	0,24	0,02	-
<i>Protoperdinium divergens</i>	0,24	0,04	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	0,35	0,20	-
<i>Noctiluca scintillans</i>	1,63	-	-
<i>Dictyocha speculum</i>	0,02	0,34	-
<i>Ditylum brightwelli</i>	0,13	-	-

Tablo 3.10. (Devam) Ocak'14 örneklemesine ait istasyonlarda tespit edilen türlerin hücre yoğunlukları (hücre sayısı/L)

<i>Dinophysis punctata</i>	0,19	0,10	-
<i>Ceratium tripos</i>	0,08	-	-
<i>Proboscia alata f. Alata</i>	0,73	-	-
<i>Chaetoceros decipiens</i>	0,05	-	-
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0,24	0,07	-
<i>Ceratium inflatum</i>	0,35	-	-
<i>Tintinid sp.</i>	-	0,07	-

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Haliç ekosistemi fitoplankton dağılımı açısından ele alındığında 3 farklı ekolojik yapının olduğu görülür. Galata Köprüsü ile Unkapanı köprüsü arasında kalan Giriş kısmı, Unkapanı ile Valide Sultan Köprüsü arasındaki kısım Orta Kısım, Valide Sultan Köprüsünden Adalar'a kadar olan kısım İç kısım olarak adlandırılır. Giriş kısmı ortalama 40 m derinlikte ve boğazdan gelen Karadeniz suyu ile sürekli etkileşimde olup ışık geçirgenliği ve su kalitesi oldukça yüksektir. Fitoplankton kominite çeşitliliği yüksek olan bölgedir. Unkapanı köprüsü dubalı sisteminin yüzey suyu sirkülasyonu engellediği ve denizle etkileşiminin az olduğu yer olup aşırı üreme olaylarının gözlemlendiği kısımdır. İç kısım ise derinliğin 4-5 m'ye düştüğü ev ve sanayilerden gelen atıklarla organik madde yükünün fazla olduğu kısımdır.

Nisan-Temmuz-Ekim 2013 ile Ocak 2014 tarihleri arasında İstanbul Halici'nde yürütülen çalışmada Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Dictyochophyceae, Dinophyceae, Fragilariophyceae, Noctiluciphyceae ve Ciliata sınıflarına ait toplam 39 mikrop plankton türü saptanmıştır. Bunlardan Bacillariophyceae sınıfına ait 7 tür, Coscinodiscophyceae sınıfına ait 14 tür, Dictyochophyceae sınıfına ait 1 tür, Dinophyceae sınıfına ait 14 tür, Fragilariophyceae sınıfına ait 1 tür, Noctiluciphyceae sınıfına ait 1 tür ve Ciliata sınıfına ait türler ise Tintinnid spp. olarak verildi ve toplamda 39 tür saptandı. Bu sınıflar içerisinde 14 tür sayısı olarak Dinophyceae sınıfının ve 14 tür ile Coscinodiscophyceae sınıfının diğer sınıflara oranla daha baskın olduğu belirlendi. İkinci baskın sınıfın ise 7 tür ile Bacillariophyceae sınıfının olduğu belirlendi.

Haliç'in fitoplankton dağılımı ile çalışmayı ilk olarak Uysal (1987)'in yaptığıdır. Bu dönemde Haliç yüzey tabakasının kirli oluşu ve yüksek askıda katı madde içeriği nedeniyle yüzey suyu örneklemesini yapamamış ve 10, 20, 30 m derinliklerden diatom kompozisyonu incelemiştir. Bu çalışmada en yüksek diatom yoğunluğunu da kış döneminde elde etmiştir, en düşük değer ise Temmuz ayında elde etmiştir. Taş (2003) 2000 yılı kalitatif analiz sonuçlarına göre Temmuz ve Ağustos aylarında tür çeşitliliğinin arttığı ve Haliç girişinin genel olarak diğer istasyonlardan göre daha

yüksek bir çeşitliliğe sahip olduğu saptanmıştır. Bu durum haliç girişinin boğaz suyu ile sürekli etkileşim içinde olmasıyla ilgilidir.

Taş ve Okuş (2003) 1995'te Haliç'in yüzey suyundaki fitoplankton ile kirlilik arasındaki ilişkiyi incelemek için yaptıkları araştırmada 16 diyatom ve 8 dinoflagellat olan 24 adet fitoplankton türü tespit etmişlerdir. Bu çalışmadaki sonuçlara göre, yüzey suyundaki fitoplankton çeşitliliğinin zayıf olduğunu ve fitoplankton türleri ile bireysel miktarları Haliç'in girişinden en iç noktasına kadar azaldığı, tam tersi kirliliğin de çalışma boyuca arttığı görülmüştür.

Taş (2003) 1995'te yaptığı çalışmada fitoplanktondaki tür ve birey sayısını Haliç girişinden iç kesimlere doğru ilerledikçe hızla azaldığı ve hatta iç kesimlerde yıl boyunca fitoplanktona nadiren rastlandığı görülmüştür. Diyatomlardan *Coscinodiscus spp.* ve dinoflagellatlardan *Ceratium spp.* sık rastlanan türlerden olmuştur.

Tüfekçi ve diğ. (2007) Marmara Denizi'nde (Ekim 2007-Şubat 2008) müsilağ oluşumu süresince fitoplankton bolluğu ve çevresel şartlarını incelemişlerdir. *Gonyaulax fragilis*, *Skeletonema costatum* ve *Cylindrotheca closterium* çalışmada baskın türler olarak tespit edilmiştir.

Küçük (2012) Ekim 2010-Aralık 2011 dönemlerinde İzmit Körfezi'nde yaptığı çalışmada İzmit mikrop plankton türlerinin kalitatif ve kantitatif dağılımları, bu dağılımları etkileyen çevresel faktörler, plankton ve fiziko-kimyasal parametreler arasındaki ilişkileri araştırmıştır. İncelemeler sonucunda Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Coscinodiscophyceae, Dictyochophyceae, Dinophyceae, Fragilariophyceae, Noctiluciphyceae ve Prasinophyceae sınıflarına ait toplam 151 mikrop plankton türü saptanmıştır. Tür çeşitliliği bakımından Dinophyceae ve Bacillariophyceae sınıfları diğer sınıflara oranla baskın olduğunu saptamıştır.

Artüz (2007) Marmara Denizi genelinde meydana gelen ve deniz yüzeyinde görülen beyaz sıvı tabaka olarak nitelendirilen alg patlaması üzerine yaptığı çalışmada *Rhizosolenia calcar-avis*, *Dinophysis caudata* ve *Dinophysis tripos* türlerinin bu tabakalanmaya sebep olduğunu belirtmiş ve artan kirlenmenin çeşitli türlerin ortadan

kaybolmasına ve bunu fırsat bilen türlerin birey sayılarındaki artışla sonuçlanabileceğine dikkat çekmiştir.

Okuş ve Taş (2001) 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında yaptıkları bir çalışmada İzmit Körfezi'nde fitoplankton popülasyonunda dinoflagellatların baskın olduğunu ve fitoplankton gelişiminin dinoflagellatların kontrolünde olduğunu tespit etmişlerdir. Mevsimsel olarak ise diyatoma kış aylarında, dinoflagellatlara yaz aylarında daha sık rastlanıldığına dikkat çekmişlerdir.

Okuş ve Taş (2007) Kuzeydoğu Marmara Denizi'nde kış dönemi Diatom çoğalması üzerine yaptığı çalışmada 4 alg sınıfına ait 45 fitoplankton türü belirlemiştir. Bu dönemde yüzey suyunda sıcaklığın 7-9 °C arasında ve tuzluluğun 22-24 ppt aralığında olduğu ve türler arasında dağılıma bakıldığında %94 oranında Dinoflagellat ve Diatom üyelerinden oluştuğu gözlenmiştir. En baskın türlerin *Proboscia alata f. alata (Brightwell)*, *Ceratium fusus (Ehrenberg)* olduğu belirlenmiştir.

Türkoğlu (1999) Karadeniz'de fitoplankton komunitesindeki dalgalanmalarla ilgili yaptığı çalışmada Tuna, Dinyeper, Dinyester gibi nehirlerden gelen nutrient maddelerinin ortamda birikmesiyle dinoflagellat, özellikle de mikro-, ve nano-plankton türlerinin hem kalitativ hem de kantitatif açıdan diyatoma aleyhine hızla gelişmesine neden olmuş ve fitoplankton tür çeşitliliğinin giderek gerilemesine neden olduğunu belirlemiştir.

Türkoğlu ve Koray (2002) Sinop Körfezi'nde yaptıkları bir çalışmada, dinoflagellat ani çoğalmasının ilkbahar sonu ve yaz aylarında gerçekleştiğini ve Temmuz-Ağustos aylarında *Prorocentrum spp.* türlerinin daha baskın olduğunu tespit etmişler. Kalitativ açıdan kış aylarında diyatoma, yaz aylarında dinoflagellatların daha zengin bir yapıda olduklarını ortaya koymuşlardır. Kantitatif olarak da Temmuz ayında dinoflagellatların, Nisan ayında ise diyatoma en yüksek hücre sayısına çıktıklarını saptamışlardır.

Taş (2013) 2002-2004 yılları arasında Datça ve Bozburun yarımadalarının kıyı sularında fitoplankton kompozisyonu ve bolluğu ile ilgili yaptığı çalışmada, diatom, dinoflagellat ve silikoflagellat türlerine rastlamış ve dinoflagellat *Prorocentrum*

micans ile diyatom *Thalassionema nitzcheioides* türlerinin yüksek sayıda bireyelerine tespit etmiştir. Özellikle balık çiftliklerine yakın kısımlarda diyatomlara göre dinoflagellatlara daha sık rastlamıştır.

Begun ve diğ. (2006)'nin Japonya denizindeki Haliç Körfezi'nde yaptığı antropojenik kirliliğe bağlı şartlar altında yaz-sonbahar fitoplankton aktivitesiyle ilgili yaptığı çalışmada, toplam 76 mikroalg türü tespit etmiş, özellikle ekim ayında diyatom *Skeletonema costatum* türünün baskın tür ve bol miktarda bulunduğunu gözlemlemiştir.

Durallı ve Egemen (2009) Urla Limanı civarında fizikokimyasal ve kirlilik parametreleri ile ilgili Mayıs 2003-Şubat 2004 dönemlerinde toplam 5 istasyonda yaptığı bir çalışmada, çözünmüş oksijen (5,8-9 mg/l), tuzluluk (32,18-38,40), ph (8-8,30), nitrit (0-1,08 mg/l) nitrat (0-7,16), amonyum (0-7,97 mg/l), fosfat (0-1,72), silikat (0-11 mg/l) değerlerini incelemiştir. Bu çalışmada, Urla limanında ölçülen bu değerlerin daha yüksek olduğu anlaşılmış ve bu durumun liman içi aktivitelerin ve organik kirliliğin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Boğaz tarafında bulunan istasyonlarda suda pH değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Alibeyköy ve Kağıthane derelerinden ve kentsel deşarjlardan gelen asidik atıkların Haliç'in iç kısımlarında daha yoğun bir şekilde bulunması ve iç kısımlarda bulunan istasyonlarda sudaki asitliği artırmasıdır.

İç kısımdaki Miniaturk istasyonunda çözünmüş oksijen miktarı tüm aylarda en düşük seviyededir. İç kısımlarda fotosentetik makroalglerin ve fitoplankton topluluğunun azlığı burada fotosentez ile oksijen üretiminin düşük miktarda kalmasına neden olmuştur. İç kısımlarda akıntı hızının düşük olması da havadan yüzey suyuna oksijen çözünme miktarını azalttığından suda çözünen oksijen miktarının iç kısımlarda Boğaza yakın istasyonlara göre daha düşük olmasına neden olmaktadır.

Nitrit konsantrasyonunun iç kesimlere doğru arttığı gözlenmiştir. Mevsimsel olarak ise yağış ve karasal girdilerin yüksek olduğu aylarda nitrit değerleri yükselirken, yaz ise en düşük değerlerde görülmüştür. Nitrit fitoplankton tarafından daha az tercih edilen bir azot formudur. Bu yüzden nitrit konsantrasyonu, ortama giren kirleticilerle alakalıdır.

Haliç'te özellikle mevsimsel olarak bol yağışlı dönemlerde tatlı su girdilerinin artmasına paralel olarak nitrat konsantrasyonunda artış olmakta ve iç kesimlerde daha yüksek değerlere ulaşmıştır.

Silika diyatomların iskelet maddesinin oluşturan silisyumdioksit sucul çevrelerde önemlidir. Özellikle diyatomların gelişimi ve çoğalmasıyla ilişkilidir.

Kantitatif açıdan Tablo 3.7'de Nisan'13 örneklemeğinde en yüksek hücre miktarına Cibali istasyonunda 51,2 adet/L ile *Podolampas palmides* türü ulaşmıştır. Bu dönemde en az tür çeşitliliğine ise Miniaturk istasyonunda rastlanmıştır. Temmuz'13 örneklemeğine ait Kasımpaşa ve Cibali istasyonlarının örneklerini laboratuvara taşıma esnasında döküldüğü için sadece Miniaturk örneklemeğine ait sonuçlarla değerlendirme yapılırsa, *Prorocentrum micans* türünün hücre miktarı 4,08 adet/L ile en yüksek tür olarak Tablo 3.8 'de verilmiştir. Ekim'13 örneklemeğine ait Kasımpaşa ve Miniaturk istasyonlarının örneklerini laboratuvara taşıma esnasında döküldüğü için sadece Cibali örneklemeğine ait sonuçlarla değerlendirme yapılırsa, diyatom *Thalassionema rotula* türünün hücre miktarı 34,52 adet/L ile en yüksek tür olarak Tablo 3.9 'da verilmiştir. Tablo 3.10'da, Ocak'14 örneklemeğinde en yüksek hücre miktarına Cibali istasyonunda en yüksek hücre yoğunluğuna 20,03 adet/L ile diyatom *Pseudo-nitzschia deliticatissima* türü ulaşmıştır. Kasımpaşa istasyonunda ise en yüksek hücre miktarına 10,32 adet/L ile dinoflagellat *Ceratium fusus* türü ulaşmışken, Miniaturk istasyonunda ise en yüksek hücre miktarına 7,60 adet/L *Öglenofit dinoflagellat* türü ulaşmıştır. En fazla tür çeşitliliğine Tablo 3.10'daki Ocak'14 örneklemeğinde rastlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, 2013-2014 yıllarında Haliç yüzey suyundaki fitoplankton komünitesi, tür ve birey sayısı yönünden oldukça zengin bir yapı sergilemektedir. Yine aynı dönemde Haliç'in girişinden iç kesimlere doğru gidildikçe kirlilik artışına paralel olarak fitoplankton tür ve birey sayısına bağlı olarak birey sayısının azaldığı ifade edilmektedir (Taş ve Okuş, 2003).

Haliç'te fitoplankton kompozisyonunun incelenmesiyle ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Önceki yıllardaki kirliliğin rahatsız edici duruma geldikten sonra yapılan Su Kalite İzleme Çalışmaları sonucunda, kirlenmenin oldukça azaldığı, su kalitesinin yükseldiği, çevreyi rahatsız eden fiziksel görüntünün ortadan kalktığı ve

böylelikle sonrasında yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalardan da fitoplanktona ait tür çeşitliliğinde artış olduğu görülmektedir. Fitoplankton birincil üretimden sorumlu olduğu için besin zincirindeki diğer canlılarında gelişimine de yol açmış olmaktadır. Özellikle Haliçte balık yumurta ve larva bolluğunun ve tür çeşitliliğinin önemli düzeyde artış gösterdiği görülmüştür (Yüksek, 2001).



KAYNAKLAR

Alpar B., Yüce H., and Türker A., Water Exchange in the Golden Horn, *Turkish J. Marine Sciences*, 2003, **9**(1), 51-68.

Altuner Z., *Tohumsuz Bitkiler Sistematigi*, 1. Baskı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Basımevi, Tokat, 1998.

Arifağaoğlu C., İstanbul'un en Korunaklı ve en Büyüklü Limanıdır Haliç, Diğer Adıyla Altın Boynuz, YHA, <http://www.yeditepekoridor.com/> (Ziyaret tarihi: 25 Haziran 2015)

Artuz M. I., Korkmaz K., Today's Condition of Water Pollution in the Golden Horn, *Haliç Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 10-11 December 1975.

Artüz M. L., Bilimsel Açıdan Marmara Denizi, *Türkiye Barolar Birliği Yayınları*, DOI:10.13140/2.1.1985.4406.

Balkis N., List of Phytoplankton of the Sea of Marmara, *Journal of Black Sea*, 2004, **10**(2), 123-141.

Balkis N., Seasonal Variations in the Phytoplankton and Nutrient Dynamics in the Neritic Water of Büyükçekmece Bay, Sea of Marmara, *J. Plankton Res.*, 2003, **25**(7), 703-717.

Balkis N., The Effect of Marmara (İzmit) Earthquake on the Chemical Oceanography of İzmit Bay, Turkey, *Marine Pollution Bulletin*, 2003, **46** (7), 865–878.

Baştürk A., Öztürk M., Erden Ş., Dinçer İ., Haliç'te Rehabilitasyon Projesi, *Haliç 2001 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 3-4 Mayıs 2001.

Begun A. A., The Summer-Autumn Phytoplankton in the Golden Horn Bay (The Sea of Japan) under Conditions of Anthropogenic Pollution, *International Journal of Algae*, DOI:10.1615/InterJAlgae.v8.i3.50.

Cirik S., Gökpınar Ş., *Plankton Bilgisi ve Kültürü*, 1. Baskı, Ege Üniv. Basımevi, Bornova, İzmir, 1999.

Coleman H. M., Kanat G., Aydinol Turkdogan, F. I., Restoriation of the Golden Horn Estuary(Halic), *Water Research*, 2009, **43**(20), 4989-5003.

Durallı E., Egemen Ö., Urla Limanı ve Civarında Bazı Fiziko-Kimyasal ve Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 2009, **26**(1), 81-85.

Eroglu V., Sarıkaya H., Eldemir M., Güney ve Kuzey Haliç Çevre Koruma Projeleri, *Haliç 2001 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 3-4 Mayıs 2001.

Gözel F., İstanbul Halici Sediment ve Biyota Örneklerinde ²¹⁰PO Aktivitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013, 337142.

Ilmavirta V., Dynamics of Phytoplankton in Finnish Lakes, *Journal of Hydrobiologia*, DOI:10.1007/BF00005782.

Kanat G., Pollution of Golden Horn Estuary and Effects of Restoration Project, *International Symposium on Earth System Science (ISES 2004)*, İstanbul, Türkiye, 8-10 September 2004.

Kıratlı N., Balkıs N., Haliç'te Çözünmüş Oksijen, Askıda Katı Madde ve H₂S Dağılımı, *Haliç 2001 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 3-4 Mayıs 2001.

Küçük A., İzmit Körfezi Plankton Kompozisyonunun Mevsimsel olarak İncelenmesi ve Sediment Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2012, 315735.

Leeper E., Seaweed: Resource of the 21st Century, *Bioscience*, 1976, **26**(5), 357-358.

Okuş E., Taş S., İzmit Körfezi'nde Fitoplankton Dağılımı, *IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, Bodrum, Türkiye, 5-8 Ekim 2001.

Okuş E., Taş S., Diatom Increase in Phytoplankton Community Observed in Winter in the North-eastern Marmara Sea (Beylikdüzü)., *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 2007, **13**(1), 7-17.

Ozturk M., Basturk A., Ozturk I., Kinaci C., Topacık D., Haliç Islah Projesi: Uygulama Çalışmaları, *Büyükşehirlerde Atıksu Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 06-09 Ocak 1998.

Özel İ., *Planktonoloji I Plankton Ekolojisi ve Araştırma Yöntemleri*, 7. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 2008.

Özsoy E., Oğuz T., Latif M. A., Ünlüata Ü., Sur H. İ. and Beşiktaş Ş., Oceanography of the Turkish Straits - Second Annual Report, Volume II: Health of the Turkish Straits. Chemical and Environmental Aspects of the Sea of Marmara and Golden Horn, *The Middle East Technical University Institute of Marine Sciences*, R92/88-04, 130, 1988.

Sommer U., Die Welt des Planktons, Von Herausgeber : Genberg H., und Swoboda A., *Algen, Quallen, Wasserfloh*, 1. Auflage, Springer Berlin Heidelberg Verlag, Berlin, Deutschland, 35-102, 1996.

Sur H. İ., Okuş E., Sarıkaya H. Z., Altıok H., Eroğlu V., and Öztürk İ., Rehabilitation and Water Quality Monitoring in the Golden Horn, *Water Science and Technology*, 2002, **46**, 29-36.

Taş S., Haliç Ekosisteminde Fitoplanton'un Yapısı ve Ekolojik Etkenlerin İncelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003, 133088

Taş S., Phytoplankton Composition and Abundance in the Coastal Waters of The Datça and Bozburun Peninsulas, South-Eastern Aegean Sea (Turkey), *Mediterranean Marine Science*, DOI: <http://dx.doi.org/10.12681/mms.418>

Taş S., Okuş E., Ünlü V. S., Altıok H., A Study on Phytoplankton Following Volgoneft-248 Oil Spill on the North-Eastern Coast of the Sea of Marmara, *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2011, **91**(3) 715-725.

Taş S., Okuş E., The Effects of Pollution on the Distribution of Phytoplankton in the Surface Water of the Golden Horn, *Turkish J. Marine Sciences*, 2003, **9**(2), 163-176.

Taş S., Yılmaz N. I., Okuş E., Phytoplankton as an Indicator of Improving Water Quality in the Golden Horn Estuary, *Estuaries and Coasts*, DOI:10.1007/s12237-009-9207-3.

Tüfekçi V., Balkıs N., Polat Beken Ç., Ediger D., Mantıkçı M., Phytoplankton Composition and Environmental Conditions of a Mucilage Event in the Sea of Marmara., *Turk J Biology*, DOI:10.3906/BİY-0812-1.

Türkoğlu M., Karadeniz'in Fitoplankton Kommunité Yapılarında Görülen Bazı Düzensiz Değişimler, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 1999, **16**(1-2), 201-217.

Türkoğlu M., Koray T., Phytoplankton Species' Succession and Nutrients in the Southern Black Sea (Bay of Sinop), *Turkish Journal of Botany*, 2002, **26**(4), 235-252.

URL-1: http://www.coastlearn.org/water_quality_management/casestudy_of_golden_horn_index.html, (Ziyaret tarihi: 25 Haziran 2015)

Uysal Z., Fate and Distribution of Plankton around the Bosphorus, Golden Horn, North-Eastern Marmara and the Bay of İzmit, M.Sc. Thesis, The Middle East Technical University, Institute of Marine Sciences, Erdemli-İçel, 1987.

Ünlü M. Y., Topçuoğlu S., Anıl Y. D., Fitoplankton Kültürlerinin Boğaz, Haliç, Büyükçekmece, Marmara ve Karadeniz Sularının Kirlenme Olayında İndikatör Olarak Kullanılması, *İ.Ü. Fen Fak. Araştırma Enst. Yay.*, 1972, **5**, 1-25.

Yüce H., Investigation of Water Level Variations in the Strait of Istanbul, *Bulletin of Institute of Marine Sciences and Geography*, 1986, **2**(3), 67-78.

Yüce H., Investigation of Mediterranean Water in the Strait of Istanbul (Bosphorus) and the Black Sea, *Oceanologica Acta*, 1990, **13**(2), 177-186.

Yüksek A., Okuş E., Uysal A., Yılmaz N., Haliç'in Rehabilitasyon Sürecinde Projesi, *Haliç 2001 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 3-4 Mayıs 2001.

Yüksek A., Okuş E., Yılmaz N.İ., Yılmaz A., Taş S., Change in Biodiversity of the Extremely Polluted Golden Horn Estuary Following the Improvements in Water Quality, *Marine Pollution Bulletin*, DOI:10.1016/j.marpolbul.2006.02.006.



KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Ergül H. A., Küçük A., **Çelebi N. G.**, Terzi M., Aksan S., Lithogenic and Biogenic Flux Changes in Dil Creek Estuarine (The Marmara Sea), *CIESM 40*, Marseilles, France, 28 October - 1 November 2013.

Ergül H. A., **Çelebi N. G.**, İpşiroğlu M., İzmit Kırfezi'nde Meydana Gelen Plankton Çoğalması ile İlgili bir Çalışma (Mart 2013), *17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 3-6 Eylül 2013.

Ergül H. A., **Çelebi N. G.**, Aksan S., Küçük A., Balcı S., İzmit Kırfezi Denizel Plankton Bolluğunun Biyojenik Silika Yardımıyla Değerlendirilmesi, *21. Ulusal Biyoloji Kongresi*, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 3-7 Eylül 2012.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Sakarya'da tamamladı. 2006 yılında girdiği İzmir Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Ağırlıklı Biyoloji bölümünden 2011 yılında mezun oldu. Aynı yıl Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılından beri Durak Fındık San. ve Tic. A.ş' de Kalite Güvence Sorumlusu olarak çalışmaktadır. İyi düzeyde İngilizce bilmektedir.

