



GİRESUN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BATLAMA DERESİ SU KALİTESİ VE KİRLİLİK DÜZEYİNİN
BELİRLENMESİ

HANDAN AYDIN

2015



GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BATLAMA DERESİ SU KALİTESİ VE KİRLİLİK DÜZEYİNİN
BELİRLENMESİ

HANDAN AYDIN

HAZİRAN 2015

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün Onayı

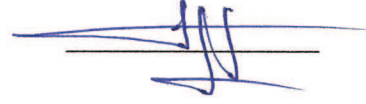
Doç. Dr. Kültüğün ÇAVUŞOĞLU

.../.../.....

Müdür

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

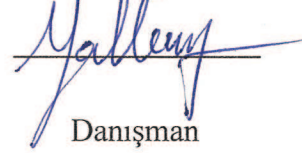
Prof. Dr. İhsan AKYURT



Anabilim Dalı Başkanı

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

Prof. Dr. Yalçın TEPE



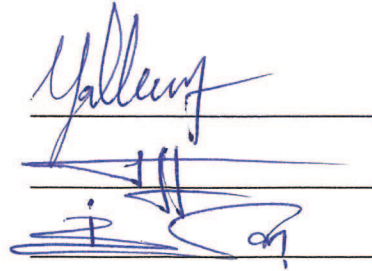
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Yalçın TEPE

Prof .Dr.İhsan AKYURT

Doç.Dr.Beyhan TAŞ



ÖZET

BATLAMA DERESİ SU KALİTESİ VE KİRLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

AYDIN, Handan

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Yalçın TEPE

HAZİRAN 2015, 74 Sayfa

Giresun il merkezinden denize dökülen Batlama Deresi'nin bazı su kalitesi parametreleri ve kirlilik durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmaya Haziran 2014 tarihinde başlanılmış ve Mayıs 2015 tarihinde sonlandırılmıştır. Çalışma 12 ay boyunca yürütülmüş olup, tespit edilen üç istasyondan su örnekleri aylık olarak toplanmıştır. Su kalitesi parametrelerinden; çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH, sıcaklık, tuzluluk, toplam çözünmüş madde (TDS), iletkenlik, spesifik iletkenlik, klorofil-a, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak azotu (TAN), amonyum (NH₄), amonyak (NH₃), toplam fosfor (TP), çözünebilir reaktif fosfor (SRP), askıda katı madde (AKM), Nitrat ve ayrıca toplanan örneklerden Sediment pH tayinleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin ortalama değerleri; çözünmüş oksijen 10,65 mgL⁻¹, oksijen doygunluğu %99,67, pH 8,25, sıcaklık 11,54°C, tuzluluk 0,12 ppt, TDS 168,66 mgL⁻¹, iletkenlik 203,92 µScm⁻¹, spesifik iletkenlik 266,00 µScm⁻¹, ORP -77,25mV, BOİ₅ 1,52 mgL⁻¹, toplam alkalinite 103,66 mgL⁻¹, toplam sertlik 125,58 mgL⁻¹, klorofil-a 2,37 µg⁻¹, TAN 0,34 mgL⁻¹, NH₄ 0,29 mgL⁻¹, NH₃ 0,052 mgL⁻¹, TP 0,122 mgL⁻¹, SRP 0,022 mgL⁻¹, AKM 40,94 mgL⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda Batlama Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için kullanılabilir, sucul canlılar için uygun yaşam ortamı olabileceği sonucuna varılmıştır. Batlama Deresi, TP ve NH₄ bakımından az kirlenmiş su sınıfında yer alırken çözünmüş oksijen doygunluğu bakımından yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır. Diğer parametreler kirlilik yaratmayacak düzeyde tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batlama Deresi, Su kalitesi, Kirlilik, Amonyak, Nitrat, Fosfat

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE WATER QUALITY AND POLLUTION LEVEL OF BATLAMA CREEK

AYDIN, Handan

University of Giresun

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Yalçın TEPE

JUNE 2015, 74 pages

This study started in June 2014 and ended in May 2015 which is determined some water quality parameters and the dirty situation of Batlama Creek, poured to forth the sea at the city centre in Giresun. The study was continued in 12 months. The water samples were collected monthly from three stations which were fixed. The water quality parameters of; dissolved oxygen, oxygen saturation rate, pH, temperature, salinity, total dissolved solids (TDS), conductivity, chlorophyll-a, oxidation reduction potential (ORP), biochemical oxygen demand (BOD), total alkalinity, total hardness, total ammonia nitrogen (TAN), ammonium (NH_4), ammoniac (NH_3), total phosphate (TP), soluble reactive phosphorus (SRP), total suspended solids (TSS), Nitrate and sediment pH were measured. The means obtained data were as follow; dissolved oxygen $10,65 \text{ mgL}^{-1}$, oxygen saturation rate 99,67 %, pH 8,25, temperature $11,54^\circ\text{C}$, salinity 0,12 ppt, TDS $168,66 \text{ mgL}^{-1}$, conductivity $203,92 \text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$, specific conductivity $266,00 \text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$, ORP $-77,25 \text{ mV}$, BOD $1,52 \text{ mgL}^{-1}$, total alkalinity $103,66 \text{ mgL}^{-1}$, total hardness $125,58 \text{ mgL}^{-1}$, chlorophyll-a $2,37 \text{ }\mu\text{gL}^{-1}$, TAN $0,34 \text{ mgL}^{-1}$, NH_4 $0,29 \text{ mgL}^{-1}$, NH_3 $0,052 \text{ mgL}^{-1}$, TP $0,122 \text{ mgL}^{-1}$, SRP $0,022 \text{ mgL}^{-1}$, TSS $40,94 \text{ mgL}^{-1}$, Nitrate $1,83 \text{ mgL}^{-1}$ and sediment pH 7,75 . Obtained data showed that the water quality of Batlama Creek may suitable for agricultural activities and may be a suitable living habitat for the living beings. Total Phosphorus and ammonium nitrogen level of Batlama Creek were less contaminated water while the dissolved oxygen saturation is the high-quality water class. Batlama Creek may be classified as clean water and has no threat regarding to rest of the detected parameters.

Key Words: Batlama Creek, Water Quality, Pollution, Ammonia, Nitrate, Phosphate

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmalarım sırasında değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren her aŐamada yardımını gördüğüm hocam sayın Prof. Dr. Yalçın TEPE' ye teşekkür ederim.

Arazi alıŐmaları sırasında yardımını esirgemeyen Fikret Ustaoglu ve Abuzer AkbaŐ'a, kardeŐim Zafer Emre Aydın'a ve her konuda destek olan eŐim Alper Aydın'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
TABLolar DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER DİZİNİ.....	IX
KISALTMALAR DİZİNİ.....	XI
1.GİRİŞ	1
1.1.Su	3
1.2. Su Kalitesi Kavramı	4
1.2.1. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli	5
1.2.2. Su Kalite Sınıfları.....	7
1.3. Su Kirliliği.....	10
1.4. Su Kalitesi Parametreleri	12
1.4.1. Sıcaklık.....	12
1.4.2. pH.....	12
1.4.3. Çözünmüş Oksijen	13
1.4.4. Toplam Sertlik ve Toplam Alkalinite	14
1.4.5. Toplam Fosfor	17
1.4.6. Azot ve Sücul Ortamlarda Bulunan Formları	18
1.4.7. Tuzluluk	19
1.4.8. İletkenlik	20
1.4.9. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP).....	20
1.4.10. Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	21
1.4.11. Askıda Katı Madde (AKM)	21
1.4.12. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)	22

1.4.13 Nitrat	23
1.4.14 Klorofil-a.....	23
2. MATERYAL-METOT	24
2.1. Saha Çalışması	24
2.1. Laboratuar Çalışmaları.....	26
2.3. İstatistiksel Hesaplamalar.....	29
3. BULGULAR.....	30
3.1. Sıcaklık.....	30
3.2. Çözünmüş Oksijen (%)	31
3.3. Çözünmüş Oksijen (mgL ⁻¹).....	33
3.4. pH.....	34
3.5. Tuzluluk	35
3.6. İletkenlik	36
3.7. Spesifik İletkenlik.....	37
3.8. Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	38
3.9. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP)	38
3.10. Toplam Alkalinite	39
3.11. Toplam Sertlik.....	41
3.12. Toplam Fosfor.....	41
3.13. Çözünebilir Reaktif Fosfor (SRP).....	43
3.14. Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN)	44
3.15. Amonyak (NH ₃) ve Amonyum (NH ₄).....	45
3.16. Nitrat.....	46
3.17. Askıda Katı Madde (AKM)	47
3.18. Klorofil-a.....	48
3.19. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	49
3.20. Sediment pH	50

4. TARTIŞMA VE SONUÇ	51
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	74

TABLolar DİZİNİ

TABLO

1.1. Türkiye su kaynakları potansiyeli (DSİ, 2015).....	6
1.2. Su varlığına göre ülkelerin sınıflandırılması.....	6
1.3. Kirlilik durumuna göre akarsu sınıfları.....	8
1.4. Kıta içi su kaynakları kalitesi	8
1.5. Uluslararası örgütlere göre su kalitesi değerleri.....	9
1.6. Yüzey sularında kirletici etki yapabilecek unsurların Dünya Sağlık Örgütünce (WHO) yapılan sınıflandırması	10
1.7. Sıcaklıkla oksijenin sudaki çözünürlüğü arasındaki ilişki	13
1.8. Bazı ülkelerin sertlik birimlerine göre suların sınıflandırılması	16
1.9. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerine göre suların sınıflandırılması.....	23
2.1. Giresun merkez içme suyu kaynakları (Giresun, 2014).....	24
2.2. Toplam iyonlaşmamış amonyum miktarı ile pH ve sıcaklık arasındaki ilişkileri	29
3.1. Su kalite parametrelerinin ortalama değerleri	30
4.1. KMO Uygunluk testi.....	61
4.2. Faktör analizinde açıklanan varyans tablosu.....	62
4.3. Faktör analizi ve bileşenleri.....	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

2.1. Giresun iline ait yıllık hava sıcaklığı ve yağış miktarı.....	25
2.2. Batlama Deresi ve çalışma istasyonları.....	26
3.1.İstasyonlara göre ortalama sıcaklık değerleri (°C) ve aylara göre değişimi.....	31
3.2. İstasyonlara göre ortalama çözünmüş oksijen (%) değerleri ve aylara göre değişimi.....	32
3.3. İstasyonlara göre çözünmüş oksijen (mg ^l ⁻¹) değerleri ve aylara göre değişimi.	33
3.4. İstasyonlara göre ortalama pH değerleri ve aylara göre değişimi.....	34
3.5. İstasyonlara göre ortalama tuzluluk değerleri ve aylara göre değişimi.....	35
3.6. İstasyonlara göre ortalama iletkenlik değerleri ve aylara göre değişimi.....	36
3.7. İstasyonlara göre spesifik iletkenlik değeri ve aylara göre değişimi.....	37
3.8. İstasyonlara göre ortalama TDS değerleri ve aylara göre değişimi.....	38
3.9. İstasyonlara göre ortalama ORP değerleri ve aylara göre değişimi.....	39
3.10. İstasyonlara göre ortalama toplam alkalinite değerleri ve aylara göre değişimi	40
3.10. İstasyonlara göre ortalama toplam sertlik değerleri ve aylara göre değişimi...	41
3.12. İstasyonlara göre ortalama toplam fosfor değerleri ve aylara göre değişimi .	42
3.13. İstasyonlara göre ortalama SRP değerleri ve aylara göre değişimi.....	43
3.14. İstasyonlara göre ortalama TAN değerleri ve aylara göre değişimi	44
3.15. NH ₄ ve NH ₃ değerleri ve aylara göre değişimi	45
3.16. İstasyonlara göre ortalama nitrat değerleri ve aylara göre değişimi	46
3.17. İstasyonlara göre AKM değerleri ve aylara göre değişimi.....	47
3.18. İstasyonlara göre ortalama Klorofil-a değerleri ve aylara göre değişimi.....	48
3.19. İstasyonlara göre ortalama BOI ₅ değerleri ve aylara göre değişimi	49
3.20. İstasyonlara göre sediment pH değerleri ve aylara göre değişimi.....	50
4.1. Batlama Deresi istasyonlarına ait yamaç eğim grafiği (Scree plot).....	61
4.2. Batlama Deresi'ne ait kümeleme analiz sonuçları.....	63

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
°Fr	Fransız sertlik derecesi
μgL^{-1}	Mikrogram/litre
μL	Mikrolitre
μm	Mikromilimetre
μScm^{-1}	Mikrosimens/santimetre
Ba	Baryum
Ca	Kalsiyum
CaCO_3	Kalsiyum karbonat
Cd	Kadmiyum
Cl^-	Klorür
CO_3	Karbonat
g	Gram
g/cm^3	Gram/santimetreküp
H^+	Hidrojen
Hg	Cıva
HCl	Hidroklorik Asit
HCO_3	Bikarbonat
HNO_2	Nitroz asit
HNO_3	Nitrik Asit
K	Potasyum
kg/m^2	Kilogram/metrekare
km	Kilometre
km^2	Kilometrekare
m	Metre
m^3	Metreküp
Mg	Magnezyum
mgL^{-1}	Miligram/Litre
mL	Mililitre

mm	Milimetre
mm/yıl	Milimetre/yıl
N ₂	Azot gazı
Na	Sodyum
NH ₃	Amonyak
NH ₃ -N	Amonyak azotu
NH ₄	Amonyum
NO	Azot oksit
NO ₂	Nitrit
NO ₂ -N	Nitrit azotu
NO ₃	Nitrat
NO ₃ -N	Nitrat azotu
OH ⁻	Hidroksit
Pb	Kurşun
SO ₄	Sülfat
Sr	Stronsiyum

KISALTMALAR DİZİNİ

AKM	Askıda katı madde
BOİ ₅	Biyolojik oksijen ihtiyacı
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	European Community
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
IOC	International Oceanographic Commission
NTU	Nephelometric Turbidity Units
ORP	Oksidasyon redüksiyon potansiyeli
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SRP	Çözünebilir reaktif fosfor
FS	Fransız sertlik derecesi
AS	Alman sertlik derecesi
IS	İngiliz sertlik derecesi
TAN	Toplam amonyak azotu
TDS	Toplam çözünmüş madde
TP	Toplam fosfor
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Tüm canlı varlıklar, varlıklarını sürdürebilmek ve susuzluğunu gidermek için yeterli, temiz suya ihtiyaç duyarlar. Evler, topluluklar, işletmeler, sanayi, ziraat ve doğadaki yaşam için temiz su olması gerekir. Geçmişte olduğu gibi bugün ve gelecekte de temiz suya ihtiyacımız vardır ve olacaktır. Hayatın hemen her alanında temiz su gereklidir. İçme, temizlik, yüzme, gıda işleme, bitki ve hayvanların gelişmesi için suya ihtiyaç vardır. Yeryüzünde temiz su kaynaklarının azaldığı ve her geçen gün kirleticiler tarafından tehdit altında olduğu bilinmektedir. Su kirliliğini kontrol etmek tüm çabalara rağmen, günümüzde çok ciddi bir sorundur. Tüm dünyadaki insanların yaşam, refah ve mutlulukları için su çok önemlidir ve dünyanın her yerinde tehdit altındadır (1).

Su döngüsünde önemli bir işleve sahip olan akarsular sürekli insan etkinliklerinin baskısı altında olduğundan evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirleticilerin etkisi ile kirlenmekte ve su kalitesi bozulmaktadır (2,3).

Dünyada 1,4 milyar km³ su bulunmakta olup ancak bu değerın %3'ü tatlı su sistemini oluşturduğu bilinmektedir. İnsanların yaşamsal faaliyetlerinde yararlanabileceği uygunlukta tatlı su ise toplam su miktarının %0,003'ü düzeyindedir (4).

Canlıların yaşamı için gerekli olan tatlı su kaynaklarının sınırlı olması ve bu kaynakların insanların faaliyetleri ile çeşitli şekillerde değişimi su kirliliği sorununu ortaya çıkarmaktadır. Suyun kalitesi birçok yönden yaşamımızı etkilediği için suyun temiz olması yaşamsal düzeyde önem teşkil etmektedir. Kullanılabilir su oranını sınırlayan en önemli etmen suyun niteliğidir. Çünkü yeterli düzeyde suyun olması durumunda bile su niteliğinin standartlara uygun olmaması durumunda kullanılabilir su oranı azalmaktadır (4,5).

Tüm canlılar suya bağımlıdır. İnsanların onu bulmak için çağlar boyu savaş verdikleri, toplumların gelişmesinde temel etken olan suyun geçmişte pek çok uygarlığın çöküp yok olmasına da neden olduğu bilinmektedir. Su kaynakları giderek azalmakta, su sorunuyla karşılaşan toplumların oranı giderek artmaktadır. Gün geçtikçe yeraltı su seviyesi düşmekte, yüzeysel ve yer altı su kaynaklarının kirlilik oranı da artmaktadır. Dünyadaki suyun %97,6'sı okyanus ve denizlerde tuzlu su

olarak bulunmaktadır. Yeryüzünde kullanılacak suyun sınırlı olması ve teknolojinin ilerlemesiyle insanların su ihtiyaçlarının artmasından dolayı buzullardan ve deniz suyundan tatlı su eldesi çalışmaları uzun yıllardan beri devam etmekte, ancak çok pahalı olan bu yöntemlerden sınırlı olarak yararlanılabilmektedir.

Su tüm özelliklerini hiçbir maddeye benzemeyen kendine özgü molekül yapısına borçludur. 18. yüzyılda İskoçyalı bilim adamı Joseph Black gözlem ve deneyimlerine dayanarak suyun ısı kapasitesinin ve ısıyı absorbe etme yeteneğinin yüksek olduğunu belirlemiştir. Isı kapasitesi, bir maddenin sıcaklığını belli bir dereceye yükseltebilmek için istenen ısı olarak ifade edilmektedir. Bu özellik suyun birçok özelliğini etkilemektedir. Bu özelliği porlarda suyun birikiminden diğer birçok etkisine kadar önem taşımaktadır. Bilinen sıvılar içerisinde katı biçimi sıvı biçiminden daha az yoğun olan maddedir. Donduğunda meydana gelen %8 civarındaki genişlemeye bağlı olarak yoğunluğu düşer. Eğer suyun bu özelliği olmasaydı su donduğunda dibe çökecek ve biyosfer bugün olduğundan daha farklı bir yapıda olacaktı. Bu durumda sucül yaşamın olması mümkün olmayacaktı. Su canlıların tüm metabolik olayları ile de doğrudan ilgilidir. Besin maddelerinin ve artıklarının çözelti haline dönüştürülmesi, bunların vücutta kullanılıp atılması suya bağlı olarak gerçekleşmektedir (6).

Diğer doğal kaynaklarımız gibi su kaynakları potansiyelimizin korunarak kullanımı ekonomik kalkınma ve toplumsal gelişme sürecinde, son derece önemli ve belirleyicidir. Ülkelerin ekonomik gelişmesi, diğer etkenler yanında, doğal kaynaklarının zenginliğine ve bu kaynakların ulusal politikalar doğrultusunda etkin biçimde kullanılmasına da bağlıdır. Doğal kaynakların korunması aynı zamanda, ulusal güvenlik stratejisinin de ayrılmaz bir unsurudur. Hem ekolojik dengenin korunması, hem de insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için, su ve toprak kaynaklarının bugünkü ve gelecekteki ihtiyaçlarını karşılayabilecek en akılcı ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Günümüzde doğal kaynağı korumayı ve ondan en verimli ve sürdürülebilir şekilde ulusal çıkarları doğrultusunda yararlanmayı öncelikleri arasına almayan bir anlayış başarılı olamayacaktır (7).

Dünya tatlı su kaynaklarının gün geçtikçe yetersiz kalması ve artan nüfus, suların daha dikkatli ve titiz kullanılmasını gerektirmektedir. Su insanlar tarafından; tarım arazilerinin sulanması, içme suyu ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi faaliyetlerde

kullanılmaktadır. İnsanların yaşamını direkt etkileyen suyun varlığının yanında suyun kalitesi de en az varlığı kadar önemlidir. Son zamanlarda su kalitesi araştırmaları artmıştır. Dünya nüfusunun hızla arttığı göz önünde tutulursa insanoğlunun yiyecek kaynaklarını bilinçli bir şekilde kullanması ve yeni besin kaynakları yaratma sorunları ile karşı karşıya kalacaktır (8).

Günümüzde, su kaynaklarının değerlendirilmesi, geliştirilmesi ve modern tarıma yönlendirilmesi için ülkemizde, baraj gölleri ve göletleri yapılmaktadır (9). Sularda meydana gelen kirlenmeyi ve etkilerini belirleme çalışmalarında su kalitesinin fiziksel ve kimyasal açıdan değerlendirilmesi suyun o anki durumu hakkında bilgi vermesi açısından oldukça önem taşımaktadır (10,11). Gerek göl, gölet ve akarsularda gerekse de denizlerde ve tarla balıkçılığında suyun amaca uygun olup olmadığı, fiziksel ve kimyasal parametrelerin iyi bir şekilde analiz edilmesiyle mümkün olmaktadır (12).

Türkiye’de, başlıca 36 adet akarsu bulunmakta olup, bunlar toplam 178000 km uzunluğundadır (13). Ayrıca Türkiye’de dağlarda bulunan küçük göllerle birlikte 120’den fazla doğal göl bulunmaktadır.

1.1. SU

Su, H₂O molekül yapısında bir inorganik maddedir. Su molekülü, merkezinde bir oksijen atomu, iki köşesinde birer hidrojen atomu, diğer iki köşesinde ortaklanmamış elektron çiftleri bulunan bir düzgün olmayan dörtyüzlü şeklindedir. H-O-H bağ açısı 104,5°’dir. Molekül ağırlığı 18’dir. Suyun kendine has yapısıyla aynı ağırlıktaki benzer bileşiklerden farklı özellik gösterir. Dipolar (iki kutuplu) yapıdadır. Yüksek donma ve kaynama noktasına sahiptir. Fazlar arası geçişte yüksek ısı gereksinimi vardır. Yüksek ısı tutma kapasitesine sahip ve ayrıca çok iyi bir çözücüdür.

Su canlıların tüm metabolik olayları ile de doğrudan ilgilidir. Gıda maddelerinin ve artıklarının çözelti şekline dönüştürülmesi, bunların vücutta kullanılıp atılması ancak su ile olabilir. Oksijenin dokulara, dokulardan karbon dioksitin akciğere taşınması kanın olağan akım hızı ile ilgili olup, bu da suyun var oluşuna bağlıdır. Kanın yaklaşık %80, gelişen bir embriyonun %90 kadarı sudur. Yaşamın devamı, çeşitli yollarla yitirilen suyun geri alınmasına bağlıdır (8).

Çok eski tarihlerden beri insanlar yerleşim yerleri olarak nehir, göl ve deniz gibi sulak alanların kenarlarını seçerek, suları genel olarak içme, sulama, ulaşım,

yetiştiricilik, eğlence ve endüstri alanlarında kullanmıştır. Bu amaçlarının yanı sıra özellikle de akarsular atık suların bırakıldığı iyi bir alıcı ortam olmuştur (14). Yerleşim alanlarındaki nüfusun artmasına bağlı olarak akarsulardaki kirlilik oranı artmış ve akarsular kendi kendini temizleyemez duruma gelmiştir. Akarsuların kirlenmesi sadece kendisi için değil döküldükleri göl veya denizler için de bir tehdit oluşturmaktadır (15,16).

Günümüzde büyük öneme sahip olan tatlı su kaynaklarının, kirlilik tehdidi altında olması, artan su ihtiyacı ile birlikte su kirliliği üzerine yapılan çalışmaların daha da artmasına yol açmıştır. Akarsularda meydana gelen kirliliği belirlemek için fiziko-kimyasal ve biyolojik faktörlerden yararlanılmaktadır (16). Fiziko-kimyasal faktörlerden su kalite parametrelerinin izlenmesinin en önemli amacı, kirlilik kaynaklarındaki ve dolayısıyla kirlilik seviyelerindeki değişimleri tespit etmek ve su kalitesini etkileyen faktörleri belirlemektir (17). Eğer bu olumsuzluklar düzenli olarak takip edilmeyip önlemler alınmazsa zamanla dönüşü olmayan, sucul ekosistemlerin yok olmasına kadar devam eden bir süreç oluşacaktır. Hayatın sürekliliği için oldukça önem taşıyan suyun, yaşam ortamında bulunması ve kalitesi son derece önem taşımaktadır (18).

Akarsular ve denizlerin bulunduğu kısımların ekolojik açıdan özel alanlar olduğu bilinmektedir. Oldukça farklı biyofizikokimyasal özelliklere sahip iki sucul ortamın karşılaştığı bu alanlarda, özellikle alıcı rolü olan denizel ekosistemi açısından, olumlu veya olumsuz yönde etkiler yaratabildiği anlaşılmıştır (19).

Su yeryüzünde yaşamın gerekli bileşenlerden biridir. Suyun çeşitli kaynaklar arasında, yeraltı sularının içme ve evsel amaçlı kullanımda güvenli su olduğu belirtilmektedir. Yer altı suyunun kalitesi alt yüzeylerinin tabiatından ve çevresinden etkilenir. Sanayi, tarım, endüstri ve insan ihtiyaçları için kullanılan su, yer altı suyuna bulaşan maddeler yüzünden su kaynaklı hastalıklara sebep olmaktadır (20,21).

1.2. Su Kalitesi Kavramı

Su kalitesi, suyun faydalı kullanımını etkileyen tüm fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik özelliklerin toplamıdır. Su kalitesi; türlerin bileşimini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik durumlarını etkilemektedir. Çeşitli nedenlerle su kalitesinin bozulması, akarsulardaki besleyici

element dinamiği ve su kalitesi araştırmalarına her geçen gün daha fazla önem kazandırmaktadır (12).

İçilen suyun kalitesi hemen hemen bütün canlılar için önem taşıtmaktadır. Birçok canlı sudaki kirliliğe bağlı olarak varlıklarını sürdüremez hale gelmekte, belirli bir su kütlesinde yok olmaktadırlar. Bazı su yosunu türleri su kirliliği sonucunda seçici olarak üremektedir. Gelişmiş ülkelerde de su kalitesi giderek en çok üzerinde durulan evre sağlığı sorunlarından birisi olma özelliğini sürdürmektedir. Halen patojenik mikroorganizmalar en önemli kirletici unsur olma özelliğini sürdürmekle birlikte, artan endüstrileşme, hatalı endüstriyel yerleşim, aşırı gübre ve pestisit kullanımına bağlı olarak su kaynaklarının kimyasal kirlenmesi giderek artmaktadır. Suyun kimyasal izlenmesi giderek patolojik izlenmesine yakın bir izleme sıklığı kazanmaktadır. Endüstri ve tarımda günümüzde altmış binin üzerinde kimyasal kullanılmaktadır (22).

1.2.1. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli

Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m³' toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³'lk kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m³'lk kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki gllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³'lk suyun 28 milyar m³' pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyunu tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelerden ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m³ de dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³ olarak hesaplanmıştır. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli maksatlara yönelik olarak tketelebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere, yılda ortalama toplam 98 milyar m³'tür. 14 milyar m³ olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tketelebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m³ olup, 44 milyar m³' kullanılmaktadır (23).

Tablo 1.1 Türkiye su kaynakları potansiyeli (23)

Yıllık ortalama yağış	643 mm/yıl
Türkiye'nin yüzölçümü	783.577 km ²
Yıllık yağış miktarı	501 milyar m ³
Buharlaşma	274 milyar m ³
Yer altına sızma	41 milyar m ³
Yüzey Suyu	
Yıllık yüzey akışı	186 milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	98 milyar m ³
Yeraltı Suyu	
Yer altı suyu yıllık çekilebilir su miktarı	14 milyar m ³
Toplam kullanılabilir su (net)	112 milyar m ³
Gelişme Durumu	
DSİ sulamalarında kullanılan	32 milyar m ³
İçme suyunda kullanılan	7 milyar m ³
Sanayide kullanılan	5 milyar m ³
Toplam kullanılan su	44 milyar m ³

Su varlığına göre ülkeler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır. Türkiye su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemiz su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.519 m³ civarındadır.

Tablo 1.2 Su varlığına göre ülkelerin sınıflandırılması (23)

Su fakirliği	Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1000 m ³ 'ten daha az.
Su azlığı	Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2000 m ³ 'ten daha az.
Su zenginliği	Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 8000-10000 m ³ 'ten daha fazla

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1.120 m³/yıl civarında olacağı söylenebilir. Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür. Ayrıca bütün bu tahminler mevcut

kaynakların 20 yıl sonrasına hiç tahrip edilmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Bu sebeple Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunması ve akılcı kullanılması gerekmektedir (23).

1.2.2. Su Kalite Sınıfları

Ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemek amacıyla su kalite sınıfları oluşturulmuştur. Belirlenen yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atık suların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atık su altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsamaktadır.

Sular kullanım amaçlarına ve kriterlerine göre sınıflandırılabilir. Ancak, kalite kriterleri kullanım amaçlarını da belirlediğinden kalite kriterlerinin suların sınıflandırılmasında esas alınması gerekir. Buna göre sular;

1. Kullanım amaçlarına göre;

- ✓ İçme suları
- ✓ Rekreasyon suları
- ✓ Şifalı özellikleri bulunan sular
- ✓ Sulama suyu

2. Kaynaklarına göre;

- ✓ Yüzeysel sular (Dere, çay, nehir, göl, baraj vb.)
- ✓ Yeraltı suları şeklinde incelenebilir.

1.2.2.1.Yüzeysel Sular

Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre yüzeysel sular; yer altı suyu hariç, iç sular, kıyı ve geçiş suları, bölgesel suları da içeren sular şeklinde tanımlanmıştır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kıta içi yüzeysel su kategorisine giren akarsular 4 ana sınıfa ayrılır. (Tablo 1.3)

Tablo 1.3 Kirlilik durumuna göre akarsu sınıfları (24)

Sınıf I: Yüksek Kaliteli Su	— Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, —Yüzme sporları, —Alabalık üretimi, —Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı, —Diğer amaçlar.
Sınıf II: Az Kirlenmiş Su	—İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini, —Rekreasyonel amaçlar, —Alabalık dışında balık üretimi, —Teknik Usuller Tebliği'nde verilecek olan sulama suyu kalite sınırlarını sağlamak şartıyla sulama suyu olarak, —Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar.
Sınıf III: Kirlenmiş Su	—Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılır
Sınıf IV: Çok Kirlenmiş Su	—I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynaklarının kalitesine göre sınıflandırılması Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4 Kıta içi su kaynakları kalitesi (24)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
İletkenlik (µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	> 8	6-8	3-6	< 3
Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70-90	40-70	< 40
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mgL ⁻¹)	< 25	25-50	50-70	> 70
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mgL ⁻¹)	< 4	4-8	8-20	> 20
(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	< 0,2 ^b	0,2-1 ^b	1-2 ^b	> 2
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mgL ⁻¹)	0.5	1.5	5	> 5

Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65
C) İz Elementler (Metaller)				
Cıva ($\mu\text{g Hg/L}$)	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2
Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/L}$)	≤ 2	2-5	5-7	> 7
Kurşun ($\mu\text{g Pb/L}$)	≤ 10	10-20	20-50	> 50
Bakır ($\mu\text{g Cu/L}$)	≤ 20	20-50	50-200	> 200
Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	≤ 20	20-50	50-200	> 200
Çinko ($\mu\text{g Zn/L}$)	≤ 200	200-500	500-2000	> 2000

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg $\text{NH}_3\text{-N/L}$ değerini geçmemelidir.

Uluslararası sağlık örgütlerine göre doğal sularda bulunan bazı su kalitesi parametrelerinin maksimum değerleri Tablo 1.5'te verilmiştir.

Tablo 1.5 Uluslararası örgütlere göre su kalitesi değerleri (24)

Parametre	TÜRK STD (TS 266) 2005	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO) 2008	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA) 2009	AVRUPA BİRLİĞİ (EC) 1998
Bulanıklık (NTU)	1	5	1	1
BİRİNCİL STANDARTLAR (mg/L)				
Alüminyum	0,20	0,20	0,20	0,20
Arsenik	0,01	0,01	0,01	0,01
Baryum	-	0,7	2,0	-
Kadmiyum	0,005	0,003	0,005	0,005
Krom (Toplam)	0,05	0,05	0,10	0,05
Florür	1,5	1,5	2,0	1,5
Siyanür	0,05	0,07	0,20	0,05
Kurşun	0,010	0,010	0,015	0,010
Cıva	0,001	0,001	0,002	0,001
Nitrat (NO_3)	50	50	10	50
Nitrit (NO_2)	0,50	0,50	0,50	0,50
İKİNCİL STANDARTLAR (ESTETİK) (mg/L)				
Klorür	250	250	250	250
Renk (birim)	20	15	15	-
İletkenlik (μScm^{-1})	2500	2500	-	2500
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	25	-	-	-
PH	6,5-9,5	6,5 - 8,0	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5
Sülfat	250	250	250	250

Demir	0,2	0,3	0,3	0,2
Mangan	0,05	0,1	0,05	0,05
İLAVE PARAMETRELER, (mg/L)				
Kalsiyum	200	300	-	-
Sertlik (CaCO ₃)	-	500	-	-
Sodyum	200	200	-	200
Potasyum	12	-	-	-
Amonyum	0,5	1,5	-	0,5

1.3. Su Kirliliği

Su kirliliği, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (SKKY) göre; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılması şeklinde ifade edilmiştir (24).

Su kirliliği kontrol standartları, belirli bir amaçla kullanımı planlanan su kütlelerinin mevcut su kalite kriterleri uyarınca kalite denetimine tabi tutulabilmesi ve daha fazla kalite kaybının önlenmesi için konulmuş sınır değerlerini belirtmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yüzey sularında kirliliğe sebep olabilecek faktörler belirlenmiştir. (Tablo 1.6.)

Tablo 1.6 Yüzey Sularında Kirletici Etki Yapabilecek Unsurların Dünya Sağlık Örgütü'nce (WHO) Yapılan Sınıflandırması (25)

Kirlilik Etkeni	Kaynağı
Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar	Hastalıklı veya hastalık taşıyan organizmalar
Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme	Ölmüş bitki ve hayvan artıkları
Endüstri atıkları	Fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum vb.
Yağlar ve benzeri maddeler	Her türlü yağlar, petrol vb.
Sentetik deterjanlar	Fosfat bazlı kimyasallar

Radyoaktivite	Radyoaktif maddeler (Plütonyum, uranyum, toryum vb.)
Pestisitler	Zararlılarla mücadelede kullanılan organik maddeler
Yapay organik kimyasal maddeler	Petrol ve türevleri
Anorganik tuzlar	Toksik değildir ancak yüksek tozda iken tehlike yaratırlar
Yapay ve doğal tarımsal gübreler	Gübrelerin içerdiği azot ve fosfor elementleri
Atık ısı	Termik santraller

Ülkemizde su kirliliğine etki eden unsurlar; sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı, zirai mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler olarak gruplandırılabilir. Bunların içinde, özellikle kentsel kanalizasyonun arıtılmadan ya da kısmen arıtılarak yüzey sularına karışması; topraktaki ve sulama kanallarındaki tarım ilacı ve kimyasal gübre kalıntılarının sulara karışması gelmektedir (26,27).

Sanayileşmenin neden olduğu sulardaki kirlilik, sanayi ürünlerinin atıkları ile kirlenmenin yanı sıra sanayi kuruluşlarının sıvı atıklarıyla doğrudan suya karışması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan kirliliği, kirleticilerin niteliğine göre kimyasal, fiziksel, biyolojik, fizyolojik ve radyoaktif kirlilik olarak gruplandırılabilir (28).

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin 6. maddesinde (SKKY); fekal atıklar, organik atıklar, kimyasal atıklar, aşırı üretime sebep olan besin maddelerinin alıcı ortamı bozacak miktarda boşaltımı, atık ısı, radyoaktif atıklar, deniz dibinden taranan malzeme, çamur, çöp ve hafriyat artıklarının ve benzeri atıkların boşaltımı, gemilerden kaynaklanan petrol türevli katı ve sıvı atıklar tehlikeli maddeler olarak belirtilmiştir (24).

Doğal yoldan su kirliliği, erozyon nedeniyle toprak ve beraberinde getirdiği kirleticiler ile havanın içerdiği ve buradan suya karışan polenler gibi, çeşitli kirleticiler sebebiyle ortaya çıkan ve suyun kendi kendini temizlemesi ile zararsız hale gelebilen kirliliktir (29).

Türkiye’de su kirliliği konusu, bütünlük taşıyan bir bakış açısı ile ele alınmayı gerektirmektedir. Hızlı ekonomik büyüme ve nüfus artışı, endüstriyel ve evsel kullanım amaçlı suya talebin hızlı artmasına yol açmaktadır. Bütün dünyada olduğu

gibi, ülkemizde de su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanmasında ilerleme kaydedecek çalışmalar yapılması gerekmektedir (27).

1.4. Su Kalitesi Parametreleri

1.4.1. Sıcaklık

Akarsularda sıcaklığın, yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği bildirilmektedir (30)

Sıcaklık, içme amaçlı kullanılan sularda önemli bir kalite özelliğidir. İçme sularında en uygun sıcaklık 7-14°C'dir. Aşırı soğuk ya da sıcaklığı 20°C üzerinde olan sular, sağlık açısından uygun kabul edilmemektedir. İnce taneli toprak katmanlarından süzülen ve derinden gelen kaynak sularının sıcaklığı, atmosferde hiç etkilenmediği için genelde sabittir. Bu özellikteki sular, hijyenik yönden içilebilir nitelikte olmaktadır (31).

Sıcaklık, suyun biyokimyasal reaksiyon hızını etkilemektedir. Sıcaklık arttıkça canlıların biyolojik ve fizyolojik aktiviteleri artmaktadır. Canlıların büyüme hızı, üreme hızı, çevresel yaşamı suyun sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Sulardaki su sıcaklığı; iklim, atmosfer şartları, deniz seviyesinden yükseklik, akıntı hızı, mevcut su yatağının yapısı ve bitki örtüsü gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir (32).

1.4.2. pH

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunu 10 tabanına göre negatif logaritması pH değeri olarak tanımlanmaktadır. pH= 7 olan sular nötr sular olarak bilinir. Bunlarda H⁺ ve OH⁻ iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H⁺ iyonu konsantrasyonunun artması ile pH' nın değeri 7' nin altına düşer ve su asit karakter kazanır. OH⁻ iyonu konsantrasyonunun artması ile pH 7' nin üzerinde değer alır ve su bazik karakter taşır. pH değerleri 0-14 arasında değişir.

Yüzeysel sularda genellikle pH=8'den büyük değer taşıyan bazik sulardır. İçme sularındaki pH değeri 6,5-8,5 arasında uygun görülmektedir. Yeraltı sularındaki pH değeri, çözülmüş karbondioksit ve diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişmektedir. Bu denge, sıcaklık ve basınç değişmelerine göre kolayca değişim göstermektedir (22).

Toprağın yapısı, endüstriyel atıklar, drenaj suları ve fitoplanktonlar sularda pH değişimine neden olan unsurlardır. Sularda kimyasal reaksiyonlar ve biyolojik yaşam için pH önemli bir faktördür. Ayrıca, bazı bileşiklerin (amonyak, siyanür ve sülfür gibi) ve metal iyonlarının zehirliliği üzerinde etkilidir (33).

1.4.3. Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijen belirli bir sıcaklıkta ve belirli bir atmosfer basıncında su içinde çözülmüş oksijenin miktarını ifade eder. Çözünmüş oksijen yüzey sularında tüm biyolojik topluluk için çok önemlidir ve sağlıklı habitatın bir unsurudur. Ayrıca su kalitesini ölçmek için kullanılan temel parametrelerden biridir (34).

Çözünmüş oksijen su kirlenmesi ile ilgili en önemli parametrelerden birisidir. Doğal sularda oksijen, azot ve karbondioksit gibi gazlar da erimiş halde bulunurlar. Oksijenin suda erime derecesi suyun sıcaklık ve tuzluluk derecesine bağlıdır. Sıcaklık yükseldikçe suda daha az oksijenin eridiği görülmektedir (35). Tablo 1.7'de sıcaklık ve sudaki oksijen arasındaki ilişki görülmektedir.

Tablo 1.7 Sıcaklıkla oksijenin sudaki çözünürlüğü arasındaki ilişki (35)

Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mgL ⁻¹)	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mgL ⁻¹)	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mgL ⁻¹)
0	14,6	12	10,8	24	8,5
1	14,2	13	10,6	25	8,4
2	13,8	14	10,4	26	8,2
3	13,1	15	10,2	27	8,1
4	13,1	16	10,0	28	7,9
5	12,8	17	9,7	29	7,8
6	12,5	18	9,5	30	7,6
7	12,2	19	9,4	35	7,1
8	11,9	20	9,2	40	6,6
9	11,6	21	9,0	45	6,1
10	11,3	22	8,8	50	5,6
11	11,1	23	8,7		

Sıcaklıkla ters orantılı olan çözünmüş oksijen, sıcaklık arttıkça azalırken sıcaklığın azalmasıyla birlikte artmaktadır. Bu durumda kış aylarında oksijen değerlerinin yüksek olması beklenen bir sonuçtur (36). Doğal girişimlerin yanı sıra

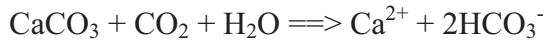
atık sulara karışan organik maddeler çözünmüş oksijen miktarının düşmesine neden olurlar. Çözünmüş oksijen sucul yaşam için, son derece gerekli bir bileşen olduğu kadar biyokimyasal oksidasyonlar için de gereklidir. Tatlı sularda sucul yaşam için en az 5 mgL⁻¹ çözünmüş oksijen bulunmalıdır. Ayrıca oksijen çözünebilirliği suyun tuz derişimi ile ters orantılı olup tuzluluk arttıkça sudaki çözünmüş oksijen miktarı azalır (37).

1.4.4. Toplam Sertlik ve Alkalinite

Suda bulunan kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonunun toplamı toplam sertlik olarak tanımlanır ve mgL⁻¹ CaCO₃ olarak ifade edilir. Diğer iki yüklü kanyonlar da sertliğe katkıda bulunurlar, ancak sudaki miktarları oldukça düşüktür. Genellikle kalsiyum su sertliğine magnezyumdan daha fazla etkindir.

- Kalsiyum X 2.5 = kalsiyum sertliği
- Magnezyum x 4.12 = magnezyum sertliği

Doğal suların sertliği 5–1000 mgL⁻¹ CaCO₃ arasında değişir. Su havzası veya kaynağının jeolojisi suyun sertliğini aynı zamanda Ca ve Mg konsantrasyonlarının nispi oranlarını belirler. Kalsiyum ve Magnezyum genel olarak alkalın yapıda kayaç olan kireçtaşının ayrışmasından kaynaklanır.



Sularda sertlik Alman, Fransız, Rus ve Amerikan sertlik dereceleriyle ölçülebilir. Ülkemizde Fransız sertlik derecesi benimsenmiştir. Suyun içinde 10 mg CaCO₃ bulunması 1 Fransız sertlik derecesini ifade eder. 1 litre suda, 10 mg kalsiyum ve magnezyum bikarbonat veya buna asit miktarda diğer sertlik verici iyonların bulunması halinde, o suyun sertliği 1 Fransız Derecesi (1°f) olarak tanımlanır (39).

1 Fr = 1. 42 Alman sertlik derecesi

1 Fr = 1. 79 İngiliz sertlik derecesi

1 Fr = 1. 72 Amerikan sertlik derecesi

1 Fr =0. 25 Rus sertlik derecesi dir.

Bazı sular içinde bulunan erimiş maddelere bağlı olarak daha fazla eritme özelliğine sahip olabilirler. Örneğin, sudaki karbondioksit, kalker ve magnezyumu daha kolay eriterek bu maddelerin bikarbonatlar haline gelmesine neden olur. Suyun sertlik derecesi, sağlık koşullarından çok ekonomik ve estetik bakımdan daha fazla önemlidir (40).

Dünya Sağlık Örgütü içme suyunda azami kabul edilebilir kalsiyum yoğunluğunu 75 mgL^{-1} ve azami izin verilebilen kalsiyum yoğunluğunu 200 mgL^{-1} olarak belirtmiştir. Kalsiyum insan vücudunun en önemli ve en bol mineral içeren elemanıdır. Yeterli kalsiyum alımı normal büyüme ve sağlık için mutlaka gereklidir. Sert sular kalsiyum kaynağı olarak ve bu maddenin beslenmede yetersiz olduğu durumlarda çok önemlidir (41).

Normal insan günde 2 litre su alır ve toplam sıvı alımının % 60' ını içme suyu oluşturur. İnorganik elemanlar düşük yoğunlukta olsalar da sudan alınan toplam miktar hiç de küçümsenecek gibi değildir. Normal içme suyu alımı bir insanın lityum, çinko, kalsiyum, bakır, magnezyum, demir ve flor gereksinmesinin % 10' unu karşılar. Bu miktar gıdaların mineralden zengin olduğu yerlerde önemli olmayabilir. Birçok ülkede görüldüğü gibi gıda rejimindeki yetmezlikten dolayı yaşam boyu sağlıklı olmak ya da olmamak arasındaki fark ortaya çıkar (42).

Sertlik, geçici sertlik ve kalıcı sertlik olmak üzere iki şekilde incelenir.

Geçici veya Karbonat Sertliği: Genellikle, kalsiyum bikarbonat ve magnezyum bikarbonattan meydana gelir. Bu durum suyun kaynatılmasıyla giderilebilir. Ancak su kaynatıldığı zaman dipte birikinti yapar.

Kalıcı veya Karbonat Olmayan Sertlik: En fazla, kalsiyum sülfat (CaSO_4), Magnezyum sülfattan (MgSO_4) meydana gelir. Kaynatmayla giderilemeyen ve esas itibariyle kalsiyum ve magnezyumun, sülfat, klorür, nitrat bileşiklerinden kaynaklanan sertliktir. Kalıcı sertlik, yalnızca zeolitler veya diğer yumuşatıcılarla ortadan kaldırılabilirler.

Sular çok yumuşak, yumuşak, orta derecede sert, oldukça sert, sert ve çok sert sular diye sınıflandırılır. (Tablo 1.8)

Tablo 1.8 Bazı ülkelerin sertlik birimlerine göre suların sınıflandırılması

Suyun Sertliği	Fransız Sertlik Derecesi	Alman Sertlik Derecesi	İngiliz Sertlik Derecesi
Çok yumuşak	0- 4	0- 7,2	0- 5
Yumuşak	5- 8	7,3- 14,2	6- 10
Orta sert	9- 12	14,3- 21,5	11- 15
Oldukça sert	13- 18	21,6- 32,5	16- 22,5
Sert	19- 30	32,6- 54	22,5- 37,5
Çok sert	>30	>54	>37,5

Ülkemizde Fransız sertlik birimi kullanılmaktadır.

Suların sertliklerinin giderilmesi için kaynatma, doğal (zeolit) ve yapma, sulu sodyum, alüminyum silikatlar içinden geçirme gibi işlemlere başvurulmaktadır. İçinde sodyum silikat bileşikleri bulunan bir kaptan suyun geçirilmesi ile baz değişimi oluşturulur. Bu olay sırasında sertlik veren kalsiyum ve magnezyum iyonları, sertlik vermeyen sodyum iyonu ile yer değiştirmektedir (43).

Sertlik, suların içme, kullanma ve endüstri amacıyla kullanımında önemli bir kalite özelliğidir. Suyun içerisinde çözülmüş halde bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzlarından meydana gelmektedir. Sulardaki sertlik belli bir dereceye kadar insan sağlığı açısından faydalıdır. Ancak sertlik değeri artarsa suyun tadında bozulma olmaktadır (44).

Alkalinite, suyun asit nötralizasyon kapasitesi olarak tarif edilir ve pH'yı yaklaşık 4.5'e kadar indirene kadar titre edilebilen tüm bazları kapsar. Çoğu sularda bikarbonat ve karbonat alkalinitenin temelini oluşturan bazlardır. Bazı sularda diğer bazı bileşiklerde önemli katkı sağlayabilirler.

Suyun toplam alkalinitesi titre edilebilir bazların toplam konsantrasyonlarının bir indeksidir. Doğal suların alkalinite değerleri 5 ile 500 mgL⁻¹ CaCO₃ arasındadır. Su havzasının jeolojisi ile yakından ilişkilidir. Çoğu sularda karbonat (CO₃⁻²) ve bikarbonat (HCO₃⁻) sulara alkalilik verir. Suların sertliği ise kalsiyum (Ca⁺²) ve magnezyum (Mg⁺²) iyonlarından kaynaklanır. Kireçli topraklar üzerinde kurulan göletler orta ve yüksek seviyelerde toplam alkalinite ve sertlik değerlerine sahip

olup, çoğu zaman bu iki parametre değeri yaklaşık birbirine eşittir. Çoğu tatlı sularda alkalinite ve sertlik aynı kaynaktan kaynaklanıp değerler birbirine yakındır. Ancak bu her zaman geçerli değildir (38).

1.4.5. Toplam Fosfor

Biyolojik olarak fosfor metabolizması kalsiyum metabolizması ile birlikte değerlendirilir. Fosfor canlı organizma için vazgeçilemez bir elementtir. Organizmada kalsiyumla beraber başlıca kemiklerde bulunur. Doğal sularda organik ve inorganik şekillerde bulunur. Bitki ve hayvan gelişiminde gerekli bir elementtir. Birçok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı sınırlandırılmıştır. Suyu kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardan da geçebilir. Yüzeysel sulardaki fazlalığı azota bağlı olarak yine alglerin çoğalmasına ve o yüzeysel sudaki canlı hayatı etkilemesine neden olmaktadır (22).

Anahtar bir ürün olan fosfor, kirlenmemiş doğal sularda oldukça düşük miktarlarda ($0,01-0,03 \text{ mgL}^{-1}$) bulunmaktadır. Tatlı su kaynaklarının özellikle plankton gibi sucul organizmaların verimliliğini belirler (45).

Akarsularda, fosfat seviyesinde oluşan yaz aylarındaki yükselmenin havadan fosfat bağlayabilen mavi-yeşil alglerin artmasından veya fosfatlı gübrelerin kullanımından kaynaklanabilir (46).

Ayrıca yaz aylarında gelişen köklü su bitkileri de topraktaki fosforun suya geçmesinde etkili olabilirler. Bunun yanında pH seviyesinin 7'ye yakın seyretmesi durumunda suda fosfat bağlayan Ca^{+2} , Al^{+2} ve Fe^{+2} iyonlarının (PO_4^{-3}) iyonları ile bileşik yapma hızı en yavaş durumda olduğundan toplam sertliğin ve fosfatın ortalama değerlerinin yüksek olması beklenebilir (46,47).

Fosfor nedeniyle ortaya çıkan su kirlenmesinin temel kaynağının %83'lük bir oranla endüstri ve kanalizasyon atık suları olduğu bildirilmektedir. Kentsel kökenli kanalizasyon sularındaki fosfatların ise %32-70'i deterjanlardan kaynaklanmaktadır. Deterjan tüketiminin yoğun olduğu bölgelerde alıcı ortam olan sulara ulaşan toplam fosforun üçte birinden fazlasının deterjanlara katılan sodyum tripolifosfattan ileri geldiği belirlenmiştir (48).

Sucul ortamlarda toplam fosfor miktarı, inorganik ve organik fosfat gruplarının toplamı anlamına gelmektedir. Ortofosfat olarak bilinen inorganik fosfatlar çözünebilir reaktif fosforlar (SRP) şeklinde de tanımlanabilmektedir. SRP'ler sucul

canlıların hayatsal faaliyetlerinde kullandıkları bileşiklerdir. Polifosfatlar ise, birden fazla ortofosfat molekülünden su çıkması ile elde edilen, su ortamında zamanla hidrolize uğrayıp tekrar orto hallerine dönen fosfor gruplarıdır.

Fosforun sularda kirlilik bakımından meydana getirdiği en önemli sonuçlardan biri de ötrofikasyona neden olmasıdır. Çeşitli şekillerde alıcı ortam olan akarsu ve denizlere ulaşan fosfor alglerin çoğalmasına yol açmaktadır. Alglerin aşırı çoğalması bir süre sonra güneş ışınlarını engelleyerek çözünmüş oksijen miktarını azaltıcı etkisi olacaktır.

Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlı olarak değişmektedir. Fosfat su depolarında alglerin üremesini kolaylaştırır. Bu nedenle içme suyunda koku ve tad problemlerine yol açabilir. Bu sebepten içme suyunda fazla bulunması istenmez (49,50).

1.4.6. Azot ve Sucul Ortamlarda Bulunan Formları

Azot atmosferin % 78,1 oranı ile en temel gazıdır. Azotun suda çözünürlüğü azdır fakat atmosferde yoğun bulunması su ile temasını ve çözünürlüğün nispeten fazla oluşunu doğurur. Çözünürlüğü artan sıcaklık ve tuzlulukla azalır. Suda inorganik azot bileşikleri, amonyum iyonu (NH_4^+), iyonize amonyak (NH_3), nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-). Bunlar bitkilerce asimile edilebilirler ve birçok organik bileşiğin yapısında bulunurlar. Azot yaşam için oksijen ve karbon gibi hemen kullanıma hazır halde değildir. Döngüsü biyolojik aktivite gerektirir. Azot döngüsü yaşam için temeldir ve yine yaşamın kendisince gerçekleşir (39).

Sucul ortamlardaki amonyak, organik kirlilik ve sucul canlıların metabolik atıkları sonucunda ortaya çıkan toksik bir maddedir. Amonyum iyonu suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Ancak yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak amonyum amonyağa dönüşerek su ortamı içindeki sucul canlılar için toksik hale gelebilmektedir (51). Amonyum iyonları birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınabilir. Sularda alg büyümesini hızlandırdığı gibi suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir. Suda amonyak birikimi sucul organizmalara toksik etki gösterir. Amonyak, yaklaşık $0,2 \text{ mgL}^{-1}$ gibi düşük derişimlerde balık ve diğer sucul yaşama toksiktir (52).

Canlı bünyesinde, besin maddelerinde ve ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot döngüsü ile sürekli dinamik bir haldedir. Evsel atık sular ülkemizde su ortamına genellikle doğrudan karışmaktadır. Evsel atık suya kişi başına 8-15 g/gün azot katkısı bulunmaktadır. Endüstriyel tesislerden de endüstri türüne bağlı olarak önemli oranlarda su ortamına gönderilmektedir. Gübre, nitroselüloz, gıda, deri, bira üreten endüstri kuruluşları ve mezbahalardır.

Nitrat iyonları topraktan kolaylıkla yıkanarak suya geçmekte, böylece tarımsal drenaj suyu içerisinde önemli miktarda nitrat iyonu bulunmaktadır. Tarım yapılan alanlarda her yıl önemli ölçüde azot, doğal su kaynaklarına karışmaktadır. Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkilere sahiptir. Amino gruplar, toprak içinde bulunan çürüyen bitkisel proteinlerden kaynaklanır. Amonyum iyonu, başlıca ürenin ve atmosferdeki azotun bitki köklerinde tutulması ile oluşur. Bu iyon suda bulunan bazı mikroorganizmaların etkisiyle nitrit ve nitrata dönüşür. Bazı bakteriler ise denitrifikasyon sonucu nitrat ve nitriti anaerobik olarak moleküler azota dönüştürür. Doğal sularda bulunan nitrit kısa zamanda nitrata yükseltgenir. Balıklar ve diğer su canlıları için nitratın toksik sınırı $3-13 \text{ gL}^{-1}$, nitritin ise $20-30 \text{ mgL}^{-1}$ dir. Daha yüksek değerler balıklar ve canlılarda olumsuz etkilere yol açmaktadır (53,54).

1.4.7. Tuzluluk

Sularda en sık rastlanan tuzlar kalsiyum, magnezyum, sodyum bikarbonat, sülfat ve klorürleridir. Su kaynakları, zemininde bulunan çeşitli tuzları bünyelerinde barındırarak, bunları geçtikleri ortama taşımaktadır. Tuzların sudaki çözünürlüğü önemli değişimler göstermektedir. Bazı tuzların sudaki doygunluk konsantrasyonları oldukça düşükken bazı tuzlar suda olağanüstü yüksek çözünürlük göstermektedir. Evsel ve endüstriyel atık suların yüzeysel sulara deşarjı sonucunda klorür (Cl^-), sülfat (SO_4^{2-}), nitrat (NO_3^-) ve fosfat (PO_4^{3-}) konsantrasyonları yükselir. Söz konusu atık sular, alıcı ortamlara diğer bazı toksik elementleri de taşımaktadır. Bu nedenle suların tuzlar tarafından kirletilmesi, tuz içeriği fazla olan suların sulamada kullanılmasıyla oluşacak problemler açısından birinci aşamayı oluşturmaktadır (53).

Tuzluluk 1 kg suda çözülmüş iyonların toplam derişiminin bir ifadesidir. Tuzluluk arttıkça suyun osmotik basıncı da artar. Suyun tuzluluğu arttıkça elektrik akımını iletme kapasitesi artmaktadır. Bu elektriksel iletkenlik olarak da adlandırılmaktadır. Elektriksel iletkenlik değeri tuzluluk derecesinin de bir

göstergesidir. Sulardaki tuzluluk akuatik ortamdaki kayalar, yağışlar ve buharlaşma gibi çeşitli faktörlerin etkisi altındadır (55,56).

Tuzluluk binde (‰) olarak ifade edilir. Deniz suyu için kabul edilen standart tuzluluk ‰35' dir. Tuzluluk derecesi ‰34' den aşağı olan sular acı su olarak tanımlanmakta, tatlı sularda tuzluluğun ‰5' in altında olduğu sularsa tatlı sular olarak adlandırılmaktadır. Tuzluluk sucul ortamlarda bulunan canlı dağılımını etkilemektedir (56,57).

1.4.8. İletkenlik

Suyun elektriksel iletkenliği, su içinde çözünmüş olarak bulunan iyonların cinsi ve konsantrasyonuna bağlıdır. Çözünmüş tuz derişimi arttıkça elektriksel iletkenlikte de artmaktadır. Bu sebepten dolayı elektriksel iletkenlik ölçülerek su içinde çözünmüş toplam tuz miktarı hakkında fikir sahibi olunabilir. Elektriksel iletkenlik, elektriksel direncin tersi olarak da tanımlanır. İletkenlik birimi Siemens' dir. Doğal suların iletkenliği çok küçük olduğundan, suların öz iletkenliği genellikle $\mu\text{mho/cm}$ veya mS/m cinsinden ifade edilir. $1 \text{ mS/m} = 10 \mu\text{mho/cm}$ dir (58).

İyonların yer değiştirme hızı üzerine sıcaklığın etkisi vardır. Bir başka ifade ile suyun içindeki tuz ve çözünebilir madde miktarı ve su sıcaklığı arttıkça iletkenliği de artar (59).

1.4.9. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)

Yükseltgenme-indirgenme potansiyeli (ORP) sulu çözeltilerin yükseltgeme ve indirgeme durumlarını gösteren sayısal bir indekstir. Ayrıca redoks potansiyeli (Eh) olarak da bilinmektedir. Yükseltgenme potansiyeli pozitif, indirgeme potansiyeli negatif olarak gösterilir. ORP ölçümleri genellikle milivolt cinsinden gösterilir. Doğal kirlenmemiş yeraltı sularında ORP +500'den -100 mV' a kadar değişim göstermektedir (60).

Organik bileşikler ile kontamine olmuş yeraltı suları genellikle negatif yönde -400 mV seviyesinde ORP değerleri sergiler (61). ORP verileri özellikle pH verileri ile beraber kullanıldığında, çözünmüş metaller ve diğer kimyasal türlerin beklenen oksidasyon durumunu değerlendirmek için yararlıdır. Akiferler ve diğer doymuş bölgeler açık sistemler olduğundan farklı birçok değişken ile etkilenir ve bu nedenle ORP ve pH verileri tam olarak bir gösterge sayılamayacağından yeraltı suları içindeki mevcut kimyasal durum belirlenmelidir (62). Bununla beraber, ORP

değerleri çözülmüş oksijen değerlerini elde etmek veya bunların yerine bir parametre olarak kullanılamaz (63).

1.4.10. Toplam Çözülmüş Madde (TDS)

TDS, suyun içinde çözülmüş bulunan inorganik tuzlar (özellikle kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum, bikarbonat, klor ve sülfatlar) ve az miktarda da organik maddelerden oluşmaktadır. Yeraltı sularında toplam çözülmüş madde miktarı kanalizasyon sularından, sanayi ve endüstriyel atık sulardan karışımla artabilir. Yolların buzlanmaması için kullanılan tuzlar da yeraltı sularında TDS miktarının artışında etkili olurlar. Farklı jeolojiye sahip bölgelerde TDS'nin değişen konsantrasyonları, minerallerin çözünürlükleri arasındaki fark nedeniyle meydana gelmektedir (2).

Su içinde bulunan katı maddeler, toprak parçacıkları ve bitki parçaları gibi inorganik ve organik maddelerden oluşur. Bu maddeler görünürlüğünü azaltır, sucul ekosistemler için zararlı olabilir. Önemli bir su kalitesi endişe yaratabilir. Ayrıca, bulanıklığa neden olan katılar sudaki canlıların solungaçları için aşındırıcı olabilir. Dere dibine düşen katılar bentik organizmalara zarar verebilir (1).

1.4.11. Askıda Katı Madde (AKM)

Doğal sularda ve atık sularda bulunan çözülmüş ya da askıda olan maddeler katı maddelerdir. Toplam katı madde filtre edilebilen ve filtre edilemeyen maddelerin tamamı olarak ifade edilir. Askıda katı maddeler ise çökebilen ve çökemeyen maddeleri kapsamaktadır. Sudaki askıda katı maddeler (organik ve inorganik maddeler) ve bulanıklık, önemli parametrelerdir. Askıda katı maddeler doğal kaynaklı (erozyon ve rüzgâr) olduğu gibi, maden ocaklarından gelen sular, tarımsal sulamadan dönen sular ve endüstriyel kökenli atık sularla da sucul ortamlara eklenebilir (64).

Sularda yüzen katı maddeler, genellikle organik kökenli olup su bitkileri, ölmüş hayvanlar, arıtılmamış atık sulardan gelen fekal maddeler ile biyo-endüstri atıklarından oluşur. Bunların tamamı doğal kökenli olduklarından fiziksel parçalanma ve biyokimyasal reaksiyonlar sonunda çözülmüş bileşikler veya onların son ürünleri haline dönüşürler. Bu olayların meydana gelme sırasında atmosferden oksijen difüzyonunun yeterli olmadığı durumlarda sularda aneorobik ortam oluşmaktadır (64).

Akarsularda bulunan katı ve askıdaki maddeler, güneşten gelen enerjiyi engelleyerek karbondioksit ve oksijen dengesini bozmaktadır. Aynı zamanda suyun kalitesini etkileyerek kullanma ve içme özelliğini değiştirmektedir (65).

1.4.12. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

Su ya da atık suyun bir numunede bulunan organik maddenin biyolojik parçalanması sırasında bakteriler tarafından kullanılan oksijen miktarını ifade eder. Genellikle, beş günlük bir süre boyunca ölçülerek hesaplanır. Biyolojik Oksijen İhtiyacı örnek organik madde miktarının dolaylı bir ölçüsüdür (1). Aerobik şartlar altında bakteriler tarafından organik maddelerin parçalanmasında kullanılmak üzere gerekli olan oksijen miktarı BOİ olarak tanımlanır ve mgL⁻¹ olarak ifade edilir (66). Biyolojik oksijen ihtiyacının belirlenmesi, kirli suların ve atık suların bağıl oksijen gereksinimlerini belirlemek için kullanılan laboratuvar prosedürlerinin standart hale getirildiği deneysel bir testtir. Bu test, sülfid ve demir gibi inorganik materyallerin oksidasyonunda kullanılan oksijeni ve organik materyallerin (karbondan kaynaklanan ihtiyaç) belirli bir inkübasyon periyodundaki biyokimyasal ayrıştırmasında kullanılan moleküler oksijeni ölçmektedir (67).

BOİ deneyinde oluşan reaksiyonlar biyolojik olayların bir sonucudur. Reaksiyonların hızı su örneklerinde çözülmüş olan organik madde miktarına ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle deneyin oda sıcaklığında (20°C) yapılması gerekmektedir. Kuramsal olarak organik maddelerin tam biyolojik yükseltgenmeleri için sonsuz sürede bir zamana ihtiyaç vardır. Fakat uygulamada reaksiyonun 20 günde tamamlandığı kabul edilmektedir. Bununla birlikte 20 günlük bir zaman aralığı sonuç alma açısından oldukça uzundur. Bu nedenle 5 günlük bir bekleme süresi kabul edilmiştir. BOİ tayininde kullanılacak yöntemler kirliliğin derecesine ve suyun yapısına göre değişir (8).

Organik maddeler bakteriler için gıda maddesidir. BOİ deneyinde, kanalizasyon ve endüstri atıklarının organik yük cinsinden kirlenme derecesi eşdeğer oksijen miktarı cinsinden tayin edilir. (Tablo 1.9)

Tablo 1.9 Biyolojik Oksijen İhtiyacı Değerlerine Göre Suların Sınıflandırılması (24)

BOİ ₅ (mgL ⁻¹)	Su Kalitesi
0-15	Temiz
15-30	Orta
>30	Kirli

*Bu değer içme sularında 1.5'i geçmemelidir.

1.4.13. Nitrat

Nitrat ve nitrit insan ve hayvan kaynaklı organik maddelerin dekompozisyonu sonucu oluşmaktadır. Bu bileşiklerin sudaki varlığı bakteriyel bir kontaminasyonun göstergesidir. Son yıllarda nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak, bu maddelerin sulara bulunma olasılığı ve miktarı artış göstermiştir (68).

Evsel atıklar, azot içeren sanayi atıkları organik maddeler, mezbaha atıkları ve tarımda kullanılan azotlu gübrelerin sulama suyu ya da yağmur sularıyla taşınması azotlu maddelerin sulara karışmasında etkili olan başlıca faktörlerdendir (37).

1.4.14. Klorofil-a

Tüm yeşil bitkilerde mevcut bir pigmenttir ve alg yoğunluğunu ölçmek için kullanılır. Yüksek klorofil-a değerleri suda aşırı besinlerden oluşan yüksek planktonik alg yoğunluğunu gösterir. Bu da suyun rengini değiştirir. Suda yeşil görünüm oluşturarak yüzeyde köpüklenme yapabilir. Çözünmüş oksijen seviyesini azaltabilir. pH seviyesini değiştirebilir. Aynı zamanda hoş olmayan tat ve koku oluşturur. Toplam fosfor ve klorofil arasında logaritmik ilişki vardır (69).

Klorofil-a miktarı fitoplankton biyomasının bir göstergesi olarak kabul edilmesinin yanı sıra, bu veriler yapılan birçok çalışmada birincil üretimin tahmin edilmesinde de kullanılmaktadır. Bu nedenle balıkçılıkta klorofil-a değerlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Klorofil-a miktarları fitoplankton büyümesinin de bir göstergesidir. Fitoplanktona etki eden çevresel faktörler bu organizmalardaki klorofil-a miktarını da etkilemektedir. Bu faktörler besleyici element miktarları gibi suyun kimyasal özellikleri olabileceği gibi, ışık ve sıcaklık gibi fiziksel özellikler de olabilir (70).

2. MATERYAL-METOT

2.1. Saha Çalışması

Karadeniz Bölgesi, Giresun ili sınırları içerisinde bulunan Batlama Deresi su kalitesi parametrelerinin tespiti amaçlanan bu çalışmaya Haziran 2014 tarihinde başlanmış, aylık örneklemelemlerle bir yıl sürdürülmüş olup, Mayıs 2015 tarihinde sonlandırılmıştır.

Batlama Deresi, Çaldağ'ın batı yamacının güneyinde Bektaş Yaylası'ndan doğar, İnişdibi yakınlarında Ağsak Deresi, Köy Deresi ve Yarbaşı Deresi'ni de bünyesine alır, daha sonra Lapa Dere'sini alarak Giresun'un batısından merkez ilçenin batısında denize dökülür. Uzunluğu 40 km.'dir. Batlama Deresi sadece dere olarak değil güzergâhı boyunca 3 adet doğal maden suyu kaynak sularını da barındırması ile ünlü olan maden suyu firmaları bu derenin üzerinde yer almaktadır. Son günlerde HES inşaatı yapılması planlanan Batlama Deresi, karşıt protesto gösterileri ile de gündeme gelmektedir. Batlama Deresi'nin il sınırları içindeki ortalama yıllık akış 139 hm^3 , il sınırları içindeki ortalama yıllık debi $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$ olup Karadeniz Bölgesi'nden doğup yine Karadeniz'e dökülmektedir.

Giresun Belediyesi içme suyu Aksu Vadisi (Etbaşıoğlu, Duroğlu) ile Batlama Deresi'ndeki derin kuyulardan temin edilmektedir. Bu sebeple Batlama Deresi 'nin su kalitesi önem arz etmektedir.

Giresun ilinin içme suyu çıkarılan derin kuyularda dönemsel olarak debi miktarları değişiklik göstermektedir. Haziran ayında yapılan debi ölçüm sonuçlarına göre; Etbaşıoğlu: $158,48 \text{ L/sn}$ Duroğlu: $197,27 \text{ L/sn}$ Batlama: $108,98 \text{ L/sn}$ Toplam: $464,43 \text{ L/sn}$ toplam debi miktarı oluşmuştur. Etbaşıoğlu bölgesinde 5, Duroğlu bölgesinde 6, Batlama bölgesinde 5 olmak üzere toplam 16 adet derin kuyu dalgıç pompası bulunmaktadır. Bu kuyuların su kapasitesi yaklaşık 400 L/sn 'dir (71).

Tablo 2.1 Giresun merkez içme suyu kaynakları (71)

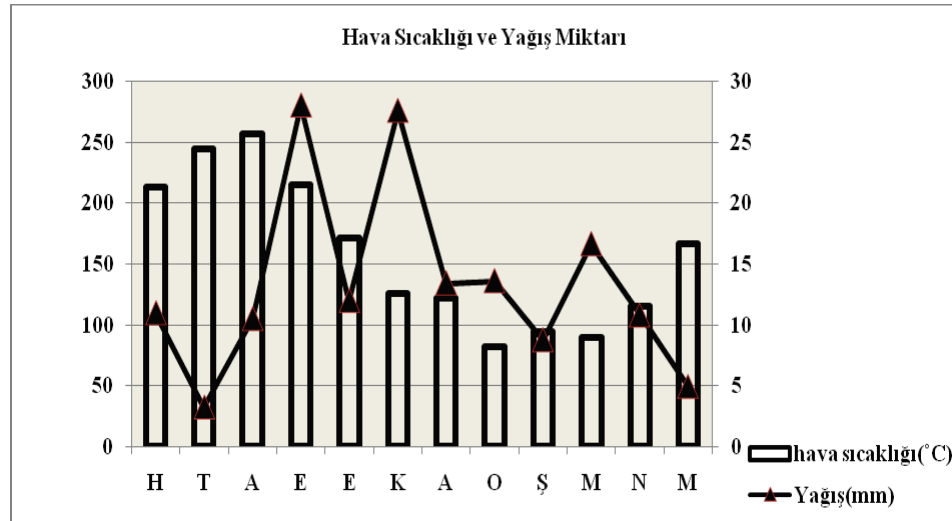
Kaynak Yeri	Birim Zamanda Çıkarılan Su (L/sn)
Batlama (Batlama Deresi)	108,98
Etbaşıoğlu (Aksu Deresi)	158,48
Duroğlu (Aksu Deresi)	197,27
TOPLAM	464,43

Giresun İli şifalı su kaynakları bakımından fazla zengin değildir. İldeki şifalı sular arasındaki Merkez'de İnişdibi Köyündeki maden suyu sayılabilir.

Giresun ilinde enerji üretimi amacı ile kullanılacak su kaynaklarından başlıcaları; Pazarsuyu, Aksu Deresi, Yağlıdere, Harşit Çayı, Batlama Deresi, Gelevera Deresi ve Görele Deresi'dir. DSİ verilerine göre Giresun'da 96 Hidroelektrik Santral Projesi planlanmaktadır. İlimizdeki HES'lerin büyük bir kısmı nehir tipidir. 2013 yılı itibariyle üretimde olan Hidroelektrik santral sayısı 20'dir.

Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, DSİ 22. Bölge Müdürlüğü (2014)'nün verilerine göre Batlama Deresi; evsel atıklar, evsel katı atıklar, sanayi atıkları ve hayvan yetiştiriciliği muhtemel nedenleri ile kirlenmektedir (71).

Çalışma aralığımızda, 2014 yılı içerisinde Giresun ilinde en yüksek sıcaklık ortalaması 25,7 °C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık ortalaması 8,2 °C ile Ocak 2015 görülmüştür. Şekil 2.1'de görüldüğü gibi Haziran 2014-Mayıs 2015 tarihleri içerisinde en fazla yağış yine Eylül ayında olurken (280,6 mm), en kurak geçen ay ise Temmuz (32,4mm) olmuştur (72).



Şekil 2.1 Giresun iline ait hava sıcaklığı ve yağış miktarı (72)

Batlama Deresi su kalitesini belirlemek için tespit edilen istasyonlardan birincisi 40°44' 04.41" Kuzey / 38° 17'50.26" Doğu koordinatlarına sahip, denizden yüksekliği 452 m'dir. Çalışmanın ikinci istasyonu 40°48'56.97" Kuzey/ 38°18'37.67" Doğu koordinatlarında ve denizden yüksekliği 213 m'dir. Bu istasyon yan kol olan Lapa Deresi ile birleştiği kısımdadır. Belirlenen üçüncü istasyon ise derenin denize birleştiği yerden 60 m içeride olup 40°54'17.25" Kuzey /

38°21'18.31" Doğu koordinatlarındadır. Şekil 2.2' de çalışma alanının ve istasyonların konumu gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Çalışma sahası Batlama Deresi ve çalışma istasyonları.

Sıcaklık, pH, iletkenlik, spesifik iletkenlik, çözülmüş oksijen (mgL^{-1} ve % cinsinden), tuzluluk, TDS, ORP gibi bazı su kalitesi parametreleri ölçümleri sahada yapılmıştır. Oksijen ölçümünde YSI marka 550A model oksijen metre; sıcaklık, pH, iletkenlik, tuzluluk, TDS ve ORP için de YSI pro1030 model multiprob kullanılmıştır. Su örneklemeleri, derenin ortalarından numune kaplarının çalkalanarak derenin akış yönüne ters ve yüzeyden 15–20 cm derine daldırılması yolu ile suyun kendi doğal akışıyla kapların doldurulmasıyla alınmıştır. Alınan su örnekleri vakit kaybetmeden Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarlarına getirilerek aynı gün içerisinde su örneklerinin analizleri yapılmıştır.

2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Su kalitesini oluşturan parametrelerin analizlerinde kullanılacak numuneler Haziran 2014 tarihinden Mayıs 2015 tarihine kadar üç istasyondan ayda bir kez

toplanmış ve aynı gün içerisinde analizleri yapılmıştır. Numune toplamaya çıkmadan bir gün önce, arazide kullanılacak tüm malzemeler, arazi tipi ölçüm cihazları ve numune şişelerinin bakım ve temizliği sağlanarak hazır hale getirilmiştir. Numune kapları sahaya çıkmadan bir gün önce asit banyosundan geçirilip yıkanmıştır. Asit banyosu için % 1-2'lik HCl solüsyonu kullanılmış daha sonra saf su ile çalkalanarak numune kapları kuruması için etüve bırakılmıştır (35).

Su kalitesi parametrelerinden toplam alkalinite ve toplam sertlik için titrimetrik yöntemler, toplam amonyak azotu (TAN), klorofil-a tayini, nitrat, toplam fosfor (TP) ve çözünebilir reaktif fosfor (SRP) analizleri içinde fotometrik yöntemler kullanılmıştır. Ayrıca biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) ve askıda katı madde (AKM) analizleri ise yine laboratuvar koşullarında yapılmıştır. Bahsi edilen tüm bu su analizleri (35)' de belirtilen standart analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Fotometrik ölçüm gerektiren analizler için Shimadzu marka UV-1240 model spektrofotometre kullanılmıştır.

Toplam alkalinite için 0,02 N sülfürik asitle (H₂SO₄) titrasyon yapılmıştır. Toplam sertlik için ise 0,01 M EDTA ile titrasyon yöntemi kullanılmıştır. Sonuç değerleri her iki tayinde de mgL⁻¹ CaCO₃ cinsinden ifade edilmiştir.

Askıda katı madde (AKM) analizi için su whatman marka 0,45 µm membran filtreler önce saf sudan geçirilerek etüvde kurutulmuştur. Sonra filtre kağıtları ile örnek su süzölmüştür. Daha sonra filtre kâğıtlarının 105°C'de 24 saat kurutulması ile oluşan ağırlık farkından hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç mgL⁻¹ ' dir.

Klorofil-a ölçümleri için su numuneleri 0,45 µm filtre kâğıdından geçirilmiştir. Kâğıt üzerindeki kalıntı rulo yapılarak vida kapaklı cam şişelere bırakılmıştır. Analiz için aseton-metanol ilave edilip su banyosunda 65°C'de 2 dakika tutulduktan sonra oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Santrifüje edilip spektrofotometre ile okuma yapılmıştır.

Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) için 1 L örnek suyun oksijen değeri ölçüldükten sonra ışık ile temas etmeyecek şekilde 20°C' lik etüvde 5 gün boyunca bekletilip tekrardan oksijen değeri okunmuştur. Aradaki fark mgL⁻¹ cinsinden BOİ₅ sonuçlarını vermiştir.

Toplam fosfor ve çözünebilir reaktif fosfor (SRP) analizleri için uygun şekilde kombine reaktif hazırlanmış ve gerekli prosedürler uygulanarak spektrofotometrede okuma yapılmıştır.

Toplam amonyak nitrojeni (TAN) tayininde TAN 1 ve TAN 2 solüsyonları kullanılmıştır. Gerekli karışımlar hazırlanıp 45 dakika bekletildikten sonra uygun dalga boyunda spektrofotometre de ölçüm yapılmıştır. TAN, SRP ve toplam fosfor değerleri için 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 ve 1 ppm'lik standart solüsyonlar hazırlanmıştır. Kör olarak saf su kullanılıp her biri analiz süresince okunarak değerlere göre eğri hesaplanmıştır. Eğriye göre elde edilen konstant (sabit) değeri kullanılarak gerçek sonuçlara ulaşılmıştır. Amonyak (NH₃) ve amonyum (NH₄) tespiti için Tablo 2.2'den faydalanılarak yapılmıştır (35).

Tablo 2.2 Toplam iyonlaşmamış amonyum miktarı ile pH ve sıcaklık arasındaki ilişkileri (35)

pH	Sıcaklık (°C)													
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
7	0,0013	0,0016	0,0018	0,0022	0,0025	0,0029	0,0034	0,0039	0,0046	0,0052	0,0060	0,0069	0,0080	0,0093
7,2	0,0021	0,0025	0,0029	0,0034	0,0040	0,0046	0,0054	0,0062	0,0072	0,0083	0,0096	0,0110	0,0126	0,0150
7,4	0,0034	0,0040	0,0046	0,0054	0,0063	0,0073	0,0085	0,0098	0,0114	0,1310	0,0150	0,0173	0,0198	0,0236
7,6	0,0053	0,0063	0,0073	0,0086	0,0100	0,0116	0,0134	0,0155	0,0179	0,0206	0,0236	0,0271	0,0310	0,0369
7,8	0,0084	0,0090	0,0116	0,0135	0,0157	0,0182	0,0211	0,0244	0,0281	0,0322	0,0370	0,0423	0,0482	0,0572
8	0,0133	0,0156	0,0182	0,0212	0,0247	0,0286	0,0330	0,0381	0,0438	0,0502	0,0574	0,0654	0,0743	0,0877
8,2	0,0210	0,0245	0,0286	0,0332	0,0385	0,0445	0,0514	0,0590	0,0676	0,0772	0,0880	0,0998	0,1129	0,1322
8,4	0,0328	0,0383	0,0445	0,0517	0,0597	0,0688	0,0790	0,0904	0,1031	0,1171	0,1326	0,1496	0,1678	0,1948
8,6	0,0510	0,0593	0,0688	0,0795	0,0914	0,1048	0,1197	0,1361	0,1544	0,1737	0,1950	0,2178	0,2422	0,2768
8,8	0,0785	0,0909	0,1048	0,1204	0,1376	0,1566	0,1773	0,1998	0,2241	0,2500	0,2774	0,3062	0,3362	0,3776
9	0,1190	0,1368	0,1565	0,1782	0,2018	0,2273	0,2546	0,2836	0,3140	0,3456	0,3783	0,4116	0,4453	0,4902
9,2	0,1763	0,2008	0,2273	0,2558	0,2861	0,3180	0,3512	0,3855	0,4204	0,4557	0,4909	0,5258	0,5590	0,6038
9,4	0,2533	0,2847	0,3180	0,3526	0,3884	0,4249	0,4618	0,4985	0,5348	0,5702	0,6045	0,6373	0,6685	0,7072
9,6	0,3496	0,3868	0,4249	0,4633	0,5016	0,5394	0,5762	0,6117	0,6456	0,6777	0,7078	0,7358	0,7617	0,7929
9,8	0,4600	0,5000	0,5394	0,5776	0,6147	0,6499	0,6831	0,7140	0,7428	0,7692	0,7933	0,8153	0,8351	0,8585
10	0,5745	0,6131	0,6498	0,6844	0,7166	0,7463	0,7735	0,7983	0,8207	0,8408	0,8588	0,8749	0,8892	0,9058
10,2	0,6815	0,7152	0,7463	0,7746	0,8003	0,8234	0,8441	0,8625	0,8788	0,8933	0,9060	0,9173	0,9271	0,9389

Batlama Deresi sedimenti düzenli olarak suyun içinden alınmış, 105°C de etüvde kurutularak porselen havanda ezilmiş ve elenmiştir. 20 gram sediment ve 20 ml saf su 50 ml'lik behere konulup ve karıştırılmıştır. 10 dakika beklendikten sonra tekrar karıştırılmıştır. Karışımın bulanıklığı çökeldikten sonra üstte kalan sıvının pH'sı pH metre ile ölçülmüştür (35).

Nitrat ölçümü ise sodyum salicylate metodu kullanılarak yapılmıştır. TR1 reaktif hazırlanmıştır. Ayrıca %98'lik H₂SO₄ ve %40'luk NaOH çözeltileri hazırlanmıştır. Bu

çözeltiler kullanılarak hazırlanan örnek spektrometrede okunarak nitrat değerleri tayin edilmiştir (35).

2.3. İstatistiksel Hesaplamalar

Araştırmada ölçülen su kalitesi parametrelerinin istatistiksel analizleri ile TAN, SRP ve toplam fosfor için gerekli olan standart eğrinin çizilmesi ve buna bağlı olarak konstant (sabit) sabitinin hesaplanması Microsoft Office Professional Edition 2010 programının bir parçası olan Microsoft Office Excel 2010 ortamında yapılmıştır. Ayrıca yorumlayıcı istatistiksel analizler ise Windows ortamında SPSS Statistics 20.0 istatistik programı ile yürütülmüştür. İstasyonlar arası istatistiksel farkın saptanması için tek yönlü varyans One Way Anova analiz metodu kullanılmıştır. Hipotezi ret etme seviyesi $p = 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Ayrıca SPSS Statistics 20.0 istatistik programı kullanılarak su kalitesi parametrelerinin çoklu istatistik tekniklerden Cluster (kümeleme) ve Faktör analizleri yapılmıştır.

3. BULGULAR

Batlama Deresi'nde su kalitesi parametrelerinin incelenmesi için Haziran 2014 - Mayıs 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu çalışmada elde edilen değerler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 İstasyonların su kalite parametreleri ve yıllık ortalama değerleri (Ort ± Standart hata)

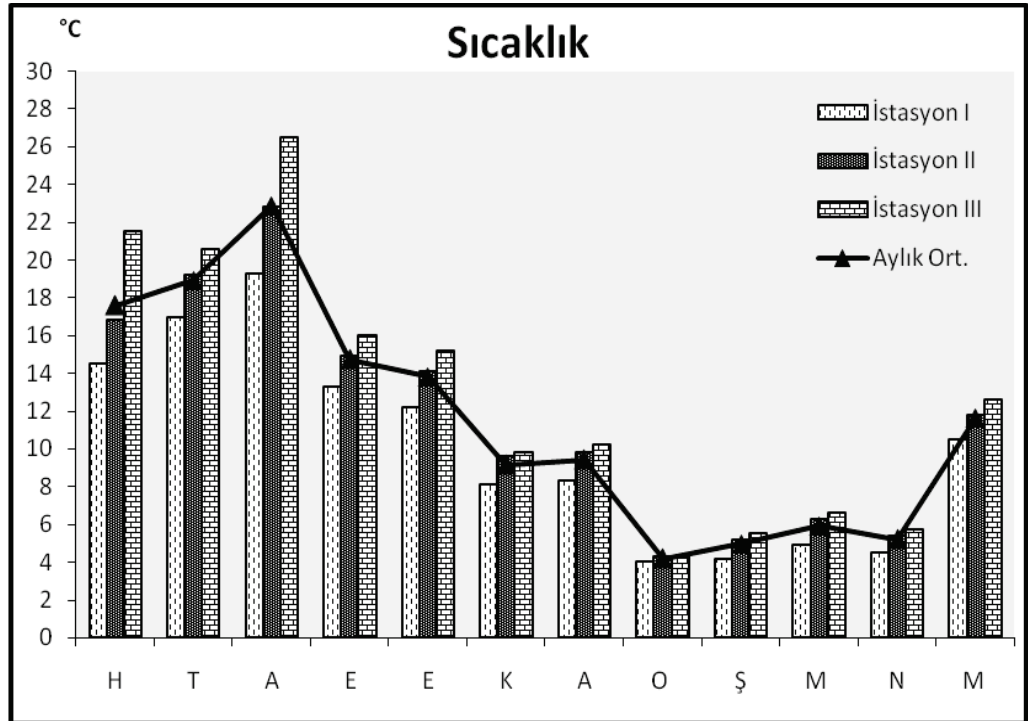
(Not: Aynı satırda farklı harfler istatistiksel farklılıkları belirtir.)

Parametre	I. İstasyon	II. İstasyon	III. İstasyon	Ortalama
Sıcaklık(°C)	10,06 ± 1,51	11,68 ± 1,73	12,87 ± 2,07	11,54±1,76
pH	7,93±0,08 ^a	8,39 ± 0,08 ^b	8,43 ± 0,07 ^b	8,25±0,05
Ç.Oksijen(%)	99,58±0,20	99,59± 0,18	99,83 ± 0,21	99,67±0,11
Ç. Oksijen(mgL ⁻¹)	10,82± 0,24	10,71 ± 0,38	10,40 ± 0,49	10,65±0,21
Tuzluluk (ppt)	0,13 ± 0,02	0,13± 0,02	0,11± 0,01	0,12±0,01
İletkenlik(µScm ⁻¹)	212,90 ± 43,92	200,54± 32,68	198,32 ± 30,10	203,92±20,25
Spesifik iletkenlik	292,21 ± 44,48	257,59 ± 30,30	248,20± 25,66	266,00±19,56
ORP (mV)	-58,66 ± 3,54 ^a	-85,66 ± 3,72 ^b	-87,41 ± 3,67 ^b	-77,25±3,02
TDS (mgL ⁻¹)	187,11 ± 27,95	162,53 ± 19,03	156,33 ± 16,13	168,66±12,33
T.Alkalinite(mgL ⁻¹)	120,16± 16,86	97,08± 10,97	93,75 ± 11,14	103,66±7,70
T. Sertlik(mgL ⁻¹)	137,75 ± 20,06	123,91 ± 15,21	115,08 ± 11,59	125,58±9,10
T. Fosfor (mgL ⁻¹)	0,095 ± 0,03	0,112 ± 0,04	0,158 ± 0,05	0,122±0,02
SRP (mgL ⁻¹)	0,015 ± 0,004	0,23 ± 0,005	0,028 ± 0,005	0,022±0,003
BOİ ₅ (mgL ⁻¹)	1,41 ± 0,20	1,44 ± 0,18	1,71 ± 0,21	1,52±0,11
Klorofil-a (µgmL ⁻¹)	2,11 ± 0,21	2,11 ± 0,22	2,88 ± 0,26	2,37±0,14
AKM (mgL ⁻¹)	25,66± 3,57	47,58 ± 9,12	49,58 ± 8,87	40,94±4,65
TAN(mgL ⁻¹)	0,29±0,015 ^a	0,30±0,018 ^a	0,45±0,51 ^b	0,34±0,02
Nitrat (mgL ⁻¹)	1,57±0,22	1,80±0,28	2,13±0,24	1,83±0,14
NH ₄ (mgL ⁻¹)	0,26±0,014 ^a	0,24±0,018 ^a	0,37±0,033 ^b	0,29±0,016
NH ₃ (mgL ⁻¹)	0,021±0,006 ^a	0,057±0,012 ^a	0,078±0,022 ^b	0,052±0,009
Sediment pH	7,71±0,11	7,90±0,08	7,64±0,80	7,75±0,5

3.1. Su Sıcaklığı

Sıcaklık derecesi yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek derecelerde ölçülmüştür. Mevsimsel olarak hava sıcaklığındaki düşüşün su sıcaklığına da etkisini gösterdiği görülmektedir.

İstasyonlar arasında su sıcaklığını değerlendirecek olursak I., II. ve III. istasyonların ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 10,06°C, 11,68°C ve 12,87°C' dir. III. istasyonda sıcaklığın diğer istasyonlara göre biraz daha yüksek derecede olduğu görülmüştür. Ortalama sıcaklık değeri 11,54°C olup minimum değer Ocak ayında (4°C) ve maksimum değer Ağustos ayında (26,5°C) kaydedilmiştir.

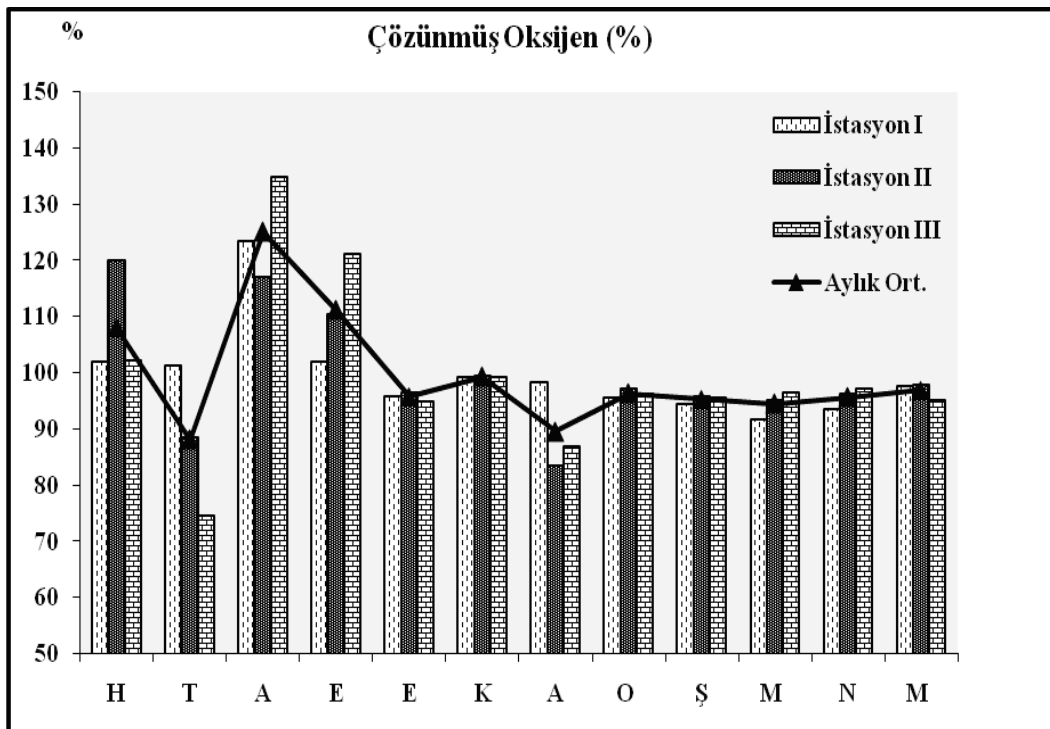


Şekil 3.1 İstasyonlara göre ortalama sıcaklık değerleri ve aylara göre değişimi

3.2. Çözünmüş Oksijen Doyunluğu (%)

Çözünmüş oksijen doygunluğu yıllık olarak değerlerine baktığımızda Temmuz ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Aylara baktığımızda ise yıl boyunca minimum değer Temmuz ayında (%74,50) ve maksimum değer Ağustos ayında (%135) olarak kaydedilmiştir.

Çözünmüş oksijen yüzdesinin yıllık ortalama değeri %99,67'dir. olarak bulunmuştur. İstasyonlar arasındaki ortalamalar değerlendirildiğinde I. istasyon yıllık ortalamasının % 99,58 olduğu görülmüştür. II. istasyon ortalamasının % 99,59 olduğu ve III. istasyonun ise %99,83 olduğunu görülmüştür.(Tablo3.1) İstasyonların % çözünmüş oksijen değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). Aylara göre çözünmüş oksijen değerlerinin değişimi Şekil 3.2'de verilmiştir.



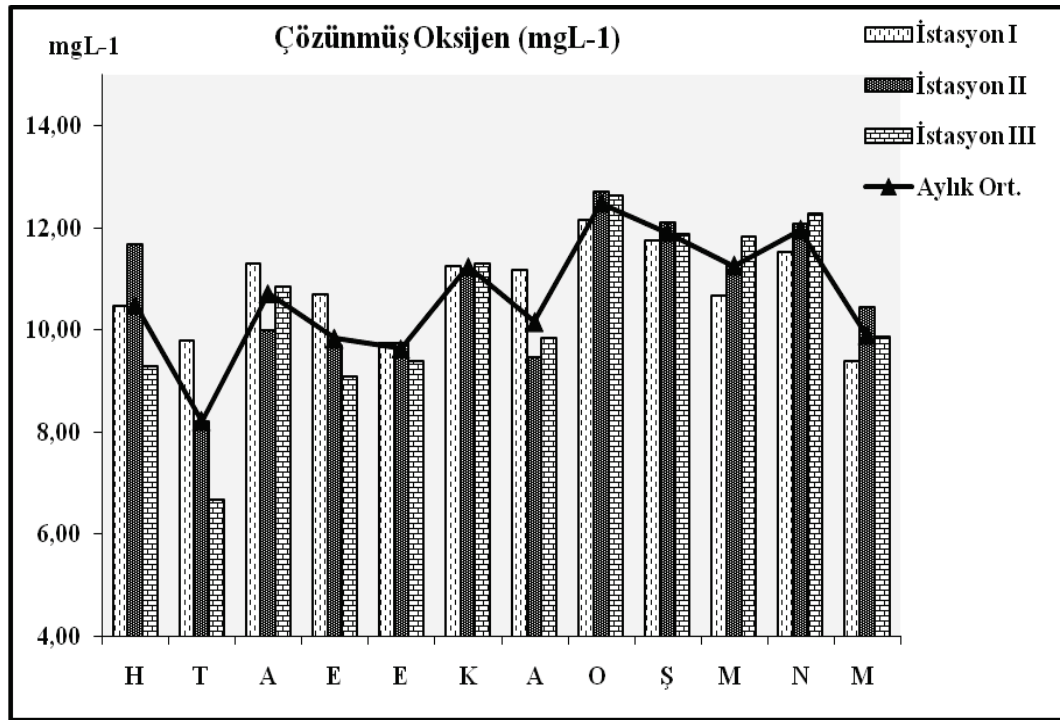
Şekil 3.2 İstasyonlara göre ortalama çözünmüş oksijen doygunluğunun değerleri ve aylara göre değişimi

3.3. Çözünmüş Oksijen (mgL⁻¹)

Çözünmüş oksijen miktarının dere boyunca istasyonların değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Yaz aylarından Temmuz ayında çözünmüş oksijen miktarının düşük seviyelerde ve III. İstasyonda 6,68 mgL⁻¹ olduğu, yıllık çözünmüş oksijen miktarı ortalamasının 10,65 mgL⁻¹ olduğu görülmüştür.

En yüksek çözünmüş oksijen miktarı ise 12,70 mgL⁻¹ ile Ocak ayında ölçülmüştür. İstasyonlar arasında çözünmüş oksijen miktarları I. istasyonda en yüksek ortalama 10,82 mgL⁻¹ olarak, II. istasyonda 10,71 mgL⁻¹ ve III. istasyonda ise 10,40 mgL⁻¹ olarak bulunmuştur.

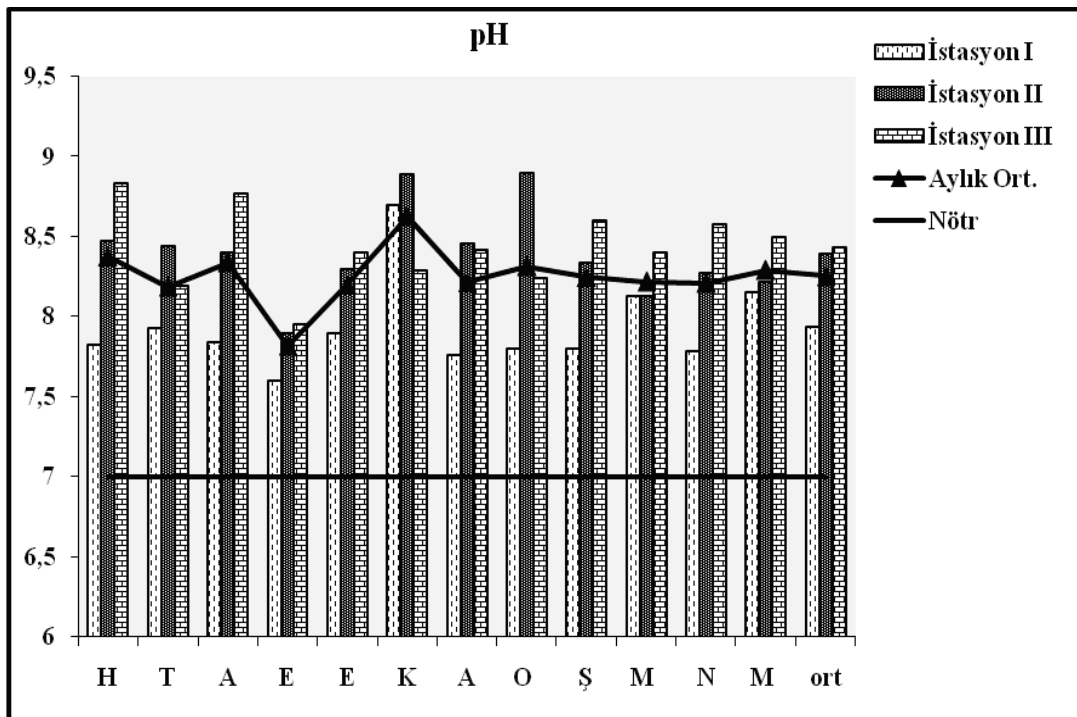
İstasyonlar arasında farklılık olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark tespit edilememiştir (p>0,05). Aylara göre çözünmüş oksijen değerleri ve çözünmüş oksijenin istasyonlara göre değişimi Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3 İstasyonlara göre çözünmüş oksijen değerleri ve aylara göre çözünmüş oksijenin değişimi

3.4. pH

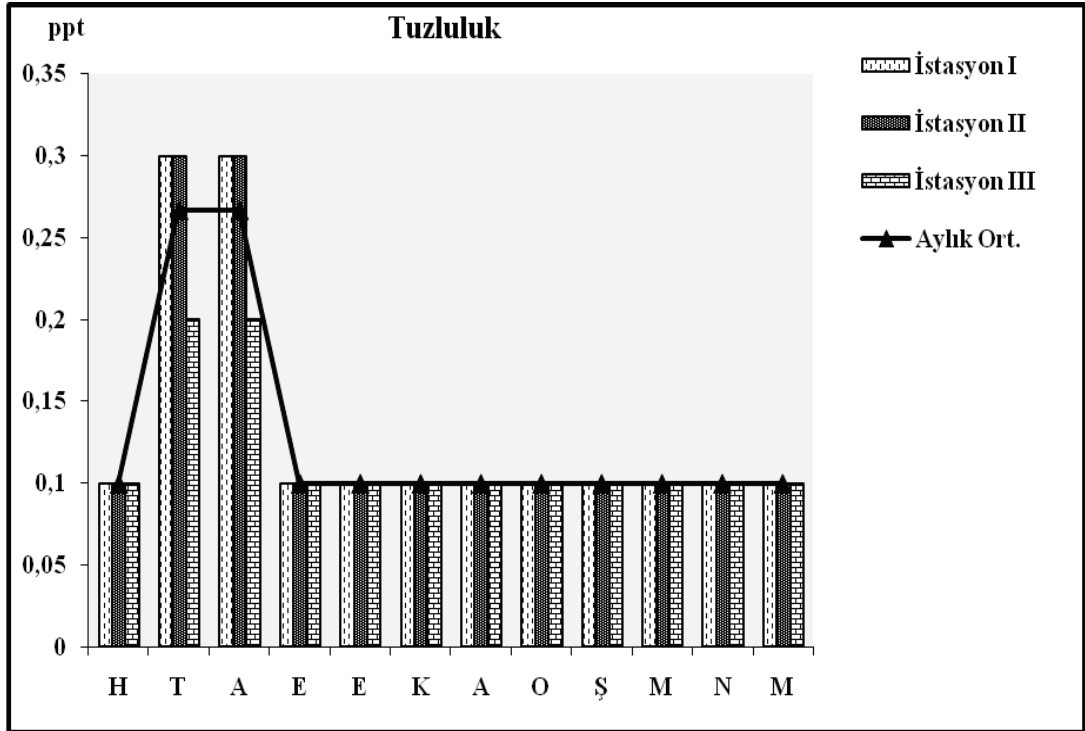
Batlama Deresi'nin yıllık pH sonuçlarına baktığımızda dere suyunun hafif bazik olduğunu söylenebilir. Yıllık ortalama pH değeri 8,25 olarak bulunmuş olup istasyonlar bazında ortalama pH değerleri sırasıyla 7,93, 8,39 ve 8,43 olduğu görülmektedir. Minimum 7,6 değeri Eylül ayında ve maksimum 8,90 değeri Ocak ayında kaydedilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak istasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). I. istasyonun II. ve III. istasyondan farklı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.4 İstasyonlara göre pH değerleri ve aylara göre değişimi

3.5. Tuzluluk

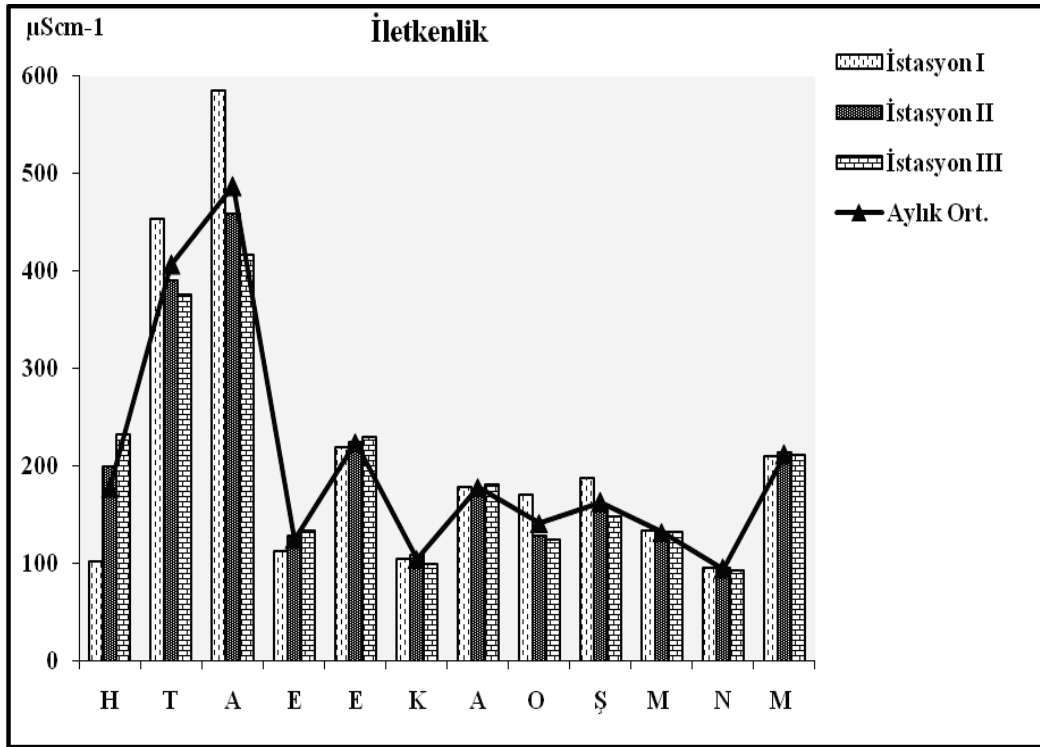
Yıl boyunca tuzluluk değerleri Şekil 3.5'te görülmektedir. Aylar arasındaki değerleri karŐılaŐtırdığımızda Temmuz ve Ağustos aylarında diğer aylara göre belirgin bir artış göze çarpmaktadır. Yaz aylarında su sıcaklığının yükselmesi, buharlaŐmanın artmasına bağlı olarak tuzluluk miktarında da artış görülmektedir. İstasyonların aylık ortalamalarına baktığımızda Temmuz ve Ağustos aylarında 0,27 ppt değeri ile en yüksek ortalaması olan aylar olduğu tespit edilmiştir. Yıllık ortalamada ise I. ve II. istasyonların 0,13 ppt, III. istasyonun 0,11 ppt değerlerinde olduğu görülmüştür. İstasyonlar istatistiksel olarak incelendiğinde istasyonlar arasında anlamlı bir düzeyde farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Aylara göre ortalama tuzluluk değişimi ve tuzluluğun istasyonlara göre değişimi Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5 İstasyonlara göre ortalama tuzluluk değerleri ve tuzluluğun aylara göre değişimi

3.6. İletkenlik

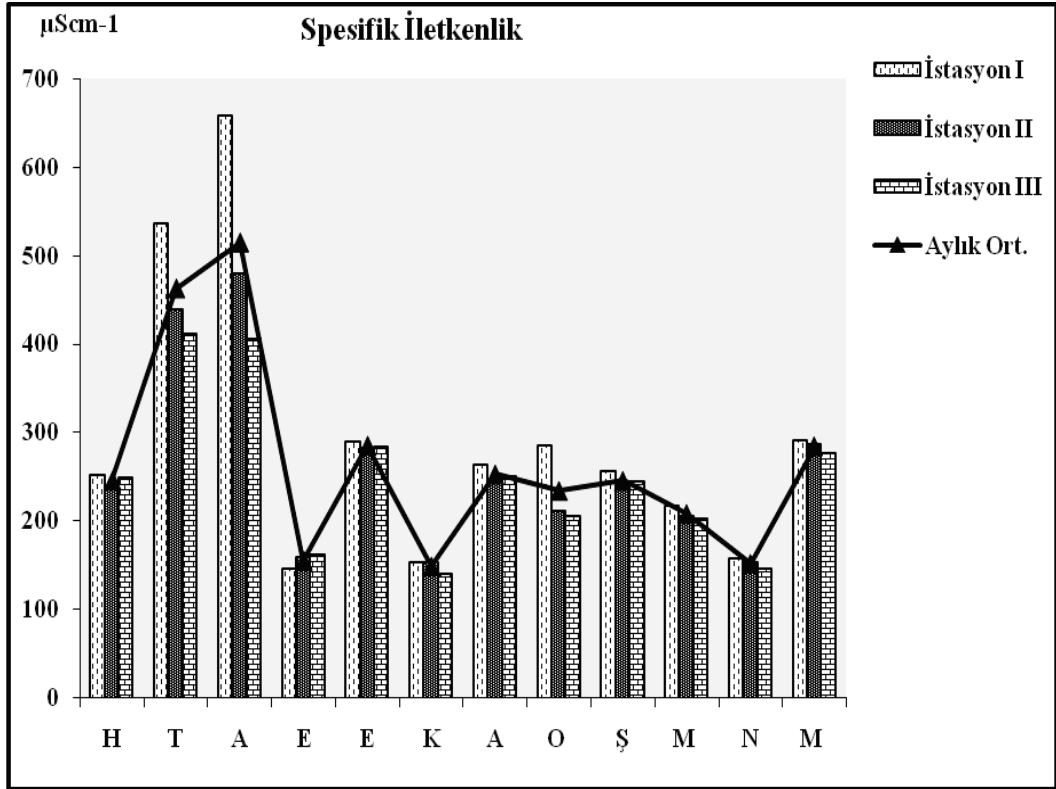
Batlama Deresinin elektriksel iletkenlik yıllık ortalama değeri $203,92 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Eylül, Kasım ve Nisan aylarında ani düşüş meydana gelmiş olup minimum değer $92,5 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak Nisan ayında ölçülmüştür. Ağustos ayında maksimum değer $586 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak ölçülmüş olup en yüksek ortalama da bu ayda elde edilmiştir. İstasyonların ortalamalarına baktığımızda I., II. ve III. istasyonların yıllık ortalamaları sırasıyla $212,90 \mu\text{Scm}^{-1}$, $200,54 \mu\text{Scm}^{-1}$ ve $198,32 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. İstasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Aylara göre iletkenlik değeri değişimi Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6 İstasyonlara göre iletkenlik değeri değerleri ve aylara göre değişimi

3.7. Spesifik iletkenlik

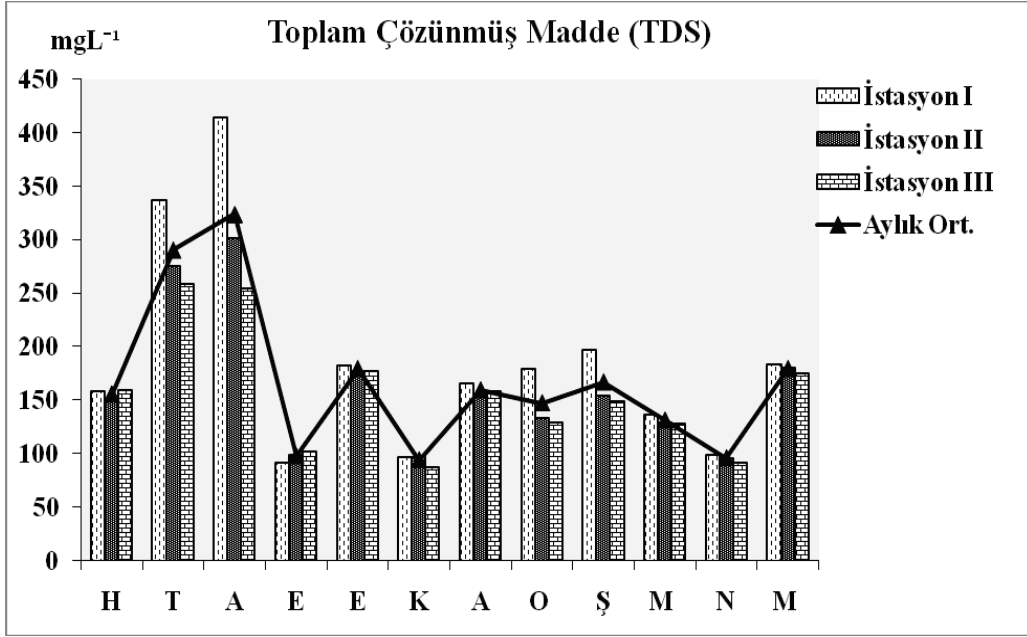
Batlama Deresi'nin spesifik iletkenlik değeri de iletkenlik değerleri ile benzerlik gstermekte olup Temmuz ve Ağustos aylarında ani bir yükseliş göstermektedir. Spesifik iletkenlik $685 \mu\text{Scm}^{-1}$ değeri ile Ağustos ayında en yüksek, $140 \mu\text{Scm}^{-1}$ ile Kasım ayında en düşük olarak ölçülmüştür. I. istasyonun yıllık ortalaması $292,21 \mu\text{Scm}^{-1}$, II. istasyonun yıllık ortalaması $257,59 \mu\text{Scm}^{-1}$ ve III. istasyonun yıllık ortalaması ise $248,20 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$).



Şekil 3.7 İstasyonlara göre spesifik iletkenlik değeri değişimi ve aylara göre değişimi

3.8. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

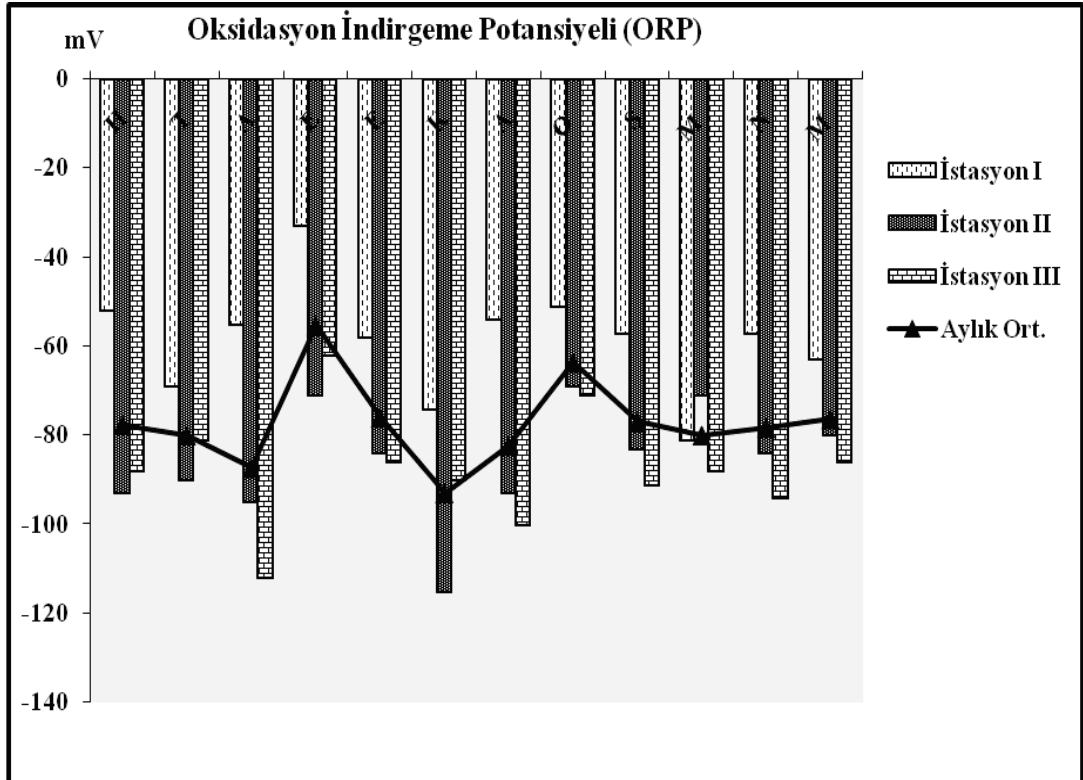
Toplam çözünmüş madde miktarlarına baktığımızda minimum değeri Kasım ayında 88 mgL^{-1} , maksimum değeri Ağustos ayında 415 mgL^{-1} kaydedilmiş olup yıllık ortalama TDS değeri $168,66 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. I., II. ve III. istasyonların ortalamaları sırasıyla $187,33 \text{ mgL}^{-1}$, $162,53 \text{ mgL}^{-1}$ ve $156,33 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. İstasyonlar arasında istatistiksel olarak ($p>0,05$) anlamlı bir düzeyde fark tespit edilmediği görülmüş olup, TDS'nin aylara göre değişimi Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8 İstasyonlara göre TDS değerleri ve aylara göre değişimi

3.9. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP)

İstasyonlarda aylık ölçülen ORP değerinde Şekil 3.9'da görüldüğü gibi negatif değerler elde edilmiştir. Çalışmamız boyunca Batlama Deresi'nin su kalitesi parametrelerinden ORP değerlerinde aylar arasında dalgalanmalar görülmektedir. Aylık değerlere baktığımızda maksimum değer Eylül ayında -33 mV olarak bulunmuş olup minimum değer Kasım ayında -115 mV değerdedir. Yıllık istasyonların ORP ortalaması -77,25 mV olarak tespit edilmiştir. İstasyonların sırasıyla ORP ortalama değerleri I. istasyon -58,66 mV, II. istasyon -85,66 mV ve III. istasyon -87,41 mV olarak ölçülmüştür. İstatistiksel olarak incelendiğinde istasyonlar arasında anlamlı düzeyde bir fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$). I. istasyonun II. ve III. istasyondan farklı olduğu görülmüştür. ORP'nin aylara göre değişimi Şekil 3.9'de verilmiştir.

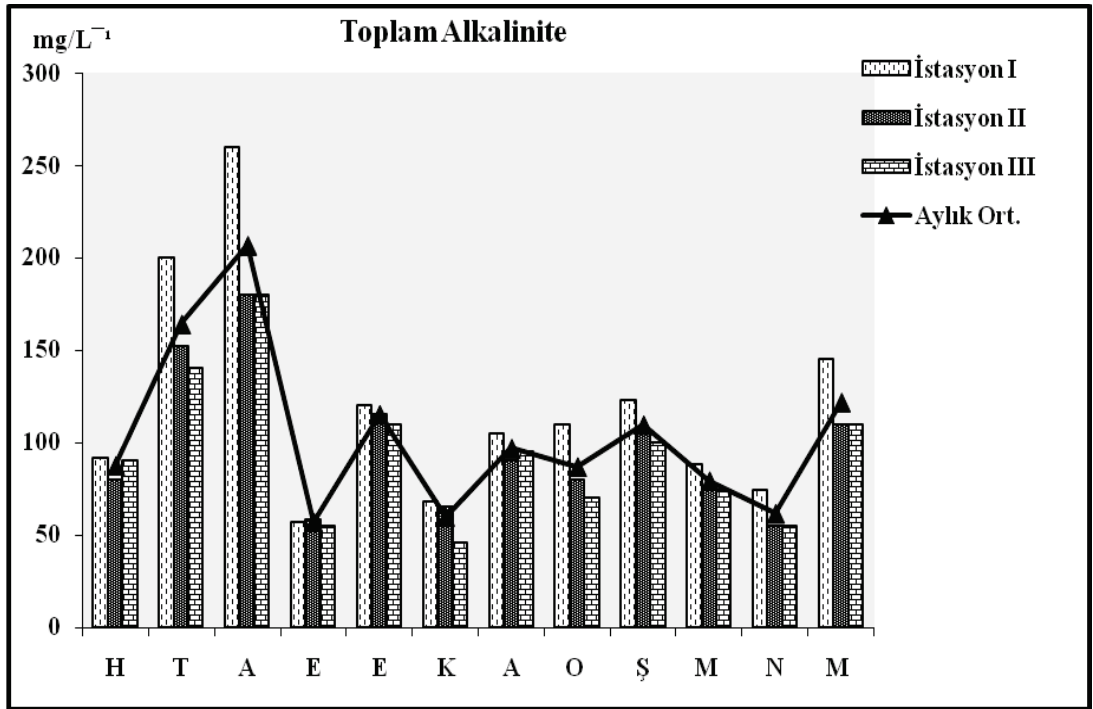


Şekil 3.9 İstasyonlara göre ortalama ORP değerleri ve aylara göre değişimi

3.10. Toplam Alkalinite

Alkalinite, su kalitesinin önemli bir parametrelerinden biridir. Batlama Deresi alkalinite değerlerine baktığımızda farklılık olmasına rağmen istatistiksel olarak istasyonlar arasında anlamlı bir fark olmadığı tek yönlü varyans analizi ile tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Batlama Deresi'nde örnek aldığımız istasyonlarda ölçülen değerlerden II. ve III. istasyonların değerleri birbirine yakın olmakla birlikte en yüksek I. istasyonda ($120,16 \text{ mgL}^{-1}$) kaydedilmiştir. II. istasyon ortalaması $97,08 \text{ mgL}^{-1}$, en düşük ortalama ise III. istasyonda ölçülmüş olup $93,75 \text{ mgL}^{-1}$ dir. Toplam alkanitenin yıllık ortalama değeri $103,66 \text{ mgL}^{-1}$ dir. Aylara baktığımızda en yüksek değer Ağustos ayında 260 mgL^{-1} olarak tespit edilmiş ve en düşük değer Kasım ayında 46 mgL^{-1} olarak bulunmuştur. Toplam alkalinitenin aylara göre değişimi Şekil 3.10'da verilmiştir.

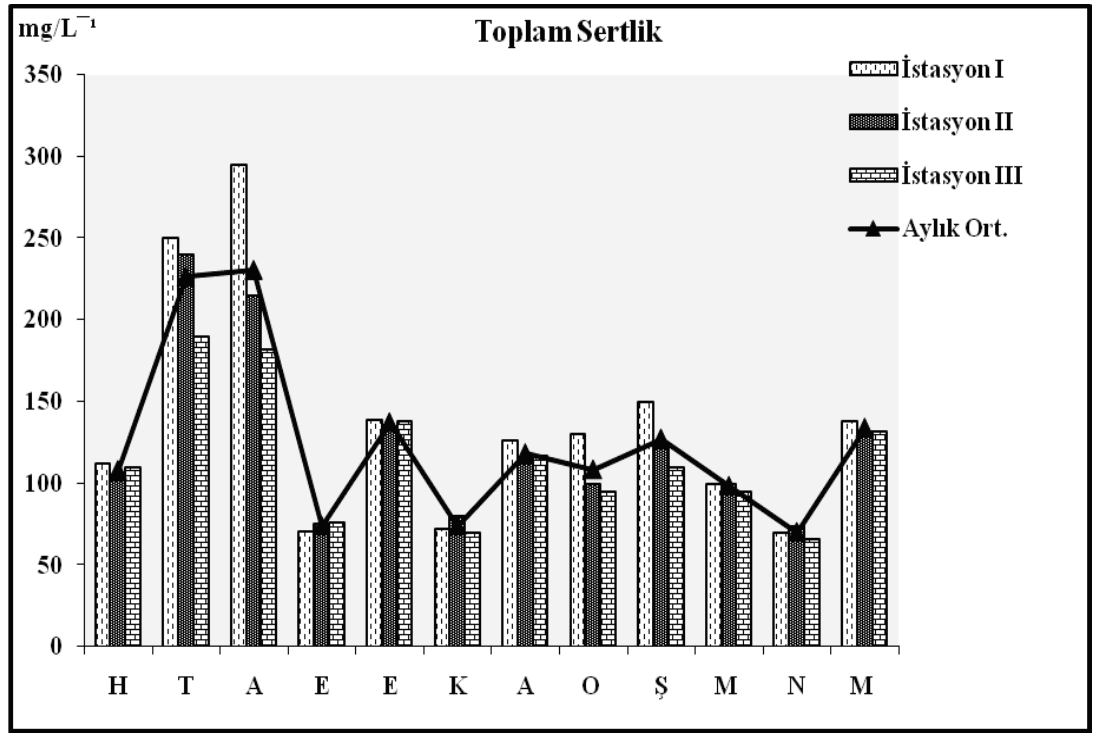


Şekil 3.10 İstasyonlara göre toplam alkalinite değerleri ve aylara göre değişimi

3.11. Toplam Sertlik

Toplam sertlik ve toplam alkalinite birbirine yakın değerde ve birbirine paralel seyreden parametredir. Ölçüm sonuçlarımızdan da bu durum gözlenmektedir.

Batlama Deresi'nin yıllık ortalama sertlik değeri $125,58 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. İstasyonların ortalamaları birbirine yakın değerde olup sırasıyla I., II. ve III. istasyonların ortalama değerleri $137,75 \text{ mgL}^{-1}$, $123,91 \text{ mgL}^{-1}$ ve $115,08 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. En düşük değer Nisan ayında 66 mgL^{-1} elde edilmiş ve Ağustos ayında 295 mgL^{-1} değeri ile maksimum seviyeye ulaşmıştır. İstatistiksel olarak da istasyonlar arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). Aylara göre toplam sertlik değerleri Şekil 3.11'de verilmiştir.



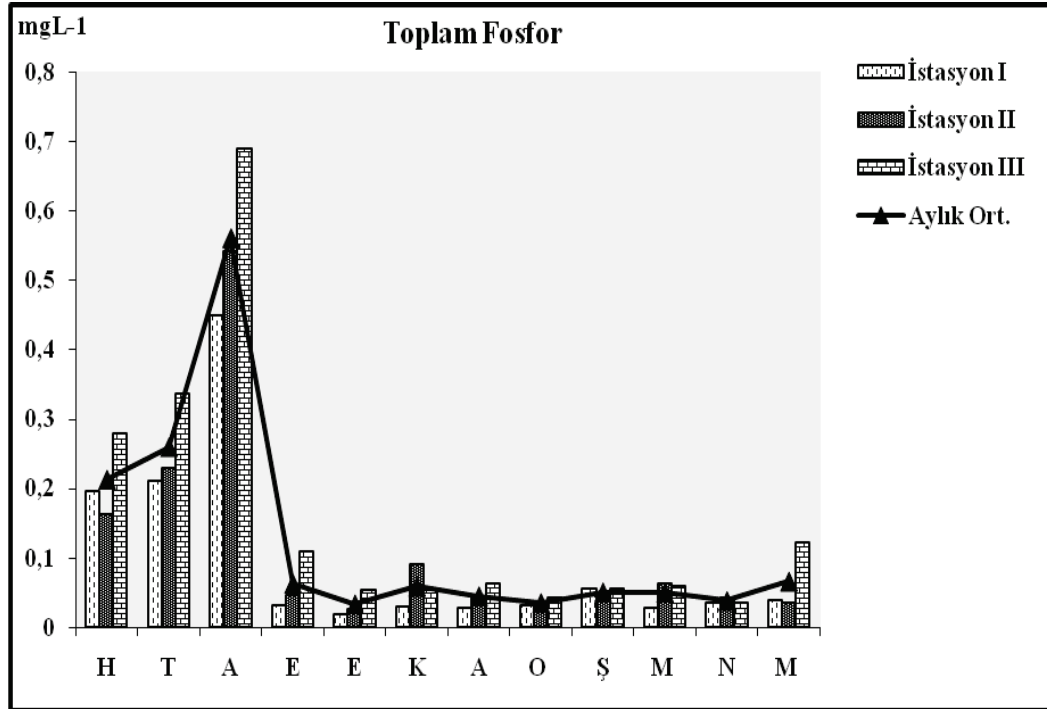
Şekil 3.11 İstasyonlara göre toplam sertlik değerleri ve aylara göre değişimleri

3.12. Toplam Fosfor (TP)

Batlama Deresi toplam fosfor değerlerine baktığımızda istasyonlara göre ve aylara göre bulunan fosfor miktarındaki değişimleri görmekteyiz. Toplam fosforun yıllık ortalama değeri $0,122 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Ekim ayında minimum seviyede olan fosfor $0,019 \text{ mgL}^{-1}$ değerinde iken, Ağustos ayında bu değer $0,689 \text{ mgL}^{-1}$ değerinde ölçülmüştür. İstasyonların sırasıyla yıllık TP ortalamaları, I. istasyon $0,096 \text{ mgL}^{-1}$, II. istasyon $0,113 \text{ mgL}^{-1}$ ve III. istasyon $0,158 \text{ mgL}^{-1}$ olarak kaydedilmiştir.

Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak istasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Toplam fosforun aylara göre değişimi Şekil 3.12’de verilmiştir.

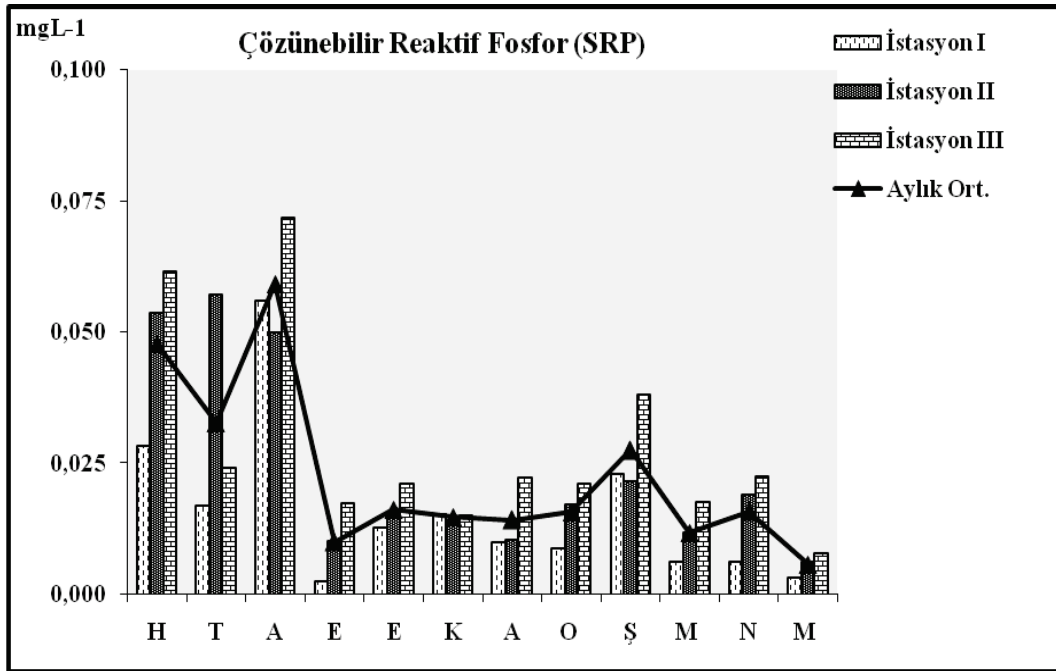


Şekil 3.12 İstasyonlara göre toplam fosforun değerleri ve toplam fosforun aylara göre değişimi

3.13. Çözünabilir Reaktif Fosfor (SRP)

Şekil 3.13.'de görüldüğü üzere SRP değeri oldukça düşük değerlerde olan parametredir. Çünkü büyük bir kısmı organizmalarca hızla alınmaktadır.

Yapılan analizler sonucunda ortalama SRP değeri $0,022 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Minimum değer Eylül ayında $0,002 \text{ mgL}^{-1}$, maksimum değer ise Ağustos ayında $0,072 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. I., II. ve III. istasyonların ortalama değerleri sırasıyla $0,015 \text{ mgL}^{-1}$, $0,023 \text{ mgL}^{-1}$ ve $0,028 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. Tek yönlü varyans analizi sonucunda istasyonlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Aylara göre SRP değerleri değişimi Şekil 3.13'de verilmiştir.

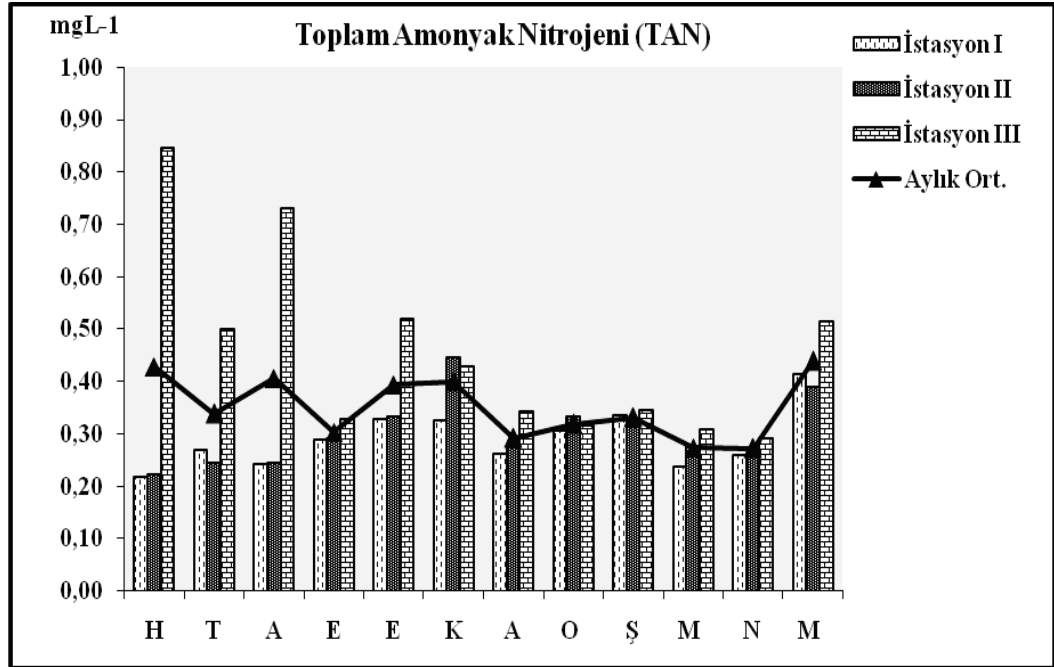


Şekil 3.13 İstasyonlara göre SRP 'nin değişimi ve SRP 'nin istasyonlara göre değişimi

3.14. Toplam Amonyak Azotu (TAN)

Batlama Deresi'nin yıllık ortalama TAN değeri bize derenin azot miktarı hakkında ne durumda olduğunu göstermekte olup yıllık ortalama TAN değeri $0,34 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. İstasyonlar arasında ortalama değere baktığımızda I. ve II. istasyon birbirine daha yakın değerde olup sırasıyla $0,29 \text{ mgL}^{-1}$, $0,30 \text{ mgL}^{-1}$ TAN değerleri kaydedilmiştir. III. istasyonda ortalama TAN değeri $0,45 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir.

İstasyonlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). I. ve II. istasyonun benzer olduğu, III. istasyonun ilk iki istasyondan farklı olduğu görülmüştür. Bu durum değerlerden de anlaşılmaktadır. TAN'ın aylara göre değişimi Şekil 3.14'te verilmiştir.



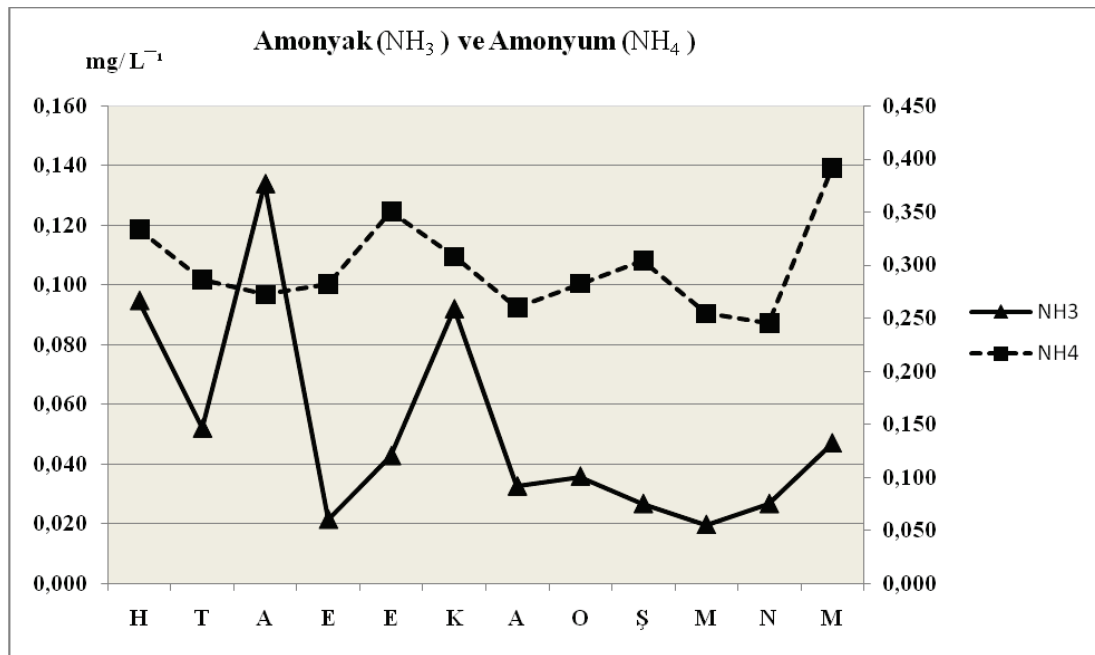
Şekil 3.14 İstasyonlara göre toplam amonyak azotu (TAN) değişimi ve TAN'ın aylara göre değişimi

3.15. Amonyak (NH₃) ve Amonyum (NH₄)

Sıcaklık ve pH değerlerine bağlı olarak sudaki Amonyak ve Amonyum değerleri Şekil 3.15.'da görüldüğü gibi değişmektedir.

NH₃ ve NH₄ düzeyinin toplamı toplam amonyak azotunu oluşturur ve birbirine bağlantılı değerlerdedir. Ortalamalarına baktığımızda NH₃ düzeyi 0,052 mgL⁻¹, ortalama NH₄ düzeyi ise 0,297 mgL⁻¹ olarak tespit edilmiştir. NH₃ düzeyi daha az miktarlarda görülmektedir. Maksimum değer ise Ağustos ayında (0,133 mgL⁻¹ NH₃) tespit edilmiştir. NH₄'un maksimum değeri ise (0,392 mgL⁻¹) ile Mayıs ayında tespit edilmiştir.

İstasyonların NH₃ ve NH₄ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir (p<0,05). I. ve II. istasyonun, III. istasyondan farklı olduğu görülmüştür. NH₃ ve NH₄ değerlerinin aylara göre ortalama değişimi Şekil 3.15'de verilmiştir.

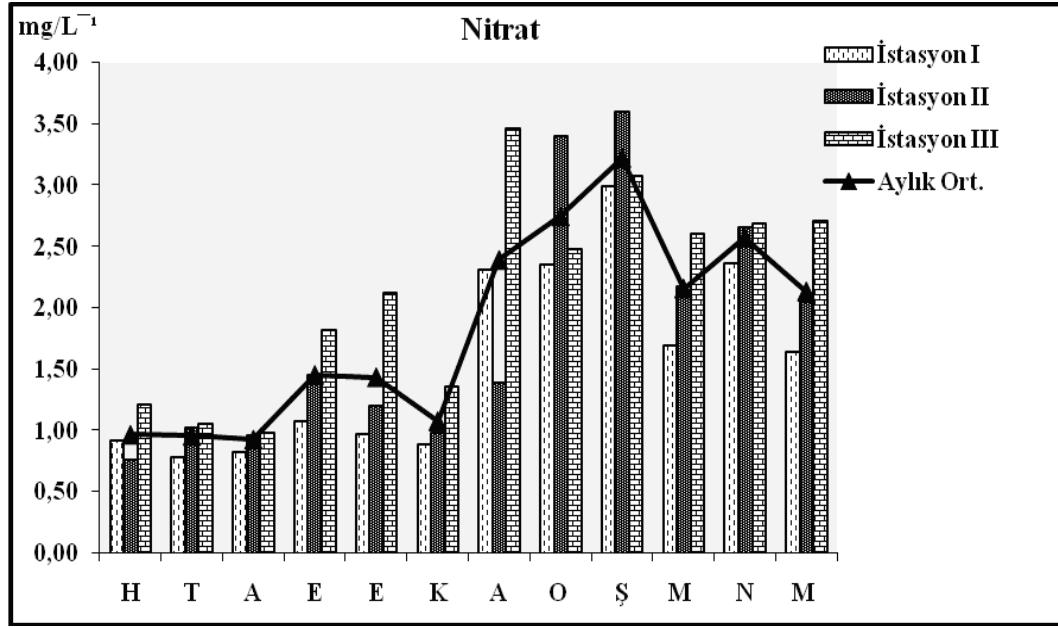


Şekil 3.15 NH₃ ve NH₄ yıllık ortalama değerlerinin aylara göre değişimi

3.16. Nitrat

Batlama Deresi nitrat değerleri 12 ay boyunca üç istasyonda ölçülmüştür. Yıllık ortalama nitrat değeri $1,81 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuş olup, I. istasyonun ortalama değeri $1,57 \text{ mgL}^{-1}$, II. istasyonun ortalama değeri $1,80 \text{ mgL}^{-1}$ ve III. istasyonun ortalama değeri $2,13 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

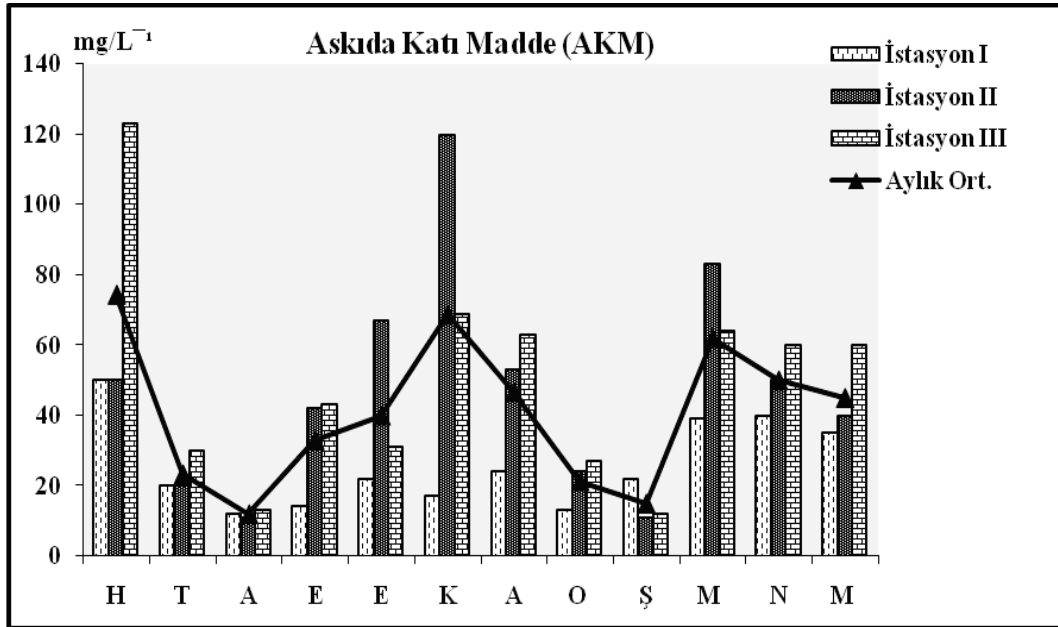
İstasyonlar arasında farklılık göze çarpmaktadır. Ancak istatistik açıdan fark tespit edilememiştir ($p>0,05$).



Şekil 3.16 İstasyonlara göre nitrat değerleri ve nitratın aylara göre değişimi

3.17. Askıda Katı Madde (AKM)

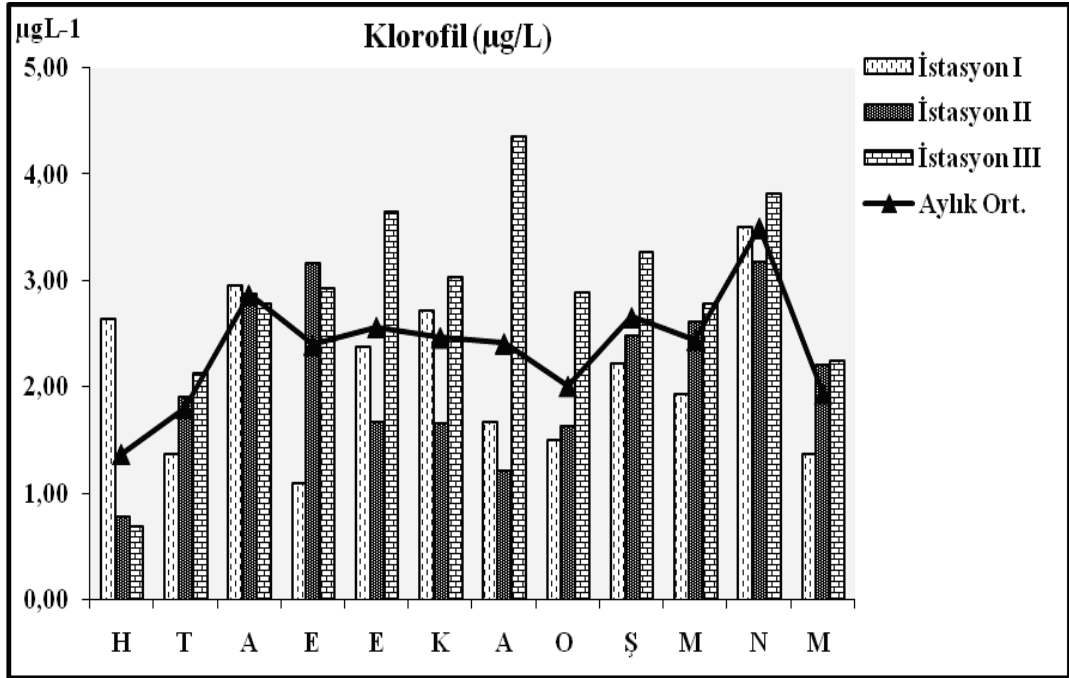
Batlama Deresi'nde yağışlarla birlikte AKM miktarları arasında ve aylar arasında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ağustos ve Şubat aylarında minimum değer (11 mgL^{-1}) Haziran ayında maksimum değer (123 mgL^{-1}) kaydedilmiştir. Yapılan analizler sonucunda yıllık ortama AKM değeri $40,94 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. İstasyonlarda ortalama AKM değeri sırasıyla; $25,66 \text{ mgL}^{-1}$, $47,58 \text{ mgL}^{-1}$ ve $49,58 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. İstasyonlar arasında farklılık olmasına rağmen istatistiksel olarak ($p>0,05$) anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.



Şekil 3.17 İstasyonlara göre AKM değerleri ve aylara göre değişimi

3.18. Klorofil-a

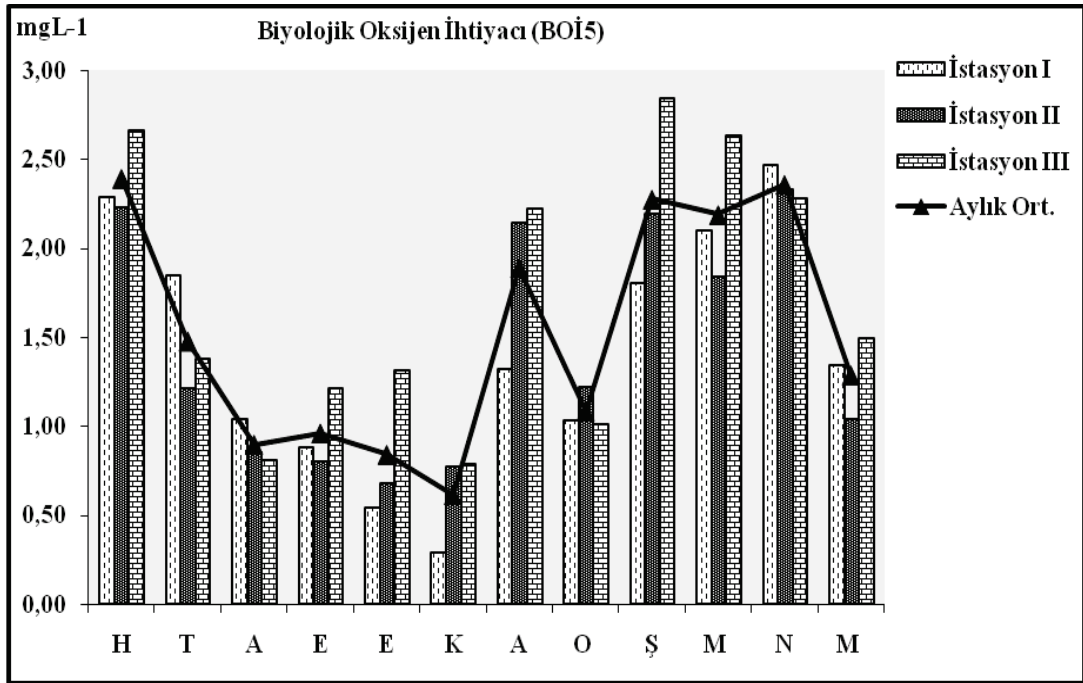
Batlama Deresi'nde tespit edilen ortalama klorofil-a değeri $2,37 \mu\text{gL}^{-1}$ 'dir. Minimum klorofil-a değeri Haziran ayında $0,69 \mu\text{gL}^{-1}$, maksimum değeri ise Aralık ayında $4,36 \mu\text{gL}^{-1}$ olarak saptanmıştır. I., II. ve III. istasyonların ortalama klorofil-a değerleri sırasıyla $2,11 \mu\text{gL}^{-1}$, $2,11 \mu\text{gL}^{-1}$ ve $2,88 \mu\text{gL}^{-1}$ 'dir. İstasyonların klorofil-a değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Klorofil-a'nın aylara göre ortalama değişimi ve istasyonlara göre değişimi Şekil 3.18'de verilmiştir.



Şekil 3.18 İstasyonlara göre ortalama Klorofil-a değerleri ve aylara göre değişimi

3.19. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

Sudaki biyolojik aktivitenin bir göstergesi olan BOİ₅ değerinde istasyonların ve ayların değerlerine baktığımızda III. istasyonda genel olarak BOİ₅ düzeyinin diğer istasyonlara göre daha fazla değerde olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama BOİ₅ düzeyi 1,52 mgL⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Haziran ayında III. istasyonda 2,66 mgL⁻¹ olarak maksimum değer ölçülmüştür. Kasım ayında ise I. istasyonda 0,29 mgL⁻¹ ile en düşük değer kaydedilmiştir. I., II. ve III. istasyonların ortalama BOİ₅ değerleri sırasıyla; 1,41 mgL⁻¹, 1,44 mgL⁻¹ ve 1,71 mgL⁻¹'dir. İstasyonlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir (p<0,05). Aylara göre BOİ₅ değerlerinin istasyonlardaki durumu Şekil 3.19'de verilmiştir.

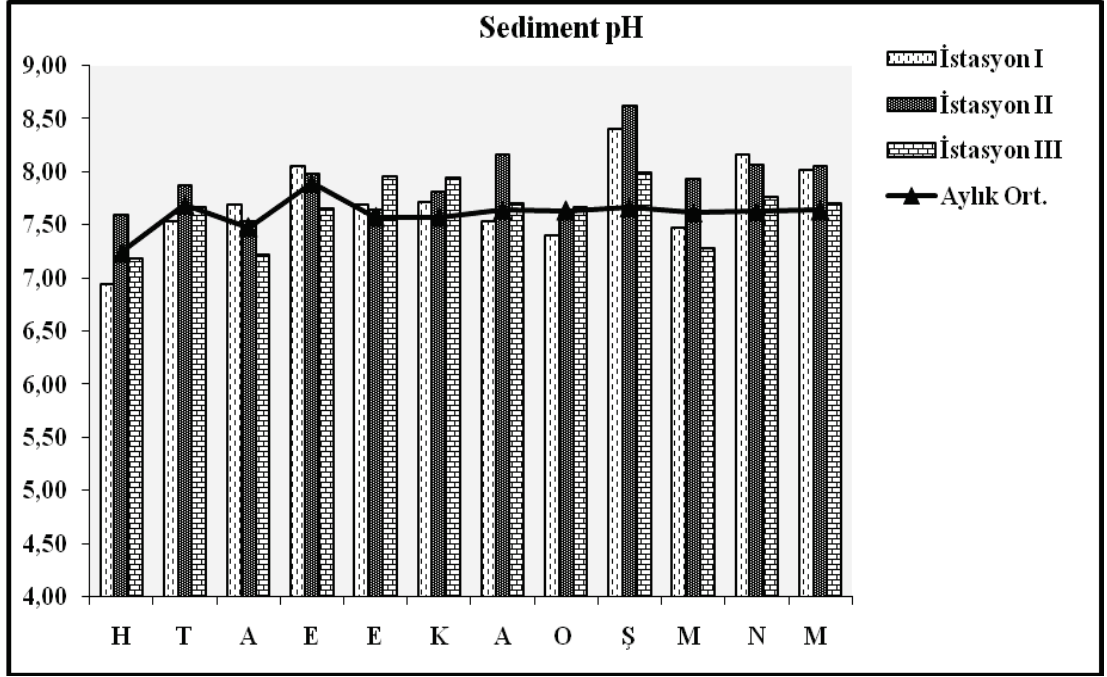


Şekil 3.19 İstasyonlara göre BOİ₅ değerleri ve aylara göre BOİ₅ değişimi

3.20. Sediment pH

Batlama Deresi'nin sediment örnekleri düzenli olarak her ay üç istasyondan alınmıştır. Gerekli işlemlerden geçirilerek pH ölçümleri yapılmıştır.

Yıllık ortalama sediment pH'sı 7,75 olarak ölçülmüştür. İstasyonların sırasıyla ortalama sediment pH değerleri; 7,71, 7,90 ve 7,60 olarak ölçülmüştür. İstatistik açıdan istasyonlar arasında fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$).



Şekil 3.20 İstasyonların sediment pH değerleri ve aylara göre değişimi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde ve dünyada son yıllarda artan çevre sorunları ve bu konuya hassasiyetin artmasına paralel olarak su sistemlerindeki kirletici maddelerin konsantrasyonlarının araştırılması günden güne önem kazanmaktadır. Çalışma alanımız olan Batlama Deresi'nde kirlenme unsuru olan fizikokimyasal parametreler araştırılmıştır.

Batlama Deresi'nin yıllık sıcaklık ortalaması 11,54°C olarak bulunmuştur. Aylara ve istasyonlar arasındaki değerlere baktığımızda yaz mevsimindeki aylarda sıcaklık ortalaması diğer aylara göre daha fazla görülmüştür. Yaz mevsiminde yağışın azalmasına bağlı olarak suyun debisindeki azalışın, dere yatağının geniş olduğu alanlarda suyun sıcaklığına etkisi olduğunu söyleyebiliriz. Sıcaklık açısından termal bir kirlenme söz konusu değil, sadece mevsimsel değişiklikler mevcuttur. Batlama Deresi'nin ortalama sıcaklık değerinin soğuk su balıkları için uygun olduğunu söylenebilir. Sulardaki su sıcaklığı; iklim, atmosfer şartları, deniz seviyesinden yükseklik, akıntı hızı, mevcut su yatağının yapısı ve bitki örtüsü gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişim gösterdiği bilinmektedir (32). III. istasyonda suyun sıcaklığı daha yüksek kaydedilmiştir. Bunun sebebi derenin sığ bir yapıya ulaşması ve akıntının en az düzeye inmesi olarak düşünülebilir (73). Su sıcaklığı aynı zamanda balıkların ve sudaki diğer canlıların tüm biyolojik faaliyetlerini etkilemektedir (74). Kıta içi su kaynakları kalitesi standartlarına göre Batlama Deresi yüksek kaliteli su sınıfına girmektedir. Su niteliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur. Gedik ve arkadaşları (75) Fırtına Deresinde yaptıkları çalışmada 10,53°C, Tepe ve Mutlu (76) Hatay Harbiye Kaynak Suyu çalışmalarında ortalama sıcaklık değerini 15,73°C olarak elde etmişlerdir. Çiçek ve Ertan (77) Antalya Köprüçay Nehri'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama sıcaklık değerini 13,94°C, Gültekin ve arkadaşları (78) Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi çalışmalarında ortalama sıcaklık değerini 14,6 °C, Verep ve arkadaşları(3) İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi çalışmalarında 7,20°C olarak bulmuşlardır. Bardalo,A.A ve Bardalo,J.S (79) Batı Afrika Guinea-Bissau'da yaptıkları güvenli içme suyu arayışı çalışmalarında sıcaklık değerini 29,05°C olarak bulmuşlardır

Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 12,52°C, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde

yapmış olduğu çalışmada 13,19°C, Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 12,97°C olarak bulmuştur.

Batlama Deresi'nin çözünmüş oksijen değerlerinin sıcaklık parametresi değerleriyle ilişkili olduğunu söyleyebiliriz. Mevsimsel sıcaklık farkları ve su sıcaklığı çözünmüş oksijen üzerinde etkili olmuştur. Yıllık çözünmüş oksijen ortalama değeri ise 10,65 mgL⁻¹ olarak saptanmıştır. Bu parametre Batlama Deresi'nde kıtaici su kaynakları kalitesi standartlarına yüksek kaliteli su sınıfındadır. Çözünmüş oksijen miktarı su kirlenmesi ile ilgili en önemli parametrelerden biridir(35). Tepe (83) Hatay Reyhanlı Yenişehir Gölü'nde yaptığı çalışmada 7,76 mgL⁻¹, Çiçek ve Ertan Köprüçay (77) Nehri'nde yaptıkları çalışmada çözünmüş oksijen değerini 8,92 mgL⁻¹ olarak, Tepe ve arkadaşları (74) Hasan Çayı'nda yaptıkları çalışmada çözünmüş oksijen değerini 9,8 mgL⁻¹ olarak, Uzun (84) Riva Deresi'nde yaptığı çalışmada aynı parametreyi 4,15 mgL⁻¹ olarak bulmuştur. Bardalo ve Bardalo (79) Batı Afrika Guinea-Bissau'da yaptıkları güvenli içme suyu arayışı çalışmalarında çözünmüş oksijen değerini 6,58mgL⁻¹ olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 9,85 mgL⁻¹, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 8,84 mgL⁻¹ ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada 7,11 mgL⁻¹ olarak bulmuştur.

Çözünmüş oksijenin yüzde doygunluk değerleri Batlama Deresi'nde ortalama olarak %99,67 bulunmuştur. Oksijen doygunluğu diğer parametreler üzerinde etkili olup suyun kalitesi ve canlıların yaşamsal aktiviteleri bakımından önemli bir parametredir. Çözünmüş oksijen yüzdesinin yıllık olarak değerlerine baktığımızda Temmuz ayında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Aylara baktığımızda ise yıl boyunca minimum değerin Temmuz ayında %74,50 olduğu ve Eylül ayında da maksimum değerin % 135 olduğu görülmüştür. Araştırma süresince tespit edilen çözünmüş oksijen değerleri istasyonlar bazında istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir (p>0,05). Batlama Deresi çözünmüş oksijen doygunluğu bakımından yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır.

Batlama Deresi'nin ortalama pH değeri 8,25 olarak saptanmıştır. Batlama Deresi'nin yıllık ortalama miktarına baktığımızda suyun bazik olduğunu söyleyebiliriz. Batlama Deresi pH parametresi bakımından canlılar için uygun bir yaşam alanıdır. Yüksek kaliteli su sınıfında olup 1. sınıf su standartlarındadır.

Minimum 7,6 değeri ile Eylül ayında ve maksimum 8,90 değeri ile Ocak ayında olduğu görülmüştür. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak istasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). I. istasyonun II. ve III. istasyondan farklı olduğu tespit edilmiştir. Gedik ve arkadaşları (75) Fırtına Deresi'nde yaptıkları çalışmada pH değerini 7,16, Tepe ve arkadaşları (74) Hasan Çayı'nda yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini 8,51 olarak, Tepe ve Mutlu(84) Arsuz Deresi (Hatay) 'nde yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini 8,59 ve 8,24 olarak, Uzun (83) Riva Deresi'nde yaptığı çalışmada ortalama pH değerini 7,34, Alemdar ve arkadaşları (85) Bitlis içme sularında yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini 7,41 olarak bulmuşlardır. Bardalo ve Bardalo (79) Batı Afrika Guinea-Bissau'da yaptıkları güvenli içme suyu arayışı çalışmalarında pH değerini 5,12 olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 7,43, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 7,70 olarak ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada 7,92 olarak pH'yı kaydetmişlerdir.

Çok çeşitli kullanım amacı olan dere suyunun tuzluluk değeri yıllık ortalama 0,12 ppt bulunmuştur. Aylar arasındaki değerleri karşılaştıracak olursak Temmuz ve Ağustos aylarında diğer aylara göre belirgin bir artış göze çarpmaktadır. Yaz aylarında su sıcaklığının yükselmesiyle ve yağışların azalmasıyla tuzluluk miktarında da artış görülmektedir. Tepe ve arkadaşları (87) Karagöl (Erzin-Hatay) 'de yaptıkları çalışmada tuzluluk değerinin ortalamasını 0,13 ppt olarak, Çiçek ve Paixao (88) Namnam Çayı'nda yaptığı çalışmada tuzluluk oranını 0,22 ppt olarak bulmuşlardır. Uzun (83) Riva Deresi'nde yaptığı çalışmada tuzluluk değerini 0,50 ppt, , Tepe ve arkadaşları (74) Hasan Çayı'nda yaptıkları çalışmada tuzluluk değerini 0,19 ppt, Çiçek ve Ertan Köprüçay (77) Nehrinde yaptıkları çalışmada tuzluluk oranını 0,25 ppt olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada tuzluluk değerini 0,14 ppt olarak, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 0,06 ppt olarak ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada 0,07 ppt olarak bulmuşlardır.

Batlama Deresi'nin tuzluluk miktarı ve suyun yoğunluğu elektriksel iletkenlik değerine doğrudan etki ettiği görülmektedir. Tuzluluğun yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında iletkenlik değerleri de yüksek ölçülmüştür. Batlama Deresi'nde iletkenlik değeri yıllık ortalama $203,92 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Eylül, Kasım ve

Nisan aylarında ani düşüş meydana gelmiş olup minimum değer $92,5 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak Nisan ayında bulunmuştur. Temmuz ayında maksimum değer $453,5 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak ölçülmüş olup en yüksek ortalama da bu ayda elde edilmiştir Batlama Deresi iletkenlik değeri bakımından yüksek kaliteli (I. sınıf) su sınıfında yer almaktadır. Çiçek ve Paixao (88) Namnam Çayı'nda yaptığı çalışmada iletkenlik değerini $460 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulmuştur. Çiçek ve Ertan Köprüçay (77) Nehri'nde yaptıkları çalışmada iletkenlik değerini $501,08 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak, Yeşilirmak (89) Çine Çayı'nda yaptığı çalışmada iletkenlik değerini çalıştıkları iki istasyonda $480,8 \mu\text{Scm}^{-1}$ ve $444 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulmuşlardır. Bardalo ve Bardalo (79) Batı Afrika Guinea-Bissau'da yaptıkları güvenli içme suyu arayışı çalışmalarında iletkenlik değerini $136 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada iletkenlik değerini $290 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $131,81 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada $147 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Spesifik iletkenlik, $+25^{\circ}\text{C}$ 'deki 1 cm^3 suyun iletkenliğini ifade eden bir parametredir. İletkenlik, bir dereceye kadar sudaki iyon konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Spesifik elektriksel iletkenlik değeri içme ve sulama suları sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (22). Batlama Deresi spesifik iletkenlik ortalama değeri $266 \mu\text{Scm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

Batlama Deresi'nde yıllık ortalama olarak $103,66 \text{ mgL}^{-1}$ alkalinite değeri saptanmıştır. Doğal sulara alkalinite $5-500 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$ arasında olmaktadır. Alkalinite değerinin sudaki pH üzerine tamponlama etkisi vardır. Gedik ve arkadaşları (75) Fırtına Deresi'nde yaptıkları çalışmada toplam alkalinite ortalamasını $46,04 \text{ mgL}^{-1}$, Özbay ve arkadaşları (90) Berdan Çayı'nda yaptıkları çalışmada toplam alkalinite değerini $163,33 \text{ mgL}^{-1}$ ve $180,83 \text{ mgL}^{-1}$ aralığında tespit etmişlerdir. Mutlu ve arkadaşları (91) Horohon Deresi'nde yaptıkları çalışmada toplam alkalinite ortalamasını $189,41 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda; Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada toplam alkalinite ortalama değerini $115,47 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 33 mgL^{-1} olarak ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada 43 mgL^{-1} olarak bulmuşlardır.

Suda bulunan kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonunun toplamı toplam sertlik olarak tanımlanır ve mgL^{-1} CaCO_3 olarak ifade edilir. Batlama Deresi'nde toplam sertlik ortalama, $103,66 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kalyoncu ve Zeybek (92) Isparta ve Ağlasun Dereleri'ndeki çalışmalarında ortalama toplam sertliği $37,6 \text{ mgL}^{-1}$, Tepe ve Mutlu (76) Hatay Harbiye Kaynak Suyu'nda yaptıkları çalışmada toplam sertlik ortalamasını 188 mgL^{-1} olarak, Mutlu ve arkadaşları (91) Horohon Deresi'nde yaptıkları çalışmada toplam sertlik ortalamasını $177,33 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır. Tepe ve Mutlu (85) Arsuz Deresi (Hatay)'nde yaptıkları çalışmada toplam sertlik değerlerini I. istasyonda 186 mgL^{-1} ve II. istasyonda 435 mgL^{-1} olarak, Mutlu ve arkadaşları (91) Horohon Deresi'nde yaptıkları çalışmada toplam sertlik ortalamasını $177,33 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Özbay ve arkadaşları (91) Berdan Çayı'nda yaptıkları çalışmada toplam sertlik değerlerini 172 mgL^{-1} ile 332 mgL^{-1} olarak elde etmişlerdir. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda; Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada toplam sertlik ortalama değerini $156,47 \text{ mgL}^{-1}$, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 62 mgL^{-1} olarak ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada 68 mgL^{-1} olarak bulunmuştur.

Batlama Deresi'nde toplam amonyak azotu (TAN) yıllık ortalama değer $0,34 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. İstasyonlara arasında ortalama değere baktığımızda I. ve II. istasyon birbirine daha yakın değerde olup sırasıyla $0,29 \text{ mgL}^{-1}$, $0,30 \text{ mgL}^{-1}$ değerlerdedir. III. istasyonda ortalama değer $0,45 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. İstasyonlar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). I. ve II. istasyonun benzer olduğu, III. istasyonun ilk iki istasyondan farklı olduğu görülmüştür. Bu durum değerlerden de anlaşılmaktadır. Birçok parametrede III. istasyonun değerlerinin diğer istasyonlara göre yüksek bulunduğu görülmektedir. Bu farklılığın sebebi ise III. istasyonumuza kanalizasyon ve evsel atıkların bırakılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tepe ve Mutlu (76) Hatay Harbiye kaynak suyu çalışmalarında TAN değerlerini ortalama $0,12 \text{ mgL}^{-1}$, Taş ve arkadaşları (93) Ordu Ulugöl' de yaptıkları çalışmada TAN değerlerini ortalama $0,35 \text{ mgL}^{-1}$ olarak elde etmişlerdir. Bulut ve arkadaşları (94) Burdur Kestel Deresi'ndeki çalışmalarında ortalama TAN değerini çalıştıkları I. ve II. istasyonlarında sırasıyla $0,117$ ve $0,233 \text{ mgL}^{-1}$ olarak

bulmuşlardır. TAN değerlerini oluşturan amonyum ile amonyağın oransal miktarları pH ve sıcaklıkla değişiklik göstermiştir. pH nötr noktasına ne kadar yaklaşırsa amonyak oranı o derece azalmakta, amonyum oranı da o derece artmaktadır. pH alkali yönde ne kadar artarsa amonyağın toksik etkisi de o derece artmaktadır. Amonyak, hayvansal kaynaklı atıklardan oluşan en temel azotlu atık üründür. Aynı zamanda azotlu organik maddelerin ayrışması ile de açığa çıkmaktadır (94). Ortalama amonyak miktarı $0,052 \text{ mgL}^{-1}$ ile genel olarak toksikolojik etki yaratacak düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Ortalama amonyum miktarı ise $0,29 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Batlama Deresi amonyum azotu bakımından az kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Tepe ve Mutlu (76) Hatay Harbiye kaynak suyunda yaptıkları çalışmada amonyum miktarını $0,11 \text{ mgL}^{-1}$, Taş ve arkadaşları (93) Ulugöl (Ordu) 'de yaptıkları çalışmada amonyum miktarını $0,343 \text{ mgL}^{-1}$ olarak elde etmişlerdir. Amonyum iyonu, sucul organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Temiz ve oksijeni bol olan sularda çok düşük düzeylerde bulunmaktadır (92).

Batlama Deresi'nde nitrat değeri yıllık ortalaması $1,83 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek Şubat ayında $3,60 \text{ mgL}^{-1}$, en düşük Aralık ayında $0,96 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. İstasyonlar arasında istatistik açıdan bir fark tespit edilememiştir. Nitrit ve amonyağa oranla nitratın toksisitesi daha azdır (87). İçme suyu kriterleri açısından bir sorun oluşturmamaktadır. Tepe ve arkadaşları (87) Karagöl (Erzin-Hatay) 'de yaptıkları çalışmada nitrat değerinin yıllık ortalamasını $8,56 \text{ mgL}^{-1}$, Mutlu ve arkadaşları (91) Horohon Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama nitrat değerini $1,76 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Çiçek ve Ertan Köprüçay (77) Nehrinde yaptıkları çalışmada ortalama nitrat değerini $0,242 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Çiçek ve Paixao (88) Namnam Çayı'nda yaptığı çalışmada ortalama nitrat değerini $5,60 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Kaman ve arkadaşları (95) Antalya Acısu Dere'sinde yaptıkları çalışmada ortalama nitrat değerini $3,01 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir. Bardalo ve Bardalo (79), Batı Afrika Guinea-Bissau'da yaptıkları güvenli içme suyu arayışı çalışmalarında nitrat değerini $16,6 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Batlama Deresi'nin toplam fosfor değeri yıllık ortalama $0,122 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ocak ayında minimum seviyede olan fosfor $0,019 \text{ mgL}^{-1}$ değerinde iken, Ekim ayında bu değer $0,689 \text{ mgL}^{-1}$ değerinde bulunmuştur. Su kaynaklarının verimliliğini belirleyen önemli parametrelerden olan fosforun sudaki varlığı

canlılığın devamı ve canlılık faaliyetleri için çok önemlidir. Anahtar bir metabolik ürün olan fosfor, temiz doğal sularda oldukça küçük miktarlarda bulunur ve su kaynaklarının özellikle plankton gibi sucul organizmalar için verimliliğini belirler (46). Ayrıca kirliliğin bir göstergesi olan toplam fosfor değeri akarsularda çok değişkenlik göstermektedir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak istasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Batlama Deresi, toplam fosfor miktarı bakımından az kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Ancak Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında diğer aylara göre daha fazla toplam fosfor değeri bulunmuştur. Bu durum yağışların azlığı ve tarımsal amaçlı fosfatlı gübrelerin o dönemde kullanılıyor olması ile açıklanabilir. Gedik ve arkadaşları (75) Fırtına Deresi'nde yaptıkları çalışmada TP ortalama değerini $0,12 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Mutlu ve arkadaşları (91) Horohon Deresi'nde yaptıkları çalışmada aynı parametrenin ortalama değerini $0,08 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır. Tepe ve arkadaşları (83) Reyhanlı Yenişehir Gölü'nde yaptıkları çalışmada TP ortalama değerini $2,7 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Bulut ve arkadaşları (94) Burdur Kestel Deresi'ndeki çalışmalarında toplam fosforu yıllık ortalama $0,148 \text{ mgL}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir.

Toplam fosfor değerini oluşturan parametre olan çözünebilir reaktif fosfor, fosforun inorganik olan şeklidir. Çözünebilir reaktif fosfor değeri fosforun biyolojik olarak kullanılabilir miktarını ifade eder. Sucul organizmalar tarafından ilk olarak kullanıldığından düşük miktarlarda bulunmaktadır. Batlama Deresi'nin çözünebilir reaktif fosfor (SRP) değerlerinin yıllık ortalaması $0,020 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur. İstasyonlar arasında anlamlı bir farklılık istatistiksel olarak bulunmamıştır ($p>0,05$). Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada çözünebilir reaktif fosfor (SRP) ortalama değerini $0,045 \text{ mgL}^{-1}$ olarak, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $0,019 \text{ mgL}^{-1}$ olarak ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada $0,020 \text{ mgL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Sucul ekosistemlerde toplam çözünmüş madde miktarına etki eden nedenlerin başında yağış miktarı gelmektedir. Buna ilaveten evsel ve tarımsal atıklarda etki edebilir. Toplam çözünmüş madde (TDS) miktarlarına baktığımızda minimum değeri Kasım ayında 88 mgL^{-1} , maksimum değeri Ağustos ayında 415 mgL^{-1} elde edilmiş olup yıllık ortalama TDS değeri $168,66 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. TDS değerlerinin yağışlardan ve sıcaklıklardan etkilendiği ölçüm sonuçlarımızdan da anlaşılabilir olup yağışın az

sıcaklığın yüksek olduğu aylarda daha yüksek ölçülmüştür. Taş (96) Derbent Baraj Gölü'nde yaptığı çalışmada 1020-1180 mgL⁻¹ olarak bulmuştur. Kıvrak ve arkadaşları (97) Afyonkarahisar Akarçayı'nda yaptıkları çalışmada ortalama TDS'yi 701 ppm olarak tespit etmişlerdir. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 0,191 gL⁻¹, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 0,086 gL⁻¹ ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 0,091 gL⁻¹ olarak bulmuştur.

Batlama Deresi'nde askıda katı madde (AKM) miktarına baktığımızda yıllık ortalama AKM değeri 40,94 mgL⁻¹ olarak bulunmuştur. Kasım ayında maksimum seviyeye ulaşan askıda katı madde miktarı 120 mgL⁻¹ olarak bulunmuştur. Ağustos ayında minimum olarak ölçülen askıda katı madde değeri 11 mgL⁻¹ olarak bulunmuştur. AKM dibe çökmeden önce su kolonunda uzun süre kalabilen, kimi zaman sedimentten su kolonuna geçen canlı veya cansız partikül maddelerin (>0,45 mikron) tamamını kapsamaktadır (98). Sucul ortamlarda kirlilik izlenmesinde kullanılan ayrıca pek çok canlı için besin kaynağı olan AKM'nin nehir veya deniz suyundaki miktarı, ortamda yaşayan tüm canlıların yaşamsal faaliyetleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (99). Verap ve arkadaşları (3) Trabzon İyidere'de yapmış oldukları çalışmada 17,05 mgL⁻¹ olarak, Tepe (82) Reyhanlı Yenişehir Gölü'nde yaptığı çalışmada askıda katı madde ortalama değerini 28,91 mgL⁻¹ olarak bulmuşlardır. Tepe ve arkadaşları (87) Karagöl (Erzin-Hatay) 'de yaptıkları çalışmada AKM değeri ortalamasını 22,17 mgL⁻¹ olarak, Tepe ve Mutlu (76) Hatay Harbiye kaynak suyunda yaptıkları çalışmada AKM değerini 1,75 mgL⁻¹ olarak, Özbay ve arkadaşları (90) Berdan Çayı'nda yaptıkları çalışmada AKM değerlerini 20,37-28,52 mgL⁻¹ olarak tespit etmişlerdir.

Batlama Deresi'nin klorofil-a miktarlarının aylara bağlı değişimleri incelendiğinde, aylara göre periyodik değişimler olduğu görülmektedir. Doğal sularda sınırlandırıcılar ve mevsim koşullarına bağlı olarak değişimler gözlenmektedir. Batlama Deresi'nin yıllık ortalama klorofil-a miktarı 2,37 µgL⁻¹ olarak bulunmuştur. Ekim ayında dere havzasında en fazla klorofil-a değeri ölçülmüş olup fitoplankton miktarı sudaki nutrientlerin artmasına bağlı olarak artış göstermiş olabilir. Başaran ve Egemen (100) Orta Toros dağlarındaki Eğrigöl'de yaptıkları çalışmada klorofil değerini 0,27-2,53 µgL⁻¹ aralığında, Turna ve arkadaşları (101) Burdur Gölü'nde yaptıkları çalışmada klorofil-a ortalamasını 4,00 mg/m³ olarak

bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada klorofil ortalama değerini $7,58 \mu\text{gL}^{-1}$ olarak, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu $1,55 \mu\text{gL}^{-1}$ olarak ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada $1,92 \mu\text{gL}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Batlama Deresi'nin BOI_5 tayin sonuçlarına göre yıllık ortalama düzeyi $1,52 \text{mgL}^{-1}$ bulunmuştur. Şubat ayında maksimum seviye $2,84 \text{mgL}^{-1}$ değerinde bulunan BOI_5 miktarı Kasım ayında minimum $0,29 \text{mgL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Organik kirlenmenin bir ölçüsü olan BOI_5 değeri bulunan değerler doğrultusunda yüksek kaliteli su niteliğindedir. Öner ve Çelik (102) Gediz Nehri'nde yaptıkları çalışmada BOI_5 değerini $67,7 \text{mgL}^{-1}$ olarak, Gedik ve arkadaşları (75) Fırtına Deresi'nde yaptıkları çalışmada BOI_5 değerini $1,85 \text{mgL}^{-1}$ olarak, Çiçek ve Ertan Köprüçay(77) Nehri'nde yaptıkları çalışmada BOI_5 değerini $3,10 \text{mgL}^{-1}$ olarak, olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda; Şengün (80) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $2,7 \text{mgL}^{-1}$, Yıldız (81) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $4,38 \text{mgL}^{-1}$ ve Dinçer (82) Çanakçı Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada $3,83 \text{mgL}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Sediment, genel olarak hem askıda hem de birikinti materyalini belirtmektedir. Tüm doğal sular, değişen miktarlarda sediman içerirler. Sedimanlardaki organik ve inorganik bileşikler dış kaynaklardan gelebildiği gibi, göl veya nehir ortamı içerisinde oluşabilmektedir. Sediment pH değişimleri, endüstriyel etkilerin bir sonucu olabilir ve pH metallerin çoğunun çözünmelerine de neden olabilir (103). Batlama Deresi sediment pH'nın yıllık ortalama değeri $7,75$ olarak kaydedilmiştir. Bu değer nötre yakın bir değer olup endüstriyel bir kirlenme düşünülmemektedir.

Yapılan Anova analizleri sonucuna göre pH, ORP ve TAN parametrelerinin istasyonlar arası farklılıklar gösterdiği anlaşılmıştır. Bu farklılıkların hangi istasyonlar arasında olduğunu araştırmak için yapılan post hoc testi Tukey analizine göre farklılıkların pH ve ORP parametreleri için I. istasyonun, II. ve III. istasyondan farklı olduğu, TAN parametresi için III. istasyonun I. ve II. istasyonlardan farklı olduğu anlaşılmıştır.

Ana Bileşenler Analizi, veri yığınlarıyla ilgilenen araştırmacılar için, ellerindeki parametre sayısının mümkün olduğunca verinin büyük bir kısmını açıklayacak şekilde azaltılmasına imkân sağlayan çok değişkenli istatistikî

yöntemlerden biridir. Bu analizin amacı veri indirgemesi yapmak, tahminleme yapmak, veri setini bazı yöntemlerin analiz edebileceği forma sokmak (Ana Bileşenler Regresyon Analizi, Faktör Analizi gibi), ilişkili değişken setlerinden birimlerin, oluşumların ana bileşen skorlarını hesaplamak ve birimleri skora göre sıraya dizmek (büyükten küçüğe, küçükten büyüğe sıralamak) olarak verilebilir (104). Faktör analizi, veriler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok değişkenli bir istatistiksel analiz türüdür (105).

Veri setinin faktör analizi için uygunluğunu belirlemek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi yapılmıştır. Bu çalışma için KMO değeri 0,696 bulunmuştur. Field, Kaiser-Meyer-Olkin testi için 0,50 değerinin alt sınırı olması gerektiğini ve $KMO \leq 0.50$ için veri kümesinin faktörlenemeyeceğini belirtmiştir (106). Bu doğrultuda Barlett Testinin anlamlı ve Kaiser-Meyer-Olkin Testinin ise 0,50'den büyük çıkması beklenmektedir. Batlama Deresi parametreleri için yapılan test sonucunda bulunan 0,696 değeri, kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Barlett Testi ve Kaiser-Meyer-Olkin testi sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 KMO Uygunluk Testi(KMO and Bartlett's Test)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,696
Approx. Chi-Square		790,026
Bartlett's Test of Sphericity	df	105
	Sig.	,000

Tablo 4.2'de görüldüğü gibi ilk Faktör (F1) toplam varyansın %50,83'ünü açıklamaktadır. 1. Faktörü iletkenlik, spesifik iletkenlik, TDS (toplam çözünmüş madde), toplam sertlik, toplam alkalinite, tuzluluk, TP (toplam fosfor), SRP ve sıcaklık parametreleri oluşturmuştur. Çalışma sonunda parametrelerin çoğunun 1.Faktörde toplanması, üzerinde çalışılan parametrelerin göstereceği etkiyi daha çok 1. faktörün karakterize ettiği sonucuna ulaştırır. Bu parametrelerin tamamı ılımlı pozitif etkili bulunmuştur.

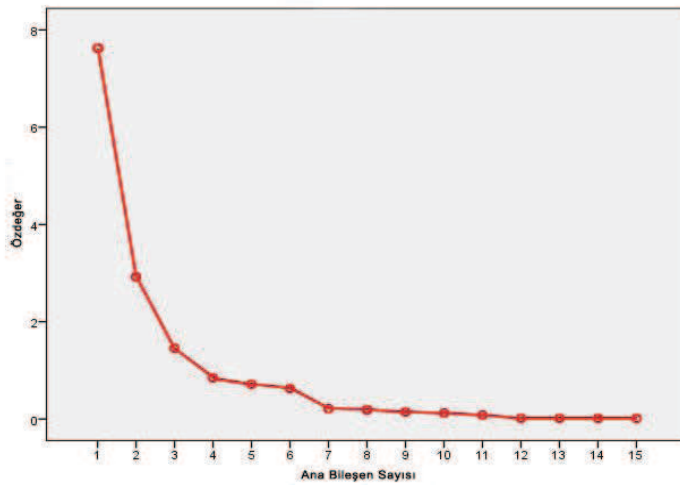
İkinci faktör (F2) 'de toplam varyansın %70,33'ünü açıklamaktadır. İkinci faktörü; pH, ORP (oksidasyon redüksiyon potansiyeli), TAN (Toplam Amonyum Nitrojeni) ve AKM (askıda katı madde) parametreleri oluşturmuştur.

Üçüncü faktör (F3)' de toplam varyansın %79,99 'unu açıklamaktadır. Üçüncü faktörü ise biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) ve nitrat parametreleri oluşturmuştur. Bu değişkenlerin bir arada olması ise Batlama Deresi'nin evsel atık su ve tarımsal kaynaklı kirlenme açısından risk altında olduğunu gösterebilir.

Tablo 4.2 Faktör analizinde açıklanan varyans tablosu

Bileşen	Başlangıç Özdeğerler			Yüklerin Açıklanabilir Kareler Toplamı		
	Toplam	Varyans	Kümülatif	Toplam	Varyans	Kümülatif
1	7,625	50,834	50,834	7,625	50,834	50,834
2	2,925	19,497	70,331	2,925	19,497	70,331
3	1,449	9,663	79,884	1,449	9,663	79,994

Batlama Deresi'nde seçilmiş 3 istasyondan alınan su örneklerinde incelenen 15 parametrenin ana bileşenler analizi bulguları Şekil 4,1'deki Çizgi eğim grafiğinde verilmiştir. Şekle bakıldığında 3.ana bileşenden sonra eğrinin eğiminin çok fazla değişmediği gözlenebilmektedir. Ana Bileşenler Analizi sonucunda özdeğeri 1'den büyük olan 3 bileşen seçilmiş ve ana bileşen sayısı 3 olarak belirlenmiştir. 15 değişkenin ana bileşenler analizi sonucunda toplam verinin yaklaşık %79,99'unu ifade eden 3 değişkenle açıklandığı bulunmuştur.(Şekil 4.1)



Şekil 4.1 Batlama Deresi istasyonlarına ait yamaç eğim grafiği (Scree plot)

Bulut ve arkadaşları (107) Uluabat Gölü'nde yüzey suyu kalitesi çalışmalarında kümeleme analizini kullanmışlar ve benzer şekilde yorumlamışlardır. Aynı kümede yer alan istasyonların kirletici kaynaklarının benzerliğini ifade etmişlerdir.

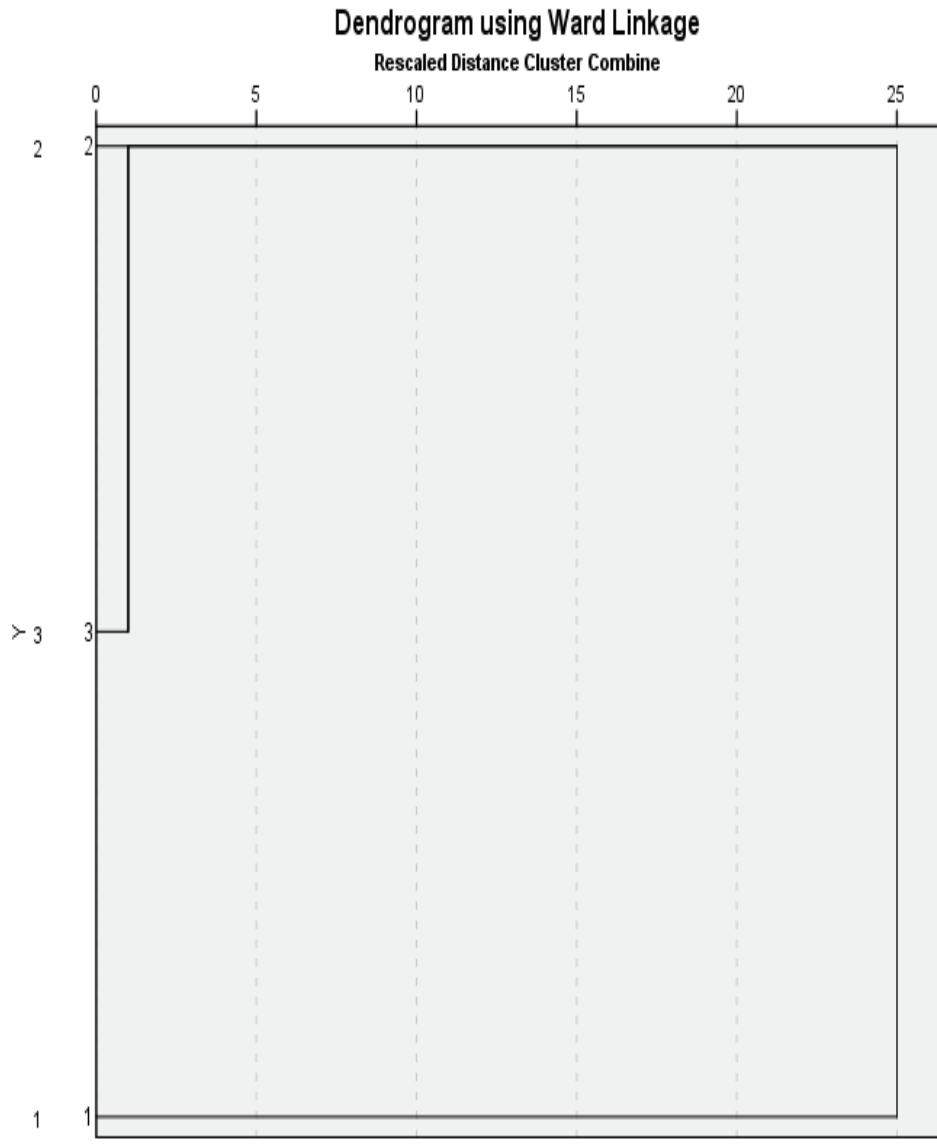
Bulut ve arkadaşları (108) Çivril Gölü yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi çalışmalarında Faktör ve Ana Bileşenler analizlerini kullanmışlardır. Çalıştıkları parametreleri 3 faktör ile açıklamışlardır.

Liu ve arkadaşları (109), faktör yüklerini kuvvetli (<0.75), ılımlı (orta) (0.75-0.50) ve zayıf (0.50-0.30) olarak sınıflandırmışlardır. Buna göre Batlama Deresi'nde analizi yapılan parametrelerin büyük çoğunluğu pozitif ılımlı olarak bulunmuştur.

Tablo 4.3 Faktör Analizi ve Bileşenleri

Bileşenler	Faktörler		
	1	2	3
İletkenlik	,986		
S.İletkenlik	,957		
TDS	,953		
Sertlik	,942		
Alkalinite	,927		
Tuzluluk	,911		
TP	,848		
Sıcaklık	,775		
SRP	,668		
pH		,850	
ORP		-,835	
TAN		,701	
AKM		,636	
BOİ₅			,718
Nitrat			,708

Batlama Deresi'nde seçilen 3 istasyondan ölçülmüş parametrelere ait Kümeleme Analizi yıllık ortalama değerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. (Şekil 4.2) Kümeleme analiziyle aynı küme içerisinde yer alan istasyonların benzer kaynaklardan etkilendiği anlaşılmaktadır. Çalışmamızda yaptığımız kümeleme analizinde Şekil 4,2'te de görüldüğü gibi II. ve III. istasyonlar bir kümeyi oluşturmuştur. 1. istasyonda ayrı bir küme olarak ele alınmıştır. Bu durum II. ve III. istasyonun kirlilik yükü bakımından birbirine yakınlığını yani her iki istasyonun kirlenici kaynaklarının benzerliğini göstermektedir.



Şekil 4.2 Kümeleme (Cluster) Analiz Sonuçları

Sonuç olarak bu çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre, Batlama Deresi'nin genel olarak I. Sınıf su kalitesine sahip olduğu söylenebilmektedir. Giresun ilinin içme suyunun yaklaşık dörtte birini karşılayan Batlama Deresi znmş oksijen doygunluğu, sıcaklık, pH, TDS, nitrat ve BOI₅ parametreleri bakımından yüksek kaliteli su sınıfında yer alırken, Toplam Fosfor (TP) ve Amonyum azotu (NH₄) bakımından az kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. Fosfor ve azotun besleyici element olmasının yanında ötrofik etkisi unutulmamalıdır. Bu nedenle Batlama Deresi'nin su kalitesi içme suyu olarak da kullanıldığından korunması gereklidir. Su kalitesindeki bozulmalar ve gittikçe artan kirlilik birçok yerleşim yerini ve dere havzasının ekosistemini olumsuz yönde etkileyecektir. Su kaynaklarının korunması ve gelecek nesillere aktarılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kenneth, M. V. 2003. An Introduction to Water Quality and Water Pollution Control *Clean Water*
2. Soylak, M., Doğan, M. 2000 *Su Kimyası*. Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.
3. Verep, B., Serdar, O., Turan, D. ve Sahin, C. 2005. Determination of Water Quality in terms of Physico-Chemical Structure of the River İyidere (Trabzon). *Ekoloji* 15 (57): 7-16.
4. Kocataş, A. 2006. *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
5. Palmer, CM. 1980. *Algae and Water Pollution*. Castle House Publications Ltd, Kent.
6. Erb, B. No Life Without Water, *International Environmental Technology*, 7, 2, 18-19, March April 1997.
7. Yıldız, D. 2007. *Su Raporu, Ulusal Su Politikası İhtiyacımız*. USİAD Yayını, Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği, Ankara
8. Egemen, Ö. ve Sunlu, U. 1996. *Su Kalitesi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri
9. Foyrap, A. 1992. Erzurum İlinde Yapılan Sulama Amaçlı Göletlerin Durumu, Yeterlilikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma, Erzurum.
10. Barlas, M. 1995. Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. *Doğu Anadolu Bölgesi I. Ve II. Su Ürünleri Sempozyumu*, 465-479s, Erzurum.
11. Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M. ve Oğuzkurt, D. 1997. Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi, 100s.
12. Tepe, Y. and Boyd, C.E. 2002. Sediment Quality in Arkansas Bait Fish Minnows Ponds. *Journal of World Aquaculture Society*. Vol.33, No.3.
13. Cirik, Ş. ve Cirik, S, 1999. *Aquatic Plants (The biology, ecology and aquaculture techniques of seaweeds)*, (in Turkish). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 58, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.

14. Kara, C. ve Çömlekçioğlu, U. 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 1-7.
15. Göksu, M. Z. L. 2003. *Su Kirliliği Ders Kitabı*, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 7 Adana. 232s.
16. Carpenter, S., Caraco, N. F., Correll, D.L. Howarth, R.W. Sharpley, A.N. and Smith, V. H. 1998. Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen, ESA, Number 3, 1-12.
17. Kalaycı, S., Kahya E. 1998. Susurluk Havzası Nehirlerinde Su Kalitesi Trendlerinin Belirlenmesi. *Tr. J. of Engineering and Environmental Science*, 22, 503 -514.
18. Akın, M. ve Akın, G. 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih- Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2), 105-118.
19. Parsons, T. R., Takahashi, M. ve Hargrave, B. 1984. Biological Oceanographic Processes. Pergamon Press. Oxford.
20. Sowers, M.F.R., Clark. M.K., Jannausch, M.L. and Wallce R B, Am J. 1991. Epidemiology. 133, 649-60.
21. Shukla, N., Moitra, J.K. and Trivedi, R. C., Indian J. Environ Prot., 1995. 15(12) 903-905
22. Güler, Ç.1997. *Su Kalitesi Çevre Sağlığı Temel Kaynaklar Dizisi No:43*
23. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>
24. RG, T. 31.12.2004, S. 25687. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Ankara.
25. WHO 2012. Water Safety Planning For Small Community Water Supplies: Step By-Step Risk Management Guidance For Drinking-Water Supplies In Small Communities. World Health Organization, Geneva.
26. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı 2004. Türkiye Çevre Atlası, Ankara, Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı.
27. Türkiye Çevre Vakfı 2003. *Türkiye'nin Çevre Sorunları*. Ankara, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 8. Baskı.

28. Keleş, R. ve Hamamcı, C. 2005. *Çevre Politikası*, Ankara, İmge Kitabevi, 5. Baskı.
29. Ertürk, H. 1998. *Çevre Bilimlerine Giriş*, Bursa, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, 3. Baskı.
30. Cirik, S. ve Cirik, Ş. 1995. *Limnoloji*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:21. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 166s.
31. Demirer, M.A. 1992. *Su Hijyeni*. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
32. Barlas, M. ve Kiriş, E. 2004. Akçay (Muğla-Denizli)' ın Fiziko-kimyasal ve Bentik Makro İnvertebrata Yönünden İncelenmesi, Muğla Üniversitesi Yayınları: 49.
33. Munsuz, N. ve Ünver, İ. 1995. *Su Kalitesi*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No: 1389, Ders Kitabı: 403, Ankara.
34. Oregon Plan for Salmon and Watersheds.1999.Water Quality Monitoring Guidebook, 159s.
35. Boyd, C.E. ve Tucker, C.S. 1992. *Water Quality And Pond Soil Analyses For Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.
36. Sarihan, E. 1985. *Limnoloji*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları No:110, Adana, 71 s.
37. Atay, D. ve Pulatsü, S. 2000. *Su Kirlenmesi ve Kontrolü*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 307s.
38. Boyd, C.E. and Tucker, C.S. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers. Norwell, Massachusetts.
39. Pontius F.W. 1970. Water Quality and Treatment, A Handbook of Community Water Supplies, McGraw Hill, NewYork,
40. WHO, Guidelines for Drinking-Water Quality Vol. 1. (Recommendations), Geneva, 1984
41. Water Treatment and Examination(Ed:W. S. Holden), London, 1970 46.
42. WHO, How Trace Elements in Water Contribute to Health, WHO Chronicle, 32:382-385(1978)

43. Çobanoğlu, Z. 1995. *Genel Çevre Sağlığı Bilgisi*, ISBN 975-7572-72-6, Hatiboğlu Yayınları, Ankara.
44. Durfor, CN, Becker. 1964. Public Water Supplies of the 100 Largest Cities in the United States. United States, Geology Survey Water-Supply Paper 1812: 343-346.
45. Tepe, Y. and Boyd, C.E. 2003. A Reassessment of Nitrogen Fertilization for Sunfish Ponds, *Journal of World Aquaculture Society*, 34, No. 4:505-511.
46. Boyd, C.E. 1998. Water Quality for Pond Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Research and Development Series No.43
47. Boyd, C. E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. AL: Auburn University. Alabama Agricultural Experiment Station. Pres. 482 p.
48. Kumbur, H. 1981. Ankara Çayında Mevcut Deterjanlar, Deterjanların Parçalama Durumları ve Metallerin Kantitatif Analizi. Ankara, A.Ü. F.F. Kimya Bölümü, Doktora Tezi.
49. Tanyolaç, J. 1993 *Limnoloji (Tatlı Su Bilimi)*. Cumhuriyet Üniversitesi Yayını, Sivas.
50. Giritlioğlu, T. 1975. *İçme Suyu Kimyasal Analiz Metotları*. İller Bankası Yayını, No: 18, Ankara.
51. Ünlü, A., Çoban, F., ve Tunç, M. S. 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 119-127.
52. Haralambous, A., Maliou, E., Malamis, M. 1992. The use of zeolite for amonium uptake. *Water Science and Technology*, 25(1): 139-145.
53. Yetik, M.K. 2007. Akarsuların Dinamik Benzetiminde CBS Tekniklerinden Yararlanmak, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi
54. Yüceer, M. 2005. Akarsularda Su Kalitesinin İzlenmesine Yönelik Yeni Bir Dinamik Benzetim Yazılımı. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi
55. Atay, D. ve Pulatsü, S. 2000. Su Kirlenmesi ve Kontrolü, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 307s.

56. Cirik, S. ve Cirik, Ş. 2005. *Limnoloji Ders Kitabı*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, No:21, Yayın No:5, 166 s.
57. Mutluay, H. ve Demirak, A. 1996. *Su Kimyası*, Beta Basımevi, İstanbul, 135 ss.
58. Yalçın, H. ve Gürü, M. 2002. *Su Teknolojisi*. Palme Yayıncılık, Yayın No: 204, Ankara.
59. Günay, Y. 1974. *Arazide Uygulanacak Kimyasal Analiz Metodları Klavuzu*. İller Bankası Yayını, No:11, Ankara, 58 s.
60. Brownlow, A.H. 1979. *Geochemistry*, Prentice-Hall, 498.
61. Wiedemeier, T.H., Swanson, M.A., Moutoux, D.E., Wilson, J.T. , Kampbell, D.H., Hansen, J.E. ve Haas, P. 1997. Overview of the Technical Protocol for Natural Attenuation of Chlorinated Aliphatic Hydrocarbons in Ground Water Under Development for the U.S. Air Force Center for Environmental Excellence in Proceedings of the Symposium on Natural Attenuation of Chlorinated Organics in Ground Water, Washington, USA, 37-61.
62. Hem, J.D. 1992. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water (Third Edition), United States Geological Survey Water-Supply Paper, 2254, 264.
63. Rose, S., ve Long, A. 1988. Monitoring Dissolved Oxygen in Ground Water: Some Basic Considerations, Ground Water Monitoring Review, Vol. 8, No. 1, 93-97.
64. Atay, D. ve Pulatsü, S. 2000. Su Kirlenmesi ve Kontrolü, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 307s.
65. Karakılçık, Y., Erkul, H. 2002. *Sürdürülebilir Akarsu Yönetimi ve Tersine Akan Nehir Asi*, Detay Yayıncılık, Ankara.
66. Egemen, Ö. 1999. *Çevre ve Su Kirliliği*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:42, Bornova, İzmir.
67. Eaton, A. D., Glesceri, L. S., Rice, E. W., Greenberg, A. E., 2005. Standard methods For The Examination of Water & Wastewater, Port City Press, 5210 s.
68. Scorer R. 1974. Nitrogen: A Problem Of Decreasing Dilution. New Scientist, 62: 182-184.

69. Haggard, B.E., Moore, P.A., Daniel, T.C. and Edwards, D.E. 1999. Trophic Conditions and Gradients of the Headwater Reaches of Beaver Laka, Arkansas. *Oklahoma Academy of Sciences*. 79:73-84.
70. Salihoğlu İ., Saydam C., Baştürk Ö., Yılmaz K., Göçmen D., Hatipoğlu E. ve Yılmaz A. 1990. Transport and Distribution of Nutrients and Chlorophyll-a by Mesoscale Eddies in the Northeastern Mediterranean, *Marine Chemistry*. 29, *Elsevier Sci. Publ. B.V. Amsterdam*, 375-390 ss.
71. T.C. Giresun Valiliği Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Giresun İli 2013 Yılı Çevre Durum Raporu, 121s.
72. Giresun Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü 2015.
73. Taşdemir, M. ve Göksu, Z.L. 2001. *E.Ü.Su Ürünleri Dergisi* 18(1/2): 55-64
74. Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E. ve Töre, Y. 2006. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 23 (1/1): 149-154.
75. Gedik, K., Verep, B., Terzi, E. ve Fevzioğlu, S. 2012. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji* 19, 76, 25-35.
76. Tepe, Y. ve Mutlu, E. 2004. Hatay Harbiye Kaynak Suyunun Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 6, 77-88.
77. Çiçek N. L. ve Ertan O. O. 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nin Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji* 21, 84, 54-65.
78. Gültekin.,F, Dilek,R., Ersoy,A.F., Ersoy,H . 2005. Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 29 (1) 21.
79. Bardalo,A.A and Bardalo,J.S. 2007.The Quest For Safe Drinking Water.An example from Guinea-Bissau (West Africa)
80. Şengün, E. 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp. 66, Giresun.

81. Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp. 92, Giresun.
82. Dinçer, S. 2014. Çanakçı Deresi Su kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp. 72, Giresun.
83. Tepe, Y. 2009. Determination of the Water Quality of Reyhanlı Yenisehir Lake (Hatay). *Ekoloji* 18(70): 38-46.
84. Uzun.,H.İ. 2012. Riva Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesi Ve İstatistiksel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, pp.81, Sakarya.
85. Tepe,Y , Mutlu ,E (2004) Arsu Deresi (Hatay) Su Kalitesinin Fiziko-Kimyasal Yöntemlerle Belirlenmesi. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları V.Ulusal Konferansı,Türkiye Kıyıları 04 Konferansı Bildiriler Kitabı*.
86. Alemdar, S., Kahraman., T, Ağaoğlu, S. ve Alişarlı, M. 2009. Bitlis İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik Ve Fizikokimyasal Özellikleri , *Ekoloji* 19, 73, 29-38.
87. Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E. ve Töre, Y. 2006. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Science* 23 (1/1): 155-161.
88. Çiçek, S. ve Paixao, M .2011. Köyceğiz Gölü' nü Besleyen Namnam Çayı' nın Su Kalitesi Yönünden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, pp.67, Muğla.
89. Yeşilirmak, E. 2011. Çine Çayı Su Kalitesi Eğilimleri ADÜ *Ziraat Fakültesi Dergisi* 2011; 8(1) : 47 - 55
90. Özbay, Ö., Göksu, M.Z. ve Alp, M.T. 2011. Bir Akarsu Ortamında (Berdan Çayı, Tarsus-Mersin) En Düşük ve En Yüksek Akım Dönemlerinde Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerin İncelenmesi *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi* 23 (1), 31-39.
91. Mutlu, E., Yanık, T., ve Demir, T. 2013. Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri, *Alinteri* 25(B) 45-57.
92. Kalyoncu, H. ve Zeybek, M. 2009. Ağlasun ve Isparta Derelerinin Bentik Faunası ve Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve

- Belçika Biyotik İndeksine Göre Belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 2 (1): 41-48.
93. Taş B., Candan, A. Y., Can, Ö. ve Topkara, S. 2010. Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4(3): 254-263.
94. Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Çınar, Ş., Küçükbara, R., Savaşer, S., Tokatlı, C., Öztürk, G.N. ve Köse, E. 2012. Kestel Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi. *DPÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı 28*, ISSN-1302-3055.
95. Kaman, H., Sönmez, N.K. Çetin, M., Kurunç, A., Aslan, G.E., ve Yetgin, B. 2011. Denizle İrtibatlı Akarsularda Deniz Suyu Girişiminin İrdelenmesi: Antalya Acısu Deresi Örneği *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 4 (2): 43-47.
96. Taş, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Ekoloji* 15 (61): 6-15.
97. Kıvrak, E., Uygun, A. ve Kalyoncu, H. 2012. Akarçay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diyatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 12, 021003 (27- 38).
98. Turner, A. ve Millward, G.E. 2002. Suspended particles: Their role in estuarine biogeochemical cycles. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, 857–883.
99. Gunther, C. P. 1999. In: Dittmann, S. Settlement: The Wadden Sea Ecosystem., secondary dispersal and turnover rate of benthic macrofauna. Stability properties and mechanisms. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, ss. 133–146.
100. Başaran, A.K. ve Egemen, Ö. 2006. Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'ün Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi* 12 (2) 137-143.
101. Turna, İ., Gülle, İ., Güçlü, S. S. 2005. Burdur Gölü'nün Su Kalitesi, Planktonu ve Verimlilik Düzeyi. I. *Burdur Sempozyumu 16-19 Kasım 2005*. Bildiriler Cilt 1, 518-524 s.

102. Öner, Ö , Çelik, A .2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi, *Ekoloji* 20, 78, 48-52.
103. Golterman, H.L., Sly, P.G., Thomas, R.L., Study of the relationship between water quality and sediment transport, UNESCO, Technical Papers in Hidrology, France 26 (1983).
104. Özdamar, K., 2001. SPSS ile Biyoistatistik. Kaan Kitapevi, Yayın No: 3-4, Baskı, ISBN: 975-6787-03-1, 452 s.
105. Şengörür, B., ve İsa. D., 2001. Sakarya Nehri'ne Ait Su Kalite Gözlemlerinin Faktör Analizi. *Turk J Engin Environ Sci* 25, 415-25.
106. Field, A. 2000. Discovering Statistics Using SPSS For Windows. London, Thousand Oaks, Sage Publications, New Delhi.
107. Bulut, C., Atay. R., Uysal, K., Köse, E., ve Çınar, Ş. 2011. Uluabat Gölü Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi. *Su Ürünleri Dergisi*. (2010)25(1):9-18.
108. Bulut, C., Atay. R., Uysal, K., Köse, E. 2012. Çivril Gölü Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi. Anadolu Üniversitesi. *Bilim Ve Teknoloji Dergisi*. Cilt/Vol.: 2-Sayı/No: 1 : 1-8
109. Liu, C.W., Lin, K.H. and Kuo, Y.M. (2003). Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease area in Taiwan. *Science of the Total Environment* 313, 77-89.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Ankara/Çamlıdere'de doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1995 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği bölümünden 1999 yılında mezun oldu. Aynı yıl Giresun ilinin Keşap/Çamlıca köyünde öğretmenliğe başladı.2002 yılında Keşap Çok Programlı Lisesi'ne ardından 2009 yılında Giresun Lisesi'ne tayin oldu. Halen Giresun Lisesi'nde biyoloji öğretmeni olarak görev yapmaktadır. 2013 yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans programında öğrenim görmeye devam etmektedir.