

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇARDAK LAGÜNÜ**  
**(LAPSEKİ, ÇANAKKALE, TÜRKİYE)**  
**FİTOPLANKTONU BESİN STATÜSÜNÜN**  
**C:N:P ORANLARINDAKİ MEVSİMSEL**  
**DEĞİŞİM ARACILIĞI İLE BELİRLENMESİ**

**Ayşe SÜTCÜ**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Tezin Sunulduğu Tarih: 04/07/2011**

**Tez Danışmanı:**

**Yrd. Doç. Dr. Esra KOÇUM**

**ÇANAKKALE**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ BELGESİ

Ayşe SÜTCÜ tarafından Yrd. Doç. Dr. Esra KOÇUM yönetiminde hazırlanan ‘Çardak Lagünü (Lapseki, Çanakkale, Türkiye) Fitoplanktonu Besin Statüsünün C:N:P Oranlarındaki Mevsimsel Değişim Aracılığı ile Belirlenmesi’ başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Esra KOÇUM

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Tülay TURGUT GENÇ

Jüri Üyesi

Yrd.Doç. Dr. Cengiz AKBULAK

Jüri Üyesi

Sıra No:.....

Tez Savunma Tarihi: 04/07/2011

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür  
Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Yüksek Lisans Tezi ÇOMÜ BAP Komisyonu tarafından 2010/03 no'lu projeden desteklenmiştir.

## İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulun tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiği, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

Ayşe SÜTCÜ

## TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Esra KOÇUM'a, arazi çalıŐmalarımnda yardımcı olan Hüseyin Ak, Hasan GÜR, Erdem Bey, İsmail Bey, Hüseyin AYDOğAN, Ali Rıza Bey ve SS ardak Su Ürünleri Üretim Değerlendirme Kooperatifi üyelerine ayrıca çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen Zeynep G. KOçOğLU ve Mete ÖZVAR'a ve hayatımın her döneminde bana destek olan değerli aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Ayşe SÜTCÜ

## SİMGELER ve KISALTMALAR

C	Karbon
H	Hidrojen
N	Azot
O	Oksijen
P	Fosfor
Si	Silisyum
Fe	Demir
ÇOK	Çözünmüş Organik Karbon
POK	Partiküler Organik Karbon
CO <sup>2</sup>	Karbondioksit
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
mm	Milimetre
sn	Saniye
SSE	Kıble - Keşişleme
m	Metre
bt	Bilinmeyen Tarih
km	Kilometre
%	Yüzde
HCL	Hidroklorik Asit
v	Hacim
GF/F	Cam Fiber Filtre
mL	Mililitre
nm	Nanometre
µmol	Mikromol
TON	Toplam Yükseltgenmiş Azot
EPA	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
APHA	American Public Health Association (Amerikan Halk Sağlığı Birimi)
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi)
Ort	Ortalama
std. hata	Standart Hata

n	Örneklem Büyüklüğü
p	Olasılık
r	Korelasyon Katsayısı
%	Binde
mg	Miligram
<sup>0</sup> C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
µM	Mikromolar
Kl <i>a</i>	Klorofil a
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Amonyum İyonu
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat İyonu
PC	Partiküler Karbon
PP	Partiküler Fosfor
PN	Partiküler Azot
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrit İyonu
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fosfat
BOİ <sub>5</sub>	5 Günlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
m <sup>3</sup>	Metreküp
DIN	Dissolved Inorganic Nitrogen (Çözünmüş İnorganik Nitrojen)
DIP	Dissolved Inorganic Phosphate (Çözünmüş İnorganik Fosfat)
TN	Toplam Azot
PON	Partiküler Organik Azot

**ÖZET**  
**ÇARDAK LAGÜNÜ**  
**(LAPSEKİ, ÇANAKKALE, TÜRKİYE)**  
**FİTOPLANKTONU BESİN STATÜSÜNÜN**  
**C:N:P ORANLARINDAKİ MEVSİMSEL**  
**DEĞİŞİM ARACILIĞI İLE BELİRLENMESİ**

Ayşe SÜTCÜ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Esra KOÇUM

04/07/2011, 48

Biyokütlede bulunan karbon (C), azot (N) ve fosfor (P) gibi başlıca elementlerin oranı farklı canlılar arasında değişkenlik gösterir ve ekosistemlerdeki biyolojik üretkenlik üzerinde potansiyel sınırlamalara yol açabilir. Tüm canlılar metabolizma ve büyümeleri için belli besinlere gereksinim duyup besinlerin içerik bakımından dengeli ve optimum oranda olması büyüme verimliliğini belirlerken, en ideal olan durum, besinin tüketicinin biyokompozisyonuna en yakın olmasıdır. Fitoplanktonun sucul besin ağlarının temelindeki konumu, fitoplankton hücresel element kompozisyonunu sucul ekosistem besin ağı verimliliği üzerinde önemli kılmaktadır. Su içerisindeki çözülmüş besinlerin yoğunluğundaki değişim alg sayısal artışlarına ve bununla gelen çevresel değişimlere yol açabildiği gibi besin eksikliği ya da besinlerin gereksinim duyulan oranda olmaması da birincil üretim hızını sınırlayabilir. Tamamlanan bu yüksek lisans tez çalışmasında kabuklu su ürünü ve balıkçılık açısından önemli bir alan olan ve aynı zamanda Edirne Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından I. Derece Sit Alanı statüsü verilen Çardak Lagünü'nde (Lapseki, Çanakkale) fitoplankton komünitesi besin statüsü, çözülmüş fitoplankton besin miktarları ve fitoplankton biyokütlesi içerisindeki parçacık halindeki C, N ve P miktar ve oranlarının analizi aracılığıyla incelenmiştir. Sonuçlar lagün sularında

azotça bir zenginleşme olduğunu ancak fosfor miktarının hem çözünmüş hem de partiküler fraksiyonlarda fitoplankton büyümesi için gerekli olan orandan düşük olduğunu göstermiştir. Böylece fitoplanktonun besinsel statüsü analiz edilerek fitoplankton büyümesi üzerinde sınırlayıcı başlıca besinin fosfor olduğu ve fitoplanktonun Çardak Lagünü besin ağının üst trofik basamaklarındaki tüketiciler için fosfor açısından düşük kaliteli bir besin kaynağı oluşturduğu ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Fitoplankton, C:N:P oranı, besin kalitesi.



## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF NUTRIENT STATUS OF ÇARDAK LAGOON (LAPSEKİ, ÇANAKKALE, TURKEY) PHYTOPLANKTON THROUGH AN ANALYSIS OF SEASONAL CHANGES IN C:N:P RATIOS**

Ayşe SÜTCÜ

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Master of Science

Advisor: Assist. Prof. Dr. Esra KOÇUM

04/07/2011, 48

The ratios of the main elements such as carbon (C), nitrogen (N) and phosphorus (P) in the biomass differs among various organisms and may lead to the potential limitation of biological production in ecosystems. All organisms have a set of nutritional requirements for their metabolism and growth. A balanced and optimum diet determines growth efficiency and the diets are said to be more balanced when their composition is close to the composition of the consumer. The position of phytoplankton at the base of aquatic food webs makes the cellular elemental composition of phytoplankton important for the food web efficiency of aquatic ecosystems. While the variation in the concentrations of dissolved nutrients in water may cause algal blooms and associated changes in the environment a deficiency in the amount of concentrations or in the proportion of them may limit primary production. In this completed Msc project on nutrient status of phytoplankton community of Çardak Lagoon (Lapseki, Çanakkale), which is an important shelfish and fin fish area and also has been given “highly protected area” status by Edirne District Cultural and Natural Heritage Protection Body, was investigated through analysis of amounts and ratios of dissolved nutrients and particulate C, N and P in phytoplankton biomass over a seasonal cycle. The results showed that lagoon was enriched with nitrogen but phosphorus was in short supply in both dissolved and particulate fractions in respect of phytoplankton growth requirements. Thus analysis of nutritional status of phytoplankton revealed that

phosphorus was the limiting nutrient on phytoplankton growth and phytoplankton constitutes a low quality food resource in terms of phosphorus content for consumers at the upper trophic levels of the food web of the Çardak Lagoon.

**Keywords:** Phytoplankton, C:N:P ratios, nutritional quality.

## İÇERİK

	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET .....	vii
ABSTRACT.....	ix
<b>BÖLÜM 1 – GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>4</b>
<b>BÖLÜM 3 – MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>11</b>
3.1. Çalışma Bölgesinin Tanımı .....	11
3.2. Örneklemenin Yapılması.....	13
3.3. Fiziksel Ölçümler.....	14
3.3.1. Sıcaklık Ölçümü.....	14
3.3.2. pH Ölçümü.....	14
3.3.3. Secchi Disk Derinliği Ölçümü.....	14
3.3.4. Tuzluluk Ölçümü.....	14
3.4. Fitoplankton Besini Yoğunluklarının Ölçümü.....	14
3.4.1. Amonyum Yoğunluğu Ölçümü.....	15
3.4.2. Nitrit Yoğunluğu Ölçümü.....	15
3.4.3. Nitrat Yoğunluğu Ölçümü.....	15
3.4.4. Orto-fosfat Yoğunluğu Ölçümü.....	15
3.4.5. Silikat Yoğunluğu Ölçümü.....	15
3.4.6. Partiküler C ve N Analizi.....	16
3.4.7. Partiküler Fosfor Ölçümü.....	16
3.4.8. Toplam Fosfor Miktarı Ölçümü.....	16
3.4.9. Klorofil a Yoğunluğu Ölçümü.....	16
3.5. Nitel Taksonomik İnceleme.....	17
3.6. İstatistiksel Analiz.....	17
<b>BÖLÜM 4- BULGULAR.....</b>	<b>18</b>
4.1. Fiziksel Ölçüm Sonuçları.....	18
4.1.1. Sıcaklık Ölçüm Sonuçları.....	18
4.1.2. pH Ölçümü Sonuçları.....	19

4.1.3. Secchi Disk Derinliği Ölçüm Sonuçları.....	20
4.1.4. Tuzluluk Ölçüm Sonuçları.....	21
4.2. Fitoplankton Besini Yoğunlukları Ölçüm Sonuçları.....	22
4.2.1. Amonyum Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları.....	22
4.2.2. Nitrit Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları.....	23
4.2.3. Nitrat Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları.....	23
4.2.4. Orto-fosfat Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları.....	24
4.2.5. Toplam Fosfor Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları.....	24
4.2.6. Silikat Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları.....	25
4.2.7. Partiküler Karbon, Azot ve Fosfor Ölçümü Sonuçları.....	26
4.2.8. PC:PN:PP Molar Oranları.....	29
4.2.9. Klorofil a Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları.....	32
4.3. Nitel Taksonomik İnceleme Sonuçları.....	33
<b>BÖLÜM 5- TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>	<b>37</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>43</b>
<b>Çizelgeler .....</b>	<b>I</b>
<b>Şekiller .....</b>	<b>II</b>
<b>Özgeçmiş .....</b>	<b>IV</b>

**BÖLÜM 1****GİRİŞ**

Tüm canlılar yaşamak ve büyümek için belli besin elementlerine belirli oranlarda gereksinim duyarlar. Bu gereksinimlerin dengeli ve optimum oranda olması büyüme verimliliğini belirlerken, en ideal olanı besinler içerisindeki element oranlarının tüketicinin biyokütlesindeki ile benzer olmasıdır (Sterner ve Hessen, 1994). Canlıların biyokütlesinde yer alan karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve fosfor (P) gibi başlıca elementlerin arasındaki oran farklı canlılar arasında değişkenlik gösterir. Birincil üretici canlılar olarak sucul ekosistem besin ağlarının temelinde yer alan fitoplankton büyümek için başlıca karbon, azot, fosfor, oksijen, silisyum, magnezyum, potasyum ve kalsiyum gibi elementlere gereksinim duyar. Fitoplankton bu besin elementlerini ortamdan belirli bir oranda alarak kullanır. Fitoplankton biyokütlesinde bu elementler arasındaki atomik oranın sabit olduğu ilk kez Redfield tarafından 1934 yılında ileri (Hecky ve ark., 1993) sürülmüştür Redfield oranı olarak isimlendirilen bu orana göre fitoplankton hücrelerinde C:N:P atomları arasında 106:16:1 oranı bulunmakta (Falkowski, 2000) olup hücreler bu besin elementlerini sudan aynı oranda almaktadırlar. Su içerisinde bu oranlardan sapmalar ise belli elementlerin fitoplankton biyokütlesi ve üretimi üzerinde sınırlayıcı olabileceğinin göstergesi olarak kullanılmaktadır. Alfred Redfield' in element oranları hakkındaki çalışmalarının sonuçlarından birisi olarak okyanuslarda 'ekolojik stokiyometri' çalışmaları başlamış ve son 20 yıl içerisinde limnolojide de aktif bir çalışma alanı haline gelmiştir (Elser, 2000). Ekolojik stokiyometri, Elser ve Urabe (1999) tarafından "çoklu kimyasal elementler arasındaki kütle dengelerinin ekolojik etkileşimlere getirdiği sınırlamalarla bunların sonuçlarını inceleyen bir yaklaşım" olarak tanımlanmıştır. Ekolojik stokiyometri özellikle canlıların elementel fizyolojisi ile onların besin ağında girdikleri etkileşimler ve ekosistem işleyişi olmak üzere ekolojik etkileşimlerdeki enerji dengesi ve kimyasal elementlerin anlaşılmasında kullanılır (Sterner ve Elser, 2002). Ekolojik stokiyometri yaklaşımı bireylerin yiyecek arama davranışı, populasyon düzeni, kaynak rekabeti ve birincil üretimin besinlerce sınırlanması gibi ekolojik etkileşimlerin anlaşılmasında kritik elementlerin (C, N ve P gibi) arasındaki oranlara odaklanmıştır (Hassett ve ark., 1997). Örneğin, fitoplankton hücrelerinde sabit olan C:N:P oranı (106:16:1) fitoplanktonun optimal büyüme hızını ve besin-yeterlilik durumunu belirttiğinden (Goldman, 1986) bu orandaki değişimin takibiyle fitoplankton komünitesinin besin miktar ve kalitesi

bakımından durumu ve böylece herhangi bir besin sınırlaması olup olmadığının belirlenmesi ile üst trofik basamaklarda bulunan canlılara ulaşacak besinin miktar ve kalitesi anlaşılabilir.

Ekolojik stokiyometri ekosistemlerdeki tüm biyotik ve bir çok abiyotik bileşende bulunan besin elementleri arasındaki (C, N ve P gibi) oranlara bakılarak ekosistemlerin karakterize edilip birbirleri ile karşılaştırma çalışmaları için de uygundur (Hassett ve ark., 1997). Bunların yanı sıra organizmaların elementel kompozisyonunun nasıl olduğunu, besin üretimindeki etkilerini, besin döngüsünü ve besin ağı dinamiklerini (Anderson ve ark., 2004), av-avcı etkileşimlerini (Mittra ve Flynn, 2005), zooplankton-fitoplankton etkileşimlerini (Hasset ve ark., 1997), bitki stokiyometrisini (Amatangelo ve Vitousek, 2008), zooplankton stokiyometrisini (Gismervik, 1997) ve fitoplankton stokiyometrisini (Klausmeier ve ark., 2008) anlamada da yaygın olarak kullanılır. Fitoplankton stokiyometrisi bu alanlar içinde ayrı bir yere sahip olup ekolojik stokiyometri alanının gelişiminde büyük öneme sahiptir (Sterner ve Elser, 2002). Fitoplanktonun ekolojik stokiyometride bu kadar önemli olmasının iki sebebi vardır. Bunlardan ilki, ekosistemde meydana gelen değişikliklerden ilk ve en fazla etkilenen canlı grubu olarak (Ilmavirta, 1982) ekolojik etkileşimleri (Tilman, 1977) çalışmada ideal nitelikte bir model sistem olmasıdır. İkincisi ise, küresel birincil üretiminin neredeyse yarısının fitoplanktonik olması nedeniyle (Field ve ark., 1998) küresel biyojeokimyasal döngülerde önemli role sahip olmasıdır (Sarmiento ve Gruber, 2006). Bir çok elementin (C, N, P, Fe ve Si) biyojeokimyasal döngüsü ile fitoplankton, elemental stokiyometrisi ve denizel besin ağı arasında önemli etkileşimler bulunur. Deniz suyunun pH değeri, sıcaklığı, deniz yüzeyine ulaşan ışığın yoğunluğu ve iklimsel değişimler fitoplankton komünitesi tür kompozisyonunu değiştirebileceğinden denizel besin ağı dinamikleri ile elementlerin biyojeokimyasal döngüleri üzerinde etkilidir (Finkel ve ark., 2010). Fitoplanktonun bu döngülerdeki önemli rolü okyanustaki organik karbon üretimine olan katkısından kaynaklanmaktadır. Denizlerdeki organik karbon havuzu Çözünmüş Organik Karbon (ÇOK) ve Partiküler Organik Karbon (POK) olmak üzere ikiye ayrılabilir ve bu iki havuzdaki karbon oldukça farklı yollardan hareket eder. ÇOK'un büyük bir kısmı besin ağının mikrobiyal kısmı ("mikrobiyal halka") içerisinde çevrime uğrayıp daha sonra da üst trofik basamaklara aktarılmazken POK'un büyük bir kısmı otçul canlılar aracılığıyla doğrudan üst trofik basamaklara aktarılır (Sorensen, 2009). Fotosentez ile organik karbon üretimi, azot ve fosfor gibi elementlerin fitoplanktonca alımını gerektirdiğinden fosfor

ve azot döngüsü karbon döngüsüyle ayrılmaz bir bütündür (Wollast, 1981). Okyanuslardaki C, N, P stokiyometrisi de deniz-atmosfer karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) değişimini, besin sınırlamasının boyutunu, denizel ortamda depolanan C ile N ve P döngülerinin anlaşılmasına katkıda bulunur (Hecky ve Kilham, 1988; Field ve ark., 1998).

Bu tez çalışmasında 1 yılı kapsayan bir arazi ve laboratuvar çalışması ile Çanakkale İli Lapseki İlçesi'nde bulunan Çardak Lagünü fitoplankton komünitesinin bir besin kaynağı olarak bir üst trofik basamaktaki canlılar için kalitesinin ve bunun üzerinde ortam koşullarının belirlenmesi amacı ile çözünmüş haldeki fitoplankton besini yoğunlukları ile fitoplankton içerisindeki partiküler C (PC), N (PN) ve P (PP) miktarlarının ölçülmesi amaçlanmıştır. Çalışılan alanın Edirne Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun 06.08.1996 tarih ve 3298 sayılı kararı ile birinci derece doğal sit alanı ilan edilmesi, lagünde kum midyesi yetiştiriciliği yapılması (Önder ve ark., 2005) ve bölgede balıkçılıkla geçimini sağlayan insanların olması yapılan çalışmayı bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlayabilecek nitelikte kılmaktadır. Ayrıca daha önce Çardak Lagünü'nde aynı konuda yapılan bir çalışmanın olmaması nedeniyle çalışma, literatürdeki bu boşluğu doldurmaya da katkı sağlamaktadır.

## BÖLÜM 2

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma bölgesinde daha önce yapılan araştırmalar:

Alparslan ve ark. (1999); Çardak Lagünü'nde Ocak 1997 - Ocak 1998 döneminde tek örnekleme noktasından aylık olarak yaptıkları çalışmada lagünün fizikokimyasal koşullarını ve fitoplankton süksesyonunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Toplam inorganik fosfatın  $0,00119 - 0,040 \text{ mg L}^{-1}$ , nitratın  $0,74 - 1,20 \text{ mg L}^{-1}$ , silisyumun  $0,24 - 1,18 \text{ mg L}^{-1}$ , potasyumun  $170 - 203 \text{ mg L}^{-1}$ , çinkonun  $0,02 - 0,1 \text{ mg L}^{-1}$  ve kurşunun  $0,02 - 0,04 \text{ mg L}^{-1}$  aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Dinophyceae sınıfından 41, Prymnesiophyceae sınıfından 1, Dictyochophyceae sınıfından 1 ve Bacillariophyceae sınıfından 24 takson saptamışlardır. Örnekleme süresince toksik ya da zararlı alglerin aşırı üremesine rastlamadıkları halde *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay ve Möller aşırı üremesinin tür zenginliğini kontrol altında tuttuğunu belirlemişlerdir. Ayrıca komünitede *Dinophysis acuta* Ehrenberg, *Dinophysis caudata* Saville-Kent, *Dinophysis fortii* Pavillard, *Dinophysis hastata* Stein, *Dinophysis rotundata* Claperede ve Lachmann ve *Dinophysis sacculus* Stein gibi diare ile seyreden kabuklu deniz ürünü zehirlenmesine (Diarrhetic Shellfish Poisoning) yol açan türlerin varlığının Çardak Lagünü'nün önemli bir özelliği olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle de olası bir ötrofikasyon halinde bölgede *Prorocentrum micans* Ehrenberg, *Prorocentrum scutellum* Schiller ve *Ceratium furca* var. *eugrammum* (Ehrenberg) Schiller gibi anoksia yüzünden balık ölümlerine yol açan türlerin aşırı üremesinin gözlemlenebileceğini ve bu yüzden bölgenin yetiştiricilik açısından oldukça riskli olduğunu belirtmişlerdir.

Gözler ve Tarkan (2000)' in Çardak Lagünü'nde Nisan 1995-Temmuz 1996 döneminde *Ruditapes decussatus* üyelerinin üreme biyolojisi üzerine yaptıkları histolojik çalışmalarda gonad gelişiminin Mart ayında başladığını ve Ekim ayında sonlandığını görmüşlerdir. Çalışmada ayrıca sıcaklık, tuzluluk ve klorofil-a değerleri saptanmış ve *Ruditapes decussatus* üyelerinin  $24^{\circ}\text{C}$  su sıcaklığında ve ‰ 20-26 arasındaki tuzluluk değerlerinde yumurtladıkları belirtilmiştir. Klorofil-a değerlerinin ise  $6,56 \text{ mg/m}^3$  (Mayıs 1995) ile  $3,42 \text{ mg/m}^3$  (Mart 1996) arasında değiştiği, fakat klorofil-a değerleri ile gonad gelişimi arasında bir ilişki bulunmadığı belirtilmiştir.

Alparslan ve ark. (2004); Çardak Lagünü'nde Mayıs-Haziran 2003 döneminde yaptıkları çalışmada bentosta yaşayan omurgasız faunası üyelerini toplayarak tür tayinlerini yapmışlardır. Yumuşakçalardan (Mollusca) 17, derisidikenlilerden



(Echinodermata) 1 ve eklembacaklılardan (Arthropoda) 1 olmak üzere toplam 19 tür tayin etmişlerdir.

Önal ve ark. (2008)'ı Çardak Lagünü ekosistem parametrelerini belirleyerek alanı *Ruditapes decussatus* üretim potansiyeli açısından çalışmış ve sonuç olarak üretim potansiyelinin yaz ölümlerinin azaltılması ve substrat kalitesinin iyileştirilmesi ile arttırılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada yer alan araştırmaya içerik ve/veya yaklaşım olarak benzerlik gösteren önceki çalışmalar ise aşağıda sıralanmıştır.

Taylor ve ark., (1995); Amerika'nın kuzeydoğusundaki denizel lagünlerde biyokütle ve üretkenliği en çok sınırlayan besin elementini belirlemek için kıyısız lagün ekosistemlerinin içerdiği tüm karakteristik kompleks yapıyı içeren havuzlar oluşturmuşlardır. Bu havuzları sadece P, sadece N ya da N ve P karışımı ile zenginleştirmişlerdir. Havuzu sadece N ile zenginleştirdiklerinde su kolonu içindeki partikül azotun, klorofil a yoğunluğunun, gün içindeki net üretiminin ve yavru dil balıklarının büyüme hızının arttığını, sadece P ile zenginleştirdiklerinde ise herhangi bir değişimin olmadığını görmüşlerdir. Sadece N ve N ve P birlikte uygulamasını karşılaştırdıklarında, sadece N ile zenginleştirdiklerinde toplam sistem metabolizmasının ve fitoplankton üretkenliğinin P sınırlamasına doğru kaydığını ve denizçayırları ve makroalgal büyüme üzerinde aşırı fitoplankton gelişiminden dolayı ışığın sınırlayıcı etki gösterdiğini bulmuşlardır.

Hassett ve ark. (1997); Wisconsin and Michigan Eyaletlerinin kuzeyi ile Kanada'nın Ontario kentinin kuzeyindeki Deneysel Göller Bölgesi'nde yer alan 31 göl ile Atlas ve Pasifik Okyanusları'ndaki 21 farklı bölgede 1992-1993 yılları arasında yaptıkları bir yıllık çalışmada zooplakton-fitoplankton etkileşimlerini anlamak için elementel stokiometri yaklaşımını kullanmışlardır. Seçtikleri çalışma noktalarında N ve P dağılımı ile stokiometrisini su, seston ve zooplankton örneklerinde ölçmüşlerdir. Seston ve zooplanktondaki azot ve fosforun denizel noktalardakine göre göllerde daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Tatlısu sistemlerinde seston C:P ve N:P oranının düşük olduğu zamanlarda zooplankton içerisinde vücutlarındaki N:P oranı düşük olan *Daphnia* türlerinin baskın, seston C:P ve N:P oranının yüksek olduğu zamanlarda ise vücutlarında da bu oranların yüksek olduğu Calanoida takımı üyesi kopepodların baskın olduğunu görmüşler ve sonuçlarının tatlısu ekosistemlerinde zooplankton tür kompozisyonu ile elementel stokiometri arasındaki ilişkinin besin kalitesinin sınırlamasındaki rolünün önemi hakkındaki tartışmaları desteklediğini belirtmişlerdir.

Downing (1997); dünyanın çeşitli yerlerindeki (Avrupa'da kirliliğe uğramış estuarin bölgeler, Chesapeake Estuarisi, Kuzey Carolina Körfezi, bir çok liman, Peru kıyıları, Kaliforniya ve Yeni Zelanda, Bothnia Körfezi, Baltık Denizi, Finlandiya Körfezi, Cebelitarık Boğazı, Hint Okyanusu, Adriyatik ve Akdeniz de bulunan) 88 denizel örnekleme noktası için yayınlanan 191 adet toplam N ve P yoğunluğu verilerini toplamıştır. Farklı denizel ekosistemlerde ölçülen toplam azot yoğunluğu değerleri arasında 30, toplam fosfor yoğunluk değerleri arasında ise 650 katlık farklar olduğunu ve N:P oranlarının 5 – 310 (mol) arasında değişip ortalama değerinin 37 olduğunu ortaya koymuştur. Toplanan verilerin incelenmesiyle bazı estuarin ve kıyusal ekosistemlerde 16:1 değerinin altındaki N:P oranlarına açık denizlere nazaran daha fazla rastlanıldığı ve bunun insan etkisinde yoğun azot yüklemesine uğramış estuarin yada kıyusal ekosistemlerde azotun denizel üretim üzerinde sınırlayıcı etkisi olabileceğini gösterdiğini belirtmiştir.

Reigstad ve ark. (1999); Riga Körfezi pelajik ekosistemindeki askıda ve sedimente çökmüş haldeki katı madde örneklerinde C, N ve P yoğunluğunun mevsim ve yere bağlı değişimini 1993-1995 yılları arasında sonbahar, yaz ve ilkbahar mevsimleri boyunca incelemişlerdir. Su kolonundaki çözülmüş inorganik azot ve fosfor arasındaki oranın  $18,1 \pm 8,9$  ortalama değeri ile yüzey sularında Redfield oranına yakın, dip sularındakine göre ise biraz daha yüksek olduğunu görmüşlerdir. Karışıma tabi sulardaki askıdaki katı maddedeki ortalama C:N oranının ilkbahar, yaz ve sonbaharda sırasıyla 8,3, 8,2, 10,1 ve dip sularında 10,6, 10,8 ve 13,6 olduğunu görmüşlerdir. C:N oranının dip sularında, yüzey suları ve karışıma tabi sulara göre her mevsim daha yüksek olduğunu ve bunun da derinlerde daha fazla ayrılmış madde bulunduğunun göstergesi olduğunu belirtmişlerdir.

Elser ve ark. (2000); Kanada'da deneysel göller bölgesindeki suni olarak ötrofikasyona uğratılmış olan Göl 227'nin pelajik bölgesinde C, N ve P oranlarındaki değişimleri incelemişlerdir. Ortama kuzey turnası (*Esox lucius*) eklenmesiyle üç yıl içinde planktivor Cyprinidae familyası üyesi türlerin (*Pimephales promelas*, *Semotilus margarita*, *Phoxinus eos*, *Phoxinus neogaeus*) elendiğini ve dört yıl sonra iri yapılı *Daphnia pulicaria* üyelerinin sayıca büyük artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. *Daphnia* cinsi üyelerinin bol olduğu dönemde zooplankton komünitesindeki N:P oranlarında düşme, seston yoğunluğunda ve seston C:P oranlarında azalma ve çözülmüş N ve P havuzlarında artış olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçların, besin ağı yapısının ötrofik göller üzerinde etkisi

olabileceğini ve stokiyometrik mekanizmalarında bunda rol oynadığını gösterdiğini söylemişlerdir.

Dobberfuhl ve Elser (2000); Alaska, Wisconsin ve Michigan'daki göllerin alt besin ağındaki (Arktik enlemde 34 göl, ılıman enlemde 10 göl olmak üzere) C:N:P stokiyometrisindeki enleme bağlı değişimi 1997 yazı boyunca iki farklı enlemde incelemişlerdir. Sonuçta seston içerisindeki C:N:P oranlarının ılıman göllerde arktik olanlara göre daha yüksek olduğunu N:P oranlarının ise böyle olmadığını görmüşlerdir. Bunun tersine Arktik zooplanktonda C:N:P oranlarının ılıman göllerdekenden yüksek, N:P oranının ise böyle olmadığını belirlemişlerdir. Bu sonuçların seston ve zooplankton stokiyometrisinin enleme göre değiştiğini ve bu farklılıkların trofik etkileşimleri de değiştirebileceğini gösterdiğini belirtmişlerdir.

Zhiliang ve ark., (2006); Jiaozhou Körfezi'nde (South Yellow Sea, Çin) deniz suyundaki besin elementi yoğunlukları ile farklı büyüklük gruplarındaki parçacıklarda C, N, P, Si ve klorofil a içeriğini ölçmüşler ve yine farklı büyüklük gruplarındaki fitoplanktonda C, N, P, Si kompozisyonunu ve bu grupların deniz suyundaki besin yoğunluğuna karşı verdiği ekolojik tepkileri çalışmışlardır. Jiaozhou Körfezi'nde mikrop plankton ve nanoplankton grubundaki fitoplanktonun baskın olduğunu görmüşlerdir. Partiküllerin bütün büyüklük gruplarında yüksek C ( $16,50-20,97 \mu\text{mol L}^{-1}$ ), N ( $2,46-2,99 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) ve düşük P ( $0,06-0,12 \mu\text{mol L}^{-1}$ ), Si ( $0,18-0,57 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) yoğunluğu ve yüksek N:P (24,7-64,6) düşük Si:P (4,4-10,8) ile Si:N (0,06-0,20) oranları bulunduğunu belirlemişlerdir. Sonuçta farklı büyüklükteki fitoplanktonun elementel kompozisyonunun denizdeki besin elementi yoğunluğuna karşı verilen bir tepki olabileceğini bildirmişlerdir.

Sterner ve ark., (2008); açık deniz, kıyısız alanlar, küçük ve büyük göllerdeki seston stokiyometrisi çalışmalarından gelen verileri kullanarak seston stokiyometrisini en iyi tanımlayan modelin yer ve zaman ölçeği göz önüne alınarak yapılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Tüm veri setini kullandıklarında  $C_{166}:N_{20}:P_1$  şeklinde klasik Redfield oranından daha yüksek bir oranın ortaya çıktığını, ancak daha bölgesel veri gruplarında seston miktarı arttıkça C:P ve C:N oranlarının düşerek oranlardaki sabitliğe dayalı modelin geçerliliğini yitirdiğini belirlemişlerdir. Hem tatlı su hem de denizel habitatlarda seston miktarındaki artış ile birlikte C:P ve C:N oranlarında düşüş görüldüğünü belirtmişlerdir.

Pereira ve arkadaşları (2009); Ekim 2004 ve Ekim 2006 tarihleri arasında Óbidos Lagünü'nde yaptıkları çalışmada; silikat, amonyum, nitrat, nitrit, fosfat, klorofil a ve çözünmüş oksijen yoğunluklarının yere bağlı dağılımını beş farklı noktadan aldıkları

örneklerde gözlemlenmişlerdir. Sonuçta lagünün iç kısmında kalan noktalarda amonyum ( $1,2-81 \mu\text{mol L}^{-1}$ ), fosfat ( $1,9-17 \mu\text{mol L}^{-1}$ ), silikat ( $0,85-86 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) ve klorofil a ( $0,30-10 \mu\text{g L}^{-1}$ ) yoğunluklarının diğer noktalara göre [(sırasıyla amonyum  $0,47-25 \mu\text{mol L}^{-1}$ , fosfat  $0,10-3,9 \mu\text{mol L}^{-1}$ , silikat  $0,47-25 \mu\text{mol L}^{-1}$ , klorofil a  $0,25-11 \mu\text{g L}^{-1}$ )] daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Sonbahar/kış döneminde besin elementlerinin yoğunluğu ile tuzluluk arasında korelasyon ( $r > 0,93$ ) olduğunu ve bunun iç bölgelere giren tatlı su miktarındaki artışın azot ve fosfor bileşiklerinde artışa yol açtığını gösterdiğini belirtmişlerdir. Yılın daha ılık dönemlerinde çözünmüş oksijen yoğunluğunun gece boyunca düşüş gösterdiğini ve lagünün iç kısımlarında sedimentin önemli bir azot ve fosfor kaynağına dönüştüğünü belirlemişlerdir. Tüm bu sonuçların Öbidos Lagünü'nün su kalitesinde yere ve mevsime bağlı bir değişkenlik bulunduğunu ve Avrupa Birliği Su Çerçeve Yönetmeliği açısından lagünü homojen bir su kütlesi olarak tanımlamadan önce bunun dikkate alınmasının önemini ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

Walve ve Larsson (2010); Baltık Deniz'inde yaptıkları çalışmada fitoplanktonun besin elementi eksikliğini azot bağlayıcı siyanobakteri türlerinin filament yapılarındaki ve seston içerisindeki C:N:P oranlarını ölçerek incelemişlerdir. Örneklemeyi 1998 yılında kuzeybatı Baltık denizindeki Landsort örnekleme noktasında ve doğu Gotland havzasındaki 3 örnekleme noktasında yapmışlardır. Sonuçta, bahar döneminde net bir N sınırlaması olduğunu inorganik besin verileriyle göstermişler ve seston C:N oranındaki değişiklikler ile doğrulamışlardır. Fakat değişikliklerin küçük ve C:N oranının yüksek olduğu dönemin kısa olduğunu görmüşlerdir. Bahar dönemindeki seston N:P oranının Redfield oranından az da olsa düşük çıkmasına rağmen karışıma tabi üst katmanda kışın DIN:DIP oranının Redfield oranından oldukça düşük çıktığını belirtmişlerdir. Bahar döneminde çok düşük N:P oranının sadece, hücre içi P deposuna sahip filamentli siyanobakterilerde gözlemlendiğini, erken yaz döneminde ise fosfora doymuş siyanobakteri komünitesinin Redfield oranına oldukça yakın bir seston N:P oranına sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Polat ve ark. (1998): 1896-1996 yılları arasında Marmara Denizi ve boğazlardan oşinografik veri ile 1991-1996 dönemi boyunca kimyasal analizler için örnek toplamışlardır. Şubat-Nisan ayı periyodunda yüzey sularında en yüksek partikül yoğunluğunun POC için  $15-45 \mu\text{M}$ , PON için  $1,8-4,5 \mu\text{M}$  ve PP için  $0,20-0,45 \mu\text{M}$  arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yüksek üretim periyodu süresince seston N:P (9,5) oranının denizel fitoplankton Redfield oranından (16) daha düşük olduğunu ama C:P ve

C:N oranının sırasıyla 98 ve 7,4 ve aynı periyotta POC:Kl a (w/w) oranının 38,4 olduğunu görmüşlerdir. PON:PP oranlarında yüksek ve düşük üretim periyotları arasında önemli bir mevsimsel farklılık (iki uçlu t-test,  $p=0,1$ ) olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma alanında tuzluluk tabakalaşması görüldüğünü ve alt tuzluluk katmanındaki sulara  $\text{NO}_3+\text{NO}_2$  ve  $\text{PO}_4$  arasındaki ilişki incelendiğinde N:P oranını 9,3 olduğunu bildirmişlerdir.

Egemen ve ark. (1999); Güllük Lagünü'nde 1993 yılında yaptıkları bir yıllık çalışmada fiziko-kimyasal, fitoplankton ve bentik örneklemeleri (Nemertina, Polychaeta, Oligochaeta, Crustacea, Mollusca, Insecta, Echinodermata) 5 istasyonda aylık olarak yürütmüşlerdir. Sıcaklık, tuzluluk, çözülmüş oksijen ve Secchi Disk ölçümlerini yapmışlar ve besin elementlerinden amonyum, nitrat, nitrit ve silisyum miktarlarını ölçmüşlerdir. Besin elementlerinden amonyumun yüksek değerlerinin ise düşük düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Lagündeki tüm istasyonlarda yüksek plankton çeşitliliği olduğunu ve *Melosira moniliformis* üyelerinin tüm yıl boyunca dağılım gösteren baskın tür olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yaptıkları bentik tür tayininde 7 sistematik gruba (Nemertina, Polychaeta, Oligochaeta, Crustacea, Mollusca, Insecta, Echinodermata) ait 68 tür tanımlamışlardır.

Gürel ve ark., (2001); Dalyan Lagünü'nde 16 izleme istasyonunda yaptıkları çalışmada besin dinamiğini belirlemek için azot ve fosfor türleri ile çözülmüş silikat yoğunluğunu, fitoplankton kütleini temsil etmek üzere klorofil a ve partiküler organik karbon miktarlarını ve hidrodinamik yapının anlaşılması için sistemin geometrik özellikleri ile birlikte, tuzluluk ve sıcaklık değişkenlerini ölçmüşlerdir. Ayrıca değerlendirmelere katkıda bulunan ve besin maddesi çevrimlerini dolaylı olarak etkileyen pH, askıda katı madde, alkalinite, çözülmüş oksijen, 5 günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı ( $\text{BOI}_5$ ) değişkenlerini de ölçmüşlerdir. Yaz ve bahar ayları besin dinamiği açısından önemli mevsimler olduğundan yaz aylarına ait 2 örnekleme ve bahar aylarına ait 1 örneklemeden elde edilen veriler çalışmada değerlendirmeye alınmıştır. Çözülmüş reaktif fosfor yoğunluğunun bahar ve yaz aylarında 0,1- 0,23  $\mu\text{M}$  civarında, en yüksek silikat yoğunluğunun (yaklaşık 400  $\mu\text{M}$ ) bahar aylarında ve toplam azot (TN) yoğunluğunun hem yüzey hem de dip sularında bahar aylarında yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bahar ve yaz aylarında belirlenen ortalama klorofil a yoğunluğunun düşük (genellikle  $< 4 \mu\text{g/l}$ ) olduğunu tespit etmişlerdir. Partiküler organik karbon ortalamasının yaz aylarına ait 2 örnekleme noktasında 30 Haziran-1 Temmuz 1998 döneminde  $41,27 \mu\text{M} \pm 17,51$ , 17-19 Ağustos 1999 döneminde  $41,61 \mu\text{M} \pm 6,55$  ve bahar aylarına ait 1 örnekleme noktasında

19-23 Nisan 1999 döneminde  $31,51 \mu\text{M} \pm 2,59$  olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada verilen yaz ve bahar aylarını kapsayan deneysel çalışmanın diğer mevsimleri de kapsayacak şekilde ve uzun yıllar sürdürülmesinin ötrofikasyon modellenmesi için oldukça uygun bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

### BÖLÜM 3

#### MATERYAL VE YÖNTEM

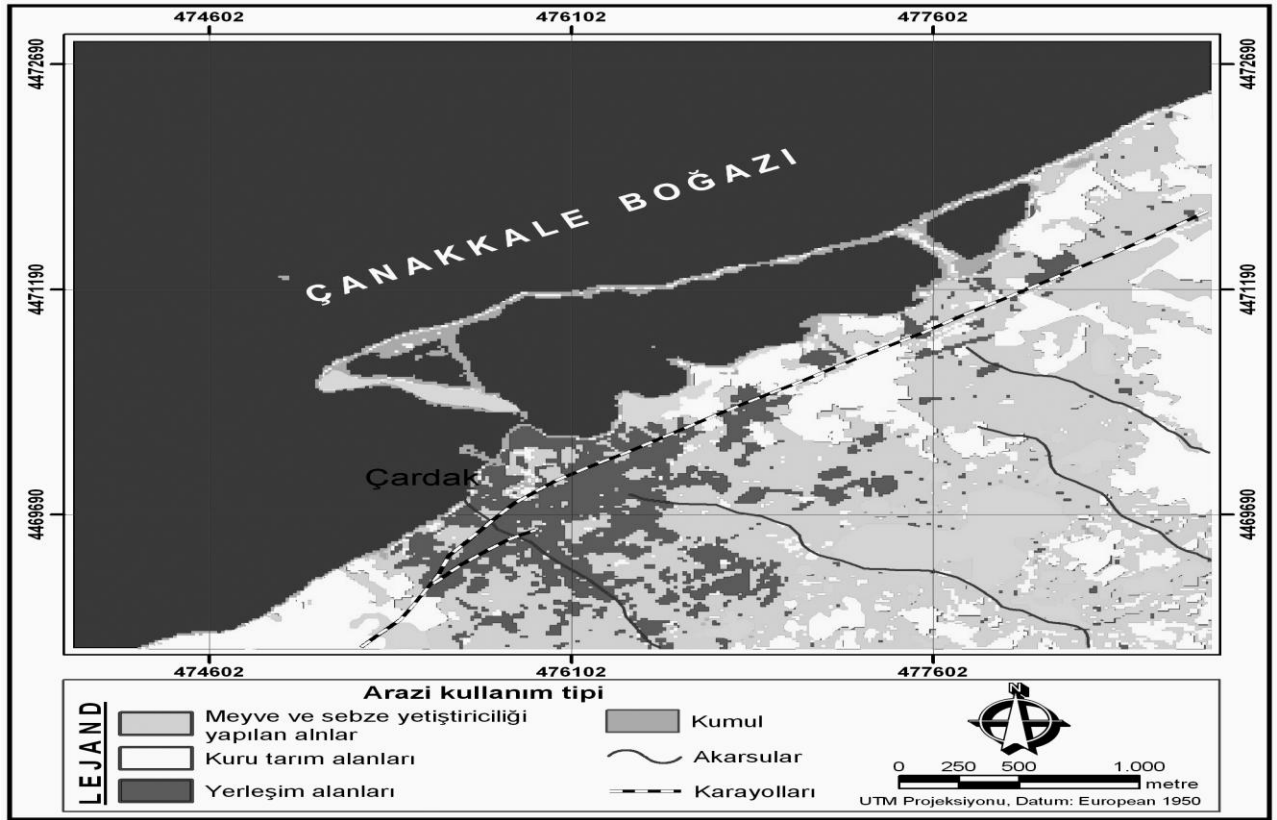
##### 3.1. Çalışma Bölgesinin Tanımı

Çalışma alanı olan Çardak Lagünü Çanakkale İli'ne bağlı Lapseki İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Lapseki İlçesi doğusunda Biga kuzeyinde Çan ilçeleri ile güneyinde Çanakkale Boğazı ile çevrilidir. Lapseki İlçesi coğrafi konum olarak 40° 20' kuzey enlemi ile 26° 42' doğu boylamının kesiştiği noktada yer almaktadır (Alparslan ve Özalp, 2007). İlçenin yüzölçümü yaklaşık 955 km<sup>2</sup> olup arazi özellikleri genel olarak dağlık ve engebeldir. Dağlar Çanakkale Boğazı'na paralel olarak uzanırlar ve kıyı kesimlerinde Çardak, Umurbey ve Lapseki delta ovaları yer alır. İç kesimler ise fazla yükseltisi olmayan ve yer yer akarsu vadileriyle yarılmış engebeli alanlarla kaplıdır. İlçenin en büyük ovası Umurbey Ovası olup ilçe merkezini ve çevresini içine alan Lapseki Ovası ve Dalyan mevkiinden başlayan Çardak Ovası da ilçenin önemli ovalarıdır. Bu ovaların toprakları mineral bakımından zengin olup tarıma elverişli verimli topraklardır (Anonim (a), b.t. ).

Jeomorfolojik özellikler bakımından Lapseki İlçesi ve Biga yarımadası Mezozoik zamanın (ikinci zaman) Kratese döneminde oluşmaya başlamış olup Tersiyer zamanın (üçüncü zaman) Eosen ve Oligosen dönemlerinde oluşan tortulları da içermektedir. Kuaterner (dördüncü zaman) başlarında Lapseki İlçesi ve çevresinde çökmeler meydana gelmeye başlamış ve bu hareketlerle Marmara Denizi'nin bulunduğu yerdeki sığ kalıntı gölü çökerek derinliği 1000 metreyi aşan bir çanak oluşturmuştur. Oluşan bu çanağa dökülen akarsu vadilerinin de çökmesiyle bugünkü jeomorfolojik durum ortaya çıkmıştır (Anonim, 2010).

Çalışma sahasının bulunduğu Çanakkale İli'nde yazların hafif sıcak kışların ılık geçtiği Akdeniz iklim tipinin Marmara iklimi alt kuşağı hakimdir. 1929-1998 yılları verileri dikkate alındığında yıllık ortalama sıcaklık değeri 14,8 °C olup, bu yıllar arasında en yüksek sıcaklık değeri olan 38,8 °C Ağustos, en düşük değer olan -11,5 °C ise Şubat aylarında ölçülmüştür. Son 1965-2005 yılları arasındaki 40 yıllık yağış gözlem sonuçlarına göre, ildeki yıllık yağış ortalaması 629,1 mm'dir. En fazla yağış 116,6 mm ile Aralık ayında, en az yağış ise 7,4 mm ile Ağustos ayında düşmektedir. Çanakkale'de yıllık rüzgar hızı ortalaması 4,5 m/sn dir. Son 34 yılın rasatlarına göre ortalama rüzgar hızı 4,9 m/sn olarak tespit edilmiştir. Yine bu rasat dönemi süresince tespit edilen en hızlı rüzgar ise 35,4 m/sn ile SSE (kible keşişleme) yönlü olduğu belirlenmiştir. Kuzeydoğu yönünden esen

rüzgar yıl boyu etkilidir (Önder ve ark., 2005). Lapseki İlçesi'nin iklim özellikleri Çanakkale İli ile benzerlik göstermektedir. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1951-1990 dönemine ait Lapseki İli verileri dikkate alındığında 31 °C ile Ağustos ayı ve 2,2 °C ile Ocak ayı sırası ile yılın en sıcak ve soğuk aylarıdır. İldeki yağış verilerine bakılacak olursa en fazla yağış 111,4 mm ile Aralık ayında ve en az yağış ise 11,6 mm ile Ağustos ayında düşmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanının yeri ve alandaki başlıca arazi kullanım özellikleri (Çavuş ve Akbulak, 2006).

Çalışma alanı olan Çardak Lagünü, Burunucu Dalyanı, Buruniçi Lagün Gölü ve Ortagölün tamamını kapsar. Çardak Lagünü, Marmara Denizi'ne bir noktadan bağlı ve diğer bölümleriyle kapalı, 180 hektarlık bir lagün gölüdür (Şekil 1). Açık denizle olan bağlantısı lagünün güneybatı kısmındaki 25 m genişliğinde ve 3 m derinliğindeki doğal bir kanal ile sağlanmaktadır (Önal ve ark., 2008).

Çardak Lagünü, bulunduğu bölgede akıntıların zayıf olmasına bağlı olarak oluşmuştur. Lapseki – Çardak doğusunda denize ulaşan akarsuların taşıdığı malzeme akıntılarla Çardak yönünde doğru taşınmış ve akıntının gücü azalınca kıyıya yakın alanda



çökerek lagün oluşmuştur. (Perinçek ve Karslıoğlu., b.t.). Bölgedeki akıntıların oluşturduğu bir diğer yapı da Çardak Lagünü'nde bulunan olta iğnesine benzeyen Çardak Kum Setidir (Doğaner, 2000). Kum seti, Çardak'ın 5 km doğusunda bulunan Bayramdere'nin Marmara Denizine taşıdığı çakıl ve kumların 2,5 km güneybatı yönünde sürüklenip çökmesiyle oluşmuştur. Kum seti, Çardak'ın 3 km kuzeydoğusunda kıyı ile bağlantısı olan, Çanakkale Boğazı açıklarına doğru deniz içinden 4,3 km uzanan ve 15-45 metre genişliğindeki çakıl ve kum yığınıdır. Set üzerindeki bitki örtüsü sazlık ve otlardan oluşmaktadır ve 400-800 m genişlik ve 4 km uzunluktaki lagün setin gerisinde bulunmaktadır (Berber ve ark., 2007).

Çardak beldesinin nüfusu 2000 yılı nüfus sayımına göre 3253'tür. Kentin yıllara göre nüfus dağılımına bakılacak olursa 1980'de 2761, 1985'te 2854 ve 1990'da 2954 olduğu görülmektedir. Dolayısıyla beldenin nüfusunda, yüksek hızla olmasa da, sürekli bir artış eğilimi söz konusudur. Diğer taraftan yaz aylarında artan turizm ile önemli bir nüfus artışı gözlenmektedir. Çalışma alanındaki nüfusun temel geçim kaynağı tarım, kısmi olarak da balıkçılıktır ve içinde bulunduğu Lapseki ilçesi ile benzerlik göstermektedir (Çavuş ve Akbulak, 2006). İlçenin toplam arazi büyüklüğü 95,000 ha. olup bu arazinin %64,8 orman ve koruluk, %20,6'sı kültür arazi, %5,8'i daimi çayır ve otlak, % 8,6'sı ise tarıma elverişli olmayan arazilerdir. Kültür arazisinin %56'sı tarla bitkileri, %34,5'i bahçe bitkileri, %5,6'sı nadas, %3'ü ise kullanılmayan tarım arazisidir. Üretim açısından en büyük pay hububata ayrılmıştır bunu meyve, sebze, yem bitkileri ve bunların yanı sıra endüstri bitkileri, zeytin, bakliyat ve bağ yetiştiriciliği izlemektedir (Tan ve ark., 2008). Sulama için genellikle yeraltı suları kullanılmakta olup Lapseki ovası yer altı suları ABD tuzluluk diyagramına göre C<sub>3</sub>S<sub>2</sub> sulama sınıfında olduğu için sulamaya elverişlidir. İlçede bulunan Çardak ovası yeraltı suları da sulama için elverişlidir fakat önceki yıllarda yapılan çalışmalarda yer altı suyunda bulunan yüksek amonyum, bu bölgedeki yeraltı sularının kimyasal analizlerle kontrol edilmeden sulama için kullanılmaması gerektiğini göstermektedir (Önder ve ark., 2005). Ayrıca Lapseki İlçesi 52,7 km kıyı uzunluğu ve 7,5 km plaj ile balıkçılık açısından da oldukça önemli olup İlçe'de balıkçılık kısmi geçim kaynağıdır. Balıkçılığı temel geçim kaynağı olarak sürdüren balıkçılarla birlikte emekliler de avcılık yapıp ek gelir sağlamak ve balıkçılık sektörünü canlı tutmaktadırlar (Alparlan ve Özalp, 2007). Ayrıca Kutlukbey Şirketi, lagünü 13.09.2000 tarihinde kiralarak Tarım Bakanlığında onaylı (29.12.2003) projeleriyle alanda çift kabuklu yumuşakça ve doğal balık yetiştiriciliği ve ihracatı yapmaktadır (Anonim (b), b.t.).

### 3.2. Örneklemenin Yapılması

Örnekler, lagün üzerinden seçilen üç ayrı noktadan toplanmıştır. Örnekleme lagünün orta kısmından aralarında yaklaşık eşit uzaklık olacak şekilde seçilen üç noktadan yapılmıştır. 24 Ağustos 2009 ve 16 Ağustos 2010 tarihleri arasında hava koşullarının izin verdiği dönemlerde toplam 9 kez örnekleme yapılmıştır. Örnek toplama noktalarına balıkçı motorları ile ulaşılmıştır. Örnekler her noktadan üç tane olmak üzere 5 litrelik önceden seyreltik HCl asit çözeltisi (% 10 v/v) ile yıkanıp distile su ile durulanmış ve arazide örnek suyu ile an az üç kez çalkalanmış polietilen kaplara üst 0,5 m derinlikten toplanmıştır. Tüm örnekler 1-2 saat içerisinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Araştırma Laboratuvarı'na getirilerek analizlere hemen başlanmıştır. Besin elementi analizleri için örneklerden belirli bir miktar Nalgene süzme düzeneği kullanılarak Whatman GF/F filtrelerinden süzülmüş ve 50 mL hacimli polietilen kaplar içerisinde -2 °C'de dondurularak analiz gününe kadar saklanmıştır. Toplam fosfor analizi için ise belirli miktardaki örnek süzülmeden polietilen kaplar içerisinde -2 °C'de dondurularak analiz gününe kadar saklanmıştır.

### 3.3. Fiziksel Ölçümler

#### 3.3.1. Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık ölçümü, arazide alkol termometresi kullanılarak yapılmıştır.

#### 3.3.2. pH Ölçümü

pH, Hanna marka (Romanya) HI 8314 model membran pH metre ile aynı gün laboratuvarında ölçülmüştür.

#### 3.3.3. Secchi Disk Derinliği Ölçümü

Suyun ışık geçirgenliği Secchi disk kullanılarak belirlenmiştir. Secchi disk motorun güneş alan tarafından bir ip yardımıyla suya daldırılıp gözden kaybolduğu derinlik ip üzerinde bir çamaşır mandalı yardımıyla işaretlendikten sonra yavaş yavaş yukarı yükseltilip yeniden görünür olduğu derinlik yine aynı şekilde işaretlenmiştir. İki derinliğin arasındaki fark bulunarak Secchi derinliği olarak tespit edilmiştir.

#### 3.3.4. Tuzluluk Ölçümü

Tuzluluk ölçümü, ATAGO marka (Japonya) S/Mill-E model elde taşınır tipte refraktometre ile süzülüş su örnekleri kullanılarak aynı gün laboratuvarında yapılmıştır.

### 3.4. Fitoplankton Besini Yoğunluklarının Ölçümü

Fitoplankton besini yoğunluklarının belirlenmesinde standart kolorimetrik yöntemler ve tüm abzorban ölçümlerinde Shimadzu UV-1200 Series model spektrofotometre cihazı

kullanılmıştır. Bütün analizlerden önce örnekler Whatman GF/F filtrelerinden süzülerek, önceden seyreltik HCl (% 10 v/v) asit ile yıkanmış ve distile su ile durulanmış olan polietilen kaplar içerisinde analiz yapılana kadar donmuş halde saklanmışlardır. Analizlerden önce örnekler oda sıcaklığında çözdürülmüştür. Tüm analizler örneklerin toplanmasından sonraki 7-10 gün içinde gerçekleştirilmiştir. Besin yoğunlukları tayini sırasında kullanılan tüm cam malzeme önceden seyreltik asit ile yıkanmış ve distile su ile durulanmıştır.

#### **3.4.1. Amonyum Yoğunluğu Ölçümü**

Örnekler içerisindeki amonyum yoğunluğu, klor vericisi olarak hipokloritin yerine dikloroizosiyanürik asit dihidratın kullanıldığı (Krom, 1980) indofenol mavi yönteminin geliştirilmiş şekli (Harwood ve Kuhn, 1984) ile belirlenmiştir. Bu yöntem 0,05 - 40  $\mu\text{mol L}^{-1}$  aralığındaki yoğunluklar için uygundur. Bu yöntemde amonyum alkali şartlar altında (pH=8-11,5) fenol ve dikloroizosiyanürik asit dihidrat ile tepkimeye girer ve indofenol mavi rengini oluşturur. Renkli bileşiğin absorbansı spektrofotometrede 630 nm dalga boyunda ölçülür.

#### **3.4.2. Nitrit Yoğunluğu Ölçümü**

Nitrit yoğunluğu Parsons ve ark. (1984)'e göre belirlenmiştir. Bu yöntem 0,01 - 2,5  $\mu\text{g-at L}^{-1}$  aralığındaki yoğunluklar için uygundur. Bu yöntemde nitrit, asidik sulfanilamid ile tepkimeye girer ve N-(1-naftil)-etilendiamin ile birleşerek renkli bir bileşik oluşturur. Oluşan renkli bileşiğin absorbansı spektrofotometrede 545 nm dalga boyunda ölçülür.

#### **3.4.3. Nitrat Yoğunluğu Ölçümü**

Nitrat yoğunluğu Parsons ve ark. (1984)'e göre belirlenmiştir. Kullanılan yöntem 0,05- 45  $\mu\text{mol L}^{-1}$  aralığındaki yoğunluklar için uygun olup daha yüksek yoğunluklar için uygun seyreltim yapılmıştır. Bu yöntemde bakır-kadmiyum kolonu kullanılarak örneklerin içerisindeki nitrat, nitrite indirgenir. Oluşan nitritin miktarı, örnek içindeki toplam yükseltgenmiş azotu (TON) yani nitrit ve nitrat iyonlarının toplamını temsil ettiğinden TON yoğunluğundan nitrit yoğunluğunun çıkarılması ile nitrat yoğunluğu hesaplanır.

#### **3.4.4. Orto-Fosfat Yoğunluğu Ölçümü**

Orto-fosfat yoğunluğu Parsons ve ark. (1984)'e göre belirlenmiştir. Yöntem 0,01-28  $\mu\text{mol L}^{-1}$  arasındaki yoğunluklar için uygundur. Bu yöntemde örnek, sülfürik asit, amonyum molibdat ve potasyum antimon tartrat çözeltileri kullanılarak oluşturulan bir karışım ile tepkimeye girer ve askorbik asit ile indirgenerek mavi renkli bir bileşik oluşturur. Renkli bileşiğin absorbansı spektrofotometrede 881 nm dalga boyunda ölçülür.

### 3.4.5. Silikat Yoğunluğu Ölçümü

Reaktif silikat yoğunluğu Parsons ve ark. (1984)'e göre belirlenmiştir. Yöntem 0,1-140 µg-at L<sup>-1</sup> arasındaki yoğunluklar için uygundur. Bu yöntemde silikatın amonyum molibdat ile tepkimesinden oluşan kompleksler, içinde metol, okzalik ve sülfürik asitler bulunan karışık çözelti ile indirgenerek mavi renkli bir bileşik oluşturur. Renkli bileşiğin absorbanı spektrofotometrede 810 nm dalga boyunda ölçülür.

### 3.4.6. Partiküler C ve N Analizi

Analiz için örnekler önceden üniversitemiz merkez laboratuvarında bulunan kül fırınında (Barnstead Thermolyne 48000 Furnace) 450 °C'de bir saat kurutulmuş Whatman GF/F filtrelerinden süzülmüştür. Üzerinde örnek bulunduran filtreler etüvde (Elektro Mag Mini) 80 °C'de kurutulduktan sonra steril tek kullanımlık plastik petri kaplarının içerisinde -4 °C de analize gönderilene kadar saklanmıştır. Partiküler C, N ölçümleri proje hizmet alımı kapsamında İSTAÇ İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kompost ve Geri Kazanım Tesisi Çevre Laboratuvarında Leco marka TruSpec model CHN elementel analiz cihazında yaptırılmıştır.

### 3.4.7. Partiküler Fosfor Ölçümü

Partiküler fosfor tayini Solórzano ve Sharp (1980)'e göre yapılmıştır. Örnekler, kül fırınında (Barnstead Thermolyne 48000 Furnace) 450 °C'de bir saat kurutulmuş Whatman GF/F filtrelerinden süzülmuş ve filtreler 70 °C'de etüvde (Elektro Mag Mini) kurutulduktan sonra endorf tüplerine konup etiketlenmiş ve analize kadar -4 °C de saklanmıştır. Analiz için filtreler üzerinde toplanan materyal asitle parçalama ve yüksek ısıda (450 °C) yakma işlemlerinden geçirilerek içerisindeki organik fosfor bileşiklerinin orto-fosfata dönüşümü sağlanmıştır. Bu şekilde ortaya çıkan orto-fosfat yoğunluğu ise orto-fosfat ölçümünde tanımlanan yöntemle belirlenmiştir.

### 3.4.8. Toplam Fosfor Miktarı Ölçümü

Toplam fosfor tayini APHA (1995)'e göre yapılmıştır. Metot süzülmemiş su örneği içerisindeki çözülmüş ve çözülmemiş kondense fosfat ile organik ve inorganik fosfor çeşitlerindeki C-O-P ve C-P bağlarının persülfat, asit ve ısı uygulamasıyla parçalanması sonucu bu bileşiklerin orto-fosfata dönüşümüne dayalıdır. Oluşan orto-fosfat yine Parsons ve ark. (1984)'e göre belirlenmiştir.

### 3.4.9. Klorofil a Yoğunluğu Ölçümü

Klorofil a yoğunluğunun belirlenmesi için bilinen hacimde örnek GF/F filtrelerinden süzülerek filtre, magnezyum karbonatla tamponlanmış % 90 (v/v) aseton çözeltisi içinde homojenize edildikten sonra karanlıkta, buzdolabında bir gece bekletilip pigment ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen pigmentin yoğunluğu spektrofotometrede

664, 647, 630 ve 750 nm dalga boylarında yapılan abzorban ölçümleri sonucu belirlenmiştir. Feofitin pigmentleri için düzeltme aynı ekstraktın %10 (v/v)'luk HCl asit ile asidifikasyonundan sonra aynı dalga boylarında yapılan abzorban ölçümleriyle yapılmıştır (EPA, 1997).

### **3.5. Nitel Taksonomik İnceleme**

Nitel taksonomik gözlemler taze ve çöktürtülmüş örnekler üzerinde OLYMPUS BX51 marka ışık mikroskobu kullanılarak yapılmış olup görüntüler ALTRA 20 Soft Imaging System marka kamerayla fotoğraflanmıştır. Taksonomik tayinler ise Round ve ark., 1990, Moore, 1954, Barsati ve Gualtieri, 2006 ve Brodie ve Lewis, 2007' ye göre gerçekleştirilmiştir. Bir kısım örnek gluteraldehit (son yoğunluk: %1 v/v) ile tespit edilerek gerektiğinde tekrar incelenmek üzere buzdolabında saklanılmıştır.

### **3.6. İstatistiksel Analiz**

Elde edilen tüm verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması uygun istatistiksel paket programlar (SPSS Statistics 16.00, MINITAB 16.00) kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistiksel analizler Excel programında (MS Office 2003) yapılmıştır. Ölçülen tüm değişkenlerin yoğunluklarındaki zaman ve yere bağlı varyasyonun önemi Minitab 16 istatistiksel paket programında GLM (General Linear Model) kullanılarak test edilmiştir. Ölçülen değişkenler arasındaki korelasyon ise Pearson korelasyon testi ile SPSS 16 istatistiksel paket programında hesaplanmıştır. Tüm parametrik testlerden önce normal dağılım ön-şartını sağlamaları amacı ile verilere log (n+1) çevrimi uygulanmıştır.

## BÖLÜM 4 BULGULAR

### 4.1. Fiziksel Ölçüm Sonuçları

#### 4.1.1. Sıcaklık Ölçümü Sonuçları

Çalışma süresi boyunca lagünde ölçülen sıcaklık değerleri Ağustos (2010) ayında ölçülen 28 °C ile Şubat ayında ölçülen 10 °C arasında değişim göstermiştir. Sıcaklık değerlerinin ortalamaları I. örnekleme noktasında 19 °C ± 2,17 (ort. ± std. hata, n=9), II. örnekleme noktasında 19 °C ± 2,15 (ort. ± std. hata, n=9) ve III. örnekleme noktasında 19,3 °C ± 2,18 (ort. ± std. hata, n=9) (Çizelge 1) olup zamana bağlı varyasyonun önemli düzeyde ( $p < 0,01$ , ANOVA,  $n=27$ ) olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Çalışma süresi boyunca ölçülen sıcaklık değerleri (°C)

Örnekleme Tarihi	I. Örnekleme Noktası	II. Örnekleme Noktası	III. Örnekleme Noktası
24 / 08 / 09	21	22	22
28 / 09 / 09	18	18	20
09 / 11 / 09	11	11	11
23 / 02 / 10	10	10	10
08 / 04 / 10	13	13	13
12 / 05 / 10	20	20	20
14 / 06 / 10	25	24	25
12 / 07 / 10	25	25	25
16 / 08 / 10	28	28	28
Ort.±std.hata (n=9)	19 ± 2,17	19 ± 2,15	19,3 ± 2,18

#### 4.1.2. pH Ölçümü Sonuçları

Çalışma süresi boyunca pH değerleri, I. örnekleme noktasında Şubat ayında ölçülen 7,53 ile II. örnekleme noktasında Eylül ayında ölçülen 8,89 değerleri arasında değişim göstermiştir. Örnekleme noktaları ortalamaları, I. örnekleme noktası için  $8,32 \pm 0,10$  (ort.  $\pm$  std. hata, n=9), II. örnekleme noktası için  $8,47 \pm 0,06$  (ort.  $\pm$  std. hata, n=9) ve III. örnekleme noktası için  $8,44 \pm 0,02$  (ort.  $\pm$  std. hata, n=9)'dir (Çizelge 2). pH değerlerinin zamana bağlı varyasyonunun önemli düzeyde ( $p < 0,05$ , ANOVA, n=27) olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Çalışma süresi boyunca ölçülen pH değerleri

Örnekleme Tarihi	I. Örnekleme Noktası	II. Örnekleme Noktası	III. Örnekleme Noktası
24 / 08 / 09	8,55	8,53	8,48
28 / 09 / 09	8,40	8,89	8,36
09 / 11 / 09	8,31	8,34	8,35
23 / 02 / 10	7,53	8,18	8,39
08 / 04 / 10	8,34	8,38	8,44
12 / 05 / 10	8,56	8,57	8,55
14 / 06 / 10	8,34	8,48	8,43
12 / 07 / 10	8,47	8,54	8,53
16 / 08 / 10	8,41	8,39	8,44
Ort. $\pm$ std.hata (n=9)	$8,32 \pm 0,10$	$8,47 \pm 0,06$	$8,44 \pm 0,02$

### 4.1.3. Secchi Disk Derinliği Ölçüm Sonuçları

Secchi disk derinliği değerlerinde yer ve zamana bağlı varyasyonun önemli ( $p < 0,01$ , ANOVA,  $n=27$ ) düzeyde olduğu görülmüştür. Değerler, I. örnekleme noktasında Nisan ayında ölçülen 0,09 m ile III. örnekleme noktasında Ağustos (2009) ayında ölçülen 0,49 m arasında değişim göstermiştir. Örnekleme noktası ortalamalarına göre III. örnekleme noktasında diğerlerinden daha yüksek olarak gözlemlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Çalışma süresi boyunca ölçülen Secchi disk derinliği değerleri (m)

Örnekleme Tarihi	I. Örnekleme Noktası	II. Örnekleme Noktası	III. Örnekleme Noktası
24 / 08 / 09	0,43	0,24	0,49
28 / 09 / 09	0,20	0,25	0,24
09 / 11 / 09	0,20	0,21	0,21
23 / 02 / 10	0,32	0,20	0,34
08 / 04 / 10	0,09	0,11	0,11
12 / 05 / 10	0,18	0,16	0,19
14 / 06 / 10	0,11	0,33	0,20
12 / 07 / 10	0,13	0,14	0,16
16 / 08 / 10	0,21	0,18	0,25
Ort.±std.hata (n=9)	0,20 ± 0,03	0,20 ± 0,02	0,24 ± 0,03



#### 4.1.4. Tuzluluk Ölçümü Sonuçları

Çalışma süresi boyunca ölçülen tuzluluk değerleri, III. örnekleme noktasında Temmuz ayında ölçülen ‰ 13 ile II. örnekleme noktasında Şubat ayında ölçülen ‰ 24 arasında değişim göstermiştir. Örnekleme noktaları için ölçüm dönemi ortalama tuzluluk değerleri sırası ile I. örnekleme noktası ‰  $19 \pm 0,85$  (ort.  $\pm$  std. hata, n=9), II. örnekleme noktası ‰  $19,4 \pm 1,04$  (ort.  $\pm$  std. hata, n=9) ve III. örnekleme noktası ‰  $18,7 \pm 1,01$  (ort.  $\pm$  std. hata, n=9) şeklindedir (Çizelge 4).

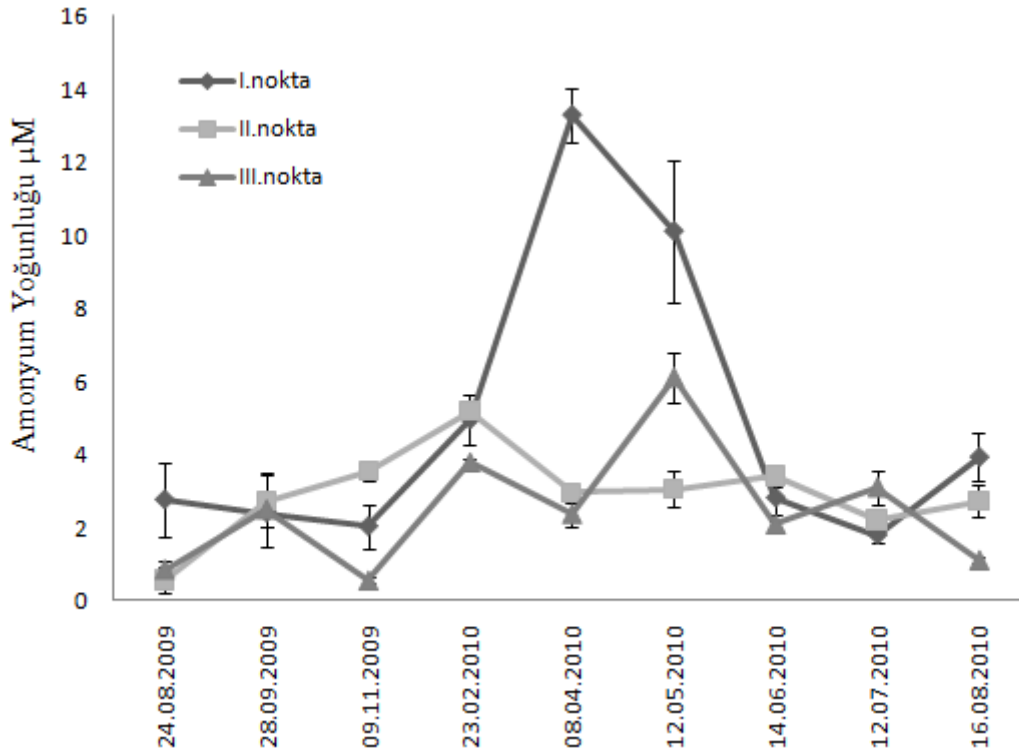
Çizelge 4. Çalışma süresi boyunca ölçülen tuzluluk değerleri (‰)

Örnekleme Tarihi	I. Örnekleme Noktası	II. Örnekleme Noktası	III. Örnekleme Noktası
24 / 08 / 09	21	21	20
28 / 09 / 09	21	21	21
09 / 11 / 09	22	21	21
23 / 02 / 10	18	24	21
08 / 04 / 10	21	21	21
12 / 05 / 10	20	20	20
14 / 06 / 10	17	17	17
12 / 07 / 10	16	16	13
16 / 08 / 10	15	14	15
Ort. $\pm$ std.hata (n=9)	$19 \pm 0,85$	$19,4 \pm 1,04$	$18,7 \pm 1,01$

## 4.2. Fitoplankton Besini Yoğunlukları Ölçüm Sonuçları

### 4.2.1. Amonyum Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları

Çalışma süresi boyunca amonyum yoğunluğu, Kasım ayında III. noktada ölçülen 0,10  $\mu\text{M}$  ile Nisan ayında I. noktada ölçülen 13,28  $\mu\text{M}$  değerleri arasında değişim göstermiştir (Şekil 2). Amonyum yoğunluğundaki zamana ve yere bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,001$ , ANOVA). Tüm çalışma süresince üç örnekleme noktasında ölçülen amonyum yoğunluğu ortalaması  $3,39 \mu\text{M} \pm 0,33$  (ort  $\pm$  std. hata,  $n=81$ )'dir. Amonyum yoğunluğu, sıcaklık ( $r = -0,226$ ,  $p < 0,005$ ,  $n=81$ ), Secchi disk derinliği ( $r = -0,271$ ,  $p < 0,005$ ,  $n=81$ ), nitrat ( $r = -0,474$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), TP ( $r = -0,333$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ) ve PN ( $r = -0,429$ ,  $p < 0,05$ ,  $n=81$ ) değerleri ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.



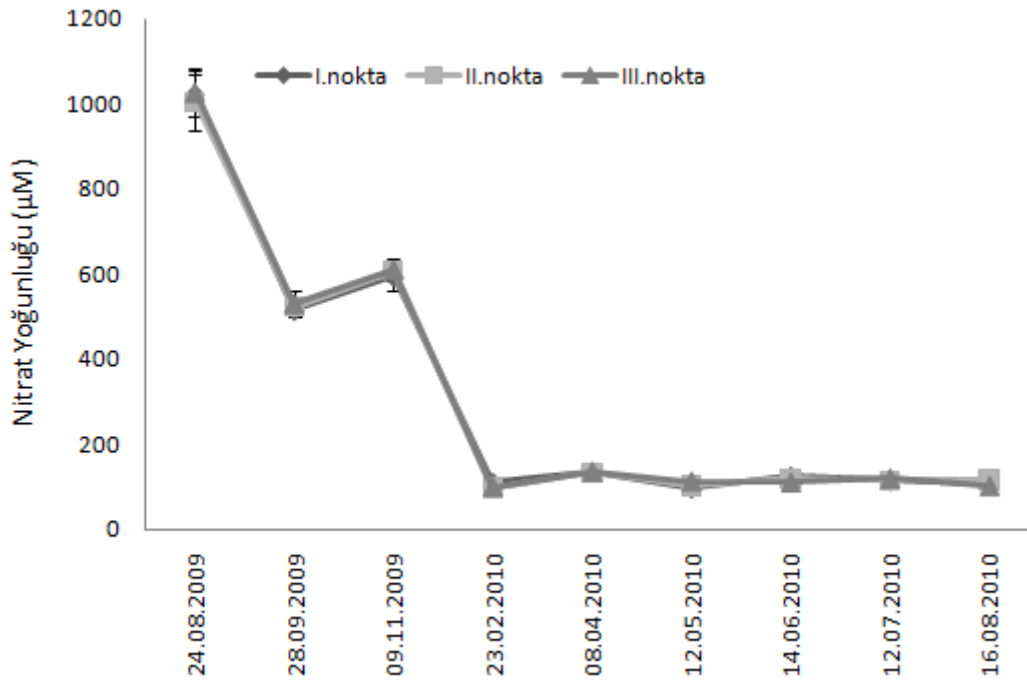
Şekil 2. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen amonyum yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata,  $n=3$ ).

#### 4.2.2. Nitrit Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları

Nitrit yoğunluğu tüm çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında da ölçüm duyarlılık sınırı olan  $0,01 \mu\text{g at L}^{-1}$  altında çıkmıştır.

#### 4.2.3. Nitrat Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları

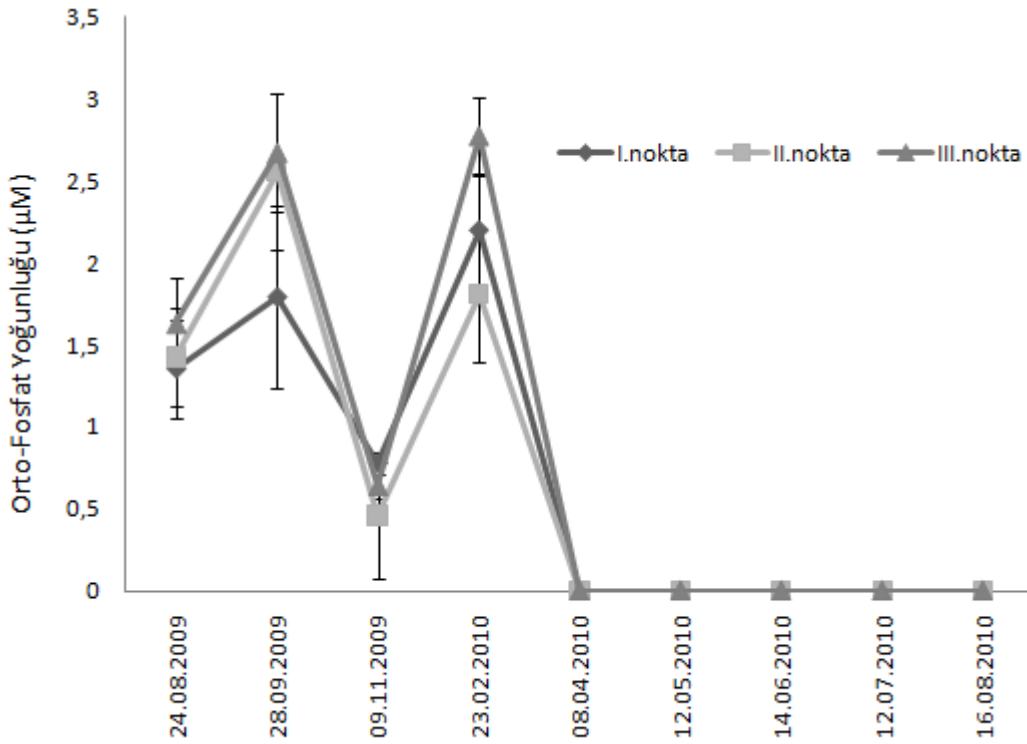
Nitrat yoğunluğu Ağustos (2009) ayında II. noktada ölçülen  $1176 \mu\text{M}$  ile Şubat ayında II. noktada ölçülen  $64 \mu\text{M}$  arasında değişmiştir (Şekil 3). Nitrat yoğunluğundaki zamana bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,001$ , ANOVA). Tüm çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen nitrat yoğunluğu ortalaması  $314, 26 \mu\text{M} \pm 34,87$  (ort±std. hata,  $n=81$ )'dir. Nitrat değerleri; tuzluluk ( $r = 0,469$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), Secchi disk derinliği ( $r = 0,469$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ),  $\text{NH}_4^+$  ( $r = -0,464$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), orto-fosfat ( $r = 0,564$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ),  $\text{Kl } a$  ( $r = 0,478$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), TP ( $r = 0,643$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), PN ( $r = 0,540$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ) ve PP ( $r = -0,654$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ) değerleri ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.



Şekil 3. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen nitrat yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. ± std. hata,  $n=3$ ).

#### 4.2.4. Orto-Fosfat Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları

Orto-fosfat yoğunluğu I. II. ve III. örnekleme noktalarında Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos (2010) aylarında ölçüm duyarlılık sınırı olan  $0,01 \mu\text{mol L}^{-1}$  altında iken Şubat ayında III. noktada en yüksek değer olan  $2,77 \mu\text{M}$ 'a yükselmiştir (Şekil 4). Orto-fosfat yoğunluğundaki zamana bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,001$ , ANOVA ). Orto-fosfat, sıcaklık ( $r = -0,427$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 81$ ), tuzluluk ( $r = 0,531$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 81$ ), Secchi disk derinliği ( $r = 0,593$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 81$ ), silikat ( $r = 0,275$ ,  $p < 0,05$ ,  $n = 81$ ), TP ( $r = 0,357$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 81$ ), nitrat ( $r = 0,564$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 81$ ), Kl *a* ( $r = 0,333$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 81$ ) ve PP ( $r = -0,616$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 81$ ) değerleri ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.

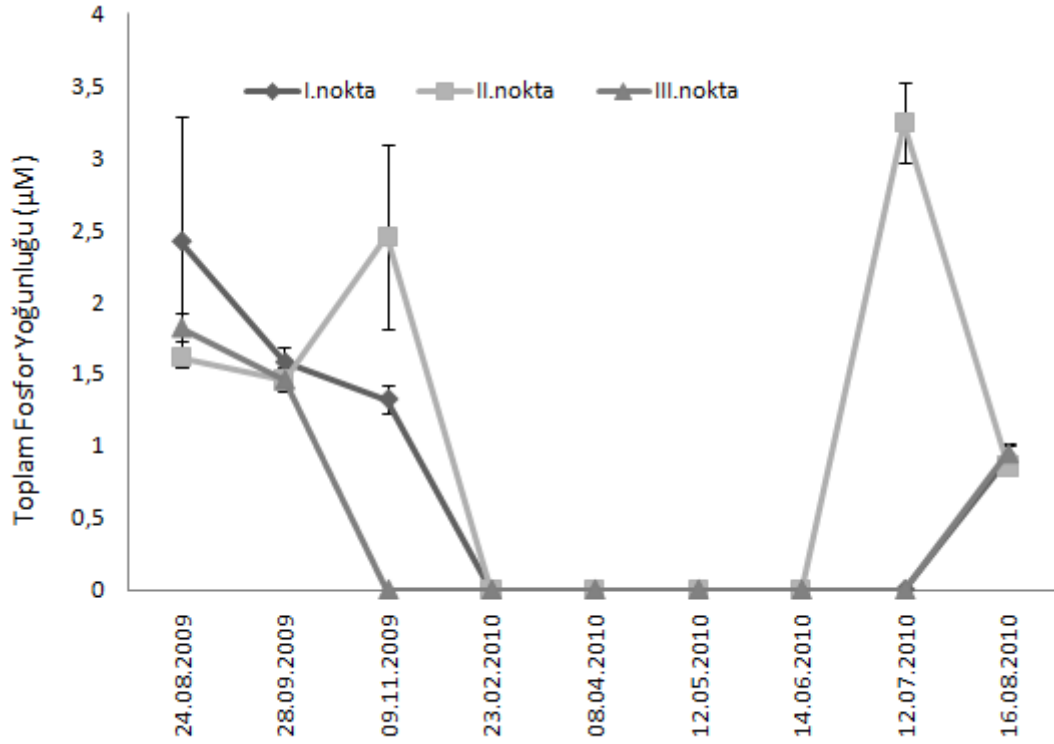


Şekil 4. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen orto-fosfat yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata,  $n = 3$ ).

#### 4.2.5. Toplam Fosfor Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları

Toplam fosfor yoğunluğu tüm örnekleme noktalarında Şubat, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında ölçüm duyarlılık sınırının altında iken Temmuz ayında II. noktada  $3,24 \mu\text{M}$  a yükselmiştir. (Şekil 5). TP yoğunluğundaki zaman ve örnekleme noktalarına bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,001$ , ANOVA). TP, orto-fosfat ( $r = 0,357$ ,

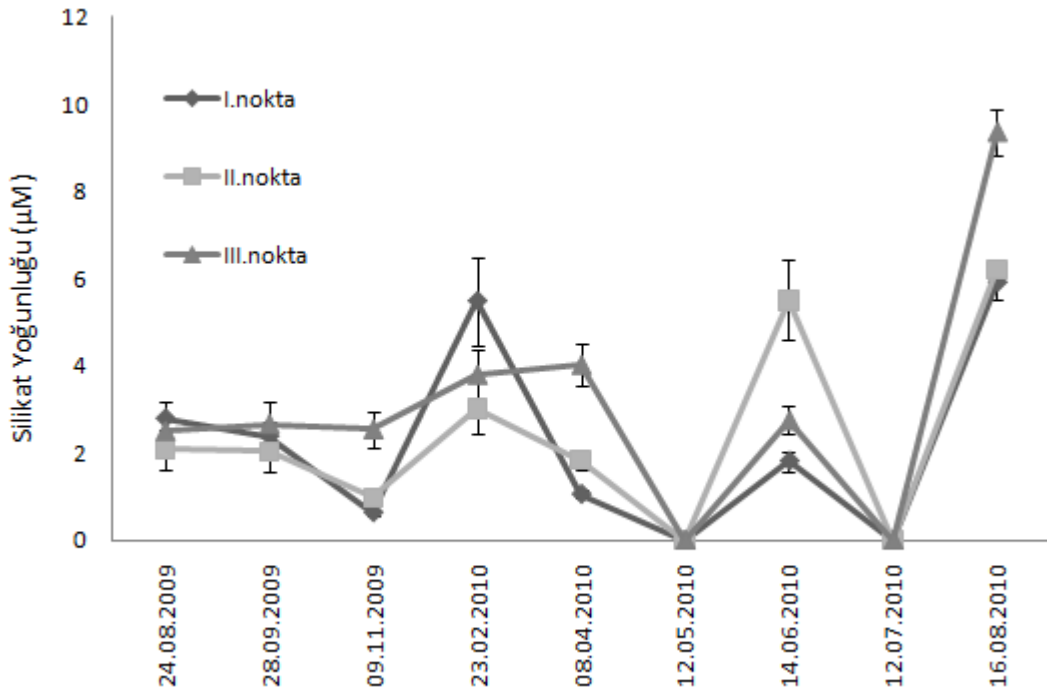
$p < 0,01$ ,  $n=81$ ), nitrat ( $r=0,643$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), amonyum ( $r= -0,33$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ),  $Kl a$  ( $r= 0,456$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ) ve Secchi disk değerleri ( $r=0,341$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=27$ ) ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.



Şekil 5. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen toplam fosfor yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata,  $n=9$ ).

#### 4.2.6. Silikat Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları

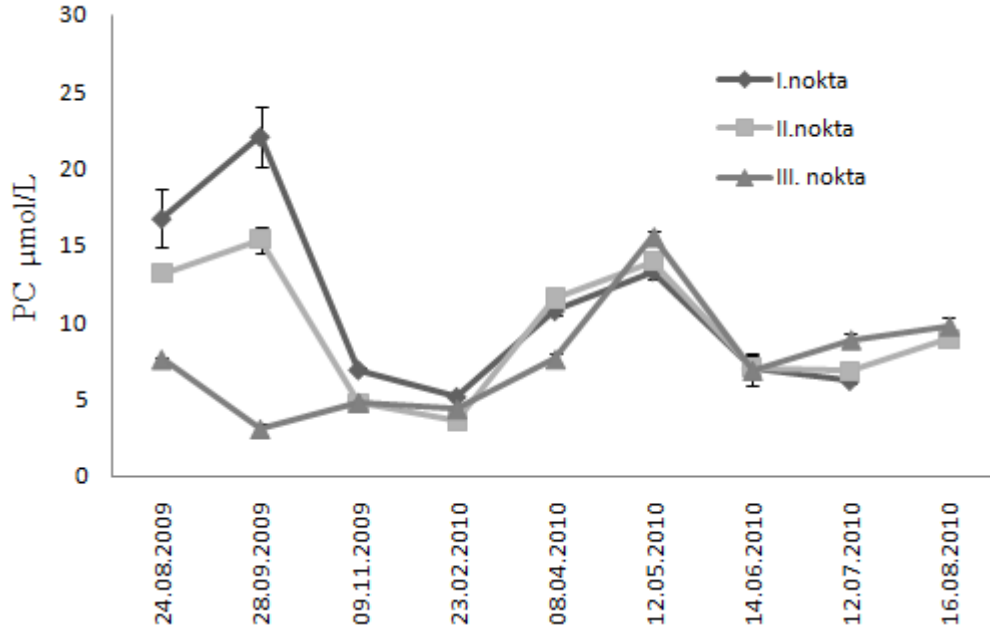
Silikat yoğunluğu I., II., ve III. örnekleme noktalarında Mayıs ve Temmuz aylarında ölçüm duyarlılık sınırının altında iken Ağustos (2010) ayında III. noktada en yüksek değer olan  $9,34 \mu M$ 'a yükselmiştir (Şekil 6). Tüm çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen silikat yoğunluğu ortalaması  $2,89 \mu M \pm 0,45$  (ort $\pm$ std. hata,  $n=81$ )'dir. Silikat yoğunluğundaki zamana bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,001$ , ANOVA ). Silikat, Secchi disk derinliği ( $r= 0,406$ ,  $p < 0,05$ ,  $n=81$ ) ve orto-fosfat değerleri ( $r= 0,275$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ) ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.



Şekil 6. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen silikat yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata, n=3).

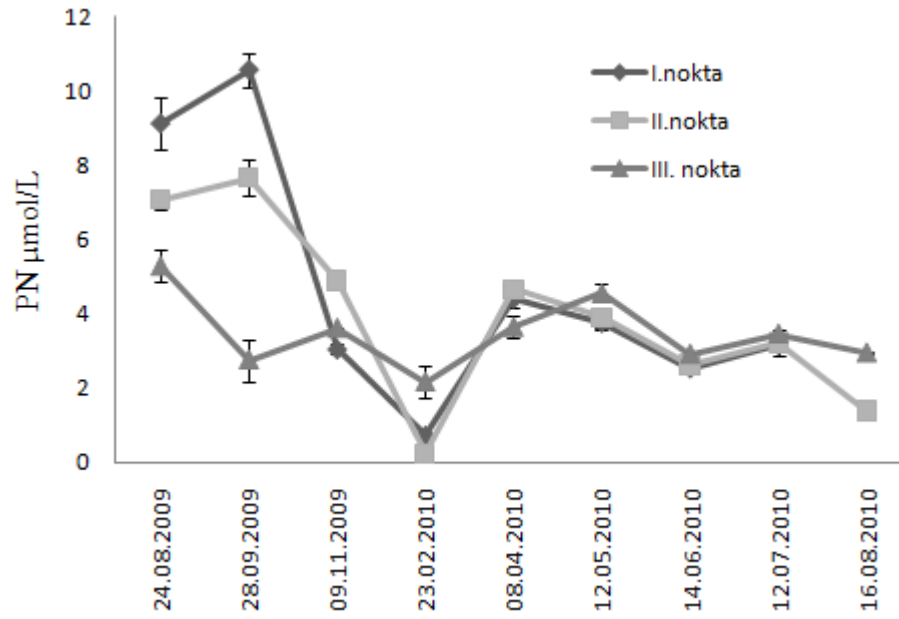
#### 4.2.7. Partiküler Karbon, Azot ve Fosfor Ölçümü Sonuçları

Partiküler karbon (PC) yoğunluğu Eylül ayında I.noktada ölçülen 22,07  $\mu\text{mol} / \text{L}$  ile yine aynı ayda III. noktada ölçülen 3,03  $\mu\text{mol} / \text{L}$  arasında değişmiştir (Şekil 7). Partiküler karbonun I. örnekleme noktasında çalışma süresi boyunca ölçülen ortalama yoğunluğu  $11,39 \pm 1,51 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=15), II. örnekleme noktasındaki ortalama yoğunluğu  $9,48 \pm 1,03 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=17) ve III. örnekleme noktasındaki ortalama yoğunluğu ise  $7,76 \pm 0,88 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=17)'dir. PC değerleri, Secchi disk derinliği ( $r= 0,606$ ,  $p<0,01$ ,  $n=48$ ) ve PN değerleri ( $r= 0,803$ ,  $p<0,01$ ,  $n=48$ ) ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.



Şekil 7. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PC yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata, n=2).

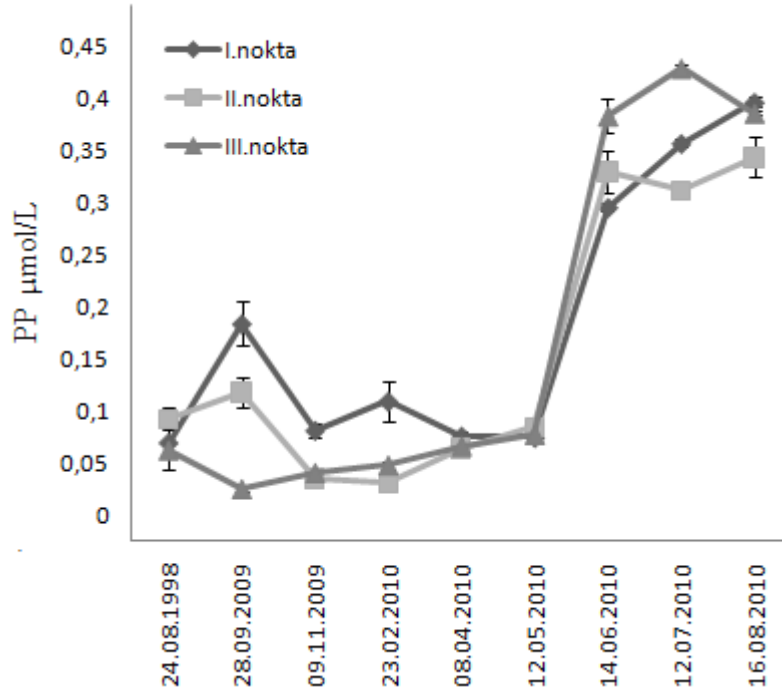
Partiküler azot (PN) yoğunluğu Eylül ayında I. noktada ölçülen 10,55  $\mu\text{mol} / \text{L}$  ile Şubat ayında II. noktada ölçülen 0,22  $\mu\text{mol} / \text{L}$  arasında değişmiştir (Şekil 8). Partiküler azotun I., II. ve III. örnekleme noktaları için hesaplanan ortalama yoğunluğu sırası ile  $4,92 \pm 0,83 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=15),  $4,10 \pm 0,57 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=17) ve  $3,47 \pm 0,24 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=17)'dir. PN değerleri, sıcaklık ( $r= 0,465$ ,  $p<0,01$ , n=48), Secchi disk derinliği ( $r= 0,651$ ,  $p<0,01$ , n=48), amonyum ( $r= -0,429$ ,  $p<0,01$ , n=48), nitrat ( $r= 0,540$ ,  $p<0,01$ , n=48), TP ( $r= 0,454$ ,  $p<0,01$ , n=48), PC ( $r= 0,803$ ,  $p<0,01$ , n=48) ve Kl a ( $r= 0,467$ ,  $p<0,01$ , n=48) değerleri ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.



Şekil 8. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PN yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata, n=2).

Partiküler fosfor (PP) yoğunluğu III. noktada Temmuz ayında ölçülen  $0,39 \mu\text{mol} / \text{L}$  ile Eylül ayında ölçülen  $0,042 \mu\text{mol} / \text{L}$  arasında değişmektedir (Şekil 9). Partiküler fosfor miktarı ortalaması I. örnekleme noktasında  $0,18 \pm 0,02 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=18), II. örnekleme noktasında  $0,15 \pm 0,02 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=18) ve III. örnekleme noktasında  $0,16 \pm 0,03 \mu\text{mol} / \text{L}$  (ort $\pm$ std. hata, n=18) olarak hesaplanılmıştır. PP yoğunluğu değerleri, Secchi disk derinliği ( $r = -0,409$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 48$ ), amonyum ( $r = 0,381$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 48$ ), nitrat ( $r = -0,654$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 48$ ), fosfat ( $r = -0,616$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 48$ ) ve TP değerleri ( $r = -0,613$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 48$ ) ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.

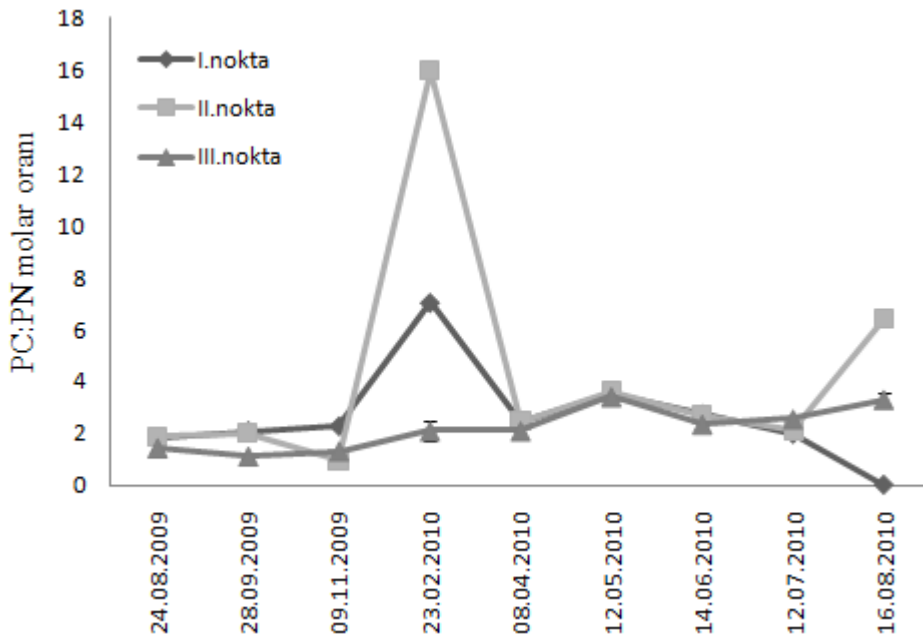




Şekil 9. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PP yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata, n=6).

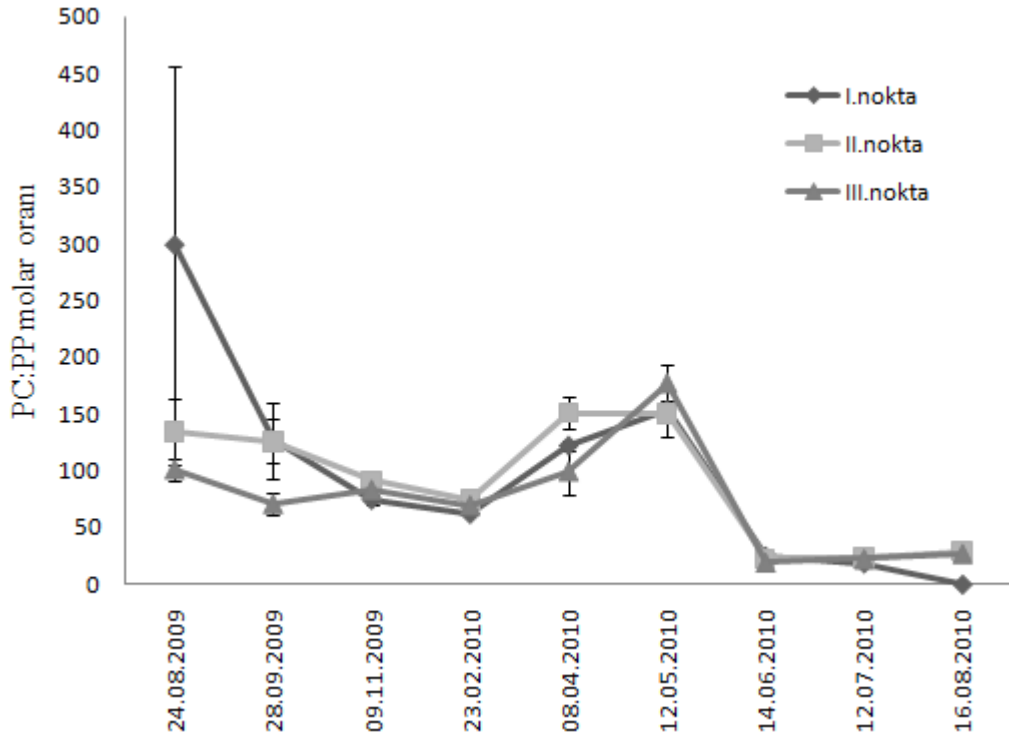
#### 4.2.8. PC:PN:PP Molar Oranları

PC:PN molar oranı Kasım ayında II. örnekleme noktasında ölçülen 0,96 ile aynı noktada Şubat ayında ölçülen 15,95 değerleri arasında değişim göstermiştir (Şekil 10). Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PC:PN oranı ortalaması  $2,76 \pm 0,32$  (ort $\pm$ std. hata, n=48) olarak hesaplanılmıştır. PC:PN molar oranındaki zamana bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,005$ , ANOVA).



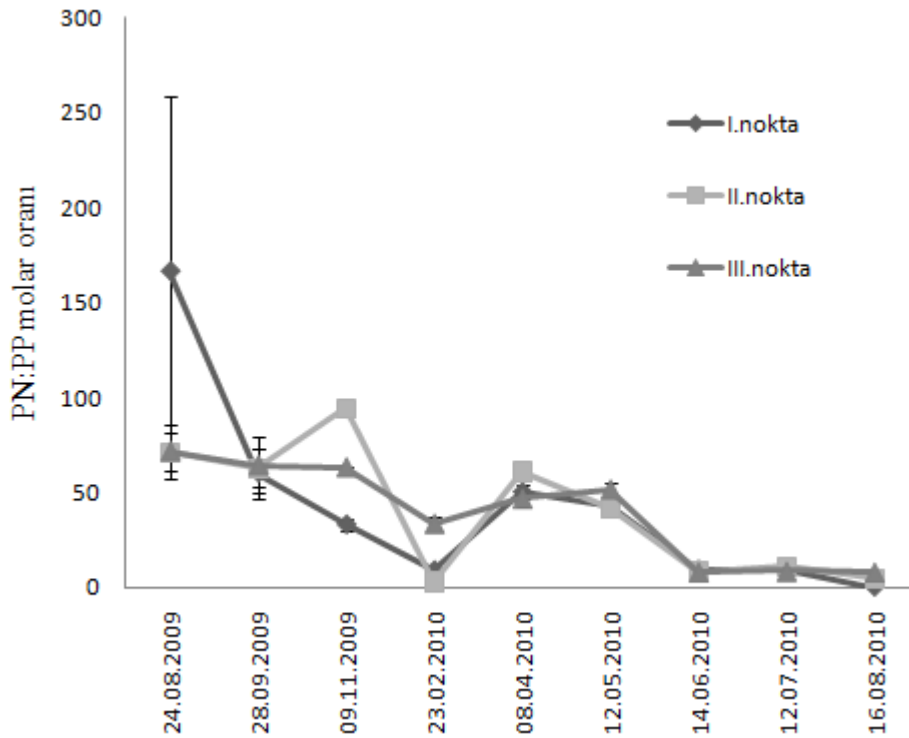
Şekil 10. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PC:PN oranı değerlerinin mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata, n=2).

PC:PP molar oranları Ağustos (2009) ayında I. örnekleme noktası için hesaplanılan 298,31 ve yine aynı noktada Temmuz ayı için hesaplanılan 18,52 değerleri arasında değişim göstermiş olup (Şekil 11) çalışma süresi boyunca üç noktadaki değerlerinin ortalaması  $92,44 \pm 10,60$  (ort $\pm$ std. hata, n=48) dir. PC:PP molar oranındaki zamana bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,001$ , ANOVA).



Şekil 11. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PC:PP molar oranındaki mevsimsel değişim (ort.  $\pm$  std. hata, n=2).

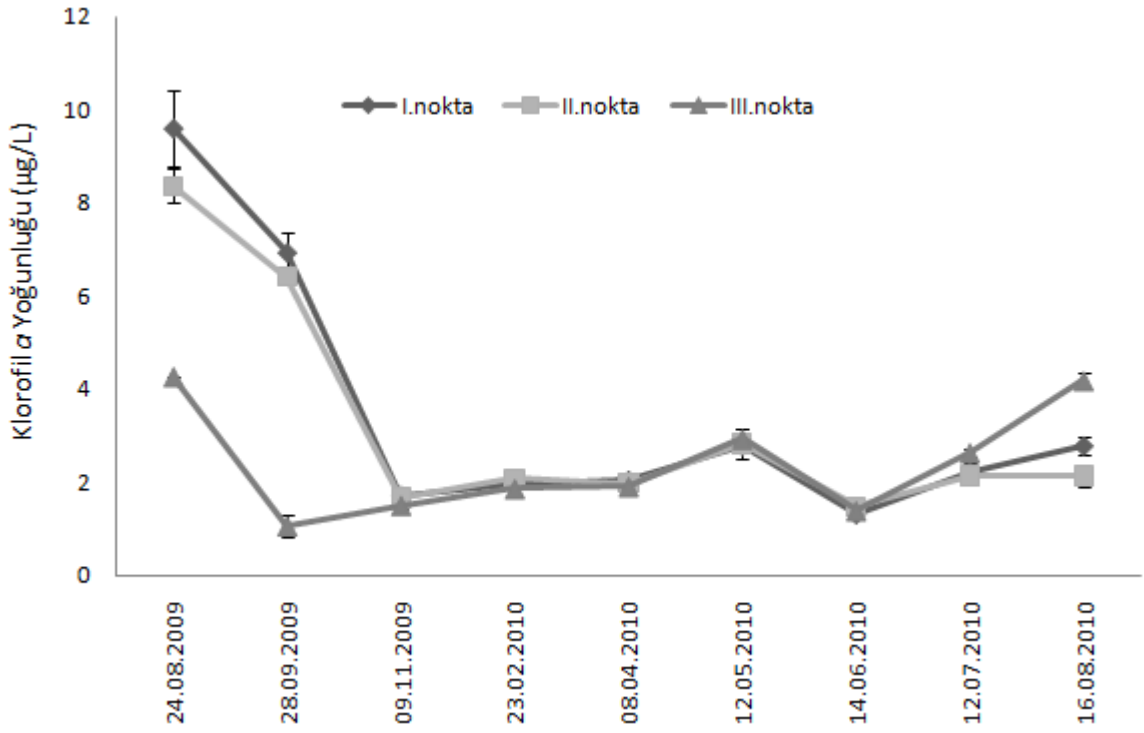
PN:PP molar oran değerleri Ağustos (2009) ayında I. örnekleme noktasında ölçülen 166,42 ve Şubat ayında II. noktada ölçülen 2,92 değerleri arasında değişim göstermiştir (Şekil 12). Tüm çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PN:PP molar oranı ortalaması  $43,07 \pm 5,96$  (ort $\pm$ std. hata, n=48'dir). PN:PP molar oranındaki zamana bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,001$ , ANOVA).



Şekil 12. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PN:PP molar oranındaki mevsimsel değişim (ort.  $\pm$  std. hata, n=2).

#### 4.2.9. Klorofil *a* Yoğunluğu Ölçüm Sonuçları

Klorofil *a* yoğunluğu Ağustos (2009) ayında I. noktada ölçülen 9,61  $\mu\text{g/L}$  ile Eylül ayında III. noktada ölçülen 1,06  $\mu\text{g/L}$  değerleri arasında değişim göstermiştir. (Şekil 13). Tüm çalışma süresi boyunca I., II., ve III. örnekleme noktaları klorofil *a* yoğunluğu ortalamaları sırası ile 3,48  $\mu\text{g/L} \pm 0,53$ , 3,23  $\mu\text{g/L} \pm 0,45$  ve 2,42  $\mu\text{g/L} \pm 0,22$  (ort $\pm$ std. hata, n=27) üç örnekleme noktası ortalaması ise 3,04  $\mu\text{g/L} \pm 0,24$  (ort $\pm$ std. hata, n=81)'dir. Klorofil *a* yoğunluğundaki zamana bağlı varyasyon önemli düzeydedir ( $p < 0,001$ , ANOVA). Klorofil *a* değerleri, sıcaklık ( $r=0,231$ ,  $p < 0,05$ ,  $n=81$ ), Secchi disk derinliği ( $r=0,371$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), orto-fosfat ( $r= 0,333$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), nitrat ( $r= 0,478$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ), TP ( $r= 0,456$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ) ve PN ( $r= 0,467$ ,  $p < 0,01$ ,  $n=81$ ) değerleri ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.



Şekil 13. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen klorofil *a* yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata, n=3).

### 4.3. Nitel Taksonomik İnceleme Sonuçları

Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasından alınan su örnekleri üzerinde yapılan nitel incelemeler sonucunda örnekler içerisinde Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Dictyochophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae ve Prymnesiophyceae, Ciliata, Heliastrea üyelerine rastlanılmıştır.

Ağustos (2009) ayına ait su örneklerinde yapılan incelemelerde *Cylindrotheca spp.* üyelerinin her üç örnekleme noktasında da bol oldukları görülmüştür. Bunun yanı sıra I. örnekleme noktasında *Chaetoceros spp.* ve *Ceratium spp.*, II. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Ceratium spp.* ve *Cryptomonas spp.*, III. örnekleme noktasında ise *Navicula spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Ceratium spp.*, *Gymnodinium spp.* ve *Chlamydomonas spp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Eylül ayına ait su örneklerinde I. örnekleme noktasında çok sayıda *Ceratium spp.* üyesi ile *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Cymbella spp.* üyeleri ve az sayıda kahverengi

alg sporofitine rastlanmıştır. II. örnekleme noktasında *Navicula spp* üyelerinin çok bol olduğu ve bunun yanı sıra *Cymbella spp.*, *Ceratium spp.* ve *Phacus spp.* üyeleri ile az sayıda heterotrofik flajelli üyelerinin bulunduğu gözlemlenmiştir. III. örnekleme noktasında ise *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Chlamydomonas spp.*, üyeleri ve az sayıda *Copepod spp.* (nauplii evresinde) üyesi gözlemlenmiştir.

Kasım ayına ait su örneklerinde I. örnekleme noktasında çok sayıda *Dactyliosolen spp.* üyesi ve bunun yanı sıra *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Ceratium spp.*, *Skeletonema spp.*, *Cryptomonas spp.* ve *Chlamydomonas spp.* üyelerine rastlanılmıştır. II. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Hemiaulus spp.*, *Rhizosolenia spp.*, *Dactyliosolen spp.*, *Leptocylindrus spp.*, *Chlamydomonas spp.*, *Cryptomonas spp.* ve *Gymnodinium spp.* üyelerine rastlanılmıştır. III. örnekleme noktasında ise çok sayıda *Leptocylindrus spp.* üyesi ile *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Dactyliosolen spp.*, *Skeletonema spp.* ve az sayıda Heliastrea üyelerine rastlanılmıştır.

Şubat ayına ait su örneklerinde yapılan nicel taksonomik incelemelerde her üç örnekleme noktasında da *Chaetoceros spp.* üyelerinin çok bol olduğu gözlemlenmiştir. I. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Pseudonitzschia spp.*, *Gymnodinium spp.*, *Melosira spp.*, *Coscinodiscus spp.*, *Prorocentrum spp.* ve *Cryptomonas spp.* üyelerinin bulunduğu gözlemlenmiştir. II. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Nitzschia spp.*, *Dactyliosolen spp.*, *Skeletonema spp.*, *Stephanodiscus spp.*, *Licmophora spp.*, *Ceratium spp.*, *Gymnodinium spp.*, *Prorocentrum spp.*, *Phacus spp.* ve az sayıda *Amoeba spp.* üyelerine rastlanılmıştır. III. örnekleme noktasında ise *Navicula spp.*, *Nitzschia spp.*, *Pseudonitzschia spp.*, *Amphora spp.*, *Licmophora spp.* ve *Gymnodinium spp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Nisan ayına ait su örneklerinde her üç örnekleme noktasında da *Amphora spp.* üyelerinin çok bol olduğu az sayıda heterotrofik flajellatlı bulunduğu gözlemlenmiştir. I. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Pseudonitzschia spp.*, *Licmophora spp.*, *Gymnodinium spp.*, *Gyrodinium spirale*, *Prorocentrum spp.* ve az sayıda Ciliata (*Tintinnid spp.*) üyesine rastlanılmıştır. II. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Hantzschia spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Prorocentrum spp.* ve *Gyrodinium spp.* üyeleri ile az sayıda *Copepod spp.* (nauplii

evresinde) üyelerine rastlanılmıştır. III. örnekleme noktasında ise *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Chaetoceros spp.* ve *Dictyocha spp.*, üyelerine rastlanılmıştır.

Mayıs ayına ait su örneklerinde az sayıda heterotrofik flajellatlı gözlemlenmiştir. I. örnekleme noktasında çok sayıda *Licmophora spp.* ve *Chaetoceros spp.* üyeleri ile bunun yanı sıra *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Amphora spp.* ve *Prorocentrum spp.* üyeleri; II. örnekleme noktasında çok sayıda *Amphora spp.* üyesinin yanı sıra *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Cyclotella spp.*, *Licmophora spp.*, *Prorocentrum spp.* üyeleri ile az sayıda *Copepod spp.* (nauplii evresinde) üyesi ile III. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Amphora spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Coscinodiscus spp.*, *Cyclotella spp.*, *Licmophora spp.*, *Dictyocha spp.* ve *Prorocentrum spp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Haziran ayı su örneklerinde her üç örnekleme noktasında da bol miktarda heterotrofik flajellatlı görülmüştür. I. örnekleme noktasında çok sayıda *Euglena spp.* ve *Navicula spp.* üyeleri ile *Cylindrotheca spp.*, *Pseudonitzschia spp.*, ile *Prorocentrum spp.*, üyeleri gözlemlenmiştir. II. örnekleme noktasında *Amphora spp.*, *Pseudonitzschia spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Dactyliosolen spp.*, *Fragilaria spp.*, *Gymnodinium spp.*, *Prorocentrum spp.*, *Rhodomonas spp.* ve *Chrysochromulina spp.* üyesi ile az sayıda zooplankton larvası ve kahverengi alg sporofitleri gözlemlenmiştir. III. örnekleme noktasında ise *Navicula spp.*, *Pseudonitzschia spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Dactyliosolen spp.*, *Prorocentrum spp.* üyeleri ile zooplankton larvası ve kahverengi alg sporofitleri gözlemlenmiştir.

Temmuz ayı örneklerinde I. örnekleme noktasında çok sayıda *Chaetoceros spp.* ve *Skeletonema spp.* üyeleri ve bunların yanı sıra *Navicula spp.*, *Cylindrotheca spp.*, *Surirella spp.*, *Fragilaria spp.* üyeleri ve az sayıda zooplankton larvası; II. örnekleme noktasında *Cylindrotheca spp.*, *Surirella spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Prorocentrum spp.* üyeleri ile az sayıda Ciliata (*Tintinnid spp.*) ve *Copepod spp.* (nauplii evresinde) üyesi; III. örnekleme noktasında ise *Cylindrotheca spp.*, *Chaetoceros spp.*, *Dactyliosolen spp.*, *Skeletonema spp.*, *Melosira spp.*, *Rhizosolenia spp.*, *Fragilaria spp.*, *Gymnodinium spp.*, *Prorocentrum spp.*, üyeleri ile az sayıda Ciliata (*Vorticella spp.*) ve *Copepod spp.* (nauplii evresinde) üyesi gözlemlenmiştir.

Ağustos 2010'a ait su örneklerinde yapılan nitel taksonomik incelemelerde her üç noktada da *Cylindrotheca spp.* ve *Chaetoceros spp.* üyeleri ile heterotrofik flajellatlı

bulduğu gözlemlenmiştir. Bunun dışında I. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Amphora spp.*, *Surirella spp.*, *Licmophora spp.*, *Spirulina spp.* üyeleri gözlemlenmiştir. II. örnekleme noktasında *Navicula spp.*, *Gyrosigma spp.*, *Rhizosolenia spp.*, *Cymbella spp.*, *Licmophora spp.*, *Diatoma spp.* ve *Prorocentrum spp.* üyeleri gözlemlenmiştir. III. örnekleme noktasında ise *Navicula spp.*, *Amphora spp.*, *Rhizosolenia spp.*, *Licmophora spp.*, *Ceratium spp.*, *Prorocentrum spp.* üyeleri ile az sayıda *Copepod spp.* (nauplii evresinde) üyesi gözlemlenmiştir.



## BÖLÜM 5

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Tüm çalışma süresi boyunca ölçülen fiziko-kimyasal değişkenlerin sonuçlarına bakıldığında, su sıcaklığı değerleri Mayıs ayında artmaya başlayarak en yüksek değere Ağustos (2010) ayında ulaşmıştır. Lagünler sıcak su sistemleri oldukları için hava sıcaklığına karşı da oldukça duyarlıdır (Balas, 2002). Bu nedenle su sıcaklığı değerlerindeki mevsimsel değişim, hava sıcaklığı değişimini yansıtmaktadır. Alparslan ve arkadaşlarının (1999) Ocak 1997- Ocak 1998 yılları arasında Çardak Lagünü'nde yaptıkları çalışmada sıcaklık değerleri 12,2 °C (Ocak) ve 24,8 °C (Ağustos) arasında değiştiği bulunmuştur. Egemen ve arkadaşlarının Güllük Lagünü'nde 1993 yılında yaptıkları çalışmada (1999) su sıcaklığı ortalaması  $19,53 \pm 3,48$  °C olarak bulunmuştur. Çalışmada ölçülen su sıcaklığı değerleri literatürdeki bu veriler ile uyum göstermektedir.

Tuzluluk değerlerinin mevsimsel değişimi önemli düzeydedir ( $p < 0,01$ , ANOVA,  $n=27$ ). Tuzluluk değerlerindeki değişim yaz aylarında artma eğiliminde olup bu mevsimde artan buharlaşma ve azalan yağışın etkisi bu düşüşe yol açmış olabilir. Çalışmadaki tuzluluk verilerinin, Önal ve arkadaşlarının (2008) iki aşamalı olarak planladıkları projelerinde sunulan değerler ile (Ocak – Kasım 2006 döneminde ‰ 8,56 – ‰ 31,12, Aralık 2006 – Eylül 2007 döneminde ‰ 24,35 – ‰ 28,02) uyum gösterdiği fakat Egemen ve arkadaşlarının Güllük Lagünü'nde yaptıkları çalışmadaki değerlerden (ort. ‰  $10,65 \pm 0,881$ ) daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu değişkenliğin sebebi mevsimsel farklılık, lagün-deniz konumu ve lagüne dökülen akarsu sayısının farklılığı olabilir.

Çalışma süresi boyunca ölçülen pH değeri suyun alkaline özellikte olduğunu göstermektedir. Ocak 1997 – Ocak 1998 süresince Çardak Lagünü'nde tek bir noktadan alınan su örneklerinin pH değerinin 8,1–8,5 arasında değiştiği belirtilmiştir (Alparslan ve ark., 1999). Önal ve arkadaşlarının (2008) projesinde ise pH değerinin 7,65–9,30 (Ocak – Kasım 2006) ve 7,52–9,27 (Aralık 2006 – Eylül 2007) arasında değiştiği bulunmuştur. Egemen ve arkadaşlarının Güllük Lagünü'nde yaptığı çalışmada (1999) pH değeri ortalaması  $8,006 \pm 0,008$  değerinde çıkmıştır. Çalışmada elde edilen pH değerleri literatürdeki bu verilerle uyum göstermektedir.

Çardak Lagünü'nde ölçülen Secchi disk derinliği değerlerinde I., II. ve III. örnekleme noktaları arasında önemli bir farklılık görülmemişken, mevsimsel değişimde önemli istatistiksel fark olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,01$ , ANOVA). Bu istatistiksel fark Secchi disk görünürlüğünün en yüksek değerinin gözlemlendiği Ağustos (2009) ayında Kl *a* yoğunluğunun da en yüksek değerlerinin gözlenmesi ve bu iki değişken arasında önemli düzeyde pozitif korelasyonun bulunması ile açıklanabilir. Bu korelasyon su içerisindeki ışık geçirgenliği değişiminden fitoplankton biyokütlesindeki değişimin sorumlu olduğunu yansıtmaktadır.

Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen amonyum yoğunluğu ortalaması  $3,39 \mu\text{M}$  ( $0,06102 \text{ mg/L}$ ) dir. 2004 tarihli resmi gazetede yayınlanan su kirliliği kontrol yönetmeliğindeki kıta içi su kaynakları sınıflandırmasına göre, Çardak Lagünü amonyum yoğunluğu bakımından I. su kalitesi sınıfına dahildir (Anonim, 2004). Egemen ve arkadaşlarının Güllük Lagünü'nde yaptıkları çalışmada (1999) amonyum yoğunluğu ortalamasının  $14,66 \pm 4,099 \mu\text{g-at/l}$  olduğu ve çalışma verilerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Çardak Lagünü'nün amonyum yoğunluğunun düşük çıkması sudaki amonyum yoğunluğunu arttıran organik madde girdisinin az olduğunu yada suda oluşan amonyumun hızla nitrifikasyon ya da biyolojik alıma uğradığını göstermektedir.

Çalışma süresi boyunca üç noktada ölçülen nitrat yoğunluğu ortalaması  $314,26 \mu\text{M}$  ( $19,48 \text{ mg/L}$ ) dir. Kıta içi su kaynakları sınıflandırmasına göre Çardak Lagünü nitrat yoğunluğu bakımından III. su kalitesi sınıfına girmektedir (Anonim, 2004). Buna göre Çardak Lagünü nitrat bakımından zengindir. Egemen ve arkadaşlarının Güllük Lagünü'nde yaptıkları çalışmada (1999) nitrat yoğunluğu ortalamasının  $3,67 \pm 2,799 \mu\text{g-at/l}$  olduğu bulunmuştur. Bu literatürdeki veriler çalışma verilerinden oldukça düşüktür. Çardak Lagününde nitrat yoğunluğunun yüksek olması tarımsal faaliyetlerde azotlu gübre kullanılması ve bitkilerce alınmayan ya da mikroorganizmalar tarafından bağlanamayan bir kısım nitratin taban suyuna sızması ile yada yüzey akışlarıyla lagün suyuna karışmasından kaynaklanabilir. Ayrıca Yılmaz'ın (2001) Türkiye denizlerinin biyojeokimyasını araştırdığı çalışmasında Marmara Denizi nitrat yoğunluğu ortalamasının  $7,8 - 10,7 \mu\text{M}$  arasında değiştiği bulunmuştur. Bu durum Çardak Lagünü'ndeki nitrat yoğunluğunun açık denizden daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Çalışma süresi boyunca üç noktada ölçülen orto-fosfat yoğunluğu ortalaması  $0,72 \mu\text{M}$  dir. Su içindeki fosfat yoğunluğu tarımsal kaynaklı ya da deterjan içeren evsel atıkların yüzey drenajı ile lagüne karışmasından kaynaklanıyor olabilir. Egemen ve arkadaşlarının

Güllük Lagünü'nde yaptıkları çalışmada fosfat yoğunluğu ortalaması  $0,082 \pm 0,079$  µg-at/lt olarak bulunmuştur. Bu literatür verileri çalışma verileri ile uyum göstermektedir. Fosfat yoğunluğu ile nitrat yoğunluğu arasındaki korelasyon Çardak Lagününe gelen fosfatın da nitrat gibi taban suyuyla ya da yüzey akışlarıyla lagüne karıştığını göstermektedir. Ayrıca orto-fosfat yoğunluğu ile toplam fosfat arasında görülen korelasyon da beklenen bir sonuçtur. Bunun sebebi ise tasfiye edilmemiş evsel atıksuda toplam fosfat yükünün orto-fosfat, polifosfat (tripolifosfat ve pirofosfat) ve organik fosfat bileşiklerinden oluşmasıdır (Ekici, 2007)

Toplam fosfor en yüksek değere  $3,24$  µM ile Temmuz ayında ulaşmıştır. Toplam fosforun nitrat ile önemli düzeyde pozitif korelasyon göstermesi fosfat formlarının da azot gibi yüzey drenajı ile lagüne karıştığını göstermektedir.

Çalışma süresi boyunca üç noktada ölçülen silikat yoğunluğu Ağustos (2010) tarihinde en yüksek değere ulaşmıştır ( $9,34$  µM). Ağustos ayının yağışın düşük olduğu bir ay olduğu göz önüne alınırsa silikat yoğunluğu rüzgar sebebiyle tabandan yüzeye karışım nedeniyle artmış olabilir.

Çardak Lagünü içerisinde en yüksek fitoplankton biyokütlesi oluşumu (Klorofil *a* olarak) *Cylindrotheca spp.* üyelerinin bolluk artışı gösterdiği Ağustos (2009) ayında gözlemlenmiştir. Bu artışın sebebi aynı ayda artış gösteren nitrat yoğunluğundan kaynaklanıyor olabilir. Bu aydaki Kl *a* yoğunluğundaki artış ile birlikte Secchi disk derinliğinde de (suyun bulanıklığı) artış gözlenmiştir. Kl *a* yoğunluğunun Secchi disk ve nitrat yoğunluğu ile önemli düzeyde korelasyon göstermesi de göz önüne alındığında bu iki değişken ile klorofil *a* yoğunluğu arasında ilişki bulunduğu görüşü güçlenmektedir. Önal ve arkadaşlarının 2008 yılında Çardak Lagünü'nde yaptıkları çalışmada en yüksek fitoplankton biyokütle oluşumu (Klorofil *a* olarak) Mart döneminde gözlenmiştir. Çalışmada elde edilen veriler literatürdeki bu veriler ile uyum göstermemektedir. Lagün ekosistemlerinin sığ ve yarı kapalı su sistemleri olmasından dolayı, bir çok çevresel faktör kısa sürede lagün koşullarını değiştirebileceğinden çalışma süreleri arasında önemli bir zaman farkı olmamasına rağmen Kl *a* yoğunluğu bu çalışmada farklı gözlemlenmiş olabilir.

Çardak Lagünü’nde tek bir cinsin üyelerinin yoğun olarak bulunduğu bir diğer ay da *Chaetoceros spp.* üyelerinin çok bol gözlemlendiği Şubat ayı sonudur. *Chaetoceros spp.* üyelerinin artış gösterdiği ayda biyokütlenin (K1 *a* olarak) Ağustos (2009) ile karşılaştırıldığında daha küçük olduğu belirlenmiştir. *Chaetoceros spp.* üyelerinin artışına rağmen Şubat ayında mineral besinlerde önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Önal ve arkadaşları (2008) Çardak Lagünü’nde yaptıkları çalışmada diatom türlerinin diğer taksonomik gruplara göre daha baskın olduğu ve bunun *Tapes decussatus*’un beslenmesi ve gelişmesi açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Çardak Lagünü’nde Haziran ayında heterotrofik flajellatlıların bolluklarının arttığı gözlemlenmiştir. Heterotrofik flajellatlılar hazır organik madde kullanan protista üyeleridir. Heterotrofik flajellatlıların artışına rağmen Haziran ayında mineral besinlerde önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Heterotrofik flajellatlıların Haziran ayında yaptığı artış, Haziran ayında organik madde girdisinin arttığını göstermektedir. Önal ve arkadaşları (2008)’nin Çardak Lagünü’nde yaptıkları çalışmadaki mikrobiyolojik sonuçlar, bakteri içeriğinde bahar aylarından itibaren bir artış yaşandığını göstermektedir. Bakteri yoğunluğu ortamdaki organik madde yoğunluğunu yansıttığından gözlemlenen heterotrofik flajellatlıların artışıyla örtüşmektedir.

Lagün fitoplankton komünitesi içerisinde partiküler besinlerden karbon ile Secchi disk değerleri ve Secchi disk ile klorofil *a* değerleri arasında bulunan önemli düzeydeki korelasyon su içerisindeki ışık geçirgenliği değişiminden fitoplankton biyokütlesindeki değişimin sorumlu olduğunu ve Secchi disk derinliği ile PC değerleri arasındaki korelasyonun da biyokütle ile Secchi disk ilişkisinden kaynaklanabileceğini işaret etmektedir.

Partiküler azotun sıcaklık, Secchi disk, amonyum, nitrat, TP, K1 *a* ve PC değerleri ile önemli düzeyde korelasyon gösterdiği görülmüştür. Sıcaklık ve PN değerleri arasındaki korelasyon sıcaklığın, fitoplankton biyokütlesi oluşumu ve dolaylı olarak PN değerleri üzerinde etkisi bulunduğunu göstermektedir.

Partiküler fosfor ile orto-fosfat ve TP değerleri arasında bulunan önemli düzeydeki korelasyon lagündeki fitoplanktonun biyokütlesindeki PP miktarı üzerinde su içerisindeki her iki fosfor kaynağında önemli olduğunu göstermektedir. Çalışmada elde edilen partiküler karbon ile azot ve fosfor değerleri arasındaki oranların Redfield oranından gösterdiği sapmalar ve çözülmüş haldeki fosfor yoğunluklarının düşük olması lagün fitoplanktonu üzerinde fosfor sınırlaması bulunma olasılığını işaret etmektedir.

Çalışmada ölçülen PC:PN molar oranı değerlerinin Redfield C:N oranının (106:16) oldukça altında olması hücre içinde partiküler azot miktarının yüksekliğini ve lagündeki yüksek nitrat yoğunlukları da dikkate alınınca lagünde azot bakımından zenginleşme olduğunu göstermektedir. Erdal ve Tanık (2008)'in Dalyan Lagünü'nde yaptıkları su kalitesi modelleme çalışmasında azot miktarındaki artışın, bir çok sucul ekosistemde olduğu gibi kıyusal ekosistemlerde de ötrofikasyon ve buna bağlı su kalitesi bozulmasına sebep olan en önemli etkenlerden biri olduğu belirtilmektedir.

PC:PP molar oranı ortalaması tüm çalışma süresi boyunca  $92,81 \pm 0,8252$  olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre PC:PP oranının Redfield oranına (106:1) oldukça yakın değerler izlediği belirlenmiştir.

PN:PP molar oranı ortalamasının tüm çalışma süresi boyunca  $43,95 \pm 6,02$  olduğu hesaplanmıştır. Bu verilere göre PN:PP oranının tüm çalışma süresince Redfield oranından (16:1) oldukça büyük değerleri izlediği belirlenmiştir. Redfield oranında meydana gelen bu sapma hücre içinde partiküler fosfor miktarının düşük olduğunun ve lagünde fosfor sınırlaması olduğunun bir göstergesi olup düşük inorganik fosfor ve yüksek nitrat değerleri ile paralellik göstermektedir.

Kabuklu su ürünleri yetiştiriciliği ve balıkçılık açısından önemli bir alan olan ve aynı zamanda Edirne Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından I. Derece Sit Alanı statüsü verilen Çardak Lagünü'nde (Lapseki, Çanakkale) fitoplankton komünitesi besin statüsü, çözülmüş fitoplankton besin miktarları ve fitoplankton biyokütlesi içerisindeki partiküler C, N ve P miktar ve oranlarının belirlenmesi amaçlanan bu çalışma sonucunda; lagün sularında azotça bir zenginleşme olduğunu ancak fosfor miktarının hem

çözünmüş hem de partiküler fraksiyonlarda fitoplankton büyümesi için gerekli olan orandan düşük olduğu belirlenmiştir. Böylece fitoplankton büyümesi üzerinde sınırlayıcı besinin fosfor olduğu ve üst trofik basamaklardaki tüketiciler için fitoplanktonun fosfor açısından düşük kaliteli bir besin oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca lagün sularındaki fitoplankton besin miktarlarında meydana gelen bu değişimler su kalitesini de etkileyebileceğinden lagün ekosisteminde bulunan türlerin ve bunların sağladıkları yararlar açısından bir risk faktörü olarak da görülmesi gerekmektedir. Çalışma alanında özellikle balıkçılıkla geçimini sağlayan insanların bulunması, böyle özel ekosistemlere daha fazla mineral besin girdisinin ve bunun sebep olabileceği ötrofikasyonun önlenmesini ve su kalitesinin koruma altına alınmasını gerektirmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alparslan M., Koray T. ve Çolak F., 1999. Çardak Dalyanında (Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi) Fiziko – Kimyasal Koşullar ve Fitoplankton Süksesyonu. E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, *Su Ürünleri Dergisi*, 16(1-2): 75-83, Bornova – İzmir.
- Alparslan M., Soyutürk M. ve Altın A., 2004. Çardak Dalyanı Makrobentik Faunası Üzerine Bir Ön Araştırma. *Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı*, s:102-104.
- Alparslan M. ve Özalp H. B., 2007. Lapseki Bölgesinin Kıyı ve Yer Altı Zenginlikleri. *Lapseki Sempozyumu 2007*, s: 124-139.
- Amatangelo L. K. ve Vitousek M. P., 2008. Stoichiometry of Ferns in Hawaii: Implications for Nutrient Cycling. *Oecologia*, 157: 619-627.
- Anderson R. T., Boersma M. ve Raubenheimer D., 2004. Stoichiometry: Linking Elements to Biochemicals. *Ecology*, 85(5): 1193-1202.
- Anonim, (2004). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. Resmi gazete tarihi 31.12.2004, resmi gazete sayısı 25687, 24 Mart 2010. <http://www2.cevreorman.gov.tr/yasa/yonetmelik.asp>.
- Anonim (a), (b.t.). Lapseki. 09 Şubat 2009, <http://www.outdoororacle.com/turkiye/marmara-bolgesi/canakkale/ilceleri/lapseki.html>.
- Anonim, (27 Ocak 2010). İlçemiz. 08 Mayıs 2010, [http://www.lapseki.gov.tr/site\\_v1/ilcemiz-anamenu.html?start=40](http://www.lapseki.gov.tr/site_v1/ilcemiz-anamenu.html?start=40).
- Anonim (b), (b.t.). 08 Mayıs 2010, [http://www.kutlubey.com/firma\\_profili.htm](http://www.kutlubey.com/firma_profili.htm).
- APHA, 1995. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition. Eaton Ad, Clesceri, LS, ve Greenberg AE (Eds). American Public Health Association, Washington, D.C.
- Balas L., 2002. Kıyı Lagünlerindeki Çevrıntilerin Üç Boyutlu Sayısal Modelle İncelenmesi. *İMO Teknik Dergi*, S: 2691-2708.

- Barsanti L. ve Gualtieri P., 2006. *Algae Anatomy, Biochemistry and Biotechnology*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Berber S., Yıldız H., Bulut M. ve Tekinay A. A., 2007. Lapseki İlçesinin (Çanakkale) İçsu Potansiyeli ve Su Ürünleri Açısından Değerlendirilmesi. Lapseki Sempozyumu 2007.
- Brodie J. ve Lewis J., 2007. *Unravelling the Algae the Past, Present and Future of Algal Systematics*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Çavuş C.Z. ve Akbulak C., 2006. Çardak Çevresinde Arazi Kullanımı Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VI.Ulusal Konferansı, Kıyı Alanları Yönetimi Türkiye Milli Komitesi-Muğla Üniversitesi.
- Dobberfuhl D. R. Ve Elser J. J., 2000. Stoichiometry of Lower Food Web Components in Arctic and Temperate Lakes. *Journal of Plankton Research*,22(7): 1341-1354.
- Doğaner S., 2000. Kıyı Oklarının Doğal Varlıklar Olarak Korunması. *Coğrafya Dergisi*, (8): 1-28.
- Downing A. J., 1997. Marine Nitrogen: Phosphorus Stoichiometry and the Global N:P cycle. *Biogeochemistry*, 37: 237-252.
- Egemen Ö., Önen M., Büyükişık B., Hoşsucu B., Sunlu U., Gökpınar Ş. ve Cirik S., 1999. Güllük Lagünü (Ege Denizi, Türkiye) Ekosistemi. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 23: 927-947.
- Ekici S. H., 2007. Kayısı Çekirdeğinden Elde Edilen Aktif Karbonla Sulardan Fosfat ve Bakır(II) Giderimi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Elser J. J., ve Urabe J. 1999. The Stoichiometry of Consumer-Driven Nutrient Recycling: Theory, Observations, and Consequences. *Ecology*, 80(3): 735-751.
- Elser J. J., 2000. Ecological Stoichiometry: from Sea to Lake to Land. *Tree*, 15: 393-394.
- Elser J.J., Sterner R. W., Galford A. E., Chrzanowski T. H., Findlay D. L., Mills K. H., Paterson M. J., Stainton M. P. ve Schindler D. W., 2000. Pelagic C:N:P Stoichiometry in a Eutrophied Lake: Responses to a Whole-Lake Food-Web Manipulation. *Ecosystems*, 3: 293-307.



- EPA, 1997. Method 446.0. In Vitro Determination of Chlorophylls a, b, c<sub>1</sub> +c<sub>2</sub> and Pheopigments in Marine and Freshwater Algae by Visible Spectrophotometry. U.S. Environmental Protection Agency.
- Erdal A. ve Tanik A., 2008. Köyceğiz – Dalyan Lagünü Su Kalitesi Modellemesinde Tuzluluk Simülasyonları. *itüdergisi/e*, Su Kirlenmesi Kontrolü. 18, 1: 55-64.
- Falkowski G. P. 2000. Rationalizing Elemental Ratios in Unicellular Algae. *J. Phycol.*, 36: 3-6.
- Field C. B., Behrenfeld M. J., Randerson J. T. ve Falkowski P., 1998. Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. *Science*, 281(5374): 237-40.
- Finkel V. Z., Beardall J., Flynn J. K., Quigg A., Rees V. A. T ve Raven A. J., 2010. Phytoplankton in a Changing World: Cell Size and Elemental Stoichiometry. *Journal of Plankton Research*, 32: 119-137.
- Gismervik I., 1997. Implications of Zooplankton Stoichiometry on Distribution of N and P Among Planktonic Size Fractions. *Journal of Plankton Research*, 19(3): 343-356.
- Goldman J. C., 1986. On Phytoplankton Growth Rates and Particulate C:N:P Ratios at Low Light. *Limnol. Oceanogr.*, 31(6): 1358 – 1363.
- Gözler A. ve Tarkan A., 2000. Çanakkale Boğazı, Çardak Lagünü' nde *Ruditapes decussatus* ( Linnaeus, 1758)' in Üreme Biyolojisi. *Turkish J. Marine Sciences*, 6(2): 175-198.
- Gürel M., Gönenç E. İ., Tanik A., Beken P. Ç. ve Okuş E., 2001. Dalyan Lagünü Nutrient Dinamiğine Bir Yaklaşım. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 01, Konferansı Bildiriler Kitabı*, s: 437-449.
- Harwood J. E. ve Kuhn A. L., 1984. A Colorimetric Method for Ammonia in Natural Waters. *Water Research*, 4: 805-811.
- Hassett P. R., Cardinale B., Stabler B. L. ve Elser J. J., 1997. Ecological Stoichiometry of N and P in Pelagic Ecosystems: Comparison of Lakes and Oceans With Emphasis on the Zooplankton-Phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 42(4): 648-662.

- Hecky E. R. ve Kilham P., 1988. Nutrient Limitation of Phytoplankton in Freshwater and Marine Environments: A Review of Recent Evidence on the Effects of Enrichment. *Limnol. Oceanogr.*, 33(4): 796-822.
- Hecky R. E., Campbell P., Hendzel L. L., 1993. The Stoichiometry of Carbon, Nitrogen, and Phosphorus in Particulate Matter of Lakes and Oceans. *Limnology and Oceanography*, 38 (4): 709-724.
- Ilmavirta V., 1982. Dynamics of Phytoplankton in Finnish Lakes. *Hydrobiologia*, 86, 11-20.
- Klausmeier A. C., Litchman E., Daufresne T., Levin A. S., 2008. Phytoplankton Stoichiometry. *Ecol. Res.*, 23: 479-485.
- Krom M. J. D., 1980. Spectrophotometric Determination of Ammonia: a Study of Modified Berthlot Reaction Using Salicyclate and Dichloro Isocyanurate. *Analyst*, 105: 305-317.
- Mitra A. ve Flynn J. K., 2005. Predator-prey Interactions: is 'Ecological Stoichiometry' Sufficient When Good Food Goes Bad?. *Journal of Plankton Research*, 27(5): 393-399.
- Moore C. R., 1954. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part D, Protista 3. Geological Society of America and University of Kansas Press.
- Önal U., Büyükatdeş Y., Türkoğlu M., Çelik İ., İnanmaz E. ve Erdal H., 2008. Ekosistem Parametrelerinin Karakterizasyonu ile Çardak Lagünü (Lapseki, Çanakkale) Akivades, *Ruditapes decussatus*, Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi ve Optimizasyonu. Proje No: 105Y103. Tübitak, ANKARA.
- Önder Ü., Baran Ş. ve Yorulmaz H., 2005. Çanakkale 2004 Yılı İl Çevre Durum Raporu. s: 27,36, 40, 65, 70, 78, 79, 82-85, 87, 90.
- Parsons T. R., Maita Y. ve Lalli C. M., 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater. Pergamon Press.
- Pereira P., Pablo H., Vale C., Franco V. ve Nogueira M., 2009. Spatial and Seasonal Variation of Water Quality in an Impacted Coastal Lagoon (Óbidos Lagoon, Portugal). *Environ. Monit. Assess.*, 153:281-292.

- Perinçek D., Karslıoğlu Ö., b.t. Çanakkale Boğazı'nın Oluşumu ve Kuvaterner Yaşlı Birimlerin Dağılımında Fayların Kısmi Rolü. [http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/56af13f4c4a6a4e\\_ek.pdf](http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/56af13f4c4a6a4e_ek.pdf).
- Polat S. C., Tuğrul S., Çoban Y., Basturk O. ve Salihoğlu I., 1998. Elemental Composition of Seston and Nutrient Dynamics in the Sea of Marmara. *Hydrobiologia* 363: 157-167.
- Reigstad M., Heiskanen A. ve Wassmann P., 1999. Seasonal and Spatial Variation of Suspended and Sedimented Nutrients (C, N, P) in the Pelagic System of the Gulf of Riga. *Journal of Marine Systems*, 23: 211-232.
- Round E. F., Crawford M. R. ve Mann G. D., 1990. The Diatoms Biology & Morphology of the Genera. Cambridge University Press.
- Sarmiento L. J. ve Gruber N., 2006. Ocean Biogeochemical Dynamics. 07 Haziran 2010, <http://press.princeton.edu/titles/8223.html>.
- Solórzano L. ve Sharp J. H., 1980. Determination of Total Dissolved Phosphorus and Particulate Phosphorus in the Natural Waters. *Limnol. Oceanogr.*, 25(4): 754-754.
- Sorensen G., 2009. The Role of the Virus-Phytoplankton System in Marine Biogeochemical Cycling: Possible Impacts of Climate Change. *The Plymouth Student Scientist*, 2 (2): 289-302.
- Sterner W. R. ve Hessen D. O., 1994. Algal Nutrient Limitation and the Nutrition of Aquatic Herbivores. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 25: 1-29.
- Sterner W. R. ve Elser J. J., 2002. Ecological Stoichiometry: The Biology of Elements from Molecules to the Biosphere. Princeton Press ISBN 0-691-07491- 7. 08 Mayıs 2010, [http://books.google.com/books/princeton?id=MiYA5OIKMIEC&printsec=frontcover&source=gbs\\_v2\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com/books/princeton?id=MiYA5OIKMIEC&printsec=frontcover&source=gbs_v2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false).
- Sterner W. R., Andersen T., Elser J. J., Hessen D. O., Hood J. M., McCauley E. Ve Urabe J., 2008. Scale-dependent Carbon : Nitrogen : Phosphorus Seston Stoichiometry in Marine and Freshwaters. *Limnol. Oceanogr.*, 53(3): 1169-1180.
- Tan S., Gür E.ve Ekinçi N., 2008. Ekonomik, Kültürel ve Sosyal Değerlerle Lapseki. *Lapseki Değerleri Sempozyumu 2008*.

- Taylor D., Nixon S., Grander S. ve Buckley B., 1995. Nutrient Limitation and the Eutrophication of Coastal Lagoons. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 127: 235-244.
- Tilman D., 1977. Resource Competition Between Planktonik Algae: an Experimental and Theoretical Approach. *Ecology*, 58: 338-348.
- Walve J. ve Larsson U., 2010. Seasonal changes in Baltic Sea seston stoichiometry: the influence of diazotrophic cyanobacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 407: 13-25.
- Wollast R., 1981. Interactions Between Major Biogeochemical Cycles in Marine Ecosystems. Chapter 8. Some Perspectives of the Major Biogeochemical Cycles, Edited by Likens E. G.
- Yılmaz A., 2001. Türkiye Denizlerinin Biyojeokimyası: Dağılımlar ve Dönüşümler. *Turkish J. Eng. Env. Sci.* 26, 219-235.
- Zhiliang S., Qun L., Yulin W. ve Yun Y., 2006. Nutrient Structure of Seawater and Ecological Responses in Jiaozhou Bay, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 69: 299-307.



## ÇİZELGELER

	<b>Sayfa no</b>
Çizelge 1. Çalışma süresi boyunca ölçülen sıcaklık değerleri ( <sup>0</sup> C).....	18
Çizelge 2. Çalışma süresi boyunca ölçülen pH değerleri.....	19
Çizelge 3. Çalışma süresi boyunca ölçülen Secchi disk derinliği değerleri (m).....	20
Çizelge 4. Çalışma süresi boyunca ölçülen tuzluluk değerleri (‰).....	21

## ŞEKİLLER

### Sayfa no

Şekil 1. Çalışma alanının yeri ve alandaki başlıca arazi kullanım özellikleri.....	12
Şekil 2. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen amonyum yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=3).....	22
Şekil 3. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen nitrat yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=3).....	23
Şekil 4. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen orto-fosfat yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=3).....	24
Şekil 5. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen toplam fosfor yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=3).....	25
Şekil 6. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen silikat yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=3).....	26
Şekil 7. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PC yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=2).....	27
Şekil 8. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PN yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=2).....	28
Şekil 9. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PP yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=2).....	29
Şekil 10. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PC:PN oranı değerlerinin mevsimsel değişimi (ort. $\pm$ std. hata, n=2).....	30
Şekil 11. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PC:PP molar oranındaki mevsimsel değişim (ort. $\pm$ std. hata, n=2).....	31
Şekil 12. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen PN:PP molar oranındaki mevsimsel değişim (ort. $\pm$ std. hata, n=2).....	32

Şekil 13. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen klorofil *a* yoğunluğunun mevsimsel değişimi (ort.  $\pm$  std. hata, n=3).....33



## **ÖZGEÇMİŞ**

### **KİŞİSEL BİLGİLER**

Doğum Tarihi: 27/02/1986

Doğum Yeri: İstanbul

### **EĞİTİM DURUMU**

Lisans: 2004 – 2008 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biyoloji Bölümü

Yüksek Lisans: 2008 - 2011 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji ABD.

### **BİLİMSEL FAALİYETLERİ**

Yayınlar: Koçum E. ve Sütçü A., (2010). Kıyusal bölge fitoplankton biyokütle büyüklük yapısı ile besinler arasındaki ilişkinin araştırılması. Ekoloji 2010 Sempozyumu 5-7 Mayıs 2010 Aksaray Üniversitesi. Özet Kitabı s. 217.

Görev aldığı Projeler: Yardımcı Araştırmacı. Kıyusal bölge fitoplankton biyokütle büyüklük yapısı ile besinler arasındaki ilişkinin araştırılması ÇOMÜ BAP 2009/56.

### **İŞ DENEYİMİ**

Celtis İlaç Medikal Departman (2011-).



