

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**MUNZUR ÇAYI'NIN YÜZEY SEDİMENTİNİN KLOROFİL BOZUNMA
ÜRÜNLERİ, ORGANİK KARBON SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ**

Ali SARIGÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Banu KUTLU

TUNCELİ – 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**MUNZUR ÇAYI'NIN YÜZEY SEDİMENTİNİN KLOROFİL BOZUNMA
ÜRÜNLERİ, ORGANİK KARBON SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ**

Ali SARIGÜL
(200100023)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Banu KUTLU

TUNCELİ - 2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**MUNZUR ÇAYI'NIN YÜZEY SEDİMENTİNİN KLOROFİL BOZUNMA
ÜRÜNLERİ, ORGANİK KARBON SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ**

**Ali SARIGÜL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 28/12/2021 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza	İmza	İmza
Prof. Dr. Mustafa DÖRÜCÜ (Munzur Üniversitesi)	Doç. Dr. Banu KUTLU (Munzur Üniversitesi)	Doç. Dr. Serpil MİŞE YONAR (Fırat Üniversitesi)
BAŞKAN	DANIŞMAN	ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

...../...../2021

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Ali SARIGÜL

Danışman
Doç. Dr. Banu KUTLU

TEŞEKKÜRLER

Çalışmalarım süresince ilgi ve desteğini gördüğüm değerli hocam Doç. Dr. Banu KUTLU' ya ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ali SARIGÜL
TUNCELİ – 2022



İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜRLER.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TABLolar LİSTESİ	VI
ÖZET	VII
ABSTRACT	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür Bilgisi	3
2. MATERYAL VE METODLAR.....	8
2.1. Materyal.....	8
2.1.1. Araştırma süresi ve yeri	8
2.2. Metot.....	14
2.2.1. Araştırmanın planlanması ve kurulması	14
2.2.2. Sediment klorofil a tayini	15
2.2.3. Sediment organik karbon tayini.....	15
2.2.4. Sediment ağır metal tespiti	16
3. BULGULAR	18
3.1. Klorofil Bozunma Ürünleri (CDP).....	18
3.2. Organik karbon.....	25
3.3. Ağır Metal Akümülasyonu	31
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	32
4.1. Öneriler.....	36
5. KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Tunceli ili haritası	8
Şekil 2.2. Tunceli ili yıllık alansal yağış miktarı (MGM, 2016)	10
Şekil 2.3. Tunceli ili yüzey suları haritası	11
Şekil 2.4. Munzur çayı'nın akım verileri	13
Şekil 2.5. Örnekleme yapılan yer	15
Şekil 3.1. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Mart ayına göre dağılımı	18
Şekil 3.2. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Nisan ayına göre dağılımı	19
Şekil 3.3. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Mayıs ayına göre dağılımı	19
Şekil 3.4. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Haziran ayına göre dağılımı	20
Şekil 3.5. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Temmuz ayına göre dağılımı	20
Şekil 3.6. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Ağustos ayına göre dağılımı	21
Şekil 3.7. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Eylül ayına göre dağılımı	21
Şekil 3.8. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Ekim ayına göre dağılımı	22
Şekil 3.9. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Kasım ayına göre dağılımı	22
Şekil 3.10. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Aralık ayına göre dağılımı	23
Şekil 3.11. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Ocak ayına göre dağılımı	23
Şekil 3.12. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Şubat ayına göre dağılımı	24
Şekil 3.13. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Mart ayı istasyonlara göre dağılımı	25
Şekil 3.14. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Nisan ayı istasyonlara göre dağılımı	25
Şekil 3.15. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Mayıs ayı istasyonlara göre dağılımı	26
Şekil 3.16. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Haziran ay istasyonlara göre dağılımı	26
Şekil 3.17. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Temmuz ay istasyonlara göre dağılımı	27
Şekil 3.18. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Ağustos ay istasyonlara göre dağılımı	27
Şekil 3.19. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Eylül ayı istasyonlara göre dağılımı	28
Şekil 3.20. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Ekim ayı istasyonlara göre dağılımı	28
Şekil 3.21. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Kasım ayı istasyonlara göre dağılımı	29

Şekil 3.22. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Aralık ayı istasyonlara göre dağılımı.....	29
Şekil 3.23. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Ocak ayı istasyonlara göre dağılımı.....	30
Şekil 3.24. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Şubat ayı istasyonlara göre dağılımı.....	30



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Tunceli ili yerüstü ve yeraltı sularının yıllık akış miktarları	11
Tablo 2.2. Tunceli'deki su yüzeyleri envanteri	11
Tablo 3.1. Munzur çayı yüzey sedimentlerindeki ağır metal miktarı (mg/kg)	31
Tablo 4.1. Munzur çayı yüzey sedimentlerindeki organik karbon miktarının dünyanın farklı bölgelerindeki göllerdeki değerlerle	32
Tablo 4.2. Epa göre sediment değerleri	32
Tablo 4.3. CF ve PLI değerleri	34
Tablo 4.4. Potansiyel risk değerleri	35



ÖZET

Munzur Çayı'nın yüzey sedimentinin klorofil bozunma ürünleri, organik karbon seviyelerinin belirlenmesi, Mart 2019–Şubat 2020 tarihleri arasında belirlenen dokuz istasyon da incelenmiştir. Doğu Anadolu bölgesinin en önemli tatlı su kaynakları Tunceli ili sahip olduğu ekonomik ve turistik potansiyel ile bölge için ciddi bir kaynak durumundadır. Munzur çayı, hayvancılık ve tarımın yoğun yapıldığı bir bölgede bulunmaktadır. Yağışlarla birlikte tarım ve hayvanlara ait atıklar çaya taşınmakta ve çay suyunu nutrient bakımından zenginleştirmektedir. Bunun yanı sıra çevredeki birçok yerleşim yerinden geçen su kaynakları organik ve inorganik materyalleri taşıyarak gölün zenginleşmesine neden olmaktadır. Bu bakımdan çayın birincil üretimin takibi ve kirlilik seviyelerinin belirlenmesi gölden en iyi şekilde faydalanma konusunda ciddi katkılar sağlayacaktır. Bu arada aşırı çoğalarak yaşam devrini tamamlayan türler çay tabanına çökerek bozulma sürecine girmektedir. Bu şekilde suda meydana gelen üretim sedimentten takip edilebilmektedir. Bu çalışma ile klorofil bozunma ürünlerinin, organik karbon ve ağır metal seviyelerinin belirlenerek, üretim ve kirlilik süreçlerinin anlaşılması tezin temel amacını oluşturmaktadır. Bu bağlamda çevresinde tarım ve hayvancılık yapılan, noktasal/noktasal olmayan birçok kaynaktan su girdisi olan Munzur Çayı'nda bu süreçlerin izlenmesi ve anlaşılması önem arz etmektedir.

Araştırma süresince Munzur Çayı dokuz istasyonda yapılan sonuçlar sedimentte klorofil a üçüncü ve beşinci istasyonda en yüksek, en düşük birinci ve dokuzuncu istasyondadır. Organik karbon ise en yüksek üçüncü istasyon en düşük birinci istasyondadır.

Pearson korelasyonu kümelenme ve temel bileşikler analizleri (PCA) gibi çok değişkenli metotlarla ile metallerin kaynakları değerlendirerek antropojenik kaynaklı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Munzur çayı, sedimentinin klorofil bozunma ürünleri, sediment organik karbon seviyesi, sediment

ABSTRACT

Determination Of Chlorophyll Decomposition Products, Organic Carbon Levels Of Surface Sediment Of Munzur Stream

Chlorophyll degradation products of the surface sediment of Munzur Stream, determination of organic carbon levels, nine stations determined between March 2019 and February 2020 were also examined. The most important fresh water resources of the Eastern Anatolia region, Tunceli is a serious resource for the region with its economic and touristic potential. Munzur Stream is located in an area where livestock and agriculture are intensely made. With the rainfall, agricultural and animal wastes are carried to tea and enrich the tea water in nutrients. In addition, the water resources passing through many settlements in the surrounding cause the enrichment of the lake by carrying organic and inorganic materials. In this respect, monitoring the primary production of tea and determining the pollution levels will make a serious contribution to making the most of the lake. In the meantime, the species that have completed their life cycle by multiplying excessively settle on the tea base and enter the process of deterioration. In this way, production in water can be followed from sediment. With this study, determining the chlorophyll degradation products, organic carbon and heavy metal levels and understanding the production and pollution processes constitute the main purpose of the thesis. In this context, it is important to monitor and understand these processes in the Munzur Stream, which has water input from many point / non-point sources, where agriculture and animal husbandry is carried out.

During the research, the results of Munzur Stream at nine stations are chlorophyll a in sediment at the third and fifth stations, and the lowest at the first and ninth stations. Organic carbon is at the third highest station and the first station with the lowest.

By evaluating the sources of metals with multivariate methods such as Pearson's correlation clustering and principal compound analysis (PCA), it was determined that they are of anthropogenic origin.

Key words: Munzur stream, chlorophyll decomposition products of sediment, sediment organic carbon level, sediment

1. GİRİŞ

Gezegelimizde yaşayan canlılar için en temel kaynaklardan biri olan su, varlığımız ve canlılığımız devamı için gereklidir. İnsanoğlunun hayatta kalması ve devamlılığı temiz ve sürdürülebilir su kaynaklarına bağlı olduğundan, medeniyetlerin tarih boyunca bütün faaliyetleri suyun varlığına bağlı olarak gerçekleşmiş ve şekillenmiştir. Yerleşik hayata geçen ilk medeniyetlerin yeterli su kaynaklarının bulunduğu alanlarda kurulması suyun önemini açık bir şekilde göstermektedir (Ayboğa, 2010). Dünyada sanayi devrimi ile birlikte hızla artan insan popülasyonu, sanayinin gelişmesi, tarımsal alanlara olan gereksinim tatlı su kaynaklarına olan önemi daha arttırmaktadır (Kutlu ve ark., 2017).

Dünyada su kaynağı 1,4 milyar m³ olup maalesef bunun yaklaşık olarak % 3,2'ü tatlı su sistemini oluşturmaktadır. Kullanım için insanoğlunun içilebilir ve tarım alanlarında uygun tatlı su ise toplam su miktarının yaklaşık olarak % 0,003'dür (Parlak ve ark., 2006). Canlıların yaşamı için gerekli olan su, özellikle kullanım için sınırlıdır. Özellikle tüketim amaçlı olarak içme ve kullanma, tarım arazilerinde sulama amaçlı ve su ürünleri yetiştiriciliğinde suyun kalitesi oldukça önemlidir. Akarsu, ırmak dere ve çayların kirliliği, su kaynağının fiziksel, kimyasal biyolojik değişimleri gözlemlenmesi en önemli çevre problemleridir. Direkt ya da indirekt olarak, biyolojik kaynaklarda, insan sağlığını suda yaşayan canlıları, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlı kullanılması engelleyici bozulmalar meydana getirmektedir. Bu durum nüfus artışı ve sanayi üretiminin artması ve madde ve enerji atıklarının akarsuya direkt olarak boşaltılmasından kirliliğe neden olmaktadır. Günümüzde dünya nüfusun artmasıyla tüm ülkeler su sıkıntısı çekmektedir. Bu sebepten dolayı su kaynaklarının çok iyi kullanılması, bilinçli su ve atık su yönetimiyle hayat kalitesini bozmadan alınacak tedbirler akarsu kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi hayati önem taşımaktadır.

Akarsular yeryüzüne düşen, toprağa sızmayan ve buharlaşmayan yağışlardan veya kaynak sularından oluşurlar. Vadi yataklarında, ovalarda akan bu sular denizlere ve göllere ulaşmaya kadar çoğalarak dere, çay ve nehirlerle dönüşürler. Bir akarsuyun temel özelliği kelime anlamında belirlediği gibi sürekli olmasıdır. Suyun sürekliliği içinde yaşayan canlıların tipini ve çeşitliliğini doğrudan etkilenmektedir. Akarsular ile durgun suların ve dışarıya iletilimi oldukça sınırlıdır. Akarsular açık ekosistemler olup dışarıdan gelen katılımlar ile beslenirler. Bir akarsudaki yaşam kaynaktan durgun sulara ulaştığını safhaya

kadar çeşitlilik gösterir. Akarsularda da su hareketi organizmaların şekline ve yeryüzü şekillerine etki eder. Sularda kaynaklarından döküldükleri yere kadar değişik özellikteki farklı bölgeler mevcuttur. Yeryuvarı yüzeyinden yükseklik farkları nedeniyle yukarıdan aşağıya doğru akarlar. Diğer bir değişle yükseklerde bir kaynakla başlayan bu sular denizlerde bir nehir ağzıyla son bulur. Akarsuların hızı kaynağı ile döküldüğü bölge arasında yükseklik farkına bağlı olarak değişir. Bu iki nokta arasında bazen yavaş akarlar. Bu özelliklerine göre de biyoeekolojik değişim gösterir. Akarsuların geçirdiği evreler nedeniyle farklı kesimleri Krenon, Rhitron ve Potamon olarak adlandırılırlar. Krenon; suyun çıktığı bölümdür. Bu bölgelerde farklı tip kaynaklardan çıkan sular arazilerin eğimi boyunca akarlar. Dönem dönem şelaleleri oluştururlar. Rhitron; akarsuların üst kesimlerin olup, burada debi azdır. Eğimin fazla oluşu nedeniyle sular hızla akar ve oksijence zengindir. Aylık sıcaklık ortalaması 20°'nin altındadır. Eğimin azaldığı kesimlerde oksijen miktarında kısmen azalma görülür. Akarsu yatağında blok kayalar, çakıl taşları, nadiren kum ve balçık bulunur. Plankton yönünden fakirdir. Potamon; akarsuyun son kesimi olup, eğimin çok az oluşu nedeniyle (%1'den az) akıntı zayıftır. Bu nedenle özellikle yaz mevsiminde ermiş oksijen miktarı çok azdır. Aylık sıcaklık ortalaması 20 °C'nin üstündedir. Akarsu yatağı kumlu ve çamurludur. Plankton yönünden zengindir. Dağlık bir yörede kuvvetli bir yağmur yağdığında önce emilen yağmur, daha sonra yüzeyde akmaya başlar. Toprağı sürükleyerek eğime uyarak birleşen bu yüzey suları küçük dereler oluşturur. Küçük derecikler birleşerek erozyon kapasitesini arttırlar ve debileri büyür. Giderek taşkın sulara dönüşürler. Bu suların bir vadiye ulaşp eğiliminde azalması sonucu önce içindeki bir ağır malzeme burada depolanır ve su yatağı daha genişler ve daha düzgün bir çizgi izlemeye başlar. Bu derelerin birleşmesiyle ırmaklar, onlarında birleşmesiyle nehirler oluşur. Nehirler ovaları aşarken menderesleri oluştururlar ve denize ulaştıklarında daha da dallanıp yaygınlaşarak deltaları meydana getiriler.

Akuatik çevreye giren ağır metaller jeokimyasal yapı, tarımsal ve madencilik çalışmaları nedeni ile günden güne artış göstermektedir. Ağır metaller su ve sedimentteki kirliliğin artmasına neden olurken aynı zamanda da su içinde yaşayan canlı organizmaların sayısının ve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Akuatik sediment hem dip hem yüzeyde bu kirleticilerin tutunabileceği bir ortam sağlarken uzun dönemlerde yüksek konsantrasyonlarda birikmesinde meydana geldiği alanlar oluşturur. Uzun süreli ağır metal kirliliğinin olduğu sediment ağır metallerin su içerisinde yaşayan organizmalarında üzerinde toksik etkilerin oluşmasına neden olmaktadır (Tekin Özan ve Kır, 2008). Su

canlılarında meydana gelen tüm bu olumsuzluklar besin zinciri yolu ile sulak alanlar farklı faktörlere bağlı olarak büyük miktarlarda organik materyali biriktirebilirler. Akarsu, dereler ve çaylar genellikle oligotroftir ve düşük karbon konsantrasyonlarına sahiptirler. Karbon miktarı göllere göre 5 kat daha yavaş birikir (Turcq ve ark., 2002). Akarsu ve derelerde çökelen organik materyal genellikle autochthonous ve allochthonous (karasal) kaynaklardan gelir. İlki akuatikfitoplankton tarafından üretilirken, ikincisi kara bitkilerini içeren damarlı bitkiler ve göl makrofitlerinden orjinlenir (Meyers ve Teranes, 2001). Bunların dışında akarsu ve derelerde çevresindeki yerleşim alanlarından gelen deşarj suları da organik ve inorganik zenginleşme için önemli bir kaynaktır. Bir akarsu, dere ve çayın gölün kirlilik seviyesinin belirlenmesinde sedimentteki organik karbon seviyeleri ve bunun kaynaklarından birisi olan klorofil seviyelerinin izlenmesi önemlidir. Ayrıca organik karbon ile ağır metaller arasında doğrusal ilişki olması da ağır metal seviyeleri ile ilgili yapılacak olan yorumlarda organik karbonun önemini arttırmaktadır. Bu yüzden akarsu, dere ve çaylarda sedimentlerinde yapılan çalışmalar akuatik ortamın kirliliği ile ilgili yapılacak olan değerlendirmelerde anahtar bir role sahiptir.

1.1. Literatür Bilgisi

Akarsu ve derelerin su kalite verilerine bağlı değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar Türkiye iç sularındaki akarsularında, göl ve diğer sulardaki kadar fazla değildir. Buna karşılık yakın geçmişte makro invertebratları ile birlikte suyun sıcaklık ve besinsel değerlerini alan biyoekosistem değişkenlerle ele alan analizleri yapılmaktadır (Barlas ve ark., 2000).

Yücel, Doğan ve Öztürk (1995), Porsuk Çayında yapığı çalışmada metal kirlilik düzeyi ve halk sağlığı ilişkisini; Yılmaz (1997) tarafından Porsuk Baraj Gölü'nde su ürünleri üretimi alanında yapılan bir araştırmada Sazan (*Cyprinus carpio* L.) ve Kadife (*Tincatina* L.) balık türlerinin yetiştiriciliğinin kirlilik dolayısıyla çok olumsuz bir şekilde etkilendikleri belirlenmiştir. Ocak, Çiçek, Zeytinoğlu ve Mercangöz (2002), ise sulama suyu olarak tarım bitkilerine etkisini araştırmış ve çayın aşırı düzeyde kirlendiğini vurgulamışlardır.

Karasu Nehri epipelik alg yapısı hakkındaki çalışmalar Altuner ve Gürbüz (1991), florada fitoplankton divisi olarına ait 145 takson bulmuşlar. Bacillariophyta'nın dominant olduğunu belirtmişlerdir. Altuner ve Gürbüz (1994), Tercan barajı üzerindeki fitoplankton

tür kompozisyonu ortaya çıkarmışlardır. Bacillariophyta türlerinin çoğunlukta olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bölgenin temiz ve ötrofik indikatörü olarak kabul edilen alg türlerine de tespit edilmiştir.

Samsun'da bulunan İncesu Deresi'nin alg kompozisyonun üzerinde yaptıkları çalışmada Gönüloğlu ve Arslan (1992), Euglenophyta, Cyanophyta, Chlorophyta ve Bacillariophyta divisi olarına ait toplam 150 tür bulmuşlardır.

Mogan Gölü'nde 1993-1994 Pulatsü (1995), tarafından yapılan çalışmada fosfor değerini yüksek bulmuşlardır.

Karapire (1998), Gediz Nehri sedimentinde ağır metalleri tespit edilmiştir. Sonuçlar krom, mangan, kurşun ve bakır konsantrasyonların yüksek olduğunu bulunmuştur. Tuncer ve ark., (1998) tarafından yapılan araştırmada; örnekleme yılın 1993'da Karadeniz'e dökülen bir takım nehirler üzerine fizikokimyasal çalışmalar yapılmıştır.

Karasu Nehri'nde (Türkmen ve ark., 1999) yapılan çalışmada; sazan kültürü yetiştiriciliği için ideal olduğu bulunmuştur.

Burdur Gölü (Arcak ve Altındağ, 2000) çalışmalarında suyun fizikokimyasal yapının tarım sulama suyu olarak tüketilmesinin uygun olduğunu belirtmiştir.

Karadere ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nden aldıkları su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal miktarlarının düzeylerini incelemişlerdir. Balık örneklerinin farklı dokularında sadece Cu, Fe, Mn, ve Zn konsantrasyonlarını ölçebilmişler, diğer metallerin konsantrasyonlarını tespit edilebilir sınırların altında bulmuşlardır. Su ve sediment örneklerinde ise balık örneklerinden farklı olarak Ni değerlerini de tespit edilebilir sınırların altında bulmuşlardır. Atatürk Baraj Gölü'nde kirliliğin olmadığını, ancak gerekli durumunda kirliliğin tehlikeli boyutlara ulaşabileceğini bildirmişlerdir.

Karadenize dökülen Mert ırmağının yüzey sedimant ve su kalite ile ilgili çalışmalarında Bakan ve Şenel (2000), Türkiye su kirliliği mevzuatına ile ilgili kıta içi su kalite sınıflandırılmasına göre genel olarak kirli su özelliği taşımakta olduğunu belirtmiştir. Bunun nedenlerinin belediye ait kanalizasyon şebekesinin olmaması evsel atık suların kaynaklandığının ve su tabakasının taşıdığı bu kirlilik yükünün sediman tabakasında da özellikle yüksek organik madde içeriği ile kendini gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Aksu Çayı'nın su kalitesi ve fiziko-kimyasal parametrelerinin makroomurgasız çeşitliliği üzerine etkisi konulu çalışmasında Kalyoncu ve ark., (2001), 97 takson tespit etmişlerdir.

Trabzon il sınırları içerisinde bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde yaptıkları çalışmada Boran ve Sivri (2001), Nütrient ve Askıda katı madde yüklerini belirlemişlerdir.

Akçay ve ark., (2003) Büyük Menderes ve Gediz nehirlerinde yaptıkları Akçay ve ark., (2003), Büyük Menderes ve Gediz nehirlerinde yaptıkları çalışmada su örneklerinde ağır metalini incelemişlerdir.

Dişli, Akkurt ve Alıcılar (2003); çalışmalarında; Şanlıurfa Balıklıgöl suyunun askıda katı madde, bulanıklık, renk, sıcaklık, elektrik iletkenliği kriterlerinin su kalitesi yönetmeliğine uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Gediz Nehri Kayar ve Çelik (2003) araştırmasında, su kalitesi değerleri ile ilgili indeksleriyle karşılaştırıldığında nehir suyunun üçüncü sınıf bir sulama suyu kalitesinde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Gediz Nehri kirliliğini önlemek için alınması gereken tedbirleri önermişlerdir.

Türkiye’de akarsuların biyolojik ve fiziko-kimyasal olarak kirlilik baskısı altındadır. Kara ve Çömlekçiöğlü (2004), Karaçay suyunda yaptıkları çalışmada önemli derecede kirlilik tesbit edilmiştir. Bu kirlilikten sucul organizmaların önemli derecede etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Şengül ve Müezzinoğlu 2005 yılında Uluabat Gölü’nün sertlik seviyesi üzerine yapmış olduğu araştırmada Göl’ün su sertliğini orta sert su olarak belirtmişlerdir.

Tofan (2008), Konya Bölgesindeki içme sularındaki metalleri tespit edebilmek amacıyla Konya ve ilçelerinden on bir adet su örneği almıştır. Analiz sonuçlarına göre Kadınhanı ilçesindeki su örneğinde nikel, Cihanbeyli ilçesindeki su örneğinde krom kirlilik açısından tehlike arz ederken, metal miktarlarının mevzuattaki sınır değerleri aşmadığı görülmüştür. Cihanbeyli ilçesi şebeke suyunda özellikle Nisan ve mayıs aylarında en yüksek metal konsantrasyonu olarak krom tespit edilmiş ve bu durumun insan sağlığı açısından tehlike oluşturabileceği belirtilmiştir.

Birincil üretim kaynağı olan klorofil-a ve klorofil-b artmasını ya da azalmasını belirleyen çevresel parametreler ve besin elementlerinin günlük değişimleridir. Sarıçay Akarsuyu Örneği (Çanakkale, Türkiye) konulu çalışmalarında Odabaşı ve Büyükkates (2009), klorofil-a ile birlikte nutrient değişimleri ile birlikte fiziko-kimyasal gibi parametrelerin ölçümelerini yapmıştır. Sonuçların nutrienti ile klorofil-a arasında ters orantılı anlık ilişkilerin olduğunu saptamıştır.

Bulut ve ark., (2010), Karanfilli Deresi suyunun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerinin mevsimsel değişimi ve akuakültür açısından değerlendirilmesini araştırmışlardır.

Zeybek ve Kalyoncu (2016), Kargı Çayı'nda Temmuz-2014 ile Nisan-2015 tarihleri arasında yapmış oldukları çalışmada su sıcaklığı değerlerini 10,7 ile 26,7 °C arasında bulmuşlardır. Klee (1991) ve Su Kalite Kontrol Yönetmeliği verilerine göre kendilerinin bulmuş oldukları değerleri mukayese ederek Kargı Çayı su kalite değerlerinin yüksek kaliteli ya da düşük kirlilikte olduğunu belirtmişlerdir.

Gültepe, Kadak, Hisar, Sönmez, Özdemir (2016) Filyos Çayının fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik kalite parametrelerine uygunluğu çalışılmıştır.

Tot ve ark., (2017) Ilgaz Çayı'nda (Kastamonu) yapmış oldukları çalışmada, minimum su sıcaklığını şubat ayında (4,5 °C, 8 °C arasında), maksimum su sıcaklığını ise Ağustos ayında 19,1 °C olarak tespit edilmiştir. pH değeri ise en yüksek 8,89 olarak bulunmuştur. Toplam sertlik değerinin ise 14,4 ve 18,8 FrS arasındadır.

Okyanus ve tatlı su ekosistemleri dünyadaki en büyük organik madde depolarıdır. Gezenimizdeki organik karbonun tahmini olarak %20'sini barındırmaktadır (Siegenthaler ve Sarmiento, 1993; Sunlu ve Aydın, 2005). Organik karbon doğal yaşam ve karbon döngüsü için son derece önemlidir. Fakat sucul ekosistem içim normal seviyedeki karbon miktarı ekosistem için zararlı olmamakla beraber evsel ve sanayi kaynaklı atıklar sulak alan çökeltlerinde, tarım topraklarında, şehirseller alanlar ve kıyı bölgelerinde organik kirlenmeye neden olmaktadır (Xue ve ark., 2019). Özellikle ırmak dere ve çay sulak alanlar oldukları için yüzölçümleri genel olarak doğal sulak alanlara göre küçüktür. Bu durum akarsuların gölü çökellerinde organik karbon birikimini arttırmaktadır. Akarsu ve çayların oligotrofik özelliktedir ve organik karbon konsantrasyonu düşüktür (Turçg ve ark., 2002). Organik maddeler genellikle otokton ve allohton kaynaklıdır. Otokton kaynaklı organik maddeler sulak alan içerisindeki fitoplanktonlar tarafından üretilirken allohton kaynaklılar havzadaki karasal kökenli bitkiler ve makrofitler tarafından üretilmektedir (Meyers ve Teranes, 2001). Sulak alanların yakınındaki yerleşmelerden gerçekleştirilen atık su deşarjı organik ve inorganik madde zenginleşmesinin önemli kaynaklarından (Kükre ve ark., 2014). Bunun yanında organik maddeler metal taşınım süreçlerinde etkin rol oynamaktadır. Organik maddelere bağlanan metaller havza içerisinde akarsular tarafından taşınarak sulak alanlara deşarj edilmektedir (Zhang, 2016).

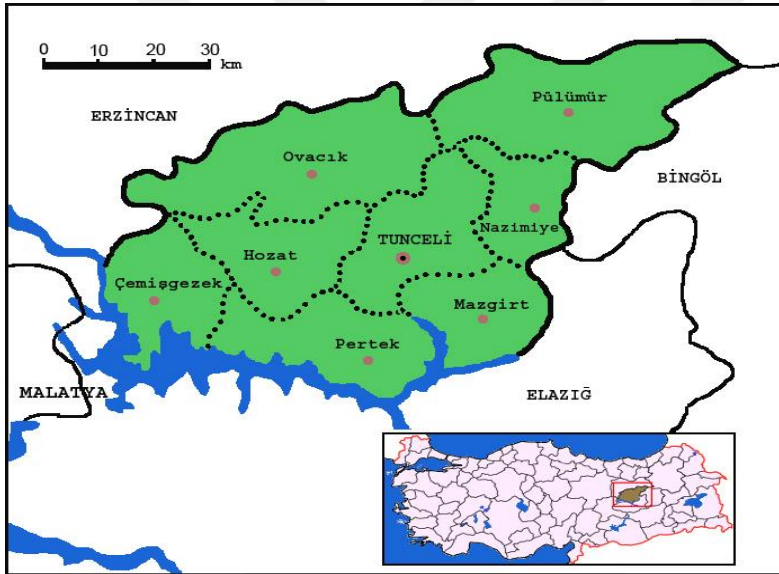
Akarsular, dereler ve çayların su kaynaklarında ortaya çıkan organik kirleticiler tüm canlılar ile birlikte besin zinciri yoluyla insanları da tehdit etmektedir. Ancak tatlı su özellikle içme ve sulama olarak kullanılan su kaynakları olan çaylar yaşanması muhtemel ekolojik risk besin zincirinden çok daha hızlı şekilde su şebekesi yoluyla doğrudan insanları etkileyecek düzeydedir. Bu nedenle çaylar ekolojik risklere karşı çok dikkatli şekilde korunmalı ve izlenmelidir. Çalışmada inceleme alanı olarak seçilen Munzur ayı tabanındaki organik karbon içeriklerinin zamansal meknsal dağılımlarını analitik prosedürler ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları ile analiz etmek ve organik karbonun muhtemel kaynaklarını tespit etmektir. Çalışma Munzur ayı'nın organik kirletici kaynaklı ekolojik risk tehlikesine karşı gözlem altında tutulması ve konuyla ilgili mevcut literatüre katkı sağlaması yönüyle önemlidir.

2. MATERYAL VE METODLAR

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma süresi ve yeri

Tunceli ili Kalan, Mamiki ve Mamik ili adı olarak alınmıştır. “Dersim Sancağı” adıyla bilene 1839 yılında Erzurum daha sonraki yıllarda Pülümür ilçesi hariç bir sancak olarak El-Aziz Vilayetine bağlanmıştır. 1935 yılında, geçici merkezi Elâzığ bağlanarak il olmuştur (Anonim, 2012a). Tunceli ili, merkez ilçe dâhil 8 ilçeye ayrılmıştır (Tunceli, Nazımiye, Ovacık, Pertek, Çemişgezek, Mazgirt, Pülümür ve Hozat) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Tunceli ili haritası

İl yüzölçümünün çoğunluğunu dağlar, platolar, çok az kısmını ovalar ve düzlükler oluşturmaktadır. Tunceli 38° 19' ve 40° 26' doğu boylamları ile 39° 36' ve 38° 46' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Denizden yüksekliği 914 metredir ve yüzölçümü, 914 7.774 km²'dir. Tunceli, Yukarı Fırat Havzasında yer almaktadır. Munzur Dağları ve Karasu Nehri, doğuda Bingöl Dağları ve Peri Suyu, Keban Baraj Gölü, kuzey batıda ise rakımı 2500-3000 metreye ulaşan sarp dağlarla ve derin vadilerle çevrilidir. Türkiye'nin en sert karakterli arazi yapısına sahip bölgelerinden biri olup ortalama yüksekliği 1264 metredir (Anonim, 2016d).

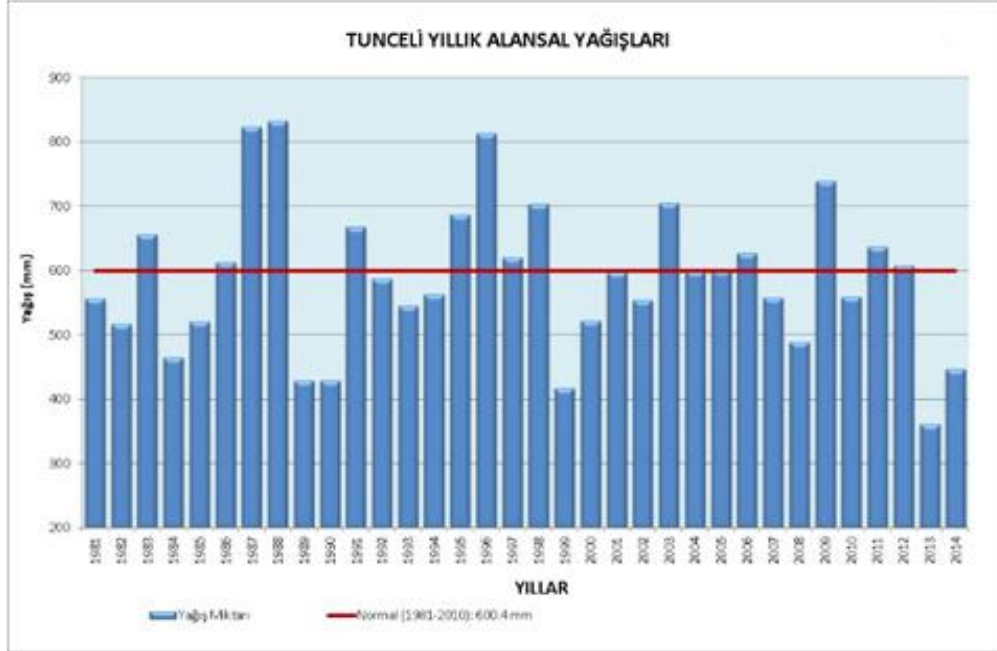
Bölge coğrafi özellikleri itibariyle değerlendirildiğinde yüksek ve çok dağlık bir bölge olduğundan oldukça zorlu koşullar dikkati çekmektedir. Bu yükseklikten ve bol yağışlardan kaynaklanan kuvvetli akarsular, bu dağlık bölgede kendilerine derin ve sarp vadiler tesis etmiş, sıra dağları birer birer serek, zayıf olanlarını parçalamış, bölgeyi çetin, engebeli hale getirmiştir (Anonim, 2012a).

Tunceli ili; kültür, sağlık ve eko turizminin yapılabileceği temiz sulara sahip akarsuları, vadileri, krater gölleri, endemik bitki ve hayvanların gezmeye ve görmeğe değer, dağ ve kış sporlarının değerlendirilip kullanılabileceği, kültür ve alternatif turizm faaliyetlerine oldukça elverişli bir potansiyele sahiptir. Birçok kaynakta Tunceli için “Anadolu’nun Kayıp İncisi” deyimini kullanılmaktadır. Ayrıca ülkemizde kent merkezinde iki akarsuyun birleştiği tek il olma özelliğine sahiptir. Tunceli, hidrografik yapıya dayalı turizm aktiviteleri için önemli bir konumdadır. Yüksek ve çok dağlık oluşumuyla birlikte kuvaterner dönemdeki değişimleri, yörede dağlık oluşumlarının olduğu ve iklim koşullarındaki ısınmalara bağlı olarak buzulların çekilmesi sonucu zengin göl alanları (Sirk Gölleri) meydana gelmiştir. İlin yüksek ve çok dağlık oluşuyla birlikte kuvaterner döneminde meydana gelen iklim değişimleri sonucu, yörede dağlık alanlarda buzul oluşumları meydana gelmiş ve iklim koşullarındaki ısınmalara bağlı olarak buzulların çekilmesi sonucu zengin göl alanları (Sirk Gölleri) oluşum göstermiştir. İl sınırları içerisinde bulunan göl alanları çeşitli eko turizm aktiviteleri için önemli ortamlar oluşturmaktadır.

Dünyadaki 1,4 milyar km^3 su bulunmaktadır. Bu suların %97,5’i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, %2,5’i ise buzullar, yeraltı suları, nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Tatlı su kaynakları dünyadaki su kaynaklarının çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu suyun büyük bir kısmı, neredeyse %70’i Artık ve Antarktika bölgesindeki kar ve buzullardan ibarettir. Geri kalan tatlı su kaynağının neredeyse ezici bir çoğunluğu yeraltı sularından oluşmaktadır. Göller ve nehirler toplam tatlı su kaynağının yalnızca %0,3’lük kısmını oluşturmaktadır (ICOLD, 2007).

Dünya ‘da olduğu kadar ülkemizde küresel ısınmadan payına almaktadır. Günümüz Türkiye’de sinde yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar m^3 ’dür. Bu suyun 274 milyar m^3 ’ü hidrolojik döngü ile tekrar atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m^3 ’lük kısmı ise yeraltı suyuna, 158 milyar m^3 ’lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki nehir dere ve akarsuya bunların aracılığı ile denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m^3 ’lük suyun 28 milyar m^3 ’ü

pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Bunun yanı sıra komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Ülkemizde 193 milyar m³ kullanılabilir tatlısu kaynağı bulunmaktadır (DSİ, 2016a).



Şekil 2.2. Tunceli ili yıllık alansal yağış miktarı (MGM, 2016)

Türkiye'de en fazla yağış kış aylarında, en az yağış yaz aylarında düşer. 2012 yılı Türkiye yağış ortalaması 643 mm iken, Tunceli ili ortalama yağış miktarı 894,6 mm olmuştur (MGM, 2016) (Şekil 2.2).

Tunceli, dağların yapısından dolayı düzenli yağış alan bir ilimizdir. Yüksek dağların zirve eteklerindeki sızan kar ve yağmur suları, daha düşük alanlarda kaynaklar halinde yeniden yüzeye çıkar. Akarsuları besleyen kaynakların devamlı olması nehir, dere ve çayın taşıdığı suyun bol ve su akışının düzenli olmasını sağlar. Tunceli'deki yer üstü ve yer altı sularının toplam yıllık akış miktarı 3.114 hm³ olarak tahmin edilmektedir. İlin en önemli akarsu kaynağı Munzur Suyu ve Pülümür Çayı'nda yer almaktadır. Tunceli'deki akarsular, doğal göller Uzun çayır baraj gölünde toplanmaktadır (Anonim, 2016d).



Şekil 2.3. Tunceli ili yüzey suları haritası

Tablo 2.1. Tunceli ili yerüstü ve yeraltı sularının yıllık akış miktarları

	Yıllık ortalama su akımı (hm ³ /yıl)
Yerüstü suyu	3.112,00
Munzur Çayı	1.629,00
Pülümür Çayı	1.003,00
Yeraltı suyu (ildeki toplam emniyetli rezerv)	2,20
Toplam su potansiyeli	3.114,20

Bu kitapta yerüstü suları detaylı bir şekilde incelenmiş olup, yer altı suları kısmı ise ele alınmamıştır (Tablo 2.1).

İl topraklarında bulunan yeraltı suları ile ildeki akarsular, doğal göller ve baraj göllerinin su yüzeyi alanları hektar olarak Tablo 2.2’de verilmiştir (Anonim, 2013).

Tablo 2.2. Tunceli’deki su yüzeyleri envanteri

	Su Yüzeyi (ha)
Doğal göl yüzeyleri (toplam)	47,20
Baraj rezervuarı yüzeyleri	25.115,00
Akarsu yüzeyleri (toplam)	2.506,00
Yeraltı suyu (ildeki toplam emniyetli rezerv)	2,20
Toplam su yüzeyleri	27.668,20

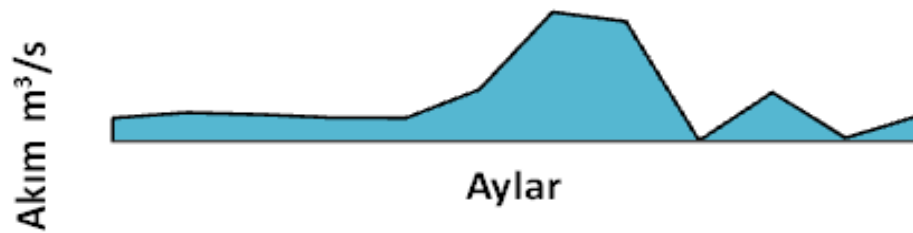
Tunceli ili akarsular yönünden çok zengindir. Dağlık ve yüksek bir bölgede olduğundan çok sayıda akarsu vardır. Yağışlar ilkbahar ve sonbahar döneminde yağmur, kış mevsiminde ise daha çok kar şeklinde olmaktadır. İlkbaharda kar erimeleri ve yağmur şeklindeki yağışlarla akarsular bol su taşırlar. Dağlık alanda sürekli akarsuların yanı sıra çok sayıda geçici akarsular da bulunmaktadır. Su potansiyeli daha sınırlı olan dereler genellikle dağlık alanın kuzey kesiminde yoğunlaşmıştır (Durmuş ve Çağlıyan, 2009).

Munzur Çayı, Munzur Dağları'nından doğarak Mercan Vadisi'nden çıkan Mercan Deresi ile birleşerek yer yer derin ve dar vadilerden hızla güneye doğru akar. Tunceli merkeze kadar Havaçor, Şamuşağı, Mamuşağı, Kabuşağı, Nanikuşağı, Haçılı, Mercan, Merho, Sarıtaş, Laç, Kalan ve İksor Deresi gibi birçok dere ile birleşir. İl merkezinde Pülümür Çayı ile birleşerek güneye doğru akış göstererek önce Uzunçayır Baraj Gölüne, ardından Keban Baraj Gölü'ne dökülür.

Su sıcaklığı kış aylarında 0-3°C, yaz aylarında 15-22°C olan şiddetinden dolayı kirletici tutmadığı için Munzur Suyu başta kırmızı benekli alabalık olmak üzere balık varlığı için ideal bir bölgedir (Anonim 2012b). Munzur Suyu, Mercan Deresi ve bu akarsulara karışan küçük derelerde yaşayan alabalık, Munzur Gözeleri'nin 1-2 km güneyinden başlayarak 75 km'lik bir su alanına yayılmıştır (Anonim, 2012a).

Işık (2012) çalışmasında aktardığına göre, Evliya Çelebi, Seyahatname isimli kitabında, Munzur Çayı için şunları söylemiştir: “Murat Nehri'nden uzak yerlerde Ovacık ilçesinde Munzur Baba Azizin dağından çıkan küçük bir kaynak olup Murat Nehri'ne karışır. Bu nehir her sene Ağustos'tan başlayıp kırk gün şiddetli ve kırk gün tatlı durgun şekilde akar.

Munzur Çayı'nın uzunluğu 75 km, yüzey alanı 793 have saniyede ortalama akan su miktarı (debisi) 87 m³'tür. Munzur Çayı il sınırları içinde doğar ve il sınırlarında Keban Baraj Gölü'ne dökülür.



Şekil 2.4. Munzur Çayı'nın akım verileri

Munzur Çayı'nın saniyede akıttığı yıllık ortalama su miktarı 44,303 m³'tür. Çayın yükseltisi 900 m olup toplam yağış alanı 1669 km², 1963-2011 yılları arası DSİ akım verilerine göre Şubat ayı itibariyle su miktarı Mayıs ayına kadar artmakta, bu aydan sonra ise düşüş yaşamaktadır. Ayrıca Haziran ayında artıp, Temmuz ayında düşüş gösterirken Ağustos ayında bir daha artmaktadır. Şekilde de anlaşılabacağı gibi Munzur Çayı'nın debisi aylara ve mevsimlere göre düzensizlik göstermektedir (Şekil 2.5).

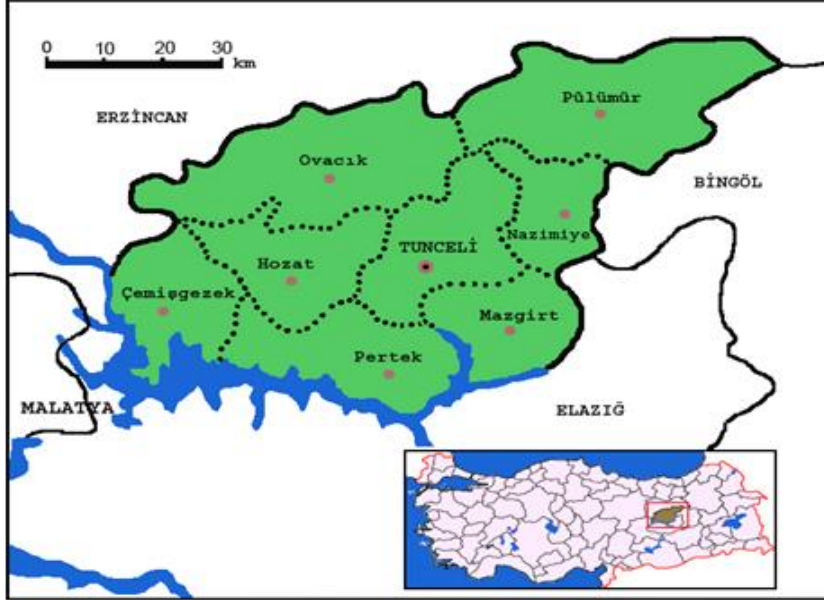
Deveciyan'ın (1926) aktardığına göre Munzur, Pülümür ve Peri Çayı'nda yıllık avlanan balık ve elde edilen gelir miktarı, gelir altın/kuruş ve vergi % miri kısmında bir bilgi bulunmamaktadır. Fakat avlanan başlıca balık türleri için; tatlı su kefali, sazan, bıyıklı balık vs. denilmiştir. Av araç gereçleri için olta ve ağ belirtilmiştir. Su kaynağı olarak Munzur Çayı için Munzur Dağı (Ovacık), döküldüğü yer Peri Suyu denilmiştir. Türkiye'de içinde balık bulunan akarsular listesinde Munzur Çayı'nın Tunceli ilinde bulunduğunu ve Murat Suyu'na döküldüğünü belirtilmiştir (Karapınar, 1972). Bilge (1972) çalışmasında Munzur Suyu'nda Alabalık ve Akbalık türlerinin yaşadığını belirtmiştir.

Ayrıca Doğu Anadolu Bölgesi'nin balık istihsalinin 1120 ton olduğunu ve istatistikte Bingöl, Hakkâri ve Tunceli illerinin balık ürününe ait istatistiklerinin olmadığı belirtilmiştir.

Çıldır, Zap ve Munzur Suları'ndaki alabalıklar çok büyüktür. 10-15 kiloluk alabalıklar bu sularda çok yakalanır. Fırat ve diğer sulardaki sazanlar da 15-20 kilolarla tartılan fertler olarak belirtilmiştir. Geldiay ve Balık (2007)'a göre Kuru (1975) yılında yaptığı çalışmada alabalık türünün *Salmo macrostigma*(Duméril, 1858)(*Salmo trutta macrostigma* Duméril, 1858 olarak) ve Kuru (1971) yılında yaptığı çalışmada tatlı su kefali *Squalicephalus* (Linnaeus, 1758) (*Leuciscuscephalus* Linnaeus, 1758 olarak) ve kababurun balığı [*Chondrostomaregium* (Heckel, 1843)] türlerinin Munzur Çayı'ndan rapor ettiğini belirtmişlerdir. Çolak (1981), Keban Baraj Gölü balık faunası çalışmasında Munzur ve Peri Suyu'nun geldiği istasyon noktasından (Pertek) *S. trutta macrostigma* türünden bir birey elde ettiğini belirtmiştir. Daha sonra *S. truttamacrostigma* türü *Salmo macrostigma* olarak kullanılmaya başlanmıştır (Başusta ve ark., 2014).

Tunceli ilinde 2010 yılında yapılan bir balık tüketim anket çalışmasında bölge halkı tarafından Munzur Alabalığı olarak isimlendirilen dağalas (S. macrostigma)'nın en beğenilen tür olduğu (%39,8) belirlenmiştir. Ancak ticari avcılığın yasak oluşu sebebiyle tüketiminin aynı oranda yüksek (% 14,7) olmadığı tespit edilmiştir (Yüksel ve ark., 2011). Bununla birlikte, bu balık türü koruma altına alındığından yıl boyu avlanması yasak olan

türler arasında sayılmaktadır (Yıldırım ve ark., 2012). Ayrıca, Munzur Çayı'nda yapılan bir araştırmada toplam 11 Zooplankton türü rapor edilmiştir (Saler, 2011).



Şekil 2.5. Örnekleme yapılan yer

- Gözeler istasyonu
- Yeşil Yazı istasyonu
- Güney Konak istasyonu
- Mercan istasyonu
- Kedek istasyonu
- Aksu istasyonu
- Marho istasyonu
- Venk istasyon
- Siliç istasyonu

2.2. Metot

2.2.1. Araştırmanın planlanması ve kurulması

Mart 2019-Ocak 2020 ayları arasında seçilen istasyonlardan (Şekil 2.9). Kajak marka gravity karot örnekleyici yardımıyla sediment örnekleri alınmıştır. Zemin yapısı, akıntı ve dalga gibi fiziksel faktörlere bağlı olarak her istasyondan farklı uzunluklarda

çamur örnekleri alınabilmektedir. Laboratuvara getirilen karotlar burada 5'er santimetrelik dilimlere ayrıldı. Örneklerin bir kısmı ağır metal ve organik karbon analizlerini hazırlanmak üzere etüvde kurutulurken, bir kısmı klorofil analizleri için -18 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Organik karbon için kurutulup saklanan sediment örnekleri analizden önce havanda dövülerek inceltirilmiş ve analizler Wakley-Black titrasyon metoduna göre gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Sediment klorofil a tayini

Klorofil bozunma ürünleri için kullanılacak olan sediment örnekleri 2 gramdan az tartılarak yaş halde asetonla ekstrakte edilerek bir gece bekletilmiştir. 24 saat sonunda sediment ve aseton süzme yöntemiyle birbirinden ayrılmış ve elde edilen sıvı spektrofotometrede 667 ve 750 nanometre dalga boylarında okunarak klorofil bozulma ürünleri aşağıdaki formülle tespit edilmiştir (Lorenzen 1971).

$$\text{Klorofil bozunma ürünleri} = 18,7 \cdot (\text{ABS}_{667} - \text{ABS}_{750}) \cdot V / g \cdot l$$

V: aseton hacmi

G: sediment ağırlığı

I: ışık yolu

2.2.3. Sediment organik karbon tayini

Seçilen istasyonlardan Kajak marka gravity karot örnekleyici yardımıyla sediment örnekleri alınmıştır. Zemin yapısı, akıntı ve dalga gibi fiziksel faktörlere bağlı olarak her istasyondan farklı uzunluklarda çamur örnekleri alınabilmektedir. Laboratuvara getirilen karotlar burada 5'er santimetrelik dilimlere ayrıldı. Örneklerin bir kısmı ağır metal ve organik karbon analizlerine hazırlanmak üzere etüvde kurutulurken, bir kısmı klorofil analizleri için -18 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Organik karbon için kurutulup saklanan sediment örnekleri analizden önce havanda dövülerek inceltirilmiş ve analizler Wakley-Black titrasyon metoduna göre gerçekleştirilmiş, sediment içindeki % organik karbon miktarı hesaplanmıştır (Gaudette ve ark., 1974). Bu hesaplamadaki süreç aşamaları için 0,2-0,5 gram örnek alınarak 500 ml likerlene yerleştirilir. 10 ml 1 N K₂Cr₂O₇ ilave edilir ve karıştırılır. 20 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek yaklaşık 1 dakika çalkalanır. Blank ve örnekler 30 dakika bekletilir. Sürenin sonunda örnek hacmi saf su ile 200 ml ye

seyreltilir. 10 ml % 85'lik H_3PO_4 , 0,2 gram NaF ve 15 damla difenilamin indikatörü ilave edilir. Çözelti 0,5 N demir amonyum sülfat çözeltisi ile geri titre edilerek renk brillant yeşiline çevrilir. Analiz sonucunda sarfiyat denklemde yerine konarak organik karbon miktarı hesaplanır.

$$\% \text{ organik karbon} = 10(1 - T/S) (1.0 N(0003)(100/W))$$

T: sarfiyat

S: Blank için sarfiyat

W: sediment ağırlığı

N: $K_2Cr_2O_7$ çözeltisinin normalitesi

T/S faktörü demir çözeltisinin normalitesinin etkisini yok edecektir.

2.2.4. Sediment ağır metal tespiti

Munzur Çayı boyunca ağır metal kirliliğini saptamak amacıyla, iki dönemde ve dokuz farklı noktada örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Analitik Prosedürler Yüzey sedimentine ait örnekler Mart 2019 ve Şubat 2020'da örnekleme alanında seçilen dokuz istasyondan Van Veen Grab kullanılarak toplanmıştır. Homojenize edilerek plastik poşetlere konulan örnekler laboratuvarında asit ve saf su ile önceden yıkanmış petri kaplarına aktararak 60°C'de 24 saat etüvde kurutulmuştur. Ezilerek toz haline getirilerek ağır metal analizleri ACME analyticalLabs, Kanada'da gerçekleştirilmiştir. Analizlerin kalite kontrolleri iki ölçümlü, kör örnekler ve standart referans materyal ölçümleri ile gerçekleştirilmiştir. Dip çamurunda ağır metal toplanmasını belirlemek için literatürde yaygın olarak Zenginleşme faktörü (EF) ve kontaminasyon faktörü (CF) olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır: Bunlar Zenginleşme faktörü (EF) ve kontaminasyon faktörüdür (CF). Zenginleşme faktörü güncel metal/Al oranının ardaalan Metal/Al oranına bölünmesiyle elde edilir (Acevedo-Figueroa ve ark., 2006; Yilgor ve ark., 2012; Çevik ve ark., 2009; Vrhovnik ve ark., 2013). Bu sayede ardaalan üzerinde artışlar ortaya çıkarmak ve evsel atıklarının etkisini belirlemek mümkün olmaktadır. Elde edilen değerler Sutherland (2000)'e göre değerlendirilmiştir. Buna göre $F < 2$, zenginleşme yok; $EF = 2-5$, orta düzeyli zenginleşme; $EF = 5-20$, önemli zenginleşme; $EF = 20-40$, çok yüksek zenginleşmesi; $EF > 40$, aşırı derece zenginleşmeyi ifade etmektedir. Kullanılan ikinci yöntem mevcut çökeltinin metal içeriği ile normal konsantrasyon seviyeleri arasındaki oranın hesabıdır. Böylelikle çökeltinin metal zenginleşmesi bulunur. Kontaminasyon

faktörü ise Hakanson (1980)'e göre hesaplanmıştır. $CF < 1$ düşük kontaminasyon, $1 \leq CF < 3$ orta düzeyli kontaminasyon, $3 \leq CF < 6$ yüksek kontaminasyon $CF > 6$ çok yüksek kontaminasyon olduğunu işaret etmektedir. Sedimentin ağır metallere bağlı kalitesini belirlemek amacıyla kirlilik yük indeksi (PLI) hesaplanmıştır (Suresh ve ark., 2011). CF kirlilik faktörünün ise kullanılan element sayısını ifade etmektedir (Suresh ve ark., 2011). PLI değeri 0 ise temiz alan, eğer değer 1 ve $1 >$ ise kirliliği gösterir (Tomlinson ve ark., 1980). $PLI = (CF_1 \times CF_2 \times \dots \times CF_n)^{1/n}$ Metallerin toksik etkileri hakkında çıkarımlar yapabilmek için Hakanson (1980) tarafından geliştirilen potansiyel ekolojik risk (RI) indeksi kullanılmıştır. Her bir metal için ayrı ayrı (E_r^i) hesaplandığı gibi tüm metalleri içerecek şekilde bütünleşik olarak da hesaplanan potansiyel ekolojik risk indeksi (RI) şu şekilde değerlendirilmektedir: $E_r^i < 40$ düşük potansiyel ekolojik risk, $40 \leq E_r^i < 80$ orta düzeyli potansiyel ekolojik risk, $80 \leq E_r^i < 160$ önemli potansiyel ekolojik risk, $160 \leq E_r^i < 320$ yüksek potansiyel ekolojik risk, $E_r^i \geq 320$ çok yüksek potansiyel ekolojik risk,

$$E_r^i = C_f^i \times T_f^i$$

T_f^i Hakanson (1980) tarafından formüle edilmiştir. Bu tek bir metalin toksite katsayısıdır. C_f^i belirlenen istasyondaki sedimentin metal içeriği ile arka plan konsantrasyon seviyeleri arasındaki orandır. Toksik sitelere bağlı olarak karşılık gelen katsayılar aşağıdaki gibidir: Hg=40, Cd=30, As=10, Cu=Pb=Ni=5, Cr=2, and Zn=1 (Guo ve ark., 2010). Ekolojik risk (RI) sedimentteki çeşitli ağır metallerin hesaplamak içindir

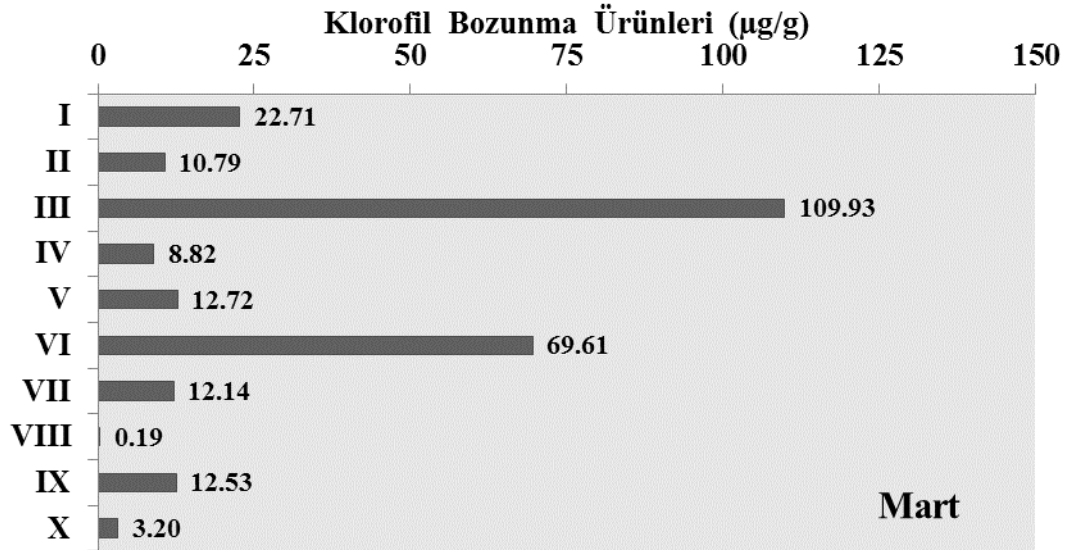
$$RI = \sum E_r^i$$

$RI < 150$ düşük ekolojik risk, $150 \leq RI < 300$ orta düzeyli ekolojik risk, $300 \leq RI < 600$ önemli ekolojik risk, $RI \geq 600$ çok yüksek ekolojik risk.

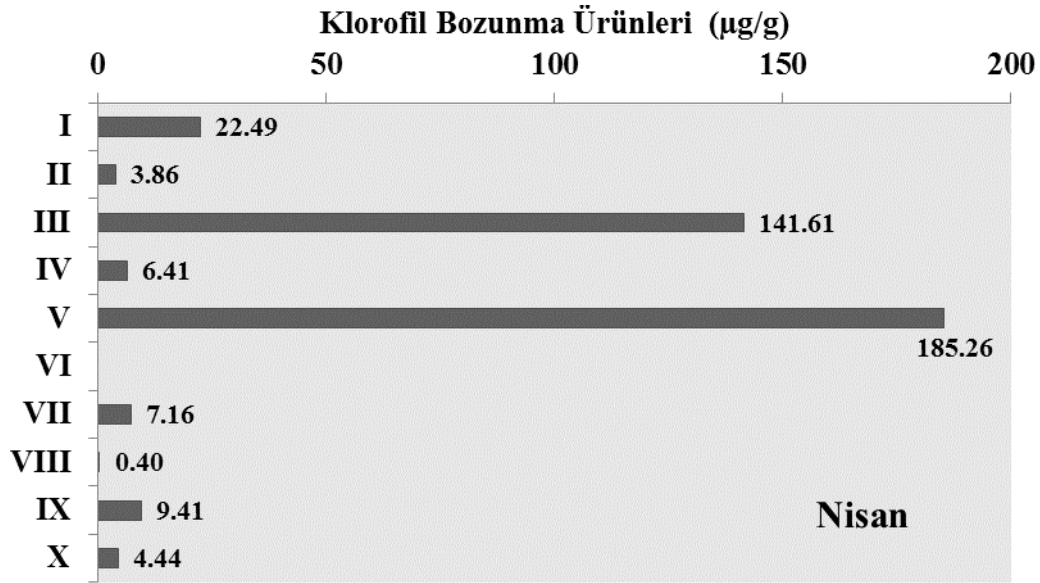
3. BULGULAR

3.1. Klorofil Bozunma Ürünleri (CDP)

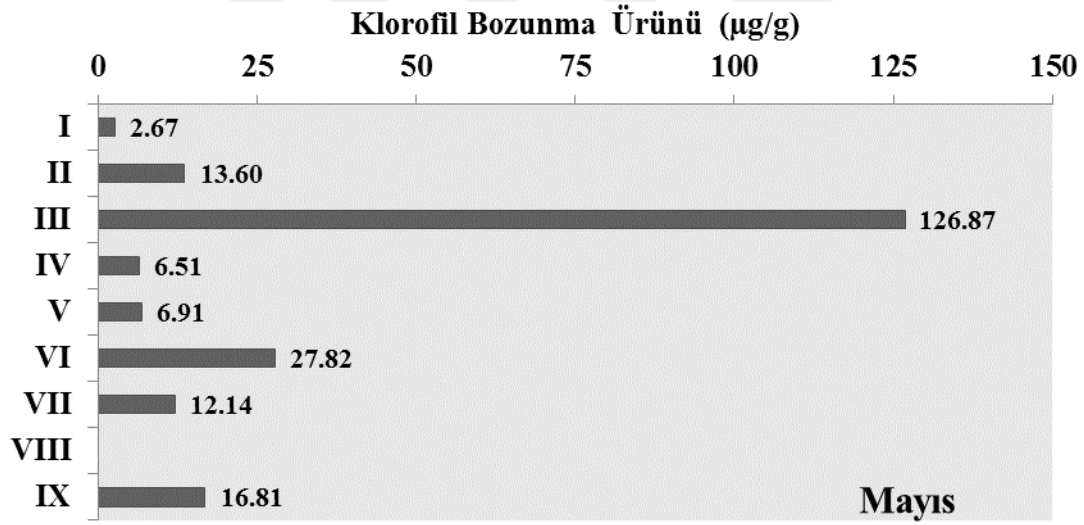
Dokuz istasyondan alınan karotlardan elde edilen 5'er cmlik sediment dilimleri incelendiğinde tüm istasyonların ilk 5 cmlik kesitlerinde bariz biçimde CDP birikiminde artış olduğu görülmektedir (Şekil 3.1-3.12). CDP en yüksek değerine 6 da ulaşırken, yüzey sedimentleri içindeki en düşük değer 7. istasyonda tespit edilmiştir. Munzur Çayı hayvancılık ve tarım yapılan bir alanda bulunmaktadır. Bunun yanı sıra çevre köylerin tüm evsel atıkları da göle deşarj edilmektedir. Hem su içmek için göle giren hayvanların bıraktıkları atıkların hem de evsel deşarj sularının suyu nutrient zenginleştirmesi özellikle havaların sıcak olduğu yaz aylarında gölde fitoplankton üremesi olaylarına neden olmaktadır. İlk 5 cm'de rastlanılan yüksek değerlerin bu olayların bir sonucu olduğu düşünülmektedir.



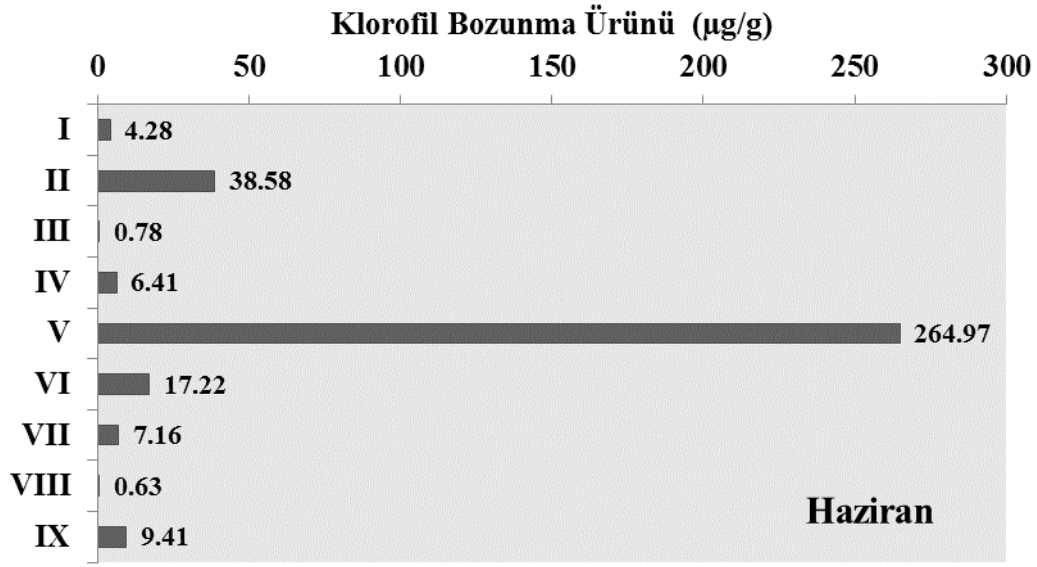
Şekil 3.1. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Mart ayına göre dağılımı



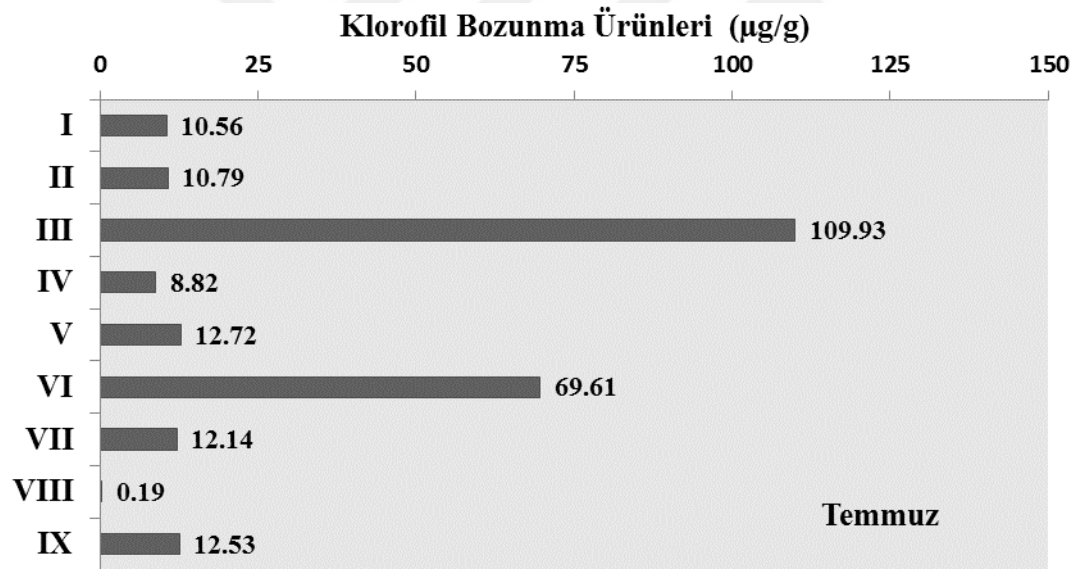
Şekil 3.2. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Nisan ayına göre dağılımı



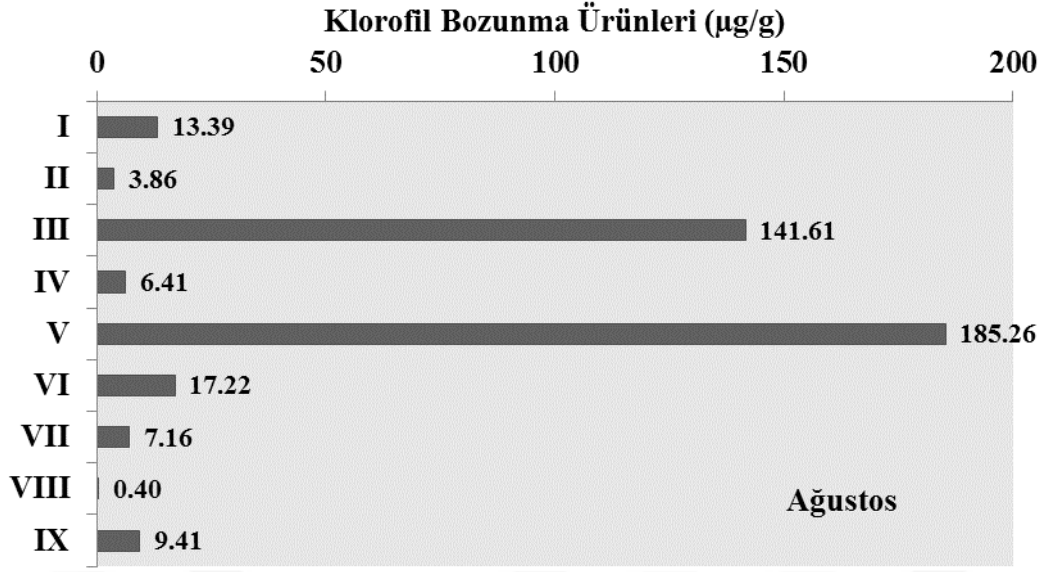
Şekil 3.3. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Mayıs ayına göre dağılımı



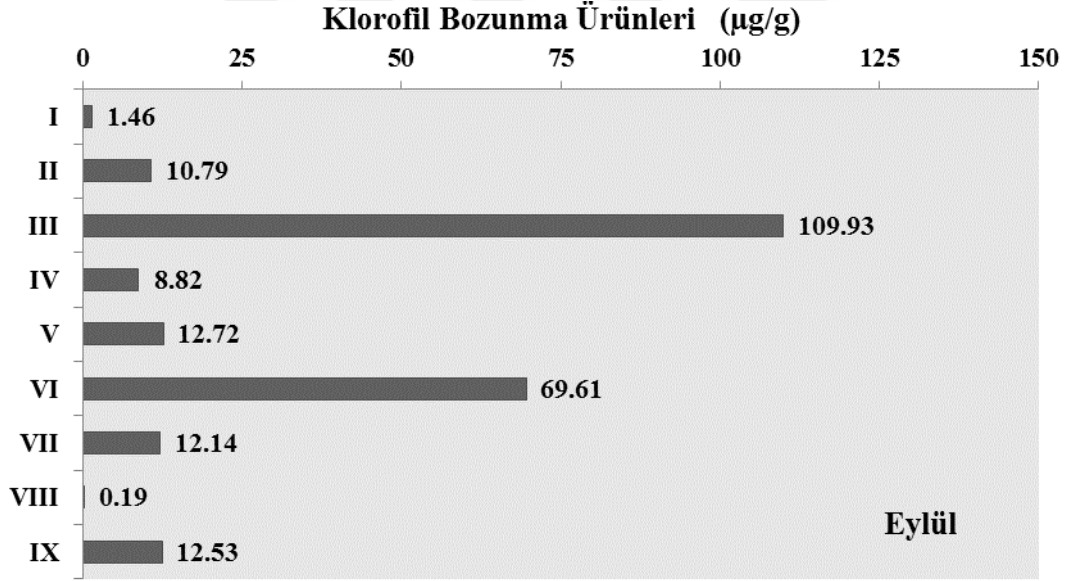
Şekil 3.4. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Haziran ayına göre dağılımı



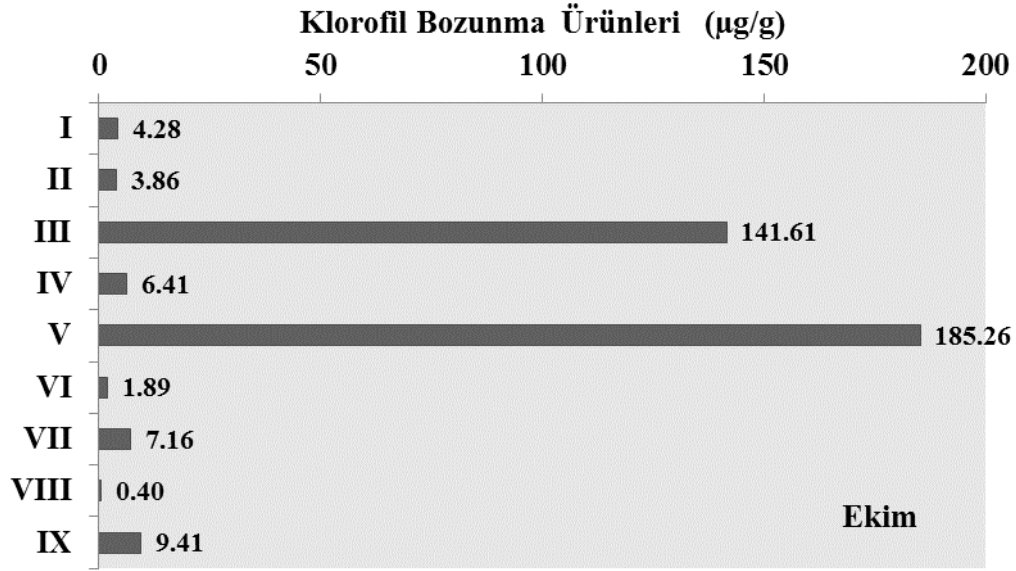
Şekil 3.5. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Temmuz ayına göre dağılımı



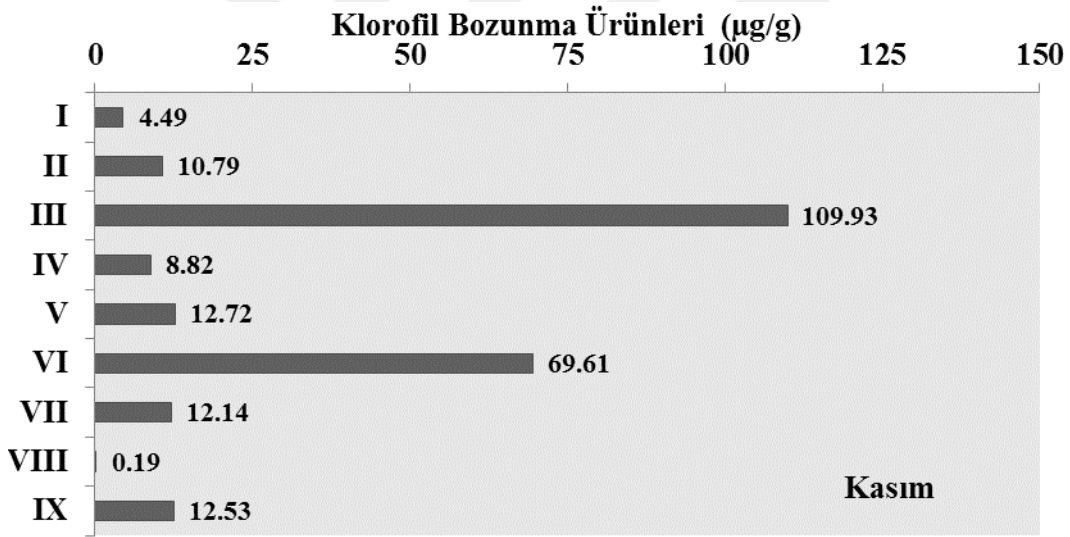
Şekil 3.6. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Ağustos ayına göre dağılımı



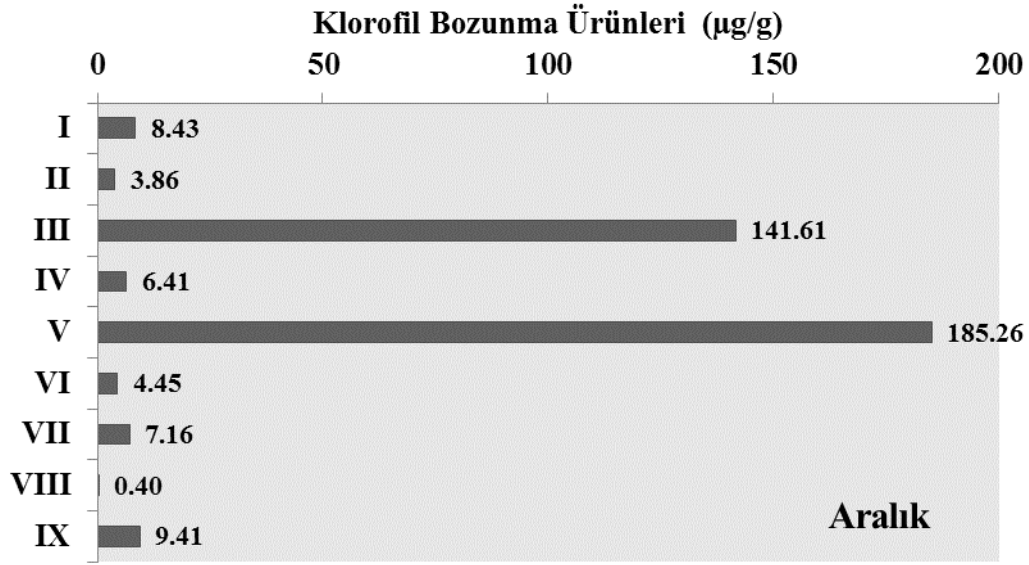
Şekil 3.7. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Eylül ayına göre dağılımı



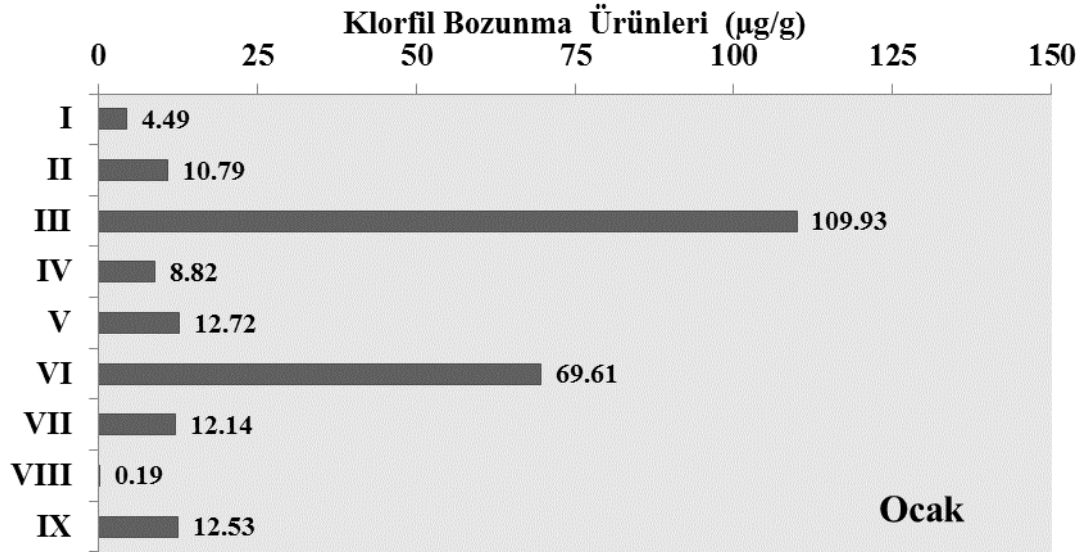
Şekil 3.8. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Ekim ayına göre dağılımı



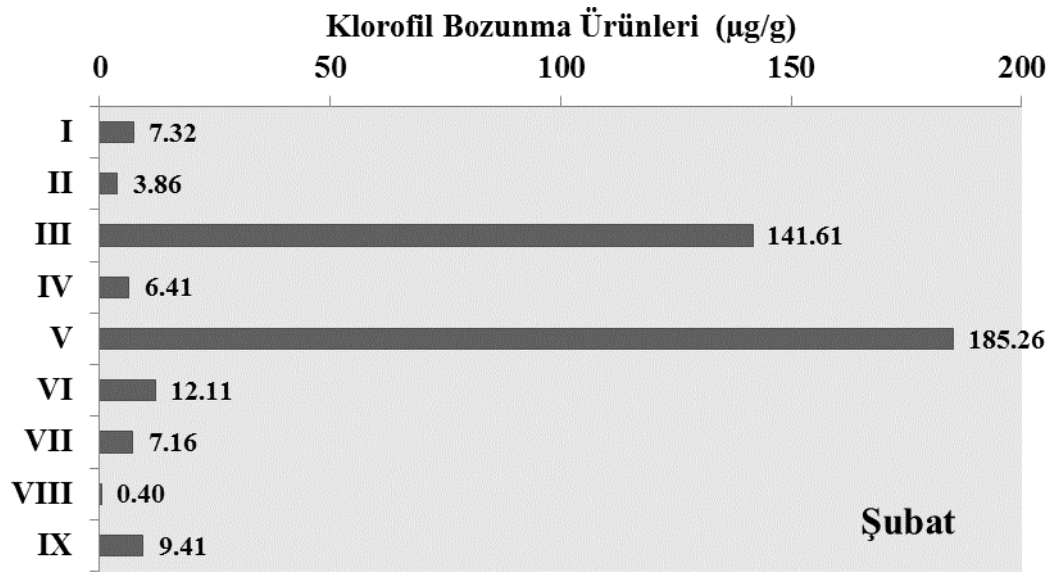
Şekil 3.9. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Kasım ayına göre dağılımı



Şekil 3.10. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Aralık ayına göre dağılımı



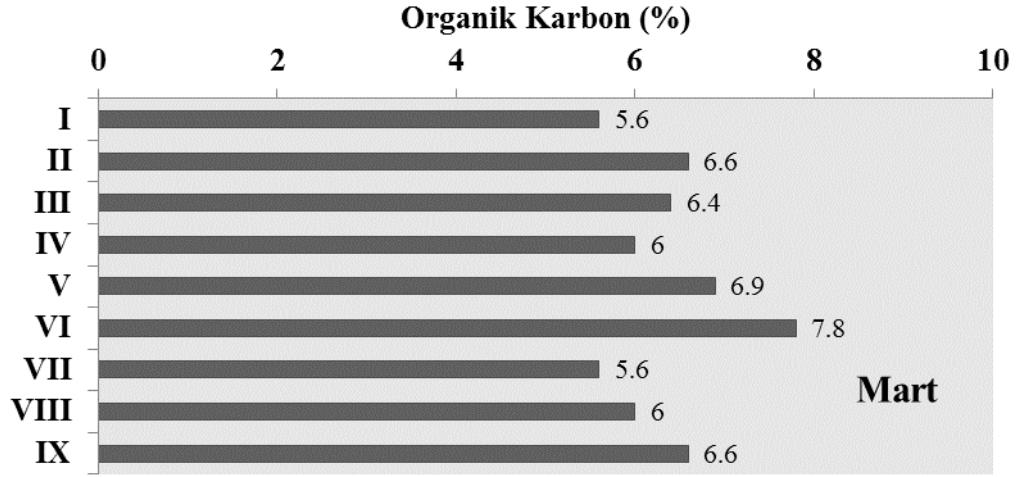
Şekil 3.11. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Ocak ayına göre dağılımı



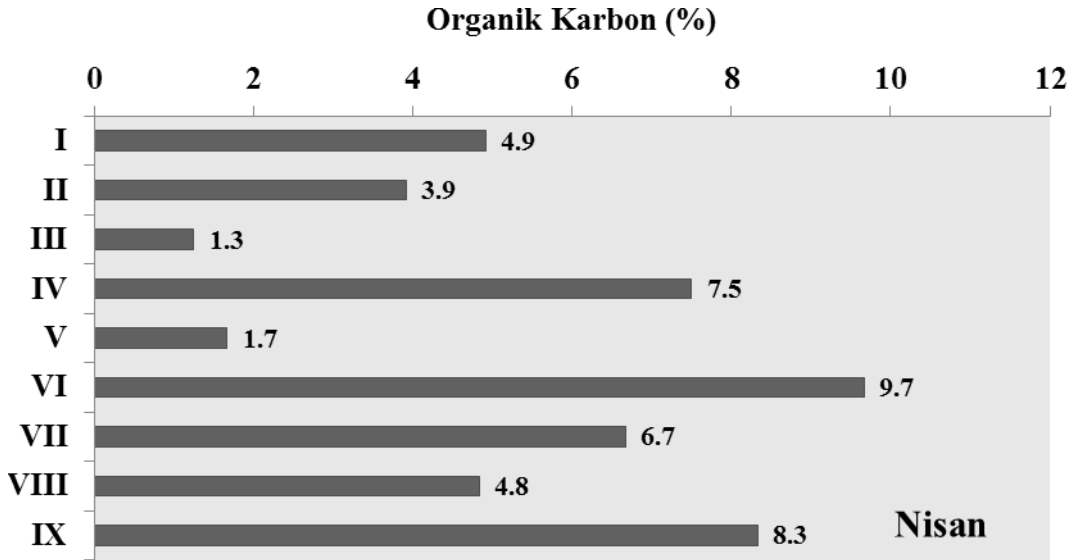
Şekil 3.12. Sediment dilimindeki klorofil bozunma ürünleri konsantrasyonlarının Şubat ayına göre dağılımı

3.2. Organik karbon

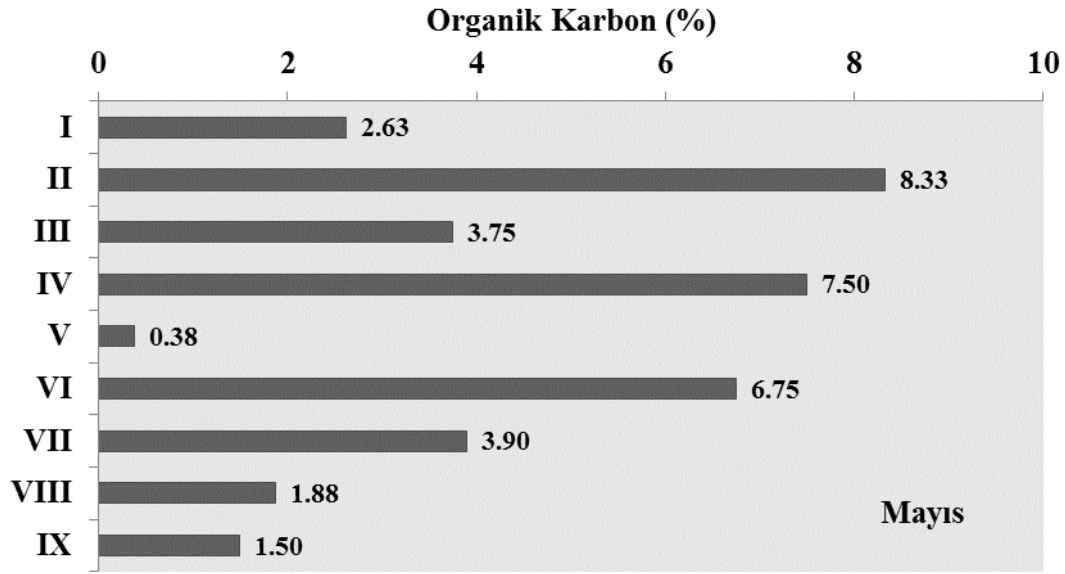
Organik karbon değerlerinin Mart aylarında ist V ve ist VI %6,9-7,8 aralığında iken diğer istasyonlar %5 ile %6 aralığındadır. İst VI en yüksek değeri göstermiştir (Şekil 3.13-24).



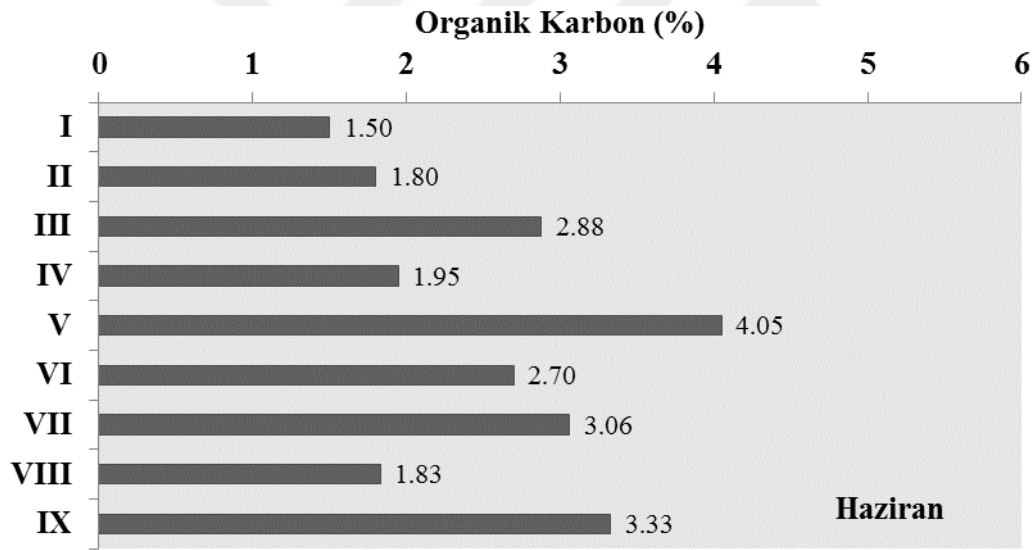
Şekil 3.13. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Mart ayı istasyonlara göre dağılımı



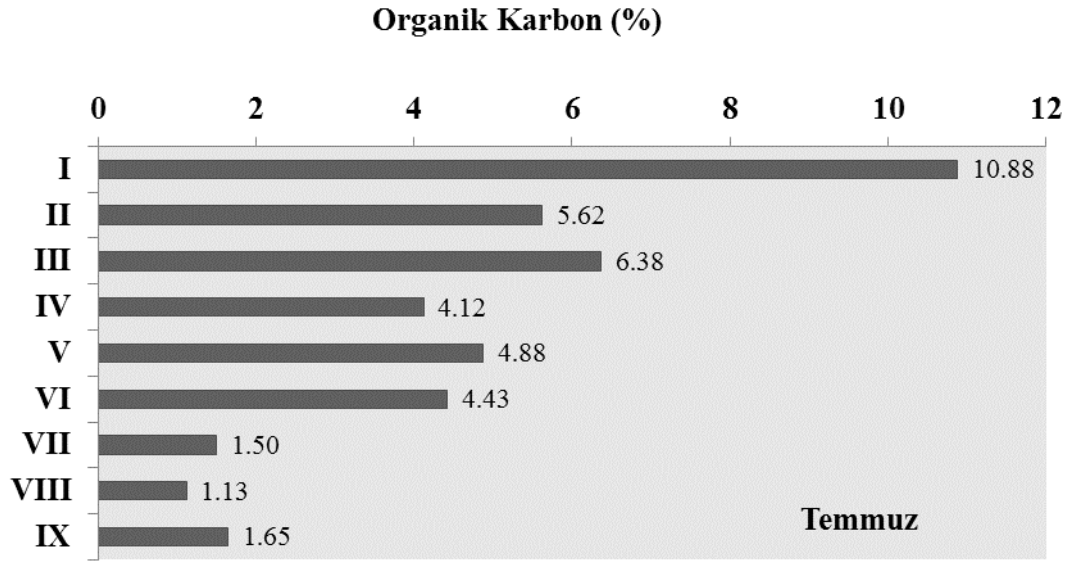
Şekil 3.14. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Nisan ayı istasyonlara göre dağılımı



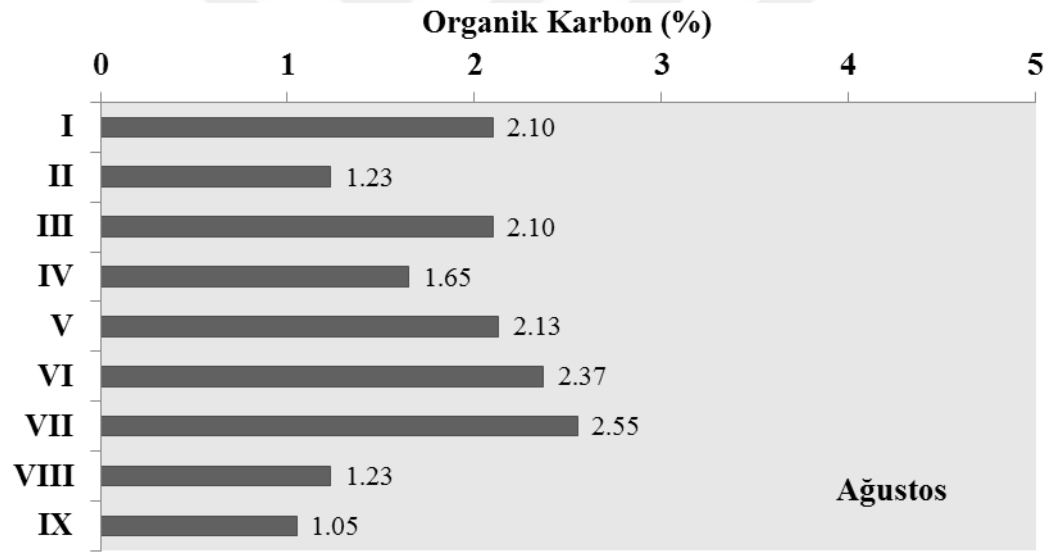
Şekil 3.15. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Mayıs ayı istasyonlara göre dağılımı



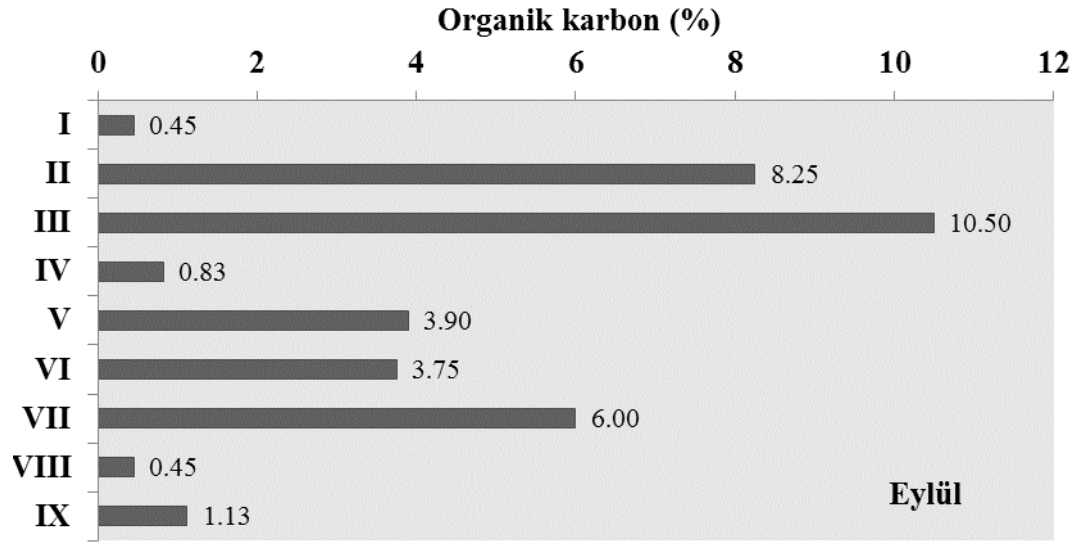
Şekil 3.16. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Haziran ayı istasyonlara göre dağılımı



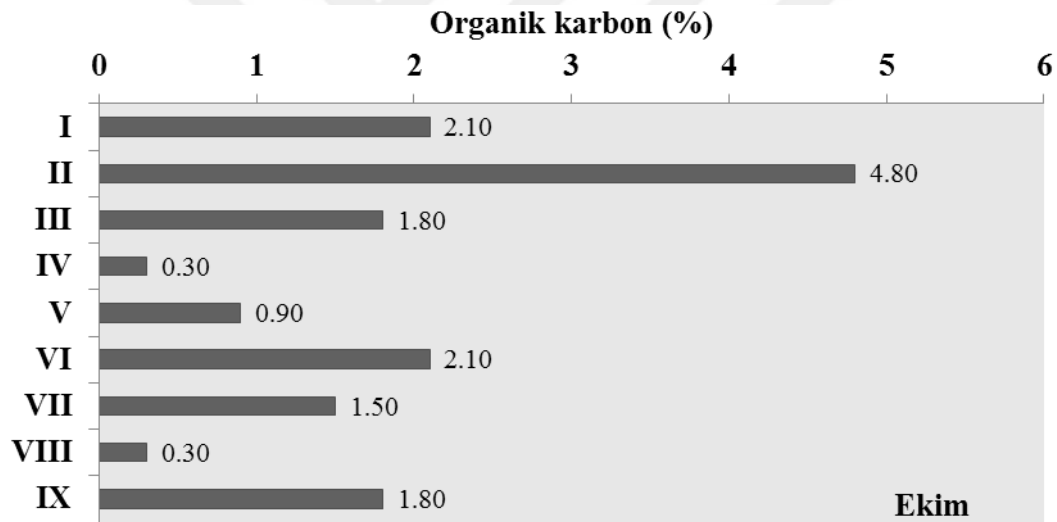
Şekil 3.17. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Temmuz ayı istasyonlara göre dağılımı



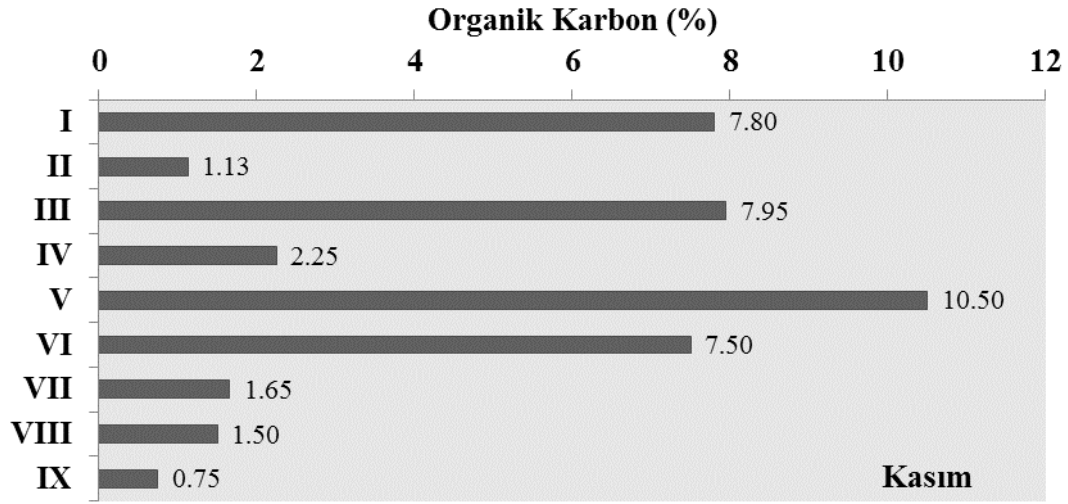
Şekil 3.18. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Ağustos ayı istasyonlara göre dağılımı



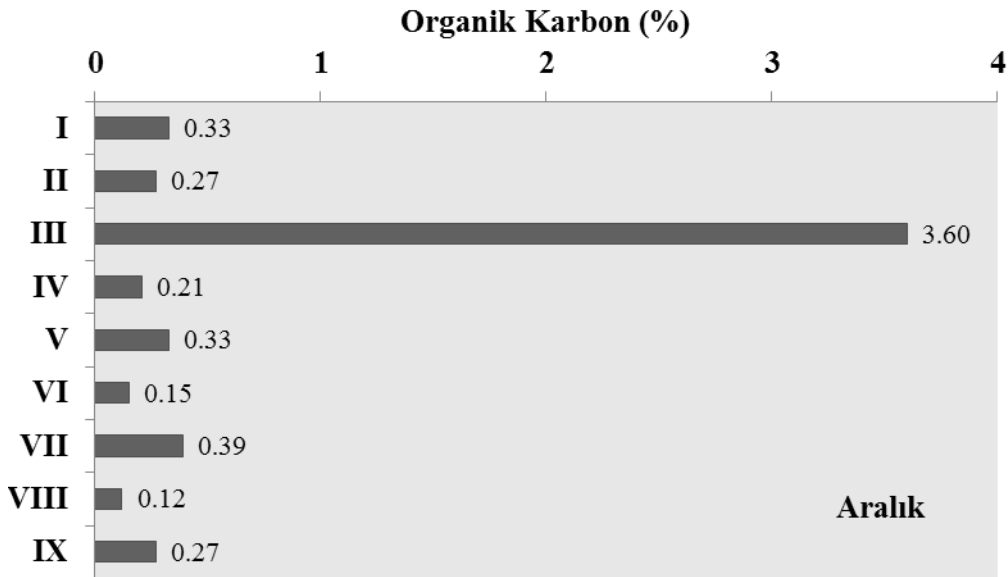
Şekil 3.19. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Eylül ayı istasyonlara göre dağılımı



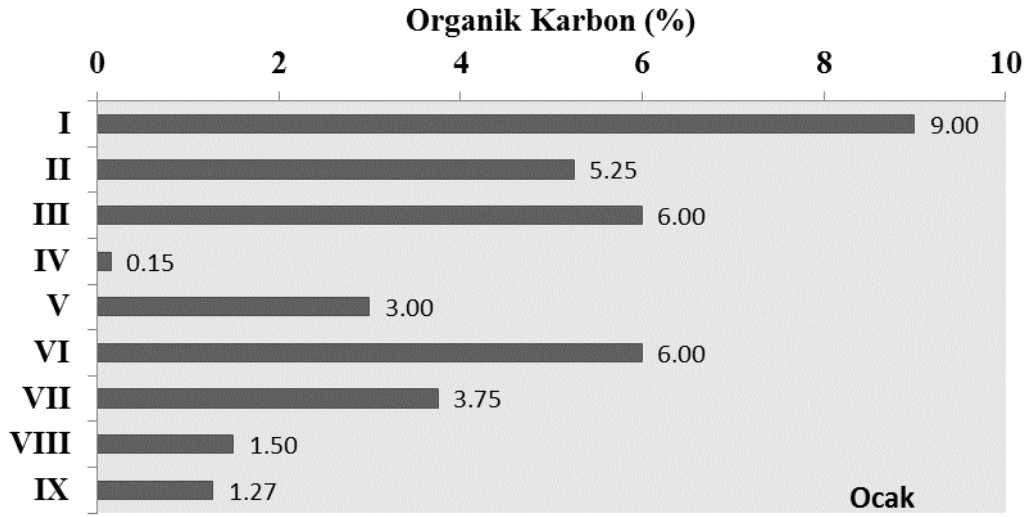
Şekil 3.20. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Ekim ayı istasyonlara göre dağılımı



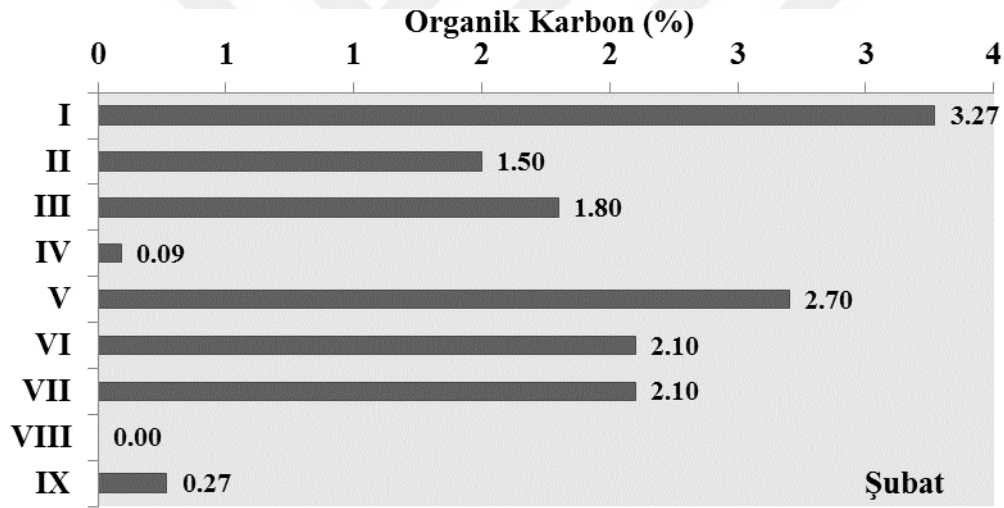
Şekil 3.21. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Kasım ayı istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.22. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Aralık ayı istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.23. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Ocak ayı istasyonlara göre dağılımı



Şekil 3.24. Sediment dilimindeki organik karbon konsantrasyonlarının Şubat ayı istasyonlara göre dağılımı

3.3. Ağır Metal Akümülayonu

Tablo 3.1. Munzur Çayı yüzey sedimentlerindeki ağır metal miktarı (mg/kg)

İstasyon (İst)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cu	33,25	22,75	31,00	32,50	18,75	21,25	21,25	04,50	23,00
Pb	50,75	27,25	108,2	15,75	19,75	20,25	19,00	9,75	17,00
Zn	77,50	71,50	53,00	29,75	39,25	34,50	35,50	17,50	30,00
Ni	116,2	71,25	97,75	243,5	555,2	62,00	376,5	21,50	462,0
Mn	982,5	542,5	657,5	555,0	717,0	607,5	527,5	133,0	607,5
Fe	47100	76946	169703	130185	125858	111178	126132	22973	13182
As	2,30	2,06	2,20	2,00	2,20	2,40	2,80	1,50	2,10
Cd	0,50	0,41	0,45	0,23	0,58	0,20	0,29	0,17	0,25
Cr	128,8	68,30	107,8	169,3	315,0	79,8	195,0	3,00	221,0
Hg	0,028	0,024	0,026	0,027	0,034	0,019	0,002	0,002	0,02

Elementlerin konsantrasyonları (mg/kg) Bakır (Cu) 04,50-33,25 (ortalama 23,00) Pb 9,75-108,2 (17,00 mg/kg), Zn 15,75-77,50 (30,00 mg/kg), Ni 62-555,2 (462,50 mg/kg) Mn, 133—982,5(607,50 mg/kg) Fe 13182-169703(131182 mg/kg), As 1,5-2,80 (2,1 g/kg), Cd 0,17-0,50 (1,25 mg/kg), Cr 3-195 (143,08 mg/kg), Hg 0-0,04 (0,01 mg/kg) olarak bulunmuştur (Tablo 3.1).

Munzur Çayı yüzey sedimentlerinden elde edilen organik karbon değerlerinin dünyanın farklı lokasyonlarındaki göllerle karşılaştırılması sonucunda Munzur Çayı'ndaki değerlerin, trofik durumu oligotrofik olarak ifade edilen göllerde tespit edilen aralıklarda bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 3.1). Bu durumun ekosistem sağlığı için yakın gelecekte problemler yaratma riski taşıdığı düşünülmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tablo 4.1. Munzur Çayı yüzey sedimentlerindeki organik karbon miktarının dünyanın farklı bölgelerindeki göllerdeki değerlerle

Göl	Organik karbon	Trofik durum	Referans
Brienzi İsviçre	0,4 - 1	Oligotrofik	Bechtel ve Schubert (2009)
Lugano, İsviçre	1,1 - 3,2	Ötrofik	Bechtel ve Schubert (2009)
Sarbsko, Polonya	0,85 - 18,50	İleri seviye Ötrofik	Woszczyk ve ark., (2011)
Michigan, ABD	0,16 - 1,08		Kukkonen ve Landrum (1996)
Chaohu, Çin	1,97 (ort)	Ötrofik	Xue ve ark., (2010)
Shijiuhe, Çin	2,43 (ort)	Ötrofik	Xue ve ark., (2010)
Munzur Çayı	2,17 - 2,71 2,46 (ort)		Bu çalışma

Dünya üst katmanındanki değerlerden daha büyük olan elementler Ni, Mn, As, Cd ve Cr olarak tespit edilmiştir. Ayrıca As, Ni, Cr diğer çalışma alanlarından yüksek olduğu bulundu (Yalcin ve ark., 2019). As, Cd ise killi taş değeri hariç tüm değerleri kumlu sediment kumtaşı, kilaşı ve dünya kabuğunun üst katman değerlerinden yüksektir.

Tablo 4.2. Epa göre sediment değerleri

Metal (mg/kg)	Kirli olmayan	Orta Kirli	Ağır Kirli	Munzur Çayı
Cu	<25	25-30	>50	9.66-25,39
Pb	<40	40-60	>60	2.11-12.93
Zn	<90	90-200	>200	23.9-70.6
Ni	<20	20-50	>50	104.8-1673.6
Mn	<300	300-500	>500	494-750
Fe	<17000	17000-25000	>25000	17300-38800
As	<3	3-8	>8	6.9-16.7
Cd	-	-	>6	0.03-0.17
Cr	<25	25-75	>75	68.2-515.8
Hg	<1	>-1	>1	0-0.004

Zenginleşme faktörü metallerin muhtemel kaynaklarını belirlemek, evsel etki ve derecesini tespit etmek için sıklıkla başvurulmuş bir yoldur. Metallerin tane boyu farklılıklarına bağlı olarak değişen değerleri Al ile yapılan normalizasyonla giderilir. Bu

sayede zenginleşme ile ilgili daha net bir sonuç elde edilir. Munzur Çayı çalışılan metallerin ortalama zenginleştirme faktörü azalan sırasıyla $Cd > Ni > Pb > Cr > As > Cu > Zn > Hg > Mn$ şeklindedir (Tablo 4.2). Zenginleşme faktörleri azalan sırayla $Cd > As > Pb > Hg > Mn > Ni > Zn = Fe > Cr > Cu$ şeklindedir. Genel olarak en yüksek zenginleşme değerleri ist. 4'te tespit edilmiştir. Cu değerleri ist. 1 ve ist. 3'te minimal zenginleşme göstermiştir. Pb ve Zn tüm istasyonlarda zenginleştirme yok şeklinde tespit edilmiştir. Ni 4,5,6,7 ve 8'de orta düzeyde zenginleşme, ist. 1 ve 2. önemli derecede zenginleşme sergilemiş ve bunların dışında İst. 3. ve 4. çok yüksek düzeyde zenginleşme göstermiştir. Mn tüm istasyonlarda minimal düzeyde zenginleşme sergilemiştir. As tüm istasyonlarda önemli derece kirlilik göstermiştir. Cd, Cr ve Hg elementleri de genel olarak kayda değer artışlar göstermemiştir (Tablo 4.3). Bu artışlar antropojenik kökenli girdileri işaret etmektedir ve ekosistem sağlığı için dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Eğer EF değeri 1.5 ve 2'den < küçük ise bu metalin doğal işlemlerden kaynaklı olduğu gösterirken (Garcia ve ark., 2008; Alharbi and ve El-Sorogy, 2017). Eğer 1.5 veya 2'den yüksek ise EF değerleri antropojenik kaynaklardan dolayıdır (Abreu ve ark., 2016; Garcia ve ark., 2008). Cr, Cu, Hg Ni, ve Zn antropojenik kaynaklı olmadığı bilinir. Fakat bu metallerden Ni yüksek değerlidir. Nikel doğal ve antropojenik kaynaklardan girebilir. Ni ham petrolün büyük eser bileşenlerinden biridir ve yaygın olarak kullanılır. Özellikle Ni- Cd şarj edilebilir pik gibi geniş kullanım alanları vardır. Çayı ortamlarında yüksek konsantrasyonlarda bulunması akaryakıt kirliliğinden kaynaklanır olarak kullanılır. Özellikle Ni- Cd şarj edilebilir pik gibi geniş kullanım alanları vardır. As'nin farklı birleşenleri özellikle tarım alanlarında gübre olarak kullanılır. Zira ilaçlarda karınca öldürmede pamuk tohumlarını böceklere karşı korumada, ağaç endüstrisinde koruma amaçlı kullanılır (Data ve ark., 2004; Lollar, 2004). Munzur Çayı bölgesinde yoğun tarım ve sanayi alanların olması As değerinin sedimentte yüksek olmasına neden olabilir. Ayrıca Ni, As, cr aynı antropojenik kaynaklı olduğunu düşündürür

Tablo 4.3. CF ve PLI değerleri

İst,	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ort
Cu	0,73	0,50	0,68	0,72	0,41	0,47	0,47	0,10	0,51	0,51
Pb	2,53	1,36	5,41	0,78	0,98	1,01	0,95	0,48	0,85	1,59
Zn	0,81	0,75	0,55	0,31	0,41	0,36	0,37	0,18	0,31	0,45
Ni	1,70	1,05	1,43	3,58	8,16	0,91	5,53	0,31	6,80	3,27
Mn	1,15	0,63	0,77	0,65	0,84	0,71	0,62	0,15	0,71	0,69
Fe	1,00	1,63	3,61	2,76	2,67	2,36	2,68	0,48	2,79	2,25
As	1,25	1,41	1,23	1,08	1,19	1,30	1,56	0,80	1,16	1,22
Cd	2,50	2,05	2,25	1,15	2,90	1,00	1,45	0,85	1,25	1,71
Cr	1,43	0,75	1,19	1,88	3,50	0,88	2,16	0,03	2,45	1,58
Hg	0,07	0,06	0,06	0,06	0,08	0,04	0,00	0,00	0,05	0,05
PLI	0,09	0,00	0,33	0,00	1,04	0,00	0,00	0,94	0,01	0,27

Potansiyel ekolojik risk indeksi tüm ağır metaller için ayrı ayrı hem de beraber toplam potansiyel etkisini hesaplanacak şekilde hesaplanarak bulunmuştur (Tablo 4.3). Ağır Metallerin hesaplanan risk indekslerine göre sıralama şöyledir: As> Ni> Cd >Cr >Hg> Pb> Cu >Zn. Metallerin ayrı ayrı değerlendirmeleri yapıldığında iki metali Ni ve As bunların dışında değerlendirilecek olursa metalin ekolojik risk indeksi ortalaması sınır değer alanı 40'I geçmemiştir. Düşük ekolojik riske işaret etmektedir. İstasyonlara göre bakıldığında tüm metaller tüm istasyonlarda üst limitin çok altındadır. Ni ist. 5,6,7 ve 8 sınır değerinin altındadır. As ise tüm istasyonlarda üstüne çıksada istasyonlarda tehlike arz etmemiştir. Metallerin bütünleşmiş potansiyel ekolojik risklerine göre (RI) en yüksek değer ist. 4'de tespit edilmiş ve bunu çok yakın sayısal ifadeyle ist. 3 izlemiştir. En düşük PI değeri ise ist 3 için tespit edilmiştir. Entegre değerlendirmede RI değeri 1,2, 5, 6 7 ve 8 için RI >150 olmadığından ekolojik risklerin düşük olduğu tespit edilmiştir. $150 \leq RI < 300$ orta potansiyel ekolojik riski ise ist. 3 ve 4 hesaplanmıştır (Håkanson, 1980; Zhang ve ark., 2015; Delshab ve ark., 2017).

Tablo 4.4. Potansitel risk değerleri

İst.	Poten.	ekolojik	risk	değeri		E_f^i			
	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Cr	Hg	PER
1	3,69	12,6	0,81	8,54	12,50	75,00	2,86	2,80	118,98
2	2,52	6,81	0,75	5,27	14,16	61,50	1,51	2,40	95,01
3	3,44	27,0	0,55	7,18	12,36	67,35	2,39	2,60	123,17
4	3,61	3,93	0,31	17,90	10,83	34,50	3,76	2,70	77,63
5	2,08	4,93	0,41	40,80	11,94	87,00	7,00	3,40	157,67
6	2,36	5,06	0,36	4,55	13,05	30,00	1,77	1,90	59,12
7	2,36	4,75	0,37	27,68	15,69	43,50	4,33	0,25	98,95
8	0,50	2,43	0,18	1,58	8,05	25,50	0,06	0,25	38,58
9	2,55	4,25	0,31	34,00	11,66	37,50	4,91	2,00	97,26
Ort	2,57	7,99	0,45	16,39	12,25	51,33	3,17	2,03	96,26

Sulak alanlar, çeşitli faktörlere bağlı olarak büyük miktarlarda organik materyali ve ağır metali biriktirebilirler. Büyük akarsular genellikle oligotrofik ve düşük karbon konsantrasyonlarına sahiptirler. Karbon miktarı küçük göllere göre 5 kat daha yavaş birikir. Akarsularda çökelen organik materyal genellikle autochthonous ve allochthonous (karasal) kaynaklardan gelir. Birincisi akuatik fitoplankton tarafından üretilirken, ikincisi kara bitkilerini içeren damarlı bitkiler ve akarsu makrofitlerinden orjinlidir. Bunların dışında akarsu çevresindeki yerleşim alanlarından gelen deşarj suları da organik ve inorganik zenginleşme için önemli bir kaynaktır. Araştırma süresince 4. istasyon, yüzden fazla çayı besleyen derecik olması, giren suyun başlangıç istasyonları olan 8.,9.,10 istasyonlarında fazla miktarda olması en fazla etkilenen istasyonlardır. Ortalama klorofil-a miktarı ise 0,471-0,87 µg/L arasında olup OECD (1982) sınır değerler verilerine göre oligotrofik kapsamına girmektedir. Wetzel (1983) oligotrofik akarsular için klorofil-a miktarlarındaki değişimi 0,3-4,5 mg/m³ değerleri arasında ortalama 0,43 mg/m³ olarak belirtirken, mezotrofik bunun 4,7 mg/m³'lük bir ortalama ile 3-11 mg/m³ değerleri arasında olduğunu ifade etmiştir. Buna göre Munzur Çayı ortalama 0,43 mg/m³ µg/değer ile oligotrof kapsamına girmektedir.

4.1. Öneriler

Elde edilen veriler neticesinde; evsel ve endüstriyel atıklarla kirliliğin arttığı doğal sularda ve dikkat edilmesi önerilmektedir. Ayrıca tarımsal alanlardaki verimi arttırmak amacıyla pestisit kullanımındaki riskleri gösterebilmek ve bu konudaki bilinci arttırmak amacıyla bu ve benzeri çalışmaların daha fazla yapılması gerekmektedir.



5. KAYNAKLAR

- Abreu, I.M., Cordeiro, R.C., Soares Gomes, A., Abessa, D.M.S., Maranhão, L.A., Santelli, R.E.,** 2016. Ecological risk evaluation of sediment metals in a tropical Eutrophic Bay, Guanabara Bay, Southeast Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 109:435-455.
- Acevedo Figueroa, D., Jimé'nez, B.D., Rodríguez Sierra, C.J.,** 2006. Trace metals in sediments of two estuarine lagoons from Puerto Rico. *Environmental Pollution*, 141:336-342.
- Ayboğa, E.,** 2010. Yaşam hakkı olarak su. Onur Matbaası, İstanbul, 61s.
- Anonim.,** 2012. Tunceli il çevre durum raporu. Tunceli Valiliği İl Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 1-101s.
- Anonim.,** 2013. Tunceli doğa turizmi master planı 2013-2023, Orman ve Su İşleri Bakanlığı 15. Bölge Müdürlüğü. 1-200s.
- Anonim.,** 2016a. www.nazimiye.com/tunceli/tunceliheroyoenueylebolum/akarsular.php.
- Anonim.,** 2016b. www.tunceliemek.com.tr.
- Anonim.,** 2016d. www.tunceliovacik.gov.tr/default_BO.aspx?content=186.
- Akçay, H., Oguz, A., Karapire, C.,** 2003. Study of heavy metal pollution and speciation in Buyak Menderes and Gediz river sediments. *Water Reserch.* 37(4):813-22. doi: 10.1016/s0043-1354(02)00392-5. PMID: 12531263.
- Alharbi, T., El Sorogy, A.,** 2017. Assessment of metal contamination in coastal sediments of al-khobar area, Arabian Gulf, Saudi Arabia. *Journal of African Earth Sciences*, 129:458-468. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.02.007>.
- Altuner, Z., Gürbüz, H.,** 1991. Karasu Fırat Nehri'nin epilitik ve epifitik algleri üzerine bir araştırma. *Doğa Turkey. Journal of Botany*, 15:253-267.
- Altuner, Z. and Gürbüz, H.,** 1994. A study on the phytoplankton of the Tercan dam lake, Turkey, Turkey. *Journal of Botany*, 18, 443-450.
- Arcak, S., Altındağ, A.,** 2000. Water quality and ecological properties of Burdur Lake. I. *International Symposium on Desertification*, Konya. <http://www.toprak.org.tr/isd/isd13.htm>. 26 Mayıs 2021.
- Bakan G, Şenel D.,** 2000. Samsun Mert Irmağı-karadeniz deşarjında yüzey sediman (dip çamur) ve su kalitesi araştırması. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences* 24:135-141.

- Başusta, A., Başusta, N., Aydın, R., Özer, E.I., Girgin, H.,** 2014. Age determination of red-spotted trout (*salmo macrostigma*) inhabiting Munzur Stream, Turke. *Pakistan Journal Zoology*, 46(5):1351-1356.
- Bechtel, A., Schubert, C.J.A.,** 2009. Biogeochemical study of sediments from the eutrophic lake Lugano and the oligotrophic Lake Brienz, Switzerland. *Organic Geology* 40:1100–1114.
- Bilge, İ.,** 1972. Türkiye'nin Bölge bölge balık yatakları:6, Doğu Anadolu Bölgesi. *Balık ve Balıkçılık*, 20(1): 32-37.
- Boran, M., Sivri, N.,** 2001. Determination the nutrient and suspended solid mater loads of Solaklı and Sürmene River (Trabzon, Türkiye). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 18 (3).
- Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükkara, R., Savaşer, S.,** 2010. Karanfilliçay Deresi suyunun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerinin mevsimsel değişimi ve akuakültür açısından değerlendirilmesi. *Fen Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 1-7.
- Çevik F, Göksu MZL, Derici OB, Fındık Ö.,** 2009. An assessment of metal pollution in surface sediments of Seyhan dam by using enrichment factor, geoaccumulation index and statistical analyses. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152: 309–317.
- Deveciyan, K.,** 1926. Türkiye'de balık ve balıkçılık. İstanbul, 2006: 1-574.
- Disli, M., Akkurt, F., Alicilar, A.,** 2004. Evaluation on water of sanliurfa balikligol concerning chemical parameters. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 19(3), 287-294.
- Delshab, H., Farshchi, P., Keshavarzi, B.,** 2017. Geochemical distribution, fractionation and contamination assessment of heavy metals in marine sediments of the Asaluyeh port, Persian Gulf. *Mar. Pollut. Bull.* 115 (1–2), 401–411, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11>.
- Durmuş, E., Çağhyan, A.,** 2009. Tunceli İli'nde Yaylacılık. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları* 8(1): 84-102.
- EPA (Environmental Protection Agency),** 2002. Trifloxystrobin; pesticide tolerance, rules and regulations. *federal register*. 67(99), 35915-35924.
- García, E. M., Cruz-Motta, J. J., Farina, O., Bastidas, C.,** 2008. Anthropogenic influences on heavy metals across marine habitats in the western coast of Venezuela. *Continental Shelf Research*, 28, 2757–2766.
- García, R.J.M.,** 2008. Plant cover, flood generation and sediment transport at catchment scale: a gradient of experimental catchments in the central Pyrenees. *Journal of Hydrology*, 356, 245–26.

- Gue, W., Liu, X., Liu, Z., Li, G.,** 2010. Pollution and potential ecological risk evaluation of heavy metals in the sediments around Dongjiang Harbor, Tianjin. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 729–736.
- Gaudette, H. E., Flight, W. R., Toner, L., Folger, W.,** 1974. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44, 249–253.
- Geldiay, R., Balık, S.** 2007. Türkiye tatlısu balıkları. E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, Ders kitap dizini No:16, V. Baskı, 1-532s.
- Goddard, J.S.,** 1988. food and feeding. in: freshwater crayfish: biology. management and exploitation (holdich d. m. and lowery, r. eds), Chapman and Hall, London, 45-166.
- Gönülol, A., Arslan, N.,** 1992. Samsun-İncesu Dere'sinin alg florası üzerinde araştırmalar. *Doğa Türk Bot Der* 16: 311-334.
- Hakanson, L.,** 1980. Ecological risk index for aquatic pollution control, a sedimentological approach. *Water Research*, 14, 975–1001s.
- International Commission on Large Dams (ICOLD),** 2007. Dams and the world's water. Copyright CIGB-ICOLD. Available online at: www.icold-cigb.org.
- Işık, Y.,** 2012. *Bir tutam Tunceli*. Tunceli Valiliği, 1-167s.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Yorulmaz, B.,** 2008. Aksu Çayı'nda (Isparta-Antalya) epilitik alg çeşitliliği ve akarsuyun fizikokimyasal yapısı arasındaki ilişki. *Ekoloji Dergisi*, 17(66), 15-22.
- Karabulut, H., Gülay, M.Ş.,** 2016. Serbest radikaller. *MAKÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1):50-59.
- Karadede, H., and Ünlü, E.,** 2000. concentrations of some heavy metals in water, sediment, and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere*. 41: 1371-1376s.
- Karadede, H., Oymak, S.A., Ünlü, E.,** 2004. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Environment International*, 30,183-188.
- Karapınar, Ş.,** 1972. Türkiye gölleri ve akarsuları. kısım: x. Türkiye'de içinde balık bulunan akarsular. *Balık ve Balıkçılık*, 20(1): 28-30.
- Karapire, C.D.,** 1998. Gediz Çayı Sedimentlerinde Bazı Eser Elementlerin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi İzmir, 83s.
- Kara, C., Çömlekçiöğlu, U.,** 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerle incelenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 7(1):1-11.

- Klee, O.**, 1991. Angewandte hydrobiologie. G. Thieme Verlag, 2. *Neubearbeitete Und Erweiterte Auflage*, Stuttgart-New York 272p.
- Kutlu, B., Serdar, O., Aydın, R., Danabaş D.**, 2017. Uzunçayır Baraj Gölü'nün (Tunceli) carlson indeksine göre trofik durumunun belirlenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 17:83-92. DOI: [10.17693/yunusae.v17i26557.283664](https://doi.org/10.17693/yunusae.v17i26557.283664).
- Kuru, M.**, 1971. Doğu Anadolu Bölgesinin tatlısu balıkları. *İstanbul Üniv. Fen Fak. Mecm.*, Ser. B, 36 (3-4): 137-147.
- Kukkonen, J., Landrum, P.F.**, 1996. Distribution of organic carbon and organic xenobiotics among different particle-size fractions in sediments. *Chemosphere*, 32 (6). 1063-1076 doi:10.1016/0045-6535(96)00016-1.
- Kükrer, S., Seker, S., Abacı, T.Z., Kutlu, B.**, 2014. Ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments of northern littoral zone of Lake Cildir, Ardahan. *Environ Monit Assess* 186:3847–57. doi:10.1007/s10661-014-3662-4.
- Li, H., Cao, F., Zhao, F., Yang, Y., Teng, M., Wang, C., Qiu, L.**, 2018. Developmental toxicity, oxidative stress and immunotoxicity induced by three strobilurins (pyraclostrobin, trifloxystrobin and picoxystrobin) in zebra embryos. *Chemosphere*, 207:781-790.
- Lorenzen, C.J.**, 1971. Chlorophyll-degradation products in sedimentsof Black Sea. *Woods Hole Oceanographic Inst Contrib* 28:426–8.
- Meyers, P.A., Teranes, J.L.**, 2002. Sediment Organic Matter. In: Last W.M., Smol J.P. (eds) Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. *Developments in Paleoenvironmental Research*, Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/0-306-47670-3_9.
- Meister, R.T.**, 1999. Farm Chemicals Handbook '99. Meister Publishing Company Willoughby, OH, USA.
- Memişoğulları, R.**, 2005. Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi. *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 3:30-39.
- Mercan, U.**, 2004. Toksikolojide serbest radikallerin önemi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi* 15(1-2):91-96.
- Meyers, P.A., Teranes, J.L.**, 2001. Sediment organic matter. In: Last WM and Smol JP (eds), tracking environmental change using lake sediments. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 2, 239–269pp.
- MGM.**, 2016. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-topkam-yagis-verileri.aspxm>.

- Ocak, A., Çiçek, A., Zeytinoğlu, H., Mercangöz, A.,** 2002. Porsuk Çayı suyunun bazı tarım bitkileri üzerindeki ekotoksikolojik etkileri. *Ekoloji, Çevre Dergisi*, 45, 144-150s.
- Odabaşı, S., Büyükkateş, Y.,** 2009. Klorofil-a, çevresel parametreler ve besin elementlerinin günlük değişimleri: Sarıçay akarsuyu örneği (Çanakkale, Türkiye). *Ekoloji*, 19(73),76–85. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2009.7310>.
- O.E.C.D.,** 1982. *Eutrophication of Waters*. Monitoring. Assessment and Control. Organisation for Economic Co-operation and Development: Paris.
- Pandey, S., Parvez, S., Sayeed, I., Haque, R., Bin-Hafeez, B. and Raisuddin, S.,** 2003. Biomarkers of oxidative stress: a comparative study of river Yamuha fish *Wallago attu* (Bl. and Schn.). *The Science of the Total Environment*, 309:105-115.
- Parlak, H., Çakır A., Boyacıoğlu Arslan Çakal, Ö.,** 2006. Heavy metal deposition in sediments from the Delta of the Gediz River (Western Turkey): A Preliminary Study. *Su Ürünleri Dergisi*, 23:445-448.
- Pulatsü, S.,** 1995. Mogan Gölü'nde fosfor bütçesi ve klorofil a konsantrasyonunu tahmini. *Doktora tezi*, Ankara Üniversitesi, Ankara, 132s.
- Saler S.,** 2011. Zooplankton of Munzur River (Tunceli - Turkey), *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(2): 192-194.
- Sarma, A.D, Mallick, A.R., Ghosh. AK.,** 2010. Free radicals and their role in different clinical conditions: an overview. *International Journal Pharmacology Science Reseult.*, 1(3), 185-192.
- Serrano, R., Simal-Julian, A., Pitarch, E., Hernandez, F., Varo, I., Navarro, J.C.,** 2004. Biomagnification study on organochlorine compounds in marine aquaculture. *Environ. Science Technology*. 38(4),1262–314.
- Skurdal, J., Taugbol, T.,** 2002. *Astacus*. In: *Biology of Freshwater Crayfish*, Holdich, D.M. (Ed.), Blackwell Science Ltd., UK, 467-510.
- Şengül, F. ve Müezzinoğlu, A.,** 2005. Çevre Kimyası, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir .
- Siegenthaler, U., Sarmiento, J.L.,** 1993. Atmospheric carbon dioxide and the ocean. *Nature*. 365:119-125.
- Sutherland, R.A.,** 2000. Bed sediment associated trace metals in an urban stream, Oahu. Hawaii. *Environmental Geology*, 39, 611–627.
- Suresh, G., Ramasamy, V., Meenakshisundaram, V., Venkatachalapathy, R., Ponnusamy, V.,** 2011. Influence of mineralogical and heavy metal composition on natural radionuclide contents in the river sediments. *Applied Radiation and Isotopes*, 69, 1466–1474.

- Tekin Özkan, S., Kır, I., 2008.** Seasonal Variations of Heavy Metals in Some Organs of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from Beyşehir Lake (Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 138, 201-206.
- Tofan, S., 2008.** Konya bölgesindeki içme sularında metal tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Konya, 65s.
- Tot, A., Kadak A.E., Aras, S., 2017.** Ilgaz Çayı havzası derelerinin (kastamonu) bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*. 3(1):8-16.
- Turcq, B., Albuquerque, A.L., Cordeiro, R.C., Sifeddine A., et al., 2002.** Accumulation of organic carbon in five Brazilian lakes during the Holocene. *Sedimentary Geology*, 148(1):319-342.
- Tuncer, G., Karakaş, T., Balkaş, T.İ., Gökçay, C.F., Aygün, S., Yurteri, C., and Tuncel, G., 1998.** Land-based sources of pollution along the Black Sea Coast of Turkey: Concentrations and Annual Loads to the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 36 (6), 409- 423.
- Türkmen, M., Haliloğlu, H.İ., Erdoğan, O., Yıldırım, A., 1999.** The growth and reproduction characteristics of chub *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordmann,1840) *Living in the River Aras Turk J Zool*.23(4):355-364.
- Tomlinson, D.L., Wilson, J.G., Harris, C.R. et al. 1980.** Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgolander Meeresunters* 33, 566–575. <https://doi.org/10.1007/BF02414780>.
- URL-1, 2019.** <https://sivilalan.com/2019/12/15/turkiyenin-pestisit-gercegi/>.
- Vrhovnik, P., Smuc, N.R., Dolenec, T., Serafimovski, T., Dolenec, M., 2013.** An evaluation of tracemetal distribution and environmental risk in sediments from the Lake Kalimanci (FYR Macedonia). *Environmental Earth Science*, 70,761–775. DOI: 10.1007/s12665-012-2166-1.
- Woszczyk, M., Bechtel, A., Gratzner, R., 2011.** Composition and origin of organic matter in surface sediments of Lake Sarbsko: A highly eutrophic and shallow coastal lake (Northern Poland). *Organic Geochemistry* 42,1025–1038.
- Wetzel, R.G., 1983.** Limnology. W.B. Saunders Co., 1-767pp.
- Yalcin, M.G., Coskun, B., Nyamsari, D.G., Yalcin, F., 2019.** Geomedical, ecological risk, and statistical assessment of hazardous elements in shore sediments of the Iskenderun Gulf, Eastern Mediterranean, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 78(15), 438, doi: 10.1007/s12665-019-8435-5.

- Yılmaz, F.**, 1997. Porsuk Baraj Gölü'nde yaşayan cyprinus carpio ve tinca tinca'nın biyoekolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *MSc. Thesis*, Gazi University, Ankara, 87s.
- Yıldırım, T., Şen, D., Eroğlu, M., Çoban, M.Z., Demirel, F., Gündüz, F., Arca, S., Demir, T., Gürçay, S., Uslu, A.A., Canpolat, İ.**, 2015. Keban Baraj Gölü balık faunası, Elazığ, Türkiye. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 27(1):57-6.
- Yilgor, S., Kucuksezgin, F., Ozel, E.**, 2012. Assessment of metal concentrations in sediments from Lake Bafa (Western Anatolia): An Index Analysis Approach. *Bull Environ Contam Toxicol*. 89:512–518 DOI 10.1007/s00128-012- 0699-3.
- Yücel, E., Doğan, F., Öztürk, M.**, 1995. Porsuk çayında ağır metal kirlilik düzeyleri ve halk sağlığıyla ilişkisi, *Ege Üniversitesi Çevre Merkezi İzmir*, 17, 29 s.
- Xue W, Kwon S, Grasby S, Sunderland E, Pan X, Sun R, Yin R.**, 2019. Anthropogenic influences on mercury in Chinese soil and sediment revealed by relationships with total organic carbon. *Environmental Pollution*. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113186>.
- Zhang G, Bai J, Zhao Q, Lu Q, Jia J, Wen X.**, 2016. Heavy metals in wetland soils along a wetland-forming chronose quence in the Yellow River Delta of China: Levels, sources and toxic risks. *Ecol Indic*, 69: 331–9.
- Zeybek, M., Kalyoncui H.**, 2016. Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 223-231 DOI: 10.12714/egejfas.2016.33.3.06.
- Zhang, Z., Wang, J.J., Tang, C., DeLaune, R.D.**, 2015. Heavy metals and metalloids contentand enrichment in Gulf Coast sediments in the vicinity of an oil refinery. *J. Geochem. Explor.* 159, 93–100.
- Xue, Z., Liu, J. P., DeMaster, D., Van Nguyen, L., & Ta, T. K. O.**, 2010. Late Holocene Evolution of the Mekong Subaqueous Delta, Southern Vietnam. *Marine Geology*, 269(1-2), 46–60.doi:10.1016/j.margeo.2009.12.005.

ÖZGEÇMİŞ

