

**KARAMENDERES ÇAYI İÇERİSİNDE NUTRIENT
YOĞUNLUĞU VE PLANKTONİK BİRİNCİL
ÜRETİCİLERİN BİYOKÜTLESEL
DEĞİŞİMLERİNİN İZLENİLMESİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı**

Fusun AKGÜL

Yrd. Doç. Dr. Esra KOÇUM

**Haziran, 2006
ÇANAKKALE**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Fusun AKGÜL tarafından, Yrd. Doç. Dr. Esra KOÇUM yönetiminde hazırlanan “Karamenderes Çayı İçerisinde Nutrient Yoğunluğu ve Planktonik Birincil Üreticilerin Biyokütle ve Değişimlerinin İncelenmesi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....

Yönetici

.....

Jüri Üyesi

.....

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL

Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalıřmam sűresince her konuda yardımlarını esirgemeyen danıřmanım Yrd. Doç. Dr. Esra Koum'a, arazi çalıřmalarımda yardımcı olan Kumkale Belediyesi çalıřanlarınA, harita çizimini gerçekleřtiren coėrafya bűlűmű arařtırma gűrevlisi Dr. A. Evren Erginay'a, maddi ve manevi destekleri için aileme teőekkűr ederim.

Fűsun AKGŪL

SİMGELER ve KISALTMALAR

DSİ	:	Devlet Su İşleri
DiE	:	Devlet İstatistik Enstitüsü
OECD	:	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı)
EPA	:	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
UNESCO	:	United Nations Educational Scientific and of Cultural Organisation (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
ÇED	:	Çevresel Etki Değerlendirme Raporu
DAP	:	Diamonyum Fosfat
SKKY	:	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
NO₃⁻	:	Nitrat İyonu
NO₂⁻	:	Nitrit İyonu
CO₃²⁻	:	Karbonat İyonu
HCO₃⁻	:	Bikarbonat İyonu
CaCO₃	:	Kalsiyum Karbonat İyonu
SO₄²⁻	:	Sülfat İyonu
NH₄⁺	:	Amonyum İyonu
PO₄³⁻	:	Fosfat İyonu
HCl	:	Hidroklorik asit
Ca²⁺	:	Kalsiyum İyonu
K⁺	:	Potasyum İyonu
Mg²⁺	:	Magnezyum İyonu
Na⁺	:	Sodyum İyonu
Cl⁻	:	Klor İyonu
N	:	Azot
Si	:	Silisyum
P	:	Fosfor
nm	:	Nanometre
cal/cm²/dk	:	Güneşlenme Şiddeti Birimi
v	:	Hacim
PET	:	Polietilen
GF/F	:	Cam Fiber Filtre
µmol	:	Mikromol
µM	:	Mikromolar
TON	:	Toplam Yükseltgenmiş Azot
Rpm	:	Round Per Minute (Dakikadaki dönme sayısı)
n	:	Örneklem Büyüklüğü

KARAMENDERES ÇAYI İÇERİSİNDE NUTRIENT YOĞUNLUĞU VE PLANKTONİK BİRİNCİL ÜRETİCİLERİN BİYOKÜTLESEL DEĞİŞİMLERİNİN İZLENİLMESİ

ÖZET

Çanakkale bölgesinde bulunan en büyük akarsulardan birisi olan Karamenderes Çayı, Çanakkale Boğazı'nın güneyinde Marmara Denizi'ne dökülür. Çay üzerinde bulunan baraj ve sulama kanalları ile çayın doğal akış rejimi bozulmuştur. Çayın drenaj havzası içerisinde bulunan tarım alanlarında suni gübre ve pestisit kullanımı yaygındır. Bu durum ise çay suyuna drenaj ile karışan mineral besin (nutrient) ve pestisit miktarının artmasına yol açabilir.

Bu yüksek lisans tezi araştırma çalışmasının başlıca amacı bu ekosistemin trofik durumu ve buna bağlı olarak da geleceği hakkında bilgi sağlayacak verilerin toplanılması ve restorasyon, koruma türü faaliyetler için gerekli temelin oluşturması amaçlanmıştır.

Bu amaçla 2004 Mayıs ile 2005 Mayıs tarihleri arasında Karamenderes Çayı üzerindeki üç örnekleme noktasından aylık periyotlarla su ve sediment örnekleri toplanmış, su örneklerinde sıcaklık, pH, toplam katı madde (TS) içeriği, amonyum, nitrat, nitrit, fosfat, silikat iyonları ile klorofil *a* ve feofitin pigment miktarları ve fitoplankton kompozisyonundaki değişimler izlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karamenderes Çayı, mineral besin elementleri, klorofil *a*, Çanakkale.

Hazırlanan bu Yüksek Lisans **Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu** tarafından **2005/88** no'lu projeden desteklenmiştir.

MONITORING OF NUTRIENT CONCENTRATIONS AND CHANGES IN BIOMASS OF PLANKTONIC PRIMARY PRODUCERS IN KARAMENDERES STREAM

ABSTRACT

Karamenderes is one of the large streams in the region and discharges into Marmara Sea in southern part of the Çanakkale Strait. The natural hydrological regime of the stream is altered by the presence of a dam and irrigation canals on the stream. There is an intense application of artificial fertilizers and pesticides in the agricultural areas situated in the drainage area of the stream. This may lead to an increase in the amount of nutrients and pesticides running into the stream.

The main goal of the presented work is to provide data on the present situation of this ecosystem to predict its future and form a basis for any conservation and restoration work in the future.

In order to achieve this goal, monthly water and sediment samples were collected from three different sampling points on Karamenderes Stream between May, 2004 and May, 2005. Temperature, pH, total solids (TS) content, ammonium, nitrate, nitrite, phosphate, silicate, chlorophyll *a* and phaeophytin concentrations, and phytoplankton composition in water samples were monitored.

Keywords: Karamenderes Stream, nutrient, chlorophyll *a*, Çanakkale.

The present M.Sc. thesis was supported by **Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu** under the project contract no **2005/88**.

İÇERİK

Sayfa

TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Akarsu Ekosistemleri ve Kirlilik	4
1.2. Çalışma Bölgesinde ve Çalışma Konusunda Yapılan Önceki Çalışmalar	7
BÖLÜM 2. MATERYAL VE YÖNTEM	13
2.1. Çalışma Bölgesinin Tanımı	13
2.2. Örneklemenin Yapılması	17
2.3. Fiziksel Ölçümler	19
2.3.1. Sıcaklık Ölçümü	19
2.3.2. pH Ölçümü	19
2.3.3. Toplam Katı Madde Miktarı Ölçümü	19
2.3.4. Tuzluluk Ölçümü	19
2.4. Mineral Besin (nutrient) Miktarlarının Ölçümü	20
2.4.1. Amonyum İyonu Miktarı Ölçümü	20
2.4.2. Nitrit İyonu Miktarı Ölçümü	20
2.4.3. Nitrat İyonu Miktarı Ölçümü	20
2.4.4. Orto-Fosfat İyonu Miktarı Ölçümü	21
2.4.5. Silikat İyonu Miktarı Ölçümü	21
2.4.6. Biyokütle Ölçümü	21
2.4.7. Pigment oranlarının hesaplanması	22
2.5. Nitel Taksonomik İnceleme	22
2.6. İstatistiksel Analiz	22

BÖLÜM 3. BULGULAR	23
3.1. Fiziksel Ölçüm Sonuçları	23
3.1.1. Sıcaklık Ölçümü Sonuçları	23
3.1.2. pH Ölçümü Sonuçları	24
3.1.3. Toplam Katı Madde Miktarı Ölçümü Sonuçları	25
3.2. Mineral Besin Elementi Ölçümü Sonuçları	26
3.2.1. Amonyum İyonu Miktarı Ölçümü Sonuçları	26
3.2.2. Nitrit İyonu Miktarı Ölçümü Sonuçları	26
3.2.3. Nitrat İyonu Miktarı Ölçümü Sonuçları	26
3.2.4. Orto-fosfat İyonu Miktarı Ölçümü Sonuçları	27
3.2.5. Silikat İyonu Miktarı Ölçümü Sonuçları	27
3.2.6. Klorofil <i>a</i> Miktarı Ölçümü Sonuçları	27
3.2.7. Feofitin Miktarı Ölçümü Sonuçları	28
3.2.8. Pigment Oranları	28
3.2.9. Nitel Taksonomik İnceleme Sonuçları	36
BÖLÜM 4. TARTIŞMA	39
KAYNAKLAR	46
Tablolar	I
Şekiller	II
Özgeçmiş	III

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Yerküre yüzey alanı toplamının %71'inden fazlasını sular oluşturur. Bu suyun %97'si okyanuslarda bulunur. Geriye kalan %3'lük su rezervinin büyük bir kısmı ise donmuş halde buzullar içerisinde ve yer altında, çıkarılması ekonomik açıdan zor olan derinliklerde bulunurken yalnızca %0,003'lük kısmı ulaşılabilir durumdadır. Kullanılabilir halde tatlı su gölleri, akarsu ve yer altı sularında bulunan suyun bu denli az olması ise karasal yaşamın varlığı ve devamlılığı üzerindeki öneminin altını bir kez daha çizmektedir (Mason, 1996).

Gerçekte var olan tatlı su kaynağı potansiyel toplamdan daha küçüktür, çünkü yağış rejimi dünya üzerinde eşit bir dağılım göstermediği gibi insan nüfusunun dağılımı tatlı su bulunurluğu ile orantılı değildir ve en önemlisi var olan su kaynakları artan bir hızla kirlenmektedir (Wetzel 2001). Küresel tatlı su kaynaklarında bir artış olmamasına ve hali hazırda var olan kaynakların kirlenme nedeniyle kullanılamaz hale gelmesine karşın temiz suya olan gereksinim her geçen gün artmaktadır. 6 milyar dolayındaki dünya nüfusu erişilebilir tatlı suyun %54'ünü kullanmaktadır. 2025 yılında bu oranın %70'e yükseleceği tahmin edilmektedir ki bu 2,7 milyarın üzerindeki kişinin yeterli su bulamayacağı anlamına gelmektedir (<http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/chap1.pdf>). Küresel olarak toplam tatlı su kullanımının %69'u tarımsal, %23'ü endüstriyel ve %8'i evsel amaçlı olarak gerçekleşmektedir. Bu küresel ortalamalar bölgesel olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Afrika'da su kullanımının %88'i tarımsal, %7'si evsel ve %5'i endüstriyel iken Avrupa'daki su kullanımının büyük bir bölümü endüstriyel (%53) olup tarımsal ve evsel kullanım sırasıyla toplamın %33 ve %13'ünü oluşturmaktadır (<http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/chap1.pdf>). Tatlı suya olan gereksinimin artmasının tek nedeni insan nüfusundaki artış değildir. Aynı zamanda teknolojiye gelişimin üretim ve tüketime yansısıyla gerçekleşen kişi başına düşen su kullanımındaki yükselme de önemli bir nedendir. Üretim ve tüketimdeki artış su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Endüstri her yıl

300-500 milyon ton arasında ağır metal, çözücü, toksik atık çamur ve diğer atık üretmektedir. Organik ham madde kullanan endüstri çeşitleri organik kirlilikte büyük pay sahibi olup en önemli organik kirletici kaynağı gıda üretimine dayalı sanayidir. Gıda sektörünün sudaki organik kirlenmeye katkısı gelişmiş ülkelerde %40 olup gelişmekte olan ülkelerde bu oran %54'e yükselmektedir. Dünyada üretilen toplam zararlı atığın %80'i ABD ve diğer endüstriyel ülkelerde gerçekleşmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde endüstriyel atıkların %70'i arıtılmadan doğaya bırakılmakta ve kullanılabilir su kaynaklarını kirletmektedir. Her gün 2 milyon ton insan kaynaklı atık akarsulara bırakılmaktadır. ABD'de bulunan akarsu ekosistemlerinin %40'ı mineral besin, metal veya tarımsal atıklar nedeniyle hidroelektrik santral kurulmasına uygun değildir. Avrupa'daki 55 nehirden yalnızca 5 tanesi kirlenmemiş durumdadır. Asya'da şehirlerin içerisinden akıp geçen tüm nehirler yoğun şekilde kirlenmiştir. Dünya üzerindeki 227 büyük nehrin %60'ı barajlar, kanallar ve yataklarının değiştirilmesi nedeniyle bölünmüş durumdadır (http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/protecting_ecosystems.shtml).

Türkiye'de yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 643 mm olup bu miktar yılda ortalama 501 milyar m³ suya karşılık gelmektedir. Bu suyun 274 milyar m³'lük kısmı toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³'lük kısmı yer altı suyunu beslemekte, 158 milyar m³'lük kısmı ise çeşitli büyüklükteki akarsular aracılığıyla deniz ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yer altı suyunu besleyen 69 milyar m³'lük suyun 28 milyar m³'ü pınarlar vasıtasıyla yer üstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca yılda ortalama 7 milyar m³ su komşu ülkelere gelmektedir. Böylece ülkemizin brüt yer üstü suyu potansiyeli 193 milyar m³ olmaktadır. Yer altı suyunu besleyen 41 milyar m³ de dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³ olarak hesaplanmıştır. Bundan başka pek çok akarsuyumuzun üzerinde baraj bulunmaktadır. DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye alınmış baraj sayısı 544 olup, diğer kuruluşlarca yapılan 11 adet baraj da ilave edilince, Türkiye'deki baraj sayısı 555 adete ulaşmaktadır. Barajların toplam su tutma kapasitesi ise 139,5 km³'tür (<http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>).

Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yer üstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere yılda ortalama toplam 98 milyar m³, 14 milyar m³ olarak belirlenen yer altı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yer üstü ve yer altı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olmaktadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı ise 1500 m³ civarındadır. Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1000 m³ /yıl civarında olacağı söylenebilir. Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörler de düşünüldüğünde su kaynaklarını bekleyen tehlikeleri tahmin etmek mümkündür (<http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>).

Ülkemizde nehir ve dereler tarafından denize taşınan en önemli kirletici tipi tarımsal kirleticilerdir. Tütün ve ayçekirdeği üretiminin %90'ı, pamuk ve mısır üretiminin %80'i ve pirinç üretiminin ise %70'i kıyısal bölgelerde gerçekleşmektedir (OECD, 1992). 2004 yılı Belediye Kanalizasyon İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre, Türkiye'deki 1911 belediyeden 1421'ine kanalizasyon şebekesi ile hizmet verildiği tespit edilmiştir. Kanalizasyon hizmeti veren belediyeler tarafından, 2004 yılı itibarıyla 2,77 milyar m³ atık suyun %47'si akarsuya, %39,3'ü denize, %4,2'si baraja, %1,9'u göl-gölete, %1,3'ü araziye ve %6,3'ü diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. Kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen 2,77 milyar m³ atık suyun 1,68 milyar m³'ü atık su arıtma tesislerinde arıtılmıştır. Arıtılan atık suyun %58,5'ine biyolojik, %28,3'üne fiziksel ve %13,2'sine gelişmiş arıtma uygulanmıştır (http://www.die.gov.tr/TURKISH/SONIST/CEVRE/atik_su/k_291205.xls).

Su kaynaklarının durumu ile ilgili bu gerçekler doğal tatlı su kaynaklarına verdiğimiz değeri, onları kullanma ve yönetme şeklimizi yeniden değerlendirme konusunda bir uyarı niteliği taşımaktadır.

1.1. Akarsu Ekosistemleri ve Kirlilik

Nehirler insan kültürünün bir parçasıdır. Binlerce yıldan bu yana insanlar nehir kenarlarında yerleşimler oluşturmuş ve bir yerleşim yerinden diğerine gitmek, un değirmenleri ve diğer makineleri çalıştıracak enerjiyi, içme ve sulama suyunu elde etmek amacıyla nehirleri kullanmışlardır. İnsanoğlunun nehirler üzerindeki en büyük etkisi kuşkusuz kirliliktir. Tarihin ilk dönemlerinden beri insanlar atıklarını akarsulara bırakmaktadırlar. Nehirlerin maruz kaldıkları kirlilik miktarının en yüksek seviyeye ulaşması ise endüstriyel devrim sonrasında gerçekleşmiştir. Nehirlerde kirliliğe neden olan unsurlar, kanalizasyon suları, endüstriyel atık sular, petrol, pestisit maddeler, tarımsal gübreler, katı atıklar, deterjanlar, çok miktarda sıcak su (termal kirlilik), hayvan çiftliklerinden gelen atıklar ve bitkisel atıklar olmak üzere gruplandırılabilir (http://www.yptenc.org.uk/docs/factsheets/env_facts/river.html).

Akarsu ekosistemleri karalardan denizlere madde taşımadaki rolleri nedeniyle karasal ortamın fonksiyonel yapısında son halka olarak kabul edilebilirler. Kapladıkları toplam yüzey alanı çok küçük olmakla birlikte havzalarında gerçekleşen birçok işlev için iyi birer gösterge (indikatör) rolü oynarlar. İnsanların akarsuları taşıma, sulama, içme suyu eldesinden enerji üretmeye kadar çeşitlilik gösteren amaçlarla yoğun şekilde kullanmaları biyoçeşitlilik bakımından zengin bu ekosistemlerin işleyiş ve yapısını bozulma tehlikesi altına sokmuştur. Bu tehlike hem biyoçeşitliliği hem de insanların bu ekosistemlerden elde ettikleri yararları tehdit eder hale gelmiştir.

Akarsu ekosistemlerinin sağlıklı yapı ve fonksiyonunun devamlılığı büyük oranda evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar gibi dış faktörlere bağlıdır. Modern, yüksek verimlilik elde edilen tarım ürünleri gübre ve pestisit kullanımını gerektirmektedir. Bu maddelerin aşırı kullanımı, hayvan çiftliklerinden kaynaklanan atık sular ve toprak erozyonu, tarımı akarsu kaynakları üzerinde çok önemli bir kirlenme kaynağı haline getirmiştir (Bellos ve ark., 2004). Bunların dışında akarsu havzalarındaki yine insan kaynaklı aktivitelerden olan ormanların yok edilmesi ve kentleşme akarsularca taşınan madde miktarını ve hızını değiştirmektedir. Akarsu ekosistemlerini etkileyen bir başka etmen ise barajların ve sulama kanallarının varlığı

nedeniyle akarsu akış rejiminde oluşan değişimlerdir. Bu değişimler de akarsuya olan madde taşınımını değiştirerek etkisini gösterir. Baraj yapmada temel hedef, akarsular gibi doğanın en dinamik ve üretken sistemlerini dizginleyerek, onlardan sulama, içme suyu ve enerji gibi gerekçelerle en yüksek yararı elde etmektir. Ancak, baraj kapaklarının belli dönemlerde açılıp göletteki suyun akarsu yatağına boşaltılmasıyla birlikte akarsuyun akış rejimi değişir. Akarsu akış hızındaki bu değişim de akarsuyun flora ve faunası ile fiziksel özelliklerini de yakından etkiler. Özellikle su kaynakları kısıtlı olan kapalı havzalardaki akarsularda inşa edilen barajlar, suyu havzanın yüksek noktalarında tutarak suni göl etkisi yaratır ve havzanın aşağı kesimlerine olan su akışını azaltır. Bu durumda, havzanın orta kesimindeki yer altı suları aşırı derecede azalır ve bazı durumlarda havzalardaki göller tümüyle kuruyabilir. Bundan başka; barajlar, akarsu deltalarının verimsizleşmesine neden olur. Baraj yapımı nedeniyle akarsular, kıyılardaki deltalarına tortu taşıyamaz, tortulara bağlı olarak taşınan besin maddeleri barajlarda tutulduğu için deltalarındaki ve denizlerdeki canlılara ulaşamaz ve deltaların kıyıları zamanla denizlere teslim olur. Barajların başka bir olumsuz etkisi ise; türlerin ve doğal yaşam ortamlarının yok olmasına neden olmalarıdır. Her baraj, yapısı, konumu ve boyutlarına göre değişen oranda, akarsuyun doğal akış ve yapısını değiştirir. Bu durum, su kalitesinin bozulması, canlıların yaşam alanlarının tehlike altına girmesi ve pek çok canlı türünün bu nedenle yok olması gibi bir dizi ciddi soruna neden olur. (<http://www.dogadernegi.org/dogabulten/3/index.php?sayfa=11>).

Tarım, sanayi, kentleşme gibi insan faaliyetleri diğer ekosistemleri olduğu gibi sucul olanları da etkilemektedir. Bu etkilerin en önemlilerinden birisi sucul ekosistemlerin azot ve fosforlu mineral besinlerce zenginleştirilmesidir. Bu zenginleşmenin başlıca sorumlusu ise evsel ve tarımsal kullanımdan kaynaklanan atık sulardır. Su kaynaklarına karışan azot miktarındaki artışın başlıca kaynağı tarım alanlarına uygulanan gübrelerde yer alan ve topraktan aşınıp su kaynaklarına karışan azot ile atmosferden gerçekleşen girdidir (Nedwell ve ark., 1999). Fosfor kaynağı ise yine tarımsal gübreler ve deterjan taşıyan atık sulardır. Kendilerine ulaşan azot ve fosfor taşıyan atıkların miktarlarının artmasıyla akarsular mineral besin bakımından zenginleşmektedirler. Bu durum ise; Avrupa Birliği Kentsel Atık Su

Yönetmeliği'nde "suyun, alg ve daha yüksek bitki gelişimini hızlandırıp sudaki mevcut canlıların dengesini ve su kalitesini bozan özellikle azot ve fosforlu mineral besinlerce zenginleşmesi" şeklinde tanımlanan ötrofikasyon oluşumuna yol açmaktadır (<http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-nitrates/eutrophication.pdf>). Bu çevresel sorunun önemi coğrafi bakımdan yaygın olmasının yanı sıra, biyoçeşitlilikteki azalma ve tür kompozisyonundaki değişimler gibi sonuçlarından ve zararlı alglerin sayılarındaki aşırı artış, su ve sedimentte anoksia oluşumu, balık ölümleri gibi daha belirgin sorunlardan kaynaklanmaktadır.

Küresel iklim değişimi ile birlikte sucul ekosistemlerin mineral besin elementleri (nutrient) bakımından zenginleşmesi sorunu gittikçe artan şekilde ilgi çekmektedir (Loeuille ve Loreau, 2004). Bu durum su kaynaklarını üzerinde önemli etkiye sahip olup yol açtığı ekonomik kayıplar ciddi boyutlara ulaşabilir (Parr ve Mason, 2004). Son otuz yıldır kıyısız ekosistem çalışmalarının ana odak noktası bu ortamların insan kaynaklı mineral besinlerce zenginleşmesinin kıyısız ekosistemlerin yapı ve fonksiyonlarında ne gibi değişimlere neden olacağı sorusudur (Cloern, 2001). Karadan taşıdıkları maddeler aracılığı ile kıyısız ekosistemlerin mineral besinlerce zenginleşmesinde rol oynayan akarsular ve akarsulara karışan mineral besin miktarları üzerinde etkili olan akarsu havzaları içerisindeki işlevlerin anlaşılması bu sorunun yanıtlanmasına katkı sağlayacaktır.

Göller, rezervuarlar ve estuarin ortamlar için azot ve fosforun yüksek fitoplankton biyokütlesi oluşumuna ve bundan doğacak sorunlara (ötrofikasyon) yol açtıkları iyi bilinen bir gerçektir (Schindler, 1978'e göre Caraco ve ark., 2006). Yüksek miktarda azot ve fosfor yüküne sahip olan büyük nehirler ise fitoplankton biyokütlesindeki artışa ve bundan doğacak sonuçlara karşı güçlü bir direnç gösterirler (Caraco ve ark., 2006). Bu direncin sebebi, kısa konaklama süresine bağlı adveksiyon (Wetzel, 2001), suyun iyi bir şekilde karışmasından dolayı bentik canlılarca gerçekleştirilen tüketim (Sullivan ve ark., 1991'e göre Caraco ve ark., 2006) ve yine karışımdan dolayı oluşan bulanık koşulların ışığı sınırlayıcı hale getirmesi (Cole ve ark., 1992'ye göre Caraco, 2006) gibi nedenlerden dolayı fitoplankton biyokütlesinin sorun oluşturabilecek düzeylere ulaşmamasıdır. Bu

nedenden dolayı akarsu ekosistemlerinde fitoplankton biyokütlesinin düzenlenmesi ve bu kütledeki artışın meydana getireceği sorunlar hakkında az sayıda çalışma bulunmaktadır (Smith, 2003'e göre Caraco ve ark., 2006). Ancak nehirlerin ötrofikasyona karşı dirençli oldukları şeklindeki görüş bazı nehir ekosistemlerinde yüksek biyokütle oluşumunun gözlemlendiği çalışmalar ile evrensel geçerliliğini kaybetmektedir. Bu tez çalışmasında bir yılı kapsayan bir arazi ve laboratuvar çalışması programı ile Çanakkale İli sınırları içerisinde yer alan Karamenderes Çayı'nda planktonik birincil üreticilere ait biyokütle ve mineral besin miktarları eş zamanlı olarak ölçülüp, bu ekosistemin mineral besin miktarlarındaki değişime karşı verdiği tepki birincil üretici biyokütlesindeki değişim şeklinde izlenerek çayın ötrofikasyon potansiyeli araştırılmıştır. Sucul ekosistemlerdeki insan ve doğal kaynaklı bozulmaların etkileri ilk ve en açık şekilde ekosistemdeki madde ve enerji akışının büyük bölümünün gerçekleştiği mikrobiyal besin ağı içerisinde görülür. Mikrobiyal besin ağında yer alan planktonik birincil üreticiler buldukları ortamda gerçekleşen sedimentasyon, ışık ve sıcaklık rejimleri, hidroloji (örn; suyun konaklama süresi), mineral besin ve toksin girdilerindeki değişimlere, karşı hassas göstergelerdir (Paerl ve ark., 2003). Bu nedenle üzerinde çalışılan bir ekosistem içerisinde planktonik birincil üreticilere ait biyokütlenin kendisini etkileyebilecek etmenlerle birlikte ölçümü şeklindeki bir deneysel yaklaşım, ekosistemin trofik durumunun anlaşılması konusunda geçerlilik taşımaktadır.

1.2. Çalışma Bölgesinde ve Çalışma Konusunda Yapılan Önceki Çalışmalar

Kayan (2000); Truva bölgesinde bulunan su kaynakları üzerine yaptığı bir çalışmada, Karamenderes Çayı'nın bölgedeki en önemli yüzey tatlı su kaynağı olduğunu ve taşkın-delta düzlüğüne getirdiği alüvyonla tatlı su tutma kapasitesi oluşturarak su tablası oluşumunu kolaylaştırdığını belirtmiştir. Bölgedeki iki önemli yer altı suyu kaynağından birisinin Karamenderes Çayı'nın güneyinde Pınarbaşı'na yakın, bir diğeri de kuzey kısımdaki Düden bölgesinde olduğu da aynı çalışmada belirtilmiştir.

Tuncer ve Erdemir (2001) Dünya Kùltür Mirası Listesi'nde bulunan Troya'nın geleceği üzerine yaptıkları değerlendirmede Karamenderes kenarında bulunan tarlalarda kullanılan herbisitlerin çay suyuna karışmasının ve bu şekilde kontamine olan suyun daha sonra sulamada kullanılmasının bölgede önemli bir çevre sorunu olduğunu belirtmişlerdir.

Şener ve ark. (2002); Ezine ve Lapseki ilçelerinin sulama suyu kalitesini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada Karamenderes ayı'nın Ezine'ye yakın kısımları ve Dümrek kolu üzerindeki noktalardan baraj, çay ve çiftçilerin kullandığı sulama sularından aldıkları örneklerin içerisindeki NO_3^- , NO_2^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} ve Mg^{2+} miktarlarını La Motte Smart tipi bir kolorimetre ile ölçerek, yüzeysel suların kimyasal açıdan yer altı sularından daha kaliteli olduğunu belirlemişlerdir.

Wolkersdorfer ve ark. (2003); Truva bölgesinde yapmış oldukları çalışmada, bölgede bulunan yüzey ve yer altı sularından 131 adet örnek toplayarak bunların 44 tanesinin üzerinde iz miktar element ve başlıca içme suyu parametresi analizlerini yapmışlardır. Analiz ettikleri örnekler içerisinde en yüksek nitrat miktarının 330 mg/L olduğunu, ayrıca inceledikleri su örnekleri içerisindeki arsenik miktarının da Avrupa Birliği içme suyu standartlarına (10 $\mu\text{g/L}$) göre yüksek düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Kavdır ve ark. (2004); Karamenderes ayı havzası içerisinde yer alan ve önemli bir tarım alanı olan Kumkale Ovası'nda toprak gerilim direnci ve agregat stabilitesi üzerinde; toprak kil içeriğinin, organik karbon miktarının ve arazi kullanım şeklinin etkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada regresyon analizi kullanarak toprak gerilim direnci ile kil içerikleri arasında pozitif doğrusal ilişki bulmuşlar ve bu ilişkinin kuvvetinin toprak organik madde miktarı ile birlikte arttığını ve otlatma sahalarının tarım arazilerinden daha yüksek toprak stabilitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca tarımsal gübre kullanımının topraktaki kalsiyum miktarını arttırdığını ortaya koymuşlardır.

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

Kazancı ve Dügel (2000) Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde bulunan Yuvarlakçay'ın su kalitesinin değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında suyun sıcaklık, pH, elektriksel geçirgenlik, çözülmüş oksijen, nitrat, nitrit, fosfat, amonyum, kalsiyum, magnezyum gibi fiziko kimyasal özellikleri ile birlikte bentik büyük omurgasızlarının çeşitliliği, sıklığı, baskınlık ve yoğunluğu birlikte ölçülerek ülkemizde bu konuda bir ilkin oluşturulduğu belirtilmiştir. Ölçülen parametreler cinsinden suda sürekli, hafif ve orta derece organik kirlilik tespit etmişlerdir.

Philips ve ark. (2000); Florida'nın en büyük nehri olan St. Johns'ta yapmış oldukları çalışmada, mineral besin ve organik madde bakımından zengin olan bu nehirde fitoplankton miktarının ışık tarafından sınırlanmasını araştırarak, mineral besin ve çözülmüş organik maddenin ışığı emmesi ile oluşan koşullarda fitoplanktonun yüksek mineral besin miktarlarına rağmen gelişemediğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca nehir suyunun renginde çözülmüş organik madde miktarındaki değişimlerin neden olduğu zamana bağlı varyasyon ile fitoplankton miktarındaki varyasyon arasında güçlü bir korelasyonun varlığını ortaya koymuşlardır.

Taşdemir ve Göksu (2001) Hatay bölgesinin en önemli su kaynaklarından birisi olan Asi Nehri'nin bazı su kalite özelliklerinin düzeyinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında 1 yıl boyunca aylık olarak 12 kez örnekleme yaparak çözülmüş oksijen, pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, kimyasal oksijen ihtiyacı, amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat, katı madde, toplam sertlik, silikat miktarlarını ölçmüşlerdir. Sonuçta Asi Nehri'nin az kirli su sınıfında, olası kirlenme tehdidi altında olduğunu belirtmişlerdir.

O'Farrell ve ark. (2002); Lujan Nehri (Arjantin) içerisinde nehir fitoplanktonu ve çeşitli fiziksel, kimyasal değişkenleri ölçmüşler ve *Selenastrum capricornutum* üyelerini kullanarak biyolojik tayin (bioassay) yapmışlardır. Buna göre nehir su

kalitesi özelliklerine göre üç ayrı bölgeye ayırarak fitoplanktonun nehirlerde, ötrofikasyon, nehir yönetimi, havza içerisindeki arazi kullanımındaki değişimler ile ilgili uzun dönemli değişimlerin belirlenmesinde işe yarar bir araç olduğunu ortaya koymuşlardır.

Heiskary ve Markus (2001) Minnesota (ABD) bulunan değişen büyüklükteki beş nehirde mineral besin yoğunlukları ile fitoplankton yoğunluğu, kompozisyonu ve arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında bu değişkenlerin arasında önemli düzeyde ilişki bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Sellers ve Bukaveckas (2003); büyük ve akış hızı düzenlenmiş bir nehir olan Ohio Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada fitoplankton birincil üretiminin hidrolojik işlevler ile eşleşmiş olan optik dinamiklerce kontrol edildiğini belirterek, nehrin durumu, debisi ve nehir yatağı jeomorfometrisi gibi parametreleri kullanarak fitoplanktonun nehirden geçişi sırasında maruz kaldığı ışık koşullarını modellemişlerdir. Oluşturulan modelle elde edilen sonuçların ölçülerek elde edilen klorofil değerleri ile uyum gösterdiğini bunun da biyokütle gelişiminin ışık varlığı ve fitoplanktonun nehirden geçiş süresi tarafından sınırlandırıldığı şeklindeki hipotezi desteklediğini ortaya koymuşlardır. Çalışmada ayrıca geçmişte limnoloji çalışmalarında baskın görüş olan nehir fitoplanktonunun önemli olmadığı şeklindeki görüşün güncel araştırmalar sonucunda tartışılmaya başlandığı ve fitoplanktonik üretiminin hem miktar olarak önemi hem de nehir ikincil üretiminde alokton organik maddeye göre besinsel olarak daha nitelikli bir organik madde kaynağı olduğu da belirtilmiştir.

Nijboer ve Verdonschot (2004); çay ve nehir ekosistemleri üzerinde ötrofikasyonun etkilerinin modellenmesinde kullanılacak değişkenlerin seçimi üzerine yaptıkları literatür taraması sonucunda çaya giren inorganik besin miktarları, bunların sistem içerisindeki biyolojik alımları, taşınımları ve biyolojik komünite üzerindeki etkileri gibi değişkenlerin önemini ve ayrıca akarsuyun bölgesel özelliklerinin ve çayın ötrofikasyona karşı olan hassasiyetinin de modele dahil edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Bellos ve ark. (2004); Pinios Nehri ve kollarında mineral besin maddelerinin yoğunluğu üzerinde insan aktivitelerinin etkisini araştırdıkları 3 yıl süreli çalışmalarında yaz mevsiminde su akışındaki yavaşlamanın mineral besin yoğunluklarını ve bunun sonucunda ötrofikasyonu, kışın artan yağışla birlikte tarım alanlarından aşınma ile gelen gübrelerin artmasının, sonbaharda ise topraktaki ölü bitkisel atıkların ayrışmasının mineral besin miktarlarının artırdığını gözlemlemişlerdir. Bu gözlemlerinin sonucunda ise tarımsal alanların yönetiminin, kentsel kirliliğin ve havza içerisindeki iklim olaylarının nehir ve kollarındaki suyun kimyasal özelliklerini etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Verap ve ark. (2005); İyidere (Rize-Trabzon)'nin su kalitesini belirlemeye yönelik çalışmalarında pH, bikarbonat, karbondioksit, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, nitrit, amonyum, fosfat, askıda katı madde, alkalinite ölçümleri yaparak Su Kirliliği Yönetmeliği kıta içi yüzey suları kalite standartlarına göre suyun I. sınıf su kalitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Dodds (2006); akarsuların trofik durumu ve ötrofikasyonu üzerine yaptığı bir değerlendirmede birçok doğal akarsuyun heterotrofik olduğunu belirterek akarsuların trofik durumunun ototrofik ve heterotrofik olarak ayrılması gerektiği fikrini ileri sürdükten sonra deneysel çalışmaların, azot ve fosforun akarsulardaki ototrofik durumu düzenleyen en önemli besinler olduğunu ve bentik alg biyokütlesinin brüt birincil üretim ile pozitif korelasyon gösterdiğini ortaya koyduğunu belirtmiştir. Aynı araştırmacı Van Nieuwenhuysse ve Jones (1996)'a göre ılıman kuşak akarsularındaki askıda klorofil ve su kolonu içerisindeki toplam fosfor miktarları arasında pozitif korelasyon bulunduğunu ancak bu araştırmacıların toplam azotu dikkate almadıkları için azot ve fosforun göreceli önemlerinin anlaşılamadığını belirterek, Basu Pick (1996)'e göre Kanada'da üzerinde çalışılan 31 nehirde askıda klorofil ile toplam azot ve toplam fosfor arasında pozitif korelasyon bulunduğunu rapor etmiştir.

Caraco ve ark. (2006); 15 yıllık verileri kullanarak Hudson Nehri (ABD)'nde fitoplankton biyokütlesinin düzenlenmesi konulu çalışmalarında, klorofil miktarında yıllar arasında görülen varyasyonun fosfor ve azot gibi besinler ve hidrolojik akış ile

yakından ilgili olmadığını ve istilacı bir midye türü olan *Dressiana polymorpha* tarafından gerçekleştirilen tüketimin bu varyasyonun %90'ını açıkladığını belirtmişlerdir.

BÖLÜM 2

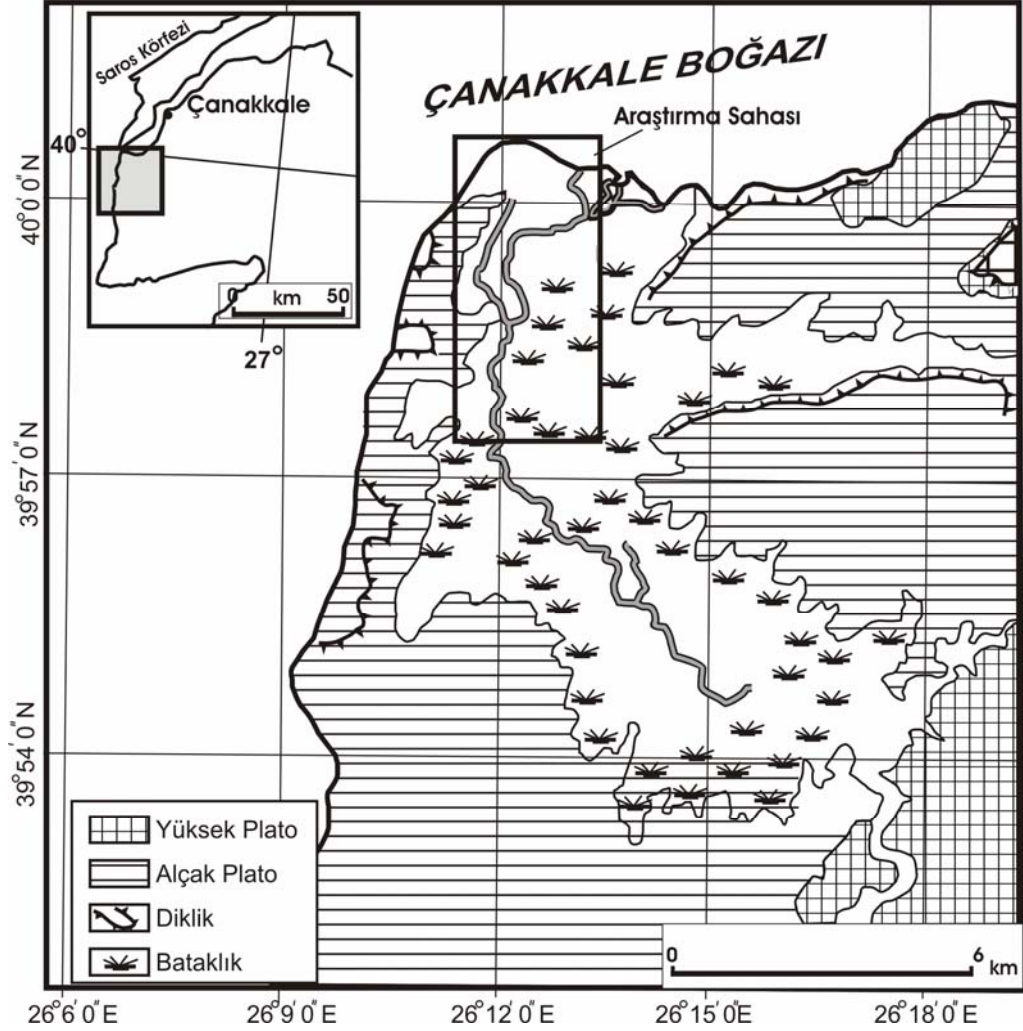
MATERYAL VE YÖNTEM

2.1.Çalışma Bölgesinin Tanımı

Çalışma alanının içerisinde bulunduğu Çanakkale İli'nde, hakim iklim tipi olarak Akdeniz iklim tipinin Marmara iklimi alt kuşağı özellikleri görülür. Bu iklim tipinde yazlar hafif sıcak, kışlar oldukça soğuk geçer. Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu olan Çanakkale Meteoroloji İstasyonu'ndan (26° 25' D, 40° 09' K) elde edilen ve 1929-1998 yılları arasını kapsayan verilere göre yıllık ortalama hava sıcaklığı 14,8 °C'dir. En yüksek sıcaklık 38,8 °C ile Ağustos, en düşük sıcaklık ise -11,5 °C ile Şubat ayına aittir. 1990-2000 yılları arasını kapsayan verilere göre ise; yıllık ortalama hava sıcaklığı 15 °C, en yüksek sıcaklık Temmuz 2000 ayında 37,5 °C, en düşük sıcaklık Şubat 1991 ayında -7 °C olarak kayıtlara geçmiştir. 1990-2000 yılları arasında yıllık yağış ortalaması 591,9 mm olup, aylık yağış ortalamalarına göre en fazla yağış 123,36 mm ile Aralık, en az yağış da 3,8 mm ile Ağustos aylarında gerçekleşmiştir. Bölgede hakim rüzgar yönü Kuzey-Kuzeydoğu olup, yıllık ortalama rüzgar hızı 3,8 m/sn'dir. Çanakkale İli'nde yıllık güneşlenme müddeti ortalama olarak günde 7 saat 18 dakika, günlük ortalama güneşlenme şiddeti ise yıllık ortalamada 369,81 cal/cm²/dk olarak ölçülmüştür. Yukarıdaki veriler Çanakkale Merkez İlçedeki gözlem istasyonundaki son 11 yıllık kayıtlar olup; Çan, Biga, Bayramiç, Gelibolu ve Gökçeada ilçelerinde de meteorolojik ölçümler yapılmaktadır (Anonim, 2002).

Karamenderes Çayı'nın esas doğuş alanı Karaköy (Mudanya)'ün doğusudur. Burada dendritik bir şebeke halinde toplanan küçük kolların birleşmesi ile oluşur ve batıya doğru yönelir (Bilgin, 1969). Bayramiç ilçesine kadar güneydeki Öldüren, Baba, Kaz Dağı ve Dede Dağı'ndan çıkan ve kuzeye doğru akan Şapçı, Sevik, Balıca, Çatak Köy dereleri ile birleşip aynı doğrultuda Ezine Ovası'na ulaşır. Bu bölgede ovanın önemli su kaynaklarından olan Akçin Deresi ile birleşerek kuzeybatı yönünde akar ve vadide menderesler yaparak Kumkale Ovası'na açılır. Kemer Suyu

ve Dümrek Çayı'nı da bünyesine alarak Çanakkale Boğazı'nın güneyinden denize dökülür (Anonim, 1965).



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi yapısını ve örnekleme noktalarının konumunu gösteren harita.

Karamenderes Çayı'nın uzunluğu 110 km olup, çalışma süresi boyunca çayın ortalama akış hızı Elektrik İşleri Etüd İdaresi IV. Hidrometrik Etüt Merkezi'nden alınan verilere göre 0,951 m/sn (Nisan, 2004) ile 0,414 m/sn (Mayıs, 2005) arasında değişim göstermiştir. Akış hızı verilerinin ölçümünün yapıldığı akarsu gözlem istasyonu (26° 19' 40'' D, 39° 50' 01'' K) Ezine-Çanakkale yolu üzerinde Ezine'ye 5

km uzaklıkta Aslan Köprüsü menbasında olup bu çalışma için seçilen örnekleme noktalarının daha üst kısmında bulunmaktadır.

Karamenderes Çayı Bayramiç-Ezine Ovası'ndaki Neojen çökeltilerden çok miktarda ince taneli alüvyon maddeyi toplar. Çayın drenaj havzası jeolojik yapısı Paleozoik ve Mezozoik devirlere ait kristalin yapıdaki kireçtaşı ve serpentin (magnezyum silikat) formasyonları, Tersiyer evreye ait volkanik kayalar ve kalker oluşumları ile karakterize edilir (Bilgin, 1969; Kayan, 1995).

Çay üzerinde bulunan ve 17 Mayıs 1996'da su tutmaya başlayan, 86,50 hm³ su tutma kapasitesindeki Bayramiç Barajı ve buna bağlı gerçekleştirilen sulama kanalları ile çaydaki su akış hızı kontrol edilmektedir (DSİ 25. Bölge Müdürlüğü, Çanakkale). Barajın yapımından önce; periyodik taşkınlar ile doğal su salınımı gerçekleşen Karamenderes Çayı ve doğal yatağı akarsu ekosistemi bütünlüğü içinde olup alan, taşkın ovası özelliğine sahiptir. Baraj ile seddelerin yapımından sonra; su, kontrol altına alınmış taşkınlar önlenmiştir. Ancak suyun tarımsal amaçlı kullanımına öncelik verilmesi nedeniyle ova doğal bir ekosistem olma özelliğini yitirmiştir (Anonim, 2002).

Karamenderes Çayı havzası içerisinde bulunan Kumkale Ovası, Karamenderes Çayı'nın her iki tarafında uzanan ve büyük oranda birinci dereceden önemli tarım topraklarından oluşan verimli bir ovadır. Karamenderes Çayı'nın su rejimine bağlı olarak biçimlenen ova kendisini çevreleyen hafif yükseltiler ile dalgalı görünümünde bir topoğrafyaya sahiptir. Karamenderes Çayı'nın Çanakkale Boğazı'na döküldüğü kesimlerde yükseklikleri 3-4 metreye ulaşan kıyı kumulları bulunmaktadır. Çay yatağında kesintisiz devam eden tarım alanları, hafif yükseltilerde konumlanan ve kompakt yapı gösteren kırsal yerleşim birimleri peyzajın ana öğelerini oluşturmaktadır. Kumkale Ovası'nın tamamına yakını "Troya Milli Parkı" sınırları içinde kalmaktadır. Milli Park alanının ana kaynak değerini oluşturan Troya antik kenti en önemli kültürel kaynak değeridir.

Çalışma bölgesine yönelik, DSİ tarafından yürütülen ve büyük bir kısmı tamamlanan Karamenderes sulama projesi kapsamında Kumkale regülatöründen alınacak suyla Kumkale Ovası'nda bulunan 6384 ha tarımsal alanın sulanması planlanmıştır. Ancak 2000 yılı sonuna kadar toplam 1338 ha alanın sulanması gerçekleştirilebilmiştir. Planlanan sulama şebekesinin henüz tamamlanmaması nedeniyle sulamalar zorunlu olarak derelerden ve çakma kuyulardan sağlanan suyla yapılmakta, kuyu sularının aşırı çekilmesi sonucu taban suyunda tuzlanma görülmekte ve bu durum Tevfikiye, Kumkale ve Yeniköy'deki verimli toprakların çoraklaşmasına neden olmaktadır. Özellikle zemin suyunun yüksek ve toprak geçirgenliğinin az olduğu kıyıya yakın bölgelerde buharlaşmanın artmasıyla birlikte tuzluluk artış göstermektedir. Karamenderes Çayı üzerinde yapılmış bulunan regülatörün Milli Park Alanındaki taşkınları önlemesi ve Troya harabelerinin bulunduğu alanın korunması yönünden yararı olmakla birlikte doğal su sistemi bozulduğu için topraklarda tuzluluk artmış ve drenaj problemi başlamıştır (Anonim, 2002).

Karamenderes Çayı havzasında bulunan Truva bölgesindeki doğal vejetasyon, Akdeniz fitocoğrafya bölgesinin özelliklerini taşımaktadır. Baskın şekilde gözlenen vejetasyon tipleri; maki, frigana, orman, hidrofitik ve kıyı kumul vejetasyonu üyeleridir. Boyu 1 metreyi geçen çoğunlukla herdem yeşil ağaçcık ve çalılardan oluşan maki vejetasyonu Akdeniz fitocoğrafik bölgesinin tipik bir formasyonudur. Frigana vejetasyonu; özellikle kızılçam ve makinin tahrip edilmesi sonucu gelişen bir formasyondur. Orman vejetasyonu içinde yer alan ve en yoğun olan ağaçsı türler; *Quercus ithaburensis ssp. macrolepis*, *Pyrus amygdaliformis var. lanceolata*, *Ulmus minor ssp. canescens*, *Amygdalus communis*, *Cupressus sempervirens*, *Pinus pinea*, *Pinus brutia* türüdür. Kıyı kumul vejetasyonu; boyu 1 metreyi geçmeyen otsu, yarıçalı veya çalimsı türlerden oluşan bir vejetasyon tipidir. Karamenderes Çayı ve Dümrek kolununun deniz ile birleştiği bölgede oluşan tatlı su, yarı tuzlu ve tuzlu alanlardan meydana gelen delta kesimi de kıyı kumul vejetasyonuna sahiptir. Hidrofitik vejetasyon; taban suyunun tuz seviyesinin az olduğu sulak alanlarda veya adalar üzerinde açılmış olan su kuyularının kenarlarında gözlenen bir vejetasyon

tipidir. Bu vejetasyon özellikle Karamenderes Çayı ve buna bağlı kolların kenarında yer almaktadır (Anonim, 2002).

Karamenderes havzasında bulunan ve önemli bir tarımsal alan olan Kumkale ovasında geniş alanlarda tarım yapılmaktadır. Ovada yetiştirilen başlıca ürünler buğday, arpa, pamuk, domates, mısır, ayçiçeği ve biberdir. Bölgede kuru tarım buğday, bağ ve zeytin ürünlerinde yapılmakta, diğer ürünler sulu tarım ile yetiştirilmektedir. Sebze yetiştiriciliği yapılan alanların büyük çoğunluğunda damla sulama sistemi kullanılmaktadır. Ovada bulunan Halileli Köyü diğer köylerden farklı olarak semt pazarlarına daha fazla sebze çıkaran köydür. Bu köyde özellikle kışlık sebze üretimi daha yoğun olarak yapılmaktadır. Diğer bölgelerde sebze üretimi domates ve biber (dolmalık, sivri, çarliston) olarak yoğunluk kazanmaktadır. Yörede buğday, pamuk, mısır ve domates birer sene aralıklar ile yetiştirilmektedir. Bölgede son yıllarda tohumluk mısır üretiminde gözle görülür biçimde artış görülmektedir. Ovada yaklaşık 7500 lık bir alanda tohumluk mısır üretimi yapılmaktadır (Kaynaş ve Öztokat, 2004).

Kumkale ovasında yapılan bitkisel üretimde kullanılan gübreler genellikle DAP, amonyum sülfat, amonyum nitrat, üre, bazı kompoze gübreler ve potasyumdur. Ancak yörede bilinçsiz gübre kullanımı söz konusudur. Özellikle pamuk ekimi yapılan alanlarda verimi arttırmak için azotlu ve fosforlu gübreler kullanılmaktadır. Yetiştirilen ürünün cinsine bağlı olarak hastalık ve zararlılara karşı kimyasal ilaçlarla mücadele yapılmakta, yabancı ot tohumlarının çimlenmesini önlemek ve yabancı otları yok etmek için yoğun bir şekilde toprak ilaçlaması yapılmaktadır (Anonim, 2002).

2.2. Örneklemenin Yapılması

Örnekler, çay üzerinden seçilen üç ayrı noktadan toplanmıştır. 1. örnekleme noktası; çayın ağzına yakın bir kısımda 2. örnekleme noktası, 1. örnekleme noktasından 3 km, 3. örnekleme noktası ise 2. örnekleme noktasından 3,5 km daha yukarıda, Kalafatlı köprüsü ayağının üst kısmında bulunmaktadır.



Şekil 2. Karamenderes Çayı üzerindeki üç örnek toplama noktasının genel görünüşü
A: 1. örnekleme noktası (20 Eylül 2004), B: 2. örnekleme noktası (20 Eylül 2004),
C: 3. örnekleme noktası (23 Ağustos 2004).

Örnekler, 11 Mayıs 2004 ve 16 Mayıs 2005 tarihleri arasında yaklaşık 4 haftalık aralıklar ile toplanmıştır. Her örnekleme noktasında bir ip ve kova yardımıyla dört adet örnek toplanarak PET şişeler içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Sediment örnekleri ise; ağızları kesilmiş enjeksiyon aletleri ile her örnekleme noktasından dört örnek olacak şekilde alınmıştır. Tüm örnekler 1-2 saat içerisinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Araştırma Laboratuvarı'na getirilerek analizlere başlanmıştır. Su örnekleri zaman kaybedilmeden Nalgene süzme düzeneği kullanılarak Whatman GF/F filtrelerinden süzülüş ve $< -4^{\circ}\text{C}$ 'de dondurularak saklanmıştır. Belirli miktardaki su örneği ise mikroskopik incelemeler için glutareldehit çözeltisi (%50 v/v) ile korunarak (son yoğunluk: %1 v/v) saklanmıştır.

2.3.Fiziksel Ölçümler

2.3.1. Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık ölçümü bir alkol termometresi yardımı ile arazide gerçekleştirilmiştir.

2.3.2. pH Ölçümü

pH, Hanna marka HI 98103 Model elde taşınır tipte pH metre ile arazide ölçülmüştür.

2.3.3. Toplam Katı Madde Miktarı Ölçümü

Her bir su örneğinde 50 mL alınarak önceden asitle yıkanmış, yüksek ısıya maruz bırakılmış ve darası alınmış beherlere aktarılmıştır. Beherler ısıtıcı (Velp Scientifica, Europe) üzerinde 103°C sıcaklıkta içlerindeki su sabit bir ağırlığa gelene kadar buharlaştırıldıktan sonra soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan beherler tartılarak ağırlıktaki artış su içerisindeki toplam katı madde miktarı olarak belirlenmiştir (APHA, 1998).

2.3.4. Tuzluluk Ölçümü

Tuzluluk ölçümü, süzülüş su örnekleri kullanılarak elde taşınır tipte refraktometre (Atago, S/Mill-E model, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir.

2.4. Mineral Besin (nutrient) Miktarlarının Ölçümü

Mineral besin miktarlarının belirlenmesinde kolorimetrik yöntem uygulanarak aborbans değerleri Shimadzu UV-1200 Series UV-Vis spektrofotometresinde ölçülmüştür. Bütün analizlerden önce örnekler Whatman GF/F filtrelerinden süzülerek önceden seyreltik HCl (%10 v/v) asit ile yıkanıp, distile su ile durulanan plastik (PET) kaplar içerisinde analiz yapılana kadar donmuş halde saklanmışlardır. Analizlerden önce örnekler oda sıcaklığında çözdürülmüştür. Tüm analizler örneklerin toplanmasından sonraki 7-10 gün içerisinde tamamlanmıştır. Mineral besin elementi tayini sırasında kullanılan cam malzeme önceden asitli suda yıkanıp, distile su ile durulanmıştır.

2.4.1. Amonyum İyonu Miktarı Ölçümü

Örnekler içerisindeki amonyum iyonu miktarı indofenol mavisi yönteminin (Harwood ve Kuhn, 1984), klor vericisi olarak dikloroizosiyanürik asit dihidratın (Krom, 1980) kullanıldığı geliştirilmiş şekline göre ölçülmüştür. Bu yöntem 0,05-150 µmol/L aralığındaki yoğunluklar için uygundur. Bu yöntemde amonyum alkalın koşullar altında (pH=8–11,5) hipoklorit ile tepkimeye girer ve monokloramin bileşimini oluşturur. Monokloramin fenol, nitroprusid ve fazladan hipoklorit varlığında indofenol mavisi rengini oluşturur ve renkli bileşiğin absorbansı spektrofotometrede 630 nm dalga boyunda ölçülür.

2.4.2. Nitrit İyonu Miktarı Ölçümü

Bu yöntem 0,01-2,5 µmol/L aralığındaki yoğunluklar için uygundur. Bu yöntemde nitrit, asidik çözeltide sulfanilamid ile tepkimeye girer ve diazonyum bileşimini oluşturur. Diazonyum bileşiği ise N-(1-naftil)-etilendiamin ile birleşerek renkli bir azo boya oluşturur. Oluşan renkli boyanın absorbansı spektrofotometrede 545 nm dalga boyunda ölçülür.

2.4.3. Nitrat İyonu Miktarı Ölçümü

Nitrat iyonu miktarı Parsons ve ark. (1984)'e göre belirlenmiştir. Bu yöntem 0,05- 45 µmol/L aralığındaki yoğunluklar için uygundur. Bakır-kadmiyum kolonu kullanılarak örneklerin içerisindeki nitrat, nitrite indirgenir. Oluşan nitritin analizi

nitrit yönteminde belirtildiği gibi gerçekleştirilir. Elde edilen miktar örnek içerisindeki toplam yükseltgenmiş azotu (TON) yani nitrit ve nitrat iyonlarının toplamını temsil ettiğinden TON değerlerinden başlangıçtaki nitrit iyonu miktarı çıkartılarak nitrat iyonu miktarı hesaplanır.

2.4.4. Orto-Fosfat İyonu Miktarı Ölçümü

Orto fosfat yoğunluğu Parsons ve ark. (1984)'e göre belirlenmiştir. Bu yöntem 0,01-2,5 µmol/L arasındaki yoğunluklar için uygundur. Bu yöntemde örnek, içerisinde sülfürik asit, amonyum molibdat ve potasyum antimon tartrat olan çözeltiler karışımı ile tepkimeye sokulduktan sonra oluşan kompleks askorbik asit kullanılarak indirgenir ve açığa çıkan mavi renkli bileşiğin absorbansının ölçümü 881 nm dalga boyunda gerçekleştirilir.

2.4.5. Silikat İyonu Miktarı Ölçümü

Reaktif silikat yoğunluğu Parsons ve ark. (1984)'e göre belirlenmiştir. Bu yöntem 0,1-140 µmol/L arasındaki yoğunluklar için uygundur. Bu yöntemde silikatın amonyum molibdat ile tepkimesinden oluşan silikomolibdat, fosfomolibdat ve arsenomolibdat kompleksleri, içerisinde metol, okzalik ve sülfürik asitler bulunan karışık çözelti ile tepkimeye girerek silikomolibdik asite indirgenir. Bunun sonucunda oluşan mavi renkli bileşiğin absorbansı spektrofotometrede 810 nm dalga boyunda belirlenir.

2.4.6. Biyokütle Ölçümü

Biyokütle klorofil *a* yoğunluğu olarak Jensen (1978)'a göre belirlenmiştir. Klorofil *a* yoğunluğunun belirlenmesi için örneğin bulanıklığına bağlı olarak 250 mL veya 500 mL örnek, Nalgene filtrasyon düzeneğinde Whatman GF/F filtrelerden süzlmüştür. Filtre magnezyum karbonatla tamponlanmış metanol çözeltisi içerisinde buzdolabında 24 saat bekletilerek oluşan ekstraktın absorbansı 665 nm ve 750 nm dalga boylarında ölçülmüştür. Feofitin pigmentleri için düzeltme ekstraktın %10 (v/v)'luk HCl asit ile asidifikasyonundan sonra aynı dalga boylarında yapılan ölçümlerle gerçekleştirilmiştir. Sediment örnekleri içerisinde de klorofil *a* ve feofitin ölçümü yapılmış olmakla birlikte bazı aylarda metanol içerisinde bırakılan sediment

miktarının az olması klorofil değerin negatif çıkmasına neden olduğu için tezde bu veriler rapor edilmemiştir.

2.4.7. Pigment oranlarının hesaplanması

Klorofil *a* ve feofitin miktarları arasındaki oran; fitoplanktonun fizyolojik durumunu belirlemede kullanılan bir araçtır. Bu amaçla kullanılmak üzere çalışma sırasında ölçülen klorofil *a* miktarları feofitin miktarına bölünerek pigment oranları hesaplanmıştır (<http://lakes.chebucto.org/DATA/PARAMETERS/CHA/cha.html>).

2.5. Nitel Taksonomik İnceleme

Alınan su örnekleri içerisinde seyreltik halde bulunan fitoplankton üyelerinin mikroskopik gözlem ve tanımlamalarının daha kolay yapılabilmesi için örnekler yoğunlaştırılmıştır. Bunun için her örnekleme noktasına ait iki adet örnek santrifüj tüplerine alınarak, santrifüj cihazında (Selecta Mixtasel Model, İspanya) 1500 rpm’de santrifüj edilmiş ve tüpün üst kısmındaki su, su trombu kullanılarak vakumla alınmıştır. Bu şekilde yoğunlaştırılan örnekler, örneğin toplandığı gün, Olympus CX 31 marka mikroskop ile X40 büyütmede incelenerek, şekilleri çizilmiş, mikrometrik oküler yardımıyla boyutları ölçülmüştür. Taksonomik tayinler ise (Round 1990; Graham ve Wilcox, 2000, Smith, 1950)’e göre gerçekleştirilmiştir. Bir kısım örnek glutraldehit (son yoğunluk: %1 v/v) ile tespit edilerek gerektiğinde tekrar incelenmek üzere buzdolabında saklanmıştır.

2.6. İstatistiksel Analiz

Klorofil *a* ve mineral besin elementi yoğunluklarındaki zaman ve yere bağlı varyasyonun önemi iki-uçlu varyans analizi kullanarak (Minitab 13.00) test edilmiştir. Ölçülen değişkenler arasındaki korelasyon Pearson korelasyon testi ile belirlenmiştir (SPSS 11.00). Tüm istatistiksel testlerden önce parametrik testlerin varsayımı olan normal dağılım ön koşulunun yerine getirilmesi amacı ile verilere log (n+1) transformasyonu uygulanmıştır.

BÖLÜM 3 BULGULAR

3.1. Fiziksel Ölçüm Sonuçları

3.1.1. Sıcaklık Ölçümü Sonuçları

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

Örnekleme Tarihi	1. Örnekleme Noktası	2. Örnekleme Noktası	3. Örnekleme Noktası
11 / 05 / 2004	20,9	20,3	22,4
07 / 06 / 2004	22,5	22	21
28 / 06 / 2004	26	26	22,4
26 / 07 / 2004	24,5	24,5	23,5
23 / 08 / 2004	24	22,5	22
20 / 09 / 2004	21,5	21	20
18 / 10 / 2004	19	18,5	18
22 / 11 / 2004	6	7	8
20 / 12 / 2004	11	12	11
24 / 01 / 2005	2	5	5,5
28 / 03 / 2005	10	10	8
20 / 04 / 2005	16	16	15
16 / 05 / 2005	18	18	18
ORTALAMA	17	17,07	16,5

Çalışma süresi boyunca çayda ölçülen sıcaklık değerleri, 1. ve 2. örnekleme noktalarında Haziran ayı sonunda ölçülen 26 °C ile 1. örnekleme noktasında Ocak ayında ölçülen 2°C değerleri arasında değişim göstermiştir (Tablo 1). Kasım ayında

düşmeye başlayan sıcaklık değerleri Mart ayının sonunda tekrar yükselmeye başlamıştır.

3.1.2. pH Ölçümü Sonuçları

Tablo 2. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen pH değerleri.

Örnekleme Tarihi	1. Örnekleme Noktası	2. Örnekleme Noktası	3. Örnekleme Noktası
11 / 05 / 2004	7,97	7,88	7,80
07 / 06 / 2004	7,93	7,91	7,81
28 / 06 / 2004	7,74	7,72	7,74
26 / 07 / 2004	8,14	8,22	8,13
23 / 08 / 2004	8,24	8,26	8,13
20 / 09 / 2004	8,18	8,20	8,13
18 / 10 / 2004	8,06	8,18	8,09
22 / 11 / 2004	8,10	8,25	8,15
20 / 12 / 2004	8,10	8,19	8,15
24 / 01 / 2005	8,30	8,50	8,50
28 / 03 / 2005	8,27	8,17	8,20
20 / 04 / 2005	8,35	8,18	8,25
16 / 05 / 2005	8,34	8,34	8,34

Çalışma süresi boyunca ölçülen pH, en düşük 7,72 ile en yüksek 8,34 değerleri arasında değişim göstermiştir. Örnekleme noktaları ortalamaları, 1. örnekleme noktası için 8,13, 2. örnekleme noktası için 8,15, 3. örnekleme noktası için 8,10 olup, pH değerleri mevsimsel bir değişim göstermemiştir.

3.1.3. Toplam Katı Madde Miktarı Ölçümü Sonuçları

Tablo 3. Çalışma süresi boyunca ölçülen toplam katı madde miktarı değerleri (mg/L).

Örnekleme Tarihi	1. Örnekleme Noktası	2. Örnekleme Noktası	3. Örnekleme Noktası
11 / 05 / 2004	-	-	-
07 / 06 / 2004	363	355	356
28 / 06 / 2004	372	365	356
26 / 07 / 2004	288	278	271
23 / 08 / 2004	304	268	260
20 / 09 / 2004	324	315	306
18 / 10 / 2004	328	342	355
22 / 11 / 2004	989	407	329
20 / 12 / 2004	788	600	363
24 / 01 / 2005	357	372	362
28 / 03 / 2005	296	438	280
20 / 04 / 2005	272	269	258
16 / 05 / 2005	370	371	352

Toplam katı madde miktarı Mayıs 2004 dışındaki bütün aylarda ölçülmüştür. Zamana ve yere bağlı önemli düzeyde varyasyon gösteren ($p < 0,001$, iki-uçlu ANOVA) toplam katı madde miktarı, 1. örnekleme noktasında, Kasım ayında ölçülen 989 mg/L ile 3. örnekleme noktasında Nisan ayında ölçülen 258 mg/L değerleri arasında değişim göstermiştir (Tablo 3). 1., 2. ve 3. örnekleme noktaları toplam katı madde miktarı ortalamaları sırasıyla 420 mg/L, 365 mg/L, 3. örnek ise 314 mg/L ($n=3$) olup çayın ağzına doğru artış göstermiştir.

3.2. Mineral Besin Elementi Ölçümü Sonuçları

3.2.1. Amonyum İyonu Miktarı Ölçümü Sonuçları

Amonyum iyonu miktarı 1. ve 2. örnekleme noktalarında Ekim ayında ölçüm hassasiyet aralığının altında iken Kasım ayında yine aynı noktada en yüksek değer olan 9,01 μM 'a yükselmiştir (Şekil 3). Amonyum miktarındaki mevsime bağlı varyasyon önemli düzeydedir ($p < 0,001$, iki-uçlu ANOVA). Tüm çalışma süresinde üç örnekleme noktasında ölçülen amonyum miktarı ortalaması $2,10 \mu\text{M} \pm 0,34$ ($n=156$)'dır. Amonyum miktarı toplam katı madde miktarı ($r=0,186$, $p < 0,05$, $n=156$), fosfat miktarı ($r=0,621$, $p < 0,01$, $n=156$) ve silikat miktarı ($r=0,289$, $p < 0,01$, $n=156$) ile önemli düzeyde korelasyon göstermiştir.

3.2.2. Nitrit İyonu Miktarı Ölçümü Sonuçları

Nitrit iyonu yoğunluğu yer ve zamana bağlı olarak önemli ($p < 0,001$, iki-uçlu ANOVA) düzeyde varyasyon göstermiştir. Nitrit yoğunlukları 1. örnekleme noktasında Temmuz ayında ölçülen 0,28 μM ile 2. örnekleme noktasında Ocak ayında ölçülen 2,95 μM arasında değişim göstermiştir (Şekil 4). Nitrit miktarındaki yere bağlı değişim çayın ağzına doğru bir azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Çalışma süresi boyunca, üç örnekleme noktasında yapılan nitrit yoğunluğu ölçümü ortalaması $1,08 \mu\text{M} \pm 0,13$ ($n=156$)'dır.

3.2.3. Nitrat İyonu Miktarı Ölçümü Sonuçları

Nitrat iyonu yoğunluklarında önemli ($p < 0,001$, iki-uçlu ANOVA) düzeyde yer ve zamana bağlı varyasyon gözlemlenmiştir. Nitrat yoğunluğu, bir numaralı örnekleme noktasında Haziran sonunda ölçülen 13,36 μM ile yine aynı noktada Mart ayında ölçülen 160,41 μM değerleri arasında değişim göstermiştir. Nitrat miktarı üç örnekleme noktasında da Haziran sonunda en düşük Ekim ve Mart aylarında en yüksek değerlerine ulaşmıştır (Şekil 5). Çalışma süresi boyunca üç noktada ölçülen nitrat miktarı ortalaması $89,18 \mu\text{M} \pm 11,34$ ($n=156$)'dır. Nitrat ve silikat miktarları arasında önemli ($r=-0,164$, $p < 0,05$, $n=156$) düzeyde negatif korelasyon bulunmaktadır.

3.2.4. Orto-fosfat İyonu Miktarı Ölçüm Sonuçları

Ölçülen mineral besinler içerisinde en düşük miktarda olan fosfat iyonu miktarı önemli ($p<0,001$, iki-uçlu ANOVA) düzeyde mevsimsel varyasyon göstermiştir. Kasım ve Nisan ayları dışında $1 \mu\text{M}$ 'ın altında olan fosfat en yüksek değeri olan $4,97 \mu\text{M}$ 'a Kasım ayında 2. örnekleme noktasında ulaşmıştır (Şekil 6). Çalışma süresi boyunca, üç örnekleme noktasında ölçülen fosfat miktarı ortalaması $0,74 \mu\text{M} \pm 0,18$ ($n=156$)'dır. Fosfat amonyum dışında toplam katı madde miktarı ile de önemli ($r=0,27$, $p<0,01$, $n=156$) düzeyde korelasyon göstermiştir.

3.2.5. Silikat Miktarı Ölçüm Sonuçları

Silikat miktarındaki mevsimsel varyasyon önemli ($p<0,001$, iki-uçlu ANOVA) düzeydedir. Silikat tüm örnekleme noktalarında Ekim ayı dışında $80 \mu\text{M}$ 'ın üzerinde olup iki numaralı örnekleme noktasında Kasım ayı ve Haziran sonunda ölçülen $53,07 \mu\text{M}$ ile $153,28 \mu\text{M}$ değerleri arasında değişim göstermiştir (Şekil 7). Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen silikat ortalaması $112,02 \mu\text{M} \pm 4,22$ ($n=156$)'dır.

3.2.6. Klorofil a Miktarı Ölçüm Sonuçları

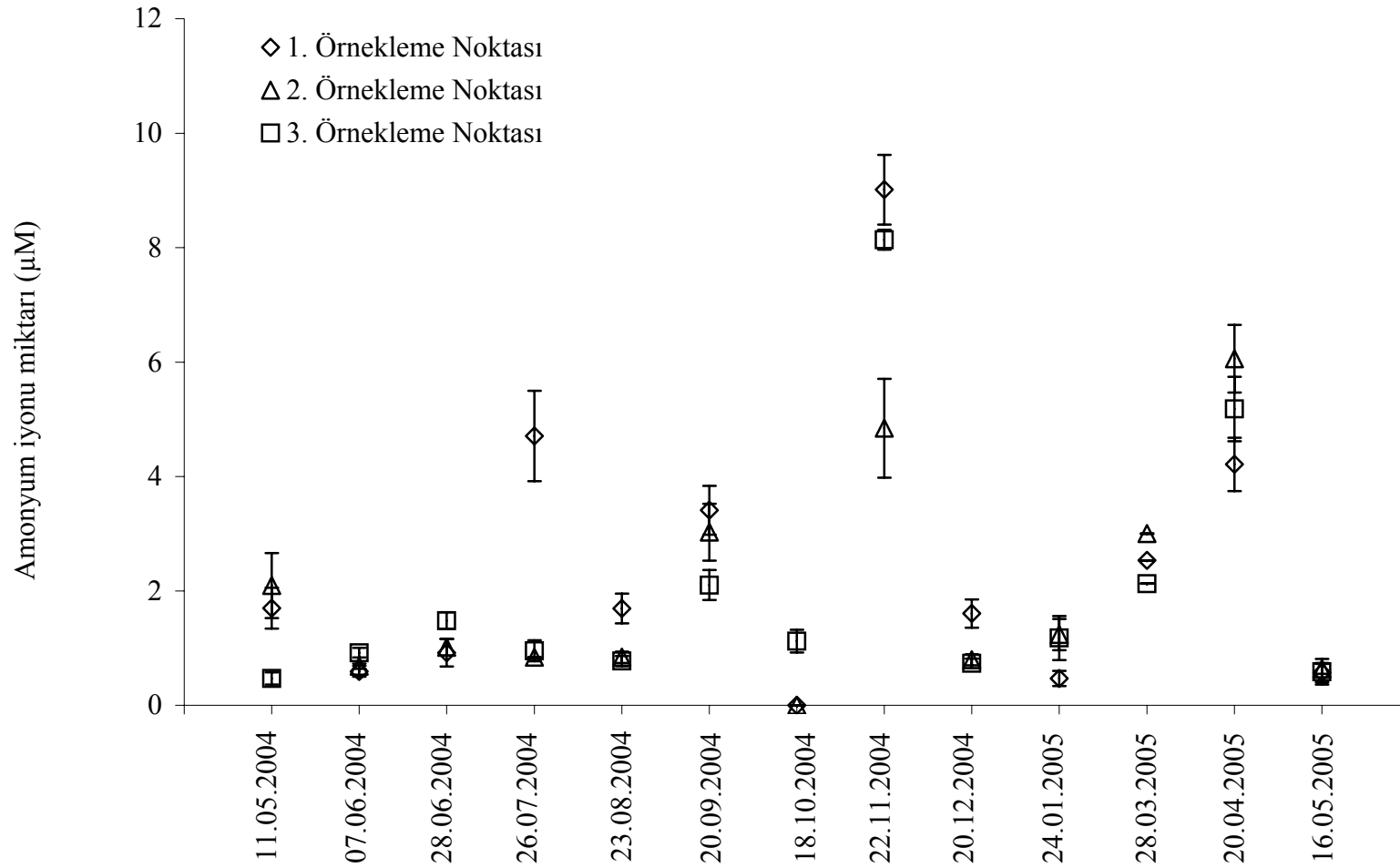
Klorofil *a* yoğunluklarında yer ve zamana bağlı olarak bulunan varyasyon önemli ($p<0,001$, iki-uçlu ANOVA) düzeydedir. Tüm örnekleme noktalarında en düşük klorofil *a* değerleri ($0,33-0,39 \mu\text{g/L}$) Temmuz, en yüksek değerler ise ($12,12-14,75 \mu\text{g/L}$) Mayıs 2005 tarihlerinde ölçülmüştür (Şekil 8). Çalışma süresi boyunca 1., 2. ve 3. örnekleme noktaları klorofil *a* miktarı ortalamaları sırasıyla $2,77 \pm 0,88 \mu\text{g/L}$, $3,25 \pm 1,00 \mu\text{g/L}$, $3,26 \pm 1,03 \mu\text{g/L}$ ($n=52$), üç örnekleme noktası ortalaması ise $3,09 \pm 0,55 \mu\text{g/L}$ ($n=156$)'dır. Klorofil *a* miktarında çay boyunca seçilen üç noktada izlenen değişimin yönü çayın ağzına doğru bir azalma şeklindedir. Zamana bağlı değişim ise yılın geriye kalan kısmına göre Aralık, Ocak ve Mayıs (2005) aylarında gerçekleşen belirgin bir yükselme şeklindedir. Klorofil *a* miktarı amonyum ile önemli düzeyde ($r= -0,174$, $p<0,05$, $n=156$) negatif, toplam katı madde ve silikat miktarları ile önemli (sırası ile; $r=0,193$, $r=0,197$, $p<0,05$, $n=156$) düzeyde pozitif korelasyon göstermiştir.

3.2.7. Feofitin Miktarı Ölçüm Sonuçları

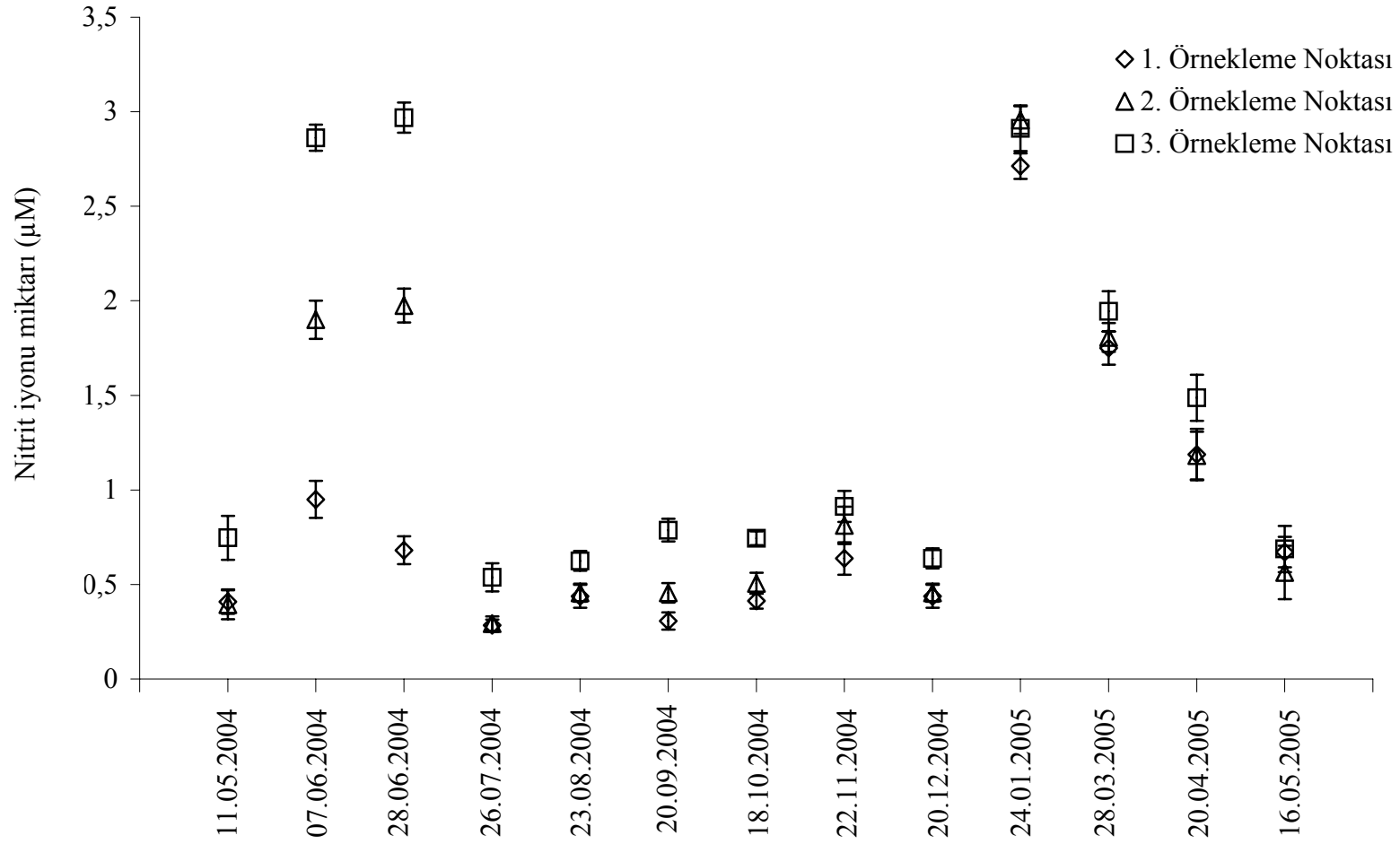
Feofitin miktarı bir numaralı örnekleme noktasında Kasım ayında ölçülen 0,92 µg/L ile üç numaralı örnekleme noktasında Mayıs 2005 tarihinde ölçülen 20,73 µg/L değerleri arasında değişim göstermiştir (Şekil 9). Örnekleme noktaları ortalamaları arasındaki fark az olup 1., 2. ve 3. örnekleme noktaları feofitin miktarı ortalama değerleri sırası ile $6,81 \pm 1,54$ µg/L (n=52), $6,82 \pm 1,28$ µg/L (n=52) ve $6,79 \pm 1,50$ µg/L (n=52)'dir. Feofitin miktarındaki zamana bağlı değişim önemli ($p < 0,001$, iki-üçlü ANOVA) düzeyde olup, klorofil *a* miktarındakine benzeyen bir mevsimsel değişim göstermiştir.

3.2.8. Pigment Oranları

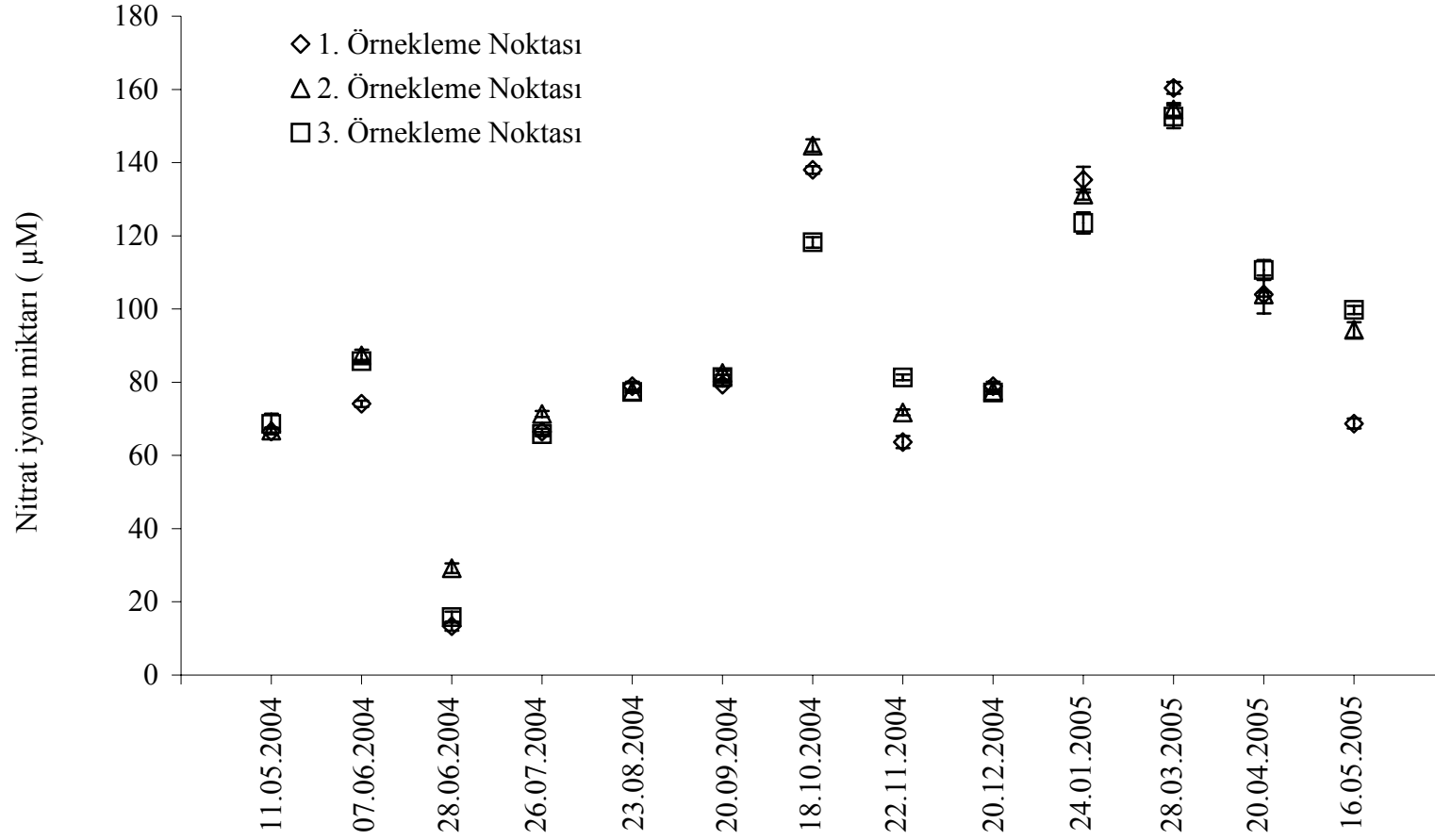
Klorofil *a* ve feofitin arasında en yüksek oran Kasım ayında 1. örnekleme noktasındaki 1,34, en düşük oran ise 3. örnekleme noktasında Nisan ayındaki 0,12 değeridir. 1., 2. ve 3. örnekleme noktaları ortalamaları sırası ile 0,44; 0,45; 0,50'dir.



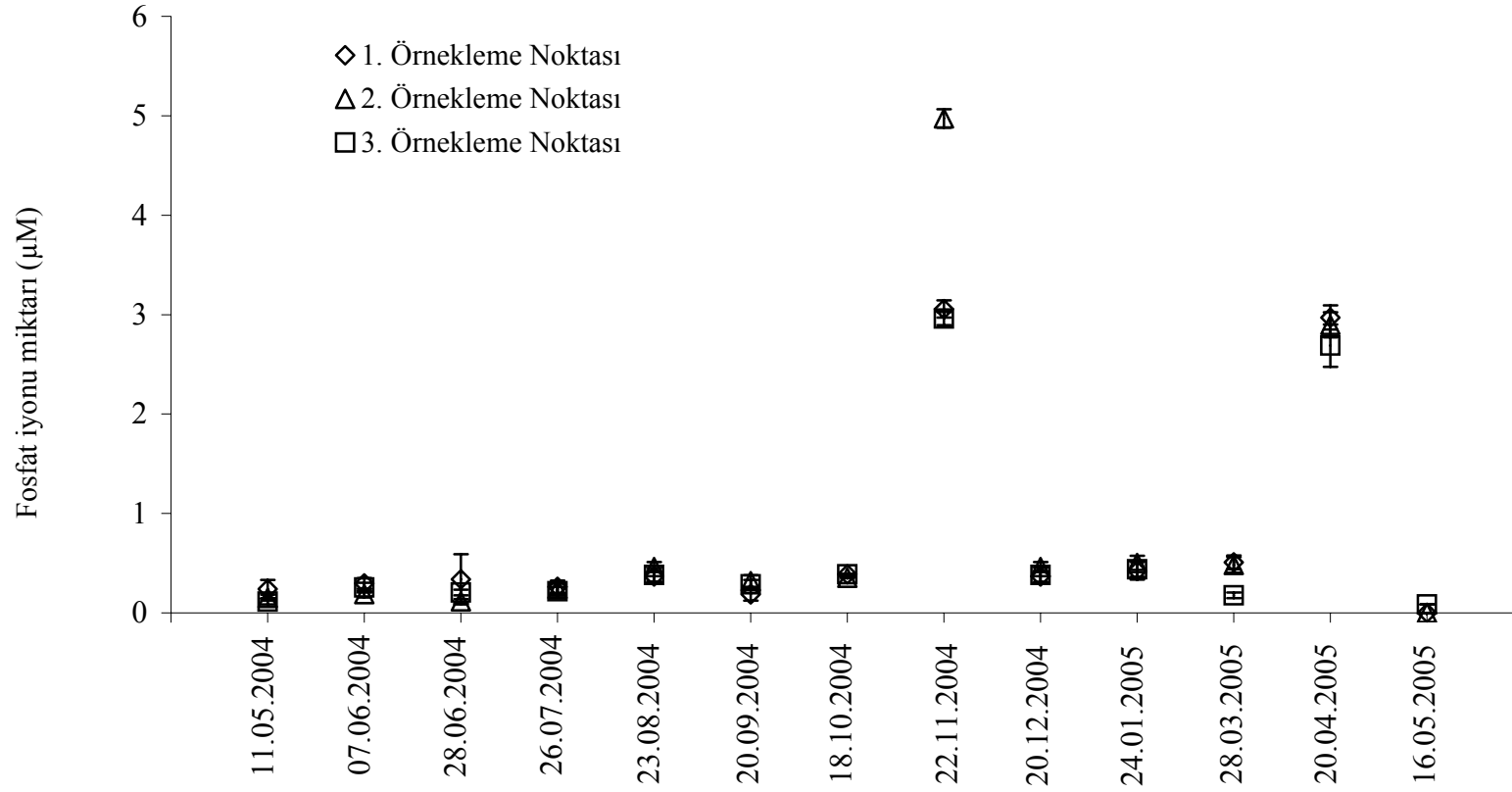
Şekil 3. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen amonyum miktarının mevsimsel değişimi (ort. \pm std. hata, n=4).



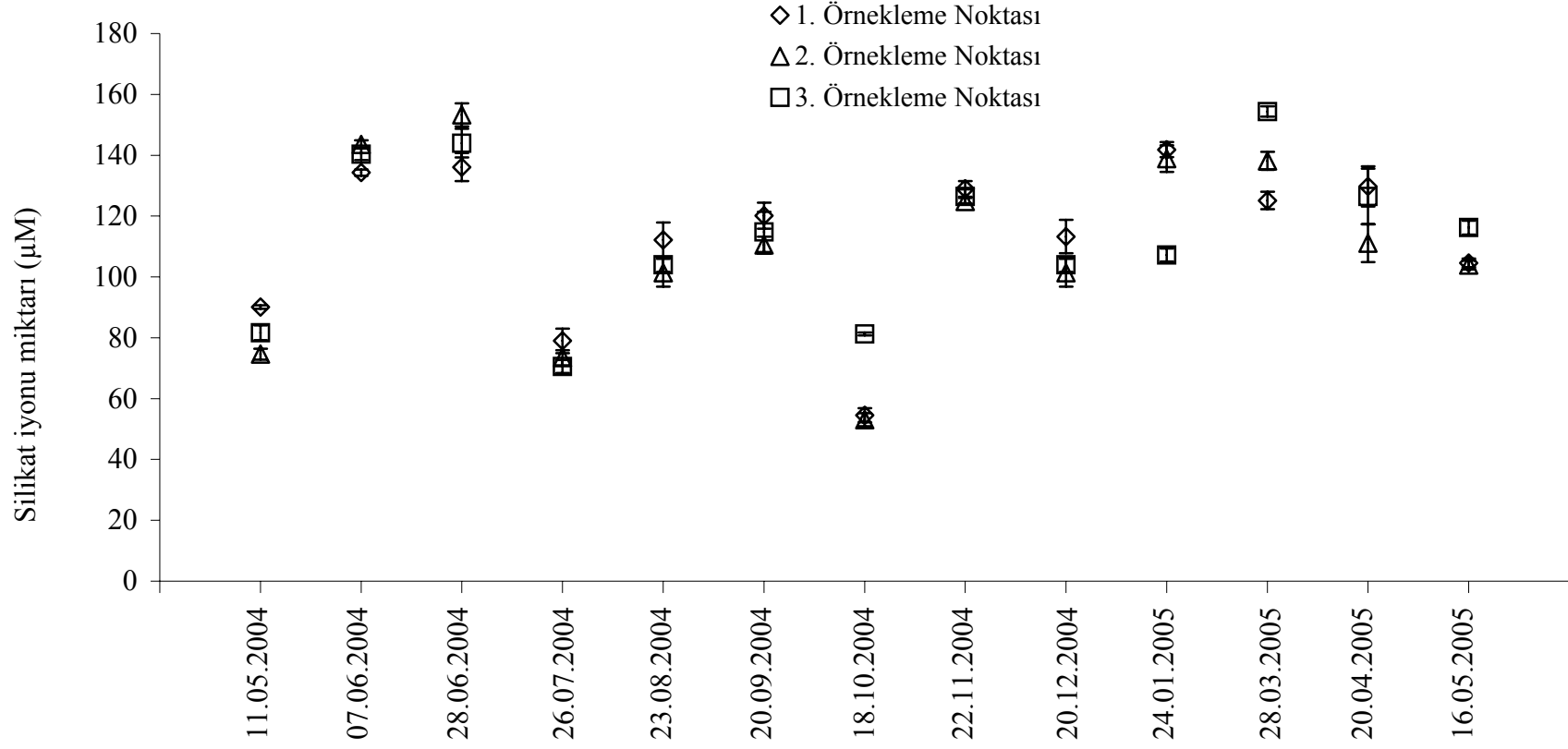
Şekil 4. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen nitrit miktarının mevsimsel değişimi (ort. ± std. hata, n=4).



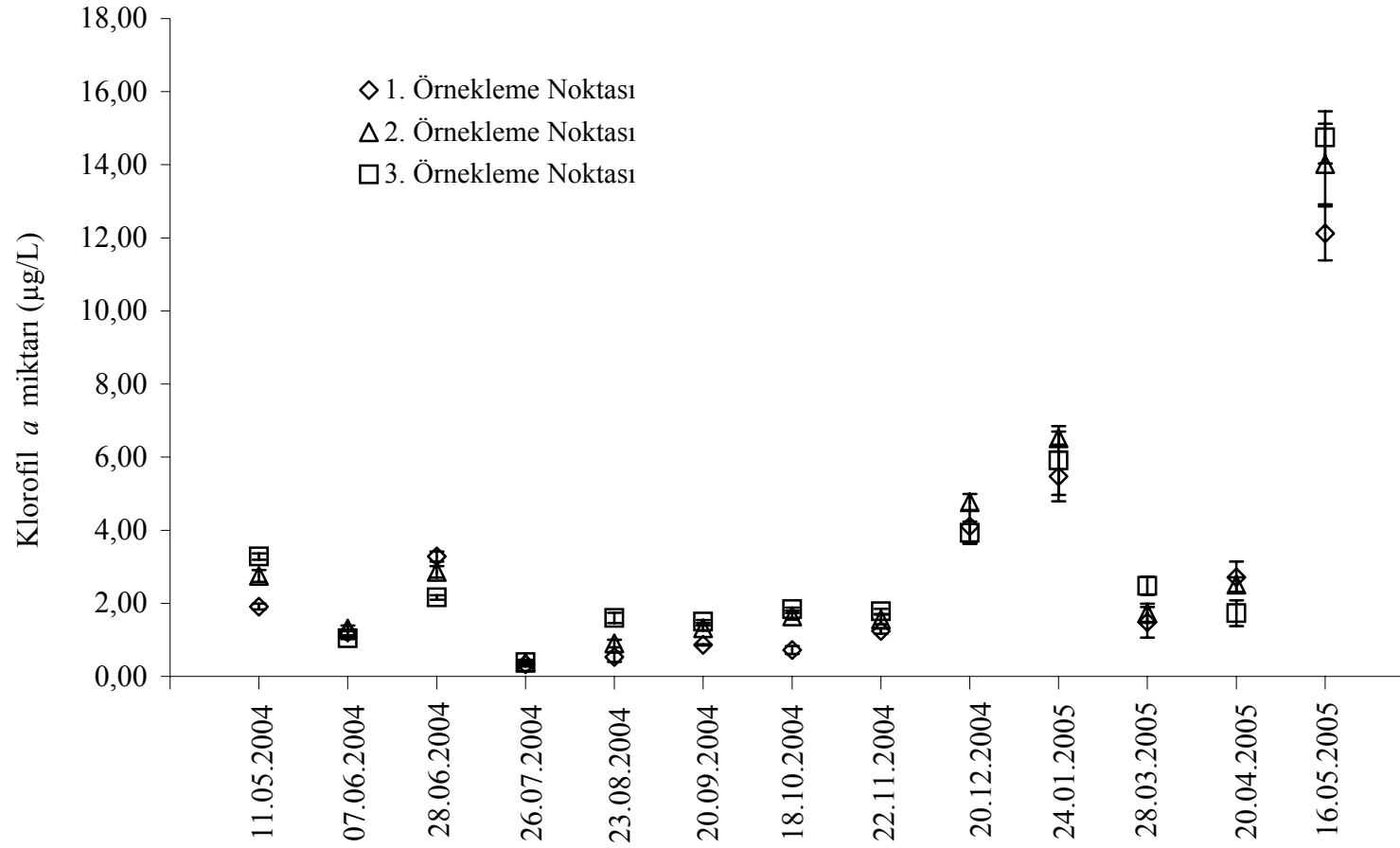
Şekil 5. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen nitrat miktarının mevsimsel değişimi (ort. ± std. hata, n=4).



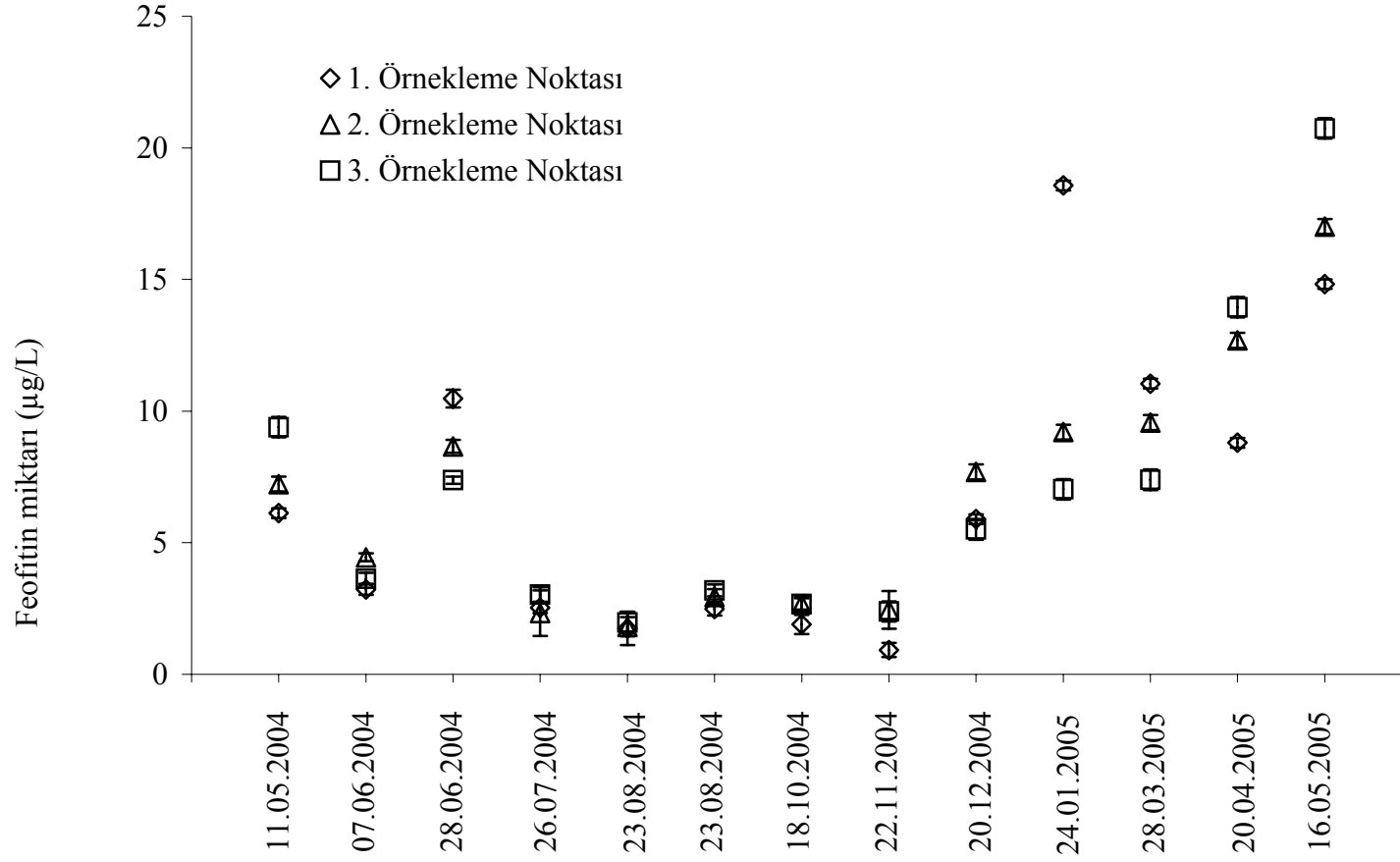
Şekil 6. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen fosfat miktarının mevsimsel değişimi (ort. ± std. hata, n=4).



Şekil 7. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen silikat miktarının mevsimsel değişimi (ort. ± std. hata, n=4).



Şekil 8. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen klorofil *a* miktarının mevsimsel değişimi (ort. ± std. hata, n=4).



Şekil 9. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen feofitin miktarının mevsimsel değişimi (ort. ± std. hata, n=4).

3.2.9. Nitel Taksonomik İnceleme Sonuçları

Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasından alınan su ve sediment örnekleri üzerinde yapılan nitel taksonomik incelemeler örneklerin içerisinde Bacillariophyceae, Chrysophyceae ve Chlorophyceae üyelerinin var olduğunu göstermiştir.

Mayıs 2004'e ait su örneklerinde yapılan incelemelerde 1. örnekleme noktasında *Scenedesmus sp.*, *Melosira sp.*, *Vorticella sp.*; 2. örnekleme noktasında *Melosira sp.*, *Synura sp.*, 3. örnekleme noktasında ise *Melosira sp.*, *Synura sp.*, *Staurastrum sp.*, *Ankistrodesmus sp.*, ve *Chlamydomonas sp.* üyeleri bulunmuştur.

Haziran ayının ilk haftasına ait örneklerde yapılan nitel incelemelerde *Fragilaria sp.*, *Navicula sp.*, *Pandorina sp.*, *Synura sp.* üyeleri gözlemlenmiştir. Aynı ayın sonunda yapılan örneklemede ise her üç örnekleme noktasında çok sayıda *Tribonema sp.* üyesi görülmüştür. Bunun dışında 1. örnekleme noktasında *Navicula sp.*, *Volvox sp.*, *Dictyosphaerium sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Pediastrum sp.*, *Fragilaria sp.*, *Closterium sp.*, *Nitzschia sp.*, *Synedra sp.*, *Pandorina sp.*, *Cyclotella sp.*, 2. örnekleme noktasında *Achnanthes sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Fragilaria sp.*, *Cymbella sp.*, *Cyclotella sp.*, *Epithemia sp.*, 3. örnekleme noktasında *Closterium sp.*, üyeleri gözlemlenmiştir.

Temmuz ayına ait örneklerde 1. örnekleme noktasında *Navicula sp.* ve *Melosira sp.* üyeleri, 2. ve 3. örnekleme noktalarında *Fragilaria sp.*, üyeleri gözlemlenmiştir.

Ağustos ayına ait örneklerde; *Navicula sp.*, *Amphora sp.*, *Nitzschia sp.*, *Fragilaria sp.*, *Gomphonema sp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Eylül ayına ait örneklerde yapılan incelemelerde 1. örnekleme noktasında; *Gomphonema sp.*, *Cymbella sp.*, *Fragilaria sp.*, 2. örnekleme noktasında; *Amphora sp.*, *Gyrosigma sp.*, *Pediastrum sp.*, ve 3. örnekleme noktasında *Gyrosigma sp.*, *Navicula sp.*, *Melosira sp.*, *Cymbella sp.*, *Fragilaria sp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Ekim ayına ait örneklemede; 1. örnekleme noktasında *Fragilaria sp.*, *Gyrosigma sp.*, *Pandorina sp.*, *Amphora sp.*, 2. örnekleme noktasında *Fragilaria sp.*, *Navicula sp.*, *Cymbella sp.*, *Closterium sp.*, *Tribonema sp.*, *Cymatopleura sp.*, 3. örnekleme noktasında; *Gyrosigma sp.*, *Fragilaria sp.*, *Cyclotella sp.*, *Cymatopleura sp.*, *Amphora sp.*, *Pediastrum sp.*, *Tribonema sp.*, *Gonium sp.* gözlemlenmiştir.

Kasım ayı örneklerinde; *Melosira sp.*, *Cymatopleura sp.*, *Fragilaria sp.*, ve *Chlamydomonas sp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Aralık ayına ait örnekler içerisinde *Fragilaria sp.*, *Navicula sp.*, *Melosira sp.*, *Cymatopleura sp.*, *Pandorina sp.*, *Cymbella sp.*, *Nitzschia sp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Ocak ayına ait örneklerde *Gyrosigma sp.*, *Fragilaria sp.*, *Melosira sp.*, *Navicula sp.*, *Stephanodiscus sp.*, *Synedra sp.*, *Cymatopleura sp.*, *Synura sp.* ve *Pandorina sp.* üyelerinin varlığına rastlanmıştır.

Mart 2005 örneklerinde, en fazla çeşitlilik 3. örnekleme noktasında gözlemlenmiştir. 1. örnekleme noktasında *Gyrosigma sp.*, *Navicula sp.*, *Stauroneis sp.*, *Pandorina sp.*, *Staurastrum sp.*; 2. örnekleme noktasında *Gyrosigma sp.*, *Nitzschia sp.*, *Navicula sp.*, *Tribonema sp.*, *Staurastrum sp.*; 3. örnekleme noktasında ise *Nitzschia sp.*, *Navicula sp.*, *Gyrosigma sp.*, *Pandorina sp.*, *Staurastrum sp.* ve *Tribonema sp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Nisan 2005 örneklerinde; 1. örnekleme noktasında *Nitzschia sp.*, *Fragilaria sp.*, *Asterionella sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Gomphonema sp.*; 2. örnekleme noktasında *Nitzschia sp.*, *Cymatopleura sp.*, *Gomphonema sp.*, *Navicula sp.*, *Pandorina sp.*, 3. örnekleme noktasında ise *Nitzschia sp.*, *Navicula sp.*, *Cymatopleura sp.*, *Asterionella sp.*, *Stauroneis sp.* ve *Scenedesmus sp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

Mayıs 2005 örneklerinde, her üç noktada da çok miktarda *Stephanodiscus sp.*, daha sonra ise *Stauroneis sp.*, *Fragilaria sp.*, *Dinobryon sp.*, *Pandorina*, *Epithemia sp.*, *Fragilaria sp.*, *Navicula sp.*, *Asterionella sp.*, *Melosira sp.*, *Nitzschia sp.*, *Scenedesmus sp.* ve *Micratinium sp.* üyeleri gözlemlenmiştir.

BÖLÜM 4

TARTIŞMA

Sıcaklık değerleri, Mart ayında artmaya başlayarak en yüksek değere Haziran ayında ulaşmıştır. Akarsu ekosistemlerinde, su sıcaklığındaki yer ve zamana bağlı değişim hava sıcaklığı, suyun akış hızı, hacmi, derinliği, akarsu tabanının jeolojik ve kimyasal yapısı gibi gün ve yıl içerisinde (mevsimsel) ve akarsu boyunca değişebilen birçok faktörden kaynaklanır. İçinde bulunulan iklim kuşağının özelliklerine göre hava sıcaklığı ve buna bağlı olarak da su sıcaklığı değişim gösterir (Wetzel, 2001). Çalışma sahasında ölçülen su sıcaklığı değerleri hava sıcaklığı değerlerindeki mevsimsel değişimi izlemiştir.

Çalışma süresi boyunca ölçülen pH değerleri suyun bazik karakterde olduğunu göstermektedir. 2001 Eylül ayında Bayramiç Baraj Gölü'nden alınan su örneklerinin pH değerlerinin İl Çevre Müdürlüğü tarafından 8,1 olduğu belirtilmiştir (Gündoğdu ve ark., 2002). Tuncer ve Erdemir (2001), Karamenderes Çayı'nın Kumkale yakınlarında denize döküldüğü alanlardaki yüzey sularından alınan örneklerin pH değerlerini 7,83 olduğunu belirtmişlerdir. Karamenderes Çayı havzasında bulunan Truva Milli Parkı'ndaki yüzey, kuyu ve kaynak suları üzerinde yapılan çalışmada ise; pH değerlerinin 6,5-8,5 arasında değiştiği ve suyun CaCO₃ ile tamponlandığı bulunmuştur (Wolkersdorfer ve ark., 2003). Çalışmada elde edilen pH değerleri literatürdeki bu verilerle uyum göstermekte ve çayın drenaj havzasının litolojik özelliklerini yansıtmaktadır.

Toplam katı madde miktarlarındaki mevsimsel değişim Kasım ve Aralık aylarındaki artış ile kendini göstermektedir. Toplam katı madde miktarı değişimi üzerinde, yağış rejimi ve buna bağlı olarak akıntı hızında gerçekleşen değişimlerin büyük etkisi bulunur. Çanakkale İli'ne ait aylara göre yağış yoğunluğu değerlerine baktığımızda en yağışlı ayların Kasım (8,8 mm/gün) ve Aralık (7.8 mm/gün) olduğu görülür (Koç, 2001). Yağış miktarındaki artışla birlikte çaya karışan madde miktarının artması bu tarihlerde toplam katı madde miktarındaki yükselmenin

nedenidir. Anonim (2003)' de Karamenderes ayı'ndaki ortalama askıda katı madde miktarları; yaz mevsiminde 134 mg/L, kış mevsiminde ise 155 mg/L'dir. Bu veriler de kış yağışlarıyla birlikte toplam katı madde değerlerinde bir artışın gerçekleştiğini göstermektedir.

Taylor, (2002)'a göre Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA, 1992) akarsular için 15 mg/L'nin üzerinde olan toplam askıda katı madde miktarı, su kalitesindeki bozulmanın bir göstergesi olarak kabul etmektedir. Buna göre Karamenderes ayı suyu toplam katı madde bakımından bozulmaya uğramıştır.

Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen amonyum iyonu yoğunluğu yıllık ortalaması 2,10 µM (0,0378 mg/L) dır. Anonim (2004)'deki kıta içi sular sınıflandırmasına göre; Karamenderes ayı amonyum miktarı bakımından yüksek kaliteli su sınıfına (I Su Kalitesi Sınıfı) dahildir (Anonim, 2004). Kayhan (2004)' a göre temiz sularda amonyum bileşikleri, litrede 1 mg veya daha az Wetzel (2001)'e göre ise kirlenmeye uğramamış nehirlerde 0,04 mg/L'den fazla bulunmamalıdır. Bu iki kritere göre de Karamenderes ayı suyu amonyum bakımından temiz su sınıfındadır. Sudaki amonyum su içerisindeki organik maddenin bozunması ile oluşur. Bu nedenle evsel ve endüstriyel kaynaklı organik atıklar, yoğun su ürünleri kültürü, su içerisindeki canlılardan kaynaklanan ürenin amonifikasyonu amonyum miktarını artırır. Karamenderes ayı'nda amonyum miktarının düşük olarak bulunmasının nedeni çaya karışan organik madde miktarının az olduğunu veya oluşan amonyumun hızla nitrifikasyona uğradığını ortaya koymaktadır. Çanakkale İl Çevre Müdürlüğü (Gündoğdu, 2002) tarafından çayın üzerindeki üç ayrı noktada yapılan çözünmüş oksijen ölçümü ortalaması 8,0 mg/L olup bu değer, Anonim (2004)'deki kıta içi suları kalite sınıflandırmasına göre suyun yüksek kaliteli su sınıfında olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çay içerisinde amonyumun nitrifikasyonu üzerinde çözünmüş oksijen miktarı sınırlayıcı değildir, bu da amonyumun nitrifikasyon ile nitrit ve nitrate dönüşerek azalmış olabileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen nitrat yoğunluğu ortalaması 90 μM olup temiz akarsularda bulunabilecek en yüksek miktar olan 1,62 μM (0,2 mg/L) değerininin oldukça üzerindedir (Wetzel, 2001). Buna göre Karamenderes Çayı nitrat iyonu bakımından zenginleşmiş özelliğindedir. Karamenderes Çayı içerisinde nitrat miktarının yüksek olması çay havzası içerisindeki Bayramiç, Ezine, Kumkale Ovaları'nda yoğun sulu tarım yapılmasından kaynaklanmaktadır. Bu alanlardan Bayramiç'te 115553 ha, Ezine'de ise 72187 ha alan üzerinde sulu tarım yapılmaktadır. (Gündoğdu ve ark., 2002). Günümüzde azotlu gübre kullanımı fosforlu gübre kullanımının 26 katına denktir. Gübrelerin içerisindeki azot hareketli bir iyon olan nitrat şeklinde tarım alanlarından sızarak ayrılmaktadır. Bunun sonucunda tatlı sulardaki azot ve fosfor miktarları artmaktadır. 2000 yılı değerlendirmelerine göre küresel ölçekte tarım alanlarında yıllık kullanılan azotlu ve fosforlu gübre miktarları nehirlerce kıyıya taşınan azot ve fosfor miktarlarının sırası ile 2,46 ve 0,83 katına denktir (Turner ve ark., 2003). İngiltere'deki tarımsal alanlardan gelen drenaj ve yağış gibi noktasal olmayan kaynaklardan iç sulara karışan azot miktarının bu sularda bulunan toplam azotun %70'ine yakını oluşturmaktadır (Parr ve Mason, 2004).

Karamenderes Çayı'nda ölçülen ortalama nitrit yoğunluğu olan 1,08 μM (0,049 mg/L) değeri, temiz sularda bulunan 0,0012 mg/L (0,026 μM) değerinin üzerindedir (Wetzel, 2001). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ndeki kıta içi su kalitesi sınıflandırmasına göre nitrit bakımından çay III. Sınıf su kalitesi özelliği taşımaktadır (Anonim, 2004) Bu sonuç çay sularında nitrit bakımından kirlilik olduğunu göstermektedir.

Ölçülen mineral besinler arasında fosfat, en düşük miktarda olan besindir. Fosfat miktarı Aralık ve Nisan ayları dışında, çalışma süresi boyunca 1 μM 'ın altında seyretmiştir. Çayın drenaj alanındaki toprağın kimyasal ve jeolojik yapısı yüzey sularının kimyasal özelliklerini önemli düzeyde etkiler. Su içindeki fosfor yoğunluğu, drenaj sularının geldiği toprağın fosfor içeriği, arazinin topoğrafyası, bitki örtüsü, yağmur sularının akış süresi, arazi kullanımı ve kirliliğe bağlı olarak değişir. Karamenderes Çayı'ndaki fosfat miktarının toplam katı madde miktarı ile önemli bir düzeyde ($r=0,27$, $p<0,05$, $n=156$) korelasyon göstermesi çaya gelen fosfat

kaynağının karasal olup daha çok drenaj sularından kaynaklandığını göstermektedir. Kumkale Ovası tarım alanlarındaki toprakta Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} ve Na^+ iyonlarının fazla bulunması (Kavdır, 2004) fosforun bu iyonlara tutunmasına ve topraktan daha az aşınarak çaya karışmasına neden olabilir. Su içerisinde pH 6 değerinin üzerine çıktığında fosfat Ca^{2+} ile birleşir ve kalsiyum fosfat ve hidroksil apatitleri $[Ca_5(OH)(PO_4)_3]$ oluşturur (Wetzel, 2001). Karamenderes Çayı suyunun alkalın özellikte olması su içerisindeki fosfatın bu şekilde çökmesini kolaylaştırarak ortofosfat şeklindeki çözülmüş fosfatın miktarını düşürmüştür. Ayrıca çalışmada ortofosfat yerine toplam fosfat miktarı ölçülmüş olsaydı daha yüksek değerler bulunabilirdi.

Çalışma süresi boyunca silikat miktarının, her üç örnekleme noktasında da $50 \mu M$ ' in üzerinde olduğu görülmüştür. Doğal su kaynaklarına drenaj ile taşınan silisyum miktarı diğer inorganik bileşenlere göre daha az değişken olup dünya genelindeki ortalaması $13 \text{ mg SiO}_2/L$ ($216 \mu M$)'dir. Karamenderes Çayı'ndaki ortalama silikat miktarı olan $112 \mu M$ değeri bunun altındadır. Akarsulara karışan silikatın başlıca kaynağı kayalarda bulunan alüminosilikat minerallerinin aşınımı olup en fazla aşınım volkanik kayalardan gerçekleşir. Çay havzasında bulunan volkanik kayalar su içerisindeki silikatın diğer mineral besin elementlerinden daha yüksek yoğunlukta bulunmasının nedeni olabilir. Mevsimsel olarak değişebilen biyolojik alım ve aşınımı artırmak sureti ile yağış miktarı da su içerisindeki silikat miktarını etkiler. Karamenderes Çayı'nda silikat miktarının yılın yağışlı dönemi olan Kasım-Mayıs arasında yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Nitrojen ve fosfor miktarında insan etkisi (başlıca tarımsal gübreler ve sentetik deterjanlar) ile gerçekleşen artışa karşın nehirlerce taşınan silikatın miktarı silikat biyojeokimyası, enlem ve akış hızı ile kontrol edilmektedir. Correll ve ark. (2000) ve Humborg ve ark. (2000)'e göre; Turner ve ark. (2003); nehirlerdeki silikat miktarının drenaj havzalarında meydana gelen hidrolojik değişimler nedeni ile %50'lik bir azalma gösterdiğini belirtmiştir.

Karamenderes Çayı içerisinde en yüksek fitoplankton biyokütlesi oluşumu (klorofil *a* olarak) Mayıs 2005 tarihinde, *Stephanodiscus sp.* üyelerinin baskın bulunduğu bir komünite içerisinde gözlemlenmiştir. Bu ay ölçülen amonyum, nitrat

ve fosfat miktarları bir önceki aya göre azalma göstermişlerdir. Azalma gösteren bu besinlerden silikat miktarı ile klorofil *a* arasında önemli düzeyde pozitif korelasyonun bulunması bu ay suyun akış hızındaki yavaşlama ile suyun kalış süresinin artması, sıcaklık ve ışığın uygun olması gibi koşulların fitoplanktonun mineral besin kullanımını artırarak gelişimini olumlu etkilediği görülmektedir. Baskın olarak gözlenen grup olan *Stephanodiscus sp.* üyelerinin vejetatif olmayan hücreler oluşturarak sediment içerisinde yıllarca hatta on yıllarca hayatta kalabilmesi (Graham, 2000) bu cins üyelerinin bu tarihte oluşan olumlu koşul ve kaynaklardan yararlanarak vejetatif gelişim gösterebildiklerini ortaya koymaktadır.

Karamenderes Çayı'nda tek bir cinsin baskın olduğu başka bir fitoplankton komünitesi Haziran ayı sonunda gözlemlenmiştir. Bu tarihte toplanan su örnekleri içerisinde baskın şekilde *Tribonema sp.* üyelerinin bulunduğu, ancak oluşan biyokütlenin (klorofil *a* olarak) Mayıs, 2005 tarihi ile karşılaştırılınca çok daha küçük olduğu ortaya çıkmıştır. *Tribonema sp.* üyeleri kozmopolit olup, tatlı sularda hem perifiton hem de fitoplankton komünitesi içerisinde dağılım gösterirler. *Tribonema sp.* bolluğundaki artışın olduğu tarihte mineral besin çeşitleri arasında en büyük değişim nitrat yoğunluğundaki düşmedir. Ancak genel olarak biyokütle ve bu besin çeşidi arasında bir korelasyon bulunmamaktadır. Bu durumda *Tribonema sp.* çayın üst kısmından, hatta Bayramiç Baraj'ı göletinden taşınmış veya çaydaki makrofitlerin üzerinden yıkanarak suya karışmış olabilir.

Çayın ağız kısmına doğru klorofil *a* değerlerinde bir azalış görülmektedir. Yaz mevsiminde bu azalışın nedeni; 1. örnekleme noktasına doğru gidildikçe akış hızının azalması sonucu fitoplanktonun, avcısı olan zooplankton ile birim hacimde daha uzun süre birlikte kalması ve zamanla zooplanktonun fitoplanktonu azaltması olabilir. Zooplankton populasyonu büyüklüğü bahar aylarında fitoplanktondan sonra artar ve balık saldırınlığı azalınca kadar diatom ve diğer fitoplankton üyelerini tüketirler (Demir, 2003). Yılın geriye kalan kısmında ise çayın ağzına doğru taşınırken çökme ile su içerisinden uzaklaşmaları bu değişimden sorumludur.

Feofitin yoğunluklarında, klorofil *a* yoğunluklarındakine benzer bir mevsimsel

değişim gözlemlenmiştir. Klorofil *a*/feofitin oranı genel olarak 1'in altında seyretmiştir. Bu durum Karamenderes Çayı'nda sağlıklı bir fitoplankton komünitesinin bulunduğunu ileri sürmektedir. Klorofil *a*/feofitin oranı; fitoplankton komünitesinin fizyolojik durumunu belirlemede kullanılan önemli bir indikatördür. Feofitin, klorofil *a* molekülünün parçalanması ile oluşan bir pigment olup fitoplankton içerisinde fotosentez yapmayan kısmı temsil eder (<http://lakes.chebucto.org/DATA/PARAMETERS/CHA/cha.htm>). Alg populasyonlarının hızlı büyüme evresinde feofitin miktarı genel olarak düşüktür. Buna karşılık; yetersiz güneş ışığı, mineral besin elementi, uygun olmayan sıcaklık ve pH değerleri ile bazı zehirli maddelerin etkisiyle alg populasyonunun negatif büyüme evresinde ise; feofitin değeri yükselir (<http://www.dep.state.fl.us/labs/biology/microbio.htm>). Bu nedenle fitoplankton gelişimi üzerindeki herhangi bir stres faktörü feofitin miktarını artırır. Feofitin miktarındaki artışın başka bir nedeni bentik ya da epifitik alglerin buldukları ortamdan su hareketi ile koparak su içerisine karışmalarıdır. Karamenderes Çayı'nda feofitin miktarı su akış hızının yüksek olduğu yağışlı mevsimde daha yüksektir. Bu da feofitin miktarı üzerinde bentik ve epifitik olan formların koparak suya karışmasının etkisi bulunduğunu göstermektedir.

Karamenderes Çayı, Bayramiç ve Ezine ilçelerinden geçerek Kumkale ovasına ulaşmaktadır. Bu ilçelerden evsel ve özellikle Ezine'deki deri fabrikalarından endüstriyel atık su yükü almakta, yoğun şekilde tarım yapılan Kumkale Ovası'ndan da drenaj sularını bünyesine katarak mineral besin bakımından zenginleşmektedir. Çalışma süresi boyunca ölçülen mineral besin elementleri miktarları nitrat hariç kirlilik yaratacak düzeyde değildir. Nitrat miktarının yüksek bulunması bölgedeki yaygın azotlu gübre kullanımının bir sonucudur.

OECD'nin göller için yaptığı trofik sınıflandırmaya göre; ötrofik su kaynakları için ortalama klorofil *a* değerleri 8-25 µg/L arasında değişir (Mason, 1996). Karamenderes Çayı sularında çalışma süresince ölçülen klorofil *a* ortalaması olan 3,09 µg/L değeri ise bu aralığın altında olup mezotrofik sular için verilen sınırlar (2,5-8 µg/L) içerisindedir. Ancak, yöredeki tarımsal faaliyetlerde gübre ve ilaç kullanımının aynı şekilde devam etmesi sonucunda mineral besin miktarlarında oluşabilecek artış, bu ekosistemi tehdit edecek boyutlara varabilir. Gerçekleşebilecek

olumsuz etkileri en aza indirebilmek ve ekosistem sağlığını koruyabilmek için, çay ile bağlantısı olan sanayi kuruluşlarının arıtım tesisinin olup olmadığı, olanların işlerliğinin denetlenmesi, çaya boşaltılan kanalizasyon atıklarının arıtılarak çaya boşaltılması, bölgedeki aşırı gübre ve pestisit kullanımının kontrol altına alınması, yerel yönetimin çevre sorunlarıyla ilgilenen sivil toplum kuruluşlarıyla yakın işbirliği içinde olması ve çevre halkını bilinçlendirmeye yönelik çalışmalarda bulunması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, 1965. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı, Planlama Raporları, No: 14A-27, Karamenderes Projesi Planlama Raporu, Ankara.

Anonim, 2002. Orman Bakanlığı, Milli Park ve Av, Yabani Hayatı Genel Müdürlüğü, Milli Parklar Dairesi Başkanlığı, Troya Tarihi Milli Parkı Uzun Süreli Gelişme Planı, Ankara.

Anonim, 2003. Çanakkale İli Çevre Durumu Raporu, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Çanakkale.

Anonim, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete 25684, T.C. Başbakanlık, Ankara.

APHA (American Public Health Association), 1998. Standard Methods for Examination of Water & Wastewater 20 Ed. APHA, AWWA, and WEF joint publication. Washington, D.C.

Barlas, M. ve Kiriş, E. 2004. Akçay (Muğla-Denizli)'in Fiziko-Kimyasal ve Bentik Makroinvertebrata Yönünden İncelenmesi. *Muğla Üniversitesi Yayınları: 49*, Muğla.

Bellos, D., Sawidis, T. ve Tsekos, L. 2004. Nutrient Chemistry of River Pinios (Thessalia, Greece). *Environmental International*, 30: 105-115.

Bilgin, T. 1969. Biga Yarımadası Güneybatı Kısmının Jeomorfolojisi. İstanbul Üniversitesi Yay. No.1433, İstanbul.

Caraco, N.F., Cole, J.J., Strayer, D.L. 2006. Top-down control from the bottom: regulation of eutrophication in a large river by a benthic grazer. *Limnology and Oceanography* 51 (1, part 2): 664-670.

Cloern, J.E. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series* 210:223-253.

Demir, N. 2003. Sakaryabaşı Batı Göletinde Fito-Zooplankton Kompozisyonu. *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Ankara*.

Dodds, W.K. 2006. Eutrophication and trophic state in rivers and streams. *Limnology and Oceanography* 51 (1, part 2): 671-680.

Graham, E. L., Wilcox, W. L. 2000. *Algae*. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.

Gündoğdu, G., Erol, Ö., Erden, S. H., Özdil, Ö., Yeşilhöyük, G., Solak, Ö., Eser, B., Gül, İ. İ. ve Aydın, M. 2002. Çanakkale İli Stratejik Değerlendirme Araştırma Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Harwood, J.E., Kuhn, A.L. 1984. A colorimetric method for ammonia in natural waters. *Water Research*, 4: 805-811.

Heiskary, S., Markus, H. 2001. Establishing relations among nutrient concentrations, phytoplankton abundance, and biochemical oxygen demand in Minnesota, USA, rivers. *Journal of Lake and Reservoir Managment* 17(4):251-262.

Jensen, A. 1978. Chlorophyll and carotenoids. In: Heelebus, J.A., Craigie J.S. (eds.) *Handbook of Phycological Methods*, Cambridge University Press

Kavdır, Y., Özcan, H., Ekinci, H., Yiđini, Y. 2004. The influence of clay content, organic carbon and land use types on soil aggregate stability and tensile Strength. *Turk. J. Agric.*, 28:155-162.

Kayan, İ. 1995. The Troia Bay and Supposed Harbour sites in the Bronze Age. *Studia Troica Band 5*. Verlag Philipp Von Zabern. Mainz am Rhein.

Kayan, İ. 2000. *Studia Troica*, Sonderdruck aus Band 10. Verlag Philipp Von Zabern Mainz Am Rhein.

Kayhan, E. 2004. İstanbul Ömerli Baraj Gölü Doğal Su Kalitesinin Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin İncelenmesi ve Biyoverimliliđe Etkisi, *Kırsal Çevre Yıllığı*, Ankara. 110-121.

Kaynaş, K., Öztokat, C. 2004. Truva Bölgesinde Sürdürülebilir Sebze Tarımı. *V. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu*, Çanakkale.

Kazancı, N., Dügel, M. 2000. An evaluation of the water quality of Yuvarlakçay Stream, in the Köyceğiz-Dalyan protected area, SW Turkey. *Turk J. Zool.* 24:69-80.

Koç, T. 2001. *Kuzeybatı Anadolu'da İklim ve Ortam: Sinoptik, İstatistik ve Uygulama Boyutlarıyla*. Çantay Kitapevi. İstanbul. 152-153, 219-220.

Krom, M.J.D. 1980. Spectrophotometric determination of ammonia: a study of modified Berthlot reaction using salicyclate and dichloro isocyanurate. *Analyst*, London 105: 305-317.

- Loeulle, N., Loreau, M. 2004. Nutrient enrichment and food chains: can evolution buffer top-down control. *Theoretical Population Biology*, 65: 285-298.
- Mason, C. F. 1996. *Biology of FreshWater Pollution*, Third Edition, Longman Group, UK.93-116.F
- Nedwell, D.B., Jickells, T.D., Trimmer, M., Sanders, R. 1999. Nutrients in estuaries. *Advances in Ecological Research*, 29:43-92.
- Nijboer, R.C. ve Verdonschot, P.F.M. 2004. Variable Selection for Modelling Effects of Eutrophication on Stream and River Ecosystems. *Ecological Modelling*, 177:17-39.
- O'Farrell, Lombardo, R.J., Pinto, P.T., Loez, C. 2002. The assesment of water quality in the Lower Lujan River (Buenos Aires, Argentina): phytoplankton and algal bioassays. *Environmental Pollution*, 120: 207-218.
- OECD, 1992. *Environmental Policies in Turkey*, s. 173. OECD, Paris.
- Paerl, H.W., Valdes, L.M., Pinckney, J.L., Piehler, M.F., Dyble, J., Moisander, P.H. 2003. Phytoplankton photopigments as indicators of estuarine and coastal eutrophication. *Bioscience*, 53(10): 953-964.
- Parr, L.B., Mason, C. F. 2004. Causes of low oxygen in a lowland, regulated eutrophic river in Eastern England. *Science of the Total Environment*, 321:273-286.
- Parsons, T.R., Maita, Y., Lalli, C.M. 1984. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater*. Pergamon Press.
- Philips, E. J., Cichra M., Aldridge, F. J., Jembeck, J. 2000. Light availability and variations in phytoplankton standing crops in a nutrient-rich blackwater river. *Limnology and Oceanography*, 45(4):916-929.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. 1990. *The Diatoms*. Cambridge University Press.
- Schindler, D.W. 2006 Factors regulating phytoplankton production and standing crop in world's freshwaters. *Limnology and Oceanography* 23: 478-486.
- Sellers, T., Bukaveckas, P. A. 2003. Phytoplankton production in a large regulated river: A modeling and mass balance assessment. *Limnology and Oceanography*, 48(4): 1476-1487.
- Smith, G. M. 1950. *The Freshwater algae of The United States*, McGraw-Hill Book Campany, New York Toronto, London.

Şener, S., Demirer, T. ve Kaleli Ş. 2002. A research on irrigation water quality of Çanakkale, Ezine and Lapseki Provinces. International Conference on Sustainable Land Use and Management, Çanakkale.

Taşdemir, M., Göksu, Z.L. 2001. Ası Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı su kalite özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 18(1-2):55-64.

Taylor, D.I. 2002. Eutrophication of the lower Charles, Mystic and Neponset rivers, and of Boston Harbor: a statistical comparison. *Massachusetts Water Resources Authority*, Report no: 2002-20

Tuncer, S., Erdemir, C. Ç. 2001. Dünya Kültür Mirası olan Troia'nın geleceği üzerine araştırmalar. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 01 konferansı Bildiriler Kitabı, İstanbul*. 173-178.

Turner, R.E., Rabalais, N.N., Justic, D., Dortch, Q. 2003. Future aquatic nutrient limitations. *Marine Pollution Bulletin* 46:1032-1034.

Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C. 2005. İyidere (Trabzon)'nin fiziko kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji* 14(57): 26-35.

Wetzel, R.G. 2001. *Limnology, Lake and River Ecosystems*. Third Edition, Academic Pres, USA. 187-390.

Wolkersdorfer, C., Blume, C. ve Weber, C. 2003. Trace Elements in the waters of Troy. *Wissenschaftliche Mitteilungen*, 24: 91-95.

US EPA, 1992. Chesapeake Bay Submerged Aquatic Vegetation Habitat Requirements and restoration targets: a technical synthesis. p 186 .

Water for People Water for Life, UNESCO, (b.t.), 25 Mayıs 2005, <http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/chap1.pdf>.

Protecting Ecosystems, UNESCO (b.t.), 25 Mayıs 2005, http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/protecting_ecosystems.shtml.

Toprak ve Su Kaynakları, DSİ (b.t.), 25 Mayıs 2005, <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>.

Türkiye İstatistik Kurumu, (29 Aralık 2005). *Belediye Atık su İstatistikleri*, 25 Mayıs 2005, http://www.die.gov.tr/TURKISH/SONIST/CEVRE/atik_su/k_291205.xls.

Rivers and Water Cycle, Young People's Trust for the Environment (b.t.), 25 Mayıs 2005 http://www.yptenc.org.uk/docs/factsheets/env_facts/river.html .

Dođa Derneđi, (23 Ağustos 2005), *Dođa Derneđi'nin Barajlar Grs*, <http://www.dogadernegi.org/dogabulten/3/index.php?sayfa=11>.

Measurement of photosynthetic pigments in freshwaters, (b.t.), 25 Mayıs 2005, <http://lakes.chebucto.org/DATA/PARAMETERS/CHA/cha.html>.

Florida Department of Environmental Protection, (26 Şubat 2006), *Microbiological Analyses and Bench Biology*, <http://www.dep.state.fl.us/labs/biology/microbio.htm>.

Water policy in the European Union, European Commission, (b.t.) , 25 Mayıs 2005, <http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-nitrates/eutrophication.pdf>.

TABLULAR

	Sayfa
Tablo 1. Çalışma süresi boyunca ölçülen sıcaklık değerleri (°C)	23
Tablo 2. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen pH değerleri	24
Tablo 3. Çalışma süresi boyunca ölçülen toplam katı madde miktarları (mg/L)	25

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu	14
Şekil 2. Karamenderes Çayı üzerindeki üç örnek toplama noktasının genel görünüşü A: 1. örnekleme noktası (20 Eylül 2004), B: 2. örnekleme noktası (20 Eylül 2004), C: 3. örnekleme noktası (23 Ağustos 2004).	18
Şekil 3. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen amonyum miktarının mevsimsel değişimi (ort. \pm std. hata, n=4)	29
Şekil 4. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen nitrit miktarının mevsimsel değişimi (ort. \pm std. hata, n=4)	30
Şekil 5. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen nitrat miktarının mevsimsel değişimi (ort. \pm std. hata, n=4)	31
Şekil 6. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen fosfat miktarının mevsimsel değişimi (ort. \pm std. hata, n=4)	32
Şekil 7. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen silikat miktarının mevsimsel değişimi (ort. \pm std. hata, n=4)	33
Şekil 8. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen klorofil <i>a</i> miktarının mevsimsel değişimi (ort. \pm std. hata, n=4)	34
Şekil 9. Çalışma süresi boyunca üç örnekleme noktasında ölçülen feofitin miktarının mevsimsel değişimi (ort. \pm std. hata, n=4)	35

ÖZGEÇMİŞ

1. **Adı Soyadı:** Füsun AKGÜL

2. **Doğum Tarihi:** 1981

3. **Unvanı:** YL öğrencisi

4. **Öğrenim Durumu:** Lisans

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Biyoloji/ Çevre Biyolojisi	Ege Üniversitesi	2003
Y. Lisans	Biyoloji	ÇOMÜ	Devam ediyor

5. Yayınlar

Kağıt Sanayii Atık Sularının Özellikleri, Örnek Bir Tesis Olarak Mopak AŞ.'in Atık Sularının Özellikleri Nif Çayı'na Olan Etkilerinin İncelenmesi 2003. (Diploma Tezi, Ege Üniv.)

Koçum E., Akgül F., Monitoring of Nutrient Concentrations and Changes in Biomass of Planktonic Primary Producers in Karamenderes. II International Environmental Protection Symposium, 8-10/09/2005, KÜTAHYA.

6. Son iki yılda laboratuvar sorumlusu olduğu dersler

Akademik Yıl	Dönem	Dersin Adı	Haftalık Saati		Öğr. Say.
			Teo.	Uyg.	
2003-2004	Güz	Mikroskopi Tekniği (LAB)	2	2	70
		Bitki Ekolojisi (LAB)	2	2	06
	İlkbahar	Atıksular ve Arıtımı (LAB)	2	2	07
	İlkbahar				