



GİRESUN
ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİRESUN İLİ İÇME SUYU KALİTESİ

BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

Mertcan AYDIN
172102008

2020

GİRESUN

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

GİRESUN İLİ İÇME SUYU KALİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin Adı SOYADI : Mertcan AYDIN
ORCID :
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :

Enstitü Anabilim Dalı : **BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Yalçın TEPE**
ORCID :

**Ağustos 2020
GİRESUN**

T.C.

**GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GİRESUN İLİ İÇME SUYU KALİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERTCAN AYDIN

Enstitü Anabilim Dalı : Biyoloji Anabilim Dalı

Bu tez .././20.. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yalçın TEPE
.....

Jüri Başkanı

Doç. Dr. Özlem TUNÇ
DEDE
.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Yalçın
TÖRE
.....

Üye

Doç. Dr. Bahadır KOZ
.....
Enstitü Müdürü

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Mertcan AYDIN
../../2020

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli hocam sayın Prof. Dr. Yalçın TEPE' ye teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardımcı olan Biyoloji bölümündeki tüm hocalarıma ve Handan Samurlu Aydın'a teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen ve bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme çok teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IV
TABLolar LİSTESİ.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
ÖZET	IX
ABSTRACT.....	X
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Su ve Önemi	1
1.2. Dünya’da ve Türkiye’de Su Potansiyeli.....	3
1.3. Su Kalitesi	8
1.4. Su Kalitesi Sınıfları	9
1.5. Yüzey suları.....	9
1.6. Yeraltı Suları	13
1.7. Su Kalitesi Parametrelerinin Önemi Nedir?	14
1.8. Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri	14
1.8.1. Sıcaklık	14
1.8.2. pH.....	15
1.8.3. Çözünmüş Oksijen	15
1.8.4. Tuzluluk	17
1.8.5. İletkenlik	18
1.8.6. Toplam Alkalinite	18
1.8.7. Sertlik.....	19
1.8.8. Toplam Fosfor.....	20
1.8.9. Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	21
1.8.10. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)	21
1.8.11. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)	22
1.8.12. Çözünebilir Reaktif Fosfor (SRP).....	22
1.8.13. Azot ve Formları	23
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	27
BÖLÜM 3. MATERYAL ve METOD.....	33

3.1.	Alan Araştırması	33
3.2.	Su Numunelerinin Toplanması.....	35
3.3.	Laboratuvar alışması.....	35
3.4.	İstatistiksel Analizler.....	36
BÖLÜM 4.	BULGULAR	37
4.1.	Sıcaklık.....	37
4.2.	Çözünmüş Oksijen Doygunluğu (%)	39
4.3.	Çözünmüş Oksijen (mg L ⁻¹).....	40
4.4.	pH.....	40
4.5.	Tuzluluk	41
4.6.	İletkenlik.....	42
4.7.	Toplam özünmüş Madde (TDS).....	44
4.8.	Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP)	45
4.9.	Toplam Alkalinite	46
4.10.	Toplam Sertlik.....	47
4.11.	Toplam Fosfor	48
4.12.	Çözünebilir Reaktif Fosfor (SRP).....	49
4.13.	Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN)	51
4.14.	Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ5)	52
BÖLÜM 5.	TARTIşMA VE SONUÇ	54
KAYNAKLAR		61

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
°Fr	Fransız Sertlik Derecesi
µg L ⁻¹	Mikrogram/Litre
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
µScm ⁻¹	Mikrosimens/Santimetre
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
Cd	Kadmiyum
Cl ⁻	Klorür
CO ₃	Karbonat
g	Gram
g/cm ³	Gram/Santimetreküp
g/kg	Gram/Kilogram
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
mg L ⁻¹	Miligram/Litre
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mm/yıl	Milimetre/Yıl
N ₂	Azot
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

Org-N
Pb
SO₄
Sr
BOİ
DSİ
EPA
FAO
ORP
SKKY
SRP
FS
AS
IS
TAN
TDS
TP
TÜİK
WHO

Organik Azot
Kurşun
Sülfat
Stronsiyum
Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Devlet Su İşleri
Çevre Koruma Ajansı
Gıda ve Tarım Örgütü
Yükseltgenme İndirgenme Potansiyeli
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
Çözünebilir Reaktif Fosfor
Fransız Sertlik Derecesi
Alman Sertlik Derecesi
İngiliz Sertlik Derecesi
Toplam Amonyak Azotu
Toplam Çözünmüş Katı Madde
Toplam Fosfor
Türkiye İstatistik Kurumu
Dünya Sağlık Örgütü

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Su Durum Göstergesi (Falkenmark)	2
Tablo 1.2 Ülkeler Bazında Tatlısu ve Kullanım Alanı	4
Tablo 1.3 Türkiye Su Varlığı	6
Tablo 1.4 Giresun İli Su Kaynakları Potansiyeli	7
Tablo 1.5 Giresun ilinin Yeraltı Suyu Potansiyeli	8
Tablo 1.6 Yüzeysel Su Kaynakları Sınıflarının Kimyasal ve İnorganik Kalite Parametreleri	10
Tablo 1.7 Yüzeysel Su Kaynakları Sınıflarının Organik Kalite Parametreleri	11
Tablo 1.8 Yüzeysel Su Kaynakları Sınıflarının Bakteriyolojik Kalite Parametreleri	11
Tablo 1.9 Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarının İnorganik Kirlenme Parametreleri	12
Tablo: 1.10 Sıcaklıklarına göre suların sınıflandırılması	15
Tablo: 1.11 Sıcaklıkla ve Sulardaki Çözünmüş Oksijen Arasındaki İlişki	16
Tablo 1.12 Toplam alkalinite ile pH arasındaki ilişki	19
Tablo 1.13 Ükelere göre suların sertlik dereceleri	20
Tablo 1.14 TDS miktarına göre suların kategorilendirilmesi	21
Tablo 1.15 Biyolojik Oksijen İhtiyacı Değerlerine Göre Suların Sınıflandırılması	22
Tablo 1.16 Çözünebilir Reaktif Fosfor Analiz Metotları	23
Tablo 1.17 Nitrat Azotu Analiz Metotları	25
Tablo 1.18 Toplam Kjeldahl Azotu Analiz Metotları	26
Tablo 1.19 Amonyum Azotu Analiz Metotları	27
Tablo 3.1 Giresun Merkez İçme suyu Mevcut Kuyuları	34
Tablo 4.1. Su Kalite Parametrelerinin Ortalama Değerleri	37
Tablo 4.2. Suların EC esasına göre sınıflandırılması	42
Tablo 4.3. Aylara Göre Çözülebilir Reaktif Fosfor Değerleri	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Dünya yıllık su varlığı gösterimi	2
Şekil 1.2 Günümüz Su Kaynaklarının Mevcut Dağılımı	3
Şekil 1.3 Su döngüsü	5
Şekil 1.4 Alkali sularda pH'ın zamanla değişimi	19
Şekil 3.1 Giresun İçme Suyu Sistemi Kuyu Yerleri	34
Şekil 4.1. Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Sıcaklık Değerleri Değişimi (°C)	38
Şekil 4.2. Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Çözünmüş Oksijen Değerleri Değişimi (%)	39
Şekil 4.3. Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Çözünmüş Oksijen Değerleri Değişimi (mg L ⁻¹)	40
Şekil 4.4 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama pH Değerleri Değişimi	41
Şekil 4.5 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Tuzluluk Değerleri Değişimi (ppt)	42
Şekil 4.6 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama İletkenlik Değerleri Değişimi (µohm/cm)	43
Şekil 4.7 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Spesifik İletkenlik Değerleri Değişimi (µohm/cm)	44
Şekil 4.8 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Çözünmüş Madde Değerleri Değişimi (gL ⁻¹)	45
Şekil 4.9 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli Değerleri Değişimi (mV)	46
Şekil 4.10 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Alkalinite Değerleri Değişimi (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	47
Şekil 4.11 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Sertlik Değerleri Değişimi (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	48
Şekil 4.12 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Fosfor Değerleri Değişimi	49
Şekil 4.13 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Çözülebilir Reaktif Fosfor Değerleri Değişimi (mg L ⁻¹)	50

Şekil 4.14 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Amonyak Nitrojeni Değerleri Değişimi (mg L ⁻¹)	51
Şekil 4.15 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Biyolojik Oksijen İhtiyacı Değerleri Değişimi (mg L ⁻¹)	53
Şekil 4.16 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Biyolojik Oksijen İhtiyacı Değerleri Değişimi (%)	53



GİRESUN İLİ İÇME SUYU KALİTESİ

ÖZET

Giresun İli içme suyu kalitesini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma bir yıllık bir gözlem ve analiz sonuçlarına dayandırılarak hazırlanmıştır. Çalışmada farklı 5 istasyondan alınan su örnekleri çalışılmış ve su kalite parametrelerinden olan çözünmüş oksijen, sıcaklık, pH, tuzluluk, TDS, iletkenlik, BOİ, SRP, alkalinite, sertlik ve TAN değerleri incelenerek içme suyu kalitesine yönelik yorum getirilmiştir. Çalışmadan elde edilen ortalama veriler; sıcaklık 13,21°C, çözünmüş oksijen doygunluğu %95,74, çözünmüş oksijen 9,88 mg L⁻¹, toplam alkalinite 151,95 mg L⁻¹, toplam sertlik 205,19 mg L⁻¹, pH 9,42, tuzluluk 0,02 ppt, TDS 272,21 g L⁻¹, iletkenlik 337,49 µScm⁻¹, ORP – 134,38 mV, BOİ5 9,28 mg L⁻¹, TAN 0,07 mg L⁻¹, toplam fosfor 0,04 mg L⁻¹, SRP 0,01 mg L⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Giresun İli su kaynaklarından alınan verilere göre sıcaklık bakımından soğuk sular sınıfında yer alan il suları, BOİ yönünden ise temiz sular sınıfında yer almaktadır. Ayrıca kaynak sularının bozulma, oksitlenme ve çürüme gibi durumların olmadığı, sert sular sınıfında yer aldığı ve kalite standartlarını sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Giresun, su kalitesi, kirlilik, çözünmüş oksijen, BOİ

QUALITY OF DRINKING WATER IN GİRESUN CITY

ABSTRACT

This study was prepared based on the results of a one-year observation and analysis in order to determine the drinking water quality of Giresun province. In the study, water samples from 5 different stations were studied and dissolved oxygen, temperature, pH, salinity, TDS, conductivity, BOI, SRP, alkalinity, hardness, TAN and nitrate values which are water quality parameters were examined and comments were made about drinking water quality. Average data obtained from the study; temperature 13,21 °C dissolved oxygen saturation %95,74, dissolved oxygen 9,88 mg L⁻¹, 151,95 total alkalinity mg L⁻¹, 205,19 total hardness mg L⁻¹, pH 9,42, TDS 272,21 gL⁻¹, salinity 0,02 ppt, 337,49 µScm⁻¹conductivity, ORP – 134,38mV, 9,28 mg L⁻¹ BOI5, TAN 0,07 mg L⁻¹, total phosphorus 0,04 mg L⁻¹, SRP 0,01 mg L⁻¹ was calculated. According to the data obtained from the water sources of Giresun province, the waters of the province which are in the class of cold waters in terms of temperature are in the class of clean waters in terms of BOI.

In addition, it has been observed that spring waters do not have conditions such as deterioration, oxidation and decay, are in the class of hard waters and provide quality standards.

Keywords: Giresun, water quality, pollution, dissolved oxygen, BOI

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Su ve Önemi

Kimyasal olarak hidrojen (H⁺) ve oksijen (O⁻) gazlarının birleşmesi sonucu su molekülü ortaya çıkmaktadır. Su molekülü geometrik olarak açılıdır ve yoğunluğu 1 kg/l değerindedir. Sıvılar içerisinde yüksek ısı kapasitesi, en yüksek erime ısısı ve yüksek yüzey gerilimine sahip olan su, aynı zamanda düşük ısı iletkenliğine de sahiptir [1]

Yaşam döngüsünün en temel elementleri arasında olan suyun doğal ekosistem içerisinde yadsınamaz bir yeri vardır. Var olan ve var olmaya devam eden canlılığın ihtiyaçları arasında birinci sırayı alan su bir besin olmanın yanında içerisindeki minerallerin, bileşiklerin varlığıyla canlılarda çeşitli reaksiyonların gerçekleşmesinde rol almaktadır [2].

Canlı yaşamının devamlılığı için önem taşıyan su, canlı organizmalar içerisinde pH dengesinin sağlanması, besin maddelerinin taşınması gibi birçok aktivitede yer almaktadır. İnsanların, hayvanların, bitkilerin ve diğer tüm canlı organizmalar dolayısıyla da gıda ürünleri için su hayati önem taşımaktadır. Bu açıdan su ekosistemlerin ve iklim sisteminin en belirleyici aracıdır.

$\frac{3}{4}$ ü sularla kaplı olan yerkürede tatlı sular sadece %2,5'lik orana sahiptir. Var olan bu tatlı su kaynaklarının da %90'ını buzullar oluşturmakta, içme ve kullanma suyu için kalan ise buzulların %0,38'i kadardır [3]. Bu durum suyun fazlalığına rağmen kullanılabilir suyun azlığını göstermektedir. Su kaynakları da yer küre üzerinde eşit dağılım göstermediğinden bazı kıtalar/ülkeler su yönünden sıkıntı yaşamasa da diğer bazı kıta/ülkeler su sıkıntısı yaşamaktadır. Günümüzde pek çok ülke temiz su kaynağı bulmakta zorlanmakta ve su kaynaklarını korumaya çalışmaktadır. İklim değişiklikleri, bilinçsiz kullanım, suyun israf edilmesi vb. pek çok etken suyun azalmasına, kuraklık artışlarına ve dengelerin değişmesine neden olmaktadır. Su kaynaklarının varlığı ve temiz olarak korunabilmesi insan hayatının sağlıklı devam edebilmesi için en önemli etkenlerden bir tanesini oluşturmaktadır, çünkü su kirliliği beraberinde salgın hastalıkları da getirmektedir.

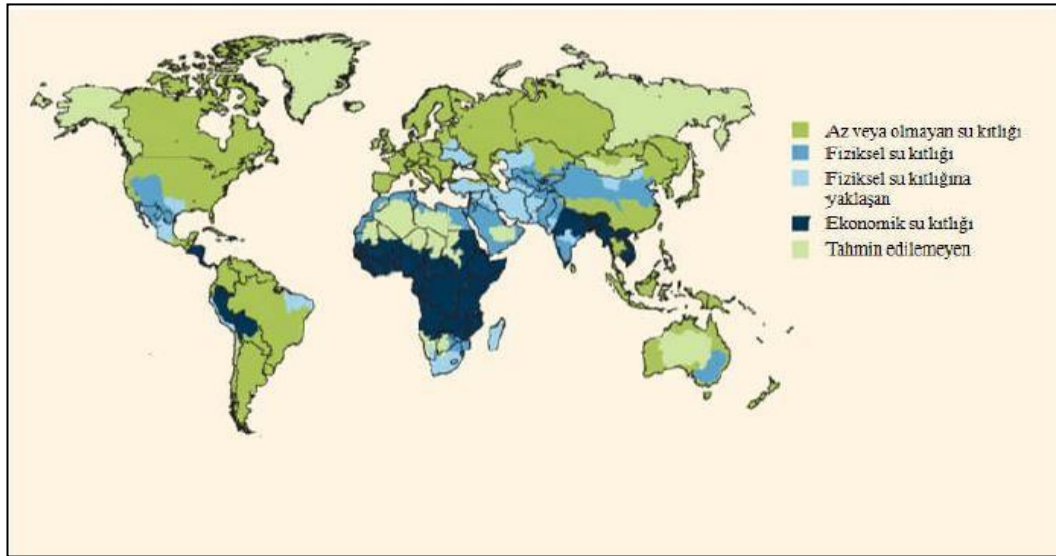
Tablo 1.1 Su Durum Göstergesi (Falkenmark)

Sınıflandırmalar	Mevcut Su (m ³ /kişi/yıl)
Su sıkıntısı yok	>1.700
Su sıkıntısı var	1.700-1.000
Su sıkıntısı ciddi derecede var	1.000-500
Su kıtlığı var	<500

Kaynak: [5]

Yıllık ortalama su miktarları ülkelerin su fakiri ya da su zengini olup olmadıklarını belirlemekte bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Bir ülkenin yıllık ortalama kişi başı su varlığı, mevcut su miktarının ülke nüfusuna oranı ile hesaplanmaktadır. Bulunan yıllık ortalama kişi başı su varlığı, standart göstergeler kullanarak karşılaştırılmakta ve ülkelerin su durumu ortaya konulmaktadır [4]

Ülkelerin su sorunlarının ne derecede olduğunu gösterebilmek amacıyla kullandıkları göstergeler “Falkenmark ve Shiklomanov” göstergeleridir. Bu göstergeler ile genel olarak suyun durumu, su kıtlığının ya da su zenginliğinin olup olmadığı sonuçlarına ulaşabilmektedir [5].



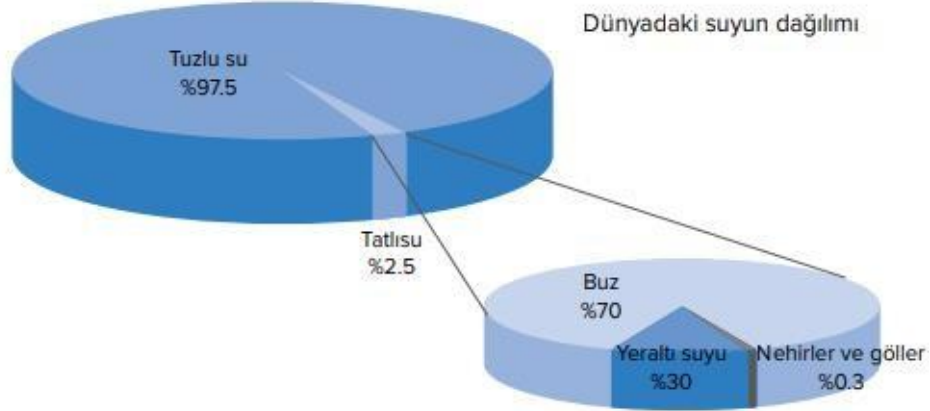
Şekil 1.1 Dünya yıllık su varlığı gösterimi (Kaynak: World Water Development Report 4, 2013)

Yıllık ortalama kişi başı su varlığı 3000m³ olan alanlar optimum su seviyesine sahip, yıllık ortalama kişi başı su varlığı 10000 m³ ve fazlasına sahip alanlar zengin su kaynaklarına sahip ve ortalama kişi başı su varlığı 1000 m³ altında olan alanlar su fakiri olarak nitelendirilmektedir [5]. Türkiye kullanım suyu olan tatlı su kaynakları açısından su fakirliği sınırında olan bir ülke onumunda olup, su kullanımı konusunda bilinçlendirici, öğretici çalışmaların yapılması gerekmektedir.

1.2. Dünya’da ve Türkiye’de Su Potansiyeli

Dünya üzerindeki mevcut su varlığı 1.400.000.000 km³ ‘tür. Ancak mevcut su miktarının tamamına ulaşmak ve kullanabilmek teknik açıdan mümkün değildir. Çünkü dünya üzerindeki 1 milyar 400 milyon km³ suyun %97,5 (1 milyar 365 milyon km³)’ini tuzlu su kaynakları oluşturmaktadır [6].

Mevcut su kaynaklarının %2,5 (35 milyon km³)’i tatlı su kaynaklarına aittir. Tatlı su kaynakları içerisinde %0,3’lük bir miktar (105.000km³) canlılar için kullanımına elverişli halde bulunmaktadır. Tatlı su kaynaklarının %2,2’sinin ulaşılması güç alanlarda olduğu bilinmektedir [7].



Şekil 1.2 Günümüz Su Kaynaklarının Mevcut Dağılımı (DKM,2013)

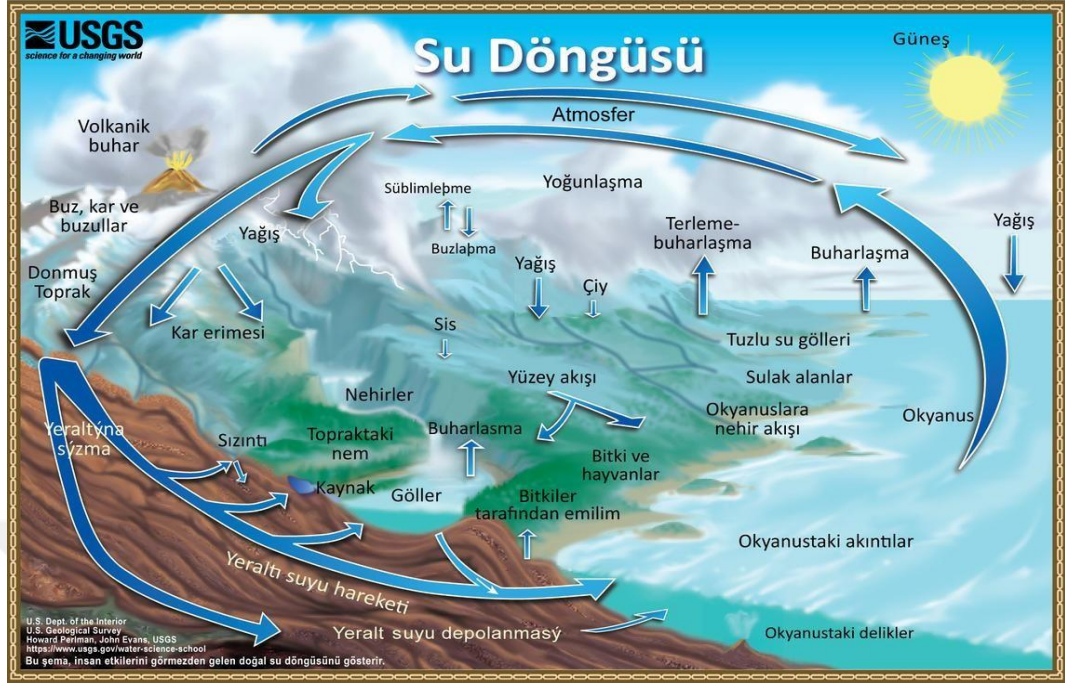
Su kullanımı dünyada beş ana başlık altında toplanmaktadır. Bu ana başlıkları Enerji, Gıda ve Tarım, Endüstri, Ekosistemler ve Yaşam alanları oluşturmaktadır. Su kullanım alanlarını etkileyen farklı birçok etmen bulunmaktadır [8].

Tablo 1.2 Ülkeler Bazında Tatlısu ve Kullanım Alanı [9]

Ülke	Toplam tatlı su çekimi (km ³ /yıl)	Kişi başı tatlı su çekimi (m ³ /yıl)	Evsel kullanım (%)	Sanayi kullanımı (%)	Tarımsal kullanım (%)	2010 nüfusu Milyon
Hindistan	761,0	627	7	2	90	1,214
Çin	578,9	425	12	23	63	1,362
ABD	482,2	1518	13	46	41	318
Japonya	88,4	696	21	18	62	127
Rusya	76,7	546	19	63	18	140
Mısır	68,3	809	8	6	86	84
Avustralya	59,8	2,782	15	10	75	22
Brezilya	58,1	297	28	17	55	195
Kanada	45,1	1330	20	69	12	34
Türkiye	40,1	530	15	11	74	76
Fransa	33,2	529	16	74	10	63
İngiltere	11,8	190	22	75	3	62
Somali	3,3	352	0	0	99	9
Angola	0,4	18	23	17	60	19
İsrail	2,0	268	36	6	58	7

Ülkelerin sektörlere göre kullandıkları sular o ülkenin gelişmişlik düzeyi ile ilgili de bilgi vermektedir. Tarımsal su kullanımının fazla olduğu (%82) gelişim sürecinde olan ülkeler ile az gelişmiş ülkeler iken tarımsal su kullanımının düşük olduğu (%30) ülkeler gelişmiş ülkeler olarak bilinmektedir [8,9].

Gelişmiş ülkelerde su kullanım alanı olarak tarım değil sanayi sektörü ön plana çıkmaktadır [8,9]. Tablo 2 incelendiğinde; Türkiye'nin toplam tatlısu çekimi 40,1 km³/yıl iken bunun 530 m³ /yıl'ünü kişi başı tatlısu çekimi oluşturmakta ve ayrıca %11 sanayi, %15 evsel ve %74 tarımsal kullanımın olduğu görülmektedir.



Şekil 1.3 Su döngüsü (Kaynak. USGS)

Türkiye'nin yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 643 mm'dir. Bu rakam bir yıl için ortalama olarak 501 milyar m³ su anlamına gelmektedir. Düşen yağıştan gelen suyun yaklaşık %54,7'si buharlaşma sonucunda atmosfere geri dönmekte, %13,77'lik kısmı yeraltı suyunu beslemekte, %31,54'ü akarsulara karışarak deniz ve göllere ulaşmaktadır.

Türkiye'nin kullanılabilir yüzey ve yeraltı su varlığı yıllık 112 km³ 'tür. Türkiye'nin mevcut kullanılabilir su varlığı olan 112 km³ 'ün 2023 yılına kadar kullanılması beklenmektedir.

Tablo 1.3 Türkiye Su Varlığı [61]

SU KAYNAKLARI VARLIĞI		
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 Suları		
Yıllık yüzey akışı	186	milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	98	milyar m ³
Yeraltı 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

Yıllık kullanılabilir kişi başına düşen su miktarı yaklaşık 1346 m³ olup bu miktar baz alındığında Türkiye su azlığı yaşayan ülkeler içerisinde bulunmaktadır [61].

Türkiye'nin veri toplama kurumu olan "Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)" raporuna göre 2030 yılında beklenen nüfus 100 milyon olacaktır. Bu veri zaten su azlığı yaşayan ülkemizde kişi başı tüketimin daha da düşerek 1,120 m³/yıl olabileceği sonucunu doğurmaktadır [10].

Giresun ilinin coğrafi konumundan dolayı akarsuları dik dağlardan hızlı bir şekilde aktığı için oluşan vadiler oluk şeklinde ve derindir. Dağların yüksek kesimlerinden kaynağını alan akarsular belli bir yol kat ettikten sonra Karadeniz'e dökülmektedir. Giresun ilinden Karadeniz'e dökülen akarsular olan; Gelevera, Harşit, Batlama, Yağlıdere, Pazarsuyu ve Aksu Deresi'nin suları düşük tuzlu (T1) ve düşük sodyum zararı (A1) niteliğindedir [11].

Tablo 1.4 Giresun İli Su Kaynakları Potansiyeli [31]

Yerüstü suyu (İl çıkışı toplam akım)	4 373,0 hm ³ /yıl
Pazarsuyu	542,0 hm ³ /yıl
Aksu Deresi	562,0 hm ³ /yıl
Yağlıdere	415,0 hm ³ /yıl
Gelevera Deresi	668,0 hm ³ /yıl
Harşıt Çayı	177,0 hm ³ /yıl
Görelle Deresi	319,0 hm ³ /yıl
Kelkit Çayı	192,0 hm ³ /yıl
Avutmuş Çayı	589,0 hm ³ /yıl
Diğerleri	867,0 hm ³ /yıl
Yeraltı suyu (İldeki Toplam Emniyetli Rezerv)	140,0 hm ³ /yıl
Batlama Çayı	2,60 hm ³ /yıl
Toplam Su Potansiyeli	4508,0 hm ³ /yıl
Doğal Göl Yüzeyleri	70,0 ha
Baro Gölü	15,0 ha
Çorak Gölü	20,0 ha
Kanlı Gölü	20,0 ha
Sağnak Gölü	3,0 ha
Süt Gölü	3,0 ha
Diğerleri	9,0 ha
Baraj-Gölet Rezervuarı Yüzeyleri	194,6 ha
Baraj Rezervuarı Yüzeyleri Akköy-II HES	126,23 ha
Gölet Rezervuarı Yüzeyleri	68,4 ha
Çakmak Göleti	17,0 ha
Toplukonak Göleti	12,9 ha
Çatalgöller Göleti	6,6 ha
Yaycı Göleti	8,0 ha
Turpçu Göleti	14,4 ha
İngölü Göleti	9,5 ha
Akarsu Yüzeyleri	3225,0 ha
Pazarsuyu	250,0 ha
Aksu Deresi	250,0 ha
Yağlıdere	225,0 ha
Harşıt Çayı	250,0 ha
Kelkit Çayı	550,0 ha
Diğerleri	1700,0 ha
Toplam Su Yüzeyi	3489,6 ha

Tablo 1.5 Giresun ilinin Yeraltı Suyu Potansiyeli [31]

Kaynağın İsmi	hm ³ / yıl
Pazarsuyu Çayı	15,60
Batlama Deresi	2,60
Aksu Çayı	18,80
Yağlıdere Çayı	15,60
Gelevera Deresi	25,50
Harşıt Çayı	48,50
Görele Çayı	10,50
Diğerleri	2,9
Toplam	140,0

1.3. Su Kalitesi

Su kalitesi suyun özelliklerini belirleyen her türlü fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlerin toplamıdır [12]. Suyun kalitesi içerdiği organik ve inorganik maddelerin çeşitliliği ve miktarı, sucul canlıların su içerisindeki varlıkları ve faaliyetleri ve, sucul ortamdaki tüm faaliyetlerin etkileşimi ile ifade edilmektedir.

Suyun kalitesi suyun miktarı kadar canlı yaşamı için de önem arz etmektedir. Suyun hangi kalitede olacağı ilk oluşum halinden son safhasına gelip yeryüzüne indiği ana kadar belirlenmektedir [13]. Su döngüsü aşamasında yeryüzüne inen suda var olan bakteri, mikroorganizmalar ve kirleticiler topraktan yeraltına inen sulara doğal olarak filtrasyona uğrayarak kısmen veya tamamen temizlenmektedir. Su kalitesinin kötü olması birçok sağlık sorunun yanı sıra ekonomik ve çevresel soruna da neden olmaktadır [7]. Yapılan çalışmalar günümüzde hala atık(kullanılan) suların büyük bir çoğunluğunun (%80) altyapı sistemi ile toplanmadığı veya arıtılmadığını göstermektedir [9].

Su kalitesi, kriterleri ile su kalitesi standartları kavramları farklı olarak ele alınmaktadır. Su kalitesi kriterleri suyun kullanımı ve kalitesi için gerekli kalitatif ve kantitatif sınırlamalardır. Kriter, bilimsel bir kararın sonucu olup, standart su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsayan bir açıklama niteliğindedir [13].

Türkiye Çevre Değerlendirme Raporu'na göre (2016), Türkiye'deki su kaynaklarının kalitelerindeki bozulmanın asıl nedenleri; insanlar tarafından doğal kaynakların standardın üstünde ve gereksiz kullanılması, endüstrinin hızlı ve, plansız gelişimi, çarpık kentleşme ile atıkların su kaynaklarına karışması, atık su arıtma tesislerinin yetersiz kalması ve yanlış tarımsal faaliyetler olarak belirlenmiştir.

1.4. Su Kalitesi Sınıfları

Sular, kullanım çeşitlerine ve kalitelerine göre çeşitli sınıflandırmalara tabii tutulmuştur. Sular kullanım amacına göre sınıflandırıldığında; içme suları, sulama amaçlı sular, rekreasyon amaçlı sular ve iyileştirici özelliği bulunan sular olarak dört bölümde incelenmektedir. Sular kaynaklarına göre ise yüzey (yerüstü) ve yeraltı suları olarak iki ayrı sınıfta incelenmektedir.

1.5. Yüzey suları

Yüzey (Yerüstü) sularının sınıflandırılması ve kullanım maksatları Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Ek-5'te yer alan Tablo 2'ye göre belirlenmektedir [14]. Bu yönetmeliğe göre yüzey suları için 4 farklı kalite sınıfı bulunmaktadır [15]. Buna göre bu 4 farklı kalite sınıfı için suların kullanım amaçları;

- Kalite sınıfı I olan sular yüksek kaliteli su sınıfı olup “Çok İyi” su olarak nitelendirilmektedir. Bu sınıf sular; kullanımında sorun yaşanmayan, içme suyu olarak kullanılabilen, balık (alabalık) üretimi için uygun, hayvansal faaliyetler ve ihtiyaçlar için uygun olarak nitelendirilmektedir.
- Kalite sınıfı II olan sular ise iyi olarak nitelendirilebilecek az kirlenmeye maruz kalmış sulardır. Bu sınıf sular; içme suyu olarak, balık üretimi (alabalık hariç) için elverişli, belli şartları sağlamak kaydıyla sulama suyu olarak ve rekreasyonel amaçla rahatlıkla kullanılabilir sular olarak tanımlanmaktadır.
- Kalite sınıfı III olan sular orta olarak nitelendirilen kirlenmiş sulardır. Daha çok nitelik gerektirmeyen sanayi gibi alanlarda kullanılabilen, uygun şekilde arıtılırsa su ürünleri yetiştiriciliğinde de kullanılabilen sular olarak bilinmektedir.

- Kalite sınıfı IV olan sular kötü hatta zayıf sular olarak bilinen çokça kirlenmiş sulardır. İçme suyu ve kullanma suyu olarak uygun olmadığı gibi su ürünleri yetiştiriciliğinde de uygun değildir.

UNESCO'nun hazırladığı Dünya Su Gelişme Raporu'nda en kaliteli ve temiz su Finlandiya'da yer alırken Türkiye bu listede 45. sırada yer almaktadır.

Tablo 1.6 Yüzeysel Su Kaynakları Sınıflarının Kimyasal ve İnorganik Kalite Parametreleri

Su Kalite Değişkenleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
Ph	6, 5-8, 5	6, 5-8, 5	6, 0-9, 0	6, 0-9, 0 dışında
Çözünmüş Oksijen (mg L ⁻¹)	8	6	3	<3
Oksijen Doygunluğu (%)	90	70	40	<40
Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400	>400
Sülfat İyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	>400
Nitrit Azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0, 002	0, 01	0, 05	>0, 05
Nitrat Azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	>20
Toplam fosfor (mg PO ₄ ⁻ -P/L)	0, 02	0, 16	0, 65	>0, 65
TDS (mg L ⁻¹)	500	1500	5000	>5000
Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	>250

Kaynak: [36]

Tablo 1.7 Yüzeysel Su Kaynakları Sınıflarının Organik Kalite Parametreleri

	SU KALİTE PARAMETRELERİ			
	I	II	III	IV
KOİ (mg L ⁻¹)	25	50	70	>70
BOİ (mg L ⁻¹)	4	8	20	>20
Organik Karbon (mg L ⁻¹)	5	8	12	>12
Toplam Kjeldahl -Azotu (mg L ⁻¹)	0.5	1.5	5	>5
Metilen Mavisi Aktif Maddeleri (MBAS) (mg L ⁻¹)	0.05	0.2	1	>15
Fenolik Maddeler (Uçucu) (mg L ⁻¹)	0.002	0.01	0.1	>0.1
Mineral Yağlar ve Türevleri (mg L ⁻¹)	0.02	0.1	0.5	>0.5
Toplam Pestisit (mg L ⁻¹)	0.001	0.01	0.1	>0.1
Yağ ve gres (mg L ⁻¹)	0.02	0.3	0.5	>0.5

Kaynak: [36]

Tablo 1.8 Yüzeysel Su Kaynakları Sınıflarının Bakteriyolojik Kalite Parametreleri

	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	10	200	2000	>2000
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	>100000

Kaynak: [36]

Tablo 1.9 Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarının İnorganik Kirlenme Parametreleri

	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
Cıva ($\mu\text{g Hg/L}$)	0. 1	0. 5	2	>2
Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/L}$)	3	5	10	>10
Kurşun ($\mu\text{g Pb/L}$)	10	20	50	>50
Arsenik ($\mu\text{g As/L}$)	20	50	100	>100
Bakır ($\mu\text{g Cu/L}$)	20	50	200	>200
Krom (Toplam) ($\mu\text{g Cr/L}$)	20	50	200	>200
Krom ($\mu\text{g Cr}^{+6} /\text{L}$)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	>50
Kobalt ($\mu\text{g Co/L}$)	10	20	200	>200
Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	20	50	200	>200
Çinko ($\mu\text{g Zn/L}$)	200	500	2000	>2000
Siyanür (toplam) ($\mu\text{g CN/L}$)	10	50	100	>100
Florür ($\mu\text{g F}^{-} /\text{L}$)	1000	1500	2000	>2000
Serbest Klor ($\mu\text{g Cl}_2/\text{L}$)	10	10	50	>50
Sülfür ($\mu\text{g S}^{-} /\text{L}$)	2	2	10	>10
Demir ($\mu\text{g Fe/L}$)	300	1000	5000	>5000
Mangan ($\mu\text{g Mn/L}$)	100	500	3000	>3000
Bor ($\mu\text{g B/L}$)	1000	1000	1000	>1000
Selenyum ($\mu\text{g Se/L}$)	10	10	20	>20
Baryum ($\mu\text{g Ba/L}$)	1000	2000	2000	>2000
Alüminyum ($\mu\text{g Al/L}$)	0.3	0.3	1	>1
Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	>10
beta-aktivitesi	10	100	100	>100

Kaynak: [36]

1.6. Yeraltı Suları

Yeraltı suyu, yerkabuğundaki geçirimli tabakadan aşağıya inerek doygun bölgede bulunan aynı zamanda kollarının akarsuları, deniz ve gölleri de beslediği bilinen su birikimleridir [13].

Yeraltı suları kalitelerine göre yüksek, orta ve düşük kaliteli olarak üçe ayrılmaktadır. Yüksek kalitede olan yeraltı suları, kullanılabilir tüketim amaçlı su ile temel gıda sanayi dahil olmak üzere birçok amaç adına kullanılabilen iken orta kaliteli yeraltı suları tarımsal sulamalar, hayvanlar ve sanayide soğutma işlemi için ve arıtıldıktan sonra içme suyu olarak kullanılmaktadır. Düşük kaliteli yeraltı suları ise kullanım yeri arıtmadan sonraki kalite ile belirlenmektedir. Herhangi bir kaynaktan alınan suyun kullanılmadan önce nasıl arıtılması gerektiği birçok unsura bağlıdır. Ham suyun fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri, suyun nasıl ve ne amaçla kullanılacağı, ekonomik, sosyal şartlar ve ihtiyaçlar bu unsurlardandır [16]. İçme suyu ile sanayi de kullanılacak su farklı özelliklere sahiptir.

İçilebilir sağlıklı bir içme suyunun özellikleri;

- su içerisinde hastalık yapan (patojenik) mikroorganizmalar olmamalı,
- zararlı ya da sağlık üzerinde olumsuz etkisi olan maddeler belirli bir düzeyde olmalı ya da hiç olmamalı,
- su berrak, renksiz ve temiz olmalı, tuzlu olmamalı,
- kötü koku ve tadı olmamalı,
- sert (kireçli) olmamalı,
- agresif (aşındırıcı/korozif) olmamalıdır.

1.7. Su Kalitesi Parametrelerinin Önemi Nedir?

- İnsan sağlığını tehdit edecek unsurların varlığını gözlemlemek ve müdahale edebilmek.
- Su kalitesi değişkenlerinin zamana ve yere göre gösterdiği değişikliklerin incelenmesi.
- Doğal ya da müdahil durumlarda suyun kalitesinin nasıl ve ne derece değiştiğinin belirlenmesi,
- Mevcut suyun kalitesinin devamlılığının sağlanması ve sürdürülebilirlik için tedbirlerin alınması ve etkinliğinin kontrol edilmesi,
- Çevre Etki Değerlendirilmesi (ÇED) için gerekli bilgiye ulaşımın sağlanması,
- Su kalitesi özelliklerinin değerlendirilmesi.
- Akarsularda kütleli taşınmalarının değerlendirilmesi ve suların kalite modellemelerinin çıkarılmasıdır.

1.8. Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri

1.8.1. Sıcaklık

Sıcaklık sularda çeşitli parametreleri etkileyen önemli bir fiziksel özelliktir. Su sıcaklığı; bazı önemli fiziksel ve kimyasal özellikler, yoğunluk, tuzluluk, oksijen, iletkenlik, özgül ağırlık, pH, fotosentez üretimi, bileşik toksisitesi ve diğer gazların çözünürlüğü gibi özellikleri etkilemektedir. Suyun sıcaklığını ölçüm cinsi Selsius, Fahrenheit veya Kelvin cinsinden olabilmekte ama evrensel kullanım olarak suyun sıcaklığı Selsius cinsinden ölçülmektedir. Dünya genelinde içme suyu 0-35 °C arasında değişiklik göstermektedir. Su sıcaklığı içme suyu için 15°C ile estetik bir hedef olarak belirlenirken uygun derece sıcaklık 10-12°C civarındadır. 20 °C'nin üstündeki sıcaklıktaki sular lezzeti olmayan sulardır ve mide bulantısı etkisi oluşturabilmektedir. Sıcaklık değerleri TSE'de 12-25°C iken EC' de 12-25°C arasındadır. Sıcaklık sudaki biyolojik aktiviteyi artırıp azaltarak etkilemektedir. Sıcaklık artışına bağlı olarak suda gerçekleşen reaksiyonların hızı da artış gösterirken, suda çözülmüş halde bulunan oksijen miktarında azalma meydana gelir [13].

Tablo 1.10 Sıcaklıklarına göre suların sınıflandırılması [13]

Sıcaklık Değerleri (°C)	Sular
5-12	Çok soğuk su
12-16	Soğuk su
16-26	Serin su
26-33	Ilık su
33-35	Mutedil su
35-37	Sıcak su
37-...	Çok sıcak su

1.8.2. pH

pH değeri sulardaki asit veya baz bulunma durumunu ortaya koyan bir göstergedir. pH değeri çözeltideki H^+ iyonu sayısı ile hesaplanmaktadır. H^+ iyonu ise $^{-}$ konsantrasyonu ifade etmektedir [13]. pH 7’de H^+ ve OH^{-} iyonları eşittir ve çözelti nötrdür. pH ölçüm skalasında değerler 0-14 arasında değişmektedir.

pH değeri eğer 7 değerinin altında ise sular asidik, 7’nin üzerinde bir değerse sular bazik özellik göstermektedir. İçme suyu olarak kullanılan suların pH aralığı 6,5 ile 9,5 arasında, paketlenmiş satışa hazır suların ise pH aralığı 4,5-9,5 arasında olması gerekir [13].

1.8.3. Çözünmüş Oksijen

Suların kirlilik düzeyinin belirlenmesinde ve atık su arıtma işlemlerinde çözünmüş oksijenin bulunma oranı fazlasıyla önem teşkil etmektedir. Çözünmüş oksijen canlı yaşamı ve biyolojik faaliyetler için büyük önem arz etmekte ve azlığı ise yüzey sularındaki kirliliğin en büyük göstergelerindendir. Oksijen miktarının fazla olması istenen bir özelliktir. Sudaki oksijen miktarı; sıcaklığa, basınca, sudaki organizmalara ve minerallere bağlıdır. Çözünmüş oksijen sıcaklıkla ters orantılıdır [17].

Tablo 1.11 Sıcaklık ve Sulardaki Çözünmüş Oksijen Arasındaki İlişki

Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg L ⁻¹)	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg L ⁻¹)	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş Oksijen (mg L ⁻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		

Çözünmüş oksijen ile sıcaklık arasındaki ters orantıdan dolayı sularda sıcaklık arttıkça çözünmüş oksijen miktarı düşmekte, sıcaklık azaldıkça çözünmüş miktarı artmaktadır.

Suların çözünmüş oksijen kapasitesi 0-30°C sıcaklıklar arasında ve 5–

15 mg L⁻¹ düzeyleri arasında değişmektedir [18]. 0 °C’ de su içerisinde çözünebilir oksijen miktarı 14,6 mg L⁻¹ iken bu değer sıcaklık 30°C’ye yükseldiğinde 7,6 mg L⁻¹ olmaktadır.

1.8.4. Tuzluluk

Tuzluluk bir litre sudaki çözülmüş iyonların toplam derişimi olarak tanımlanmaktadır.

Sularda en fazla görünen ve çözünen başlıca iyonlar; kalsiyum (Ca^{+2}), sodyum (Na^{+}), magnezyum (Mg^{+2}), potasyum (K^{+}), bikarbonat (HCO_3^{-}), sülfat (SO_4^{-2}), karbonat (CO_3^{-2}) ve klor (Cl^{-})’dur (Ankara Üniversitesi, 2020). İç sularda tuzluluğa etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bu durumda iç sulardaki tuzluluk yağışlara, yağışlar ve buharlaşma arasındaki dengeye, su yatağında bulunan kayaç özelliklerine göre değişim göstermektedir.

Denizlerde tuzluluk ise yağışlara ve denize dökülen nehirlerin taşıyıp getirdiği su kütlelerine bağlı olarak değişmektedir. Deniz suyunun tuzluluğu ortalama 34 g/L, olup iç suların tuzluluğu 2-3 g/L’ den azdır. Tuzluluk seviyesi %34’ten daha düşük olan sular acı su olarak nitelendirilmektedir ve bu tip sulara örnek olarak nehir ağızları, lagünler ve Baltık Denizi suları örnek gösterilmektedir.

Tuzluluk ile ilgili bir durumda tuzluluk seviyesinin artmasına paralel olarak suyun ozmotik basıncı da artış gösterir [19].

Amerika Birleşik Devletleri Tuzluluk laboratuvarı tarafından geliştirilen ABD tuzluluk Sistemi Türkiye dahil pek çok ülke tarafından yaygın olarak kullanılmakta olup bu sistem içme sularından çok sulama suları için uygulanmaktadır [20]. Bu tuzluluk sisteminde sulama suları Elektriksel iletkenlik (EC) ve Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) ile değerlendirilmektedir. Elektriksel iletkenlik ve Sodyum Adsorbsiyon Oranı değerleri dört farklı sınıfa ayrılarak tanımlanmıştır

Tuzluluk değerlerine göre sular:

Tuz değeri düşük sular (C1): EC değerleri 0-250 mS/cm aralığında yer alan sulardır.

Tuz değeri orta seviyedeki sular (C2): EC değerleri 250-750 mS/cm aralığında yer alan sulardır.

Tuz değeri yüksek sular (C3): EC değeri 750-2250 mS/cm aralığında yer alan ve yüksek tuz ihtiva eden sulardır.

Tuz değeri çok yüksek sular (C4): EC değeri 2250 mS/cm'den daha yüksek olan sulardır.

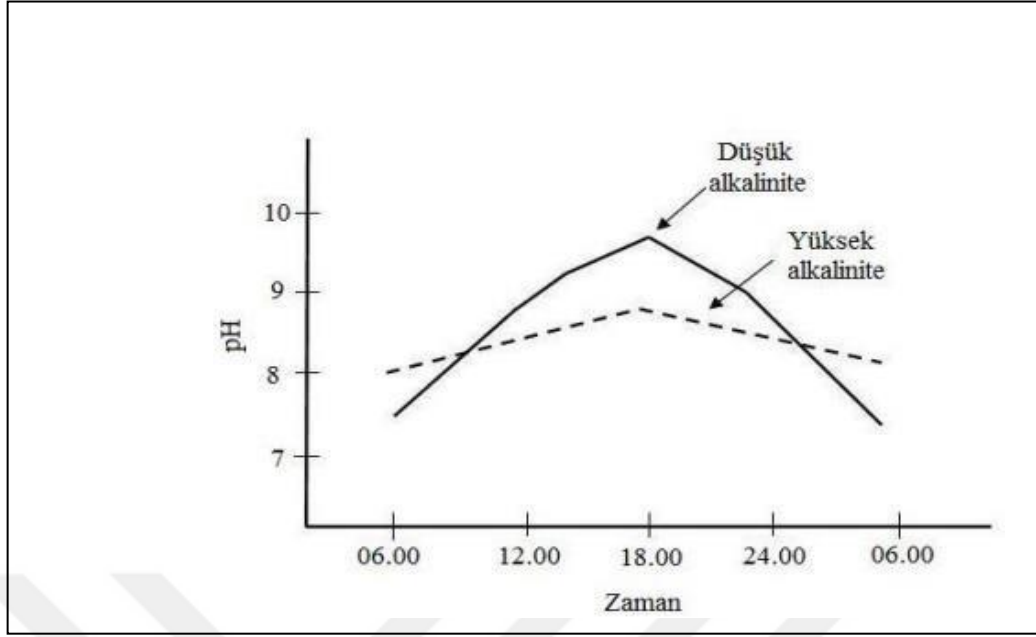
1.8.5. İletkenlik

İletkenlik, suyun elektriği iletme kapasitesinin ölçümüdür. Su sıcaklığı ile paralel olan iletkenlik değeri artış ya da azalışı suyun sıcaklığının artış ve azalışına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İletkenlik suların bulunduğu yerdeki jeolojik yapıdan, yeryüzü faaliyetlerinden, sıcaklıktan, tuzluluktan [21] ve su hacmini etkileyen diğer tüm faktörlerden etkilenmektedir. İletkenlik sudaki elektrolitlerle bağlantılıdır ve sudaki iyon çokluğu suyun iletkenliğinin yüksek olduğunu gösterir. İletkenliğin değişimi kirlilik göstergesi olabilmektedir. İletkenliği ölçmek için kullanılan yöntem özgül iletkenliktir. İletkenliğin birimi microohm/cm cinsinden yazılır. Saf sularda iletkenlik 1 microohm/cm doğal sularda ise 20- 1500 microohm/cm aralığında yer almaktadır.

1.8.6. Toplam Alkalinite

Toplam alkalinite, suda bulunan ayrıştırılabilen bazların toplam konsantrasyonu olup litrede bulunan kalsiyum karbonat (CaCO_3) miktarı olarak ifade edilmektedir.

Doğal sularda bulunan temel bazlar bikarbonatlar ve karbonatlardır. Yumuşak sular olarak nitelendirilen sularda alkalinite değeri 5 mg L^{-1} 'den daha az iken, sert sularda bu değer 500 mg L^{-1} 'den daha fazla olmaktadır. Alkalinite değeri yüksek sular pH değişimleri karşısında daha stabil olmaktadır.



Şekil 1.4 Alkali sularda pH'ın zamanla değişimi

Alkalinite ile pH arasındaki ilişki Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 1.12 Toplam alkalinite ile pH arasındaki ilişki

Toplam alkalinite (mg/L CaCO ₃)	pH
0	5.6
1	6.6
5	7.3
10	7.6
50	8.3

Kaynak: [32]

1.8.7. Sertlik

Toplam sertlik, sudaki çözünmüş halde bulunan Ca^{++} ve Mg^{++} miktarının toplamı olarak ifade edilmektedir. Suların sertlikleri mevcut suyun geçtiği topraklardaki minarelerin eriyip suya karışmaları ile değişiklik gösterebilmektedir. Buna bağlı olarak yeraltı suları yüzey sularına oranla çok daha sert özelliktedirler. Su içerisinde

karbonat ve bikarbonat bulunuyorsa suda geçici sertlik bulunmaktadır ve suyun kaynatılması ile bu durum geçmektedir. Su içerisindeki klorür ve sülfat ise suda kalıcı sertliğe neden olmaktadır. Bu sertlik ise çöktürme ve iyon değişimi yöntemleriyle giderilmektedir. Suların sertlik dereceleri her ülkede farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Türkiye’de daha yaygın olarak Fransız sertlik derecesi (°FS) kullanılmaktadır.

Fransız sertlik derecesine göre suların sınıflandırılması Tablo 13’de gösterilmiştir.

Tablo 1.13 Ükelere göre suların sertlik dereceleri [21]

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 derecede 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

1.8.8. Toplam Fosfor

Doğal sularda fosfor inorganik ve organik fosfatlar (PO_4) olarak iki farklı formda bulunmaktadır. Sulardaki fosfor miktarının düzeyleri, suların kirlilik durumuna göre farklılık gösterir. Suda fosfor seviyesinin yüksek olması çözünmüş oksijeni düşürüp, bulanıklığı arttırarak suya zarar vermektedir. Suda fosfor seviyesinin yüksek olmasından kaynaklanan bu bozulma sudaki canlılara ve organizmalara zarar vermektedir. İnsan sağlığı açısından çok yüksek dozda olmadığı sürece fosfatın bir zararı bulunmamaktadır.

Ancak, fosfat seviyesinin su arıtma tesislerinde $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ dan yüksek olması tortulaşmaya neden olabilir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre ülkemizde toplam fosfor konsantrasyonunun sınır değeri doğal koruma alanı ve rekreatif amaçlı

göl ve göletlerin ötrofikasyonu için 0,005 mg L⁻¹ ve diğer çeşitli kullanımlar içinse 0,1 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir.

1.8.9. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Toplam çözünmüş madde (TDS), sulardaki zenginliği (mineral ve iyonlar açısından) gösteren önemli parametrelerden bir tanesidir. Toplam çözünmüş madde miktarını suda erimiş halde bulunan organik ve inorganik tuzlarda etkilemektedir. Suda erimiş halde bulunan başlıca iyonlar bikarbonat, sülfat, karbonat, klorür, potasyum, nitrat, magnezyum, kalsiyum ve sodyumdur. Suda erimiş halde bulunan maddeler suyu tadını etkileyen en önemli faktörlerdir. Sudaki çözünmüş madde miktarı ne kadar fazla olursa suyun tadı da o ölçüde bozulmaktadır. Çözünmüş maddelerin fazlalığı suyun tat, sertlik gibi özelliklerine de etki de bulunmakta ve su üzerinde kabuklanma denen tabakaya neden olmaktadır. Toplam çözünmüş madde miktarı aynı zamanda suyun tuzluluğu ve kirliliğini belirlemede de kullanılmaktadır. İletkenlik ölçümünde TDS kullanılabilir.

Tablo 1.14 TDS miktarına göre suların sınıflandırılması [25]

Katı Madde Miktarı(mg/l)	Sınıf
0-1000	Tatlı su
1000-10.000	Acı su
10.000-100.000	Tuzlu su
100.000'den fazla	Deniz suyu

1.8.10. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)

Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP) değeri yapılan birçok çalışmaya göre diğer parametreler (pH değeri) kadar önem arz etmektedir. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli, potansiyel enerji anlamına gelmekte olup bu potansiyel enerji, suda zayıf bir akım şeklinde olmasına karşın Elektronmetre ile elektriksel olarak ölçülebilmektedir.

Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli (ORP)'nin birimi ise mV(milivolt)'dur. Yüksek pH'lı sularda daha fazla – “ORP değeri bulunur iken, düşük pH'lı sularda daha fazla “+” ORP değeri bulunmaktadır. Çeşme suyu veya musluk suyu diye tabir edilen sular genel olarak +200 ile +600 mV, şişe yani ambalajlı sular ise genel olarak +400 mV değerindedirler.

1.8.11. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Biyolojik oksijen ihtiyacı belli bir zaman ve sıcaklıkta oksijene ihtiyaç duymayan bakteriler tarafından ayrıştırılan organik maddeler için tüketilen oksijen miktarı olarak ifade edilmektedir [22].

Biyolojik oksijen ihtiyacı sulardaki kirlilik düzeyinin de bir göstergesidir.

BOİ değerlerine göre suların sınıflandırılması Tablo 15'te gösterildiği şekildedir.

Tablo 1.15 Biyolojik Oksijen İhtiyacı Değerlerine Göre Suların Sınıflandırılması [36]

BOİ (mg L ⁻¹)	Su Kalitesi
0-15	Temiz
15-30	Orta
>30	Kirli

1.8.12. Çözünebilir Reaktif Fosfor (SRP)

Çözünebilir reaktif fosfor genellikle inorganik ortofosfattan (o-PO₄) oluşmakta ve ortofosfat algler tarafından doğrudan tüketilmekte, bu durumda alg büyümelerini hızla arttırmaktadır [23]. Sulardaki alglerin artışı suya gelen güneş ışığını azaltmakta, bu durum ise sudaki oksijen miktarını azaltmaktadır. Çözünebilir reaktif fosfor oranının su içinde fazla olarak bulunması suyun kalitesi, kokusu ve tadı üzerinde de etkili olmaktadır.

Tablo 1.16 Çözünebilir Reaktif Fosfor Analiz Metotları [24]

Analiz Metodu	Cihaz Çalışma Prensibi	Metot Tespit Sınırı	İçme Suyu Yön. A1 Sınıfı Sınır Değeri
ISO 15681-1	Akış Enjeksiyon Analizi Metodu	-	
ISO 15681-2	Sürekli Akış Analizi Metodu	-	
ISO 15923-1	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	-	
ISO 6878	Kolorimetrik Metot	-	
TS EN ISO 10304-1	İyon Kromatografisi	-	
Standart Metot 4500-P E	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	10 µg/L	
Standart Metot 4500-P F	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	0,001 mg/L	0,4 mg/L
Standart Metot 4110 B	İyon Kromatografisi	0,014 mg/L	
Standart Metot 4110 C	İyon Kromatografisi	40 µg/L	
EPA Metot 300.0	İyon Kromatografisi	0,003 mg/L	
EPA Metot 300.1	İyon Kromatografisi	0,019 mg/L	
EPA Metot 365.1	Kolorimetrik Metot	0,01 mg/L	
EPA Metot 365.2	Kolorimetrik Metot	-	
EPA Metot 365.3	Kolorimetrik Metot	-	
EPA Metot 365.4	Kolorimetrik Metot	-	
EPA Metot 365.5	Kolorimetrik Metot	0,0007 mg/L	
ASTM D4327-11	İyon Kromatografisi	0,69 mg/L	

1.8.13. Azot ve Formları

Bütün canlılar için önem arz eden azot elementi özellikle sucul ekosistemlerdeki canlıların yaşaması ve gelişimi için büyük önem arz etmektedir. Azot elementi doğal su kaynaklarında amonyak (NH_3), nitrit (NO_2^-) ve nitrat (NO_3^-) şeklinde bulunmaktadır. Sel suları, hayvancılık faaliyetleri, yağışlarla egzozların suya geçmesi ve diğer bazı durumlar toplam azot miktarını arttırmaktadır.

Amonyak halindeki Azot (NH_3) : Zehirli bir madde olan amonyak önemli kirleticiler arasında olup yüzey sularında yaygın olarak görülmektedir. Amonyak kaynakları; endüstriyel, evsel ve tarımsal atık sulardan oluşmaktadır.

Nitrat Formundaki Azot (NO₃⁻): Fotosentez yapabilen çok sayıda canlı için önemli arz eden bir beslenme kaynağıdır. Nitrat genellikle yüzey sularında çok az miktarlarda bulunmaktadır [24]. Doğal su kaynaklarında üst sınır olan 5 mg/l nitrat seviyesinin üstünde değer görülmesi demek bir antropojenik kirliliğin olduğunun işaretidir. Tarım ilaçlarının sulara karışması, hatalı fosseptiklerin varlığı sulardaki nitratın kaynağı olabilmektedir.

Tablo 1.17 Nitrat Azotu Analiz Metotları [24]

Analiz Metodu	Cihaz Çalışma Prensibi	Metot Tespit Sınırı	Y.S.K.Y.Y Ek-5
			Sınıf I Sınır Değeri
ISO 7890-3	Spektrometrik Tayin Metodu	-	< 5 mg/L
TS EN ISO 10304-1	İyon Kromatografisi	-	
ISO 15923-1	Fotometrik Tayin Metodu	-	
ISO 13395	Spektrometrik Tayin Metodu	-	
EPA Metot 300.0	İyon Kromatografisi	0.002 mg/L	
EPA Metot 300.1	İyon Kromatografisi	0.008 mg/L	
EPA Metot 352.1	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	0.1 mg/L	
EPA Metot 353.2	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	-	
EPA Metot 353.3	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	-	
EPA Metot 353.4	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	0.075 µg/L	
Standart Metot 4110B	İyon Kromatografisi	0.0027 mg/L	< 5 mg/L
Standart Metot 4110C	İyon Kromatografisi	17 µg/L	
Standart Metot 4500-NO ₃	İyon Seçici Elektrot Metodu	-	
ASTM D4327-11	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	0.42 mg/L	

Nitrit Formundaki Azot (NO₂⁻): Nitrit formu nitrat formuna göre çok daha tehlikeli ve sucul yaşam formları için çok daha zehirli olmaktadır. Nitrit çok çabuk bir şekilde nitrata oksitlendiğinden birçok doğal su sisteminde çok az miktarlarda bulunmaktadır. Kirlenmemiş sularda nitrit 0,03 mg/L altında değerlerde bulunmaktadır [24].

Toplam Kjeldahl halindeki Azot (TKN): Kjeldahl Azotu ; organik azot, amonyak (NH₃) ve amonyumun (NH₄⁺) konsantrasyonlarının toplamı olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 1.18 Toplam Kjeldahl Azotu Analiz Metotları [24]

Analiz Metodu	Cihaz Çalışma Prensipleri	Metot Tespit Sınırı	Y.S.K.Y.Y Ek-5 Sınıf I Sınır Değeri
TS 7924 EN 25663	Selenyumla Parçalanma Metodu	-	
Standart	Macro-Kjeldahl Metodu		
Metot 4500-N (Org)	Semi-Micro-Kjeldahl Metodu	-	
Standart	Blok Özümleme ve Akış Enjeksiyon Analizi Metodu		
Metot 4500- NH ₃	Titrimetrik Metot	-	
	Destilasyon Metodu	-	
	Fenat Metodu	-	
EPA Metot 351.3	İyon Seçici Elektrot Metodu	0.05 mg/L	
	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	-	0.5 mg/L
	Titrasyon Metodu	1 mg/L	
EPA Metot 351.1	Spektrofotometre – Kolorimetrik Metot	0.05 mg/L	
EPA Metot 351.2	Kolorimetrik Metot	0.1 mg/L	
EPA Metot 351.4	İyon Seçici Elektrot Metodu	0.03 mg/L	
ASTM D3590 – 11	Titrimetrik Metot		
	Nesslerizasyon Metodu	-	
	Potentiometrik Metot		

Organik Azot: Organik azot canlı organizmaların yan ürünü olarak tanımlanmaktadır. Organik azot birçok su kütlesi içinde çok düşük konsantrasyonlarda oluşmaktadır.

Amonyum Azotu (NH₄_N): Amonyum, amonyağın iyonize halidir (Doğanay. 2014). Suyun pH'ının 8'den düşük ve su sıcaklığının 15°C'ye ulaşmış olduğu zamanlarda amonyağın %95' inden fazlası amonyum iyonu formunda bulunmaktadır.

Yüzey sularında amonyağa göre daha fazla bulunan amonyum amonyaktan daha az tehlike arz etmektedir.

Tablo 1.19 Amonyum Azotu Analiz Metotları [24]

Analiz Metodu	Cihaz Çalışma Prensibi	Metot Tespit Sınırı	Y.S.K.Y.Y Ek-5 Sınıf I Sınır Değeri
ISO 5664	Titrimetrik Metot	-	< 0.2 mg/L
ISO 6778	Destilasyon Metodu	-	
ISO 7150-1	Potentiometrik Metot	-	
ISO 7150-1	Spektrometrik Metot	-	
ISO 11732	Spektrometrik Metot	-	
ISO 15923-1	Spektrofotometrik ve Türbidimetrik Analiz Metodu	-	
Standart Metot	Titrimetrik Metot	-	
4500-NH ₃	Destilasyon Metodu	-	
	Fenat Metodu	-	

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda su kalite parametreleri olan çözünmüş oksijen, sıcaklık, pH, tuzluluk, TDS, iletkenlik, BOİ, SRP, alkalinite, sertlik ve TAN değerleri incelenmiştir.

Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresi'nde yaptığı çalışmasında çözünmüş oksijen değeri $10,99 \text{ mg L}^{-1}$, pH değeri 8,38, sıcaklık değeri $12,38 \text{ }^{\circ}\text{C}$, tuzluluk 0,08 ppt, iletkenlik $177,90 \text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$, toplam çözünmüş madde miktarı $145,1 \text{ mg L}^{-1}$, oksidasyon redüksiyon potansiyeli -113 mV, biyolojik oksijen ihtiyacı $1,75 \text{ mg L}^{-1}$, toplam sertlik $90,0 \text{ mg L}^{-1}$, çözünebilir reaktif fosfor $0,054 \text{ mg L}^{-1}$, toplam fosfor değeri $0,288 \text{ mg L}^{-1}$, toplam alkalinite $78,6 \text{ mg L}^{-1}$ ve toplam amonyak azotu $0,3127 \text{ mg L}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa Çalışlar Deresi'nde yaptığı çalışmada çözünmüş oksijen değeri $10,57 \text{ mg L}^{-1}$, pH değeri 8,85, sıcaklık değeri $12,81 \text{ }^{\circ}\text{C}$, tuzluluk 0,12 ppt, iletkenlik $179,88 \text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$, toplam çözünmüş madde miktarı $143,55 \text{ mg L}^{-1}$, oksidasyon redüksiyon potansiyeli -136,03 mV, biyolojik oksijen ihtiyacı $1,98 \text{ mg L}^{-1}$, toplam sertlik $104,26 \text{ mg L}^{-1}$, çözünebilir reaktif fosfor $0,023 \text{ mg L}^{-1}$, toplam alkalinite $90,51 \text{ mg L}^{-1}$, toplam fosfor değeri $0,17 \text{ mg L}^{-1}$ ve toplam amonyak azotu $0,29 \text{ mg L}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresi'nde yaptığı çalışmada çözünmüş oksijen değeri $10,65 \text{ mg L}^{-1}$, pH değeri 8,25, sıcaklık değeri $11,54 \text{ }^{\circ}\text{C}$, tuzluluk 0,12 ppt, iletkenlik $203,92 \text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$, toplam alkalinite $103,66 \text{ mg L}^{-1}$, toplam çözünmüş madde miktarı $168,66 \text{ mg L}^{-1}$, oksidasyon redüksiyon potansiyeli -77,25 mV, biyolojik oksijen ihtiyacı $1,52 \text{ mg L}^{-1}$, çözünebilir reaktif fosfor $0,022 \text{ mg L}^{-1}$, toplam fosfor değeri $0,122 \text{ mg L}^{-1}$, toplam sertlik $125,58 \text{ mg L}^{-1}$, toplam amonyak azotu $0,34 \text{ mg L}^{-1}$ değeri ise olarak bulunmuştur.

Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresi'nde yaptığı çalışmada çözünmüş oksijen değeri $7,11 \text{ mg L}^{-1}$, pH değeri 7,92, sıcaklık değeri $13 \text{ }^{\circ}\text{C}$, tuzluluk 0,07 ppt, iletkenlik $147 \text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$, toplam çözünmüş madde miktarı $0,091 \text{ mg L}^{-1}$, oksidasyon redüksiyon potansiyeli -94,18 mV, biyolojik oksijen ihtiyacı $3,83 \text{ mg L}^{-1}$, toplam alkalinite 43

mg L⁻¹, toplam sertlik 68 mg L⁻¹, çözünebilir reaktif fosfor 0,02 mg L⁻¹, toplam fosfor değeri 0,46 mg L⁻¹ ve toplam amonyak azotu 0,67 mg L⁻¹ bulunmuştur.

Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresi'nde yaptığı çalışmada çözünmüş oksijen değeri 9,85 mg L⁻¹, pH değeri 7,47, sıcaklık değeri 12,52 °C, tuzluluk 0,14 ppt, iletkenlik 290 µScm⁻¹, toplam çözünmüş madde miktarı 0,191 mg L⁻¹, oksidasyon redüksiyon potansiyeli-93,1 mV, biyolojik oksijen ihtiyacı 5,27 mg L⁻¹, toplam sertlik 156 mg L⁻¹, çözünebilir reaktif fosfor 0,045 mg L⁻¹, toplam fosfor değeri 0,56 mg L⁻¹, toplam alkalinite 115,47 mg L⁻¹ ve toplam amonyak azotu 0,73 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur.

Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresi'nde yaptığı çalışmada çözünmüş oksijen değeri 8,84 mg L⁻¹, pH değeri 7,70, sıcaklık değeri 13,19 °C, tuzluluk 0,06 ppt, toplam alkalinite 33 mg L⁻¹, iletkenlik 131 µScm⁻¹, toplam çözünmüş madde miktarı 0,086 mg L⁻¹, oksidasyon redüksiyon potansiyeli-95,1 mV, biyolojik oksijen ihtiyacı 4,38 mg L⁻¹, toplam sertlik 62 mg L⁻¹, çözünebilir reaktif fosfor 0,031 mg L⁻¹, toplam fosfor değeri 0,65mg L⁻¹ ve toplam amonyak azotu 0,65 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur.

Mutlu'nun 2004'de Yayladağı sulama göletinde yaptığı çalışmada ise çözünmüş oksijen 10,50 mg L⁻¹, pH değeri 8,77, toplam sertlik 171 mg L⁻¹, tuzluluk 0,15 ppt, toplam alkalinite 33 mg L⁻¹, toplam fosfat değeri 0,0095 mg L⁻¹ ve toplam amonyak azotu 0,019 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur.

Serdar'ın 2015 yılında "Doğu Karadeniz Havzası Akarsularının Fiziko-Kimyasal Su Kalitesi Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesi" adlı çalışmasında akarsularının su sıcaklıkları 7,93-27,5 °C aralığında, çözünmüş oksijen değerleri 7,80-11,44 mg/L, toplam sertlik değerleri 15-240 mg CaCO₃/L, pH değerleri 6,30-8,87, toplam fosfor miktarı <0,003-0,056 mg/L, elektriksel iletkenlik değerleri 0,041-0,577 mS/cm, toplam azot miktarı ise 0,270-3,075 mg/L, bulanıklık <1,00-311,00 FTU , nitrit azotu miktarı 0,0008- 0,0241 mg/L, amonyum azotu <0,020-0,131 mg/L, o-PO₄-P <0,003-0,024 mg/L, arasında değişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Çalışmadan elde edilen veriler Doğu Karadeniz Havzası akarsularının kalite açısından özellikleri ılıman, hafif alkali, düşük mineralli yağış dönemi haricinde düşük bulanıklık gösterdiğini, havzanın doğu bölgelerindeki akarsuların yumuşak, batı bölgesindeki suların orta sert olduğunu göstermektedir.

Bayram ve Önsoy' un 2011' de Harşit Çayında yaptığı çalışmada Harşit Çayının KOİ değerinin 4,76 mg/L, nitrit değerinin 0,004 mg/L, nitrat konsantrasyonun 0,669 mg/L, toplam kjeldhal azotunun 0,818 mg/L, amonyum azotu değerinin 0,136 mg/L, fosfat değerinin 0,112 mg/L ve yüzey aktif madde derişiminin 0,128 mg/L olduğunu belirlemiştir. Yapılan çalışmada Harşit Çayının nitrat konsantrasyonu açısından yüksek kaliteli sular (I,sınıf) sınıfında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca insan faaliyetleri sonucunda NH₄⁺-N'de %183, NO₂—N'de %69, NO₃—N'de %10, TKN' de %21, TN'de %16, PO₄³⁻-P'de %12 ve MBAS'de %138'lik artışlar tespit edilmiştir.

Bayram'ın 2011 'de Harşit Çayında yaptığı çalışmada geçtiği yerleşim yerlerinin atık sularını alan Harşit Çayının özellikle Gümüşhane İli'nin evsel atık sularının deşarj edildiği kısımda yıllık ortalama bazda, ortofosfat fosforunda 0,307 mg/L, nitrit azotunda 0,021 mg/L, amonyum azotunda 1,437 mg/L, anyonik deterjanda 0,619 mg/L değerlerine sahip olarak III. Sınıf su kalitesine düştüğü sonucuna ulaşılmıştır. Yaz aylarında akarsu debisinin azalmasıyla birlikte bu değerlerin daha da yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır. Bayram bu çalışmasında diğer çalışmalardan farklı olarak yapay sinir ağıları yöntemini kullanmıştır.

Gültekin ve arkadaşlarının 2012' de yapmış oldukları “Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi” adlı çalışmalarında, çalışmanın yürütüldüğü akarsuların genel özellikleri bakımından karbonat ve sülfatlı su sınıfında yer aldığı ve Ca+Mg>Na+K denkleminin oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır. Akarsuların ortalama değerleri pH 8,4 (EC) 239 µS/cm, TDS 170 mg/L ve çözünmüş oksijen miktarı (DO) 12,85 mg/L olarak bulunmuştur. Çalışma yapılan alandaki sular çeşitli parametreler yönünden yüksek kaliteli sular sınıfında; Cu, KOİ, Mn, NO₂-, CN-, NH₄⁺, Pb ve PO₄³⁻, parametreleri açısından az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş su sınıfların da yer almaktadır. Suların kirliliğinin sebepleri büyük çoğunlukla tarımsal faaliyetler ve çevresel atıklar olarak belirlenmiştir.

Dede ve Sezer'in 2016 yılında yapmış oldukları “Aksu çayı su kalitesinin belirlenmesinde Kanada su kalitesi indeks (CWQI) modelinin uygulanması” çalışmalarında elde edilen verilerin analiz edilebilmesi ve daha iyi yorumlanabilmesi için CWQI modelini kullanmışlardır. Çalışma ile elde edilen bazı verilerin standart

değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Suyun kalitesine etki eden ana kirleticiler içerisinde sınır değerler dışında kalan çözünmüş oksijen, E.coli, fenol ve T.coli değişkenlerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucuna göre bazı durumlarda diğer parametrelerinde sınır değerlerinin dışında sonuçlar verdiği görülmüştür.

Taş'ın 2011 yılında yaptığı "Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi" adlı çalışmasında Göl yüzey suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenerek kalite açısından değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre incelenen suyun 1. kalite su sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir.

Demir'in 2019 yılında "Ordu İli İçme Sularında Florür Seviyesinin Araştırılması" adlı çalışmasında Hach protokolüne göre SPADNS yöntemi kullanılarak analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sulara florür içeriği 0,01–0,71 mg/L aralığında ölçülmüştür. Ordu ili genelinde içme-kullanma sularının ortalama florür değeri 0,33 mg/L olarak hesaplanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre Ordu ili içme sularında florür azlığı bulunmaktadır.

Zeybek ve Gür, 2008 yılında "Akgöl Sulak Alanında (Karaman-Konya), Su Kalitesini Belirleyen Kimyasal Parametreler" adlı çalışmalarında inceledikleri kimyasal parametreler olan ve su kalite sınıfını belirleyen TDS, sodyum, klorür ve amonyum azotu derişimlerinin çok yüksek olması sebebiyle Akgöl'ün IV. Sular kapsamına girdiğini belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışmayla Akgöl'ün kimyasal su kalitesiyle ilgili veriler ilk kez rapor edilmiştir.

Sönmez'in 2015 yılında Karmuç Çayında yaptığı çalışmaya göre parametrelerden sadece pH, Sıcaklık, TP ve Fe derişimi numune alınan tüm istasyonlarda yüksek kaliteli su sınıfında ölçülmüştür. İstasyonlarda ölçülen parametrelerin yüksek kaliteli su sınıfındaki değerlerle örtüştüğü görülmüştür.

Işık'ın 2018 yılında yaptığı çalışmada Aksaray ili Mamasın Baraj Gölü 12 ay boyunca izlenmiş barajın trofik durumu ve su kalitesi değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular barajın trofik durumunun özellikle ilkbahardan başlayarak neredeyse kış mevsimi başlangıcına kadar uzanan bir süreçte hipertrofik

seviyede ve bu süre boyunca suda ciddi kalite değişimleri olduğunu göstermiştir. İçme suyu kalite bozukluğunun esasen gölü besleyen kaynaklardan değil göldeki ötrofikasyon probleminden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Tepe'nin 2009 yılında Reyhanlı Yenişehir Gölünde, çözünmüş oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), sıcaklık, pH, toplam alkalinite, nitrit, amonyak azotu, tuzluluk, toplam sertlik, fosfat, klor ve sodyum analizlerini yapmış olup gölün ekolojik sistemine olumsuz etki edecek seviyelerde değerler çıkmadığından gölde belli bir kirlilik sorunu olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Sağlam ve Bellitürk'ün 2003 yılında yaptıkları “Su Kirliliği ve Toprak Üzerindeki Etkisi” adlı çalışmalarında suların kirlenmesine sebep olan etmenleri ve sulardaki kirliliğinin topraktaki etkisini incelemişlerdir. Kirli suyun toprağa karışmasının topraktaki bitki besin elementleri içerisindeki var olan dengenin bozulmasına neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Mert ve Ark, 2008 yılında Apa Baraj Gölü'n de sudaki kaliteyi tayin etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında su sıcaklığı, pH, hava sıcaklığı, ışık geçirgenliği, elektriksel iletkenlik, sertlik, nitrit, nitrat, amonyum, çözünmüş oksijen, klorür, magnezyum, potasyum, bikarbonat, organik madde, sodyum ve ortofosfat gibi parametleri analiz etmişlerdir. Analiz sonuçları normal standartlarda çıkmış olup gölde önemli bir kirlilik olmadığını göstermiştir. Ayrıca yaz aylarında su seviyesinin azalması gölde kirlilik parametrelerini arttırmıştır.

Taşdemir ve Göksu'nun 2001'de Asi Nehrinde çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, pH, amonyak azotu, fosfat, sıcaklık, toplam sertlik, KOİ, nitrit azotu, askıda katı madde, nitrat azotu, gibi değişkenlerle yaptığı analiz sonucunda nehrin az kirlenmiş sular sınıfında olduğunu ancak kirlenme tehdidi ile karşı karşıya olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Doğanay'ın 2014 yılında “AB Su Çerçeve Direktifine Göre Ülkemiz Sularının Fizikokimyasal ve Kimyasal Parametreler Açısından İzlenebilmesi İçin Kullanılabilecek Analiz Metotlarının Değerlendirilmesi” adlı çalışmasında Türkiye Su Çerçeve Direktifinin ulusal düzeyde uygulama esaslarının düzenlendiği

“Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik” kapsamı detaylı şekilde incelenmiştir. Doğanay Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelikte yer alan fizikokimyasal ve kimyasal izleme parametreleri ele alınmıştır.

Ayrıca diğer çalışmalarda; su kalitesiyle mikrobiyolojik özellikler, suların kalite kriterlerine bağlı olarak kategorilendirilmesi, suların fiziksel ve kimyasal özellikleri, sularda bulunan bazı kimyasal kirleticiler, sucul yaşam, suyun canlı yaşamı açısından önemi, Türkiye’de mevcut su potansiyeli, mevcut su havzaları ve sulardaki kirlenme, Türkiye’deki mevcut su kaynaklarının kullanılması ve yönetilmesine dair sorunlar ve getirilen çözüm önerileri, dünya su yönetimi ve su eğitimi, su kıtlığı ve sanal su ticareti (Şahin, 2016), su hijyeni, su kirliliği ve hastalıklar, suyun yanlış kullanımı, bilinçsizce su kirlenmesi ve suyun çıkar kaynağına dönüştürülmesi, su yönetiminde yeni yaklaşımlar: su ve su kaynakları, çevresel perspektif, sulak alanlar, biyolojik çeşitlilik, çevre eğitimleri, su kirliliği, ÇED işlemleri konuları işlenmiş olup çalışmamızda yararlanılan kaynakları da oluşturmaktadır [2,3,5,7,11,25,26,27,28].

BÖLÜM 3. MATERYAL ve METOD

3.1. Alan Araştırması

Karadeniz Bölgesi, Giresun ili içme suyu kalite özelliklerini belirlemek amacıyla suyun bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerinin analiz edildiği bu çalışmaya Ocak 2019 tarihinde başlanmış, toplam (5) beş ayrı istasyondan alınan aylık numunelerle 12 ay sürdürülmüştür ve Ocak 2020 tarihinde sonlandırılmıştır.

Giresun ili, 37° 50' ve 39° 12'doğu boylamları ile 40° 07' ve 41° 08 kuzey enlemleri arasında yer almakta olup topraklarının tamamı Doğu Karadeniz'de yer almaktadır [29]. Giresun ili, 6.934 km'lik yüzölçümüne sahip olup nüfus yoğunluğu, kıyı şeridinde çok daha yoğun iken iç kısımlara gidildikçe belirgin bir şekilde azalma olduğu görülmektedir. İl merkezi Aksu ve Batlama vadileri arasında kalmaktadır [30].

Giresun ili dağların dik yamaçlarından ivme kazanarak akan büyüklü küçüklü çok sayıda akarsuya sahiptir. Giresun ilinin başlıca akarsuları; Batlama Deresi, Harşit Çayı (Doğankent Çayı), Pazar Suyu, Özlüce Deresi (Gelevera Deresi) Yağlı Dere ve Aksu Deresi'dir. Şehrin içme suyu Aksu ve Batlama Deresi kaynaklarından elde edilmektedir.

Giresun Merkez içme suyu ihtiyacını Aksu deresi ve Batlama Deresi üzerindeki 16 adet kuyudan karşılanmaktadır. Kuyuların dağılımı Aksu deresi üzerinde Duruoğlu havzası ve Etbaşoğlu havzalarında 11 adet, Batlama üzerinde 5 adet şeklindedir. Aksu deresi ve Batlama deresi üzerindeki bu kaynaklardan gelen suyun günlük debisi yaklaşık 508 lt/sn olup bu kuyulardan sulara sadece klorlama işlemi yapıp dağıtım gerçekleştirilmektedir.

Tablo 3.1 Giresun Merkez İçme suyu Mevcut Kuyuları

Kuyular	Kuyu No	Kuyu Adı	Derinlik (m)	Pompa Gücü (kW)	Pompa Debisi (L/s)	Yapım Yılı
DURUOĞLU	DK-1	28/3261	12.00	55	49	1996
	DK-2	28/3230	12.00	55	40	1996
	DK-3	28/3210	15.50	55	45	1996
	DK-4	28/3163	13.00	55	45	1996
	DK-5	28/3162	14.00	37	30	1996
	DK-6	28/5427	16.20	30	15	2008
Toplam					224	
ETBAŞOĞLU	DK-7	33060(DSİ)	11.10	37	40	1985
	DK-8	33061(DSİ)	9.40	37	40	1985
	DK-9	28/4961	18.90	37	30	2003
	DK-10	33063(DSİ)	12.20	37	40	1985
	DK-10A	28/1174	19.00	37	30	1990
Toplam					180	
BATLAMA	DK-11	28/3700	19.00	22	22	1997
	DK-12	28/3675	22.00	30	17	1997
	DK-13	28/3298	15.00	30	27	1996
	DK-14	28/3384	17.15	30	15	1997
	DK-15	28/3609	16.85	30	23	1997
Toplam					104	

DSİ 22. Bölge Müdürlüğü (2014)'nün verilerine göre Batlama Deresi; evsel atıklar, evsel katı atıklar, sanayi atıkları ve hayvan yetiştiriciliği muhtemel nedenleri ile kirlenmektedir [31].



Şekil 3.1 Giresun İçme Suyu Sistemi Kuyu Yerleri [31]

3.2. Su Numunelerinin Toplanması

Araştırmada kullanılacak örnek kapları örnek alınmadan bir gün öncesinde öncelikle asit banyosu (%1-2 HCl)'na sonrasında saf suyla yıkama işlemine tabii tutulmuş ve etüvde kurutulmaya bırakılmıştır [32]. Örnek kapları, suyun yaklaşık olarak 10 cm altına daldırılarak su örnekleri alınmıştır. Çalışmanın ana unsuru olan sular Aksu, Osmaniye, Erikliman, Çıtlakkale, Camili kaynaklarından 1000 mL hacimlerinde su numune kapları ile alınarak su analiz laboratuvarına götürülmüştür.

3.3. Laboratuvar Çalışması

Su kalitesi değişkenlerinden olan TDS, sıcaklık, tuzluluk, oksijen, iletkenlik ve pH değerlerinin ölçülmesi arazi tipi cihazlar sayesinde sahada yapılmıştır. Çözülmüş oksijen ölçmek için HACH HQ40d Multiprob, pH ölçümü için YSI PRO1030 model pH metre kullanılmıştır.

Suda kaliteyi belirleyen diğer değişkenleri oluşturan, toplam sertlik, toplam, toplam alkalinite, fosfat ve BOİ numuneleri Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarlarında aynı gün içerisinde analize tabii tutulmuştur. Toplam alkaliniteyi belirlemek için sülfürik asit ile ve toplam sertlik belirlemek için ise etilen diamin tetra asetik asit ile titrasyon yöntemi kullanılmıştır.

Fotometrik ölçüm gerektiren SRP ve toplam amonyak azotu ($\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$) için spektrofotometrik değerlerinin ölçülmesinde Shimadzu marka UV-1601PC model spektrofotometre kullanılmıştır. Boyd ve Tucker tarafından 1992'de hazırlanmış olan standart analiz yöntemleri bu çalışmada da kullanılmıştır [33].

3.4.İstatistiksel Analizler

Her bir değişkenin standart sapmaları, aylık ortalamaları ile grafikleri Microsoft Office 2010 ürününün bir diğer eklentisi olan Microsoft Office Excel 2010 ve SPSS Programı kullanılarak hazırlanmıştır.

Araştırmada ölçülen su kalite değişkenlerinin istatistiksel analizleri Microsoft Office 2010 programının bir diğer eklentisi olan Microsoft Office Excel 2010 programı üzerinde yapılmıştır. Ek olarak tanımlayıcı istatistikler olan istasyonlara ait parametrelerin yıllık ve aylık ortalama, minimum, maksimum değerleri ve standart sapma değerleri Microsoft Office Excel 2010 ve SPSS istatistik programı ile yürütölmüştür.

BÖLÜM 4. BULGULAR

Giresun ili içme suyu kalitesi özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada Ocak 2019 – Aralık 2019 tarihleri arasında farklı 5 istasyondan alınan ortalama değerler Tablo 4.1. de verilmiştir.

Tablo 4.1. Su Kalite Parametrelerinin Ortalama Değerleri

	İSTASYONLAR					**
	I	II	III	IV	V	
	Ort ± Std. Hata	Ort ± Std. Hata	Ort ± Std. Hata	Ort ± Std. Hata	Ort ± Std. Hata	
Sıcaklık (C°)	12,51 ± 0,44	13,01 ± 0,49	13,13 ± 0,53	13,67 ± 0,35	13,74 ± 0,28	13,21
Çözünmüş Oksijen (%)	95,44 ± 0,33	92,06 ± 1,22	98,05 ± 0,54	95,39 ± 1,01	97,78 ± 0,44	95,74
Çözünmüş Oksijen (mg L ⁻¹)	9,81 ± 0,04	9,46 ± 0,14	10,18 ± 0,11	9,81 ± 0,05	10,14 ± 0,11	9,88
Toplam Alkalinite (mg L ⁻¹)	135,42±2,71	142,08±1,99	159,17±3,47	161,81±3,18	161,25±3,32	151,95
Toplam Sertlik (mg L ⁻¹)	176,25±4,04	182,50±6,11	212,08±6,67	227,08±3,86	231,66±5,61	205,91
Toplam Fosfor (mg L ⁻¹)	0,05±0,004	0,04±0,001	0,07±0,008	0,06±0,008	0,08±0,02	0,06
Ph	9,23 ± 0,14	9,37 ± 0,19	9,59 ± 0,06	9,40 ± 0,03	9,51 ± 0,03	9,42
Tuzluluk (ppt)	0,2±*	0,2±*	0,2±*	0,2±*	0,2±*	0,02
İletkenlik (µScm ⁻¹)	322,62 ±19,16	301,73±14,54	342,12±4,51	359,50±4,43	361,50±4,11	337,49
Spesifik İletkenlik	409,09±24,77	359,66±3,21	450,41±4,63	457,08±4,91	445,69±3,23	424,38
TDS (g L ⁻¹)	232,74±5,09	232,07±2,51	304,75±5,05	299,85±4,36	291,62±6,48	272,21
ORP (mV)	-113,25±13,63	-142,58±5,69	-137,90±3,94	-141,92±2,84	-136,25±1,60	-134,38
SRP (mg L ⁻¹)	0,02±0,003	0,01±0,002	0,02±0,002	0,01±0,001	0,02±0,002	0,02
TAN (mg L ⁻¹)	0,11±0,02	0,09±0,005	0,09±0,004	0,17±0,038	0,07±0,002	0,11
BOİ5 (mg L ⁻¹)	9,16±0,11	9,23±0,07	9,31±0,07	9,35±0,06	9,37±0,04	9,28

* 8,37E-18

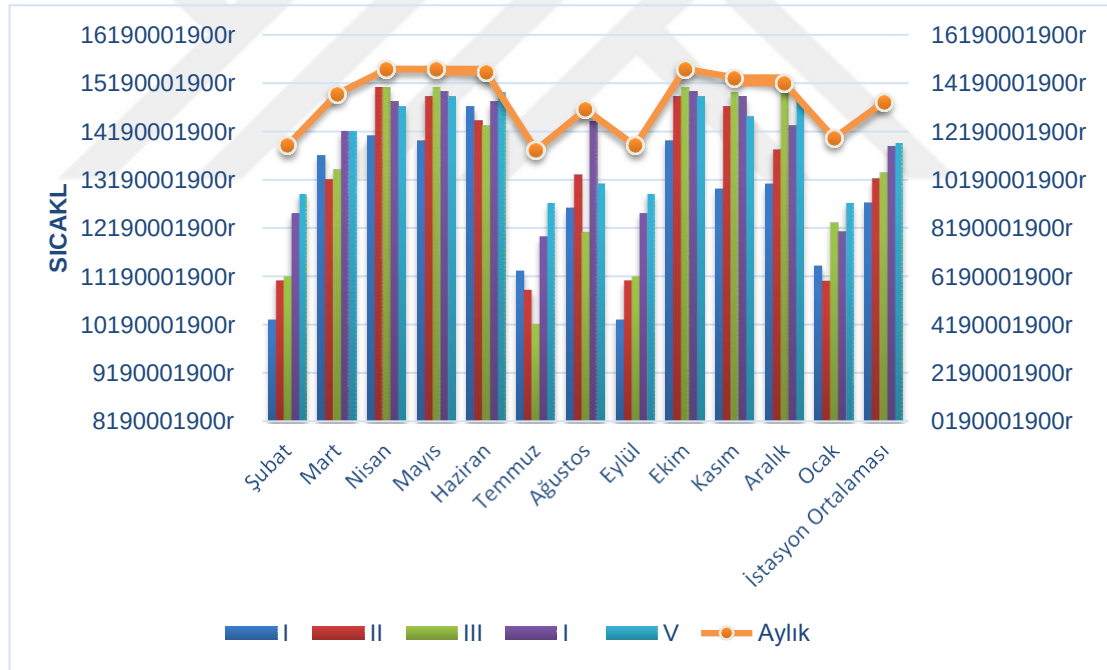
** Yıllık Ortalama

4.1. Sıcaklık

Sıcaklık değerleri mevsimsel olarak çok büyük değişimler göstermemekle beraber sadece kış ve yaz mevsiminde (Aralık- Ocak- Şubat-Temmuz-Ağustos-Eylül) ısı düşüşünün daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İstasyonlar bazında yıllık ortalama sıcaklıklar arasında büyük farklar bulunmamakta ve ± 1° C lik bir değişim

görülmektedir. I. İstasyon yıllık sıcaklık ortalaması 12,51 °C, II. İstasyon yıllık sıcaklık ortalaması 13,01 °C, III. İstasyon yıllık sıcaklık ortalaması 13,13 °C, IV. İstasyon yıllık sıcaklık ortalaması 13,67 °C ve V. İstasyon yıllık sıcaklık ortalaması 13,74 °C olarak ölçülmüştür. Sıcaklık değerleri en fazla V. İstasyonda ölçülmüş olup yıl içerisinde minimum sıcaklık değeri 12,7 °C, maksimum sıcaklık değeri 14,8 °C olarak ölçülmüştür. En düşük sıcaklık ortalamasına sahip olan I. İstasyonda ise minimum değer 10,1 °C, maksimum değer ise 14,5 °C olarak ölçülmüştür.

Ölçülen değerlerin tek yönlü varyans analiz testinden elde edilen sonuca göre $p=0,245$ olarak bulunmuştur. İstasyonların sıcaklık değerleri arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Şekil 4.1.'de aylar baz alındığında sıcaklık değerleri ile sıcaklığın istasyonlara göre değişimi verilmiştir.

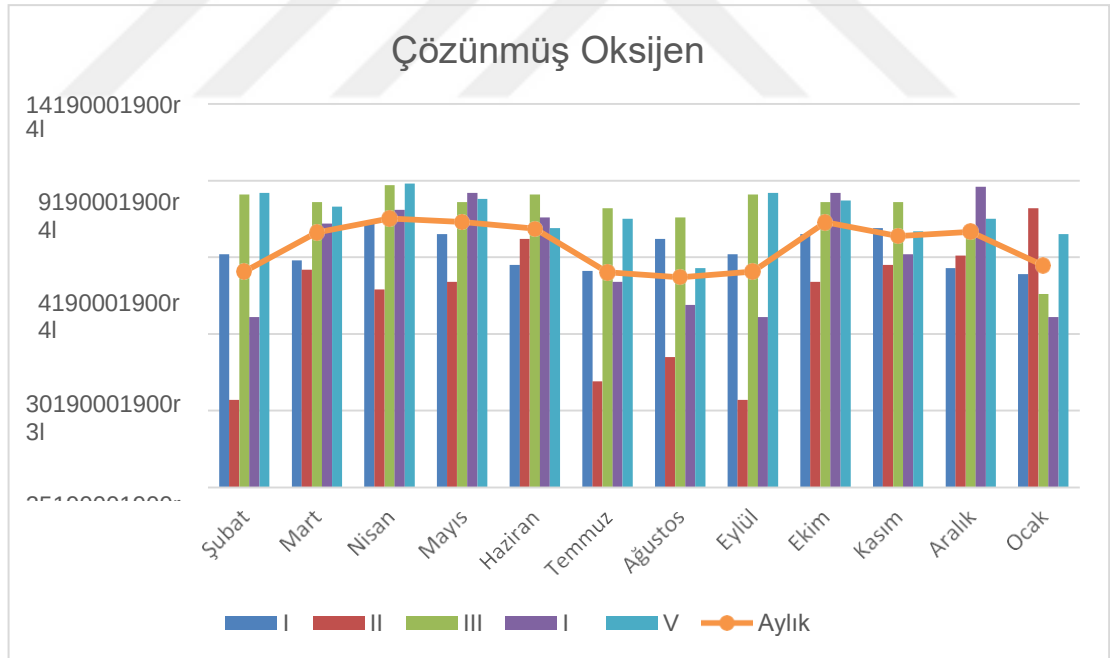


Şekil 4.1. Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Sıcaklık Değerleri Değişimi (°C)

4.2. Çözünmüş Oksijen Doygunluğu (%)

Canlı yaşamı için çözünmüş oksijenin varlığı büyük önem arz etmektedir. Sularda çözünmüş oksijenin fazla olması istenen bir durum iken azlığı istenen bir kriter değildir. Çözünmüş oksijenin azlığı yüzeysel sularda kirlilik göstergelerindendir. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen doygunluğu %95,74 olarak bulunmuştur. İstasyonların çözünmüş oksijen doygunluğu oranları incelendiğinde I. istasyonun çözünmüş oksijen doygunluğu oranı %95,44, II. istasyonun çözünmüş oksijen doygunluğu oranı %92,06, III. istasyonun çözünmüş oksijen doygunluğu oranı %98,05, IV. istasyonun çözünmüş oksijen doygunluğu oranı %95,39 ve V. istasyonun çözünmüş oksijen doygunluğu oranı %97,78'dir.

İstasyonların % çözünmüş oksijen değerleri arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Şekil 4.2.'de aylara göre çözünmüş oksijen değerlerinin değişimi verilmiştir.

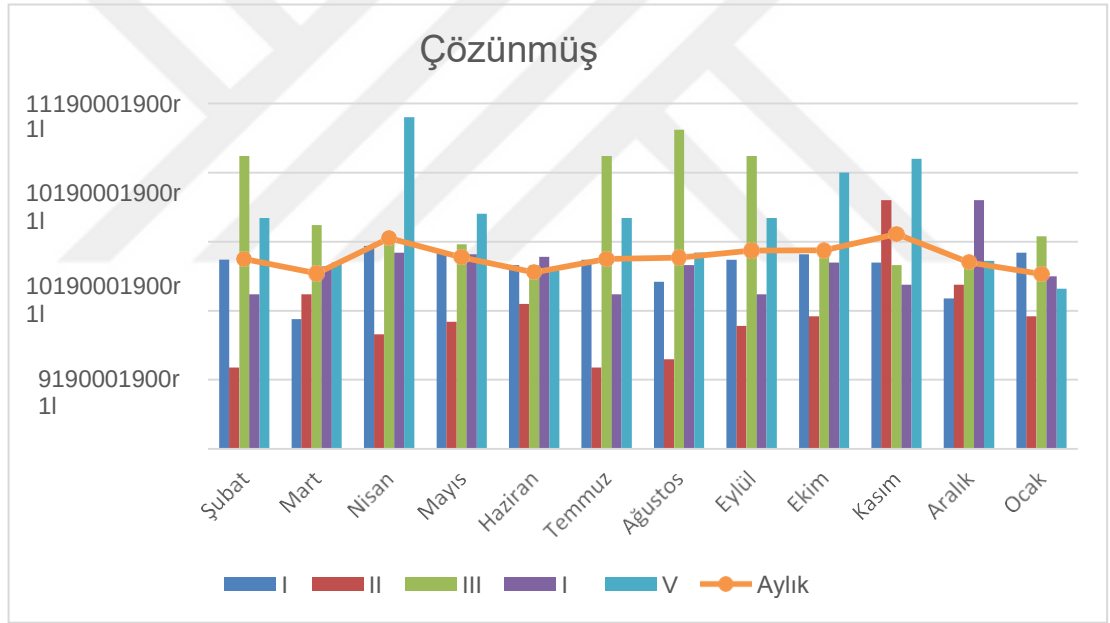


4.3. Çözünmüş Oksijen (mg L⁻¹)

Çözünmüş oksijen miktarları 5 farklı istasyondan elde edilen değerlere göre minimum 9,33 mg L⁻¹ ve maksimum 10,62 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur. Çözünmüş oksijen miktarının en düşük olduğu seviyeler havaların ısınmaya başladığı aylar olup

I. istasyon için çözünmüş oksijen miktarı yıllık istasyon ortalaması 9,81 mg L⁻¹, II. istasyon için 9,46 mg L⁻¹, III. istasyon için 10,18 mg L⁻¹, IV. istasyon için 9,81 mg L⁻¹, ve V. istasyon için 10,14 mg L⁻¹ olduğu görülmüştür.

İstasyonların çözünmüş oksijen miktarları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir (p>0,05). Şekil 4.3.'de aylara göre çözünmüş oksijen değerlerinin değişimi verilmiştir.



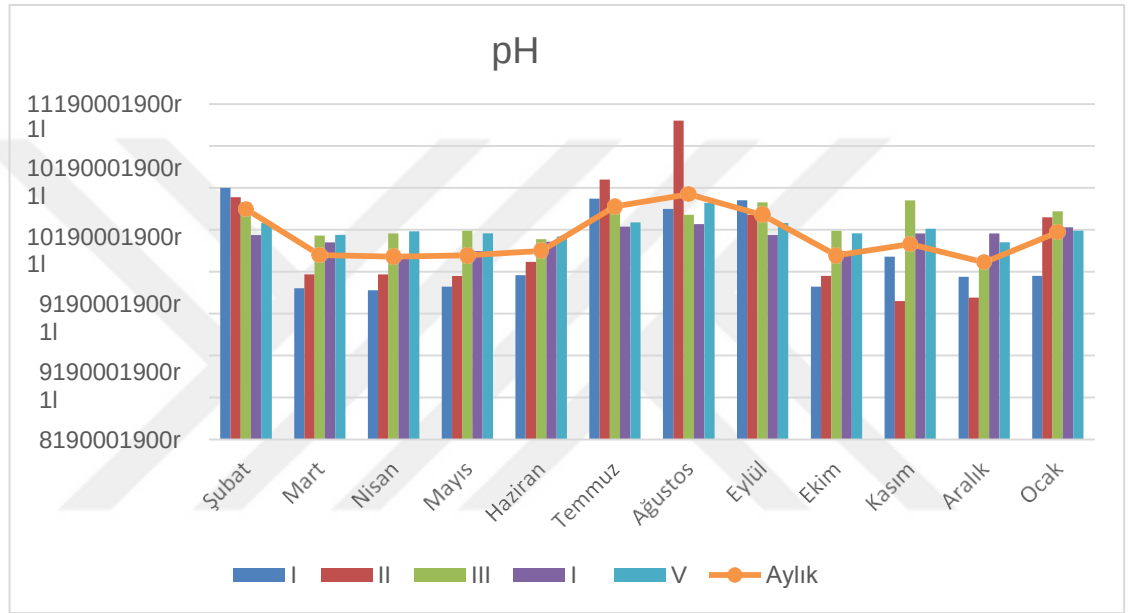
Şekil 4.3. Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Çözünmüş Oksijen Değerleri Değişimi (mg/L)

4.4. pH

Çalışma istasyonlarından alınan verilere göre yıllık ortalama 9,41 olan pH değeri istasyonlar için sırasıyla 9,23-9,37-9,59-9,40 ve 9,51 olarak gözlemlenmiştir. Elde edilen değerler istasyonların bazik özellikte olduğunu ve dönem içerisinde minimum

8,8 pH ile maksimum 10,8 pH değerleri arasında değişim gösterdiği sonucunu vermiştir. Ayrıca yaz ayları ile Şubat ayı içerisinde istasyonlarda pH değerinin yükseldiği ölçülmüştür.

İstasyonların pH değerleri arasında istatistikî olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0.05$). Şekil 4.4.'de aylara göre çözünmüş oksijen değerlerinin değişimi verilmiştir.

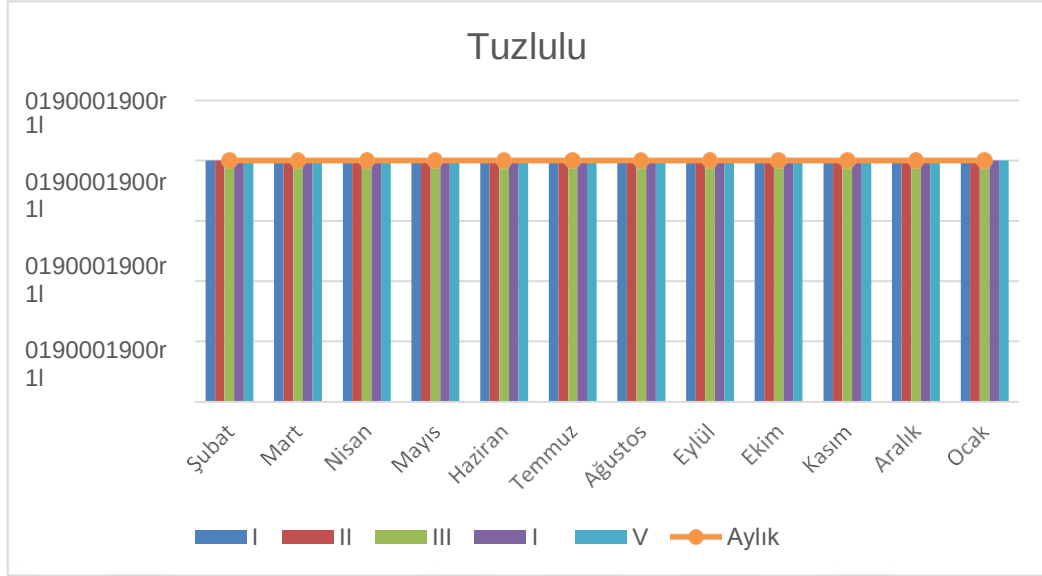


Şekil 4.4 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama pH Değerleri Değişimi

4.5. Tuzluluk

İstasyonlar arasında yıl boyunca tuzluluk değeri açısından hiçbir farklılık olmayıp beş istasyon için de aynı değerler ölçülmüştür. Buna bağlı olarak istasyonların tuzluluk değerleri açısından da istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$). Tuzluluk değeri tüm istasyonlarda 0,02 ppt olarak sabit seyretmiştir.

Tuzluluk değeri Şekil 3.5.'de verilmiştir.



Şekil 4.5 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Tuzluluk Değerleri Değişimi (ppt)

4.6. İletkenlik

İletkenlik bir noktaya kadar sudaki iyon doyumunu ifade edip iletkenlik değeri 50.000 microohm/cm'den daha yüksek sular için geçerlilik arz etmemektedir [25]. Ayrıca EC değerleri bir ölçütü olarak; içme ve sulama suları sınıflandırılmasında kullanılmaktadır [34].

Tablo 4.2. Suların EC esasına göre sınıflandırılması

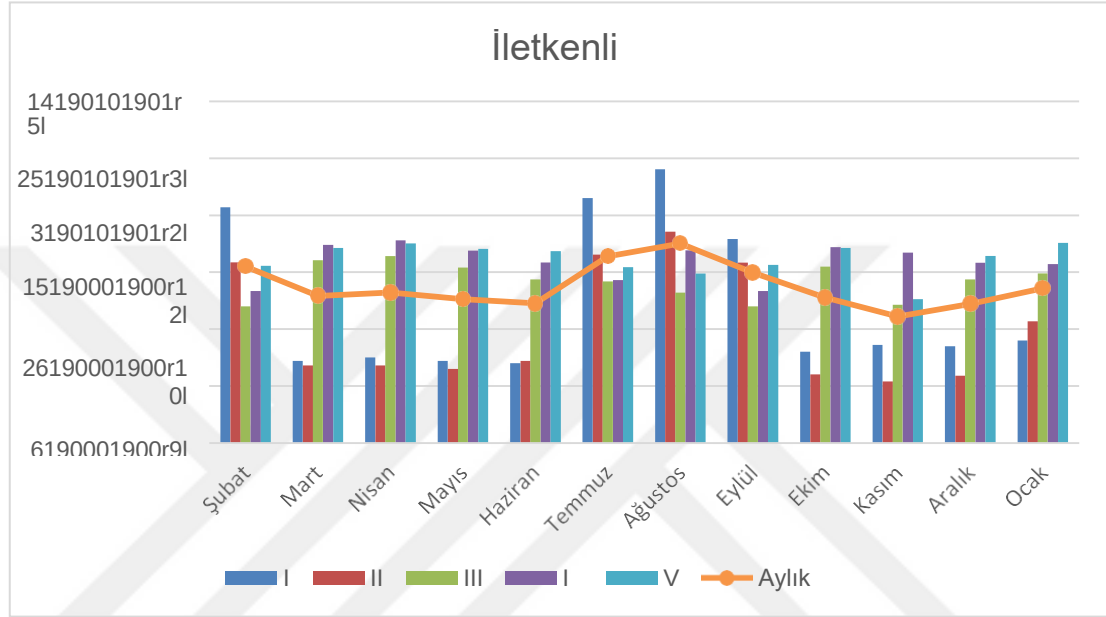
EC 25°C de Microohm/cm	Sınıf
250'den az	Çok İyi
250- 750	İyi
750– 2000	Kullanılabilir
2000- 3000	Şüpheli
3000' den fazla	Kullanılmaz

Kaynak: [25]

İletkenlik değerleri incelendiğinde istasyonların tümünde yaz ve kış aylarında iletkenlik değerlerinin arttığı ve ilkbahar ile sonbahar aylarında iletkenlik değerlerinin düşüş gösterdiği görülmüştür. İstasyonların yıllık ortalama iletkenlik

değeri 337,49'dir. İletkenlik değerleri istasyonlara göre sırasıyla 322,62-301,73-342,12-359,20 ve 361,50 olarak ölçülmüştür.

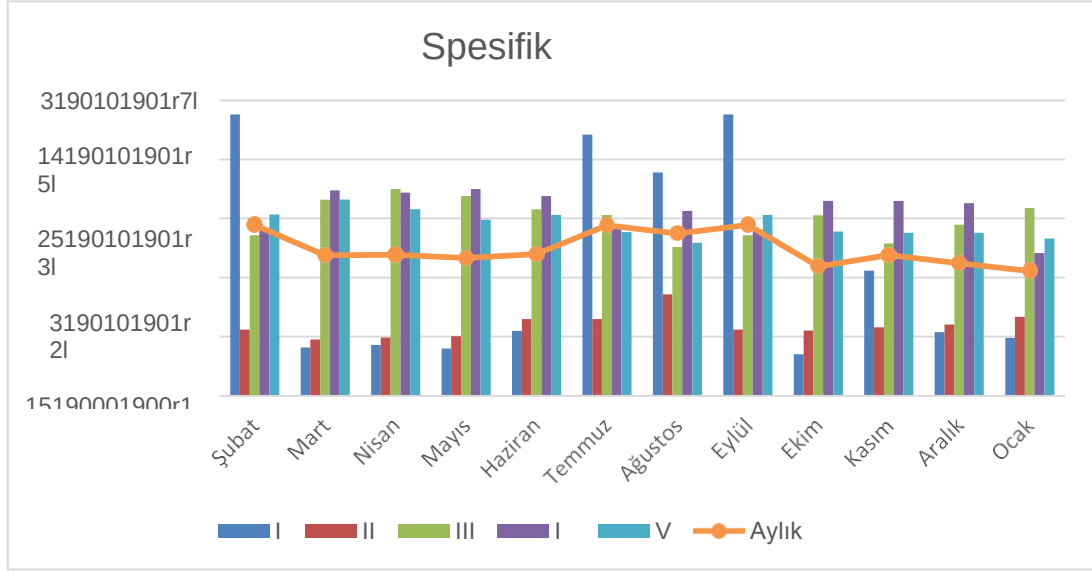
İstasyonların iletkenlik değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Şekil 4.6'da aylara göre iletkenlik değerlerinin değişimi verilmiştir.



Şekil 4.6 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama İletkenlik Değerleri Değişimi ($\mu\text{ohm/cm}$)

Spesifik iletkenlik değerleri incelendiğinde istasyonların yıllık spesifik iletkenlik değeri 424,38 olarak ölçülmüştür. İletkenlik değerine paralel olarak istasyonların spesifik iletkenlik değerleri sırasıyla 409,09-359,66-450,41-457,08 ve 445,69 olarak elde edilmiştir.

Yıllık spesifik iletkenlik değerlerindeki değişimi Şekil 4.7'de verildiği gibidir.

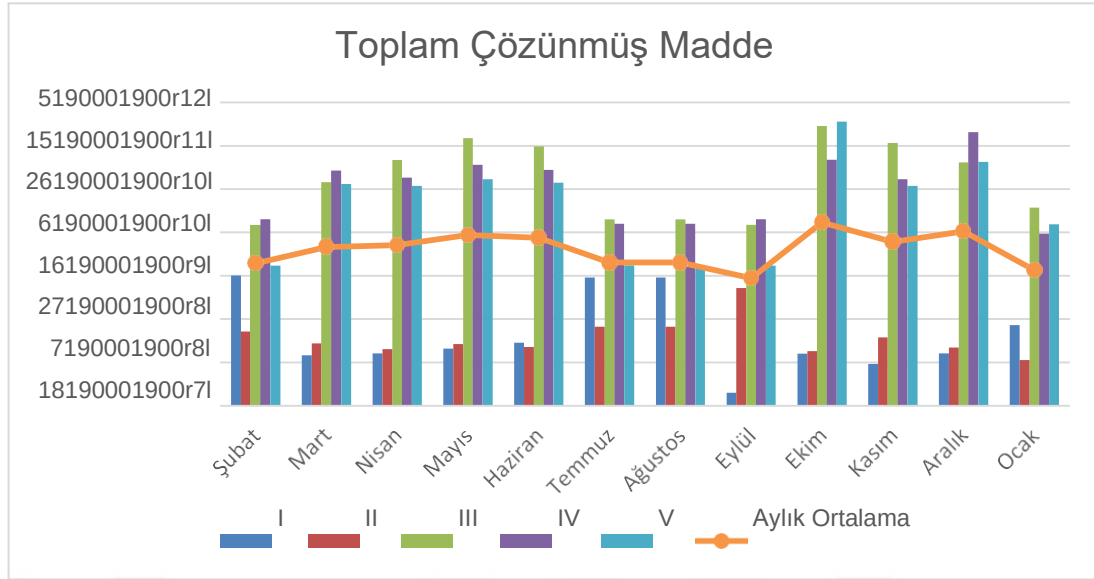


Şekil 4.7 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Spesifik İletkenlik Değerleri Değişimi (µohm/cm)

4.7. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Toplam çözünmüş madde miktarının çok yüksek olması suyun tadında değişime neden olmaktadır. Toplam çözünmüş madde miktarının en düşük olduğu istasyon II. ve I. istasyonlar olup, en yüksek olduğu III. istasyondur. İstasyonların toplam çözünmüş madde miktarı yıllık ortalaması $272,01 \text{ gL}^{-1}$ 'dir. Ölçülen en düşük TDS değeri $206,1 \text{ gL}^{-1}$ ile Eylül ayında olup en yüksek ölçülen TDS değeri $331,2 \text{ gL}^{-1}$ ile Ekim ayındadır. İstasyonların toplam çözünmüş madde miktarı sırasıyla $232,74 \text{ gL}^{-1}$ - $231,43 \text{ gL}^{-1}$. $304,37 \text{ gL}^{-1}$ - $299,84 \text{ gL}^{-1}$ ve $291,62 \text{ gL}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

İstasyonların toplam çözünmüş madde değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$). Şekil 4.8'de aylara göre toplam çözünmüş madde değerlerinin değişimi verilmiştir.



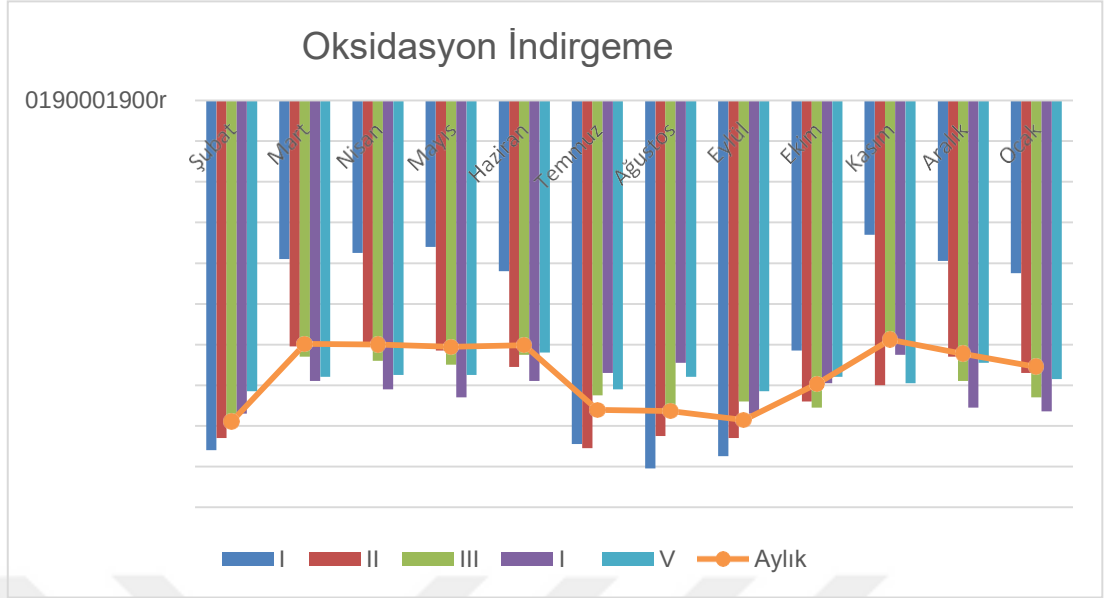
Şekil 4.8 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Çözünmüş Madde Değerleri Değişimi (gL^{-1})

4.8. Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (ORP)

Negatif Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (-ORP) sulara bozulma, oksitlenme ve çürüme gibi faktörlerin engellenmesinde rol oynamaktadır. Çalışmamızda olduğu gibi kimi zaman pH değerleri ile paralellik gösterse de tamamen pH değeri ile ilişkilendirilememektedir. pH değeri yüksek sular negatif oksidasyon indirgeme potansiyeli (-ORP)'ne sahip olup antioksidan özellik taşımaktadırlar. Çalışmamızdan elde edilen pH verileri ile -ORP değerleri de bu ifadeyi destekler niteliktedir.

İstasyonların yıllık oksidasyon indirgeme potansiyeli değeri $-134,38 \text{ mV}$ olarak ölçülmüştür. I. istasyon için yıllık ORP değeri $-113,25 \text{ mV}$, II. istasyon için $-142,58 \text{ mV}$, III. istasyon için $-137,90 \text{ mV}$, IV. istasyon için $-141,92 \text{ mV}$ ve V. istasyon için ORP değeri $-136,25 \text{ mV}$ olarak analiz edilmiştir.

İstasyonların oksidasyon indirgeme potansiyeli değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Aylara göre oksidasyon indirgeme potansiyeli değerlerinin değişimi Şekil 4.9'da verilmiştir.



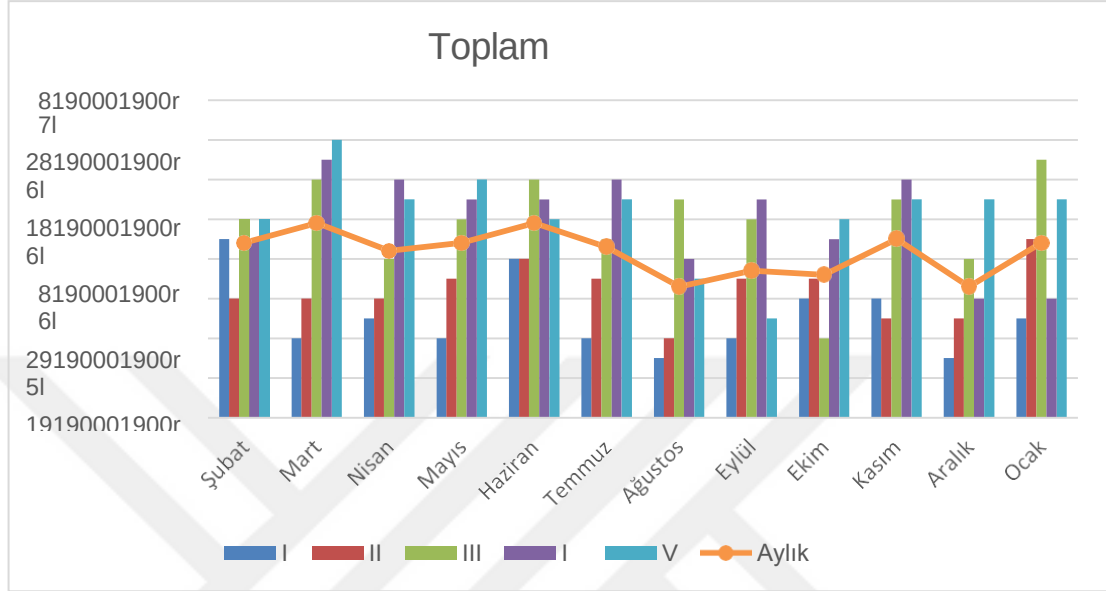
Şekil 4.9 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli Değerleri Değişimi (mV)

4.9. Toplam Alkalinite

Suların alkalinitesi, suyun asitleri nötralize edebilme gücü olarak ifade edilmektedir. [22]. Boyd sudaki alkaliniteyi su içerisinde bulunan kalsiyum karbonatın litre başına var olan miligram varlığıyla ifade etmiştir. Sudaki diğer bazlar olan hidroksit. Amonyak, borat, fosfat, silikat da sudaki alkaliniteyi etkileyebilmektedir. Boyd aynı zamanda sudaki alkanitenin suyun geçtiği topraklardan da kaynaklandığını belirtmiştir. Buna göre doğal sularda alkalilik. $100-500 \text{ mg L}^{-1}$ arasında olmaktadır [12].

Canlı sağlığı açısından da önem arz eden alkalinite değeri istasyonların yıllık ortalamasına göre $151,95 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Toplam alkalinite değerinin en fazla ölçüldüğü istasyon sırası ile IV. ($161,81 \text{ mg L}^{-1}$) ve V. ($161,25 \text{ mg L}^{-1}$) istasyonlar olup en az ölçüldüğü istasyon ise $135,42 \text{ mg L}^{-1}$ ile I. istasyondur.

İstasyonların toplam alkalinite değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Aylara göre toplam alkalinite değerlerinin değişimi Şekil 4.10’da verilmiştir.

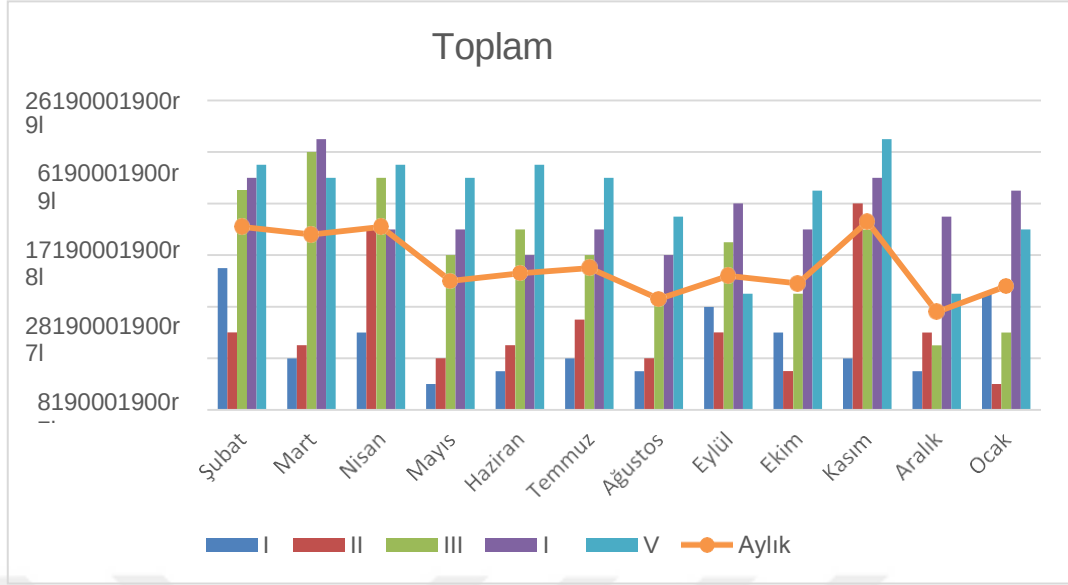


Şekil 4.10 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Alkalinite Değerleri Değişimi (mg/L CaCO₃)

4.10. Toplam Sertlik

Sudaki sertlik su kaynağın geçtiği yerdeki minerallerden ve suyun içerisinde bulunan +2 değerli katyonların çözünmüşlüğünden etkilenmektedir [35]. Sertlik dereceleri birbirine yakın seyretse de 5. İstasyonun sertlik derecesi diğerlerine göre daha yüksektir. I. istasyonun sertlik değeri 176,25 mg L⁻¹, II. istasyonun 182,50 mg L⁻¹, III. istasyonun 212,08 mg L⁻¹, IV. istasyonun 227,08 mg L⁻¹ ve V. istasyonun 231,66 mg L⁻¹’dir.

İstasyonların toplam sertlik değerleri analiz edildiğinde aralarında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Aylara göre toplam sertlik değerlerinin değişimi Şekil 4.11’de verilmiştir.



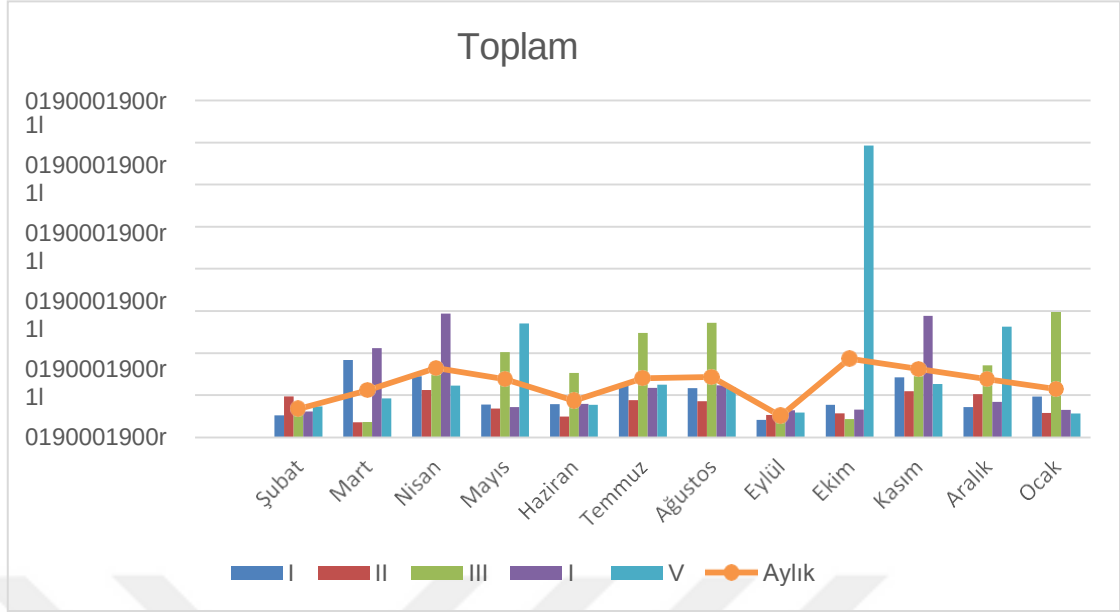
Şekil 4.11 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Sertlik Değerleri Değişimi (mg/L CaCO₃)

4.11. Toplam Fosfor

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre ülkemizde toplam fosfor konsantrasyonunun doğal koruma alanı ve rekreatif amaçlı göl ve göletlerin ötrofikasyonu için sınır değerleri 0.005 mg/l, çeşitli kullanımlar içinse 0.1 mg/l'dir [36].

Çalışmaya dahil beş farklı istasyondan alınan veriler tüm istasyonlardaki ortalama değerlerin su kirliliği yönetmeliğinin belirlediği sınırlar içerisinde kaldığını sadece beşinci istasyonda ekim ayında diğer aylara oranla bir artış olduğu gözlemlenmiştir. İstasyonlar için ölçülen toplam fosfor değeri I. istasyon için 0,05 mg L⁻¹, II. istasyon için 0,04 mg L⁻¹, III. istasyon için 0,07 mg L⁻¹, IV. istasyon 0,06 mg L⁻¹ ve V. istasyon için 0,08 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür.

İstasyonların toplam fosfor değerleri analiz edildiğinde aralarında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05). Şekil 4.12'de aylara göre toplam fosfor değerlerinin değişimi verilmiştir.



Şekil 4.12 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Fosfor Değerleri Değişimi

4.12. Çözünebilir Reaktif Fosfor (SRP)

İnorganik fosfor olarak bilinen çözülebilir reaktif fosfor normal değerlerde seyretmiş olup aylara göre bazı aylarda farklı istasyonlarda yükselme göstermiştir.

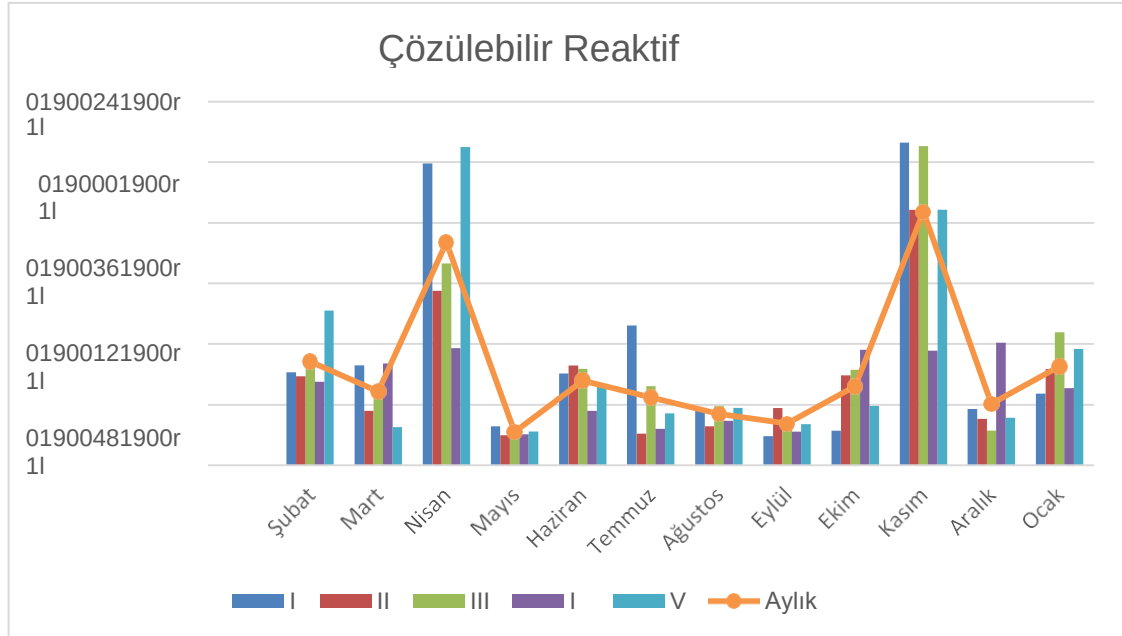
Tüm istasyonlar için çözülebilir reaktif fosfor değeri yaklaşık $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Çözülebilir reaktif fosfor değeri minimum $0,0048 \text{ mg L}^{-1}$, maksimum $0,05325 \text{ mg L}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.3’de çözülebilir reaktif fosfor değerlerindeki yükselmeler verilmiştir.

Tablo 4.3. Aylara Göre Çözünebilir Reaktif Fosfor Değerleri

Aylar	İSTASYONLAR					Aylık Ortalama
	I	II	III	IV	V	
Şubat	0,0153	0,0147	0,0162	0,0138	0,0255	0,0171
Mart	0,0165	0,009	0,01215	0,0168	0,0063	0,01215
Nisan	0,0498	0,0288	0,0333	0,01935	0,0525	0,03675
Mayıs	0,00645	0,00495	0,0054	0,0051	0,00555	0,00549
Haziran	0,01515	0,0165	0,0159	0,009	0,0132	0,01395
Temmuz	0,0231	0,00525	0,01305	0,006	0,00855	0,01119
Ağustos	0,00915	0,00645	0,00975	0,00735	0,00945	0,00843
Eylül	0,0048	0,00945	0,00765	0,00555	0,00675	0,00684
Ekim	0,0057	0,01485	0,01575	0,01905	0,00975	0,01302
Kasım	0,05325	0,04215	0,05265	0,0189	0,04215	0,04182
Aralık	0,0093	0,00765	0,0057	0,02025	0,0078	0,01014
Ocak	0,01185	0,0159	0,0219	0,01275	0,0192	0,01632
İstasyon Ortalaması	0,0183625	0,0146375	0,01745	0,012825	0,017225	0,0161

İstasyonların çözünebilir reaktif fosfor değerleri analiz edildiğinde aralarında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Şekil 4.13’de aylara göre çözünebilir reaktif fosfor değerlerinin değişimi verilmiştir.



Şekil 4.13 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Çözünebilir Reaktif Fosfor Değerleri Değişimi (mg L^{-1})

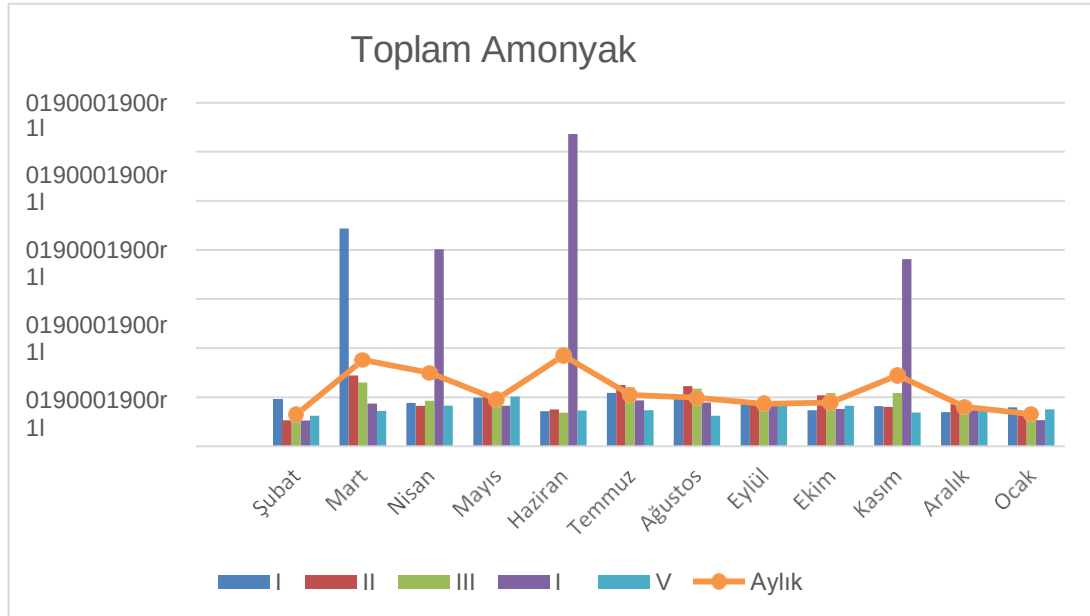
4.13. Toplam Amonyak Nitrojeni (TAN)

Bütün canlılar için önem arz eden azot elementinin suda bulunan amonyak NH_4 ve amonyum NH_3 formları toplam amonyak değerini oluşturmaktadır. Ölçüm yapılan istasyonlar içerisinde en yüksek değerlerin Mart (I. istasyon). Nisan (IV. istasyon). Haziran (IV. istasyon) ve Kasım (IV. istasyon) aylarında olduğu gözlemlenmiştir.

I. istasyonda ölçülen en yüksek değer $0,44 \text{ mg L}^{-1}$, II. istasyonda ölçülen en yüksek değer $0,14 \text{ mg L}^{-1}$, III. istasyonda $0,13 \text{ mg L}^{-1}$, IV. istasyonda $0,40 \text{ mg L}^{-1}$ ve V. istasyonda $0,10 \text{ mg L}^{-1}$ ölçülmüştür.

İstasyonlarda bazı aylarda görülen bu artışın sebebi bilinmemekle birlikte toplam azotu (N_2) ve dolayısıyla toplam amonyak nitrojenini (TAN) arttıran sel suları, hayvancılık faaliyetleri, yağışlarla egzozların suya geçmesi vd. gibi birçok faktör olduğu bilinmektedir.

İstasyonların toplam amonyak nitrojeni değerleri analiz edildiğinde aralarında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Şekil 4.14’de aylar baz alındığında çözülebilir reaktif fosfor değerlerinin değişimi verilmiştir.



Şekil 4.14 Aylara ve İstasyonlara Göre Ortalama Toplam Amonyak Nitrojeni Değerleri Değişimi (mg L^{-1})

4.14. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

Biyolojik oksijen ihtiyacı; sudaki biyolojik aktivitelerin bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır [37]. Biyolojik oksijen ihtiyacı aynı zamanda sulardaki kirlilik düzeyinin de bir göstergesi olduğundan çalışmamız için önem arz etmektedir.

Resmî Gazetede açıklanan “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerine göre sular sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 0-15 mg L⁻¹ aralığında olan sular temiz su, 15-30 mg L⁻¹ arasında olanlar orta temizlikte su ve 30 mg L⁻¹ ve üstü sular kirli su sınıfında yer almaktadır. Çalışmaya konu istasyonlardan elde edilen verilere göre biyolojik oksijen ihtiyacı aylara ve istasyonlara göre minimum 8,45 mg L⁻¹ ile maksimum 9,61 mg L⁻¹ aralığında değişim göstermektedir. Bu aralıkta yer alması istasyonlardan alınan suyun temiz su sınıfında olduğunu da göstermektedir.

İstasyonların ortalama yıllık biyolojik oksijen ihtiyacı 9,28 mg L⁻¹ olarak hesaplanmıştır. I. istasyon için yıllık ortalama biyolojik oksijen ihtiyacı 9,16 mg L⁻¹, II. istasyon için 9,23 mg L⁻¹, III. istasyon için 9,31 mg L⁻¹, IV istasyon için 9,35 mg L⁻¹ ve V. istasyon için 9,37 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür.

İstasyonların biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri analiz edildiğinde aralarında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05). Şekil 4.15’de aylar bazında biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinin değişimi verilmiştir.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Giresun ili içme suyu kalitesinin belirlenmesi amacı ile yapılan bu çalışma sonucunda alınan veriler analiz edilmiş ve su kalite parametreleri değerlendirilmiştir. İlin içme suyunu sağlayan beş farklı istasyondan alınan numune sonuçları değerlendirmelerimize ışık tutmuştur.

Akarsularda sıcaklık; yükselti şartlarına, iklim ve atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve dere yataklarının yapısına göre farklılık göstermektedir [38]. Diğer yandan sıcaklık; oksijen doygunluğu, tuzluluk gibi su kalite parametrelerinin değişiminde etkin rol oynamaktadır [25]. Çalışmamız sonucu elde ettiğimiz yıllık ortalama sıcaklık değeri 13,21 °C ölçülmüştür.

Çözünmüş oksijen değerleri ile sıcaklık değerleri birbiriyle ilişkilidir. Sıcaklık değerleri ile oksijen değeri ters orantılı olduğundan sıcaklık arttıkça oksijen oranı düşmektedir. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen doygunluğu %95,74 olarak bulunmuştur. Sudaki organik maddelerin biyolojik ayrışması, sudaki canlıların solunumu, çeşitli kimyasal maddelerin okside olayları çözünmüş oksijenin azalmasına neden olan faktörlerdendir [39]. Sudaki bu faaliyetler çözünmüş oksijen değerinin de azalmasına neden olmaktadır. Yıllık çözünmüş oksijen ortalama değeri

9.88 mg L⁻¹ olarak saptanmıştır. Su sıcaklığı ve diğer faaliyetler göz önüne alındığında çözünmüş oksijen doygunluğunun beklenenin çok altında olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Boyd ve Tucker'ın 1992'deki araştırması baz alınarak bu sonuca ulaşılmıştır. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmada çözünmüş oksijen değeri 10,99 mg L⁻¹, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa Çalışlar Deresinde yaptığı çalışmada 10,57 mg L⁻¹, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada 10,65 mg L⁻¹, Dinçer'ın 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 7,11 mg L⁻¹, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada 9,85 mg L⁻¹, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada 8,84 mg L⁻¹, Mutlu'nun 2004'de Yayladağı Sulama Gölet'inde yaptığı çalışmada 10,50 mg L⁻¹, Serdar'ın 2015 yılında Doğu Karadeniz havzasını kapsayan tüm illeri içerisinde alan tüm akarsularda yapmış olduğu çalışmada 7,80-11,44 mg/L, Gültekin ve arkadaşlarının 2012' de Trabzon'daki tüm yüzey sularında yapmış

oldukları çalışmalarında 8,8-16,9 mg L⁻¹ arasında değerler aldıkları görülmüştür. Ulaşılan sonuçların çalışmamızla paralel ve yakın değerler olduğu görülmüştür.

Giresun ili için yapılan çalışmada suların genel olarak bazik özellikte olduğu ve yıllık ortalama pH değerinin 9,41 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. pH değeri sudaki biyolojik olaylara ve sıcaklığa bağlı olarak değişiklik gösterme olup akarsularda değeri daha yüksek olmaktadır [39]. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmasında pH değeri 8,38, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa çalışlar deresinde yaptığı çalışmada 8,85, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada 8,25, Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 7,92, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada 7,47, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada 7,70, Mutlu'nun 2004'de Yayladağı Sulama Gölet'inde yaptığı çalışmada 8,77 olarak ölçülürken, Serdar'ın 2015 yılında Doğu Karadeniz'de yaptığı çalışmasında pH değerleri 6,30-8,87, Gültekin ve arkadaşlarının 2012' de Trabzon ilinde yapmış oldukları çalışmalarında 6,9-9,9 arasında değerler aldıkları görülmüştür.

Giresun ili için istasyonlardan alınan numunelerde tuzluluk değeri tüm kaynaklarda 0,02 ppt olarak ölçülmüştür. Daha önce yakın alanlarda yapılan çalışmalarda ölçülen tuzluluk değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmasında tuzluluk değeri 0,08 ppt, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa çalışlar deresinde yaptığı çalışmada 0,12 ppt, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada 0,12 ppt, Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 0,07, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada 0,14, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada 0,06 ppt, Mutlu'nun 2004'de Yayladağı Sulama Gölet'inde yaptığı çalışmada 0,15 ppt olarak ölçülmüştür.

Yıllık ortalama iletkenlik değeri 337,49 µScm⁻¹ olarak ölçülmüştür. Numune alınan istasyonlar arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. İletkenlik suyun sıcaklığı ve tuzluluğu ile doğrudan bağlantılı olup su sıcaklığı ne kadar yüksekse iletkenlikte o kadar yüksek olmaktadır [21]. Yapılan diğer çalışmalarda iletkenlik değerlerinin daha düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Alanda yapılan

diğer çalışmalarda ölçülen iletkenlik değerleri; 117,90 μScm^{-1} [40], 179,88 μScm^{-1} [41], 203,92 μScm^{-1} [42], 147 μScm^{-1} [43], 290 μScm^{-1} [44] ve 131 μScm^{-1} [30]'tır.

Toplam çözünmüş madde miktarının fazlalığı sudaki mineral ve iyon zenginliğini gösterirken çok yüksek olması da suyun tadının bozulmasına neden olmaktadır. Daha önce aynı ve yakın bölgelerde yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmamızda elde edilen toplam çözünmüş madde miktarının diğer sulara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yıllık ortalama toplam çözünmüş madde miktarı 272,01 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür. Toplam çözünmüş madde miktarı minimum 206,1 mg L⁻¹ maksimum 331,2 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür. Alanda yapılan diğer çalışmalarda ölçülen toplam çözünmüş madde miktarı 145,1 mg L⁻¹ [40], 143,55 mg L⁻¹ [41], 168,66 mg L⁻¹ [42], 0,091 mg L⁻¹ [43], 0,191 mg L⁻¹ [44], 0,086 mg L⁻¹ [39], ve 21-319 mg L⁻¹ [45] arasında ölçülmüştür.

Sularda bozulma, oksitlenme ve çürüme gibi faktörlerin engellenmesinde rol oynayan negatif oksidasyon indirgeme potansiyeli (-ORP) yıllık ortalama -134,38 mV olarak hesaplanmıştır. Negatif oksidasyon indirgeme potansiyeli (-ORP) ile yüksek pH özelliğinin bir arada bulunması suların antioksidan özellik gösterdiğini göstermektedir ve elde edilen veriler bunu destekler niteliktedir. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmasında negatif oksidasyon indirgeme potansiyeli -113 mV, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa çalışlar deresinde yaptığı çalışmada -136,03 mV, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada - 77,25 mV, Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 94,18 mV, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada -93,1 mV, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada -95,1 mV olarak ölçüldüğü görülmüştür.

Sularda alkalinite canlı yaşamı için önem arz eden faktörlerden birisidir. Çalışmamızda toplam alkalinite değeri 151,95 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde toplam alkalinite değerlerinin 33 – 115,47 mg L⁻¹ aralığında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmasında toplam alkalinite değeri 78,6 mg L⁻¹, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa çalışlar deresinde yaptığı çalışmada 90,51 mg L⁻¹, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada 103,66 mg L⁻¹,

Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 43 mg L⁻¹, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada 115,47 mg L⁻¹, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada 33 mg L⁻¹ ve Mutlu'nun 2004'de Yayladağı Sulama Gölet'inde yaptığı çalışmada 33 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızda Giresun ili için ölçülen sertlik derecesi 205,91 mg L⁻¹olarak ölçülmüştür. Sudaki sertlik içerisinde barındırdığı iyonlara bağlı olarak değişmekle beraber çeşitli ülkeler farklı sertlik dereceleri kullanmaktadırlar. Türkiye'nin de kullandığı en genel sınıflandırma olan Fransız sertlik derecesine göre Giresun ili sularının sert sular sınıfında olduğu söylenebilmektedir. Fransız sertlik derecesine göre 0-75 mg L⁻¹ sular yumuşak su, 75-100 mg L⁻¹ sular orta sert su, 100-300 mg L⁻¹ sular sert su ve 300 mg L⁻¹ ve üstü dereceye sahip sular çok sert su olarak sınıflandırılmaktadır. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmasında toplam sertlik değeri 90 mg L⁻¹, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa çalışlar deresinde yaptığı çalışmada 104,26 mg L⁻¹, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada 125,58 mg L⁻¹, Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 68 mg L⁻¹, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada 156 mg L⁻¹, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada 62 mg L⁻¹,Mutlu'nun 2004'de Yayladağı Sulama Gölet'inde yaptığı çalışmada 171mg L⁻¹, Gültekin ve arkadaşlarının 2012' de Trabzon ilinde yapmış oldukları çalışmalarında 15-240 mg L⁻¹ arasında değerler aldıkları görülmüştür.

Toplam fosfor değeri 0,06 mg L⁻¹ olarak ölçülen çalışmamızda bu değer su kirliliği kontrolü yönetmeliği sınır değerleri arasında yer almaktadır. Daha önce yapılan çalışmaların bazıları ile çözünebilir reaktif fosfor değerleri ile toplam fosfor değerleri incelendiğinde yaklaşık değerler olduğu gözlemlenmiştir. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmasında toplam fosfor değeri 0,28 mg L⁻¹, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa çalışlar deresinde yaptığı çalışmada 0,17 mg L⁻¹, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada 0,12 mg L⁻¹, Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 0,46 mg L⁻¹, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada 0,56 mg L⁻¹, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada 0,65 mg L⁻¹ olarak ölçülürken çözünebilir reaktif fosfor değerleri 0,053 mg L⁻¹ (Alptekin, 2018) 0,023 mg L⁻¹ (Şantaflıoğlu, 2018) 0,02 mg

L-1(Aydın, 2015) 0,04 mg L⁻¹ (Dinçer, 2014) ve 0,03 mg L⁻¹ (Yıldız, 2013) olarak ölçülmüştür.

Azot suda çeşitli formlarda bulunmakta ve bu farklı formlar toplam amonyak değerini oluşturmaktadır. Toplam amonyak değerinin istasyonlarda sırasıyla en yüksek ölçüldüğü değerler 0,29 mg L⁻¹, 0,09 mg L⁻¹, 0,08 mg L⁻¹, 0,42 mg L⁻¹ ve 0,06 mg L⁻¹ dir. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmasında toplam amonyak değerini 0,3127 mg L⁻¹, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa çalışlar deresinde yaptığı çalışmada 0,29 mg L⁻¹, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada 0,34 mg L⁻¹, Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 0,64 mg L⁻¹, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada 0,73 mg L⁻¹, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada 0,65 mg L⁻¹, Mutlu'nun 2004'de Yayladağı Sulama Gölet'inde yaptığı çalışmada 0,019 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür.

Suların biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmaya göre biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 0-15 mg L⁻¹ aralığında olan sular temiz su, 15-30 mg L⁻¹ arasında olanlar orta temizlikte su ve 30 mg L⁻¹ ve üstü sular kirli su sınıfında yer almaktadır. Giresun ili için yıllık biyolojik oksijen ihtiyacı 9,28 mg L⁻¹ olarak hesaplanmıştır. BOİ değeri sınıflandırmaya göre temiz sular sınıfında yer almaktadır. Alptekin'in 2018 yılında Akçaova Deresinde yaptığı çalışmasında biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) 1,75 mg L⁻¹, Şantaflıoğlu'nun 2018 yılında Fatsa çalışlar deresinde yaptığı çalışmada 1,98 mg L⁻¹, Aydın'ın 2015 yılında Batlama Deresinde yaptığı çalışmada 1,52 mg L⁻¹, Dinçer' in 2014 yılında Çanakçı Deresinde yaptığı çalışmada 3,83 mg L⁻¹, Şengün'ün 2013 yılında Aksu Deresinde yaptığı çalışmada 5,27 mg L⁻¹, Yıldız'ın 2013'de Gelevera Deresinde yaptığı çalışmada 4,38 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlar neticesinde Giresun ili su kaynaklarından alınan verilere göre sıcaklık bakımından soğuk sular sınıfında yer almaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından çevre sağlığı için yayınlanan su kalite parametreleri yayınında içilebilir nitelikteki suların 15°C'nin altında olması gerektiği belirtilmiştir. Su sıcaklığı parametresi damak tadına hitap etmekte olup 20°C'nin üzerindeki suların lezzetsiz ve bulantı verici olabilmektedir. Türkiye ve Avrupa su kalite parametrelerine

bakıldığında su sıcaklık değerlerinin TSE: 12-25°C ve EC: 12-25°C aralıklarında yer aldığı görülmektedir [13].

Çözünmüş oksijen değeri sucul bitkilerden ve atmosferden gelen oksijenin sudaki miktarını göstermekte ve suda yaşayan canlılar için olduğu kadar suyu kullanan canlılar içinde büyük önem taşımaktadır [23].

Çözünmüş oksijen doygunluğunun yüksek olması suların bazik ve alkali özellik taşıdığını da yansıtmaktadır.

Toplam çözünmüş madde miktarının yüksek olması da suların antioksidan özelliğinin yüksek olduğunu göstermiştir.

Sertlik bakımından incelendiğinde Giresun ili sularının sert su sınıfında olduğu görülmüştür. Sulardaki sertlik suyun topraklarla ve kayalarla etkileşimi sonucu meydana gelmektedir [46]. Su sertliği içme ve kullanım sularında istenmeyen bir özellik gibi görünse de yapılan pek çok çalışmada insan sağlığı üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Sert sular ile ilgili doğru bilinen bazı yanlışlar günlük hayatımızda yer edinmiştir; sert suların sağlığa olumsuz etkisi vardır gibi, aksine bu cümleyi kanıtlayacak bilimsel bir çalışma olmayıp sağlığa katkısı yönünde bilimsel çalışmalar yer almaktadır [47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54]. Bilinenin aksine yumuşak sular daha ağır metaller taşıdığından içme suyu olarak kullanıldığında bazı sağlık sorunlarına neden olmakta ve borularda sert sulara göre daha fazla aşınmaya sebep olmaktadır [46].

Negatif oksidasyon indirgeme potansiyeli (-ORP) değerinin pozitif olması sularda bozulma, oksitlenme ve çürüme gibi faktörlerin oluşmasına neden olurken araştırmamız sonucunda ulaştığımız negatif oksidasyon indirgeme potansiyeli (- ORP) sularda bozulma, oksitlenme ve çürüme durumlarının oluşmadığını göstermektedir.

Suların alkali özellik asit baz dengesinde bir tampon görevi görmektedir. Bir suyun alkalinitesi o suyun asit tutma kapasitesini de göstermektedir. Elde ettiğimiz değerler Boyd'un hazırlamış olduğu doğal suların alkalinite sınırları içerisinde kalmaktadır [55].

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre ülkemizde toplam fosfor konsantrasyonunun doğal koruma alanı ve rekreatif amaçlı göl ve göletlerin ötrofikasyonu için sınır değerleri 0,005 mg/l, çeşitli kullanımlar içinse 0,1 mg/l'dir [36]. Çalışmadan elde edilen verilerde dönem dönem çözünebilir reaktif fosfor değerinin arttığı gözlemlenmiştir. Fosforun artmasının kanalizasyon başta olmak üzere atıklar, gübre ve deterjan gibi kirlilik etmenlerinden kaynaklandığı bilindiğinden artışın olduğu dönemlerde hayvancılık faaliyetlerinin artması, tarımsal faaliyetlerden kaynaklı kirlilikler ve insan eliyle oluşmuş kirlilik (Turizm amaçlı geziler, sosyal aktiviteler vs) dolayısıyla olduğu tahmin edilmektedir.

Resmî Gazete yayınlanan “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’ne göre biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerine göre suların sınıflandırılmıştır. Buna istinaden çalışmadan elde edilen biyolojik oksijen ihtiyacı değeri Giresun ili içme sularının temiz su sınıfında olduğunu göstermektedir.

Elde edilen verilere göre insani tüketim amaçlı suların fiziksel özellikleri ve kimyasal özelliklerinde standart kriterler sağlanmış olup, suların tüketilmesinde bir sakınca olmadığı görülmüştür. Dünya sağlık örgütünün ve Türk standartları (TS-266) değerlerinin karşılaştırılması sonucu da bu ifadeleri desteklemektedir [56].

Son birkaç yıldır kalkınma ve gelişme süreçlerinde yer alan şehirlerden birisi olan Giresun ili, çeşitli faaliyet ve aktivitelerin de etkileriyle yapılaşma ve nüfus artışı yaşamakta ve bu yoğunluğun bir getirisi olarak sanayii faaliyetlerinde de gelişmeler yaşanmaktadır. Tüketilebilir doğal su kaynaklarının tahribi ve kirlilik düzeyinin artması endişe uyandırmaktadır. Giresun ili ise doğal kaynakları, yayları ve zengin doğal rezervleri bakımından şanslı olduğu kadar korunmaya da gereksinim duymaktadır. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi ileriki nesillerin faydası için çevre ve su kaynakları yönetimi büyük önem arz etmektedir [56].

KAYNAKLAR

- [1] Ayboğa, E. (2010). Yaşam hakkı olarak su. Sosyal Değişim Derneği, İstanbul. 1. Baskı 1.Cilt, İstanbul, 4-61
- [2] Akın, Mutluhan; Akın, Galip, (2017). Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47(2), 105-118: 2459-0150.
- [3] Pehlivan, E., (2011). Su ve Hijyen, Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, (132), 45-50
- [4] Bilen Ö., (2009). Türkiye'nin Su Gündemi, Su Yönetimi ve AB Politikaları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. 1.Baskı Ankara, 5- 344.
- [5] Şahin, B. (2016). Küresel bir sorun: Su kıtlığı ve sanal su ticareti. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çorum, Yüksek Lisans Tezi, 7-128.
- [6] Ilgar, R., & University-Turkey, Ç. O. M. (2009). Dünya Su Yönetimi ve Su Eğitimi, Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi, Çanakkale, 1-22.
- [7] Muluk, Ç. B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M. A., Balkız, Ö., & Zeydanlı, U. (2013). Türkiye'de suyun durumu ve su yönetiminde yeni yaklaşımlar: çevresel perspektif. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği Yayınlar, İstanbul,8-98
- [8] (www.dkm.org.tr. Erişim Tarihi: 04.05.2020)
- [9] (www.dkm.org.tr. Erişim Tarihi: 04.05.2020)
- [10] (<https://ced.csb.gov.tr/turkiye-cevre-durum-raporu-i-82673>. E.T: 04.05.2020)

- [11] (https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Giresun_icdr2016.pdf. Erişim Tarihi: 03.03.2020)
- [12] Boyd, C.E., (1995). Bottom Soils, Sediment and Pond Aquaculture, Chapman & Hall, New York, USA. ISBN 978-1-4615-1785-6
- [13] (http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Sular%C4%B1n%20Analiz%20Parametreleri.pdf. Erişim Tarihi: 20.02.2020)
- [14] <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16806&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. Erişim Tarihi: 12.04.2020).
- [15] Gazete, R. (2015). Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Sayı: 29327
- [16] Akgiray, Ö., (2003). İçme Suyu Kalitesi Parametreleri. Tesisat Dergisi, 2-12. İstanbul
- [17] Mert, R., Bulut, S., Solak, K., (2008). Apa Baraj Gölü'nün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması. AKÜ, Fen Bilimleri Dergisi, 8(2): 1-10.
- [18] Dinçer, S., (2014). Çanakçı Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi, Giresun Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun, Doktora Tezi. 1-58
- [19] Alptekin, S. (2018). Ordu Akçaova deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi. Giresun Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun, Yüksek Lisans Tezi. 5-90
- [20] Aydoğan, F., Bellitürk, K., & Sağlam, M. T. (2014). Edirne İlindeki Bazı Sulama Suyu Kaynaklarının Tuzluluk ve Ağır Metal İçeriklerinin Tespiti, 36(2) 28-37: 1012-2354

- [21] Lawson, T.B, (1995). Fundamentals of Aquacultural Engineering Chapman- Hall, an International Thomson Publishing Company, U.S.A, 3-335.
- [22] (<https://cevre.erciyes.edu.tr/upload/LYNWS6O3-asidite-ve-alkalinite.pdf>. Erişim Tarihi: 25.04.2020)
- [23] ([https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/TEZLER/EBRU%20D O%C4%9EANAY%20\(2\).pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/TEZLER/EBRU%20D O%C4%9EANAY%20(2).pdf). Erişim Tarihi: 25.03.2020).
- [24] Doğanay, E. (2014). AB Su Çerçeve Direktifine Göre Ülkemiz Sularının Fizikokimyasal ve Kimyasal Parametreler Açısından İzlenebilmesi için Kullanılabilecek Analiz Metotlarının Değerlendirilmesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, 16-44.
- [25] Güler, Ç., & Çobanoğlu, Z. (1997). Su kalitesi. TC Sağlık Bakanlığı. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Birinci Baskı, Ankara 7-92.
- [26] Karadağ, A. A. (2008). Türkiye’deki Su Kaynakları Yönetimine İlişkin Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 389-399
- [27] Usta, A. (2016). Türkiye’nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi, 3(2), 01-09: 2149-2735.
- [28] Ayboğa, E. (2010). Yaşam hakkı olarak su. Sosyal Değişim Derneği, İstanbul. 1. Baskı, İstanbul, 4-61
- [29] Öztürk, B. Y., & Akköz, C. (2014). Apa baraj gölü Çumra-Konya ’nın su kalitesi ve PCA analizine göre değerlendirilmesi . Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, 7(2): 136-147

- [30] Valiliği, G., Çevre & Müdürlüğü, Ş.İ. (2019). Giresun İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu, 29-50
- [31] Valiliği, G., Çevre & Müdürlüğü, Ş.İ. (2017). Giresun İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, 20-48
- [32] Boyd, C.E. ve Tucker, C.S. (1992). Water Quality And Pond Soil Analyses For Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA, 15-85
- [33] Tepe, Y. (2009). Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi. Ekoloji Dergisi, 18(70): 38-46
- [34] Erguvanlı, K ve Yüzer, E., (1987), Yer altı suları jeolojisi, 3. Baskı, İTÜ Maden Fakültesi, Yayın No: 23, İstanbul, 339 s.
- [35] Kahraman, Ü. C. (2007). Konya garnizon birliklerindeki kuyu suları ile şehir şebeke sularının su kalitesi ve ağır metaller yönünden karşılaştırılması, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, Doktora Tezi, 3-41
- [36] Gazete, R. (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Başbakanlık Basımevi, 25687.
- [37] Boztuğ, D. (2012). Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirmesi. 93-106
- [38] Samsunlu, A. (2005). Çevre Mühendisliği Kimyası, Birsen Yayınevi, 4. Baskı, 30-390
- [39] Yıldız, İ. (2013). Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Giresun, 5-92.

- [40] Şantaflıoğlu, Ü. (2018). Fatsa Çalışlar deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi. Giresun Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Giresun, 3-87.
- [41] Aydın, H. (2015). Batlama Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun. Yüksek Lisans Tezi, 1-51.
- [42] Şengün, E. (2013). Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Giresun Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Biyoloji Anabilim Dalı, , Doktora Tezi, 1-54.
- [43] Gültekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E., & Celep, S. (2012). Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. Trabzon, Ekoloji Dergisi, 21(82): 77-88.
- [44] Boysan, F., & Şengörür, B. (2009). Su Sertliğinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(1): 7- 10.
- [45] Yang, C-Y., Cıdn, H-F., (1998). 'Calcium and Magnesium in Drinking Water and Risk of Death from Rectal Cancer' Int J Cancer, 77:528-532
- [46] Rubenowitz, E., Axelsson, G., Rylander, R., (1996). "Magnesium in Drinking Water and Death from Acute Myocardial Infarction" Am J Epidemiology 143-456
- [47] Rubenowitz, E., Axelsson, G., Rylander, R., (1999). 'Magnesium and Calcium in Drink:ing Water and Death from cute Myocardial Infarection in Women' Epidemiology 1(31):6-62
- [48] Yang, C-Y., Cıdn, H-F., (2000). 'Calcium and Maguesium in Drinking Water and Risk of Prostate Carcinoma' Journal of Toxicology and Environmental Health, 17-26

- [49] Yang, C-Y., Cıdn, H-F., (2005). 'Calcium and Magnesium in Drinking Water and Risk of Death from Colon Cancer', *Cancer Science* 88(10):928-933.
- [50] Leoni, V., Fabiani, L., Ticchiairelli, L., (1985). 'Cardiovascular Mortality Rate in Abrizza, Italy', *Archieves of Environmental Health*, 40(5): 274-278
- [51] Yang, C-Y., Cıdn, H-F., (1999). 'Calcium and Magnesium in Drinking Water and Risk of Hipertansion', *Am J Hypertens* 894-899.
- [52] Amıgıd, J., Sabetı, S., Schlager, O., Mlekusch, W., et al. (2004). 'Low Serum Magnesium Predicts Neurological Events in Patients with Advanced Atherosclerosis', *Stroke* 35:22.
- [53] Küçük, S. (2007). Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(1-2): 7-13.
- [54] Gemci, E., Akarsu, S., Zıba, C. A., & Dolaz, M. (2016). Kahramanmaraş'taki Ayvalı yüzey suyu, Pınarbaşı ve Karasu kaynaklarının içme suyu kalitesinin araştırılması. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(1): 21-24.
- [55] Bayram, A. (2011). Harşit çayı su kalitesinin mevsimsel değişiminin incelenmesi ve askı madde konsantrasyonunun yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmesi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon*, 10-130.
- [56] Bayram, A., & Önsoy, H. (2011). Harşit Çayı (Giresun-Tirebolu) Tarafından Karadenize Taşınan Kirleticilerin Belirlenmesi. 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Trabzon, 545-554

- [57] Beyhan, T. A. Ş. (2011). Gaga gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2(1): 43-61.
- [58] Boyacıoğlu, H., & Boyacıoğlu, H. (2004). Su kalitesinin istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi. SKKD, 14(3): 9-17.
- [59] Demir, K. (2019). Ordu İli İçme Sularında Florür Seviyesinin Araştırılması, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji Ve Genetik Anabilim Dalı, 19-44.
- [60] Dikmen, D., & Irmak, H. (2016). European Union approach in monitoring drinking water quality: Emergency case management and risk analysis for the protection of public health. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 25-271.
- [61] (<http://dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>. Erişim Tarihi: 14.03.2020)
- [62] (<https://cevre.erciyes.edu.tr/upload/M4A8NIR5-kati-madde-tayini.pdf>. Erişim Tarihi: 05.03.2020)
- [63] EPA. (1997). Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. United States Environmental Protection Agency, Office of Water 4503F, Washington 841-B-003,
- [64] Işık, M. (2018). Ötrofikasyon ve Su Kalitesi Problemleri-Aksaray Örneği, İklim Değişikliği ve Çevre, 3(1): 37-44.
- [65] Koçak, Ö. (2007). Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularının kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalitesi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 3-49
- [66] Kontaş, S. (2018). Melet Irmağı Su, Sediment ve Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimi ve Genotoksik Etkilerinin Araştırılması, Ordu

- [67] Kunt,M., Gürbüzler, Demet., Erkal, F.İ., Hacıhasanoğlu, S., & Özer E. (2016). Türkiye Çevre Durum Raporu,. TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 71-137
- [68] Mutlu, E. (2004). Yayladağı Sulama Göleti (Hatay) Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Ens. Su Ürünleri Yetiştiriciliği ABD Yüksek Lisans Tezi, 1-41
- [69] Mutlu, E., & Uncumusaoğlu, A. A. (2016). Physicochemical analysis of water quality of Brook Kuruçay. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 4(11): 991-998.
- [70] (https://www.erbakan.edu.tr/storage/images/department/cevremuhendisligi/Cevre_Kimyasi_Lab_Deney_Foyleri_19-20.pdf). Erişim Tarihi: 16.03.2020)
- [71] Özlem, T. U. N. Ç., & Sezer, M. (2017). Aksu Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kanada Su Kalitesi İndeks (Cwqı) Modelinin Uygulanması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3): 909-917
- [72] Serdar, S. (2015). Doğu Karadeniz havzası akarsularının fiziko-kimyasal su kalitesi mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi,1-90
- [73] Sönmez, A. Y., Hisar, O., and Yanik, T. (2013). A Comparative Analysis of Water Quality Assessment Methods for Heavy Metal Pollution in Karasu Stream, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 22(2A): 579-583.

- [74] Taşdemir, M., & Göksu, Z. L. (2001). Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. Su Ürünleri Dergisi, 18(1),15-64: 1300-1590 / 2148-3140
- [75] Ustaoglu, F., & Tepe, Y. (2018). Determination of the sediment quality of Pazarsuyu stream (Giresun, Turkey) by multivariate statistical methods. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 6(3): 304-312.
- [76] World Water Development Report, 2012.
- [77] Yıldırım Sönmez, F., (2016). Karmuç çayı su kalitesinin izlenmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Şanlıurfa, 2- 35
- [78] Zeybek, Z., & Gür, K. Akgöl Sulak Alanında (Karaman-Konya) Su Kalitesini Belirleyen Kimyasal Parametreler, Karadeniz Uluslararası Çevre Sempozyumu, 397-404

ÖZGEÇMİŞ

Mertcan Aydın 05.08.1993 yılında doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Giresun’da tamamlandı. 2011 yılında Giresun Lisesi’nden mezun oldu. 2012 yılında başladığı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü’nü 2016 yılında bitirdi. 2017 yılında Giresun Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.