

**T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARS ÇAYINDAKİ ALGSEL KLOROFİL MİKTARININ
MEVSİMLERE GÖRE BELİRLENMESİ**

ERSİN DİLBER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Yard. Doç. Dr. Hanife ÖZBAY**

KARS

2007

T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans öğrencisi Ersin DİLBER'in yüksek lisans tezi olarak hazırladığı
“Kars Çayındaki Algsel Klorofil Miktarının Mevsimlere Göre Belirlenmesi”
adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü
Eğitim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

..../..../2007

	Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	: Prof . Dr. Arif BAYSAL
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Hanife ÖZBAY
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Gültekin GÖKÇE

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/..../2007
gün ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr.Vahit ALİŞOĞLU
Enstitü Müdür V.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışma, son yıllarda akuatik ekolojinin en ilgi çeken alanı haline gelen alg ekolojisi kapsamında, akarsu kaynaklarında yapılan çalışmalara ve Kars Çayında yapılacak olan çalışmalara katkı sağlayacağı kaçınılmazdır. Bu nedenle gerek böyle bir tez konusu seçimi gerekse arazi ve laboratuvar çalışmaları başta olmak üzere bu tezin hazırlanması sırasında her konuda bilgi ve yardımını esirgemeyen ve sürekli desteğini hissettiğim danışman hocam, Sayın Yard. Doç. Dr. Hanife ÖZBAY'a, çalışma sırasında çeşitli nedenlerle tezime katkı sağlayan tüm arkadaşlara ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	
2. MATERYAL VE METOT	
2.1. Çalışma Alanı	7
2.1.1. Konumu	7
2.1.2. Kars çayının ve çevresinin jeolojisi	7
2.2. Örneklerin Toplanması	8
2.2.1. Su örneklerinin toplanması ve fiziko-kimyasal analizler	8
3. BULGULAR	
3.1. Kars Çayının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	11
3.1.1. Su sıcaklığının mevsimsel değişimi	11
3.1.2. pH'nın mevsimsel değişimi	12
3.1.3. Elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişimi	13
3.1.4. Çözünmüş oksijen miktarının mevsimsel değişimi	14
3.1.5. Secchi derinliğinin mevsimsel değişimi	15
3.1.6. Toplam fosfat (TP)'in mevsimsel değişimi	16
3.1.7. Orta fosfat (SRP)'in mevsimsel değişimi	17
3.1.8. Nitrat (NO ₃ -N)'in mevsimsel değişimi	18
3.1.9. Amonyum (NH ₄ -N)'un mevsimsel değişimi	19
3.1.10. Silikat (SiO ₂)'in mevsimsel değişimi	20
3.2. Algsel Klorofil Miktarının Mevsimsel Değişimi	21
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	
4.1. Kars Çayı'nın Fiziksel ve Kimyasal Yapısı	22
4.1.1. Su sıcaklığının mevsimsel değişimi	22
4.1.2. pH'nın mevsimsel değişimi	22
4.1.3. Elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişimi	23
4.1.4. Çözünmüş oksijen miktarının mevsimsel değişimi	23
4.1.5. Secchi derinliğinin mevsimsel değişimi	24
4.1.6. Toplam fosfat (TP)'in mevsimsel değişimi	25
4.1.7. Orta fosfat (SRP)'in mevsimsel değişimi	25
4.1.8. Nitrat (NO ₃ -N)'in mevsimsel değişimi	26
4.1.9. Amonyum (NH ₄ -N)'un mevsimsel değişimi	27
4.1.10. Silikat (SiO ₂)'in mevsimsel değişimi	27
4.2. Algsel Klorofil Miktarının Mevsimsel Değişimi	28
5. KAYNAKLAR	32
6. ÖZGEÇMİŞ	35

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARS ÇAYINDAKİ ALGSEL KLOROFİL MİKTARININ MEVSİMLERE GÖRE BELİRLENMESİ

Ersin DİLBER

Kafkas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman

Yard. Doç. Dr. Hanife ÖZBAY

Bu araştırmada, Kars Çayı'nın algisel klorofil miktarı ve fiziko-kimyasal yapısı incelenmiştir. Analizler için su örnekleri Haziran 2005 ve Kasım 2005 tarihleri arasında ırmaktaki 8 farklı istasyondan toplanmıştır. Analizler sonucunda minimum ve maksimum klorofil miktarları sırasıyla Haziran 2005 ve Eylül 2005 tarihlerinde belirlenmiştir. Algisel klorofil esas olarak mevsimsel faktörlere bağlı olarak değişmiştir.

Anahtar sözcükler : Kars Çayı, algisel klorofil, su kimyası

ABSTRACT

DETERMINATION OF ALGAL CHOLOROPHYLL LEVEL IN KARS STREAM ACCORDING TO THE SEASONS

Ersin DİLBER

Kafkas University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor

Assist. Prof. Dr. Hanife ÖZBAY

In this research algal chlorophyll level and physico-chemical structure of Kars Stream have been investigated. Water samples for analysis were collected between June 2005 and November 2005 from 8 different stations on the river. At the end of the analysis minimum and maximum chlorophyll levels were determined in June 2005 and September 2005 respectively. Algal chlorophyll level has been changed mainly due to the seasonal factors.

Key words : Kars Stream, algal chlorophyll, water chemistry

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

cm	Santimetre
m	Metre
km	Kilometre
nm	Nanometre
ml	Mililitre
μScm^{-2}	Santimetre karede mikrosimens
$\mu\text{g/l}^{-1}$	Litrede mikrogram
mg/l^{-1}	Litrede miligram
ha	Hektar

Kısaltmalar

MTA	Maden Teknik Arama
RPM	Revolutions per minute
SRP	Soluble Reactive Phosphorus
TP	Total Phosphorus
Si:N	Silisium:Nitrogen
Si:P	Silisium: Phosphorus

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1.	Çalışma alanı ve istasyonların haritası 10
Şekil 3.1.	Su sıcaklığının mevsimsel değişimi 11
Şekil 3.2.	pH nın mevsimsel değişimi 12
Şekil 3.3.	Elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişimi 13
Şekil 3.4.	Çözünmüş oksijen miktarının mevsimsel değişimi 14
Şekil 3.5.	Secchi derinliğinin mevsimsel değişimi 15
Şekil 3.6.	Toplam fosfat (TP)'in mevsimsel değişimi 16
Şekil 3.7.	Orta Fosfat (SRP)'in mevsimsel değişimi 17
Şekil 3.8.	Nitrat (NO ₃ -N)'in mevsimsel değişimi 18
Şekil 3.9.	Amonyum (NH ₄ -N)'un mevsimsel değişimi 19
Şekil 3.10.	Silikat (SiO ₂)'in mevsimsel değişimi 20
Şekil 3.11.	Algsel klorofil miktarının mevsimsel değişimi 21

1.GİRİŞ

Deniz, göl, havuz, ırmak ve sularda ışığın sızabildiği derinliklere kadar olan bölgelerde genellikle su yüzeyi ve yüzeye yakın derinliklerde suyun hareketine bağlı olarak pasif bir halde yüzen genellikle mikroskobik organizmalardan meydana gelen topluluğa plankton adı verilir. Bitki ya da bitki benzeri organizmaların oluşturduğu topluluklara fitoplankton, hayvan ya da hayvan benzeri organizmaların oluşturduğu topluluğa ise zooplankton adı verilir. Fitoplankton hemen hemen tamamen alglerden oluşur [1]. Bu nedenle alg ve fitoplankton terimleri çoğu zaman aynı anlamda kullanılırlar.

Geçmiş dönemlerde algler; basit, önemsiz, yaprak, kök, gövde ve yüksek yapılı bitkilerdeki gibi üreme sistemine sahip olmayan bitkiler olarak düşünülmekteydi. Bununla birlikte, bazı alglerin hayvansal özelliklere sahip olduklarının fark edilmesi geç olmadı ve algler hem bitkiler hem de hayvanlar alemine dahil edildiler. Bu gün de bu durum devam etmektedir [1].

Hayvan ve bitkiler birbirlerinden belirgin farklarla ayrılan organizmalar olduğu halde, algsel seviyede bitki ve hayvan arasındaki farklar çok belirgin değildir. Alglerin büyük bir kısmı bitkisel karakterli iken, bazıları hayvansal karakterlidir ve küçümsenemeyecek bir kısmı da, bu ikisinin arasında, hem bitkisel hem de hayvansal karakter sergilerler [1].

Bu gün yaşayan organizmaların prokaryot ve ökaryot olmak üzere iki gruba ayrıldığını biliyoruz. Prokaryotlar bütün bakteri gruplarını içerirken, ökaryotlar bakteri, riketsiya, aktinomiset ve mikoplazma dışındaki bütün canlı gruplarını kapsar. *Cyanophyta* veya mavi-yeşil algler olarak isimlendirilen alg grubu, bakteri olduklarından dolayı prokaryot içerisinde yer alır. Bu grup bilimsel literatürlerde, her zaman olmasa da, genellikle *Cyanobakteri* olarak isimlendirilir. Halk arasında ise hala mavi-yeşil alg olarak bilinmektedir [1].

Tatlı su alglerinin çoğu mikroskobik yapıdadır ve bu da onların genel yapısının gözle görülmesini engeller. Ancak su şamdanları (*Charophyta*) olarak isimlendirilen grup çalmsı bir görüntüye sahiptir ve 20 cm veya daha büyük yüksekliğe erişebilir. Bazı algler ise; son derece küçüktür ve normal bir ışık mikroskobunda görülmeleri mümkün değildir. En küçük alg türü bir milimetre çapındaki bir dairede milyonlarca tek hücre içeren bir iç su algidir. Bilinen en büyük alg ise 60 m yüksekliğe ulaşabilen bir deniz algidir [1].

Alglerin büyüklükleri gibi renkleri de farklılıklar gösterir. Denizlerde yaşayan en büyük alglerin renkleri koyu yeşilin tonlarından kahverengi ve kırmızıya kadar değişir. Deniz ve iç sularda yaşayan mikroskobik alglerin renkleri ise, bu renklerin değişik tonları şeklindedir. Buna ek olarak bazı formlar mavi-yeşil ve mavi renklidir. Renkler pek çok grup üyesi için ortaktır ve alglerin isimlendirilmelerinde rol oynar. Bu nedenle yeşil renkli deniz algleri *Chlorophyta* (Yunanca chloros: yeşil) grubunda, kırmızı renkliler ise *Rhodophyta* (Yunanca rhodon: gül dolayısıyla kırmızı) grubunda yer alır. Deniz ve tatlı su *Chlorophytaları* genellikle yeşil renkli iken, tatlı su *Rhodophytalarının* çok az bir kısmı kırmızıdır. Bu nedenle renk tek başına alglerin gruplandırılmasında yeterli değildir [1].

Alglerin pek çoğu tek bir hücreden meydana gelir ki, böyle algler unisellüler alglerdir. Bazı durumlarda çok sayıda hücre bir araya gelerek düzensiz ve organizasyonsuz bir kütle içerisinde yaşarlar. Bu şekilsiz hücreler topluluğunun tersine bazı algler organize olmuş gruplar halindedir. Organizasyonun derecesi basitten çok gelişmişe kadar değişir. Bu şekilde yapısal grup oluşturan alg hücreleri koloni olarak isimlendirilir. Bu koloniler basit bir şekilde tek hücrelerin gruplaşmasıyla oluştuğundan, tek bir hücre koloniden ayrılıp büyümesine devam ederek yeni bir koloni meydana getirebilir [1].

Hücreler filament olarak isimlendirilen iplik gibi zincirler oluşturabilirler. Filament tek başına veya grup içinde olabileceği gibi dallanmamış veya dallanmış da olabilir. Birkaç grupta filament tek bir tüpsü hücreden oluşur. Sadece bazı özel durumlarda (Örn: üreme) bu tüpsü hücreler birkaç parçaya bölünebilir [1].

Hücreler aynı zamanda iki veya üç boyutlu olarak birbirleriyle birleşerek yüksek bitkilerin yumuşak iç dokularını meydana getiren parankima adlı doku benzeri yapılar oluşturabilirler [1].

Tek hücreli, koloni veya filamentli algler hareketli veya hareketsiz olabilirler. Hareket yüzmekten ürpermeye kadar çeşitli şekillerdedir. Alglerin üremeleri de çeşitli şekillerde olur. Koloniden ayrılan bir hücrenin yeni bir koloni meydana getirmesi bir üreme şeklidir. Aynı şekilde filamentten kopan bir parça yeni bir filament oluşturuyorsa bu da bir üremedir. Bazı alglerde ise üreme, bir hücrenin ikiye bölünüp ayrılarak iki yeni hücre oluşturmasıyla gerçekleşir. Pek çok alg özel üreme yapıları meydana getirirler. Bunların yaygın ismi spordur. Sporlar genellikle özel hücreler veya değişikliğe uğramış normal hücreler içerisinde üretilirler. Eşeyli üreme için ise zigot oluşturulur. Zigotlar genellikle hızlı bir şekilde çimlenmezler. Bu nedenle sıklıkla yaşam koşullarının uygun olmadığı dönemlerde oluşturulurlar. Aylar veya yıllar sonra yaşam koşulları uygun hale gelince çimlenirler [1].

Algler şimdiye kadar çok çeşitli şekillerde sınıflandırılmışlardır. Hangi grubun daha önce yaratıldığı bilinmemektedir. *Cyanophyta* (mavi-yeşil algler) hücre yapısı ve kolonilerinin organizasyonu bakımından diğer alglere göre ilkel olmakla beraber ilk gelişen algler olduğunu söylemek zordur. Alglerin primer sınıflandırılmasında göz önünde bulundurulmuş bazı özellikler ;

- 1) Plastitlerinde ihtiva ettikleri pigmentler
- 2) Fotosentez sonucu meydana gelen ürünler
- 3) Hareketli üreme hücrelerinin kamçıları
- 4) Hücre çeperinin kimyasal yapısı, çeperin ihtiva ettiği maddeler
- 5) Gerçek çekirdeğin olup olmadığı
- 6) Alglerin hayat devreleri, çoğalma organları ve çoğalma yolları

şeklinde özetlenebilir. Alglerin sınıflandırılmasında hala şüpheli grupların varlığı görülmekte olup, sistematikçiler tarafından henüz tam olarak ortak zemine oturtulmuş bir sınıflandırma mevcut değildir [2].

Algler değişik taksonomik gruplardan meydana gelirler. Bu grupların çoğunun farklı fizyolojik ihtiyaçları vardır ve yine pek çoğu ısı, ışık, besin tuzu gibi fiziksel ve kimyasal parametrelere duyarlıdırlar [3]. Aralarındaki taksonomik ve fizyolojik farklılıklara rağmen pek çok alg grubu aynı suda bir arada yaşayabilirler. Bununla beraber, algler suda sadece yer değiştirmezler; aynı zamanda suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlerine bağlı bir şekilde mevsimsel olarak da değişirler [3].

Ülkemiz, 906 118 ha. tabii göl, 18 000 ha. baraj gölü ve 145 000 km uzunluğunda akarsu ağıyla önemli bir su potansiyeline sahiptir [4]. Su bulunan her yerde mutlaka alg türleri (su yosunları) vardır. Fakat onlar hakkında yeterince bilgisi bulunmayanlar, sadece su yosunu olarak görüp geçerler. Halbuki, hayatın kaynağı olan oksijenin yaklaşık % 70-90'i alglerin fotosentezi sonucu üretilir, tıp ve eczacılıkta kullanımları ile akuatik ekosistemlerde organik maddelerin primer üreticileri olmaları ve besin zincirinin temelini oluşturmaları nedeniyle büyük bir öneme sahiptirler [2].

Alg ekolojisi son yıllarda akuatik ekolojinin en ilgi çeken alanı haline gelmiştir. Yurdumuzda iç suların alg florasını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar son yıllarda giderek yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir kısmı göl, gölet ve baraj göllerinde yapılmış olmasına rağmen akarsularımızda yapılan çalışmaların sayısı oldukça azdır.

Akarsularımızda yapılan çalışmalardan ilk olarak Yıldız [5], Konya-Meram Çayı'nın sedimenleri üzerinde yaşayan algleri incelemiştir. 16 aylık çalışma süresinde florada *Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta* ve *Dinophyta* bölümlerine ait taksonlar tespit edilmiştir. Yıldız [6], Porsuk Çayı'nda *Bacillariophyta* dışındaki algleri incelemiş ve *Chlorophyta*, *Cyanophyta* ve

Euglenophyta'ya ait taksonları tespit etmiştir. Yıldız [7], Porsuk Çayı'nın farklı habitatlarındaki diyatomelerini ve bunun yanında çayın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini de belirlemiştir.

Altuner ve Gürbüz [8], Karasu Nehri planktonik alg kompozisyonunu ve mevsimsel değişimini incelemiştir. Ayrıca yapılan çalışmada kirlilik indikatörü olan algleri de tespit etmişlerdir. Altuner ve Gürbüz [9], Karasu Nehri epipelik alg florasını seçtiği altı istasyonda incelemiş ve *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta*'ya ait taksonları tespit etmiştir.

Yıldız ve Özkıran [10], Kızılırmak Nehri diyatomelerini incelemişler. Gönülol ve Arslan [11], Samsun-İncesu Deresi alglerini incelemişler. Yıldız ve Özkıran [12], Çubuk Çayı'nda yaptıkları çalışmada ise çeşitli habitatlardan aldıkları örneklerde değişik taksonlar tespit etmişler, ayrıca çayın fiziksel ve kimyasal özelliklerini de belirlemişlerdir.

Albay ve Aykulu [13], Göksu Deresi'nin planktonik alglerini ve suyun bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Bu incelemede planktonik alglerin mevsimsel değişimini, su kalitesini ve dereye bulunan taksonların nisbi yoğunluklarını tespit etmişlerdir.

Atıcı ve Yıldız [14], Sakarya Nehri diyatomelerini değişik habitatlarda incelemiş ayrıca nehre ait bazı fiziksel ve kimyasal değerlerin algler üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Yıldız ve Atıcı [15], yaptıkları bir diğer çalışmada Ankara Çayı diyatomelerini incelemişlerdir.

Ertan ve Morkoyunlu [16], Aksu Deresi alg florasını, seçilen 4 istasyonda Eylül 1993- Ağustos 1994 tarihleri arasında incelemişler ve *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta*'ya ait taksonlar tespit etmişlerdir.

Kolaylı, Baysal ve Şahin [17], yaptıkları çalışmada Ocak 1995-Aralık 1995 periyodunda Şana Deresi (Trabzon) epipelik ve epilitik alglerini incelemişlerdir.

Epipelik ve epilitik kominitelerinde *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarına ait toplam 60 takson tespit edilmiştir.

Kutluk [18], Amasya İl Merkezi sınırların içerisinde kalan Yeşilirmak Nehri alg florasını Haziran 1999 – Mayıs 2000 tarihleri arasında incelemiş ve *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarına ait toplam 81 takson tespit edilmiştir.

Yavuz [4], yaptığı çalışmada Cip Çayı (Elazığ) algleri ve mevsimsel değişimi incelenmiş ve *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta* ve *Euglenophyta* divizyolarına ait toplam 95 takson tespit edilmiştir. Ayrıca Cip Çayı peleajik algleri Nisan ve Ekim aylarında en yüksek sayıya ulaşmıştır. Aynı zamanda peleajik alglerin mevsimsel gelişimi ile su sıcaklığı arasında açık bir ilişki gözlenmiştir.

Alglerin karakteristik özelliklerinden biri de klorofil, karotenoid ve biliprotein gibi fotosentetik pigment taşımalarıdır. En önemli fotosentetik pigmentleri klorofil a dır ve bütün alg gruplarında bulunur [3]. Algler klorofil pigmenti sayesinde fotosentez yapabilen en basit organizmalardır [19]. Klorofil miktarı belirlenerek herhangi bir sucul ortamdaki alg büyümesi hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür.

İlimiz akarsu kaynaklarından en önemlilerinden bir tanesi olan Kars Çayı'nda; Karakuş[20] “Siraz balıklarında bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi”, Ayaz [21] “Kars Çayı balıklarının taksonomik yönden araştırılması” ve Yolaçan [22] “Kars Çayındaki *Capoeta capoeta capoeta* ‘nın büyüme ve üreme özelliklerinin incelenmesi” gibi çalışmalar yapmışlardır. Bununla birlikte bugüne kadar Kars Çayı'nda algolojik bir çalışma yapılmamıştır. Bu sebeple çalışmanın amacı Kars Çayı'nda bulunan algsel klorofil miktarını mevsimsel olarak belirleyerek alg büyümesi hakkında fikir edinmektir. Bu sayede Kars Çayı'yla ilgili çalışmalara katkı sağlanılacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı

2.1.1. Konumu

Uzunluğu 93 kilometre olan Kars Çayı'nın en uzun kolu Sarıkamış Çayıdır. Soğanlı Dağlarının Aşıt Tepe (2350 m) eteklerinden doğan Sarıkamış Çayı, Sarıkamış İlçesini geçtikten sonra Kars Çayı adını alır. Kars Çayı'nın su potansiyeli açısından en önemli kolu Kekeç Çayıdır. Katranlı Çayı ve Bayburt Suyu ile birleştikten sonra Selim İlçesi Killikdüzü Mevkiinde Kars Çayı'na karışır. Bu noktadan itibaren doğu yönünde akışını sürdüren Kars Çayı, Kars ilinin içinden geçerek kuzeyden gelen Susuz Çayı ve Çıldır Gölü ayağını da alarak Arpaçay Barajı gölüne dökülür [23,24].

2.1.2. Kars Çayı'nın ve çevresinin jeolojisi

Genellikle Orta Miyosen'de Arabistan plakaları ile Avrasya plakasının çarpışması, Türkiye neotektoniğinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Kıtaların çarpışması ile Anadolu'nun özellikle Doğu Anadolu'nun sıkışmanın etkisinde kaldığı ve bunun sonucu olarak Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu dönüşüm faylarının oluştuğu bununla birlikte Anadolu plakasının batıya doğru hareket ettiği, kıtaların çarpması sonucunda meydana gelen sıkışma ortamında çarpışma volkanitlerin oluştuğu belirtilmektedir [23].

Bölgedeki yükselmenin ve volkanizmanın etkisiyle Kalkankale formasyonunun çökeldiği göllerin devamlı olarak boyutları değişmiş, bir yerde söz konusu göllerin bir kısmı ve/veya tamamı kapanarak diğer tarafta yeni göl ve göller oluşarak çökme Alt Kuaterner'e kadar devam etmiştir. Bu arada Dumanlıdağ piroklastikleri, Taşköprü andezit, dasit riyolitleri ile Melikler bazaltını oluşturan faaliyetler de gerçekleşmiştir. Bu faaliyetlerin ürünü olan lav, tüf, aglomeralar bölgeye yayılmış ve kısmen söz konusu göller de yayılarak Kalkankale formasyonu ile iç içe girik bir durum almışlardır.

Pleistosen'de bölgenin yükselmesi sonucu Kalkankale formasyonu su yüzeyine çıkmış, bu esnada gelişen akarsuların çökelleri Yolboyu formasyonunu meydana getirmişlerdir.

Çalışma alanının topografyası aşınma ile günümüz topografyasına ulaşmış olup, bu arada faaliyetteki akarsular vadi tabanında alüvyonları biriktirmiş ve yamaçlarda erozyon sonucu yamaç molozu birikintileri oluşmuştur [23]. Çalışma alanında yer alan çökel kayalardan üst miyosen yaşlı Horasan formasyonuna ait birimler genelde yatay veya yataya yakın 5°-10° ile Güneydoğuya eğimli olup, orta-kalın tabakalanma sunar.

MTA tarafından yapılmış bölgesel çalışmada, bölgede sıkışma tektoniğinin etkisiyle, volkanizmanın yanında çok sayıda Kuzeydoğu-Güneybatı gidişli sağ yanal doğrultu atımlı fayların ve Kuzey-Güney yönlü açılma çatlaklarının oluşmasına neden olduğu, sağ ve sol yanal atımlı fayların birbirlerini dik kestiği belirtilmiştir [23].

2.2. Örneklerin Toplanması

2.2.1. Su örneklerinin toplanması ve fiziko-kimyasal analizler

Kars Çayı'nda seçilen 8 istasyonda (Şekil 2.1.) Haziran 2005 – Kasım 2005 tarihleri arasında aylık periyotlarla yerinde su sıcaklığı ve pH WTW pH 315i set, konduktivite WTW Cond 315i set, çözünmüş oksijen ölçümleri ise WTW oxi 197i marka taşınabilir cihazlarla yapılmıştır. Bulanıklık durumu ise yine arazide Secchi derinliği ölçümleri ile belirlenmiştir. % 10 luk HCL ile asit yıkama yapılmış ve saf su ile çalkalanıp kurutma fırınında kurutmaları tamamlanan 1 L.'lik karanlık cam şişelere alınarak laboratuara getirilen su örnekleri üzerinde ise; silikat (SiO₂), toplam fosfat (TP), ortafosfat (SRP), nitrat (NO₃N), amonyum (NH₄N) ve klorofil a değerleri incelenmiştir. Kimyasal analizler Mackereth, *et al.*[25]' e göre ve klorofil a analizi aseton metodu ile Talling & Driver [26]' e göre yapılmıştır. Metot aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

Birkaç damla magnezyum karbonatla ıslatılmış filtre kağıdından 100 ml su örneği vakum pompası yardımıyla filtre edilmiştir. Filtre kağıdı havan içerisinde biraz kum ve 5 ml %90'lık aseton yardımıyla ezilmiştir. Elde edilen karışım santrifüj tüpüne aktarılmış ve hacim 10 ml ye tamamlanmıştır. Test tüpü ağzı alüminyum kağıtla kapatılarak bir gece buzdolabında bekletilmiştir. Ertesi gün örnek 3000 RPM de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi için Hettich eba 20 marka santrifüj kullanılmıştır. Santrifüj işleminden sonra elde edilen çözeltinin süpernatat kısmı okuma işlemini yapmak üzere 1 cm'lik küvete aktarılmıştır. Küvet spektrofotometreye yerleştirilerek, asetona karşı önce 663 nm ve sonra 750 nm dalga boyunda ilk olarak asitsiz daha sonra birkaç damla %10'luk HCL damlatılarak terar okunmuştur. Spektroskopik okumalar Thermo Helios α marka spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Klorofil miktarı ise aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

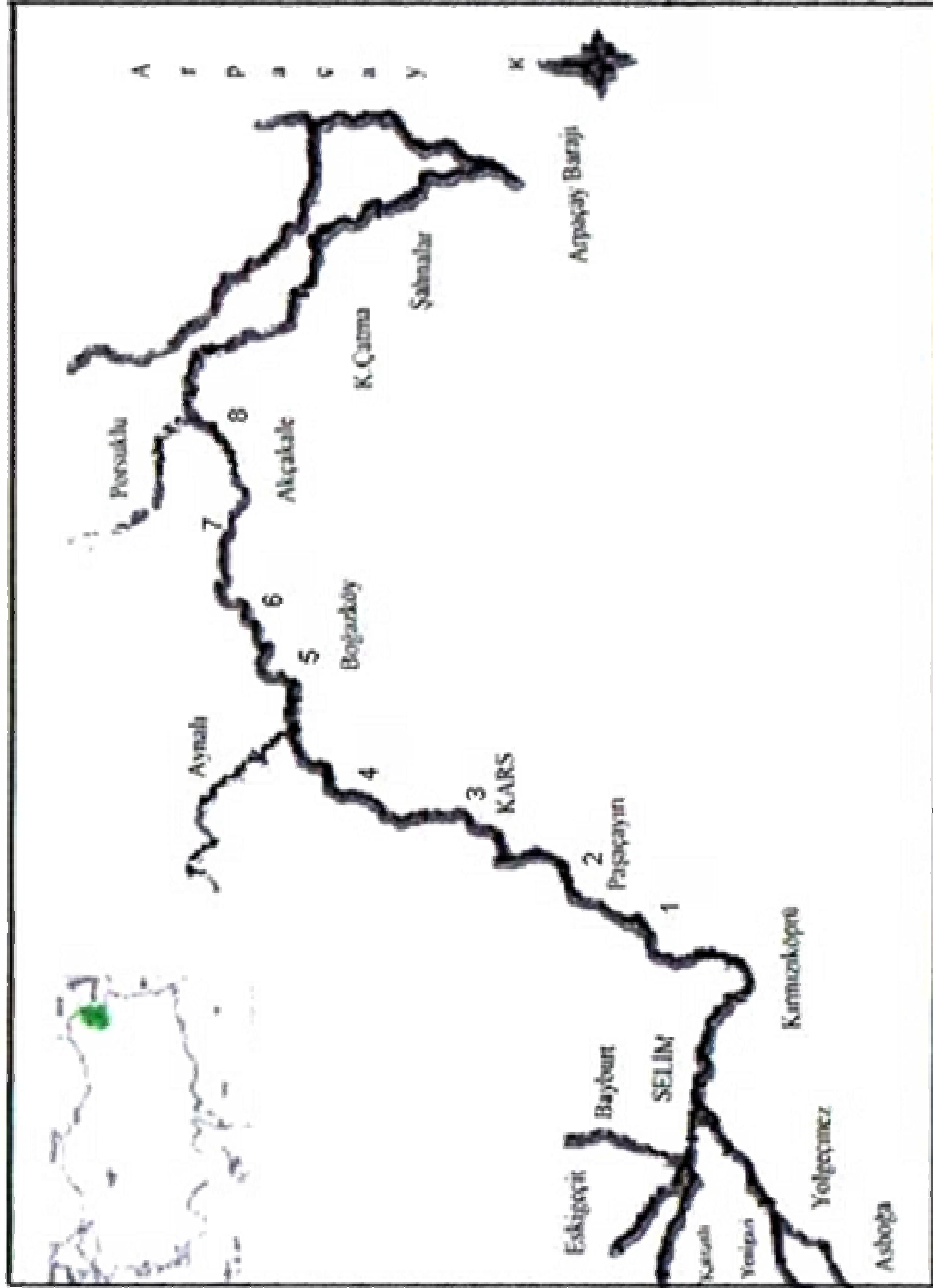
$$Cu = \frac{26.73 \times \text{aseton miktarı} \times [(An-Am)]}{\text{örnek miktarı} \times \text{küvet boyutu}}$$

Burada;

Cu = Klorofil miktarı

An = Asitsiz 663 nm değeri-750 nm değeri

Am = Asitli 663 nm değeri- 750 nm değeri anlamında kullanılmaktadır.



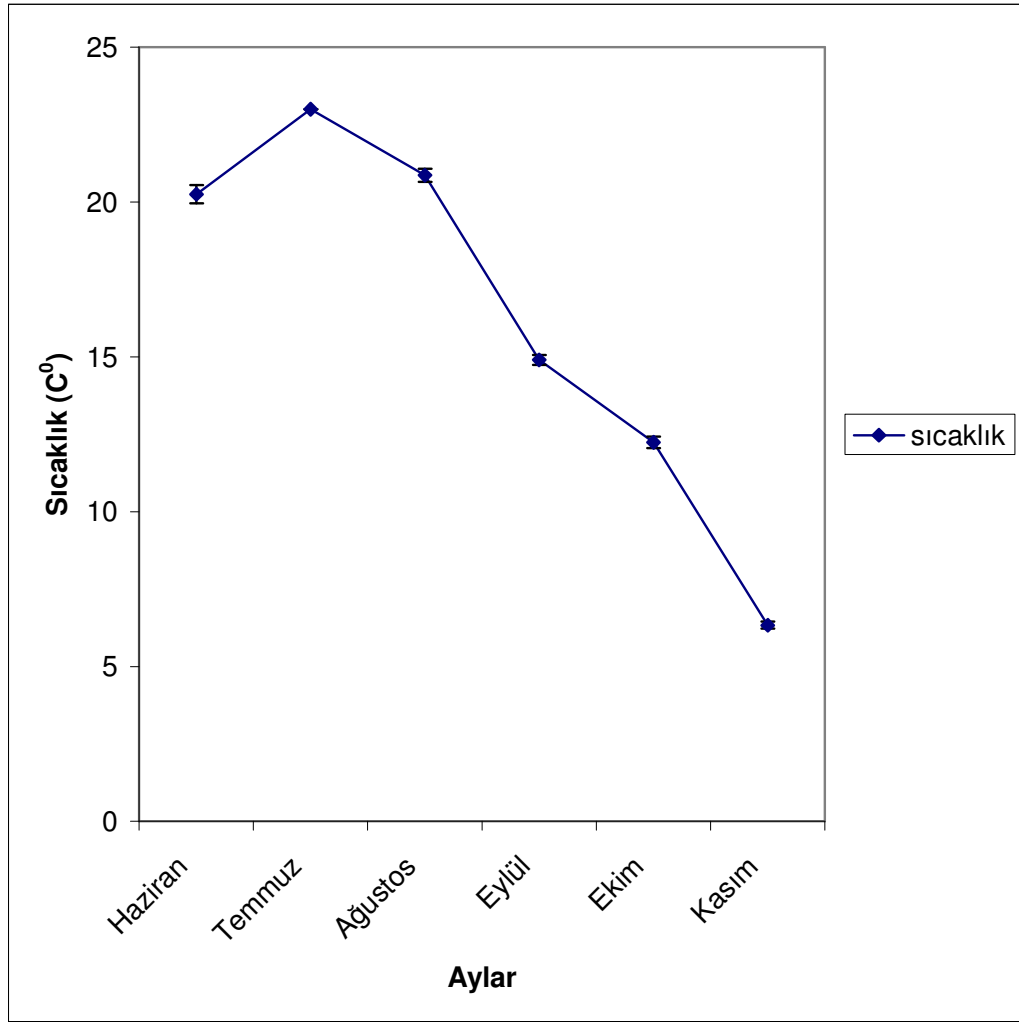
Şekil 2.1. Çalışma alanı ve istasyonların haritası [21]

3. BULGULAR

3.1. Kars ayının Fiziksel ve Kimyasal zellikleri.

3.1.1. Su sıcaklığının mevsimsel değişimi

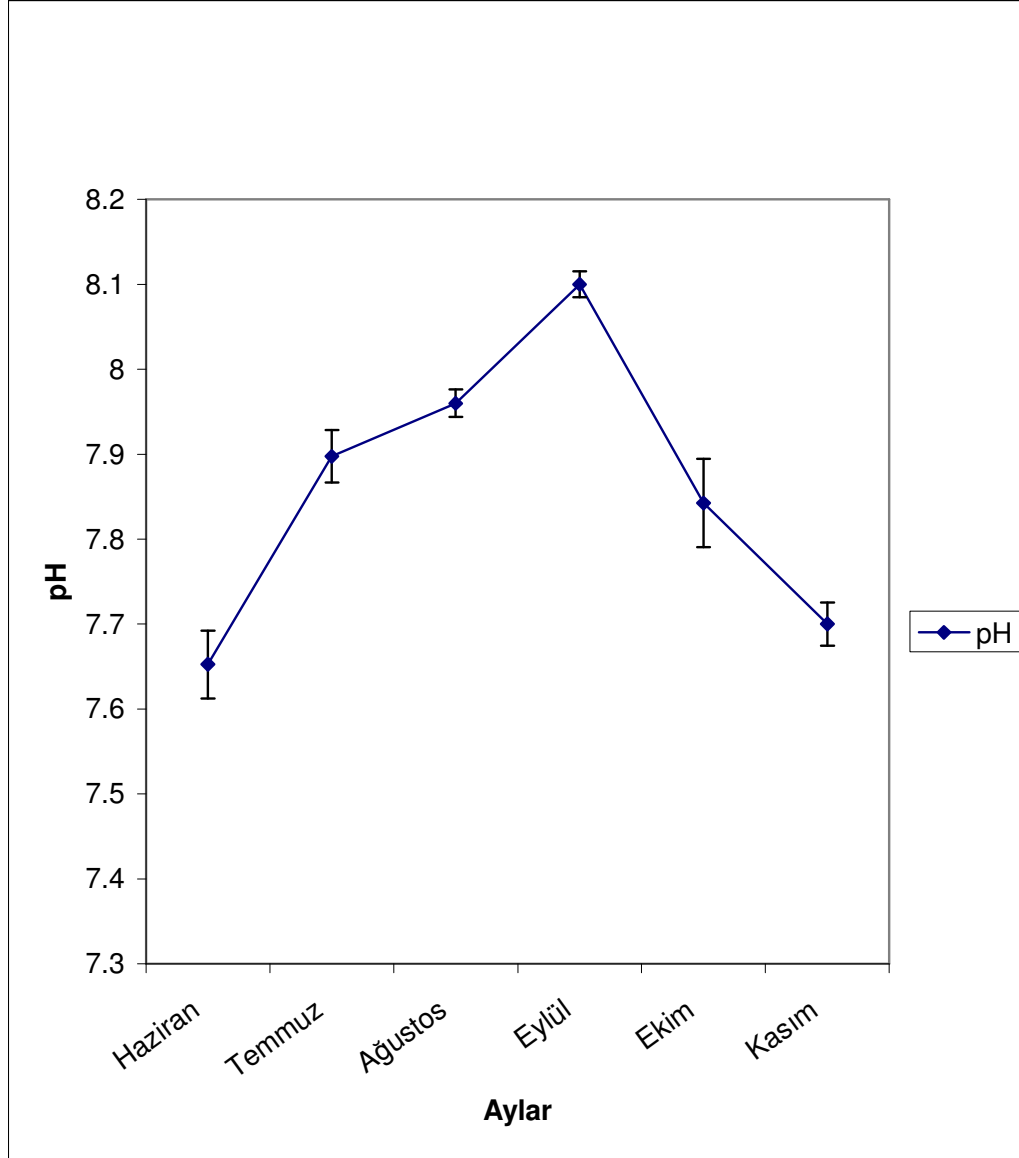
Yapılan lümler sonucunda en yüksek değer 23 C° ile Temmuz ayında en düşük sıcaklık ise Kasım ayında 6.3 C° olarak ölçülmüştür (şekil 3.1.).



şekil 3.1. Su sıcaklığının mevsimsel değişimi. Ortalama değerler (n=8) standart hatalarıyla birlikte gösterilmiştir

3.1.2. pH'nin mevsimsel değişimi

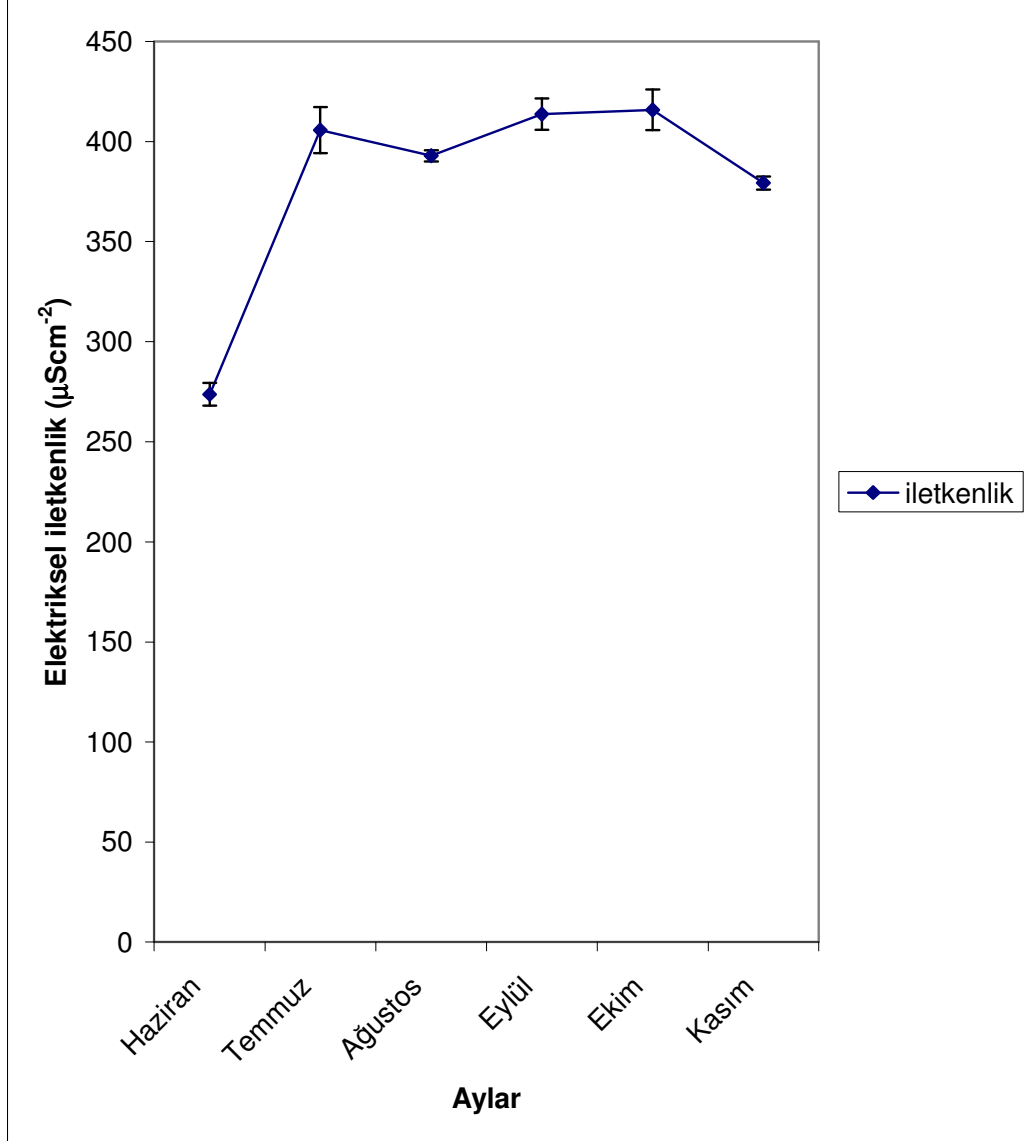
Kars ayı'nda en yüksek pH değerleri 8.1 ile Eylül ayında, en düşük değer ise 7.6 ile Haziran ayında kaydedilmiştir (şekil 3.2.).



şekil 3.2. pH'nin mevsimsel değişimi. Ortalama değerler (n=8) standart hatalarıyla birlikte gösterilmiştir

3.1.3. Elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişimi

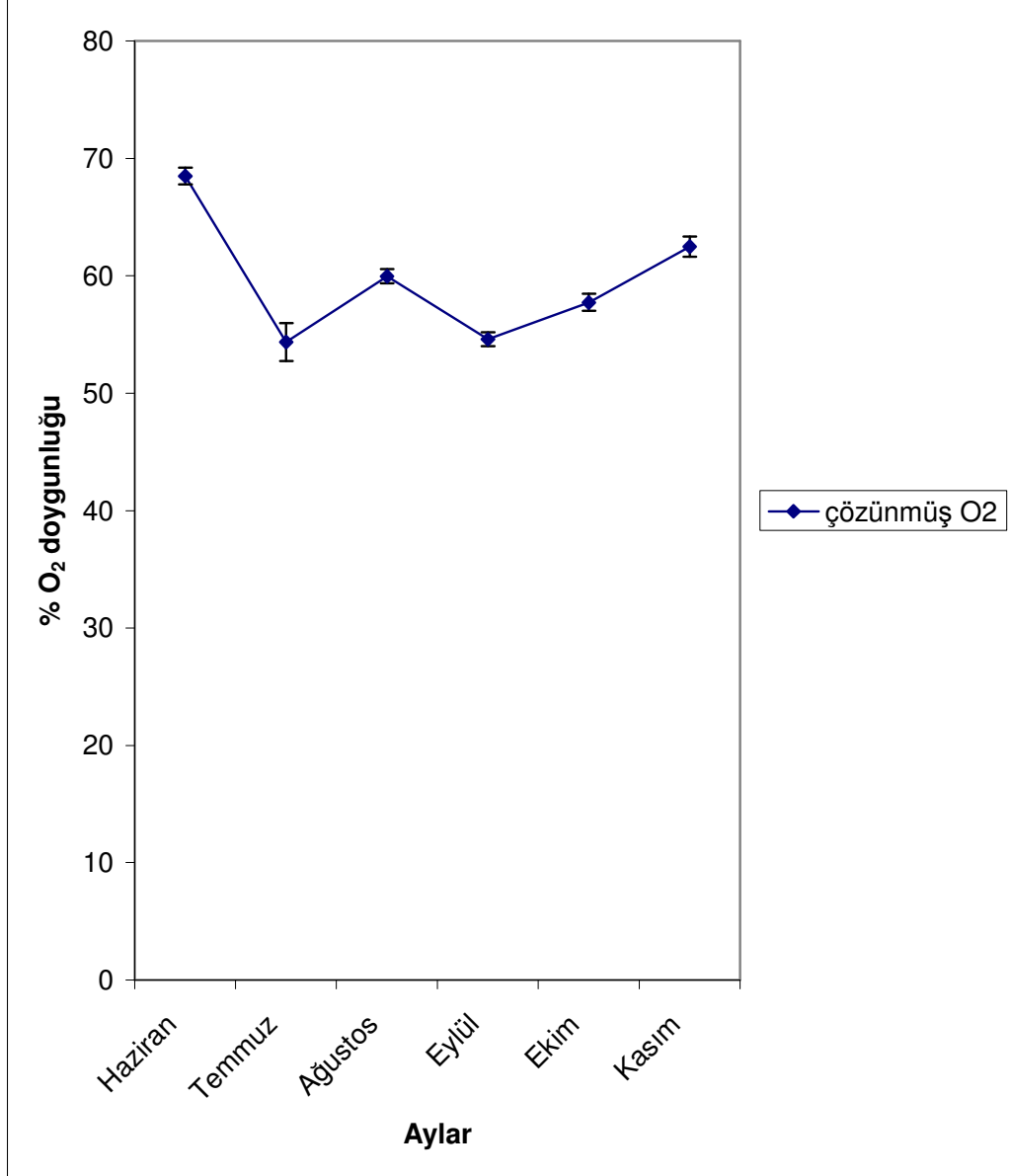
Kars ayı'nda en dūřuk elektriksel iletkenlik $273 \mu\text{Scm}^{-2}$ ile Haziran ayında, en yūksek deęer ise $415 \mu\text{Scm}^{-2}$ ile Ekim ayında kaydedilmiřtir (řekil 3.3.).



şekil 3.3. Elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişimi. Ortalama değerler ($n=8$) standart hatalarıyla birlikte gōsterilmiřtir

3.1.4. Çözünmüş oksijen miktarının mevsimsel değişimi

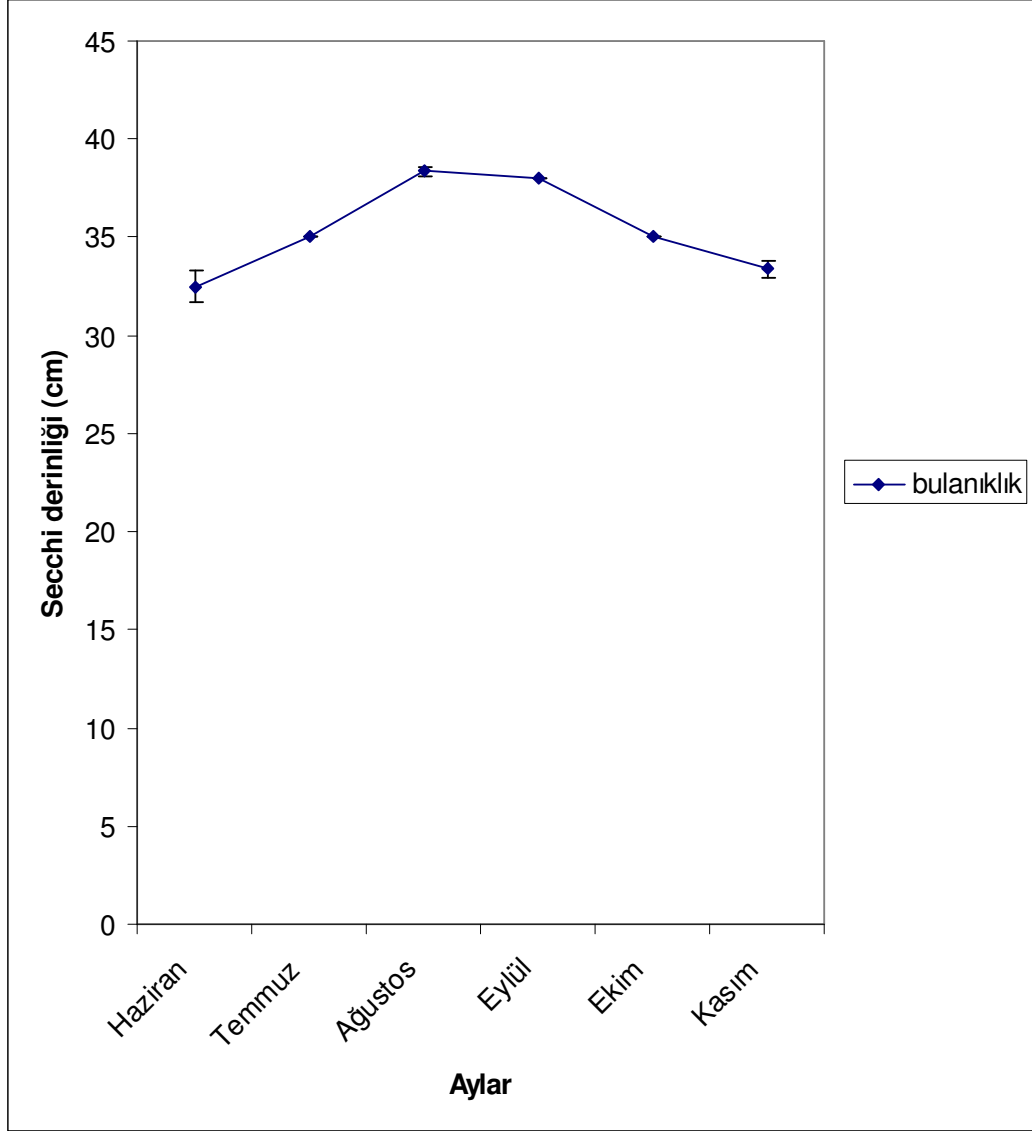
Kars Çayı'nda en düşük oksijen değeri % 54.3 ile Temmuz ayında ve en yüksek değer % 68.5 ile Haziran ayında kaydedilmiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Çözünmüş oksijen miktarının mevsimsel değişimi. Ortalama değerler (n=8) standart hatalarıyla birlikte gösterilmiştir

3.1.5. Secchi derinliğinin mevsimsel değişimi

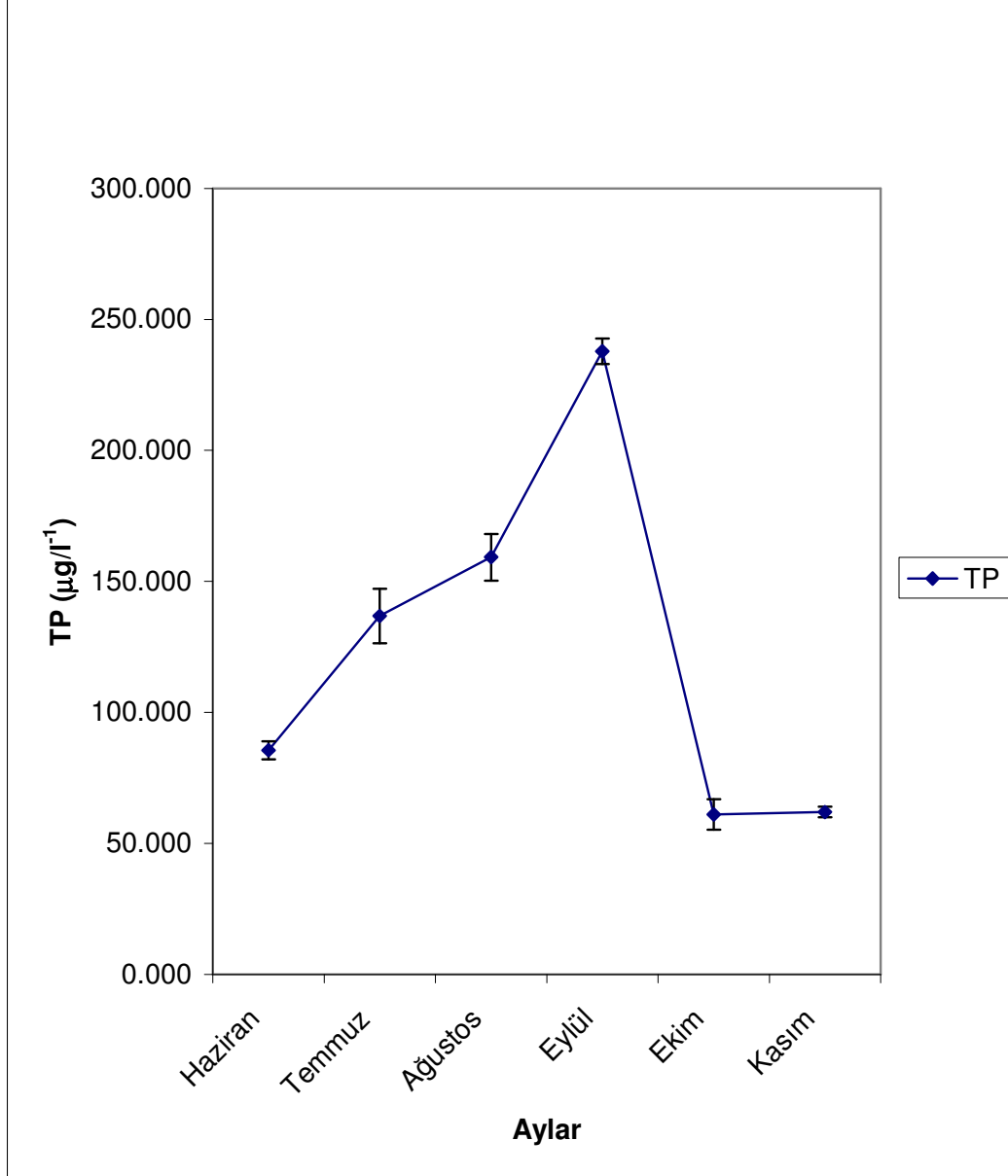
Yapılan ölçümlerde en düşük Secchi derinliği 32.5 cm olarak Haziran ayında ve en yüksek 38.3 cm olarak Ağustos ayında belirlenmiştir (şekil 3.5.).



şekil 3.5. Secchi derinliğinin mevsimsel değişimi. Ortalama değerler (n=8) standart hatalarıyla birlikte gösterilmiştir

3.1.6. Toplam fosfat (TP)'in mevsimsel değişimi

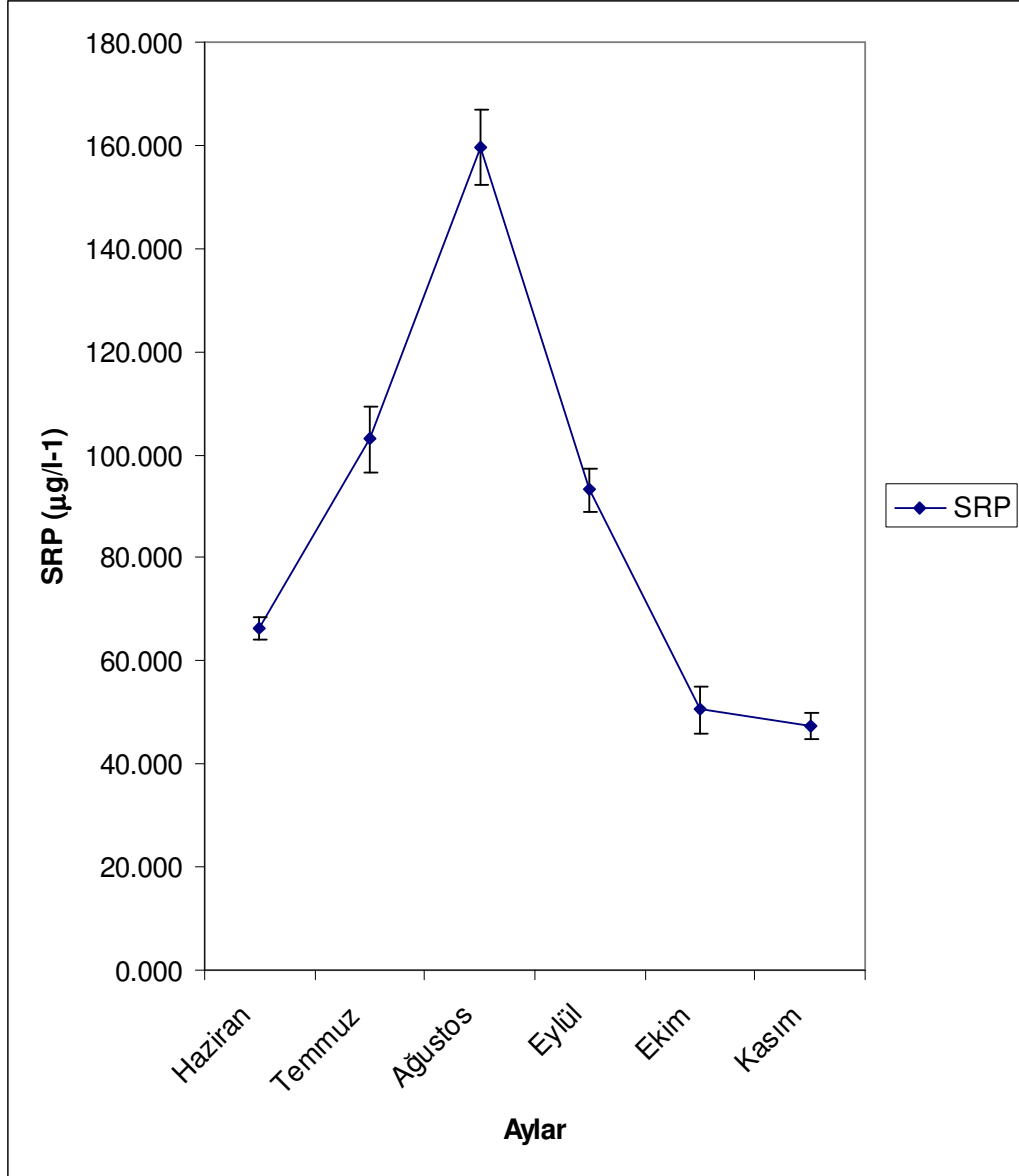
Kars ayı'nda yapılan analizler sonucunda en yüksek toplam fosfat $237.8 \mu\text{g/l}^{-1}$ ile Eylül ayında ve en düşük $61 \mu\text{g/l}^{-1}$ ile Ekim ayında tespit edilmiştir (şekil 3.6.).



şekil 3.6. Toplam fosfat (TP)'in mevsimsel değişimi. Ortalama değerler ($n=8$) standart hatalarına birlikte gösterilmiştir

3.1.7. Orta fosfat (SRP)'in mevsimsel değişimi

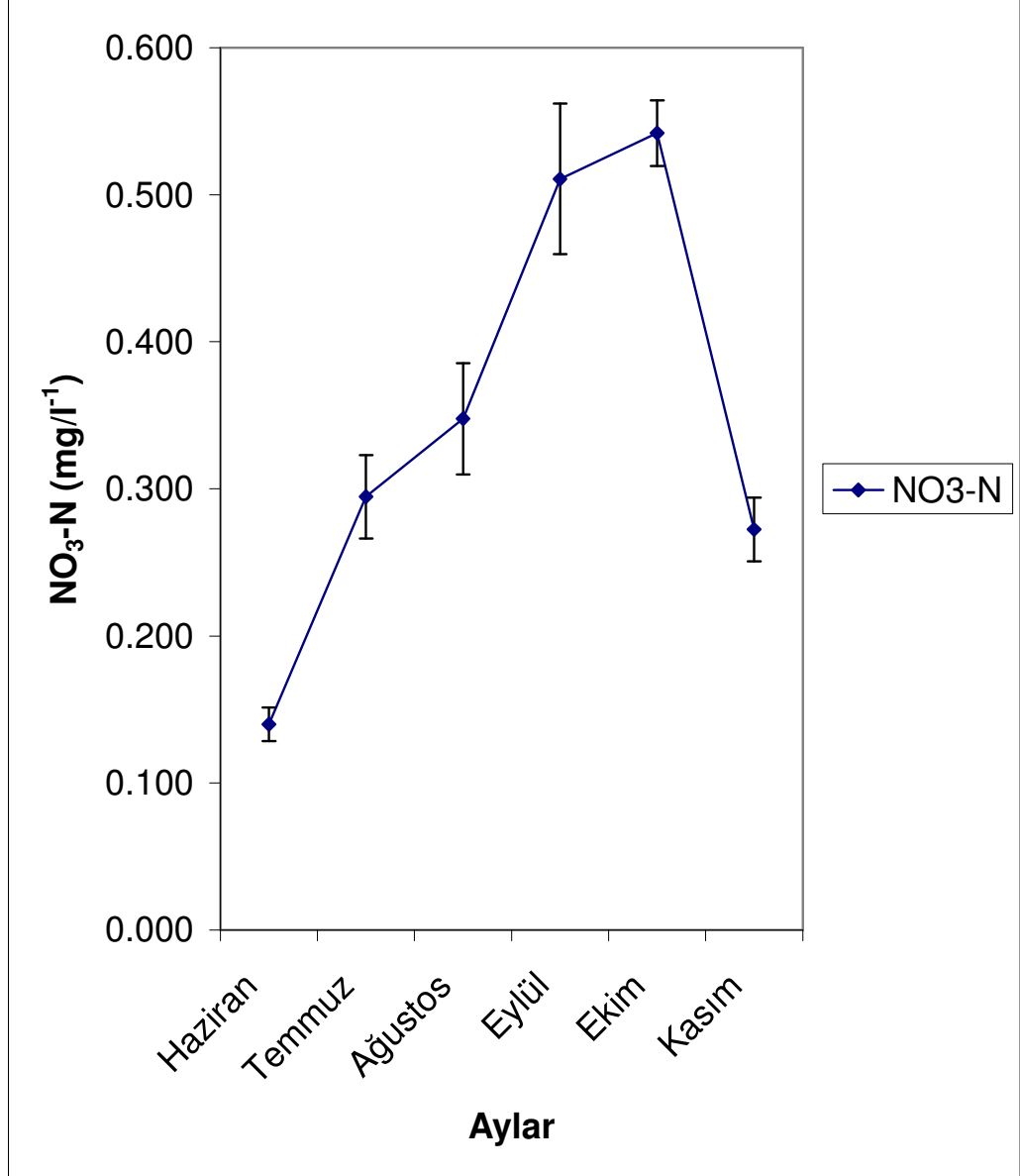
Kars ayı'nda en dūřuk SRP deęeri $47\mu\text{g/l}^{-1}$ ile Kasım ayında ve en yūksok SRP deęeri ise $159\mu\text{g/l}^{-1}$ ile Aęustos ayına belirlenmiřtir (řekil 3.7.).



şekil 3.7. Orta fosfat (SRP)'in mevsimsel değişimi. Ortalama değerler ($n=8$) standart hatalarıyla birlikte gōsterilmiřtir

3.1.8. Nitrat (NO₃-N)'in mevsimsel değişimi

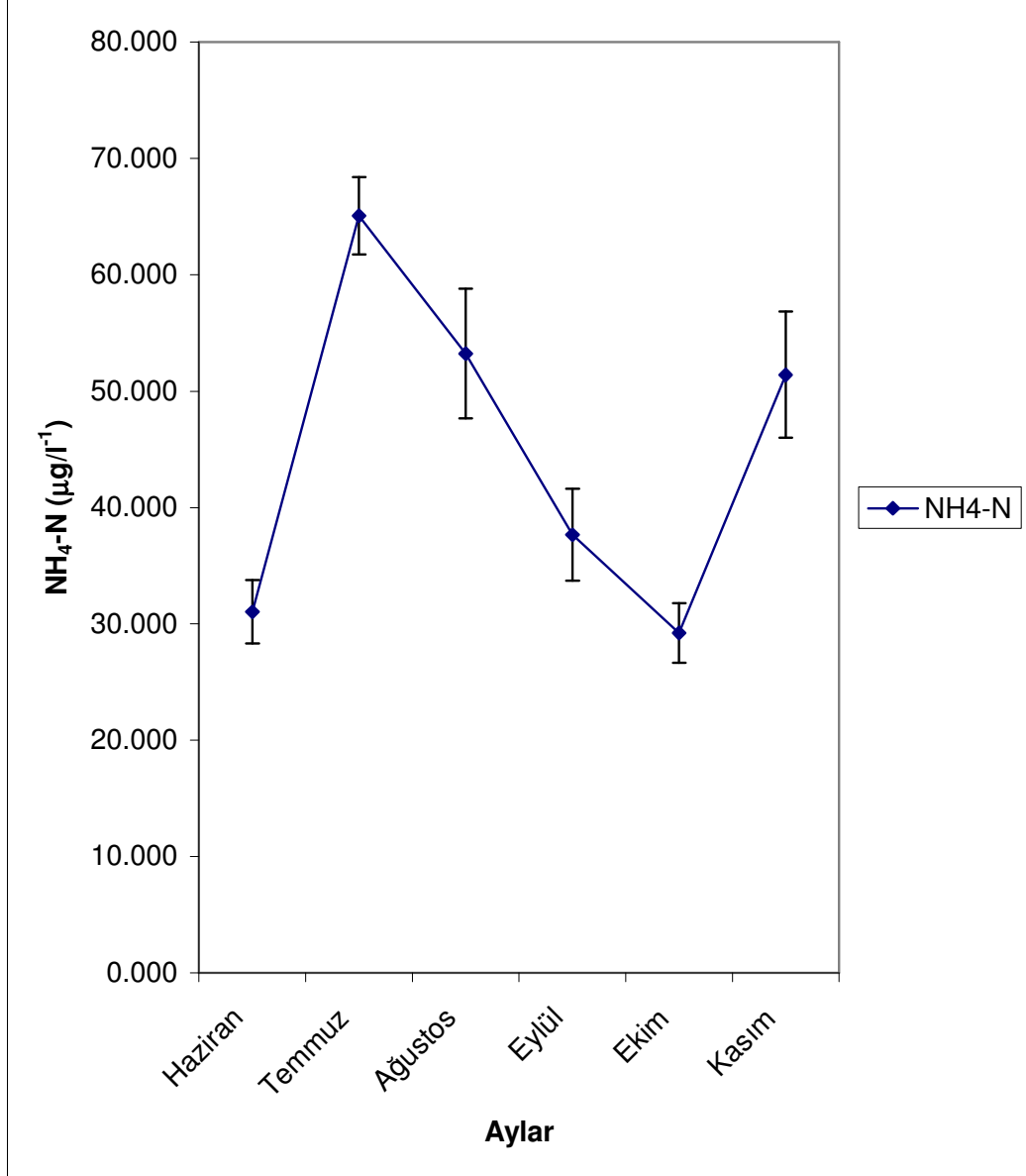
Kars ayı'ndaki en yüksek nitrat değeri 0.542 mg/l⁻¹ ile Ekim ayında ve en düşük değeri 0.14 mg/l⁻¹ ile Haziran ayında tespit edilmiştir (şekil 3.8.).



şekil 3.8. Nitrat (NO₃-N)'in mevsimsel değişimi. Ortalama değerler (n=8) standart hatalarıyla birlikte gösterilmiştir

3.1.9. Amonyum (NH₄-N)'un mevsimsel değişimi

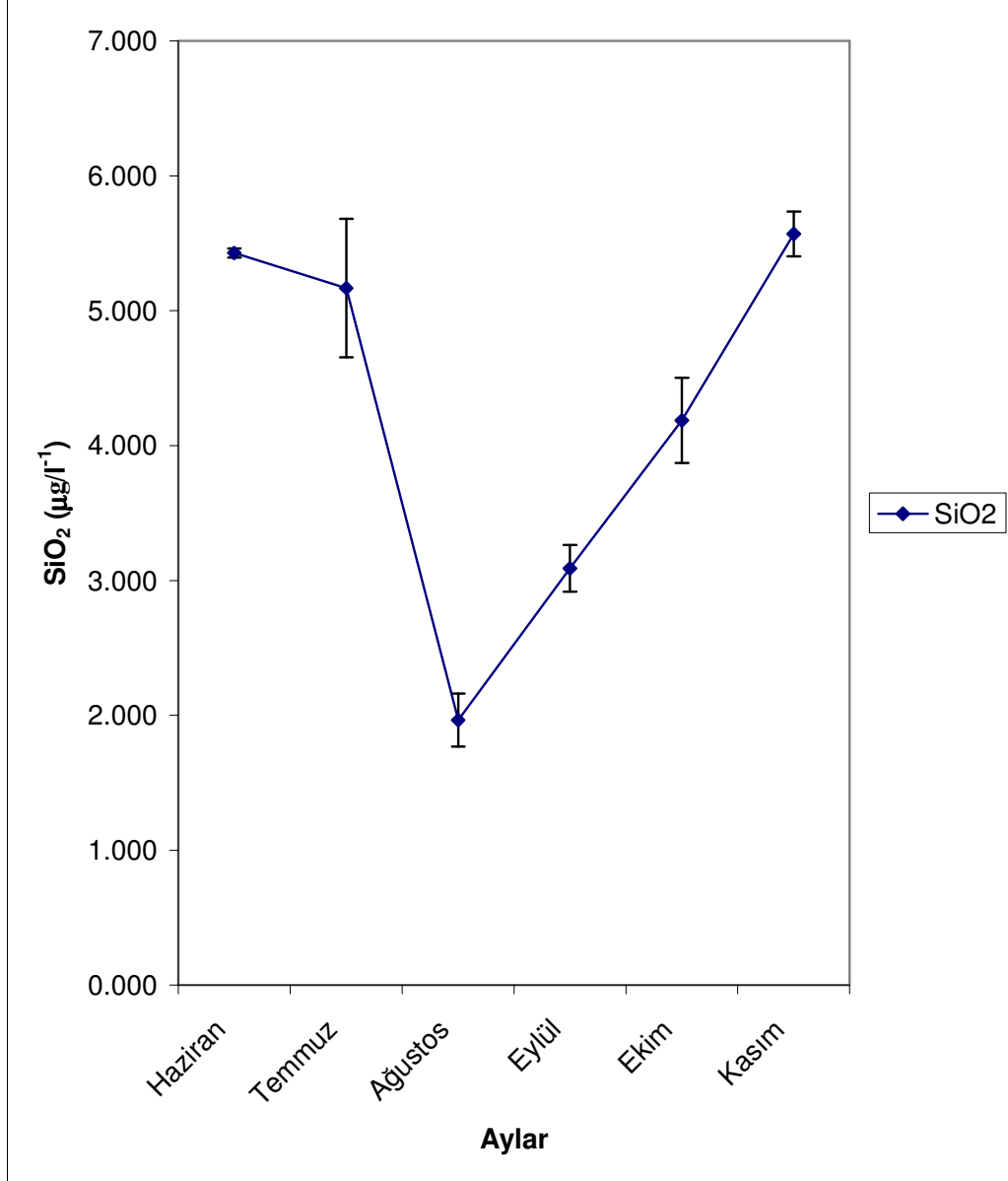
Kars ayı'nda en düşük amonyum miktarı Haziran ayında 31 µg/l⁻¹ ve en yüksek Temmuz ayında 65 µg/l⁻¹ olarak belirlenmiştir (şekil 3.9.).



şekil 3.9. Amonyum (NH₄-N)'un mevsimsel değişimi. Ortalama değerler (n=8) standart hatalarıyla birlikte gösterilmiştir

3.1.10. Silikat (SiO_2)'ın mevsimsel değişimi

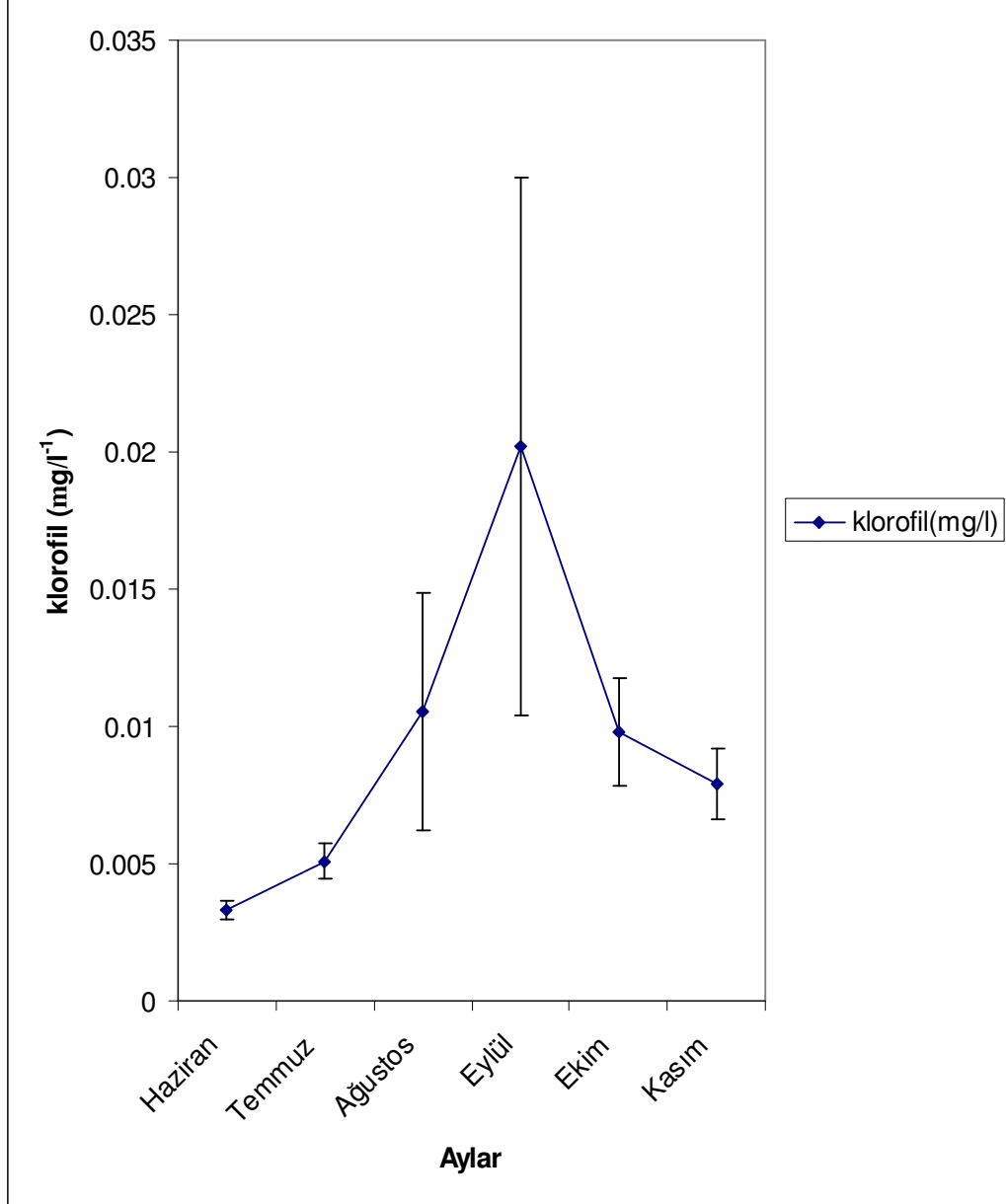
Kars ayı'ndaki en dūřuk ve en yūksek silikat deęerleri $1.96 \mu\text{g/l}^{-1}$ ile Aęustos ve $5.56 \mu\text{g/l}^{-1}$ ile Kasım ayında belirlenmiřtir (řekil 3.10.).



şekil 3.10. Silikat (SiO_2)'ın mevsimsel değişimi. Ortalama değerler ($n=8$) standart hatalarıyla birlikte gōsterilmiřtir

3.2. Algsel Klorofil Miktarının Mevsimsel Değişimi

En düşük klorofil miktarı 0.0033 mg/l^{-1} ile Haziran ayında ve en yüksek 0.020 mg/l^{-1} ile Eylül ayında tespit edilmiştir (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Algsel klorofil miktarının mevsimsel değişimi. Ortalama değerler (n=8) standart hatalarıyla birlikte gösterilmiştir

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

4.1. Kars Çayı'nın Fiziksel ve Kimyasal Yapısı

4.1.1. Su sıcaklığının mevsimsel değişimi

Suyun ısınması atmosferden gelen ışık enerjisinin su içinde dağılma ve ısı şeklinde tutulma miktarına bağlıdır. Sulardaki ısınma çeşitli şekillerde olabilir:

1. Güneş enerjisi direk olarak absorblanır
2. Havadan ısı transferi gerçekleşir
3. Sedimentten suya ısı transferi olabilir
4. Karasal kaynaklardan suya ısı transferi olabilir (Örn:Yeraltından su girişi)

Su, atmosfere sudan ısı transferi, buharlaşma ve yüzey sularının dışarıya boşalması gibi sebeplerle de soğur [3].

Kars Çayı'nda su sıcaklığı 23 C⁰ ile Temmuz ayında en yüksek değer olarak kaydedilmiş ve bu aydan itibaren düşmeye başlamıştır (Şekil 3.1). Kars Çayı'ndaki ısı değişimi tamamen atmosfer ısısındaki değişime bağlı olarak artmış veya azalmıştır. Yani; en sıcak mevsimde su sıcaklığı artmış, mevsime bağlı olarak sıcaklık düşüyle suyun ısısı da düşmüştür. Bu durum yukarıda belirtilen güneş enerjisinin direk olarak absorblanması ve havadan ısı transferi yoluyla suyun ısınması ve sudan havaya ısı transferi yolu ile suyun soğuması kurallarıyla uyumaktadır. Suyun soğumasında etkili olan buharlaşma ve yüzey sularının dışarıya boşalması gibi nedenler ise Kars Çayı'nın ısı kaybetmesinde etkili olmamıştır. Aynı şekilde sedimentten suya ısı transferi ve yeraltı su girişi gibi sebeplerle suyun ısınması olayı da Kars Çayı'nın ısınmasına herhangi bir katkı sağlamamıştır.

4.1.2. pH nın mevsimsel değişimi

pH genel olarak fotosentez sonucunda sudaki serbest CO₂ tüketileceğinden artar [25]. Dolayısıyla artan fotosenteze bağlı olarak pH değeri de artar.

Kars Çayı'nda da fotosentez artışına bağlı olarak pH artışı gerçekleşmiştir. Altsel klorofil miktarı incelendiğinde Eylül ayına kadar klorofil miktarı artmış, Eylül ayında en yüksek seviyeye ulaşmış ve daha sonra düşmüştür (Şekil 3.11.). pH değerleri incelendiğinde ise artış Eylül ayında en yüksek seviyeye erişmiş ve daha sonra düşmüştür (Şekil 3.2.). Dolayısıyla artan altsel klorofil miktarıyla fotosentez artmış bu da pH artışını tetiklemiştir. Buna karşılık altsel klorofil düşüşüne bağlı fotosentez azalmasına paralel olarak pH da düşmüştür.

4.1.3. Elektriksel iletkenliğin mevsimsel değişimi

Elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki iyonik konsantrasyon hakkında yaklaşık bilgi verir. Suda çözülmüş iyon miktarı arttıkça elektriksel iletkenlik de artar [25].

Kars Çayı'nda en düşük elektriksel iletkenlik değeri Haziran ayında, en yüksek değer ise Ekim ayında kaydedilmiştir (Şekil 3.3.). Haziran ayında düşük olan elektriksel iletkenlik Temmuz ayında artmış, Ağustos ayında düştükten sonra Eylül ve Ekim aylarında tekrar artmış ve son olarak Kasım ayında yeniden düşmüştür. Elektriksel iletkenlikteki bu aylara bağlı zig-zag şeklindeki değişimin Kars Çayı'ndaki su miktarının artması veya azalmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Başka bir deyişle yağışın az, buharlaşmanın çok olduğu dönemlerde su miktarı azalacağından sudaki iyon konsantrasyonu artmış bu da elektriksel iletkenliği artırmıştır. Sudaki iyon konsantrasyonu artışı suya bırakılan atıklar yoluyla da artabilir. Bu da elektriksel iletkenlik üzerinde etkili olabilir. Ancak çalışma süresince sudaki iyon miktarlarının analizi yapılmadığından, elektriksel iletkenlik üzerinde atıklar yoluyla artış olup olmadığını kanıtlama olanağı yoktur.

4.1.4. Çözülmüş oksijen miktarının mevsimsel değişimi

Genel olarak sulardaki çözülmüş oksijen miktarı artan sıcaklıkla düşer. Bununla birlikte sulardaki çözülmüş oksijen miktarı atmosferden suya karışan ve fotosentez sonucu üretilen oksijenle, kimyasal ve biyolojik faaliyetler sonucu tüketilen oksijen arasındaki dengeye bağlı olarak belirlenir [3].

Kars ayı'nda artan sıcaklığa bağlı olarak en düşük znmş oksijen değeri Temmuz ayında belirlenmiştir (şekil 3.4.). Ağustos ayında ise oksijen miktarında artış belirlenmiştir. Bu artış, artan algsel fotosentezin yanı sıra su içi bitkilerinin bu ayda maksimum büyüklüğe erişmesiyle fotosentez sonucu üretilen oksijen miktarına önemli ölçüde katkı yapmış olmalarıyla açıklanabilir (şekil 3.11). Öte yandan algsel klorofilin Eylül ayında maksimum değerde olmasına karşın, znmş oksijen miktarı dşmştir. Bunun nedenlerinden birisi Eylül ayında su içi bitkilerinin ölmeye başlamasıyla fotosentez sonucu oluşturulan oksijen miktarına katkılarının azalmasıdır. Bir başka nedense; bu dönemde, sudaki oksijen tüketen organizmaların (omurgasızlar, balıklar vs.) oksijen tüketimi ile kimyasal reaksiyonlar için kullanılan oksijen miktarının, atmosfer yoluyla veya fotosentez sonucu suya giren oksijen miktarından yüksek olmasıdır. Eylül ayından sonraki iki ay boyunca sıcaklık düşüşüne bağlı olarak oksijen miktarı yükselmiştir.

4.1.5. Secchi derinliğinin mevsimsel değişimi

Sudaki znmş organik bileşiklerle Secchi derinliği arasında ilişki vardır [3]. Aynı zamanda askıdaki katı maddeler suda ışığın yansıtılmasını artıracadığından Secchi derinliğini düşürür [3]. Benzer şekilde sulardaki fitoplankton artışı da ışık geçirgenliğini azaltadığından Secchi derinliği düşer [3].

Kars ayı'nda Secchi derinliği ölçümlerine bakıldığında; Haziran ayından Ağustos ayına kadar artış göstermiş, Ağustos ve Eylül aylarında hemen hemen sabit kalmış ve bundan sonra dşmştir (şekil 3.5.). Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yağış miktarının az olması Kars ayı'na sel sularının girişini azaltmıştır. Dolayısıyla suda askıdaki katı madde miktarı da dşmştir. Bunun sonucu olarak, ışık daha az yansıtılacağından Secchi derinliği artmıştır. Ancak; Eylül ayından sonra yağış miktarının ve sel sularının artmasıyla, suda askıdaki katı madde miktarı da artmış bu da Secchi derinliğini dşrmştir. Bununla birlikte Kars ayı'nda fitoplankton artışına bağlı olarak Secchi derinliğinde herhangi bir düşüş gözlenmemiştir. Bu

nedenle Kars Çayı'ndaki fitoplankton artışının Secchi derinliğini etkileyecek düzeyde olmadığı düşünülmektedir.

4.1.6. Toplam fosfat (TP)'ın mevsimsel değişimi

Sulardaki toplam fosfat partiküler fosfat ve çözünmüş fosfatı içerir. Partiküler fosfat organizmaların yapısındaki fosfat, toprak ve kayaların yapısında bulunan mineral fosfat ve ölmüş organik maddelerce tutulan fosfattan oluşur. Buna karşılık çözünmüş fosfat orta fosfat, polifosfat ve fosfat esterlerinden meydana gelir [3]. Kirlenmemiş doğal sularda toplam fosfat miktarı $1 \mu\text{g/l}^{-1}$ ile 200mg/l^{-1} arasında değişir. Bu miktar kirlenmemiş yüzey sularında ise $10\text{-}50 \mu\text{g/l}^{-1}$ dir. Fosfat miktarı kristalleşmiş kayalardan oluşan dağlık alanlardaki tatlı sularda düşük iken, yumuşak kayalardan oluşan düzlük alanlarda doğan sularda daha yüksektir [3].

Kars Çayı'nda toplam fosfat miktarı Eylül ayına kadar artmış ve sonra ani bir şekilde düşmüştür (Şekil 3.6.). Sularda, sedimentten suya olan fosfat bırakımı bakteri faaliyetleriyle artar [27]. Bu nedenle artan bakteri faaliyetlerine bağlı olarak toplam fosfat miktarı Eylül ayına kadar artmış, sonra bakteri faaliyetlerinin azalmasına bağlı olarak düşmüştür. Sularda fosfat miktarının artmasına evsel atıklar da neden olmaktadır. Kars Çayı'nın etrafında bulunan gecekondulardan suya fosfat girişinin özellikle yaz aylarında artış göstermesi toplam fosfat miktarını da artırmıştır. Toplam fosfat miktarının ani bir şekilde Eylül ayından itibaren düşüşünde artan yağış miktarıyla Kars Çayı'ndaki su seviyesi yükselişi de etkili olmuştur. Artan su miktarı dolayısıyla Kars Çayı'ndaki toplam fosfat miktarı seyrelmiştir.

4.1.7. Orta fosfat (SRP)'ın mevsimsel değişimi

Sulardaki inorganik fosfatın önemli bir kısmını orta fosfat oluşturur (SRP= Soluable Reactive Phosphorus). Orta fosfat direk olarak kullanılabilen tek çözünmüş fosfat formudur. Fosfat son derece aktif olduğundan, özellikle oksijenli ortamda, pek çok katyonla birleşerek kolaylıkla suda çözünmeyen formlara dönüşerek çöker. Sudaki

fosfat miktarı aynı zamanda inorganik kolloidler (Örn: kil) tarafından tutulduğundan dolayı da düşer [3]. Orta fosfatın sedimentden salınımı ise anaerobik ortamda daha hızlıdır [3].

Ayrıca sedimentteki bakteri faaliyetleri sonucunda organik fosfat inorganik fosfata dönüştürülerek suya salınır. Fosfat tatlı sulara atmosferden, yeraltı sularından ve yüzey sularından girer. Aynı zamanda insan aktiviteleri, tarım, kirlilik gibi faktörlerle de suya fosfat girişi olmaktadır [3].

Kars Çayı'nda SRP miktarı Haziran ayından Ağustos ayına kadar hızlı bir şekilde yükselmiş, daha sonra Ekim ayına kadar hızlı bir şekilde düşmüştür (Şekil 3.7.). Ekim ayı ile Kasım ayı arasındaki düşüş ise çok daha az olmuştur. SRP miktarının Ağustos ayına kadar olan hızlı yükselişi yaz aylarında çaydaki inorganik kolloid miktarının daha düşük olması ve artan sıcaklıkla birlikte bakteri faaliyetlerinin hızlanmasıyla açıklanabilir. Ağustos ayından sonra ise artan yağmur sularıyla birlikte çaya fazla miktarda inorganik kolloid taşınmış bu da SRP miktarını düşürmüştür. Ayrıca Eylül ayıyla birlikte düşen sıcaklığa bağlı olarak bakteri faaliyetleri de azalmış ve böylece SRP miktarının düşüşü daha da hızlanmıştır.

4.1.8. Nitrat (NO₃-N)'ın mevsimsel değişimi

Atmosferden sulara azot girişi karasal kökenli azot girişine oranla çok daha düşüktür. Azot sulara çözülmüş N₂, HNO₃⁺, NH₄⁺ veya NO₃⁻ formlarında girer. Yağmur ve kar yağış miktarıyla sulara giren azot miktarı arasında direk bir ilişki bulunamamıştır [28]. Bununla birlikte kardaki azot miktarı yağmurdakinden daha fazladır [3].

Kirlenmiş tatlı sulardaki nitrat (NO₃⁻N) konsantrasyonu 10 mg/l⁻¹ seviyesindedir ancak bu oran mevsim ve bölgeye göre değişiklikler gösterir [3]. Anaerobik ortamlarda NO₃⁻ N hızlı bir şekilde N₂ ye dönüşür ve bu da fiksasyon veya atmosfere verilme yoluyla kaybedilir [3]. Sudaki NO₃⁻ N döngüsü sedimente göre daha yavaştır [3].

Kars Çayı'nda nitrat miktarı Ekim ayına kadar yükselmiş ve bu aydan sonra hızlı bir şekilde düşmüştür (Şekil 3.8.). Nitratın Ekim ayına kadar olan yükselişindeki nedenler arasında yağmurun azalmasına bağlı olarak çayda su miktarının düşmesi ve tarımsal faaliyetler sonucu suya nitrat girişinin artması gösterilebilir. Bir diğer sebep ise sularda amonyum varlığında bitkiler nitratı besin tuzu olarak tercih etmezler ve böylece nitrat bitkiler tarafından kullanılmadığından miktarı da düşmez. Ekim ayından sonra ise artan yağmurlarla birlikte çayda su miktarı fazlalaşmış bu da nitrat miktarının düşmesine neden olmuştur.

4.1.9. Amonyum (NH₄-N)'un mevsimsel değişimi

Sularda amonyum NH₄-N ve NH₄OH formlarında bulunur. NH₄OH başta balıklar olmak üzere pek çok organizma için zehirlidir [29]. Sulardaki NH₄-N ve NH₄OH oranı pH ve ısı tarafından belirlenmektedir. Amonyumun bitkiler tarafından kullanımı daha az enerji gerektirdiğinden nitrat genellikle amonyuma indirgenir. Bu nedenle amonyum miktarı yüksek olan sularda alg büyümesi daha fazladır [3].

Kars Çayı'nda amonyum miktarı Haziran ayından Temmuz ayına kadar artmış, Temmuz ayından Ekim ayına kadar düşmüş ve Kasım ayında tekrar artmıştır (Şekil 3.9.). Çünkü Temmuz ayından itibaren çayda hem su bitkilerinin hem de alglerin büyümesi hızlanmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi; bitkiler azot kaynağı olarak amonyumu kullanmayı tercih ederler. Bu tercih nedeniyle sulardaki bitkisel büyümeye paralel olarak amonyum miktarı düşer. Ekim ayından sonra mevsimsel nedenlerle çaydaki bitkisel büyüme azaldığından amonyum miktarı da artmıştır.

4.1.10. Silikat (SiO₂)'ın mevsimsel değişimi

İrmaklardaki silikat içeriği büyük ölçüde aynı seviyededir ve dışardan girdilerle çok az değişir [30]. Bu durum, ırmak suyunda bulunan diğer esas elementlerin miktarıyla tam bir uyumsuzluk gösterir. Çünkü; diğer elementlerin sudaki konsantrasyonlarıyla dışarıdan girdi oranı arasında genellikle sıkı bir ilişki vardır. Her ne kadar, ırmak suyundaki günlük silikat miktarının hızlı değişimi ile diatomların büyümesi arasında

bir ilişki olduğu biliniyorsa da [31] bu ve diğer faktörler sudaki neredeyse sabit silikat miktarını açıklamaya yeterli değildir. Ayrıca; çözülmüş silikat ile sedimentteki silikat arasında oluşturulan abiyotik bir tampon mekanizması, silikat miktarının düzenlenmesinde görev yapmaktadır. Tutma ve bırakma dengesi tampon görevi yaparak birkaç gün içerisinde silikat miktarını değiştirebilir [3]

Kars Çayı'nda silikat miktarı Ağustos ayında ani bir şekilde düşmüş ve daha sonra yavaş yavaş artmıştır (Şekil 3.10.). Yukarıda da belirtildiği gibi, silikat miktarının hızlı değişimiyle diatomların büyümesi arasında bir ilişki vardır. Bu nedenle Ağustos ayındaki ani düşüş bu aydaki hızlı diatom gelişimine bağlanabilir. Daha sonraki aylarda diatom gelişiminin azalmasına bağlı olarak silikat miktarı da artmıştır. En sonunda Kasım ayına gelindiğinde hemen hemen Haziran ayındaki seviyesine ulaşarak dengelenmiştir.

4.2. Algsel Klorofil Miktarının Mevsimsel Değişimi

Farklı coğrafik bölgelerdeki göllerde yapılan çalışmalarda besin tuzu miktarı ile klorofil a şeklinde ölçülen alg büyümesi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu gösterilmiştir [32-34]. Aynı şekilde değişik ülkelerde yapılan ırmak araştırmalarında; klorofil a miktarının artan besin tuzu değerlerine paralel olarak yükseldiği gözlemlenmiştir [35-40].

Gerçekten de besin tuzları alglerin büyümesi ve dağılımı üzerinde etkili olan bir faktördür. Tilman'ın rekabet teorisine göre; [41] bir türün baskınlığı ve bolluğu sınırlayıcı besin tuzlarının oranıyla, örneğin Si:N, Si:P belirlenir. Bu çalışmada algsel klorofil Eylül ayına kadar yükselmiş ve daha sonra düşmüştür (Şekil 3.11.). Silikat miktarının ise Ağustos ayında en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumda silikatın alg büyümesi üzerinde sınırlayıcı bir rolü olduğu düşünülemez. Buna karşılık amonyum miktarı, Temmuz ayından itibaren alg büyümesinin artışına paralel olarak düşmüş ve Ekim ayında en düşük seviyeye ulaşmıştır. Alg büyümesinin azalmasından sonra Kasım ayında ise yükselmiştir. Bu durum alg büyümesi ile amonyum miktarı arasında sıkı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Öte

yandan nitrat miktarı ile alg büyümesi arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Çünkü algler azot kaynağı olarak nitratın yerine amonyumu tercih etmişlerdir (Bkz. 4.1.9). Böylece nitrat alg tarafından kullanılmadığından alg büyümesi nitrat miktarının artışı engellemenmiştir. Aynı şekilde SRP miktarı da alg büyümesinin maksimuma eriştiği Eylül ayında düşük bulunmuştur. Halbuki TP miktarı alg büyümesinin en yüksek olduğu Eylül ayında en yüksek düzeye ulaşmıştır. Çünkü; alglerin kullanabileceği tek inorganik fosfat kaynağı SRP dir. Bu nedenle alg büyümesinin en yüksek olduğu dönemden itibaren SRP düşmüş, TP ise alg tarafından kullanılmadığından yükselmesine devam etmiştir. Ancak Kars Çayı'nda alg büyümesinin fosfat ya da azot tarafından sınırlandırıldığını söylemek son derece güçtür. Çünkü algsel klorofil Eylül ayından sonra düşmeye başlamıştır. Bu da algsel klorofilin düşmesinde mevsimsel faktörlerin (sıcaklık, ışık şiddeti gibi) daha etkili olduğunu düşündürmektedir. Illinois Üniversitesi'nde yapılan bir çalışma da bu düşüncüyü desteklemektedir. Çalışma beş farklı ırmakta yapılmış ve çözünmüş besin tuzları, algsel büyüme ve çözünmüş oksijen miktarı incelenmiştir [35]. Sonuçta; algsel büyümenin beş ırmakta da besin tuzu miktarından çok hidroloji ve ışıktan etkilendiği belirlenmiştir.

Öte yandan alg büyümesini etkileyen bir diğer faktör ise ışıktır. Huisman ve Weissing [42]' e göre sığ sularda ışık miktarı algsel büyüme için yeterlidir, ancak besin tuzu miktarı düşüktür. Bunun sonucunda besin tuzları çok çabuk tüketilir ve toplam kütle düşük kalır. Bu durum Kars Çayı için de geçerlidir. Algsel klorofil miktarı incelendiğinde toplam kütlenin düşük kaldığı anlaşılmaktadır (Şekil 3.11.). Bununla birlikte su sığ da olsa eğer bulanıklık yüksekse, ışık geçirgenliği azalacağından alg büyümesi de bundan olumsuz yönde etkilenir. Kars Çayı'nda da böyle bir durum söz konusudur. Secchi derinliğinin artmasına bağlı olarak alg büyümesi de artmaktadır (Şekil 3.5. ve Şekil 3.11.). Benzer şekilde Çin'de Pearl Irmağı'nda yapılan bir çalışmada [36] alg büyümesini sınırlayan en önemli iki faktörün bulanıklık ve fosfat miktarı olduğu bulunmuştur.

Hindistan'da Ganga Irmağı'nda yapılan bir çalışmada [37] klorofil a miktarının sudaki fosfat miktarından pozitif yönde etkilendiği gösterilmiştir. Ancak klorofil a

miktarı ile toplam nitrojen miktarı arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Kars Çayı'nda ise; alg sel büyüme amonyum ve SRP artışıyla doğru orantılı olarak artmış, ancak TP ve nitrat miktarı arasında doğrudan bir ilişki bulunamamıştır.

Arjantin'de Lujan Irmağı'nda yapılan araştırmada; [38] ırmağın sığ ve fazla atık boşalan bölgesi ile daha derin ve az atık boşalan bölgesi incelenmiştir. Sonuçta; sığ ve fazla atık boşalan bölgede artan besin tuzu miktarıyla orantılı olarak klorofil a konsantrasyonu artmıştır. İspanya'da Oria Irmağı'nda yapılan araştırmada da [39] ırmağın daha fazla kanalizasyon atığı alan bölgelerinde artan besin tuzu miktarına bağlı olarak alg sel büyümenin de arttığı belirlenmiştir. Kars Çayı'nda ise ırmağın farklı bölgeleri arasında kirlilik karşılaştırması yapılmamıştır. Bu nedenle Kars Çayı için yukardaki çalışmalardaki gibi bir genelleme yapma şansı yoktur. Ancak tarımsal ve evsel atıkların artış gösterdiği yaz aylarında çayda besin tuzu miktarı artma eğilimi göstermektedir. Buna bağlı olarak alg sel büyüme de artmıştır.

Nijerya'da Delimi Irmağı'nda yapılan çalışmada ise [40] elektiriksel iletkenliğin kirli bölgede temiz bölgeye göre 9 kez arttığı ve klorofil a miktarının kirli bölgede temiz bölgeye göre 6 kez yüksek olduğu bulunmuştur. Kars Çayı'nda da elektriksel iletkenlik artan besin tuzu miktarıyla bağlantılı olarak artma eğilimi göstermiştir (Şekil 4).

Sularda besin tuzu yüklenmesine (özellikle N ve P) bağlı olarak alg büyümesinin tetiklenmesine ötrofikasyon denilir. Kars Çayı'nda yapılan analizlerde nitrat miktarı 0.14 ile 0.542 mg/l⁻¹ arasında bulunmuştur. Bu değerler kirlilik sınırlarının altındadır (Bkz 4.1.8). Bununla birlikte toplam fosfat miktarı 61 ile 237 µg/l⁻¹ arasında bulunmuştur. Bu değerler ise kirlilik sınırlarındadır (Bkz 4.1.6). Bu nedenle Kars Çayı'nda fosfat kirliliğinden söz edilebilir. Nitrat sulardan denitrifikasyon gibi faaliyetlerle uzaklaştırılabilirken fosfatın bu yolla uzaklaştırılma şansı yoktur. Bu da Kars Çayı'nda nitrat miktarının düşük, fosfat miktarının ise yüksek olmasına neden olmuştur. Fosfat kirliliği özellikle yaz aylarında artan evsel atıklarla daha da belirginleşmiştir. Ancak; yüksek fosfat miktarına rağmen Kars Çayı'ndaki alg büyümesi ötrofikasyon boyutlarına ulaşmamıştır. Bunun nedeni; alg büyümesinin

ışık şiddeti, bulanıklık ve suyun akış hızı gibi fiziksel faktörlerle engellenmiş olmasındandır.

Sonuç olarak; Kars ayı'nda, algsel büyüme artan besin tuzu miktarına bağlı olarak artmıştır. Ancak alg büyümesi üzerinde besin tuzu miktarından çok fiziksel faktörlerin (akış hızı, sıcaklık, ışık şiddeti, bulanıklık vs) daha etkili olduğu düşünölmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Lund, H.C., Lund, J.W.G., “Freshwater algae their microscopic world explored”, *Bipress Ltd. Publishing.*, 360 (1996).
2. Altuner, Z., Pabuçcu, K., Türkekul, İ., “Tohumuz Bitkiler Sistematiği 1. Cilt” , Tokat, 101105-107 (2002).
3. Wetzel, G.R., “Limnology Second Edition”, *Saunders College Publishing*, (1983).
4. Yavuz, O.G., “Çip Çayı algleri ve mevsimsel değişimleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ, (2000).
5. Yıldız, K., “Meram Çayı alg toplulukları üzerinde araştırmalar kısım III-sedimanlar üzerinde yaşayan algler”, *Doğa Bilim Dergisi*, 9,2,428-434 (1985).
6. Yıldız, K., “Porsuk Çayının *Bacillariophyta* dışındaki algleri”, *Doğa TU. Botanik D.*, 11,1,204-210 (1987).
7. Yıldız, K., “Diatoms at the Porsuk River, Turkey”, *Doğa TU J. Biol.*, 11,3,162-182 (1987).
8. Altuner, Z., Gürbüz, H., “Karasu Nehri fitoplankton topluluğu üzerinde bir araştırma”, *İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 3, 1-2:151-176 (1989).
9. Altuner, Z., Gürbüz, H., “Karasu Nehri epipelik alg florası üzerinde bir araştırma”, *Doğa-Tr. Of Botany*, 15, 253-267 (1991).
10. Yıldız, K., Özkıran, Ü., “Kızılırmak Nehri diyatomeleleri”, *Doğa-Tr. Of Botany*, 15, 166-188 (1991).
11. Gönüloğlu, A., Arslan, N., “Samsun-İncesu Deresinin alg florası üzerinde araştırmalar”, *Doğa-Tr. Of Botany*, 16, 311-334 (1992).
12. Yıldız, K., Özkıran, Ü., “Çubuk Çayı diyatomeleleri”, *Doğa-Tr. Of Botany*, 313-329 (1994).
13. Albay, M., Aykulu, G., “Göksu Deresi'nin algolojik özellikleri 1. planktonik algler” *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi*, Edirne, 157-165 (1994)
14. Atıcı, T., Yıldız, K., “Sakarya Nehri diyatomeleleri”, *Doğa-Tr. Of Botany*, 20, 119-134 (1996).
15. Yıldız, K., Atıcı, T., “Ankara Çayı diyatomeleleri”, *Gazi Üniv. Fen-Ed. Fak. Fen Bilimleri Dergisi*,6:59-87 (1996).

16. Ertan, O., Morkoyunlu, A., “The alga flora of Aksu Stream (Isparta-Turkey)”, *Doğa-Tr. Of Botany*, 20, 239-255 (1998).
17. Kolaylı, S., Baysal, A., Şahin, B., “A study on the epilpelic and apilitic algae of Şana River (Trabzon)”, *Doğa-Tr. Of Botany*, 22, 163-170 (1998).
18. Kutluk, E.N., “Amasya İl Merkezi sınırları içinde kalan Yeşilirmak Nehri algleri üzerine bir araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun (2000).
19. Bell, P.T., “Green Plants Their Origin and Diversity”, *Cambridge University Press*, (1992).
20. Karakuş, S., “Kars Çayı’nda avlanan siraz balıklarında [*Capoeta capoeta capoeta* (Guldenstaedt,1772)] bazı ağır metallerin (demir, bakır, çinko, krom, kobalt, kadmiyum) derişim düzeylerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kars (2005).
21. Ayaz, M., “Kars Çayı Balıklarının Taksonomik Yönden Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*, Kars, (2004)
22. Yolaçan, E., “Kars Çayı’ndaki *Capoeta capoeta capoeta* (Guldenstaedt,1772)’nın büyüme ve üreme özelliklerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*, Kars, (2005)
23. “Kars Barajı ve Sulaması Projesi ÇED Raporu”. *DSİ.*, (2003).
24. Aras, B. ve Aras, İ., “Kars Çayı İhtiyofaunası”, Lisans Tezi, *Kafkas Ün. Fen-Ed. Fak. Biyoloji Bölümü*, Kars (2001).
25. Mackereth, F.J.H., Heron, J., Talling, J.F., “ Water Analysis”, *Scientific Publication of the Freshwater Biological Association*, 36 (1978).
26. Talling, J.F., Driver, D., “Some problems in the estimation of chlorophyll a in phytoplankton”, Proceeding of a Conference on Primary Productivity Measurment in Marine and Freshwaters (Ed. Ms. Doty) Universty of Hawaii, US atomic Energy Commission Publication TIDF 7633, (1961)
27. Waara, T., Jansson, M., Pettersson, K., “ Phosphorus composition and release in sediment bacteria of genus *Pseudomonas* during aerobic and anaerobic conditions”, *Hydrobiologia*, 1-3, 253 (1993).
28. Chapin, J.D., Uttormark, P.D., “Atmosferic Contributions of Nitrogen and Phosphorus”, *Tech. Rep. Wat. Resources Ctr. Univ.*, Wis., 73-2, 35 (1973).

29. Trussell, R.P., "The percent un-ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at different pH levels and temperatures", *J. Fish. Res. Bd.*, Can. 29, 1505-1507 (1972).
30. Edwards, A.M.C., Liss, P.S., "Evidence for buffering of dissolved silicon in freshwaters" *Nature*, 243, 341-342 (1973).
31. Müller- Haeckel, A., "Tagesperiodik des Siliziumgehaltes in einem Fließgewässer", *Oikos* 16, 232-233 (1965).
32. Sakamoto, M., "Primary production by phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth", *Arch. Hydrobiol.*, 62, 1101-1112 (1966).
33. Smith, V.H., "The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in lakes on empirical and theoretical analysis", *Limnol. Oceanogr.*, 27:1101-1112 (1982).
34. Canfield, E.D., "Prediction of chlorophyll 'a' concentration in Florida lakes: the importance of phosphorus and nitrogen", *Water Res. Bull.*, 19: 255-262 (1983).
35. Morgan, A.M., Royer, T.V., David, M.B., Gentry, L.E., "Relationships among nutrients, chlorophyll-a, and dissolved oxygen in agricultural streams in Illinois", *J. Environ Qual.*, 31;35 (4) : 7-1110 (2006).
36. Huang, X.P., Huang, L.M., Yue, W.Z., "The characteristics of nutrients and eutrophication in the Pearl River estuary, South China", *Mar Pollut Bull.*, 47 (1-6) : 6-30 (2003).
37. Tare, V., Yadav, A.V., Bose, P., "Analysis of photosynthetic activity in the most polluted stretch of river Ganga", *Water Res.*, 37 (1) : 67-77 (2003).
38. O'Farrell, I., Lombardo, R.J., de Pinto, P.T., Loez, C., "The assessment of water quality in the Lower Lujan River (Buenos Aires, Argentina): phytoplankton and algal bioassays", *Environ Polut.*, 120 (2):18-207 (2002).
39. Sabater, S., Armengol, J., Comas, E., Sabater, F., Urrizalqui, I., Urrutia, I., "Algal biomass in a disturbed Atlantic River: water quality relationships and environmental implications", *Sci Total Environ.*, 263 (1-3): 95-185 (2000).
40. Khan, M.A., Kamuru, F., "Seasonal changes in chemistry, algal populations, chlorophyll a and photosynthetic activity in the R. Delimi, Jos Plateau, Nigeria", *Hydrobiologia*, 354(1-3):151-156 (1997).
41. Tilman, D., "Resource competition between planktonic algae: An experimental and theoretical approach", *Ecology*, 58, 338-348 (1977).
42. Huisman, J., Weissing, F.J., "Competition for nutrient and light in a mixed water column: A theoretical analysis", *The American Naturalist*, 146, 536-564 (1995)

6. ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Giresun İli Tirebolu İlçesinde doğdu. İlköğrenimini Tirebolu, Lise öğrenimini Amasya'da tamamladı. 1999 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesini kazandı. 2003 yılında aynı fakültenin Bitkisel Üretim Bölümünü, bölüm birinciliği derecesiyle tamamladı. 2004 yılında Kars Tarım İl Müdürlüğünde Mühendis olarak atanmasının ardından aynı yıl Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2006 yılında Ordu Tarım İl Müdürlüğüne ataması yapılmış olup halen aynı kurumda Mühendis olarak görev yapmaktadır.