



**GİRESUN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇORUH NEHRİ, MELET IRMAĞI VE HARŞİT ÇAYI**  
**SEDİMENTLERİNDE SOLUNUM ORANLARININ**  
**BELİRLENMESİ**

**MURAT KODAT**  
**EKİM 2016**

**GİRESUN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇORUH NEHRİ, MELET IRMAĞI VE HARŞİT ÇAYI**  
**SEDİMENTLERİNDE SOLUNUM ORANLARININ**  
**BELİRLENMESİ**

**MURAT KODAT**  
**EKİM 2016**



Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün Onayı.

Prof. Dr. M. Serkan SOYLU

\_\_\_\_\_  
Müdür

.../.../...

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak Biyoloji Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İhsan AKYURT

\_\_\_\_\_  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve Yüksek Lisans tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. A. Yalçın TEPE

\_\_\_\_\_  
Danışman

Jüri Üyeleri

1. Prof. Dr. A. Yalçın TEPE .....
2. Prof. Dr. İhsan AKYURT .....
3. Doç. Dr. Beyhan TAŞ .....

## ÖZET

### ÇORUH NEHRİ, MELET IRMAĞI VE HARŞİT ÇAYI SEDİMENTLERİNDE SOLUNUM ORANLARININ BELİRLENMESİ

KODAT, Murat

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. A. Yalçın TEPE

EKİM 2016, 52 Sayfa

Artvin ili Borçka ilçe merkezinden Gürcistan'a geçip Batum şehrinden Karadeniz'e dökülen Çoruh Nehri, Ordu il merkezinden Karadeniz'e dökülen Melet Irmağı ve Giresun ili Tirebolu ilçe merkezinden Karadeniz'e dökülen Harşit Çayı'nda sediment solunum oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sediment solunumu su ortamındaki organik materyal ve kirlenici unsurların taban çamuruna çökmesiyle oluşan sedimantasyona bağlı olarak artacağından iyi bir kirlilik göstergesidir. Çalışma Şubat 2015 tarihinde başlamış ve saha çalışması farklı aylarda yürütülmüş olsa da sediment örnekleri aynı mevsim içerisinde toplanmıştır. Bu çalışma yukarıda belirtilen su kaynaklarının taban toprağının solunum kapasitesini değerlendirmek ve karşılaştırmak amacıyla planlanmış olup, toprak solunum çemberlerinin kullanıldığı laboratuvar çalışmalarıyla değerlendirilmiştir. Çalışma için Çoruh Nehri üzerine kurulu Artvin Deriner Barajı, Melet Irmağı ve Harşit Çayı'ndan belirlenen noktalardan üst 5 cm'lik sediment tabakasından örnekler toplanmıştır. Alınan her toprak segmentindeki mikrobiyal ayrışma bir solunum çemberi içinde 25°C de, karanlıkta kuluçka edilmiş ve 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 36. günlerdeki sediment solunumu ölçülmüştür. Sediment solunum değerleri ile birlikte sediment örneklerinden pH ve organik madde miktarı tespit edilerek istatistiki analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ulusal (TSE, Tarım Bakanlığı) ve uluslararası (FAO, WHO, EPA) indekslere göre tasnif edilerek yorumlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Sediment, Toprak Solunumu, Çoruh Nehri, Melet Irmağı, Harşit Çayı, Çevre, Kirlilik

## ABSTRACT

### DETERMINE THE RESPIRATION RATE OF SEDIMENT FOR CORUH RIVER, MELET RIVER AND HARSIT STREAM

KODAT, Murat

University of Giresun

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master Thesis

Supervisor: Prof. Dr. A.Yalçın TEPE

October 2016, 52 pages

The project; from Borcka center town of Artvin city flowing through Georgia into the Black Sea Coruh river; from center city of Ordu flowing into the Black Sea Melet River and from Tirebolu center town of Giresun city flowing into the Black Sea Harsit Stream was carried out to determine the respiration rate of sediment. "Sediment respiration" is a good indicator of pollution which was increased due to sedimentation caused by organic substances in the water environment and precipitation of contaminant elements in the mud floor. The study was begun in June 2015 and although the study of field work was carried out in different months painstakingly to collect sediment samples within the same season. The study is planned for evaluating the capacity of the respiratory and comparing the above-mentioned water resources, it was evaluated by laboratory studies using soil respiration circle. For the study; the examples from the determined top 5 cm of sediment layers was collected from the build of Artvin Deriner Dam upon river Coruh; Melet River and Harsit Stream. Microbial decomposition was taken each in Soil segment in the respiratory circle was incubated in the dark at 25 ° C and 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 36. in days sediment breathing was measured. Sediment respiration values with pH and sediment samples by identifying amount of organic matter was carried out statistical analyzes. The results were obtained and interpreted according to national (TSE, Ministry of Agriculture), international (FAO, WHO, EPA) index and classified.

Keywords: Sediment, soil respiration, Coruh River, Melet River, Harsit Stream Environment, Organic Matter, Soil Ph

## TEŐEKKÜR

Tez çalıőmamın tüm aőamalarında bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, her türlü bilimsel desteği sağlayan değerli hocam sayın Prof. Dr. A.Yalçın TEPE'ye sonsuz teőekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalıőmalarında yardımını esirgemeyen Öğr. Gör. Fikret USTAOğLU'na ve istatistiksel analizlerdeki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Mustafa Serkan ABDÜSSELAM'a teőekkür ederim.

Ayrıca tez çalıőmam sırasında ve arazi çalıőmalarında desteğini esirgemeyen değerli eőim Kadriye KODAT'a teőekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>1.GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Toprağın Yapısı ve Mikrobiyal Ortam.....	1
1.2. Karbon Döngüsü .....	6
1.3. Azot Döngüsü .....	8
1.4. Fosfor Döngüsü.....	10
1.5. Sediment Solunumu .....	11
1.6. Toprak Kalitesi.....	12
1.7. Çalışmanın Amacı.....	13
<b>2.MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>15</b>
2.1. Saha Çalışması .....	15
2.2. Çoruh Nehri.....	15
2.2.1. Çoruh Havzasının Jeolojisi ve Toprak Yapısı.....	16
2.2.2. Çoruh Nehri Havzası İklim Özellikleri .....	17
2.2.3. Çoruh Havzasındaki Enerji Projeleri .....	17
2.2.4. Deriner ve Borçka Barajları .....	18
2.3. Harşit Çayı .....	19
2.3.1. Harşit Havzasındaki Enerji Projeleri.....	19
2.4. Melet Irmağı.....	20
2.4.1. Melet Irmağı Jeolojisi ve Toprak Yapısı.....	20
2.4.2. Melet Havzası İklim Özellikleri.....	21
2.4.3. Melet Irmağı Çevre Sorunları .....	21



2.5. Araştırma Materyali .....	27
2.5.1. Toprak Örneklerinin Temini Ve Hazırlık Süreci .....	27
2.5.2. Kullanılan Kimyasal Solusyonlar .....	27
2.6. İstatistiksel Hesaplamalar .....	29
2.6.1. Anova .....	30
2.6.2. Korelasyon .....	30
2.6.3. Faktör Analizi.....	30
2.6.4. Kümeleme Analizi .....	31
<b>3.ARAşTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>32</b>
3.1. Çoruh Nehrine Ait Sediment Solunum Değerleri .....	32
3.2. Harşit Çayı'na Ait Sediment Solunum değerleri .....	33
3.3. Melet Irmağı'na Ait Sediment Solunum Değerleri.....	34
3.4. pH ölçüm Sonuçları.....	36
3.5. Organik Madde Analiz Sonuçları.....	37
3.6. SPSS Sonuçları .....	37
3.6.1. One Way ANOVA .....	37
3.6.2. Korelasyon .....	39
3.6.3. Faktör Analizi.....	40
3.6.4. Kümeleme (Cluster) Analizi .....	41
<b>4.TARTIşMA VE SONUÇ.....</b>	<b>43</b>
4.1.Sonuçların Değerlendirilmesi .....	43
4.2.Sediment Solunum Yöntemi İçeren alışmalar .....	44
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>46</b>
<b>ÖZGEÇMİş.....</b>	<b>52</b>

## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Verimli bir topraktaki ortalama mikroorganizma sayıları (CFU g <sup>-1</sup> ) ve ağırlıkları (kg ha <sup>-1</sup> ) .....	2
Tablo 1.2. Farklı toprak sınıfları, tipleri, iklim ve arazi kullanım biçimlerinde organik C, mikrobiyal biyokütle C ve C <sub>mic</sub> /C <sub>org</sub> değerleri .....	3
Tablo 1.3. Farklı arazi kullanım biçimlerindeki benzer özelliklere sahip üst toprağın (0-10 cm) organik C, mikrobiyal biyokütle C ve C <sub>mic</sub> /C <sub>org</sub> değerleri .....	4
Tablo 1.4. Çeşitli Avrupa ülkelerinde toprak sağlığı izleme programlarında kullanılan mikrobiyal göstergeler .....	5
Tablo 1.5. Toprak kalitesi veya toprak sağlığını belirlemede gösterge olarak kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri .....	13
Tablo 3.1. Çoruh Nehri 1 ve 2 nolu istasyonların solunum değerleri .....	32
Tablo 3.2. Harşit Çayı 3 ve 4 nolu istasyonların solunum değerleri .....	34
Tablo 3.3. Melet Irmağı 5 ve 6 nolu istasyonların solunum değerleri .....	35
Tablo 3.4. Altı farklı istasyonun solunum değerlerinin toplu gösterimi .....	36
Tablo 3.5. Altı farklı istasyonun pH sonuç grafiği .....	36
Tablo 3.6. Altı Farklı İstasyonun Organik Madde Sonuç Grafiği .....	37
Tablo 3.7. Farklı istasyonlara ait toprak solunumu için yapılan one way analizi .....	38
Tablo 3.8. Farklı istasyonlara ait toprak solunumu için yapılan korelasyon analizi ..	40
Tablo 3.9. Faktör analizinde açıklanan varyans tablosu .....	41

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.2. Toprak derinliğine göre mikrobiyal biyokütle değişimi .....	2
Şekil 1.3. Karbon döngüsünün şematik diyagramı .....	7
Şekil 1.4. Karasal azot döngüsünün şematik diyagramı .....	8
Şekil.1.5. Karasal fosfor döngüsünde toprakta bulunan fosforun temel değişimini gösteren şematik diyagram.....	10
Şekil 2.1. Türkiye'nin büyük akarsu havzaları .....	15
Şekil 2.2. Çoruh Havzası.....	16
Şekil 2.3. Deriner Barajı'nın gövde kısmı ile su tutulma aşamasından sonra oluşan rezervuar alanından görünüm.....	18
Şekil 2.4. Deriner Barajı.....	18
Şekil 2.5. Harşit Çayı (Doğankent ilçesi yakınları) .....	20
Şekil 2.6. Melet Irmağı.....	22
Şekil 2.7. İstasyonların genel gösterimi .....	23
Şekil 2.8. Çoruh Havzası (1 ve 2 nolu istasyonlar).....	23
Şekil 2.9. Bir nolu istasyon-Deriner barajı başlangıcı .....	24
Şekil 2.10. İki nolu istasyon-Artvin çıkış.....	24
Şekil 2.11. Üç ve dört nolu istasyonlar (Harşit Çayı) .....	25
Şekil 2.12. Üç nolu istasyon (Doğankent-Harşit Çayı).....	25
Şekil 2.13. Dört nolu istasyon (Tirebolu-Harşit Çayı).....	25
Şekil 2.14. Beş ve altı nolu istasyonlar (Melet Irmağı).....	26
Şekil 2.15. Beş nolu istasyon (Ulubey).....	26
Şekil 2.16. Altı nolu istasyon (Ordu) .....	27

Şekil 2.17. Sediment solunum ölçümü için hazırlanan kavanoz.....	28
Şekil 3.1. Çoruh Nehri 1 ve 2 nolu İstasyonların Solunum Değerleri Grafiği.....	33
Şekil 3.2. Harşit Çayı 3 ve 4 nolu istasyonların solunum değerleri grafiği .....	34
Şekil 3.3. Melet Irmağı 5 ve 6 nolu istasyonların solunum değerleri grafiği.....	35
Şekil 3.4. İstasyonların solunum değerleri.....	39
Şekil 3.5. İstasyonların yamaç eğim grafiği (Scree plot).....	41
Şekil 3.6. İstasyonların kümeleme analizi sonuçları.....	42



## SİMGELER DİZİNİ

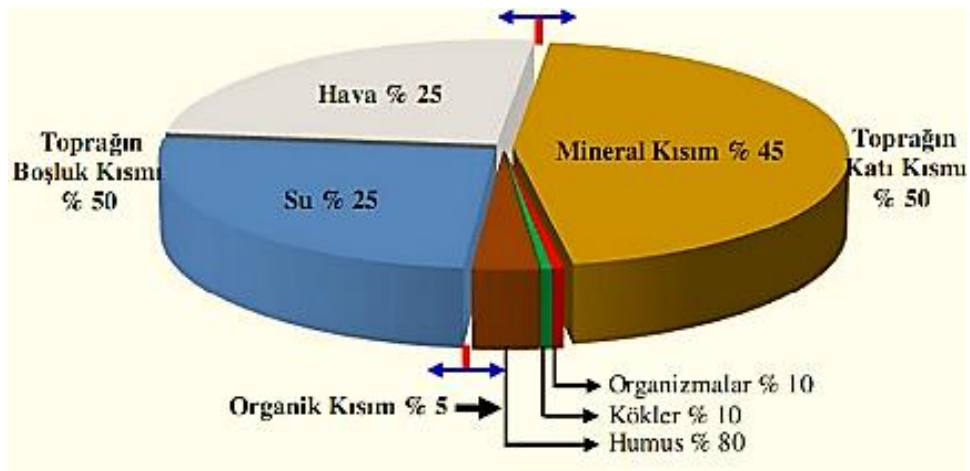
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
BaCl <sub>2</sub>	Baryum Klorür
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum karbonat
g	Gram
g/cm <sup>3</sup>	Gram/santimetreküp
HCl	Hidroklorik Asit
ml	Mililitre
NaOH	Sodyum Hidroksit

# 1.GİRİŞ

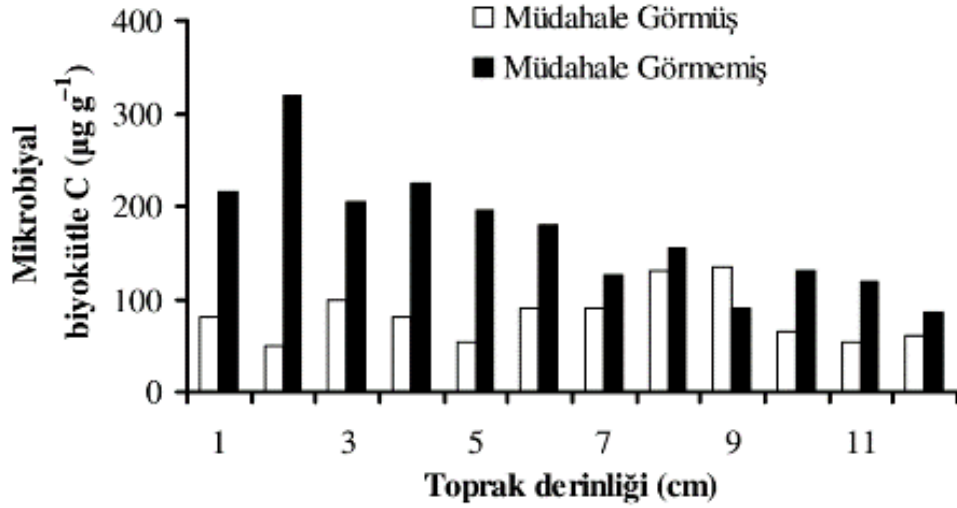
## 1.1. Toprağın Yapısı ve Mikrobiyal Ortam

Toprak karasal ekosistemlerin işlevlerini gerçekleştirebilmeleri için gerekli olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullar arasındaki uyumu sağlayan, dinamik ve doğal bir ortamdır. Toprağın yapısında bulunan gazların bileşimi atmosferinkinden farklılık göstermektedir. Toprakta azot (N<sub>2</sub>) %79,2, oksijen (O<sub>2</sub>) %20,6 ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) %0,2-0,7 oranında bulunmaktadır. Atmosferde gaz oranları azot (N<sub>2</sub>) %79, oksijen (O<sub>2</sub>) %20,97 ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) %0,03 oranındadır. Mikroorganizmaların solunumu, bitki köklerinin yaptıkları solunum ve saprofitlerin ayrıştırma faaliyetleri sonucunda topraktaki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) oranı artmaktadır (1).

Toprağı oluşturan bileşenleri Şekil 1.1’de görüldüğü gibi; inorganik maddeler (kum, toz ve kil), saprofitlerin bitki ve hayvanları ayrıştırmasıyla oluşan organik maddeler, toprakta yaşayan canlılar (bakteriler, mantarlar ve omurgasızlar), gazlar (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>) ve su oluşturmaktadır (2-5). Mikroorganizmalar en yoğun olarak toprağın yüzeye yakın bölgesinde bulunur. Mikrobiyal faaliyetlerin üst 30 cm’lik tabakada yoğunlaştığı görülmüştür. Ancak Şekil 1.2’de görüldüğü gibi derinlere doğru inildikçe mikroorganizmaların yoğunluğunun düştüğü ve mikrobiyal faaliyetlerin azaldığı görülmüştür (6).



Şekil 1.1. Toprağı oluşturan asıl unsurlar (7)



Şekil 1.2. Toprak derinliğine göre mikrobiyal biyokütle değişimi

Tablo 1.1’de görüldüğü gibi büyük bir kısmı bakteri ve mantardan oluşan fakat içinde aktinomiset, protozoa, alg ve virüslerin de bulunduğu toprak mikrobiyal biyokütlesi; karbon (C) depolaması, enerji akışı, ayrıştırma ve az da olsa gaz akışı gibi ekosistem süreçlerini düzenleyen çok önemli bir olgudur. Bu grupta bakteri ve mantarlar hem biyokütle hem de metabolik etkinlik açısından en yaygın canlılardır (8,9).

Tablo 1.1. Verimli bir topraktaki ortalama mikroorganizma sayıları (CFU g<sup>-1</sup>) ve ağırlıkları (kg ha<sup>-1</sup>)

Toprak Organizmaları	Ortalama Sayı	Ağırlık
Bakteriler	15x10 <sup>6</sup>	450–4500
Aktinomisetler	7x10 <sup>5</sup>	450–4500
Mantarlar	4x10 <sup>5</sup>	1120–11200
Algler	5x10 <sup>4</sup>	56–560
Protozoalar	3x10 <sup>4</sup>	17–170

Toprakta mikrobiyal faaliyetler çoğunlukla hetetrof mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu organizmalar ayrıştırma amaçlı salgıladıkları enzimlerle organik besinleri mineralizasyona uğratar. Sonuçta oluşan inorganik form canlılar tarafından alınır (10,11). Hayvanlar organik maddenin ikincil kaynağı olarak kabul edilir. Topraktaki canlılar öldüklerinde kendilerinin de organik madde olmalarına ilaveten toprak içinde parçalama ve ayrıştırma işlemlerini yaparlar. Ayrıca, belli hayvan türleri özellikle solucanlar, termitler, eklembacaklılar ve karıncalar

bitkilerin organik atıklarının ve toprağın yer değiştirmesinde çok önemli rolleri vardır. Toprağın organik maddesi içerisine canlı organizmalar ile kökler dahil değildir (1,7,12,13).

Toprağın yapısında bulunan organik besinler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirleyen enerji kaynağıdır. Bu durum bitki gelişimini, mikroflorayı ve faunayı etkilemektedir (14). Hava koşullarındaki mevsimsel değişiklik mikrobiyal biyokütlenin dönüşümünü olumlu yönde etkiler ve besin maddesi alınabilirliğini düzenlemede önemli bir rol oynar. Bir araştırmada mikroorganizmalar mevsimsel olarak biokütlelerindeki değişikliklerin sadece iklimsel koşullar ile ilişkilendirilmesinin eksik olacağı bu yüzden ince kök miktarı, kök salgıları ve ölü örtü kaynaklı alınabilir C miktarındaki değişikliklerin de etkisinin olabileceği vurgulanmıştır (15). Topraktaki mikroorganizmaların toplam organik karbonun düşük bir kısmını oluşturur. Tablo 1.2’de görüldüğü gibi mikrobiyal biyokütle C’un toplam organik C’deki payı % 1-5 arasındadır. Fakat topraktaki mikrobiyal biyokütle oranı ile toplam organik madde miktarı arasında genel anlamda bir ilişki vardır. Ayrıca topraktaki organik C, mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri değişik toprak ve iklim koşullarında farklılık gösterir. Çoğunlukla soğuk ve nemli iklim bölgelerinde sıcak ve kurak bölgelerden daha yüksektir. Ayrıca, zor koşullara sahip ortamlarda organik C ve mikrobiyal biyokütle C çok daha düşüktür.

Tablo 1.2. Farklı toprak sınıfları, tipleri, iklim ve arazi kullanım biçimlerinde organik C, mikrobiyal biyokütle C ve  $C_{mic}/C_{org}$  değerleri

Toprak ve İklim Tipleri	USDA Toprak Sınıflandırması	Arazi Kullanım Biçimi	Organik C ( $C_{org}$ ) (%)	Mikrobiyal Biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	$C_{mic}/C_{org}$ (%)
Toprak Tipleri					
Kum (Kumul)	Entisol	Çam ormanı	0,53	121	2,33
Tropikal kil toprağı	Oksisol	Otlak, mera	2,53	659	2,60
Kum (Stabil kumul)	Entisol	Çam ormanı	2,70	351	1,30
Killi balçık	İnseptisol	Otlak, mera	5,00	1139	2,27
Volkanik kül balçığı	Andisol	Otlak, mera	6,20	1046	1,69
Volkanik kül balçığı	Andisol	Otlak, mera	10,7	2088	1,95
Organik turba toprağı	Histosol	Fundalık, maki	39,2	5236	1,34
Ekstrem İklimler					
Antarktika deniz iklimi	Bilinmiyor	Çorak < 2mm	0,64	58	0,90
Tuzlu çöl iklimi	Bilinmiyor	Bodur fundalık	0,47	50-225	



Ayrıca Tablo 1.3’de görüldüğü gibi, mikrobiyal biyokütle C ve organik C’un işlenmiş topraklarda azaldığına dair birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda azalmanın nedenleri arasında organik madde kaynaklarının kötüye kullanılması, tarımda uygulanan yöntemlerin değişkenlik göstermesi, kullanılan gübrelerin farklılığı ve ürün rotasyonunun uygun biçimde yapılmaması olarak kabul edilmektedir. Genelde, topraklar kötü bir şekilde kullanılırsa mikrobiyal biyokütle C organik C’dan çok daha hızlı bir şekilde azalacaktır. Bu nedenle,  $C_{mic}/C_{org}$  yüzdesi, toprakta C durumu hakkında bilgi veren; toprağın niteliğini öğrenmemize yarayan veridir (16).

Tablo 1.3. Farklı arazi kullanım biçimlerindeki benzer özelliklere sahip üst toprağın (0-10 cm) organik C, mikrobiyal biyokütle C ve  $C_{mic}/C_{org}$  değerleri

Toprak Türü	Arazi Kullanım Biçimi	Organik C ( $C_{org}$ ) (%)	Mikrobiyal Biyokütle C ( $C_{mic}$ ) ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	$C_{mic}/C_{org}$ (%)
Kairanga (Yeni Zelanda)	Çayır, otlak	5,24	1557	2,97
Tozlu killi balçık	Mısır tarlası	3,59	540	1,50
Judgeford (Yeni Zelanda)	Doğal orman	9,9	1295	1,30
Tozlu balçık	Çayır, otlak	8,7	1905	2,19
Taita (Yeni Zelanda)	Doğal orman	4,90	622	1,27
Killi balçık	Çam orman	4,15	538	1,30
	Çayır, otlak	4,40	690	1,56
Tammin (Batı Avustralya)	Doğal ağaçlık	1,19	151	1,26
	Çayır, otlak	0,59	139	2,34
Kumlu balçık	Ağaçlandırılmış çayır, otlak alanı	0,39	171	4,34
	Gübrelenmemiş tarım alanı	0,72	202	2,81
Banaras (Hindistan)	Doğal gübre ile			
	Kumlu balçık	gübrelenmiş tarım alanı	1,12	300
	NPK ile gübrelenmiş tarım alanı	0,82	240	2,93

Organik artıklar biyokütleyle ya da karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), su ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ve mineral besin elementlerine bu canlılar sayesinde dönüşür. Ayrıca Mikrobiyal biyokütle organik maddenin mineralizasyonunu gerçekleştirerek anorganik besin maddelerinin ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  ve  $\text{CO}_2$ ) açığa çıkmasını sağlar. Bitkiler büyümeleri sırasında besin maddesini belirtilen anorganik formlarda alabilirler. Sonuç olarak, fazla miktarda mikrobiyal biyokütle içeren topraklar besin maddesi döngüsünde ve besin maddelerinin depolanmasında çok daha etkilidir (17). Mikrobiyal biyokütlenin miktarı toprak tekstürü, pH, toprak nemi, arazi kullanım biçimi ve organik maddenin

kalitesine göre farklılık göstermektedir. Bir anlamda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişikliklere karşı mikrobiyal biyokütlenin çok duyarlı olduğu ayrıca orman verimliliğinin artmasıyla oransal olarak artış gösterdiği bildirilmektedir (15,16,18).

Toprak mikroorganizmalarında oluşan küçük değişiklikler, bitkilerin alabileceği besin elementlerinde artışa ya da azalışa sebep olabilir. Örneğin, toprakta mikrobiyal canlıların sayılarının azalmasıyla bu canlıların kullandığı besin elementlerinin bir kısmı bitkilerin alabileceği formlarda serbest hale geçer. Bu olay sonucunda bitkilerin alabileceği besin elementleri artar. Fakat mikroorganizmalarda bir artış durumunda ise bitkilerin alabileceği besin elementlerinde azalış görülür (19).

Çeşitli Avrupa ülkelerindeki toprağı takip eden programlarda farklı mikrobiyal göstergeler kullanılmaktadır. Tablo 1.4’de görüldüğü gibi her bir mikrobiyal gösterge birbirinden çok farklı olmamak şartıyla toprak kalitesi ve toprak sağlığını değişik açılardan değerlendirir. Avrupa ülkelerinin tercih ettiği mikrobiyal göstergeler çoğunlukla mikrobiyal biyokütle ve toprak solunumudur (20).

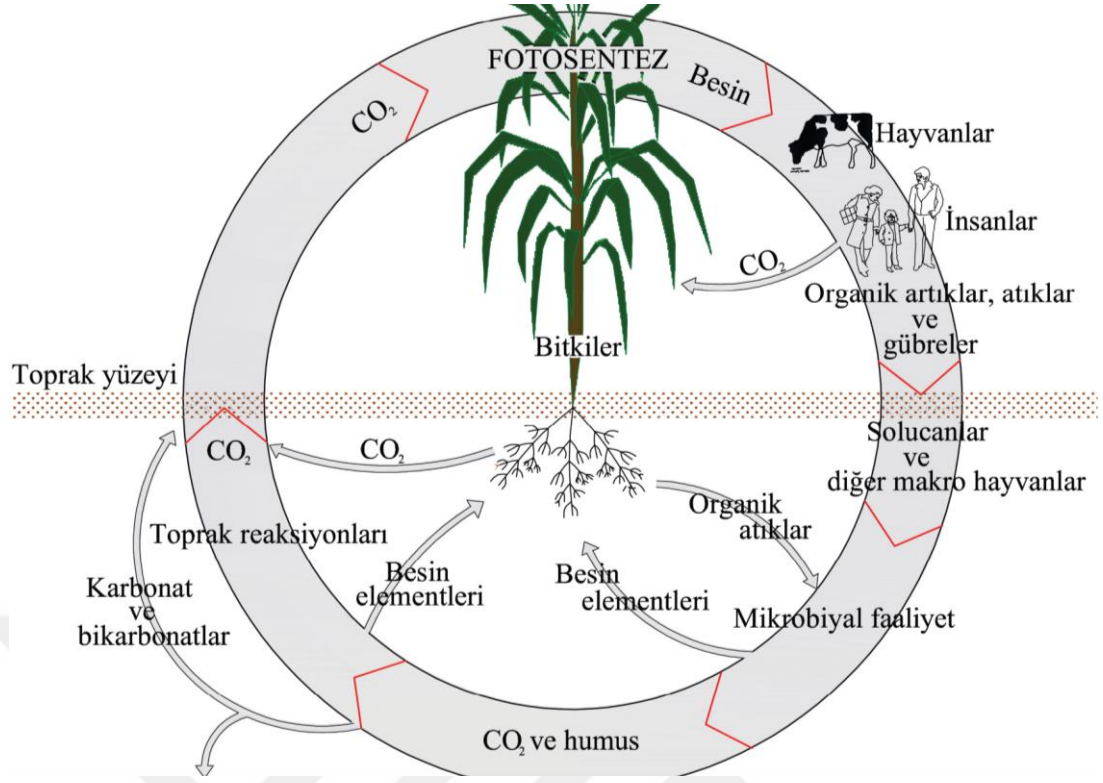
Tablo 1.4. Çeşitli Avrupa ülkelerinde toprak sağlığı izleme programlarında kullanılan mikrobiyal göstergeler

Toprak Sağlığını İzleme Programları	Mikrobiyal Göstergeler	Toprak Sağlığını İzleme Programları	Mikrobiyal Göstergeler
<b>İngiltere</b> (UK SS Ağı) (1994–2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik <i>Rhizobium</i></li> </ul>	<b>Almanya</b> (Niedersachsen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> </ul>
<b>Almanya</b> (Schleswig-Holstein)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Metabolik Katsayı</li> <li>➤ Toprak Enzimleri</li> </ul>	<b>İngiltere</b> Lağım suyu atık projesi (1998–2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik</li> <li>➤ Bio-algılayıcı Bakteri</li> </ul>
<b>Birleşik Krallık</b> İskoç Toprak Bölümleri (1990–1999)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik</li> </ul>	<b>İngiltere</b> (Kırsal alan gözlemleri 2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik</li> </ul>
<b>İsviçre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Potansiyel N-Mineralizasyonu</li> </ul>	<b>Estonya, Finlandiya, Almanya, İtalya, Letonya, Rusya, İsveç</b> (ICP-IM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ Organik Madde Ayrışması</li> <li>➤ Toprak Enzimi (fosfat)</li> <li>➤ Potansiyel N-Mineralizasyonu</li> </ul>
<b>Çek Cumhuriyeti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Toprak Solunumu</li> <li>➤ N-Mineralizasyonu ve Nitrifikasyonu</li> <li>➤ Toprak Enzimleri</li> </ul>	<b>Avusturya</b> (ICP-IM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Toprak Enzimleri</li> <li>➤ Nitrifikasyon</li> <li>➤ Bakteri ve Mantar, örneğin Mikoriza</li> </ul>
<b>Hollanda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mikrobiyal Biyokütle</li> <li>➤ Potansiyel C- Mineralizasyonu</li> <li>➤ Potansiyel N-Mineralizasyonu</li> <li>➤ Bakterilerin Gelişme Hızı</li> <li>➤ Mikrobiyal Çeşitlilik</li> </ul>		

Taze ve ayrışabilir maddeler bol bir şekilde toprağa ulaştığı zaman; topraktaki organizmalar şeker, nişasta, protein ve selüloz gibi hızlı ayrışabilen besinleri parçalar. Havalandırılması yeterli topraklarda karbondioksit (CO<sub>2</sub>), amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), dihidrojen fosfat (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>), sülfat (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), su (H<sub>2</sub>O), ayrışmaya karşı dayanıklı organik atıklar ve çok az da olsa bitkiler için gerekli diğer bitki besin elementleri yer alır. Havalandırılması yeterli olmayan topraklarda yani anaerobik şartlarda fazla miktarda metan (CH<sub>4</sub>) ile bazı organik asitler (R-COOH), çeşitli amin artıkları (R-NH<sub>2</sub>), zehirli bir gaz olan hidrojen sülfid (H<sub>2</sub>S) ve etilen (H<sub>2</sub>C = CH<sub>2</sub>) açığa çıkar. Bu süreçte mikroorganizmaların yoğunluğunda ani ve ciddi bir artış meydana gelir. Bazı saprofit bakteri, mantar ve aktinomisetler bir taraftan ayrıştırma işlevini yaparken diğer yandan sentezleme işlemini gerçekleştirirler. Bu sırada mikrobiyal dokular toprak içerisinde bulunan organik kısmın hemen hemen üçte birini (1/3) oluşturur. Kolay parçalanan besinler tükendiğinde, organizmaların yoğunluğu azalmaya başlar. Alınabilir haldeki besin ve enerji azalmasının oluşumundan sonra mikrobiyal faaliyette düşme görülür (7,14, 21).

## **1.2. Karbon Döngüsü**

Organik maddenin çürümesi esnasında oluşan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ilk parçalanan ürünler arasında yer almaktadır. Bu nedenle karbonun bütün organik maddelerin temel ögesi olduğunu ve yerküredeki yaşam süreçlerinin temelinde yer aldığını göstermektedir. Şekil 1.3'de görüldüğü gibi karbon döngüsü bir anlamda biyolojik döngü ya da yaşam döngüsüdür. Bu döngü yerküredeki hayatın sürmesini sağlar (7).

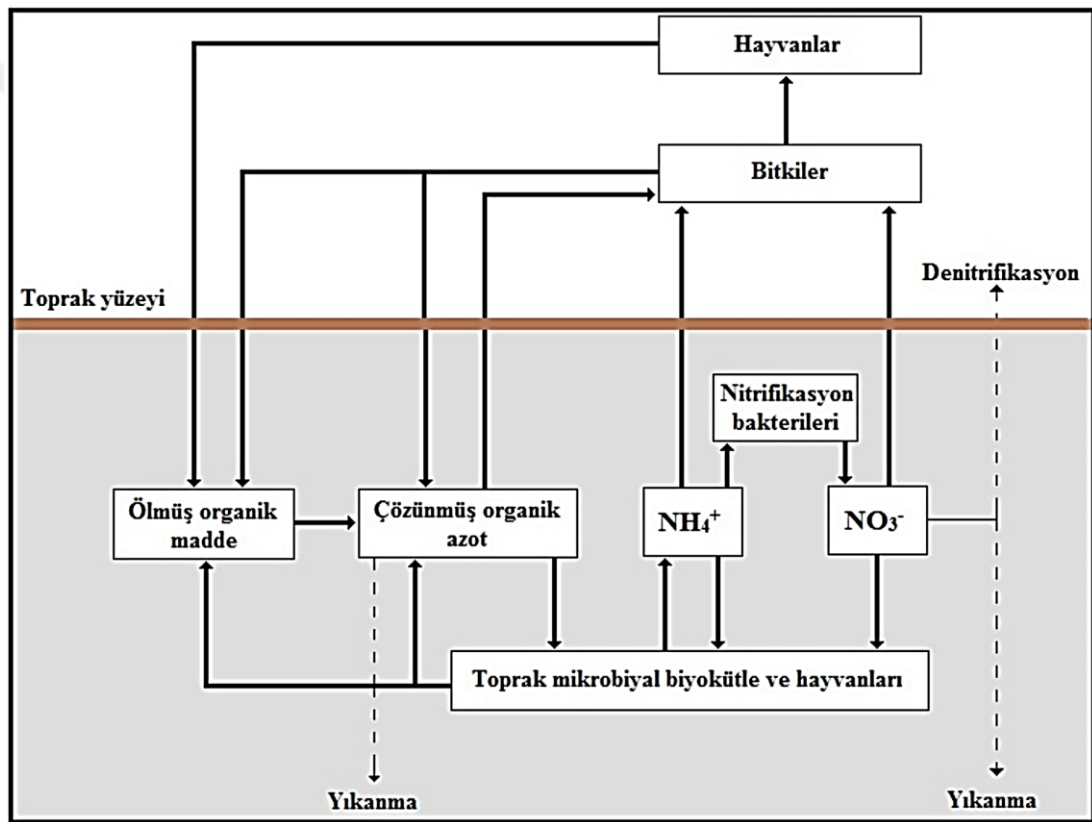


Şekil 1.3. Karbon döngüsünün şematik diyagramı

Biyolojik döngüde bitkiler güneş enerjisini kullanarak atmosferden aldığı karbondioksit ( $\text{CO}_2$ )'i organik besinlere dönüştürür. Ancak döngünün ilk başında üretilen karbonun bir kısmı bitkilerin yaptığı solunum sonucu ortaya çıkan karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) olarak atmosfere geri verilir. İnsanlar ve hayvanlar gerekli olan enerjiyi geriye kalan organik besinlerden elde eder. Bunlardan geriye kalan organik atıklar toprağa karışır. Organik besinler toprakta yaşayan makro ve mikro hayvanlar tarafından sindirilir. Bitkiler için besin elementleri serbest hale geçerken karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) ve humus nispeten değişmez ürünler olarak ayrılır. Karbondioksitin bir kaynağını hızlı büyüyen bitki köklerinden yayılan karbondioksit oluşturur. Miktarı az olsa da yağmurla toprağa geçen karbondioksit ihmal edilmemelidir. Ca, Mg ve K gibi elementlerin karbonat ve bikarbonatlarının bir kısmı serbest kalır ve yağmurla yıkanır. Bu elementlerin diğer bir bölümü yukarıya doğru giderek yer değiştirir. Sonuçta karbon, karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) formunda döngüye katılır. Böylece toplam karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) bitkilerin özümlemesi için tekrar alınabilir formda atmosfere salınır. Karbonun yeryüzündeki yaşamın sürekliliği için gerekli enerji dönüşümünün odak noktası olduğu bu döngü sisteminde görülmektedir (7, 22).

### 1.3. Azot Döngüsü

Şekil 1.4’de gösterildiği gibi azot mineralizasyonu organik maddelerin toprakta yaşayan organizmalarca ayrıştırılarak, anorganik azot bileşiklerine ( $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{NO}_3^-$ ) dönüştürülmesi sürecidir. Mineralizasyonun esası toprak organizmalarınca organik azot bileşiklerinin hidrolize edilerek amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) ve nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüştürülmesidir. Doğrudan bitkiler tarafından besin elementlerinin alınabilirliğini etkilediği için mineralizasyon ekosistemin fonksiyonunu yerine getirebilmesi için kritik öneme sahiptir (7, 14, 23). Örneğin, kışın yaprağını döken ormanlar gibi verimli orman ekosistemlerinde, bitkilerin azot ihtiyaçlarını karşılamaları doğrudan azotun topraktaki mineralizasyon hızıyla ilişkidir (24).



Şekil 1.4. Karasal azot döngüsünün şematik diyagramı

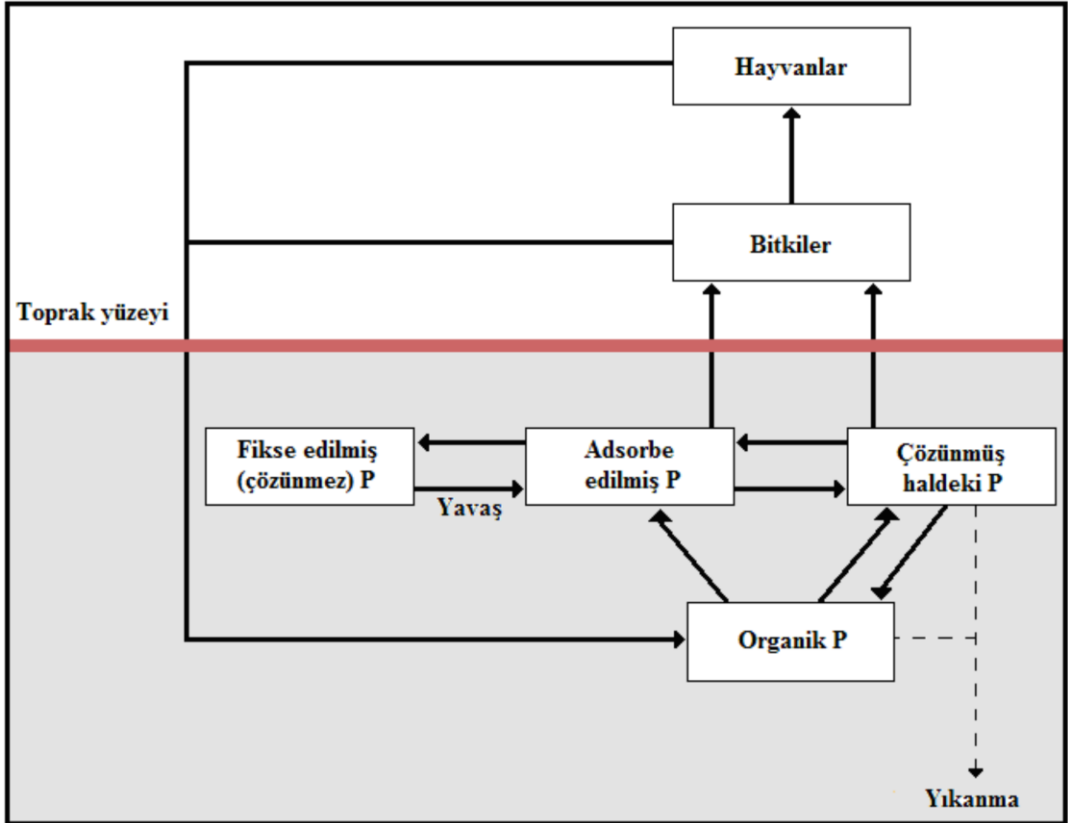
Ham humus içeren kuzey ormanları ile arktik tundra gibi verimli ekosistemdeki toprakların toplam çözülebilir azot (N) miktarının çok büyük bir bölümünü çözülmüş organik azot oluşturmaktadır. Hatta anorganik azot gübreleri ile düzenli olarak gübrelenen topraklarda bile çözülmüş organik azot miktarı, anorganik azot miktarına eşit veya daha fazladır. Şekil 1.4’de görüldüğü gibi topraktan azot kayıpları genel olarak bitkilerce alınım ve hasatla uzaklaştırma, yıkanma, denitrifikasyon, amonyak kaybı, su ve rüzgâr erozyonu ile taşınma şeklinde özetlenebilir. Amonyumun ( $\text{NH}_4^+$ )

oksitlenerek önce nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) sonra nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüşümüne nitrifikasyon denilir. Bu kimyasal reaksiyonlar, aerobik ototrofik bakterilerden *Nitrosomonas* (amonyumun nitrite yükseltgenmesi) ve *Nitrobacter* (nitritin nitrata dönüşmesi) tarafından gerçekleştirilir. Ayrıca, orman topraklarında mantarlar tarafından gerçekleştirilen nitrifikasyon heterotrofik nitrifikasyon olarak bilinir. Özellikle aerobik ototrofik bakterilerin tek enerji kaynağı olan amonyumun ( $\text{NH}_4^+$ ) topraktaki miktarı başta olmak üzere, toprağın çeşitli özellikleri nitrifikasyonu etkiler. Kimyasal reaksiyonların gerçekleşebilmesi için oksijen gerekmektedir. Toprak içerisinde oksijenin hareketini etkileyen toprak nemi ve strüktürü de nitrifikasyon olayını değiştirmektedir. Ayrıca toprakta nitratin oluşumu ile toprak havalanması arasında da yakın bir ilişki vardır. Nitrifikasyon bakterileri vücutlarının gerek duyduğu karbonu karşılamak için karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) ve bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) kullanır. Nitrifikasyon ayrıca toprak sıcaklığı ile de bağlantılıdır (1, 6, 14, 23).

Nitrifikasyon için uygun koşullar 25-35 °C arasında gerçekleşir. 35 °C'nin üstünde düşmeye başlar ve 50 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda sonlanır. Bu düşme 0-2 °C'de daha etkilidir. Amonyumun ( $\text{NH}_4^+$ ) nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) oksitlenmesiyle  $\text{H}^+$  iyonları toprağa geçtiği için nitrifikasyon sırasında toprağın asitliği artmaktadır. Nitrifikasyon için uygun toprak reaksiyonu pH 6-8 arasındadır. pH 4,5'in altına düşünce nitrifikasyon değeri önemsenmeyecek hale gelir. Bu nedenle nitrifikasyon pH değişimlerine karşı çok duyarlıdır. Ayrıca toprakta azot kaybı başlıca yıkanma ve denitrifikasyon yoluyla meydana gelmektedir. Denitrifikasyon topraktaki anaerobik bakteriler (*Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter* ve *Flaviobacterium* v.b.) tarafından nitratin ( $\text{NO}_3^-$ ) sırasıyla nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrik oksite ( $\text{NO}$ ), nitroz oksite ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ve son olarak azot gazına ( $\text{N}_2$ ) indirgenmesi olarak açıklanabilir. Gaz haline dönüşen son üç ürün atmosfere geri verilir. Denitrifikasyon toprakta yaşayan anaerobik organizmalarca yapılan biyokimyasal bir olay olduğu için indirgenme sonucunda ortama verilen oksijen canlılar tarafından kullanılır. Toprakta yaşayan mikroorganizmaların %20'sini, toplam toprak canlılarının %0,1-5'ini, cinsleri 3-6 arasında değişen denitrifikasyon bakterileri oluşturur. Bu biyokimyasal reaksiyonlar havalanmanın kötü olduğu oksijence fakir durgun su zonlarında, nitrat ve karbon bakımından zengin ortamlarda meydana gelir (1,7,23,25).

#### 1.4. Fosfor Döngüsü

Anorganik ve organik fosfor formlarının miktarı topraktan toprağa değişiklik arz eder. Ancak daha önemlisi topraktaki toplam fosforun yarısından fazlası organik içerikli fosfordur. Şekil 1.5'te görüldüğü gibi toplam fosforun (P) %29-65'i organik formlarda bulunur (28). Brady ise toplam fosforun oranının %20-80 arasında olduğu belirtmektedir (7). Topraktaki fosfat ( $PO_4^{-3}$ ) fosforun asıl anorganik formudur. Fosfat ( $PO_4^{-3}$ ) genellikle iki farklı gruba ayrılır. Bunlardan birincisi mineral yüzeylerde absorbe edilmiş ve bitkiler tarafından kolay alınabilir fosfor ile toprak çözeltisindeki fosfat ( $PO_4^{-3}$ ) iyonlarından oluşan formlardır. Bunlar topraktaki fosfor havuzunun kararsız fosforunu teşkil ederler. Fosforun bu şekli bitkilerce doğrudan alınabilir. Demir ( $Fe^{+3}$ ) ve alüminyum ( $Al^{+3}$ ) bileşiklerinin çökelekleri olan strengit ( $FePO_4 \cdot 2H_2O$ ) ve variscit ( $AlPO_4 \cdot 2H_2O$ ) gibi bileşiklerde fosforun diğer çeşitleridir. Bu çeşit fosfor formlarının çözülmesi çok zordur. Bu nedenle bitkiler tarafından alınımı hemen hemen hiç görülmemektedir. Topraktaki fosfor formuna çözünmez fosfor denilir (1,14,23).



Şekil.1.5. Karasal fosfor döngüsünde topraktaki bulunan fosforun temel değişimini gösteren şematik diyagram

Organik formlar halinde bulunan fosfor toprakta yaşayan canlılar tarafından azot ve kükürtte olduğu gibi mineralizasyona ve immobilizasyona uğrar. Bu süreçler sonunda çözülebilir fosfor bileşikleri organik atıklar olarak serbest kalırlar. Bu arada humus da parçalanır. Bütün bu süreç sonucunda açığa çıkan çözülebilir anorganik fosfat iyonu ( $H_2PO_4^-$ ) bitkilerce alınır ya da çözülemeyen diğer formlara dönüşerek fiksasyona uğrar. Ancak bir toprakta düşük oranda fosfor ve yüksek oranda diğer bitki besin elementlerini içeren organik atık varsa, toprakta hızlı bir mikrobiyal faaliyet görülür. Çözeltide alınabilir durumda bulunan dihidrojen fosfat ( $H_2PO_4^-$ ); amonyum ( $NH_4^+$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ) ve sülfatta ( $SO_4^{2-}$ ) değişmeden mikroorganizmalar tarafından alınır. Organik madde, fosforun alınabilmesini 2 şekilde etkilemektedir. Birincisi, organik fosfor kaynakları humik bileşikler ve killer tarafından adsorbe edilir. Bu adsorbsiyon reaksiyonları sayesinde organik fosfor çeşitleri mikroorganizmaların saldırılarından korunmuş olur. İkincisi ise belirli organik fosfor formları demir, alüminyum iyonları ve sulu oksitler ile karışır. Böylece bu materyallerin fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) ile reaksiyona girmeleri önlenmiş olur (1, 7, 23).

### **1.5. Sediment Solunumu**

Toprak mikroorganizmalarının metabolik faaliyetleri ya karbondioksit ( $CO_2$ ) üretiminin ya da  $O_2$  tüketiminin ölçülmesiyle değerlendirilir. Sediment solunumu mikroorganizmalar başta olmak üzere aerobik canlılar tarafından organik maddenin biyolojik oksidasyonu sonucunda karbondioksitin ( $CO_2$ ) açığa çıkması şeklinde ifade edilebilir. Sediment solunumu karasal ekosistemlerin tamamında görülen karbon (C) döngüsü için oldukça önem arz etmektedir ve ana rol oynamaktadır. Çünkü sediment solunumu yoluyla bitkilerin fotosentez sırasında bağlanmış durumda bulunan karbon (C) tekrar atmosfere dönüşü sağlanır (20). Sediment solunumu döngüsel mevsim değişiklikleri ile iklim faktörlerinin etkisi altında olup mikroorganizma yoğunluğuna paralel olarak kışın minimuma düşmekte, yazın ise artmaktadır. Ayrıca kuru hava sediment solunumunu olumsuz etkilerken, nemli topraklarda ilk başlar da mikrobiyal faaliyet oldukça fazladır. Bunun nedeni, kuru toprakların ıslanması sürecinde organik bileşiklerden fiziksel ve kimyasal yollarla kolay ayrışabilen organik asit ve amino asit konsantrasyonlarının ortamda ani olarak artmasıdır. Toprak solunumu toprakların belirli bir süre kapalı kavanozda, kapalı petri kabında veya farklı tipte şişede inkübasyona tabi tutulmasıyla belirlenir. İnkübasyon sonunda açığa çıkan



karbondioksit (CO<sub>2</sub>) sodyum hidroksit ile yakalanır ve hidroklorik asit (HCl) ile titre edilir (26, 27).

Çevre ile ilgili yapılan araştırmalarda sediment solunumu tercih edilen biyolojik bir yöntem olup iki farklı yol tercih edilmektedir.

1- Arazi yöntemi: Arazide toprak organizmaları tarafından kümülatif olarak yayılan karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) ölçülmesine dayanır. Arazi ölçüm yöntemi yeşil örtüden arındırılmış atmosferden ayrılmış ortamda topraktan çıkan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) miktarının ölçümüne dayanır.

2- Laboratuvar yöntemi: Cam kap içinde ölçülen büyük bitki kökleri ile hayvanların olmadığı toprak örneğinden yayılan karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) ölçülmesidir. Topraklar arasında sağlıklı bir karşılaştırma yapılabilmesi için laboratuvar şartlarında yapılması gerektiği belirtilir. Çünkü nem ve sıcaklığın sınırlandırılmadığı koşullarda, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) yayılım hızı organik madde kalitesinin bir göstergesi durumundadır (16).

### **1.6. Toprak Kalitesi**

Toprak kalitesi terimi; toprağın kendisi ve diğer dış faktörler için çeşitli görevleri yerine getirebilme yeteneği olarak tanımlanır. 1990'lı yıllarda toprak kalitesi teriminin yalnızca toprak verimliliği ile sınırlı olmadığı vurgulanarak, insan ve hayvan sağlığını da dolaylı yoldan içine alan, çevre ile karşılıklı etki ve ilişkiler de dâhil edilerek yeniden tanımlanmıştır (28). Toprak kalitesi ve toprak sağlığı terimleri bilimsel literatürde genellikle karıştırılmakta ve birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bilim insanları "toprak kalitesi" ifadesini, üreticiler ise genellikle "toprak sağlığı" ifadesini kullanmaktadır (29). Tablo 1.5'de görüldüğü gibi toprak kalitesi ve toprak sağlığını belirli ölçütlere göre birbirinden ayırmaya yarayan ve indikatör olarak kullanılan çok sayıda toprak özelliği vardır.

Tablo 1.5. Toprak kalitesi veya toprak sağlığını belirlemede gösterge olarak kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak zellikleri

Göstergeler	Toprak kalitesi	Toprak sağlığı	Göstergeler	Toprak kalitesi	Toprak sağlığı
Fiziksel Göstergeler			Biyolojik Göstergeler		
Mineral yapı	+	-	Mikrobiyal biyoktle	+	+
Tekstür	+	-	Toprak solunumu	+	+
Derinlik	+	-	Azot mineralizasyonu	+	+
Hacim ağırlığı	+	+	Enzim faaliyeti	+	+
Su tutma kapasitesi	+	+	Mikrofloranın varlığı	+	+
Gözeneklilik	+	+	Bitki biyoçeşitliliği	+	+
Kimyasal Göstergeler			Kök hastalıkları		
pH	+	+	Toprak biyoçeşitliliği	-	+
Elektriksel iletkenlik	+	+	Besin zincirinin yapısı	-	+
Katyon değişim kapasitesi	+	+	Bitki büyümesi	+	+
Organik madde	+	+	Toprak faunasının varlığı	-	+
Makro bitki besin elementleri	+	+			
Ağır metaller	+	+			

Not: - işareti toprak kalitesi ve sağlığını değerlendirmede kullanılmadığını, + işareti kullanıldığını göstermektedir.

### 1.7. Çalışmanın Amacı

Sürekli olarak devam eden ayrışma ve koruma süreçlerinin net bir sonucu olan toprak sağlığı; bitki sağlığını, evre sağlığını, gıda güvenliğini ve kalitesini etkilemektedir. Araştırmacılar topraktaki mikrobiyal aktiviteyi belirleyebilmek için sediment solunumunu sıklıkla kullanmaktadır. Toprak kirliliği ve bozulması gibi çeşitli çevresel süreçlerin veya bu süreçlerin en son noktasındaki durumlarının izlenmesinde kullanılan ölçülebilir gösterge olduğu belirtilmektedir.

Çalışma alanı olarak Artvin ili oruh Nehri üzerinde iki istasyon noktası, Giresun ili Harşit ayı üzerinde iki istasyon noktası ve Ordu ili Melet Irmağı üzerinde iki istasyon noktası belirlenmiştir. Bu bölgelerde yapılan sediment solunum ölçümleri, organik madde miktarı ve pH ölçümü analizleri evsel ve endüstriyel atıkların oluşturacağı sediment miktarı hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Çalışma sonucunda, seçilen 6 istasyonun sediment solunum düzeylerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Üç farklı şehirde ve üç farklı su kaynağında gerçekleştirilen bu çalışmada seçilen su kaynakları geniş su toplama havzalarına sahiptir. Artvin ili oruh Nehri, Giresun ili Harşit ayı ve Ordu ili Melet Irmağı bölgeleri için büyük su kaynaklarıdır. Her üç kaynağının da ortak özelliği uzun bir akış seyri izlemeleri ve

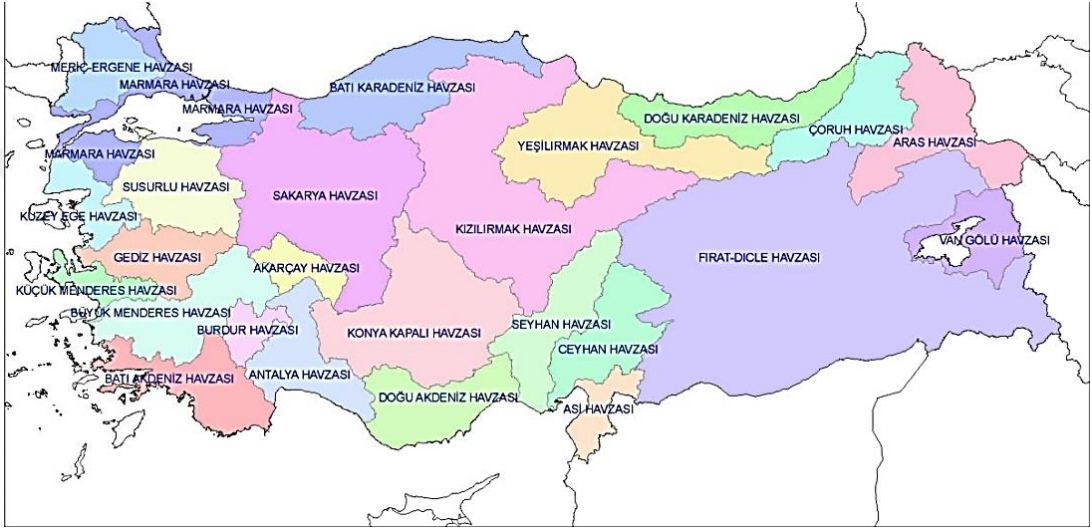
geniş bir havzadan su toplamalarıdır. Böylece her üçünün de yoğun bir sedimentasyon birikimi ve bu sedimentasyonun geçtiği yre topraklarının karışımlarını muhafaza etmektedirler. Bu geniş ve farklı havzaların mukayese edilmesini amaçlayan mevcut çalışma ile bölgesel farklılıkların ortaya konulması hedeflenmiştir. Toplanan sediment örnekleri laboratuvar şartlarında inkübe edilerek toprak solunumları lmştr. Ayrıca numunelerin pH ve organik madde miktarları da tayin edilmiştir.



## 2.MATERYAL VE METOT

### 2.1. Saha Çalışması

Çalışma sahası olarak Artvin ili Çoruh Nehri, Ordu ili Melet Irmağı ve Giresun ili Harşit Çayı seçilmiştir. Bu amaçla belirlenen 6 farklı istasyondan sediment örnekleri toplanmıştır. Aşağıda Türkiye'nin Büyük Akarsu Havzaları görülmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Türkiye'nin büyük akarsu havzaları

Erzurum-Bayburt-İspir-Artvin güzergahı boyunca evsel atıkların (özellikle kanalizasyon) dökülmesi ve bölgenin erozyona maruz kalması dolayısıyla alüvyonlu toprak taşınması Çoruh Nehri'nin seçilmesinde etkili olmuştur. Harşit Çayı'nın seçilmesinde bölgede yapılan barajlar, Doğankent-Tirebolu arasında bulunan taş ocakları ve çöp döküm alanları bulunması etkili olmuştur. Melet Irmağı'nın seçiminde taş ocakları ve evsel-endüstriyel atıkların dökülmesi etkili olmuştur.

### 2.2. Çoruh Nehri

Artvin ilinin en büyük akarsuyudur. Bu illerdeki hemen hemen bütün çay ve dereler Çoruh'un kollarını oluştururlar. Kaynağını Mescid Dağı'nın (3.255 m) batı yüzünden alır. Önce batı doğrultusunda akıp Bayburt ve İspir'den geçtikten sonra bir yay çizerek Artvin il sınırlarına girer. Yusufeli, Artvin ve Borçka'nın içerisinden geçtikten sonra Borçka'nın Muratlı kasabasından geçerek burada il ve ülke sınırlarını terk eder ve Batum'da Karadeniz'e dökülür. Toplam uzunluğu 431 km olan Çoruh'un

410 km'si Türkiye'de, 21 km'si Gürcistan'da bulunur. Nehir, yılda 5,8 milyon m<sup>3</sup> tortulu (rusubat) Karadeniz'e taşımaktadır (30).

Çoruh Nehri ayrıca dünyanın en hızlı akan nehirlerinden biridir. Zengin flora ve faunaya sahip Çoruh Nehri, doğal özelliğini korumaktadır. Çoruh Havzasındaki doğal kaynaklar, dik yamaçlar, sık ve düşük verimlilikte toprak, az yağış, şiddetli ve uzun kışlar nedeniyle bozulmuştur. Çoruh vadisi ana kolu üzerinde, Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından 1962 yılında başlayan etüt çalışmaları sonucu, 10 adet baraj ve yan kollar üzerinde 17 adet Baraj ve Nehir tipi HES Tesisleri İnşaatı planlanmış olup, toplam 27 adet tesisten yılda 10,3 Milyar KWh yıllık enerji üretimi gerçekleştirilecektir. Havzadaki şiddetli erozyon sebebiyle, tamamlanmış, inşaatı devam eden ve planlanan barajların kısa sürede dolma ve ekonomik ömürlerinin azalması riski bulunmaktadır. Çoruh Nehri katı atık probleminden dolayı kirlilik, çevresindeki barajları etkilemektedir (31).



Şekil 2.2. Çoruh Havzası

### 2.2.1. Çoruh Havzasının Jeolojisi ve Toprak Yapısı

Artvin Kuzey Anadolu orojenik kuşağında yer almaktadır. Bölgenin en eski arazisini meydana getiren metamorfik seri, Çoruh Nehri'nin aşağı kesimlerinden başlayarak Sibirya üzerinden kuzeydoğuya doğru uzanır. Doğu Karadeniz Dağları

arasındaki en büyük geçit olan Çoruh Vadisi, doğudaki Kaçkar Dağları ile Doğu Karadeniz Dağları'nın büyük bir bölümünü birbirinden ayırır. Biraz güneyde Çoruh Nehri ve kolları genellikle batı-güneybatı/doğu-kuzeydoğu yönünde Karadeniz Dağları'na paralel akar. Bu dağların devamı güneyde uzanan dağ silsilelerini birbirinden ayırır. Güneyde Doğu Karadeniz Dağları'na paralel uzanan dağlar arasında en yüksekleri, Mescit Dağları (3239 m) ve Yalnızçam Dağları'dır (3054 m). Fazla yüksek olmayan Çoruh Vadisi'nin tabanının yüksekliği İspir'de 450m, Gürcistan sınırında 75 m'ye kadar düşer. Alanın jeolojisi, içerdiği Paleozoyik, Kretase ve Eosen kayalarıyla oldukça karmaşık bir yapı içerir. Çoruh Nehri yer yer bazalt kayalar içermekle birlikte çoğunlukla andezit, lav, tuf ve aglomera gibi volkanik kaynaklı kayalar arasında akar. Vadide daha lokal olarak yer alan diğer kayalar arasında kalkerli marn, serpantin, kuvarsit ve şist kayalar sayılabilir (32).

### **2.2.2. Çoruh Nehri Havzası İklim Özellikleri**

Artvin, Doğu Karadeniz bölge sınırları içerisinde yer almaktadır. İklimin karakteristiği kış ılık, yaz sıcak ve çok yüksek yağışlara sahiptir. Artvin Çoruh Nehri ve Cankurtaran Geçidi'nden gelen nemli hava ile hem Karadeniz'in etkisi altında bulunmakta hem de yüksek bir arazi yapısına sahip olduğu için sık sık yağış görmekte ve sis oluşmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık 11,9 °C, ortalama yüksek sıcaklık 16,9 °C, yıllık ortalama düşük sıcaklık 7,9 °C, yılın 25 en sıcak ayı 41,6 °C ile temmuz ayı, yılın en soğuk ayı ise -11,9 °C ile ocak ayıdır. Yıllık ortalama yağış 723,6 mm olup, yılın en yağışlı ayı 98,3 mm ile ocak ayı, yılın en kurak ayı ise 28,9 mm ile ağustos ayıdır. Yıllık ortalama yerel basıncı 944,3 hPa, yıllık ortalama buhar basıncı 9,8 hPa, yıllık ortalama bağıl nem %64, yıllık ortalama karla örtülü gün sayısı 54,2 gün, yıllık ortalama rüzgâr hızı 1,6 m/s, yıllık ortalama toprak üstü minimum sıcaklık 60 °C'dir. Mevsimler itibariyle yağış rejimi ilkbahardan yazaya doğru hızla azalmaktadır. En yağışlı mevsim kış, en kurak mevsim yazdır (32).

### **2.2.3. Çoruh Havzasındaki Enerji Projeleri**

DSİ tarafından planlanan ve yürütülen “Çoruh Projeleri” kapsamında Çoruh Nehri'nin ana ve yan kolları üzerinde toplam 15 adet büyük baraj ve HES yapılması planlanmıştır. DSİ Genel Müdürlüğü'nün, 1964 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlanmasının ardından havza çalışmalarını yeniden düzenleyerek, ülke su kaynaklarının 26 havzaya bölmüştür. Çoruh Nehri'nin ana kolu üzerinde toplam 10 adet baraj projesi planlanmaktadır (33).

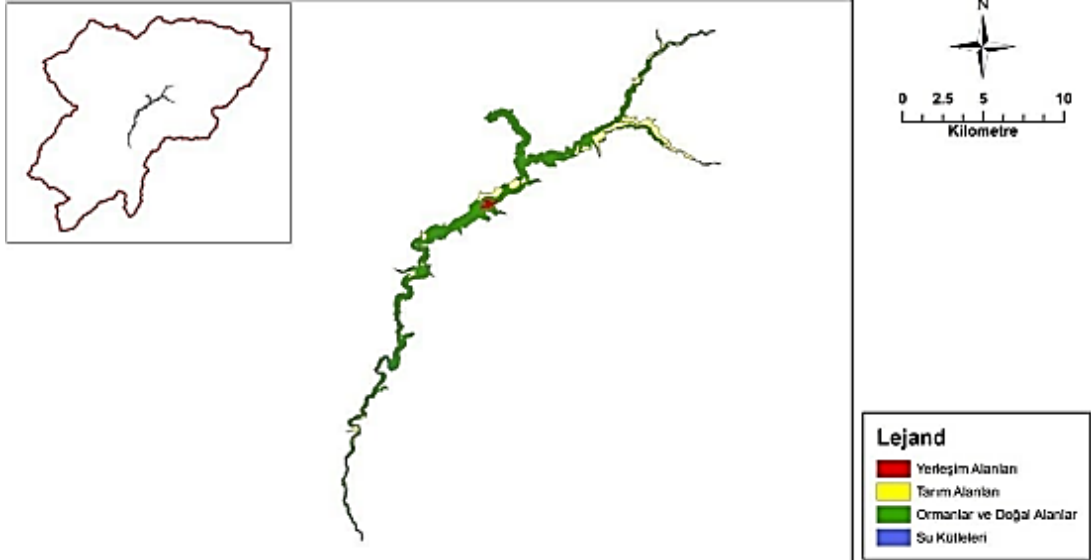
#### 2.2.4. Deriner ve Borçka Barajları

Deriner Barajı ve Hidroelektrik Santrali Çoruh Nehri üzerinde ve Artvin il merkezini Erzurum il merkezine bağlayan devlet karayolu üzerindeki koprnn 5 km membasındadır. Çoruh projesindeki barajlar mansaptan membaya doğru sıralandığında 3. sıradaki barajımızdır. Şekil 2.3’de grldğu gibi oruh Nehri üzerindeki ilk kilit baraj olan Deriner Barajı ift eğrilikli beton kemer barajlar arasında Türkiye’nin 1. Dünya’nın 3. büyük barajıdır. Şekil 2.4’de gösterilen Deriner Barajı 2012 yılının sonlarında açılışını gerçekleştirmiş ve su tutmaya başlamıştır (33).



Şekil 2.3. Deriner Barajı’nın gövde kısmı ile su tutulma aşamasından sonra oluşan rezervuar alanından görünüm

Borçka Barajı, Artvin ili, Borçka ilçesinin 2,5 km membasında ve Aşağı Çoruh Havzasının 3. barajıdır. Barajın 5.660 milyon m<sup>3</sup>’lk yıllık ortalama akımı olup, yağış alanı 19.255 km<sup>2</sup>’dir. Barajın kurulu gücü 300.00 MW olup, yıllık 1.039 GWh enerji üretmektedir (34).



Şekil 2.4. Deriner Barajı

### **2.3. Harşit Çayı**

Karadeniz Bölgesi'nin doğu kesiminde bulunan bir akarsudur. Uzunluğu 160 km olan Harşit Çayı, Trabzon ve Gümüşhane dağlarından çıkan derelerin birleşmesiyle oluşur. Harşit Çayı, Gümüşhane ilinin doğu sınırında Cimli, Karakaban ve Kostan dağlarından doğar, Erzurum-Trabzon karayolu boyunca kuzey batı yönünde Gümüşhane kentine doğru akar. Gümüşhane'ye kadar güneyden gelen Tezene kolunu alır. Gümüşhane'den sonra Torul ilçesine kadar sağ sahilden Korum, sol sahilden en büyük kolu olan İkisü (Kodil) dereleri ile birleşir. Harşit Çayı, Torul ilçesinden sonra Doğu Karadeniz'in yamaçları dik ve eğimi yüksek vadi özelliklerini oluşturarak akar. Kürtün ilçesine gelmeden suyu en bol olan Kürtün kolunu alır. Drenaj yüzeyi gittikçe daralan Harşit Çayı, Doğankent ilçesinde Kavraz kolu ile birleştikten sonra Tirebolu ilçesinin doğusundan Karadeniz'e dökülür (35, 36, 37, 38).

#### **2.3.1. Harşit Havzasındaki Enerji Projeleri**

Şekil 2.5.'de görüldüğü gibi, Harşit Vadisinin Torul'dan sonraki kesiminde yer alan Kürtün ve Doğankent ilçesinden (eskiden Harşit) Gümüşhane-Tirebolu karayolu geçer. Harşit Vadisinin tabanı meyve bahçeleriyle kaplıdır. Harşit Çayı'nın aşağı havzasında, Doğankent bucak merkezi yakınında Doğankent I (1971) ve Doğankent II (1981) hidroelektrik santralleri kurulmuştur. Akarsu üstüne bir de Kürtün Barajı kurulmuştur. Sanayi, kentsel ve tarımsal atıklar havzayı tehdit etmektedir. Harşit Havzası adeta organize sanayi bölgesini andırmaktadır. Bölgede çevre kirliliğine neden olan birçok sanayi kuruluşu halen faaliyetlerini sürdürmektedir. Ayrıca Harşit Çayı'nın sorunlarından birisi çöplerdir. Türkiye'nin en önemli doğal kaynaklarından biri olan su kaynaklarını tespit etmek, geliştirmek ve kullanmak amacıyla ülke yüzeyi 26 drenaj havzasına ayrılmıştır. Hidrolojik havzaların 22'ncisi olan Doğu Karadeniz Havzası, Çoruh ve Aras havzaları ile birlikte, Kafkasya Ekolojik Bölgesi'nin Türkiye kısmını oluşturur. Doğu Karadeniz Havzası, Melet Irmağı, Harşit Çayı, Pazar Çayı, Karadere ve Fırtına Deresi gibi birbirine paralel olarak uzanan akarsuların alt havzalarından oluşur. Harşit Çayı Havzası bunların en büyüğüdür (38).





Şekil 2.5. Harşit Çayı (Doğankent ilçesi)

Harşit Çayı ana kol üzerinde 2003 yılında işletmeye açılan Kürtün Barajı ve HES, 2008 yılında işletmeye açılan Torul Barajı ve Hidroelektrik Santrali, Doğankent Hidroelektrik Santrali ve Akköy I Hidroelektrik Santrali olmak üzere toplam dört HES bulunmaktadır (39). Harşit Çayı, Tirebolu'da Karadeniz ile buluşuncaya kadar yol boyunca içinden geçtiği Kale, Arzular, Tekke, Akçakale, Gümüşhane, Torul, Özkürtün, Kürtün, Doğankent ve Tirebolu gibi yerleşim birimlerinden gelen evsel atık suları bünyesine almaktadır. Evsel atık suların yanı sıra havzadaki düzensiz çöp depolama sahaları da bir diğer kirlilik kaynağıdır. Havzanın Doğankent ve Tirebolu ilçeleri arasında kalan bölgede kum- çakıl ocakları faaliyet göstermektedir (40, 41, 42).

#### **2.4. Melet Irmağı**

Sivas Koyulhisar ilçesinden kaynağını alan, yaklaşık 160 km yol kat ederek Ordu il merkezinden Karadeniz'e dökülen Melet Irmağı Orta Karadeniz Bölgesi'ni Doğu Karadeniz Bölgesi'nden ayırır. Melet Havzası Avrupa-Sibirya (Euro-Siberian) flora bölgesinin Öksin ve Kolşik alt bölgelerini birbirinden ayıran sınır olması yönü ile bitki coğrafyası ve ekolojik yönden önemli havzalardan bir tanesidir (43).

##### **2.4.1. Melet Irmağı Jeolojisi ve Toprak Yapısı**

Melet Irmağı Ordu ile Sivas'ın ortak yaylalarından başlayıp Canik Dağlarını derin bir vadi ile aştıktan sonra Karadeniz'e ulaşmaktadır. Ordu ili merkez coğrafyasında genelde dağlık, denize dik ve paralel kanyonlar yoğunluktadır. Melet Irmağı'nın doğu kısmında doğu ladini, yüksek kısımlarında ise karaçam, ibrelili meşçereleri bulunmaktadır. Melet Havzasının batı kıyısından itibaren tarım arazileri dışında kızılçam, kestane, gürgen ve doğu kayını küçük meşeler halinde bulunmaktadır. Tarım arazilerinde ise genellikle ağaççık formunda fındık bitkisi bulunmaktadır. Havzasındaki karların erimesiyle yükselen debisinden dolayı bahar

aylarında geçit vermeyen Melet Irmağı, çoğu kez öteki zamanlarda uysallığını korumaktadır. Ayrıca havzanın güney yönde İnan-Turan flora bölgesine iyice sokulmuş olması alanın ekolojik önemini daha da artırmaktadır. nemli orman ağacı türlerimizden biri olan ladin, en batı yayılışını bu havzada yapmakta ve buradan daha batıya geçememektedir. Havzada Kuzeygney yöndeki geçişin Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki diğer havzalara oranla daha tedrici oluşu sahil kesiminde yetişen nemcil bitkilerin i kesimdeki kurakil bitkiler ile yer yer aynı alanlarda görülmesine neden olmakta, bu da alanı ekolojik yönden önemli kılmaktadır. Topçam Barajı ve Hidroelektrik santrallerinin yapımına kadar sadece olta ve serpme balıkcılığı yapılabildiğinden, uzun yıllar ülke ekonomisine hiçbir katkısı olmayan Melet Irmağı'nda alternatif turizm seçenekleri açısından önemli sayılabilecek olanaklar mevcuttur. nceki yıllarda Melet Irmağı vadisinin kenarlarındaki sarp arazilerin önemli bir bölümü karma ormanlarla kaplı olmasına karşın, günümüzde buralar yasa dışı yollarla fındık bahçelerine dönüştürülmüştür (61, 62).

#### **2.4.2. Melet Havzası İklım zellikleri**

Melet Havzasında yağış kıyı kesiminden içerilere doğru sokulduğu azalmaktadır. Bu havzanın topoğrafik yapısının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Orta havzadaki dağlar denizden gelen nemli havanın içeri kesimlere sokulmasını engellemektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki diğer havzaların Karadeniz ardı kısımları ile karşılaştırdığımızda, Melet Havzasının Karadeniz ardı kısmı (Mesudiye ve Yöresi) daha fazla yağış almaktadır. Sözgelimi Doğu Karadeniz Bölgesi Karadeniz ardı kesimlerinden Gümüşhane'de 445 mm, Yusufeli'nde ise 160 mm yıllık ortalama yağış bulunmaktadır. Oysa Melet Havzasında 540 mm yıllık ortalama yağış gözlenmektedir. Melet Havzasında yıllık yağışta görülen bu artışın başlıca nedeni özellikle Melet'in batısından itibaren dağ silsilelerinin ykseltilerindeki azalma sonucu denizden gelen nemli havanın biraz daha iç kesimlere sokulabilmesi ve buralara yağış bırakmasıdır (61, 62).

#### **2.4.3. Melet Irmağı evre Sorunları**

En büyük evre sorunlarından olan su kirliliğinin önemi, ülkemizde de gün geçtikçe artmaktadır. Akarsularımız özellikle antropojenik aktiviteler sonucu (tarımsal faaliyetler, evsel ve endüstriyel katı atıklar ve atık sular, çarpık kentleşme, kötü havza kullanımı, kum-çakıl ocakları gibi akarsu yataklarına yapılan müdahaleler vb.) hızla kirlenmiş ve çoğu doğal özelliğini kaybetmiştir. Şekil 2.6'da görüldüğü gibi, Orta

Karadeniz ile Doğu Karadeniz'i birbirinden ayıran ve bölgenin en büyük akarsularından biri olan Melet Irmağı Ordu kenti için önemli bir tatlı su kaynağıdır. Ancak, Melet Irmağı yukarıda belirtilen çeşitli baskılar altındadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan “Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu’na göre, Ordu’da öncelikli çevre sorunları arasında birincisi atıklar, ikincisi ise su kirliliğidir. Atıkların öncelikli sorun olmasının nedeni; düzensiz depolama yapılması, evsel katı atıkların deniz ve akarsulara dökülmesidir. Rapora göre, yüzey sularının muhtemel kirlenme nedeni ise evsel atık sular ve evsel katı atıklar olup, Melet Irmağı’nın 2. kalite su sınıfında olduğu bildirilmiştir. Son yıllarda Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki akarsularda sayıları hızla artan akarsu tipi HES’ler ise aşağı havzada kirlilik yükünün daha da artmasına yol açmaktadır. İçinde bulunduğumuz ılıman iklim kuşağında yağışların buharlaşmadan daha az olması da bu sistemlerde olumsuz etki yapmaktadır (44, 45).



Şekil 2.6. Melet Irmağı

Çalışmada kullanılan sediment örnekleri için seçilmiş istasyonlar toplu bir biçimde Şekil 2.7.’de gösterilmektedir. Şekil 2.8.’de 1 ve 2 nolu istasyonlar birlikte görülmektedir. 1. istasyon Çoruh Nehri’nin Artvin ili Deriner Barajına döküldüğü bölge (Şekil 2.9.) ve 2. istasyon Çoruh Nehri’nin Artvin- Borçka karayolu 9. km noktasıdır (Şekil 2.10.). Şekil 2.11.’de 3 ve 4 nolu istasyonlar birlikte görülmektedir. 3. istasyon Harşit Çayı’nın Giresun ili Doğankent çıkış bölgesi (Şekil 2.12.) ve 4. istasyon Harşit Çayı’nın Giresun ili Tirebolu ilçesindeki Karadeniz’e dökülen

bölgesidir (Şekil 2.13.). Şekil 2.14.'de 5 ve 6 nolu istasyonlar birlikte görülmektedir. 5. istasyon Melet Irmağı'nın Ulubey ilçesi güney sınırında yer alan HES santral inşaat alanı (Şekil 2.15.) ve 6. istasyon Melet Irmağı'nın Ordu şehir merkezi yakınındaki Karadeniz'e döküldüğü bölgesinin (Şekil 2.16.) üst 5 cm'lik sediment tabakasından alınmıştır.



Şekil 2.7. İstasyonların genel gösterimi



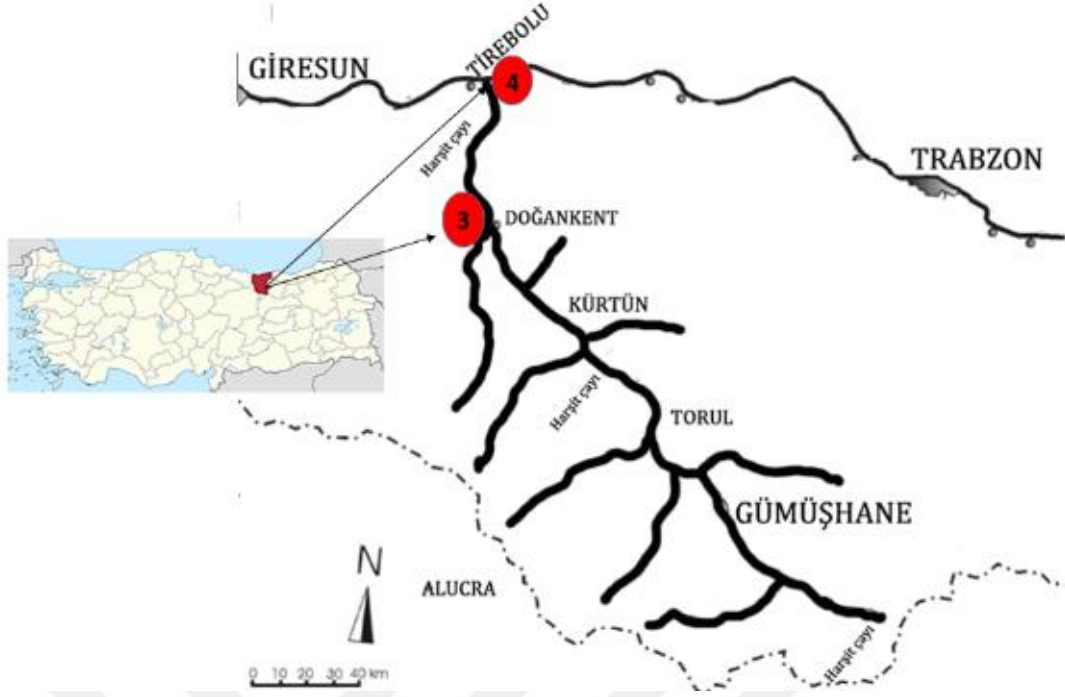
Şekil 2.8. Çoruh Havzası (1 ve 2 nolu istasyonlar)



Şekil 2.9. Bir nolu istasyon-Deriner barajı başlangıcı



Şekil 2.10. İki nolu istasyon-Artvin çıkış



Şekil 2.11. Üç ve dört nolu istasyonlar (Harşit Çayı)



Şekil 2.12. Üç nolu istasyon (Doğankent-Harşit Çayı)



Şekil 2.13. Dört nolu istasyon (Tirebolu-Harşit Çayı)



Şekil 2.14. Beş ve altı nolu istasyonlar (Melet Irmağı)



Şekil 2.15. Beş nolu istasyon (Ulubey)



Şekil 2.16. Altı nolu istasyon (Ordu)

## **2.5. Araştırma Materyali**

### **2.5.1. Toprak Örneklerinin Temini ve Hazırlık Süreci**

Araştırmada kullanılan numune kapları sahaya çıkmadan bir gün önce sırası ile asit banyosu (%1-2 HCl) ve saf sudan geçirildi. Daha sonra saf su ile çalkalanan numune kapları etüvde kurutulmaya bırakıldı (46).

Sediment örnekleri belirtilen istasyonların taban çamurundan üst 5 cm'lik tabakasından alındı. Farklı noktalardan alınan örnekler bir kap içinde karıştırılarak tek bir toplu örnek elde edildi. Sediment örnekleri aynı gün laboratuvara getirilerek 105 °C'de etüvde 24-48 saat süreyle tutularak kurutuldu. Kuruyan örnekler havanda dövülerek 40 numara elekten geçecek şekilde getirildi. Bu örnekler üzerinde 1:1 saf su ve toprak örneği karışımı hazırlanıp toprak pH'ı ölçümü pHmetre ile gerçekleştirildi.

### **2.5.2. Kullanılan Kimyasal Solusyonlar**

1N sodyum hidroksit (NaOH) hazırlanması: Manyetik karıştırıcı yardımıyla 1 litrelik balon joje içerisinde 40 g NaOH saf su ile 1 litreye tamamlandı.

1N standart hidroklorik asit (HCl) hazırlanması: Manyetik karıştırıcı yardımıyla 1 litrelik balon joje'de 87 ml derişik HCl saf su ile seyreltildi.



3N baryum klorür ( $BaCl_2$ ) hazırlanması: Manyetik karıştırıcı yardımıyla 1 litrelik balon jöje'de 126,7 g  $BaCl_2$  saf su ile seyreltildi.

Fenolftalein indikatör solüsyonu hazırlanması: Manyetik karıştırıcı yardımıyla 1gr fenolftalein disodyum tuzu balon jöjede saf su ile 200 ml 'e seyreltildi.

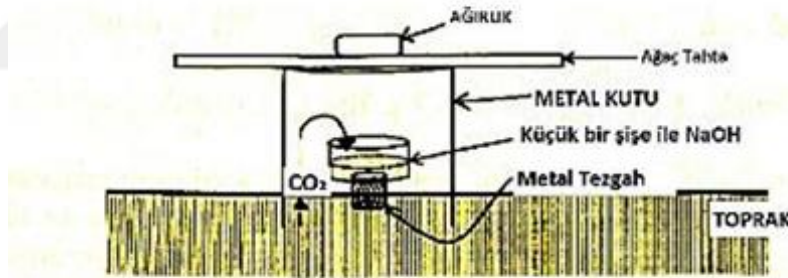
Titrasyon için Büret, Döküm ayak, Beherglas (100 ml), Dereceli silindir, Bağlama parçası, Fenolftaleyn (indikatör), Huni ve 1N Standart Hidroklorik asit (HCl) hazırlandı. Döküm ayağına bağlama parçası bağlandı. Bağlama parçasına temizlenmiş büret takıldı.

% Organik madde tayini 350 °C de 8 saat yakma fırınında tutarak hesaplandı.

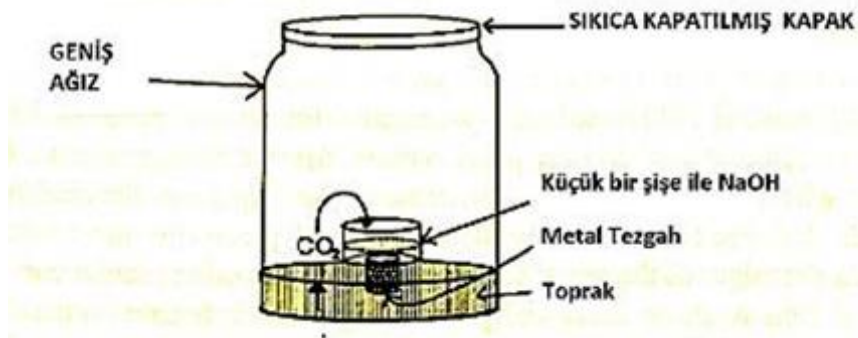
Ekman dreji ile toplanan örnekler bir kap içinde karıştırılarak tek bir toplu örnek elde edildi. Örnekleri denemeye tabi tutmadan önce mikroorganizmalarca aşılması amacıyla günlük olarak karıştırılarak bir hafta havayla temasa maruz bırakıldı.

Şekil 2.4'de görüldüğü gibi bu metot; hava almayan kavanozlara petri kabı içinde yerleştirilmiş 1N sodyum hidroksit (NaOH) ile topraktaki mikrobiyal solunumdan açığa çıkan karbondioksiti tutmaya dayanmaktadır (46).

### ARAZİ YÖNTEMİ

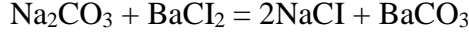
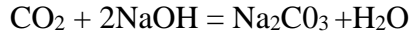


### LABORATUVAR YÖNTEMİ



Şekil 2.17. Sediment solunum ölçümü için hazırlanan kavanoz

Sodyum hidroksitle karbondioksitin reaksiyonundan oluşan sodyum karbonat, baryum klorit ile çökeltildi. Artan alkali standart 1.00 N hidroklorik asit ile titrasyona tabi tutuldu. Reaksiyonlar aşağıdaki gibidir:



Her kavanoza konulacak yaş sediment 25 g kuru toprak esasına göre toprak özkütlesi hesap edilerek bulundu.

$$\text{Özkütle (g/cm}^3\text{)} = (\text{Son ağırlık (g)} - \text{Tartılmış ağırlık (g)}) / \text{Hacim (cm}^3\text{)}$$

Yaklaşık çapı 5 cm, derinliği 3-4 cm olan kaplara (ya da petri kabı) 10 ml 1 N sodyum hidroksit (NaOH) konuldu. NaOH konulmuş kapların toprağa değmeden üstte durmasını sağlayan, topraktan çıkan karbondioksitin (CO<sub>2</sub>) geçişini engellemeyen delikli platform toprak üstüne konuldu. Topraksız boş solunum kavanozları metot boyunca kontrol olarak taşındı. Daha sonra 10 ml alkali solüsyon- NaOH kaplara aktarılıp bu kaplar platformun üstüne yerleştirildi. Topraklar karanlıkta inkübatör içinde 25°C'ta inkübe edildi. İnkübasyon sonrası kavanozdaki kap cımbız ile dışarı çıkarıldı. Çıkarılan kaptaki çökelti üstünde kalan solüsyon puar yardımıyla alınıp santrifüj tüplerine aktarıldı. Sodyum karbonat içeren alkali solüsyon 3 N baryum klorit ile 25 ml lik santrifüj tüpünde çökeltildi. Kalan sodyum hidroksit, çökeltiden 2500 rpm'de santrifüj edilerek ayrıldı. Toprak solunumundan oluşan karbondioksit aşağıdaki eşitlikten hesap edildi.

$$\text{CO}_2 \text{ (mg/g)} = \frac{(\text{B}-\text{V}) \text{ N } 22}{\text{W}}$$

Formülde;

B = Kontrol grubu için kullanılan NaOH (ml)

V = Titrasyonda kullanılan NaOH (ml)

N = Hidroklorik asitin normalitesi (1.00 N)

22 = CO<sub>2</sub>'nin eşdeğer ağırlığı

W = Deneme kavanozuna konulan çamurun kuru toprağa eş ağırlığı (g)

## 2.6. İstatistiksel Hesaplamalar

Birden çok değişkenin ayrı ayrı ele alınarak analiz edilmesi verilerin değerlendirilmesini zorlaştırabilir. Çünkü değişkenlerin ayrı ayrı analiz edilmesi, değişkenler arasındaki ilişkileri dikkate almamak demektir. Ancak gözlemlenen çok

sayıda değişken arasında az veya çok bir ilişkinin olması beklenmektedir. Bu amaçla “Çok Değişkenli Analiz Yöntemleri” geliştirilmiştir (47).

Farklı istasyonlardan alınan sediment örneklerinin solunum değerleri için istatistiksel analiz çeşitlerinden One Way ANOVA, faktör, korelasyon ve Cluster analizleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin İstatistiksel değerlendirilmesinde SPSS 22.00 paket programı kullanılmıştır.

### **2.6.1. Anova**

Anova analizi bir cevap üzerinde aynı anda işleyen farklı etkilerin hangisinin etkili olduğuna istatistiksel olarak karar vermek ve istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını test etmek için kullanılan bir yöntemdir (48). One way ANOVA en basit varyans analizidir. İki tane değişken vardır. Bunlardan birisi kategorik özellik gösteren bağımsız değişken ve diğeri de metrik özellik gösteren bağımlı değişkendir. One way ANOVA, bu gruplara göre, bağımlı değişkenlerdeki ortalamalar arasında fark olup olmadığını test eder (49). Tek yönlü varyans analizi, k bağımsız grup denemelerinden elde edilen nicel verilerin analizinde yararlanılan bir yöntemdir. Normal dağılım gösteren k toplumdaki alınan k bağımsız grup ortalamalarının birbirine eşitliğini test etmek için uygulanır. Varyans analizi sonucunda F test istatistiği önemli ise hangi grup ortalamalarının diğerlerinden farklı olduğunu, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını ortaya koymak gerekir. Bunun için varyansların eşit olması durumunda çoklu karşılaştırma testlerine başvurulmalıdır.

### **2.6.2. Korelasyon**

Faktör analizinin ilk aşaması değişkenler arasındaki korelasyonun belirlenmesidir. Korelasyon analizi değişkenler arasında ilişki olup olmadığını böyle bir ilişki tespit edildiğinde bunun yönünü ve gücünü belirler (50).

### **2.6.3. Faktör Analizi**

Faktör analizi, birbirleri ile ilişkili veri yapılarını birbirinden bağımsız ve daha az sayıda yeni veri yapılarına dönüştürmek, bir oluşumu ya da olayı açıkladıkları varsayılan değişkenleri gruplayarak ortak faktörleri ortaya koymak, bir oluşumu etkileyen değişkenleri gruplamak, majör ve minör faktörleri tanımlamak amacıyla başvurulan bir yöntemdir (51). Faktör analizi, veriler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok değişkenli bir istatistiksel analiz türüdür yani k değişkenli bir olayda birbiri ile ilişkili değişkenler bir araya getirilerek, az sayıdaki ortak, ilişkisiz değişken bulma yöntemidir (52). Faktör

analizi, ana bileşenler analizine benzeyen bir yöntemdir. Her iki yöntemde de veri indirgeme söz konusudur. Fakat faktör analizi değişkenleri gruplayarak ortak faktörler tanımlama özelliğine sahiptir (53). Faktör analizi için dört temel aşama söz konusudur. Bunlar; veri setinin faktör analizi için uygunluğunun değerlendirilmesi, faktörlerin elde edilmesi, faktörlerin rotasyonu ve faktörlerin isimlendirilmesidir (49). Faktör analizi yapmadan önce KMO (54) ve Bartlett.s sphericity (55) testleri uygulanmıştır. KMO testi örneklemin analiz için yeterli olup olmadığını açıklar. KMO 0 ile 1 arasında değer alır, 1'e ne kadar yakınsa örneklem o kadar faktör analizine uygundur. Bartlett testi değişkenler arasındaki korelasyonun yeterli olup olmadığına karar verir. Tüm korelasyon katsayıları sıfır olması boş hipotezini test eder. İstatistiksel analiz sonucunda p değeri  $<0.05$  ise, veri seti faktör analizi için uygundur.

#### **2.6.4. Kümeleme Analizi**

Çok değişkenli istatistiksel analizlerden kümeleme analizi; X veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen birimleri, değişkenleri ya da her ikisini birden, aralarındaki benzerlik ya da farklılık ölçütlerinden yararlanarak homojen gruplara bölmek amacı ile kullanılır (56). Kümeleme Analizinde birbirine benzeyen elemanların ya da değişkenlerin oluşturduğu kümelerin belirlenmesi istenir (57).

### 3.ARAŞTIRMA BULGULARI

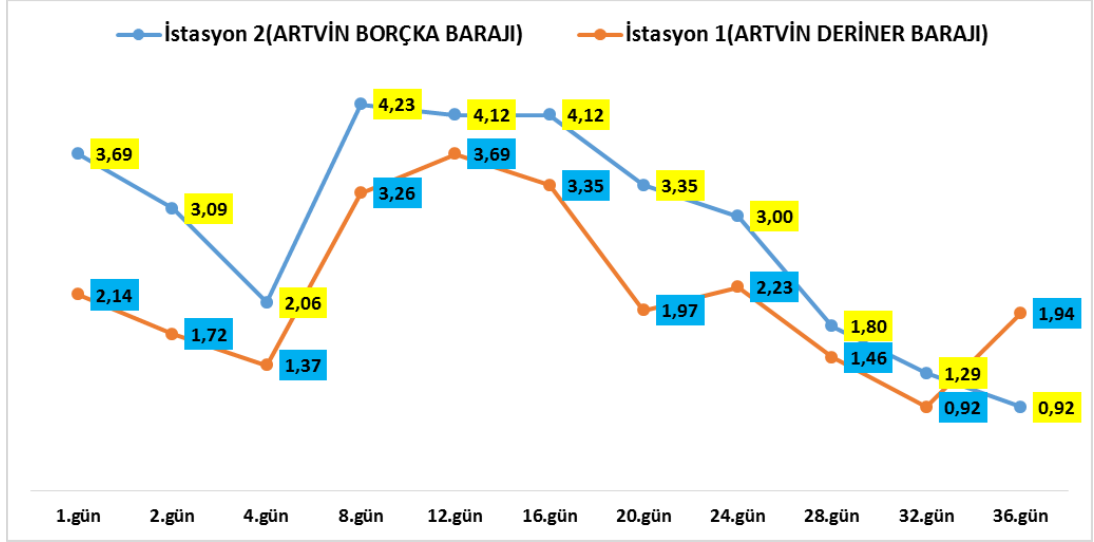
Çoruh Nehri, Melet Irmağı ve Harşit Çayı için seçilen 6 farklı istasyonlardan alınan sediment örneklerinden elde edilen solunum değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

#### 3.1. Çoruh Nehrine Ait Sediment Solunum Değerleri

Çoruh Nehri üzerinde seçilen 1 ve 2 nolu istasyonların solunum değerleri Tablo 3.1, Tablo 3.4 ve Şekil 3.1’de verilmiştir. Görüldüğü gibi, ilk 4 gün düşme eğilimi gösterdiği, 4. günden itibaren her iki istasyonda yükselme eğilim gösterdiği; 16. günden itibaren her iki istasyonun solunum değerlerinin düşme eğilimi gösterdiği, 1 nolu istasyonun 32. gün ve 2 nolu istasyonun 36. gün en düşük değere ulaştığı görülmektedir. 1 ve 2 nolu istasyonların 36. gün sonunda solunum değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında 2 nolu istasyonun solunum değerinin %31,5 fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 3.1. Çoruh Nehri 1 ve 2 nolu istasyonların solunum değerleri

Tarih	Ölçüm	1. istasyon (Çoruh Nehri) solunum değeri	2. istasyon (Çoruh Nehri) solunum değeri
18 Ekim	1. gün	2,14	3,69
19 Ekim	2. gün	1,72	3,09
21 Ekim	4. gün	1,37	2,06
25 Ekim	8. gün	3,26	4,23
29 Ekim	12. gün	3,69	4,12
3 Kasım	16. gün	3,35	4,12
7 Kasım	20. gün	1,97	3,35
11 Kasım	24. gün	2,23	3,00
15 Kasım	28. gün	1,46	1,80
19 Kasım	32. gün	0,92	1,29
23 Kasım	36. gün	1,94	0,92
Ortalama		2,19	2,88



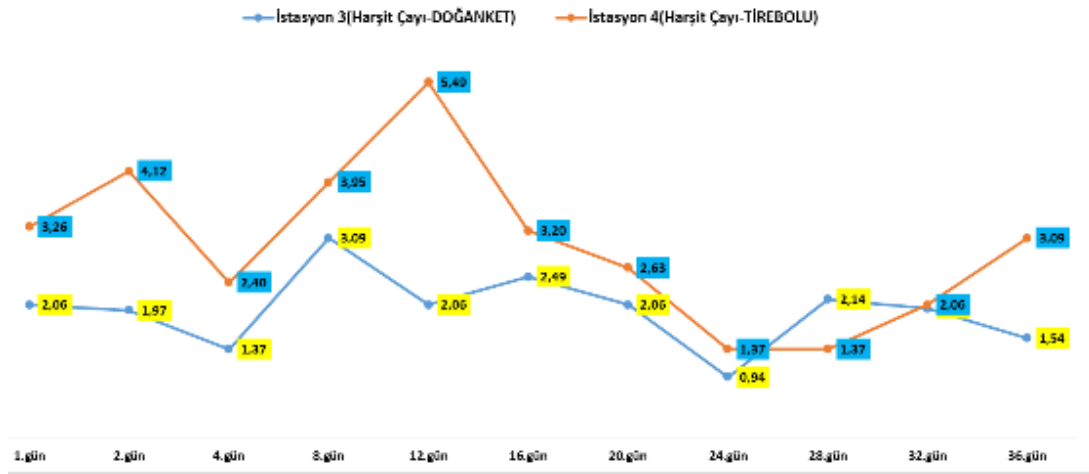
Şekil 3.1. Çoruh Nehri 1 ve 2 nolu İstasyonların Solunum Değerleri Grafiği

### 3.2. Harşit Çayı'na Ait Sediment Solunum değerleri

Harşit Çayı üzerinde seçilen 3 ve 4 nolu istasyonların solunum değerleri ilk 4 gün incelendiğinde Tablo 3.2, Tablo 3.4 ve Şekil 3.2'de görüldüğü gibi 3 nolu istasyonda sediment solunumunun düşme eğilimi gösterdiği ancak 4 nolu istasyonun solunum değerlerinde 2. gün artış görülmüştür. 4. günden itibaren her iki istasyonda yükselme eğilimi görülmektedir. 12. gün 4 nolu istasyonun solunum değeri en yüksek değerine ulaşırken, 8. gün 3 nolu istasyonun solunum değeri en yüksek değerine ulaşmıştır. 12. günden itibaren her iki istasyonun solunum değerlerinin düşme eğilimi gösterdiği görülmektedir. Tablo 3.2 incelendiğinde; 3 ve 4 nolu istasyonların 36. gün sonunda solunum değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında 4 nolu istasyonun solunum değerinin %51,7 fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 3.2. Harşit Çayı 3 ve 4 nolu istasyonların solunum değerleri

Tarih	Ölçüm	3. istasyon (Harşit Çayı) solunum değeri	4. istasyon (Harşit Çayı) solunum değeri
18 Ekim	1. gün	2,06	3,26
19 Ekim	2. gün	1,97	4,12
21 Ekim	4. gün	1,37	2,40
25 Ekim	8. gün	3,09	3,95
29 Ekim	12. gün	2,06	5,49
3 Kasım	16. gün	2,49	3,20
7 Kasım	20. gün	2,06	2,63
11 Kasım	24. gün	0,94	1,37
15 Kasım	28. gün	2,14	1,37
19 Kasım	32. gün	2,00	2,06
23 Kasım	36. gün	1,54	3,09
Ortalama		1,97	2,99



Şekil 3.2. Harşit Çayı 3 ve 4 nolu istasyonların solunum değerleri grafiği

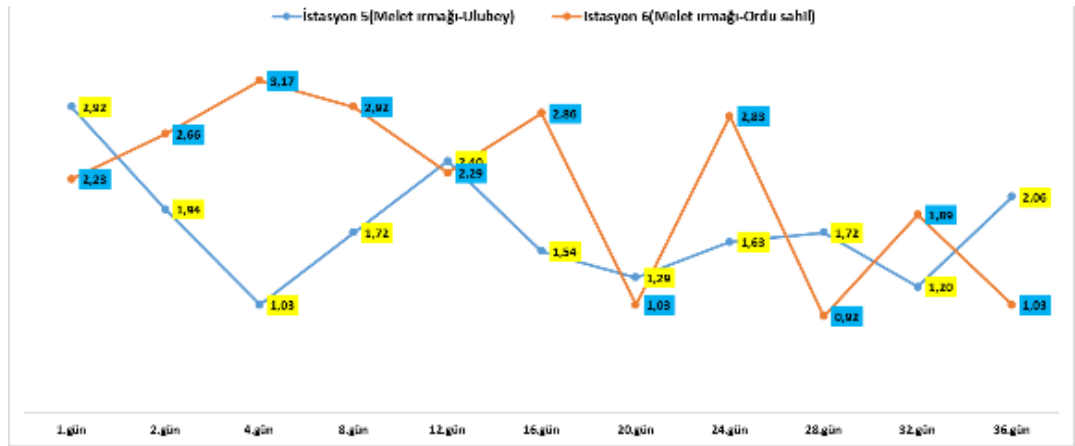
### 3.3. Melet Irmağı'na Ait Sediment Solunum Değerleri

Melet Irmağı üzerinde seçilen 5 ve 6 nolu istasyonların solunum değerleri Tablo 3.3 ve Şekil 3.3'de verilmiştir. İlk 4 gün incelendiğinde sediment solunum değeri 5 nolu istasyonda düşme eğilimi gösterdiği ancak 6 nolu istasyonun solunum değerlerinde artış gösterdiği görülmektedir. 5 nolu istasyonda 12. güne kadar artış görülmekte ve daha sonraki günlerde sediment solunum değerlerinin düşme eğilimde olduğu görülmektedir. 6 nolu istasyonun 16. ve 24. günlerde sediment solunum değerlerinin artış gösterdiği ve 20. ve 28. günlerde ise düşme eğilimi gösterdiği

görülmektedir. Tablo 3.3 ve Tablo 3.4 incelendiğinde; 5 ve 6 nolu istasyonların 36. gün sonunda solunum değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında 6 nolu istasyonun solunum değerinin %22,51 fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 3.3. Melet Irmağı 5 ve 6 nolu istasyonların solunum değerleri

Tarih	Ölçüm	5. istasyon (Melet Irmağı) solunum değeri	6. istasyon (Melet Irmağı) solunum değeri
18 Ekim	1. gün	2,92	2,23
19 Ekim	2. gün	1,94	2,66
21 Ekim	4. gün	1,03	3,17
25 Ekim	8. gün	1,72	2,92
29 Ekim	12. gün	2,40	2,29
3 Kasım	16. gün	1,54	2,86
7 Kasım	20. gün	1,29	1,03
11 Kasım	24. gün	1,63	2,83
15 Kasım	28. gün	1,72	0,92
19 Kasım	32. gün	1,20	1,89
23 Kasım	36. gün	2,06	1,03
Ortalama		1,77	2,17



Şekil 3.3. Melet Irmağı 5 ve 6 nolu istasyonların solunum değerleri grafiği



Tablo 3.4. Altı farklı istasyonun solunum değerlerinin toplu gösterimi

	İstasyon 1 (debi yüksek)	İstasyon 2 (debi düşük)	İstasyon 3 (debi yüksek)	İstasyon 4 (debi düşük)	İstasyon 5 (debi yüksek)	İstasyon 6 (debi düşük)
1.gün	2,14	3,69	2,06	3,26	2,92	2,23
2.gün	1,72	3,09	1,97	4,12	1,94	2,66
4.gün	1,37	2,06	1,37	2,40	1,03	3,17
8.gün	3,26	4,23	3,09	3,95	1,72	2,92
12.gün	3,69	4,12	2,06	5,49	2,40	2,29
16.gün	3,35	4,12	2,49	3,20	1,54	2,86
20.gün	1,97	3,35	2,06	2,63	1,29	1,03
24.gün	2,23	3,00	0,94	1,37	1,63	2,83
28.gün	1,46	1,80	2,14	1,37	1,72	0,92
32.gün	0,92	1,29	2,00	2,06	1,20	1,89
36.gün	1,94	0,92	1,54	3,09	2,06	1,03

### 3.4. pH Ölçüm Sonuçları

Çoruh Nehri, Melet Irmağı ve Harşit Çayı için seçilen 6 farklı istasyonlardan alınan sediment örneklerinden elde edilen pH ölçüm sonuçları Tablo 3.5’de gösterilmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde 4 nolu istasyonun pH değerinin en düşük, 1 nolu istasyonun pH değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. Evsel ve endüstriyel atıkların döküldüğü bölgelerden sonrasına ait olan 2, 4 ve 6 nolu istasyonların pH değerlerinin aynı bölgedeki diğer istasyona göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Tablo 3.5. Altı farklı istasyonun pH sonuç grafiği

pH	
İstasyon 1 (Artvin Deriner Barajı)	8,69
İstasyon 2 (Artvin Borçka Barajı)	8,48
İstasyon 3 (Harşit Çayı-Doğanket)	8,01
İstasyon 4 (Harşit Çayı-Tirebolu)	7,99
İstasyon 5 (Melet Irmağı-Ulubey)	8,46
İstasyon 6 (Melet Irmağı-Ordu Sahil)	8,31

### 3.5. Organik Madde Analiz Sonuçları

Çoruh Nehri, Melet Irmağı ve Harşit Çayı için seçilen 6 farklı istasyonlardan alınan sediment örneklerinden elde edilen organik madde analiz sonuçları tablo 3.6'de gösterilmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde 5 nolu istasyonun organik madde değerinin en yüksek, 2 nolu istasyonun en düşük olduğu görülmüştür.

Tablo 3.6. Altı Farklı İstasyonun Organik Madde Sonuç Grafiği

HAM KÜL TAYİNİ		
	ÖRNEK AĞIRLIĞI (G)	%KÜL
İstasyon 1 (Artvin Deriner Barajı)	2,000	4,12
İstasyon 2 (Artvin Borçka Barajı)	2,007	3,89
İstasyon 3 (Harşit Çayı-Doğanket)	2,012	4,87
İstasyon 4 (Harşit Çayı-Tirebolu)	2,007	4,16
İstasyon 5 (Melet Irmağı-Ulubey)	2,002	6,90
İstasyon 6 (Melet Irmağı-Ordu Sahil)	2,012	6,44

Bu sonuçlar incelendiğinde Çoruh Nehri üzerindeki debisi düşük olan istasyon 2'nin istasyon 1'e göre; Harşit Çayı üzerindeki debisi düşük olan istasyon 4'ün istasyon 3'e göre; Melet Irmağı üzerindeki debisi düşük olan istasyon 6'nın istasyon 5'e göre daha az oranda organik madde içerdiği görülmüştür.

### 3.6. SPSS Sonuçları

Çoruh Nehri, Melet Irmağı ve Harşit Çayı için seçilen 6 farklı istasyonlardan alınan sediment örneklerinin solunum değerleri için istatistiksel analiz çeşitlerinden One Way ANOVA, Faktör, Korelasyon ve Kümeleme analizleri yapılmıştır. Çok değişkenli istatistiksel analizlerin yapılması verilerin yorumlamasını kolaylaştırmaktadır.

#### 3.6.1. One Way ANOVA

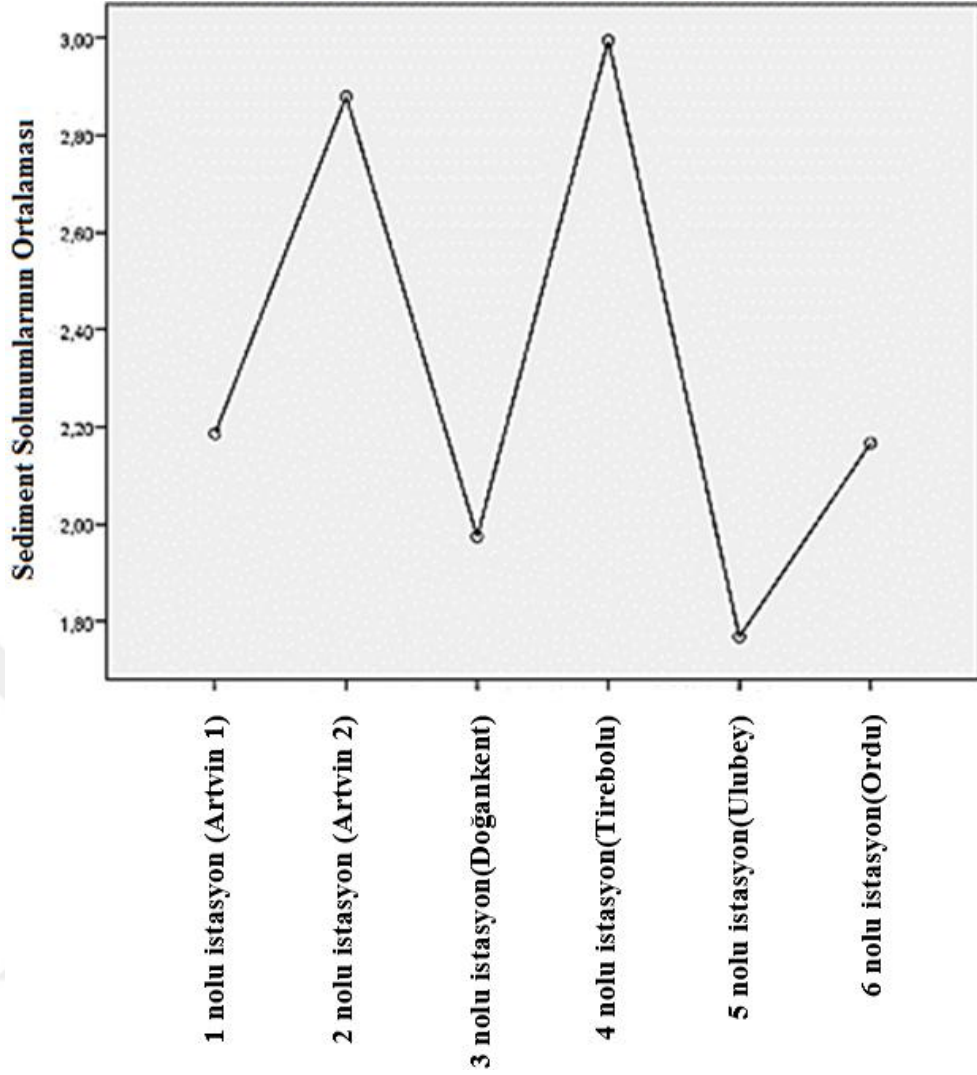
Anova analizi ikiden fazla bağımsız grubun ortalamalarının birbirinden farklı olup olmadığını test etmek için kullanılır. 6 farklı istasyon noktası arasında sediment solunumu değerleri arasındaki farklılıklarını belirlemek amacıyla yapılan One Way Anova analizine göre Tablo 3.7'de görüldüğü gibi %95 güven aralığında 4. istasyon ile 5. istasyon noktalarında  $p < 0.05$  olduğu için istatistiksel olarak homojen bir dağılım gösterilmediği ve anlamlı bir farkın olduğu anlaşılmıştır. Bu farkın ortaya çıkmasında Melet Irmağı 5 nolu istasyon olan Ulubey'den alınan örneğin bölgenin debisinin

yüksek olması ve Mesudiye ilçesi Topçam Barajındaki sediment oluşumu nedeniyle düşük olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3.7. Farklı istasyonlara ait toprak solunumu için yapılan one way analizi

(i) istasyon	(j) istasyon	Mean Difference (i-j)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.nolu istasyon arkin	2.nolu istasyon arkin2	-,69273	,39031	,489	-1,8417	,4563
	3.nolu istasyon doğankent	,21182	,39031	,994	-,9372	1,3608
	4.nolu istasyon irebolu	-,80818	,39031	,316	-1,9572	,3408
	5.nolu istasyon ulubey	,41818	,39031	,891	-,7308	1,5672
	6.nolu istasyon ordu	,02000	,39031	1,000	-1,1290	1,1690
2.nolu istasyon arkin2	1.nolu istasyon arkin	,89273	,39031	,489	-,4563	1,8417
	3.nolu istasyon doğankent	,90455	,39031	,203	-,2444	2,0535
	4.nolu istasyon irebolu	-,11545	,39031	1,000	-1,2644	1,0335
	5.nolu istasyon ulubey	1,11091	,39031	,064	-,0381	2,2599
	6.nolu istasyon ordu	,71273	,39031	,457	-,4363	1,8617
3.nolu istasyon doğankent	1.nolu istasyon arkin	-,21182	,39031	,994	-1,3608	,9372
	2.nolu istasyon arkin2	-,90455	,39031	,203	-2,0535	,2444
	4.nolu istasyon irebolu	-1,02000	,39031	,110	-2,1690	,1290
	5.nolu istasyon ulubey	-,20636	,39031	,995	-,9426	1,3554
	6.nolu istasyon ordu	-,19182	,39031	,998	-1,3408	,9572
4.nolu istasyon irebolu	1.nolu istasyon arkin	,80818	,39031	,316	-,3408	1,9572
	2.nolu istasyon arkin2	,11545	,39031	1,000	-1,0335	1,2644
	3.nolu istasyon doğankent	1,02000	,39031	,110	-,1290	2,1690
	5.nolu istasyon ulubey	1,22836 <sup>a</sup>	,39031	,030	,0774	2,3754
	6.nolu istasyon ordu	,82618	,39031	,290	-,3208	1,9772
5.nolu istasyon ulubey	1.nolu istasyon arkin	-,41818	,39031	,891	-1,5672	,7308
	2.nolu istasyon arkin2	-1,11091	,39031	,064	-2,2599	,0381
	3.nolu istasyon doğankent	-,20636	,39031	,995	-1,3554	,9426
	4.nolu istasyon irebolu	-1,22836 <sup>a</sup>	,39031	,030	-2,3754	-,0774
	6.nolu istasyon ordu	-,39618	,39031	,909	-1,5472	,7508
6.nolu istasyon ordu	1.nolu istasyon arkin	-,02000	,39031	1,000	-1,1690	1,1290
	2.nolu istasyon arkin2	-,71273	,39031	,457	-1,8617	,4363
	3.nolu istasyon doğankent	,19182	,39031	,996	-,9572	1,3408
	4.nolu istasyon irebolu	-,82618	,39031	,290	-1,9772	,3208
	5.nolu istasyon ulubey	,39818	,39031	,909	-,7508	1,5472

Şekil 3.4’de görüldüğü gibi 2.,4. ve 6. istasyonlar yoğun miktarda organik atık içerdiği için sediment solunum değerleri 1.,3. ve 5. istasyonlara göre daha yüksek değerde olduğu görülmektedir.



Şekil 3.4. İstasyonların solunum değerleri

### 3.6.2. Korelasyon

Bu analiz sonuçları değerlendirilirken Korelasyon değeri 1'e ne kadar yakın ise ilişkinin kuvvetli olduğu kabul edilir. Tablo 3.8'de görüldüğü gibi onaltıncı gün ile sekizinci gün arasında pozitif yönde (,929) kuvvetli bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Ayrıca yirminci gün ile sekizinci gün arasında da (,842) kuvvetli bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. Farklı istasyonlara ait toprak solunumu için yapılan korelasyon analizi

		BİRİNCİ GÜN	İKİNCİ GÜN	DÖRDÜNCÜ GÜN	SEKİZİNCİ GÜN	ONİKİNCİ GÜN	ONALTINCI GÜN	YIRMİNCİ GÜN	YIRMİDÖRDÜNCÜ GÜN	YIRMİSEKİZİNCİ GÜN	OTUZİKİNCİ GÜN	OTUZALTINCI GÜN
BİRİNCİ GÜN	Pearson Correlation	1	,668	,106	,429	,637	,375	,679	,257	,107	-,089	,134
İKİNCİ GÜN	Pearson Correlation	,668	1	,627	,650	,770	,457	,519	,078	-,310	,532	,371
DÖRDÜNCÜ GÜN	Pearson Correlation	,106	,627	1	,423	,219	,417	-,029	,503	-,754	,541	-,199
SEKİZİNCİ GÜN	Pearson Correlation	,429	,650	,423	1	,720	,929**	,842*	,275	-,012	,211	-,020
ONİKİNCİ GÜN	Pearson Correlation	,637	,770	,219	,720	1	,617	,700	,061	-,170	,021	,568
ONALTINCI GÜN	Pearson Correlation	,375	,457	,417	,929**	,617	1	,750	,568	-,132	-,082	-,240
YIRMİNCİ GÜN	Pearson Correlation	,679	,519	-,029	,842*	,700	,750	1	,097	,418	-,033	,053
YIRMİDÖRDÜNCÜ GÜN	Pearson Correlation	,257	,078	,503	,275	,061	,568	,097	1	-,504	-,398	-,645
YIRMİSEKİZİNCİ GÜN	Pearson Correlation	,107	-,310	-,754	-,012	-,170	-,132	,418	-,504	1	-,108	-,051
OTUZİKİNCİ GÜN	Pearson Correlation	-,089	,532	,541	,211	,021	-,082	-,033	-,398	-,108	1	,172
OTUZALTINCI GÜN	Pearson Correlation	,134	,371	-,199	-,020	,568	-,240	,053	-,645	-,051	,172	1

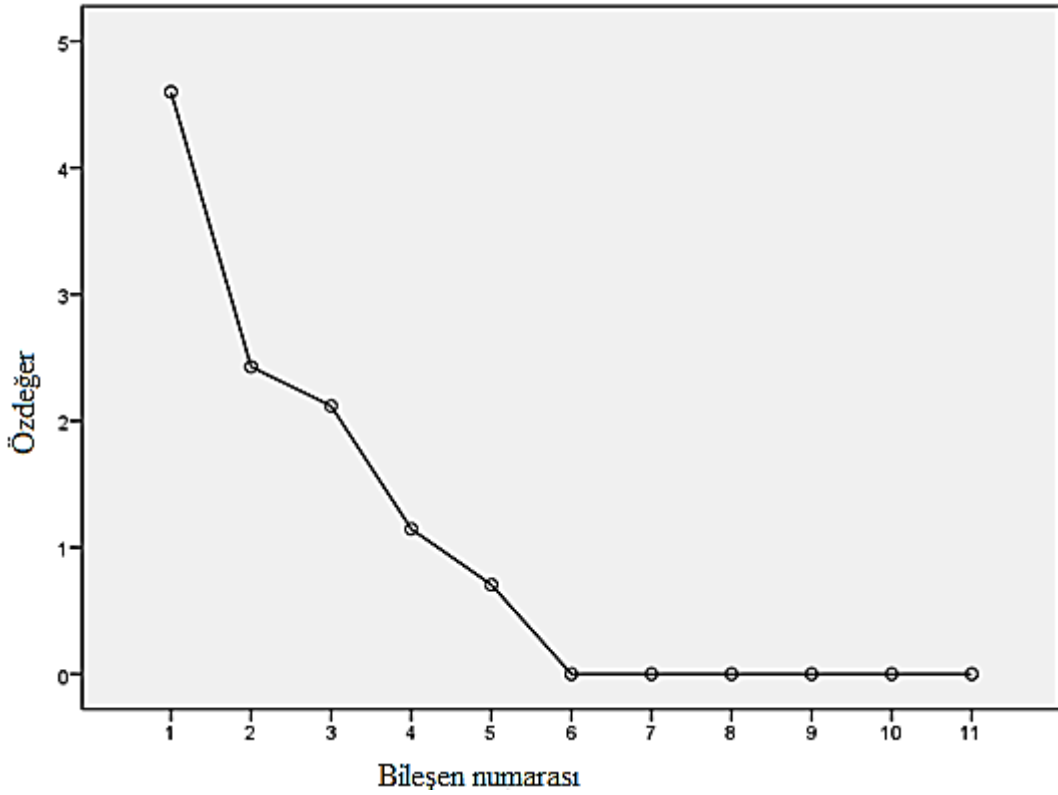
\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).  
\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### 3.6.3. Faktör Analizi

Faktör analizi, veriler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok değişkenli bir istatistiksel analiz türüdür. Faktör analizi sonucunda, öz değeri  $>1$  olan ve her birinin toplam varyansa oranı gittikçe azalan 4 faktör belirlenmiştir. Tablo 3.9'da görüldüğü gibi ilk faktör ( $F_1$ ) toplam varyansın %41,824'ünü, ikinci faktör ( $F_2$ ) 'de toplam varyansın %22,076'sını, üçüncü faktör %19,257 ve dördüncü faktör %10,423 oluşturmuştur. Çalışma sonunda parametrelerin çoğunun 1.faktörde toplanması, organik atık miktarı ile sediment solunumu arasında ilişkiyi göstermektedir. Çizgi eğim grafiği, temel veri yapısının bileşen sayısını belirlemek için kullanılır. Grafikte dikey eksen öz değeri yatay eksen ise faktörleri gösterir. Grafik faktörlerin öz değerleriyle eşleştirilmesi sonucunda bulunan noktaların birleştirilmesiyle elde edilir. Grafikte yüksek ivmeli hızlı düşüşlerin yaşandığı faktör önemli faktör sayısını verir. Yatay çizgiler faktörlerin getirdikleri ek varyansların katkılarının birbirine yakın olduğunu gösterir. Şekil 3.5'e bakıldığında öz değeri  $>1$  olan 4 bileşen görülmektedir.

Tablo 3.9. Faktör analizinde açıklanan varyans tablosu

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,601	41,824	41,824	4,601	41,824	41,824
2	2,428	22,076	63,900	2,428	22,076	63,900
3	2,118	19,257	83,157	2,118	19,257	83,157
4	1,147	10,423	93,580	1,147	10,423	93,580
5	,706	6,420	100,000			
6	1,284E-16	1,167E-15	100,000			
7	8,712E-17	7,920E-16	100,000			
8	3,021E-17	2,747E-16	100,000			
9	-3,387E-18	-3,079E-17	100,000			
10	-7,752E-17	-7,047E-16	100,000			
11	-1,737E-16	-1,579E-15	100,000			



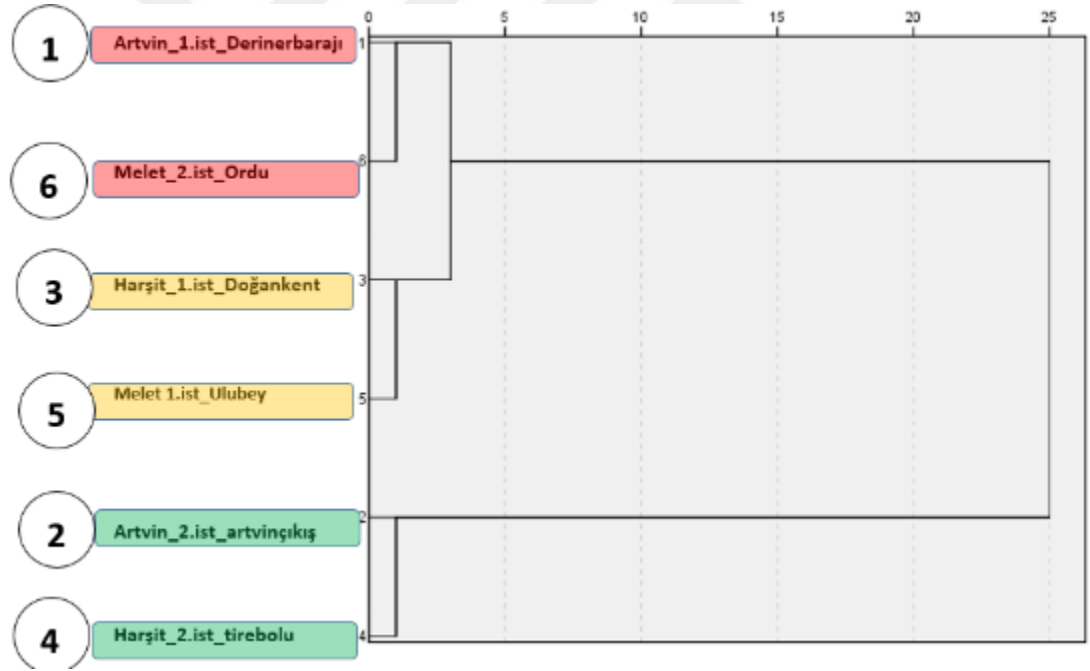
Şekil 3.5. İstasyonların yamaç eğim grafiği (Scree plot)

### 3.6.4. Kümeleme (Cluster) Analizi

Seçilen 6 farklı istasyonun 36 gün süresince yapılan 11 ölçüm sonucunda sediment solunum değerleri kullanılarak kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analiziyle aynı küme içerisinde yer alan istasyonların benzer kaynaklardan etkilendiği anlaşılmaktadır. Çalışmamızda yaptığımız kümeleme analizinde Şekil 3.6'da görüldüğü gibi 1. ve 6. istasyonlar birinci kümeyi, 3. ve 5. istasyonlar ikinci kümeyi ve 2. ve 4. istasyonlar üçüncü kümeyi oluşturmuştur. Bu bağlamda oluşan birinci (1. ve 6.ist.) ve ikinci (3. ve 5.ist.) birbirine yakın özellikler gösterdiği için bir üst kümeyi

oluşturmuştur. Üçüncü (2. ve 4.ist.) küme ayrı bir küme olarak ele alınmıştır. Bu durum birinci ve ikinci grubun organik atık yükü bakımından birbirine yakınlığını göstermektedir.

1 nolu istasyon Çoruh Nehri'nin getirmiş olduğu atıkların oluşturduğu sedimenti taşımakta; 6 nolu istasyon Melet Irmağı'nın taşımış olduğu yoğun kanalizasyon atıklarının oluşturduğu sedimenti taşımakta olup bu özellikleriyle 1 ile 6 nolu istasyonlar yakın özellik gösterdiğinden bir grup kabul edilmiştir. 3 nolu istasyon Harşit Çayı Doğan kent bölgesi ile 5 nolu istasyon Melet Irmağı Ulubey bölgesinin sediment açısından fakir olması ve her iki nehrin debisinin yüksek olması dolayısıyla düşük oranda sediment solunum değeri gösterdiği ve bir grup oluşturduğu görülmektedir. 2 nolu istasyon Artvin şehir merkezinden 10 km ileri bir noktadır. 4 nolu istasyon Harşit Çayı'nın denize döküldüğü Tirebolu şehir merkezindeki bir noktadır. 2 nolu istasyon Artvin iline ait atıkları ve 4 nolu istasyonun Tirebolu ilçesine ait atıkları yoğun biçimde içermektedir.



Şekil 3.6. İstasyonların kümeleme analizi sonuçları

## 4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Toprak karasal ekosistemlerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan dinamik varlıktır. Toprağın yapısını inorganik maddeler, ayrılmış organik maddeler, canlılar (mikroorganizmalar) ve gazlar oluşturmaktadır (4). Topraktaki metabolik faaliyetler mikroorganizmalar tarafından yürütülmektedir. Bu faaliyetler sırasında organik bileşikler inorganik forma dönüştürülür (10,11). Bu faaliyetler sırasında oluşan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) karbonun temel yapı taşı olduğunu ve yeryüzündeki yaşam süreçlerinin temelinde yer aldığını göstermektedir (7). Toprak kalitesi ve toprak sağlığı terimleri birbirinin yerine kullanılan kavramlardır. Bilim dünyası “toprak kalitesi” terimini, üreticiler ise “toprak sağlığı” terimini kullanırlar (29). Toprak kalitesi/sağlığı hakkında yapılacak çalışmalarda tek bir gösterge sağlıklı olmayacaktır (58). Araştırmacılar tarafından topraktaki mikrobiyal faaliyeti (aktiviteyi) belirleyebilmek için topraktaki sediment solunumunu sıklıkla kullanılmaktadır. Sediment solunumu, toprakların belirli bir süre kapalı kavanozda inkübasyona tabi tutulmasıyla belirlenir. İnkübasyon sonunda açığa çıkan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) sodyum hidroksit ile yakalanır ve hidroklorik asit (HCl) ile titre edilir (26, 27).

### 4.1. Sonuçların Değerlendirilmesi

Çoruh Nehri, Harşit Çayı ve Melet Irmağı için seçilen 6 farklı istasyonlardan alınan sediment örneklerinden elde edilen sediment solunum düzeyleri, organik madde miktarı ve pH değerleri ölçülerek bu bölgelere ait evsel ve endüstriyel atıkların oluşturacağı sediment karşılaştırılmıştır. Sediment solunum değerleri karşılaştırıldığında ilk dört gün 1., 2., 3. ve 5. istasyonlar da düşüş görülmekte olduğu ancak 4. ve 6. istasyonlar da ise artış görüldüğü tespit edilmiştir. İlk dört istasyonda 4. günden itibaren sediment solunum değerlerinde yükselme eğilimi saptanmıştır. Ayrıca 3., 4., 5. ve 6. istasyonların sediment solunum değerleri 12. günden itibaren düşme eğilimi gösterirken; 1. ve 2. istasyonlar 16. günden itibaren düşme eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Sediment solunum ölçüm sonuçlarının ortalamalarının 36. gün sonunda karşılaştırıldığında Çoruh Nehri üzerindeki Artvin şehir merkezinin evsel ve endüstriyel atıklarını içeren 2 nolu istasyonun Deriner Barajı başlangıç bölgesi yakınlarındaki 1 nolu istasyona göre sediment solunum değerinin %31,5 fazla olduğu



görülmüştür. Bu farkın oluşmasında 1 nolu istasyonun debisinin yüksek olmasının ve 1 nolu istasyona göre 5 km geride bulunan Artvin barajının etkili olduğu görülmektedir.

Harşit Çayı üzerindeki Tirebolu ilçesinin evsel ve endüstriyel atıklarını içeren 4 nolu istasyonun Giresun ili Doğankent ilçesi yakınlarındaki 3 nolu istasyona göre sediment solunum değerinin %51,7 fazla olduğu görülmüştür. Bu farkın oluşmasında 3 nolu istasyonun debisinin yüksek olmasının ve Doğankent ilçesindeki HES bölgesinin etkili olduğu görülmektedir.

Melet Irmağının denize döküldüğü bölgede bulunan, evsel ve endüstriyel atıkları içeren 4 nolu istasyonun Ordu ili Ulubey ilçesi yakınlarındaki 5 nolu istasyona göre sediment solunum değerinin %51,7 fazla olduğu görülmüştür. Bu farkın oluşmasında 5 nolu istasyonun debisinin yüksek olmasının ve Mesudiye ilçesinde bulunan Topçam barajının etkili olduğu görülmektedir.

pH ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında evsel ve endüstriyel atıkların döküldüğü bölge yakınlarındaki 2, 4 ve 6 nolu istasyonların pH değerlerinin aynı bölgedeki diğer istasyonlara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Sediment solunum değerlerinin yüksek görüldüğü bölgelerde pH değerinin daha düşük değerlerde olduğu görülmektedir.

#### **4.2.Sediment Solunum Yöntemi İçeren Çalışmalar**

“Sodyum nitrat uygulamasının toprak havuzlardaki taban sedimentlerine etkileri” adlı çalışmada toprak havuzlarda azot gübrelerinin, havuz taban toprağına etkileri toprak solunumu yöntemi ile ölçülmüştür. Kara toprak sediment solunum değeri kumlu toprak sediment solunum değerinden daha yüksek (yaklaşık iki katı) olduğu görülmüştür. Ölçümlerin 25°C de, 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 ve 46. günlerde yapılmış olması tarafımızdan yapılan ölçüm yöntemi benzerlik arz etmektedir. Ayrıca çalışmanın laboratuvar ortamında toprak solunum çemberleri ile yapması benzerlik arz etmektedir (59).

“Zeolite Uygulamasının Sediment Solunumuna Etkisi” adlı çalışmada toprak havuzlarda zeolite uygulamasının, havuz taban toprağının solunumuna potansiyel etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış ve toprak solunum çemberleri kullanılmıştır. Ortalama solunum miktarları uygulanan zeolite miktarındaki artışa paralel bir artış sergilemiştir. Toprak solunumu tüm kavanozlarda en fazla birinci ve ikinci gün olmuş ancak daha dördüncü gün hızla azalmıştır. Toprak solunum oranları 12. güne kadar

azalmaya devam etmiştir. Ölçümlerin yapıldığı günler, laboratuvar ortamında toprak solunum çemberlerinin tercih edilmesi tarafımızdan yapılan ölçüm yöntemi benzerlik arz etmektedir (60).

Bolat ve arkadaşları (61) tarafından yapılan bir çalışmada toprak solunum ölçümleri 1 yıl süresince her ay (kar örtüsü olan aylar hariç) soda-kireç yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada karbondioksiti ( $CO_2$ ) absorbe etme özelliğine sahip olan  $NaOH + Ca(OH)_2$  kullanılmıştır. Tezimiz için yaptığımız sediment solunumu ölçümlerinde karbondioksiti ( $CO_2$ ) absorbe etme için sadece  $NaOH$  kullanılması ve toprak örneklerinin arazi yerine laboratuvar ortamında inkübe edilmesi farklılık arz etmektedir. Akasya ağaçlarının fazla olduğu bölgeye oranla daha çok karbon depolama özelliğine sahip olan çayırılık alanlarda toprak solunumu verileri daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Tüfekçioğlu ve arkadaşları (62) tarafından yapılan bir çalışmada ölü örtü ve toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C, N ve P içerikleri ile mikrobiyal solunumun meşcere tiplerine ve mevsimlere göre değişiklik gösterdiği belirlemiştir. Özellikle sonbahar mevsiminde mikrobiyal solunum değerinin ilkbahar mevsiminden yüksek olması mikrobiyal solunum ile toprakta biriken sediment arasındaki ilişkiyi göstermesi açısından önemlidir.

Sonuç olarak; bu çalışmada 6 farklı istasyonda 36 gün süresince yapılan 11 ölçüm sonucunda, kümeleme analiziyle de elde edilen veriler değerlendirildiğinde, aynı küme içerisinde yer alan istasyonların benzer kaynaklardan etkilendiği anlaşılmaktadır. Buna göre, en yüksek benzerlik birinci kümeyi oluşturan 1. istasyon (Çoruh Nehri) ile 6. istasyon (Melet Irmağı) arasında görülmüştür. 3. istasyon (Harşit Çayı) ile 5. istasyon (Melet Irmağı) ikinci kümeyi, 2. istasyon (Çoruh Nehri) ile 4. istasyon (Harşit Çayı) üçüncü kümeyi oluşturmuştur. Bu bağlamda oluşan 1. istasyon (Çoruh Nehri) ile 6. istasyon (Melet Irmağı) ve ikinci kümeyi kapsayan mevkiiler birbirine yakın özellikler gösterdiği için bir üst kümeyi oluşturmuştur. 2. ve 4. istasyonların oluşturduğu küme yoğun miktarda evsel atık içermesi ve debisinin düşük olması nedeniyle bu üst gruptan ayrılmıştır. Bu durum birinci ve ikinci grubun organik atık yükü bakımından birbirine yakınlığını göstermektedir.

## KAYNAKLAR

1. Çolak, A.K., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 98, Adana
2. Atalay, İ., 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, Meta Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, 584 s.
3. Berg, B. ve McClaugherty, C.A., 2003. Plant Litter. Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration, Springer, USA
4. Bauhus, J.D., Pare, D. ve Cote, L., 1998. Effects of tree species, stand age, and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 1077–1089.
5. Brady, N.C., 1990. The Nature and Properties of Soils. 10th Ed. New York: Macmillan, 621 pp
6. Cleveland, C.C., Townsend, A.R., Constance, B.C., Ley, R.E. ve Steven, K.S., 2004. Soil microbial dynamics in Costa Rica: seasonal and biogeochemical constraints. *Biotropica*, 36 (2):184–195.
7. Gregorich, E.G., Carter, M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M. ve Ellert B.H., 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74:367–385.
8. Jenny, H., 1980. The Soil Resource: Origin and Behavior. Ecological Studies 37, Springer Verlag, New York, 377 pp.
9. Kantarcı, M.D., 2000. Toprak İlimi, İstanbul Üniversitesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
10. Kara, Ö. ve Bolat, İ., 2007. Impact of alkaline dust pollution on soil microbial biomass carbon. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31 (3): 181–187.
11. Lal, R., Sustainable land use systems soil resilience. In: *Soil Resilience and Sustainable Land Use*, eds. D.J. Greenland and I. Szabolcs, CAB International, Wallingford, UK, pp. 41-67.

12. Luo, Y. ve Zhou, X., 2006. Soil Respiration and The Environment. Academic Press; 1 edition, 328 pp.
13. Priha, O., Grayston, S.J., Pennanen, T., Smolander, A., 2001. Microbial activities related to C and N cycling and microbial community structure in the rhizospheres of *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula pendula* seedlings in an organic and mineral soil, *FEMS Microbiology and Ecology* 30, 187–199.
14. Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., ve Kaptan, H., 2001 Toprak Bilimi. ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 73, Ders Kitapları Yayın No. A-16, 5. Baskı, Adana, 816s.
15. Lossaint, P., 1973. Soil-vegetation relationships in Mediterranean ecosystems of southern France, In: F. Castri, H.A. Mooney (Eds.), *Mediterranean Type Ecosystems Origin and Structure*, Heidelberg, New York, pp.199–210.
16. Parkinson, D. ve Coleman, DC., 1991. Microbial communities, activity and biomass. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34: 3–33.
17. Plaster, EJ., 1992. *Soil Science and Management*. Second Edition. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA, 514 pp.
18. Sparling, GP., 1997. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: *Biological indicators of soil health*, eds. C Pankhurst, BM Doube and VVSR Gupta, CAB International, Wallingford, pp. 97-119
19. Jonasson, S., Michelsen, A. ve Schmidt, IK., 1999. Coupling of nutrient cycling and carbon dynamics in the Arctic, integration of soil microbial and plant processes. *Applied Soil Ecology*, 11: 135–146
20. Nielsen, M.N. ve Winding A. , et al. 2002. Microorganisms as indicators of soil health. National Environmental Research Institute,
21. Gardiner, DT. ve Miller, RW., 2008. *Soils in Our Environment*. Eleventh Edition. Pearson/ Prentice Hall, Upper Saddle Hill, New Jersey, 600 pp
22. Horwath, W., 2007. Carbon cycling and formation of soil organic matter. In: Paul, E.A. (Ed.), *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*. Academic Press, New York, pp.303–339
23. Bardgett, RD., 2005. *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*. Oxford University Press, Oxford, 242 pp
24. Nadelhoffer, KJ., Aber, JD. ve Melillo, JM., 1985 Fine roots, net primary productivity and soil nitrogen availability: a new hypothesis. *Ecology*, 66: 1377–1390.

25. Robertson, GP. ve Groffman, PM., 2007 Nitrogen transformations. In: Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry, ed. E.A Paul, Third Edition. Academic Press, New York. pp. 341-364
26. Kieft, T. L. ve Rosacker, L. L. 1991. Application of respiration-and adenylate-based soil microbiological assays to deep subsurface terrestrial sediments. Soil Biology and Biochemistry 23.6: 563-568.
27. Alef, K. ve Nannipieri, P. 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic press.
28. Doran, JW. ve Parkin, TB., 1994. Defining and assessing soil quality. In: Defining Soil Quality for a Sustainable Environment, eds. JW Doran, DC Coleman, DF Bezdicek, and BA Stewart, Soil Science Society of America Special Publication, number.35: pp. 3–21
29. Harris, RF. ve Bezdicek, DF., 1994. Descriptive aspects of soil quality/health. In: Defining soil quality for a sustainable environment, eds. JW Doran, DC Coleman, DF Bezdicek, and BA Stewart, Soil Science Society of America Special Publication 35, Madison, WI, pp. 23-35.
30. DSİ 26. Bölge Müdürlüğü- Artvin. <http://www.dsi.gov.tr/projeler/deriner-barajı>. Web adresinden 12 Kasım 2015 tarihinde edinilmiştir.
31. Boztuğ, D., Dere, T., Tayhan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Yıldırım, N.C., Önal, A.Ö., Danabaş, S., Ergin, C., Uslu, G. ve Ünlü, E., 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi ; 2 (2), 93-106
32. Yüksek, T. ve Ölmez, Z., 2002. Artvin Yöresinin İklim, Toprak Yapısı, Orman Alanları, Ağaç Serveti Ve Ormancılık Çalışmalarıyla İlgili Genel Bir Değerlendirme, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 2002:1 s.50-62
33. Sever, R., 2008. Türkiye Hidro-Elektrik Üretiminde Çoruh Havzası Enerji Yatırım Projeleri'nin Yeri ve Önemi, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, Su ve Enerji Konferansı Bildiriler Kitabı, 25-26 Eylül, Artvin
34. Sucu, S., Dinç, T., 2008. Çoruh Havzası Projeleri, TMMOB 2.Su Politikaları Kongresi. 33-38,

35. Özey, R., 1990, Gümüşhane ve Çevresindeki Kırsal Yerleşmelerin Başlıca Coğrafi Sorunları ve Çözüm Yolları, Geçmişte ve Günümüzde Gümüşhane, Haziran Gümüşhane, Bildiriler Kitabı, 307-383.
36. Kocaman, İ., 1994. Harşit Çayı Havzasında Yağış-Akış Karakteristikleri ile Erozyon ve Sediment Sorunlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
37. Nas, S.S., Saka, F. ve Bayram, A., Harşit Çayı'nda Çözünmüş Oksijen Profiline Mevsimsel Değişimi, 4. Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu, Aralık 2005, Eskişehir, Bildiriler Kitabı, 149-158.
38. Bayram, A., Kankal, M., Önsoy, H., Bulut, V.N., Harşit Çayı Hidrolik Yapılarının Askı Madde Hareketine Etkileri, VI. Ulusal Hidroloji Kongresi, Eylül 2010a, Denizli, Bildiriler Kitabı: 873-882.
39. Bayram, A., Önsoy, H., Komurcu, M.I. ve Bulut V.N., 2011. Effects of Torul Dam on Water Quality in the Stream Harsit, NE Turkey, Environmental Earth Sciences, DOI: 10.1007/s12665-011-1118-5
40. Bayram, A., Önsoy, H., Bulut, V.N. ve Tüfekçi, M., Evsel Atık Su Deşarjının Yüzeysel Su Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi: Harşit Çayı Örneği (Gümüşhane), 6. Kentsel Altyapı Sempozyumu, Ekim 2011h, Antalya, Bildiriler Kitabı: 427-438.
41. NAS, S.S., SAKA F. ve Bayram, A., 2004. Gümüşhane İli Katı Atık Depolama Alanı Sızıntı Sularının ve Hidrojeolojisinin İncelenmesi.
42. Bayram, A. ve Önsoy, H., Harşit Çayı'nda (Giresun – Tirebolu) Kum – Çakıl Ocağı İşletmelerinin Su Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi, 5. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, Eylül 2011'e, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 813-822
43. Anşin, R., 1980. Doğu Karadeniz Bölgesi Florası ve Asal Vejetasyon Tiplerinin Floristik İçerikleri, Doçentlik Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.
44. Anonim, Türkiye çevre sorunları ve öncelikleri değerlendirme raporu. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Yayın no: 23, Ankara, 2014
45. Taş ve diğ. 2015. Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda Su Kalitesinin Göstergesi Olan Epipelik Diyatomeler
46. Boyd, C. E., Tucker, C. S., 1992. Water quality and pond soil analyses for Aquaculture Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.

47. Arslan, H.; Yıldırım, D. 2011. Water quality assessment of the drainage canals in bafra plain using multivariate statistical analysis. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University. 28(2), 61-71.
48. Vega, M., Pardo, R., Barrado, E. ve Deban, L., 1998. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. Water Res.; 32,3581–3592.
49. Kalaycı, Ş., 2009. SPSS Uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. Asil Yayın Dağıtım. 426 pp.
50. Mahmood, A., Mugbool, W., Mumtaz, M.W. ve Ahmad, F. 2011. Application of Multivariate Statistical Techniques for the Characterization of GroundWater Quality of Lahore, Gujranwala and Sialkot (Pakistan), Pak. J. Anal. Environ. Chem. 12, 102-13.
51. Özdamar, K., 2002. Paket Programları İle İstatistiksel Veri Analizi- 2 (Çok Değişkenli Analizler), Kaan Kitapevi, Eskişehir,
52. Şengörür, B., ve İsa, D., 2001. Sakarya Nehri'ne ait su kalite gözlemlerinin faktör analizi.
53. Özdamar, K., 2001. SPSS ile Biyoistatistik. Kaan Kitapevi, Yayın No: 3-4, Baskı, ISBN:975-6787-03-1, 452 s
54. Kaiser, H., Psychometrika, 1970. 35,401 pp.
55. Bartlett, M.S., 1954. A note on the multiplying factors for various chi square approximations. Journal of Royal Statistical Society, 16(Series B), 296-298.
56. Özdamar, K., 2004. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi-2, 5. Baskı, Kaan Kitapevi, Eskişehir.
57. Yılmaz, V., 2009. Türkiye Akarsuları su kalitesi parametrelerinin çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Danışman: Büyükyıldız, M., T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
58. Pankhurst, CE., Doube, BM. ve Gupta, VVSR., 1997. Biological indicators of soil health:Synthesis. In: Biological Indicators of Soil Health. Eds. CE Pankhurst, BM Doube, and VVSR Gupta, CAB International, pp. 419–435.
59. Tepe, Y., 2005. Sodyum Nitrat Uygulamasının Toprak Havuzlardaki Taban Sedimentlerine Etkileri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 21, 3-4: 239-242

60. Tepe, Y. ve A. Ateş, 2004. Zeolite Uygulamasının Sediment Solunumuna Etkisi Türk Sucul Yaşam Dergisi, 2, 3: 287-291
61. Tüfekçioğlu, Aydın ve Güner, 2008. Artvin-Murgul yalancı akasya ağaçlandırmalarının odun üretimi, biyokütle, karbon depolama, toprak ıslahı ve erozyonu önleme yönlerinden araştırılması.
62. Bolat, İ., 2011. Kayın, Gök nar ve Gök nar-Kayın meşcerelerinde üst toprak ve ölü örtüdeki mikrobiyal biyokütle karbon (Cmic), azot (Nmic), fosfor (Pmic) ve mikrobiyal solunumun mevsimsel değişimi.





## ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Erzurum’da doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Artvin’de tamamladı. 1992 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünden Temmuz 1996’da mezun oldu. Aynı yıl Erzurum ili Oltu ilçesinde öğretmen olarak göreve başladı. Halen 2005 yılından beri Giresun Fen Lisesi’nde Biyoloji öğretmeni olarak görev yapmaktadır. 2014 yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans programında öğrenim görmeye devam etmektedir.

