

**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIZILIRMAK NEHRİNDEN ALINAN SU  
NUMUNELERİNE AİT BAZI PARAMETRELERİN  
MEVSİMSEL OLARAK FİZİKOKİMYASAL  
DEĞİŞİMİNİN GÖZLEMLENMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Ahmet KARADAĞ**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2022  
NEVŞEHİR**



**T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIZILIRMAK NEHRİNDEN ALINAN SU  
NUMUNELERİNE AİT BAZI PARAMETRELERİN  
MEVSİMSEL OLARAK FİZİKOKİMYASAL  
DEĞİŞİMİNİN GÖZLEMLENMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Ahmet KARADAĞ**

**Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2022  
NEVŞEHİR**

**Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK** danışmanlığında **Ahmet KARADAĞ** tarafından hazırlanmış “**Kızılırmak Nehrinden Alınan Su Numunelerine Ait Bazı Parametrelerin Mevsimsel Olarak Fizikokimyasal Değişiminin Gözlemlenmesi**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

...../...../2022

**JÜRİ**

Başkan: Prof. Dr. Serkan YILMAZ

Üye : Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK

Üye : Doç. Dr. Musa KAR

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun.....tarih ve.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

..../.../2022

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK

## TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar dâhilinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan bütün ifadelerin ve bilgilerin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ahmet KARADAĞ



## TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum Yüksek Lisans tez çalışmamın konu tespitinden yürütülmesine kadar danışmanlığını yapan tecrübe ve bilgisinden yararlandığım değerli hocam Sn. Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarında her türlü desteğini esirgemeyen her konuda yardımcı olan değerli hocam Öğr. Gör. Enver Ersoy ANDEDEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamım boyunca ve yüksek lisans öğrenimim sürecinde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Eşime, çocuklarıma ve ailemin tüm fertlerine sonsuz teşekkür ederim.



**KIZILIRMAK NEHRİNDEN ALINAN SU NUMUNELERİNE AİT BAZI  
PARAMETRELERİN MEVSİMSEL OLARAK FİZİKOKİMYASAL  
DEĞİŞİMİNİN GÖZLEMLENMESİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Ahmet KARADAĞ**

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Ağustos 2022**

**ÖZET**

Nevşehir ilinin Avanos, Gülşehir ilçeleri ve Sulusaray kasabası bölgesinden geçen Kızılırmak Nehrinin su kalitesinin belirlenmesi ve ulusal ve uluslararası kriterlere göre yorumlanması bölge sucul ekosisteminin korunması ve yönetilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kızılırmak Nehrinden mevsimsel olarak su numuneleri alınarak analiz çalışmaları yapılmıştır. Tarımsal alanlar, sivil yerleşim ve endüstriyel tesisler göz önünde bulundurularak 3 adet istasyon belirlenmiş olup bir yıl boyunca 3 aylık periyotlarla su numunesi alınmış ve belirlenen parametrelerin mevsimsel olarak fiziko-kimyasal değişimi araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre parametrelerin değer aralıkları; sıcaklık 7,2-24,8°C, pH 7,12-8,89, elektriksel iletkenlik 1350-2060 µS/cm, tuzluluk (%oS) 0,64-0,96, çözünmüş oksijen 5,1-9,1 mg/L, bulanıklık 14,2-21,9 NTU, renk 12,1-19,3Pt-Co, askıda katı madde 4-12 mg/L, nitrit ≤0,05 - 0,763 mg/L, nitrat 1,52-6,36 mg/L, fosfat ≤1,5-3,74 mg/L, sülfat 298-365 mg/L, toplam azot 1,87-7,12 mg/l, amonyum ≤0,02-1,45mg/l, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) 5,2-19,2 mg/L, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>) 2,2-7,6 mg/L, Klorofil-a 0,75-8,94 mg/L olarak belirlenmiştir. Veriler ulusal ve uluslararası standartlara göre değerlendirilmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ve kalite kriterlerine göre belirlenen noktalarda Kızılırmak nehrinin su kalitesi I. ve II. Sınıf, Nitrit, Fosfat ve Sülfatın ise III. ve IV. Sınıf su kalitesinde olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Su Kalitesi, Mevsimsel değişimler, Kızılırmak, Nevşehir, Tarımsal alanlar.*

**Tez Danışmanı:** Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK

**Sayfa Adedi:** 72

**OBSERVATION OF SEASONAL PHYSIOCHEMICAL CHANGE OF SOME  
PARAMETERS OF WATER SAMPLES TAKEN FROM KIZILIRMAK  
RIVER (Master Thesis)**

**Ahmet KARADAĞ**

**NEVSEHIR HACI BEKTAŞ VELI UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCES**

**August 2022**

**ABSTRACT**

The determination of the water quality of the Kızılırmak River, which passes through the Avanos, Gülşehir districts of Nevşehir province and the Sulularay town region, and its interpretation according to national and international criteria are of great importance for the protection and management of the aquatic ecosystem of the region. Analysis studies were carried out by taking seasonal water samples from the Kızılırmak River. Considering agricultural areas, civil settlements and industrial facilities, 3 stations were determined and water samples were taken every 3 months during a year and seasonal physico-chemical changes of the determined parameters were investigated. The value ranges of the parameters according to the obtained data; temperature 7.2-24.8°C, pH 7.12-8.89, electrical conductivity 1350-2060 µS/cm, salinity (%oS) 0.64-0.96, dissolved oxygen 5.1-9, 1 mg/L, turbidity 14.2-21.9 NTU , color 12.1-19.3Pt-Co, suspended solids 4-12 mg/L, nitrite ≤0.05 - 0.763 mg/L, nitrate 1, 52-6.36 mg/L, phosphate ≤1.5-3.74 mg/L, sulfate 298-365 mg/L, total nitrogen 1.87-7.12 mg/l, ammonium ≤0.02-1 .45mg/l, chemical oxygen demand (COD) 5.2-19.2 mg/L, biological oxygen demand (BOD<sub>5</sub>) 2.2-7.6 mg/L, Chlorophyll-a 0.75-8.94 mg/L have been determined. Data were evaluated according to national and international standards. Water quality of Kızılırmak river at determined points according to the classes and quality criteria of inland water resources in the Regulation on Water Pollution Control is I. and II. class, Nitrite, Phosphate and Sulphate were concluded as III. and IV. Class of water quality.

***Keywords: Water Quality, Seasonal changes, Kızılırmak, Nevşehir, Agricultural areas.***

**Thesis Advisor: Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK**

**Number of Pages: 72**



## İÇİNDEKİLER

KABÜL VE ONAY .....	ii
TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
1.BÖLÜM	
GİRİŞ .....	1
2.BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER .....	4
2.1 Kavramlar ve Tanımlar .....	4
2.2 Su Kalitesi ve Kirliliği.....	7
2.2.1 Su kalitesi.....	7
2.2.2 Su kirliliği .....	10
2.3 Türkiye'nin Su Potansiyeli .....	14
2.3.1 Türkiye'nin su kaynakları.....	15
2.4 Literatür Çalışmaları .....	16
3. BÖLÜM	
METARYAL VE METOT.....	19
3.1 Çalışma Alanı .....	19
3.2 Numunelerin Alımı ve Saklanması .....	24
3.3 Laboratuvar Analizinde Kullanılan Parametreler .....	24
3.3.1 Su sıcaklığı.....	24
3.3.2 Ph .....	25
3.3.3 Çözünmüş oksijen .....	25
3.3.4 Elektriksel iletkenlik .....	25
3.3.5 Tuzluluk.....	25
3.3.6 Bulanıklık .....	25
3.3.7 Renk .....	26
3.3.8 Askıda Katı Madde .....	26
3.3.9 Nitrit....	27

3.3.10 Nitrat.....	27
3.3.11 Fosfat.....	27
3.3.12 Sülfat.....	27
3.3.13 Toplam Azot .....	28
3.3.14 Amonyum .....	28
3.3.15 Kimyasal oksijen ihtiyacı .....	28
3.3.16 Biyolojik Oksijen İhtiyacı .....	29
3.3.17 Klorofil a.....	29
4. BÖLÜM	
DENEYSEL BULGULAR .....	30
4.1 Su Sıcaklığı.....	30
4.2 pH.....	31
4.3 Elektriksel İletkenlik .....	32
4.4 Tuzluluk.....	33
4.5 Çözülmüş Oksijen Miktarı.....	34
4.6 Bulanıklık .....	35
4.7 Renk .....	36
4.8 Askıda Katı Madde .....	37
4.9 Nitrit .....	38
4.10 Nitrat.....	39
4.11 Fosfat .....	40
4.12 Sülfat .....	41
4.13 Toplam Azot .....	42
4.14 Amonyum .....	43
4.14 Biyolojik Oksijen İhtiyacı .....	45
4.17 Klorofil-a .....	46
5.BÖLÜM	
5.1 Tartışma ve Sonuçların Değerlendirilmesi.....	47
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	60

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 4. 1. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel sıcaklık değerleri.....	30
Tablo 4. 2. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel pH değerleri .....	31
Tablo 4. 3. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel elektriksel iletkenlik değerleri .....	32
Tablo 4. 4. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel tuzluluk değerleri .....	33
Tablo 4. 5. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel çözünmüş oksijen değerleri .....	34
Tablo 4. 6. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel bulanıklık değerleri .....	35
Tablo 4. 7. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel bulanıklık değerleri .....	36
Tablo 4. 8. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel askıda katı madde değerleri .....	37
Tablo 4. 9. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel nitrit değerleri .....	38
Tablo 4. 10. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel nitrat değerleri.....	39
Tablo 4. 11. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel fosfat değerleri.....	40
Tablo 4. 12. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel sülfat değerleri .....	41
Tablo 4. 13. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel toplam azot değerleri.....	42
Tablo 4. 14. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel amonyum değerleri .....	43
Tablo 4. 15. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri ....	44
Tablo 4. 16. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri ....	45
Tablo 4. 17. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel klorofil-a değerleri .....	46
Tablo 5. 1. Kızılırmak Nehir suyunun mevsimlik ortalama fiziko-kimyasal parametre değerleri.....	57
Tablo 5. 2. Kızılırmak Nehir suyunun yıllık ortalama fiziko-kimyasal parametre değerlerini Ulusal ve uluslararası su kalite standartlara göre değerlendirme.....	58

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 1: Dünyadaki Suyun Dağılımı .....	2
Şekil 2. 1: Fosfor Döngüsü.....	5
Şekil 2. 2. Azot Döngüsü. ....	6
Şekil 3. 1.Kızılırmak Nehri çalışma alanı harita görüntüsü .....	19
Şekil 3. 2. Kızılırmak Nehri numune alım noktaları.....	20
Şekil 3. 3. Kızılırmak Nehri 1. istasyon numune alım noktası.....	20
Şekil 3. 4. Kızılırmak Nehri 1. istasyon numune alım yeri (Avanos) -1 .....	21
Şekil 3. 5. Kızılırmak Nehri 1. istasyon numune alım yeri (Avanos) -2 .....	21
Şekil 3. 6. Kızılırmak Nehri 2. istasyon numune alım noktası.....	22
Şekil 3. 7. Kızılırmak Nehri 2.istasyon numune alım yeri (Sulusaray) -1 .....	22
Şekil 3. 8. Kızılırmak Nehri 2. istasyon numune alım yeri (Sulusaray) -2.....	23
Şekil 3. 9. Kızılırmak Nehri 3. istasyon numune alım noktası.....	23
Şekil 4. 1. Sıcaklık değerinin mevsimsel olarak değişimi. ....	30
Şekil 4. 2. pH değerinin mevsime göre değişimi.....	31
Şekil 4. 3. Elektriksel iletkenlik değerinin mevsime göre değişimi .....	32
Şekil 4. 4. Tuzluluk değerinin mevsime göre değişimi .....	33
Şekil 4. 5. Çözünmüş oksijen değerinin mevsime göre değişimi.....	34
Şekil 4. 6. Bulanıklık değerinin mevsimsel değişimi .....	35
Şekil 4. 7. Renk değerinin mevsimsel değişimi .....	36
Şekil 4. 8. Askıda katı madde verilerine ait grafik .....	37
Şekil 4. 9. Nitrit değerinin mevsimlere göre değişimi .....	38
Şekil 4. 10. Nitrat değerinin mevsimlere göre değişimi .....	39
Şekil 4. 11. Fosfat değerinin mevsimlere göre değişimi.....	40
Şekil 4. 12. Sülfat değerinin mevsimlere göre değişimi .....	41
Şekil 4. 13. Toplam azot değerinin mevsimlere göre değişimi .....	42
Şekil 4. 14. Amonyum değerinin mevsimlere göre değişimi.....	43
Şekil 4. 15. KOİ değerinin mevsimlere göre değişimi.....	44
Şekil 4. 16. BOİ değerinin mevsimlere göre değişimi.....	45
Şekil 4. 17. Klorofil-a değerinin mevsimlere göre değişimi .....	46

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

°C	: Santigrat Derece
µs/cm	: Bisfenol A
O <sub>2</sub>	: Oksijen
SO <sub>4</sub> <sup>- 2</sup>	: Sülfat İyonu
NO <sub>3</sub>	: Nitrat
NO <sub>3</sub> -N	: Nitrat Azotu
NO <sub>2</sub> -N	: Nitrik Azotu
PO <sub>4</sub>	: Fosfat
AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
DSİ	: Devlet Su İşleri
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
Mg	: Mili gram
EC	: İletkenlik
EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
EU	: Avrupa Birliği
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
WQI	: Su kalite indeksi
Km <sup>2</sup>	: Kilometrekare
m <sup>3</sup>	: metreküp
m <sup>3</sup> /gün	: metreküp/gün
mg/l	: miligram/litre
mm	: milimetre
mm/yıl	: milimetre/yıl
TS	: Türk Standartları
TS-266	: İçme suyu standartları
YSKY	: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği
%oS	: Binde tuz oranı

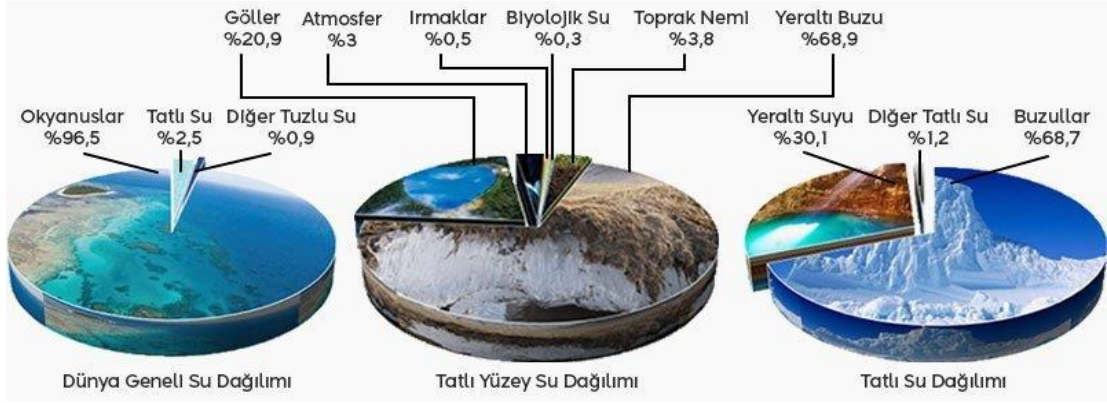
## 1. BÖLÜM

### GİRİŞ

Canlı yaşamını sürdürebilmesi için vazgeçilmez bir unsur olan su, ekosistem üzerinde çok önemli bir yere sahiptir. Su kaynaklarının bilinçli kullanılması önemli bir unsurdur. Yüzyıllar boyunca önemini kaybetmeyen su, pek çok medeniyetin yerleşiminde ve siyasi ve askeri gücünü kazanmasında da etkili olmuştur. Su her canlının yaşamı için olmazsa olmazdır. Susuz canlının varlığı dahi söz konusu olamaz. Suyun yetersizliğinden yeryüzündeki tüm canlıların olumsuz etkilerden kaçması mümkün olmayacaktır. Günümüzde bu durumu bazı kıtalar hala yaşamaktadır. Özellikle Afrika kıtasında bu durum net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. İnsanların bu kıtada içme ve kullanma suyu olarak buldukları su kaynaklarının kalite özellikleri net olarak bilinmemektedir. Bundan dolayı yeryüzündeki su kaynakları insanlar ve canlılar için büyük önem arz etmektedir [1].

Dünya üzerinde bulunan su kaynakları varlığının büyük bir kısmı tarımsal üretim ve endüstride kullanılmaktadır. Bu durum temiz ve içilebilir su kaynaklarını miktarını düşürmektedir. Dünya üzerinde 3,7 milyar insan sağlıklı bir suya ulaşamamakta veya içme suyundan mahrum kalmaktadır [2].

Türkiye’de 2020 yılına göre kişi başına düşen yıllık su miktarı 1346 m<sup>3</sup>’tür. Mevcut duruma bakacak olursak ülkemiz de su problemi yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemizde yıllık ortalama yağış miktarı Dünya genelinin gerisinde yer almaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 574 mm/yıl’dır. Ülkemizde 44 milyar m<sup>3</sup> su sulama suyu, 13 milyar m<sup>3</sup> su içme, kullanma ve sanayi suyu olarak kullanılmaktadır [3]. Dünyadaki suyun dağılımı, mevcut suların oranları Şekil 1.1’de gösterilmektedir.



Şekil 1 1: Dünyadaki Suyun Dağılımı [4].

Dünya nüfusu ve ülkemizin nüfusu hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu hızlı artış beraberinde problemleri getirmektedir. Nüfus artışı, tüketim ihtiyacının artış göstermesi sonucunda üretimin artmasına da neden olacaktır. Dünya’da suyun en fazla kullanıldığı tarım sektöründe üretim artışıyla birlikte suya olan ihtiyaç daha da artacaktır. Suyun tedarik koşullarında meydana gelecek problemler tüm sektörleri ekolojik yönde olumsuz etkileyecektir. Dolayısıyla yeryüzündeki tüm canlıların yaşamlarını tehdit eder hale gelecektir. Dengenin devamlılığının sağlanması için suyun varlığı kadar suyun kalitesi de büyük önem arz etmektedir [5].

Evsel, endüstriyel, tarımsal aktiviteler sonucunda meydana gelen kirleticiler öncelikli olarak akarsulara karışmakta ve akarsulardan göllere ve denizlere ulaşmaktadır. Su kalitesi; suda yaşayan türlerin bileşimini, verimliliğini, mevcut durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik yapısını etkilemektedir. Bu kirlenme sucul ortam içinde yaşayan canlıları olumsuz etkilemekle kalmaz, bu olumsuz durumdan besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşır [6].

Mevcut su kaynaklarının azalmasıyla temiz ve kullanım suyuna olan ihtiyaç doğal olarak artmaktadır. Bu suların kullanılabilmesi için de fiziko-kimyasal özelliklerinin bilinmesi suların planlı ve programlı bir şekilde kullanılabilmesi açısından da önem arz etmektedir [7].

Bu çalışmanın amacı; Kızılırmak Nehrinin su kalitesinin belirlenmesi ve su kalitesinin ulusal ve uluslararası Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kriterlerine göre yorumlanması bölgede sucul ekosisteminin korunması ve yönetilmesi amaçlanmaktadır. Tarımsal alanlar, sivil yerleşim ve endüstriyel tesisler göz önünde bulundurularak 3 adet istasyon oluşturulmuştur. Bir yıl boyunca 3 aylık periyotlarla su numunesi alınarak

elde edilen; su sıcaklıkları, pH değerleri, elektriksel iletkenlik değerleri, tuzluluk(%oS), çözünmüş oksijen, bulanıklık, renk, askıda katı madde, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, toplam azot, amonyum, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı ve klorofil-a gibi parametreler doğrultusunda mevsimsel olarak fiziko-kimyasal değişimi gözlemlenerek nehrin su kalitesinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKK) mevzuatına uygunluğunu amaçlanmıştır.





## 2.BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1 Kavramlar ve Tanımlar

Su, bir besin maddesi olmasının yanında yaşamın temel öğelerinden biridir. İçerisinde barındırdığı mineral ve bileşiklerle insan vücudundaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde etkin rol oynar. Vücuttaki pH dengesinin korunması ve hücrelerdeki organeller ve moleküllere dağılma ortamı oluşturmaya; artık maddelerin ve besinlerin ilgili yerlere taşınması gibi birçok görevi vardır. Su, aynı zamanda canlılar için bir yaşam kaynağıdır. Dolayısıyla hayatın her evresinde olması hasebiyle susuz hayat düşünülemez [8].

Su kalitesi, suyun sahip olduğu ekolojik, fiziksel, kimyasal ve sahip olduğu bakteriyolojik parametrelerin tamamı olarak bilinir. Su kirliliğinin önlenmesinde en önemli argüman, su kalitesinin bilinmesi ve korunmasıdır [9].

Su kalitesi; yeraltı ve yüzey suyu kirliliği, kirletici taşımacılığındaki ana uygulamalara ek olarak aynı zamanda bir su analizinin veya bir analiz grubunun yorumlanmasına da odaklanmaktadır [10].

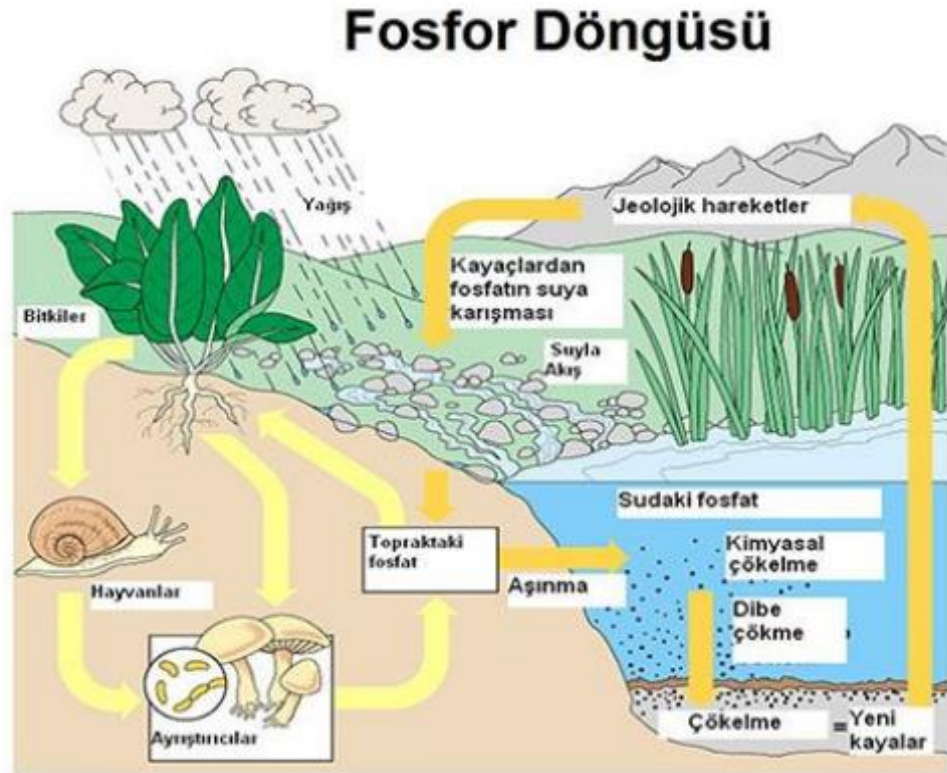
Tüm canlıların sağlığı için önemli bir yere sahip olan su, potansiyeli itibariyle dünyanın nüfus artışı, küresel ısınma, sanayileşme ve çevresel problemler gibi nedenlerle gittikçe azalmaktadır. Özellikle tatlı su kaynakları tarımsal sulama, içme ve gıda üretiminde kullanılmaktadır. Ancak büyük potansiyele sahip olan deniz ve okyanus suları ise denizcilik sektöründe ulaşım, balıkçılık ve mono kültür gibi amaçlarla kullanılmaktadır [11].

Dünya nüfusunun artması, kentleşmenin hızlı bir şekilde artmasına neden olmuştur. Bununla beraber sanayileşme artmış dolayısıyla çevre kirliliği, su kaynaklarının yapısını bozmuştur. Su kaynakları, atıkların boşaltılmasıyla beraber alıcı ortamlar durumuna geldiğinden gereksinim duyulan suyun sağlanması ve sistem sahiplerine dağıtılması için arıtılması gerekmektedir. Bu da oldukça pahalı ve zor hale gelmiştir. Dolayısıyla su kaynaklarının korunması, yönetimi ve planlanması gerekli hale gelmiştir [12].

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, insanların kişisel ihtiyaçları da artmıştır. Kırsal alanlardan kentlere göç başlamıştır. Bu durum kentlerde içme ve kullanım suyu problemine neden olmaktadır. Bu sorunu çözmek için suya önemli yatırımlar yapılması gerekmektedir. Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte 2030'lu yıllarda dünya genelinde su kıtlığı sorununun kaçınılmaz olarak karşımıza çıkacağı açıktır. [13].

## 2.2 Azot Fosfor Döngüsü

Şekil 2.1'de fosfor döngüsünün nasıl meydana geldiği gösterilmiştir. Fosfor döngüsünü farklı kılan çok önemli özelliği fosfor elementi gaz fazına dönüşemediği için atmosferde bulunmaz. Bundan dolayı fosfor döngüsü karalardan sulara geçtiği gibi, sulardan da karalara geçer [14].



Şekil 2. 1: Fosfor Döngüsü [14].

Şekil 2.2'de Azot döngüsünün nasıl meydana geldiği gösterilmiştir. Yıldırım ve şimşek gibi volkanik olaylar sonucunda meydana gelen serbest azot, atmosferik fiksasyon yoluyla nitrit ve nitrata dönüşür. Daha sonrasında yağışlarla toprağa geçer.



## **2.2 Su Kalitesi ve Kirliliği**

### **2.2.1 Su kalitesi**

Su kalitesi; suyun kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri bakımından kullanım için uygun olmasıdır. Su rekreasyonu, içme, balıkçılık, tarım, sanayi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Belirlenen bu alanların her biri, bu kullanımı desteklemek için gereken farklı tanımlanmış kimyasal, fiziksel ve biyolojik standartlara sahiptir. Su kalite sınıfları; yer üstü ve yer altı su kaynaklarının kullanılması ve korunması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemek amacıyla oluşturulmuştur [17].

Belirlenen yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atık suların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atık su alt yapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsamaktadır [18].

Sular kullanım amaçlarına ve kriterlerine göre sınıflandırılmaktadır. Ancak, kalite kriterleri kullanım amaçlarını da belirlediğinden kalite kriterlerinin suların sınıflandırılmasında esas alınması gerekmektedir. Sular kaynaklarına (yerüstü sular ve yeraltı suları) ve kullanım amaçlarına (içme suları, sulama suları, rekreasyon suları ve şifalı özellikleri bulunan sular) göre sınıflandırılmaktadır [19].

#### **2.2.1.1 Su kalitesi mevzuatı**

Avrupa Birliği (AB) adaylık sürecinde olan Türkiye, su konusunu 3 Ekim 2005 tarihinde başlayan katılım müzakereleri kapsamında Su Çerçeve Direktifi (SÇD)'ne uyumlaştırılması ve Türkiye'de yer alan 25 havza için nehir havza yönetim planlarının hazırlanması sürecine girmiştir. Bu kapsamda geçerli olan yönetmelikler şu şekilde verilebilmektedir:

1. Su havzalarının korunması ve yönetim planlarının hazırlanması hakkında yönetmelik
2. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik,
3. Yüzeysel sular ve yeraltı sularının izlenmesine dair yönetmeliğin su kalite ve sınıfları verilmiştir [20].

Kıtaçi Yerüstü Sularının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri Su Kirliliği kontrolü Yönetmeliği kapsamında yerüstü sularının sınıf ve standartları Tablo 2.1’de gösterilmektedir. Yüzeysel suyun kalitesi ve sınıfı kullanım amacına göre değişmektedir. Su kalite sınıfları; Sınıf I, Sınıf II, Sınıf III, Sınıf IV olarak suyun kalitesine göre yönetmelik suyu dört guruba ayırmaktadır. Yönetmeliğin amacı yüzeysel suyun kalitesini ve potansiyelini korumak. Suyun kirlilik durumunu tespit etmek ve yüzeysel suların kalitesini iyileştirmek için önlem ve çözüm yöntemleri geliştirmektir [21].



Tablo 2. 1.Kıtaıçı Yerüstü Sularının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Su Kirliliği kontrolü Yönetmeliği) [21].

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I (Çok iyi)	II (iyi)	III (Orta)	IV (Zayıf)
Renk (m <sup>-1</sup> )	RES 436 nm: ≤1,5  RES 525 nm: ≤1,2  RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3  RES 525 nm: 2,4  RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3  RES 525 nm: 3,7  RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm:> 4,3  RES 525 nm:> 3,7  RES 620 nm: >2,5
pH	6	6	6	6
İletkenlik (µS/cm)	<400	1000	3000	>3000
Yağ ve Gres (mg/L)	<0,2	0,3	0,5	>0,5
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	<3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	<25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)	<4	8	20	> 20
Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> N/L)	<0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N/L)	<3	10	20	> 20
Toplam kioldahl – azotu (mg N/L)	<0,5	1,5	5	> 5
Toplam azot (mg N/L)	<3,5	11,5	25	>25
Orto fosfat fosforu (mg o-PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> P/L)	<0,05	0,16	0,65	> 0,65
Toplam fosfor (mg P/L)	<0,08	0,2	0,8	>0,8
Florür (µg/L)	≤1000	1500	2000	>2000

### 2.2.2 Su kirliliği

Son yıllarda artan nüfus ile birlikte sanayinin gelişmesine bağlı olarak suya olan ihtiyaç da artmıştır [22]. İnsan faaliyetleri sonucu tarımsal uygulamalar, sanayileşme nüfus artışı ve kentleşme gibi nedenlerden dolayı su kirliliği artmıştır.

Su kirliliği kaynaklarının önlenmesi, bu kaynakları besleyen yeraltı ve yerüstü su kaynakları ile toprak ve havanın etkileşimlerini göz önünde bulundurulması ve bu etkileşimlerin sonuçlarının belirlenmesi ile mümkündür. Ayrıca bölge insanları tarafından belli bir amaç doğrultusunda kullanılan su kaynaklarının bölgedeki ekonomik, sosyal ve kültürel yapının da su kaynaklarına olan etkileri araştırılıp belirlenmesi gereklidir. Bölgede hem çevresel kaynakların korunacağı hem de bölge insanının faaliyetlerinin sürdürebileceği bir yönetim mekanizmasının oluşturulması şarttır. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda bir yönetim mekanizması oluşturulması "havza kaynaklarının yönetimi" ile mümkündür [23].

#### 2.2.2.1 Su kirliliği kaynakları

Su kirliliğine neden olan organik veya inorganik olmak üzere iki kaynaktan meydana gelir. Bunlardan birincisi Organik Su Kirlleticileri; insektisit ve herbisitler gibi tarımsal alanlarda kullanılan ilaçlar ve diğer kimyasal türlerden oluşur. Ayrıca hayvan yetiştiriciliğinde oluşan bakteriler, gıda işletmelerinde oluşan atıklar, kanalizasyon ve uçucu organik bileşikler gibi kirliliklerdir. İkincisi İnorganik Su Kirlleticileri; Asit madeni drenajından ve ağır metallerden kaynaklanmaktadır. Nitratlar, fosfatlar vb. ile kimyasal atık içeren tarımsal atıklardan gelen gübreler endüstriyel atıklardan oluşan kirliliklerdir. [24].

#### 2.2.2.2 Su kirliliğine etki eden önemli etmenler

**Şehirleşme:** Genellikle kentsel havzalarda fosfor ve azot konsantrasyonlarının yükselmesine sebep olmaktadır [25].

**Endüstriyel Kaynaklı Etmenler:** Sanayi, yem fabrikaları, çelik ve kâğıt endüstrisi gibi nehrin kıyıları boyunca, imalat işlemlerinde büyük miktarda su gereksinimi nedeniyle yer almaktadır. Sonunda asitleri, alkalileri, boyaları ve diğer kimyasalları bulduran atıklar akıntı olarak nehirlere dökülür. Çelik tesisleri siyanür üretirken, gübre endüstrileri fazla miktarda amonyak üretirler. Endüstriyel işlemlerde sodyum dikromat ve krom içeren diğer bileşikler krom tuzlarının üretimi için kullanılır. Bu üretim neticesinde meydana gelen katı atık ve kullanım suyundan kaynaklı olarak

meydana gelen atıksuların insan sağlığını ve orada yaşayan organizmayı ciddi derecede etkileyecek forma d6n6ř6r [24].

**Tarımsal Kimyasal Kaynaklı Etmenler:** Mahsul verimliliğini artırmak i7in yaygın olarak kullanılan g6breleler, b6cek 6ld6r6c6leri ve pestisitler gibi toprağa ve su k6tlelerine birden fazla kirletici madde katmaktadır. Geneli biyolojik olarak 76z6nemeyen ve uzun s6re 7evrede kalan kimyasallardır. Doğada 76z6nemeyen bu kirletici maddeler biyomagnifikasyona neden olan besin zinciri yoluyla insan v6cuduna ge7ebilir.

**Termal Kirlilik:** Suyun sıcaklığındaki değişmeler sucul biyotayı ve suyun kalitesini olumsuz y6nde etkiler. İnsan faaliyetlerinden kaynaklı olarak suyun termal kirliliğine neden olur. Su kirliliğine neden olan termal kaynaklardan birka7 tanesi, elektrik santralleri, n6kleer enerji, 7elik eritme fabrikaları, petrol rafinerileri, k6m6r ateş enerji santralidir. Bahsetmiş olduğumuz kaynakların end6stride su olarak kullanılması sonucunda meydana gelen atık suları deşarj edildiği zaman, su k6tlelerinin biyolojik 6zelliklerine, sucul ortamda yaşayan canlılara, y6ksek sıcaklığa ve suyun oksijen konsantrasyonunun azalmasına sebep olarak, bu olumsuzluklar sonucunda; sindirim ve solunum hızını etkiler ayrıca diğer fizyolojik değişikliklerin yavaşlamasına sebep olur.

**Petrol Kaynaklı:** Petrol, dizel ve benzeri 6r6nleri taşıyan kargo tankerlerinden sızan veya meydana gelen kazalar sonucunda, petrol 6r6nleri denize temas etmesi durumunda deniz suyuna b6y6k oranda zarar vererek, kirliliğine sebep olmaktadır. Kullanılmış yağlar, su y6zeyine yayılarak su y6zeyinde ince tabakalar oluşturur. Oluşan bu yağ tabakası sucul ortamda yaşayan canlıları olumsuz y6nde etkileyerek mevcut ortamı yaşanmaz hale getirebilir.

**Asit Yağmuru Kirliliği:** Asit yağmurları toprağa kar veya yağmur şeklinde d6şer. Toprağa d6şen asit yağmurları, toprakla temasından dolayı bulunduğu ortamın pH' sını d6ř6r6r ve sonucunda toprak y6zeyinden sızan sular sucul ortama ulaşır. Daha sonrasında da sucul ortamın pH'sını d6ř6rerek, canlıların yaşamını zorlaştırır. Her canlının yaşamına uygun bir pH değeridir. Eğer pH değerinde y6kselme veya d6şme meydana gelirse canlının yaşamını olumsuz y6nde etkileyebilir.



### **2.2.2.3. Su kirliliğinin insan sağlığı ve çevreye etkileri**

Son yıllarda üretim teknolojisinin gelişmesiyle, tüketim politikasının artmasıyla çevrenin tahrip edilmesi ve buna bağlı olarak dünyanın can damarı olan akarsularımızın, denizlerin ve göllerin kirlenmesine sebep olmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak da insanoğlu yakın gelecekte temiz ve arı su bulmakta zorlanacaktır. Doğadaki her şeye canlılık veren su kaynaklarımızın korunması ve bununla birlikte devamlılığın sağlanabilmesi için su kirliliği üzerinde durulması ve gerekli tedbirlerin alınması önem arz etmektedir. Teknolojinin çok hızlı bir şekilde gelişmesiyle birlikte insanların çevreye karşı duyarsız kalması, aynı zamanda dünyamızın da büyük bir çöplüğe dönüşmesine sebebiyet vermektedir [26].

Suyun insan hayatı için vazgeçilmez bir ihtiyaç olması hasebiyle, temiz ve zararlı etkenlerden arınmış suyun temin edilmesi her fırsatta dile getirilmektedir. Ancak dünyada iki milyara yakın insanın temiz sudan mahrum olduğu gözden kaçırılmayacak bir gerçektir [27]. Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF)' nun 96 ülkeye ilişkin hazırlamış olduğu rapora göre; 2015 yılında 5,2 milyar insanın güvenli bir şekilde içme suyunu tükettiği tahmin ediliyor. Söz konusu verilere göre insanların mikrobiyolojik ve kimyasal standartlara uygun suları tükettikleri göstermektedir [28].

Çarpık yapılaşma, doğanın sürekli tahribatı, diğer canlılara ait yaşam alanlarının yok edilmesi veya tahrip edilmesi, çevreye zararlı olduğu bilinen kimyasalların kullanılması, su kaynaklarının kirlenmesi, endüstriyel kazalar, sanayinin gelişmesiyle oluşan hava kirliliği, zehirli maddelerin ve radyoaktif atıkların çevreye yayılması, zirai ilaçların kullanımının artması gibi faaliyetler olumsuz faaliyetlere örnek gösterilebilir [29].

Su kirliliği ile ilgili alınan tedbirlerin etkili olabilmesi çevresel sürdürülebilirliğin hayata geçirilmesiyle mümkündür. Yani doğal kaynakların devamlılığını sağlamakla olur [30]. Örneğin, suya atılan kirleticilerin, onları işlemek için harcanan kaynaklardan daha az olması gerekir [31]. Suyun kalitesiyle birlikte toprak ve hava gibi doğal kaynakların kalitesini korumak; canlı çeşitliliğini, insan sağlığını, bitki ve hayvan yaşamlarını korumakla eşdeğer olup aynı zamanda birer çevresel sürdürülebilirliktir [32].

Atıksular, meydana geldiği endüstriyel kuruluşun çeşidine göre; zararlı patojen

mikroorganizmalar, organik ve inorganik alkaliler, hidrokarbonlar, bileşikler, fenoller, metal tuzları, yağlar, boyalar, oksitleyiciler, sülfatlar, civa (Hg), bakır (Cu), demir (Fe), Al, kurşun (Pb), arsenik (As), kadmiyum (Cd), krom (Cr) kobalt (Co), gibi ağır metaller ile organik azot (N) ve fosfor (P) gibi elementler içerebilmektedir. Atık suların nehirlere, göllere ve dereler gibi doğal su kaynaklarımıza aktarılması kaliteyi bozarak kirlenmekte ve “kirlenmiş” olarak nitelendirilmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla kirlenmiş suların toprağa verilmesiyle sudaki kirletici bileşikler hem toprağın yapısını olumsuz bir şekilde etkiler hem de yeraltı ve yerüstü sularına karışarak kaliteyi bozar. Bu nedenle yeraltı su kaynakları ve yerüstü su kaynaklarının kalite parametrelerini izlemeye alınıp kirliliğin önlenmesinin, ülkelerin çevresel sürdürülebilirlik politikalarında önemli yeri vardır. Kirliliğin önlenmesi için su kaynaklarının kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerindeki değişimlerin sıklıkla takip edilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Su kaynaklarının kirlenmesinde çok önemli rolü olan ağır metaller ve çok düşük konsantrasyonlarda bile zehir etkisi gösteren Cd, Hg ve Pb gibi ağır metaller söz konusu olduğunda bu durum daha da önem arz etmektedir [33].

Ağır metaller canlıların biyolojik sistemlerine bulaşması durumunda herhangi bir şekilde bozulması ya da yok olması söz konusu olmadığından çevresel açıdan sorun teşkil etmektedir. Fe, Cu ve çinko (Zn) gibi ağır metaller bitkiler ve diğer canlılar için besin elementi olsalar bile fazla alınması durumunda ekolojik dengeyi bozduğundan sorun teşkil etmektedir.

Ötrofikasyon, sularda azotlu ve fosforlu bileşiklerin artmasıyla yüksek su bitkileri ve alglerin oluşması neticesinde sudaki yaşam ortamının bozulması ve su kalitesinin düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Araştırmacılar son 15 yılda bazı toksik olan bu bitki türlerinde artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bitkiler direkt toksik etkileri ile ötrofikasyona neden oldukları gibi, besin maddesi olarak da tüketilmediğinden besin zincirini kırarak diğer organizmalara zarar verirler. Tarımsal atıklar, balık yetiştiriciliği ile oluşan atıklar ve evsel atıklar (özellikle kanalizasyon) söz konusu ötrofikasyon olayını daha da tetiklemektedir [34].

Ötrofikasyonun oluşumundaki başlıca etkenler; güneş radyasyonu, besin elementleri, su ortamının geometrik özellikleri ile taşınım, su sıcaklığı, fitoplankton yapısı ve dispersiyon şeklinde sıralanabilir. Sonuçları ise; su ortamında yaşayan canlıların

sayısında azalma, içme ve kullanma açısından uygun olmayan su kaynağı, koku problemi, dip tabakada oksijensiz ortam, istenmeyen türlerin çoğalması ve rekreasyon için uygun olmayan ortam olarak kendini gösterir [35].

Besini azaltmak ya da tamamen kesmek (özellikle fosfor), ötrofikasyonu önlemek için yapılabilecek en etkili yöntemdir. Ayrıca bazı fiziksel ve kimyasal yöntemler de mevcuttur. Bunlar; suya algisit veya herbisit uygulama, seyreltme, besin elementlerini çökeltilme, filtreleme ve basınçlı su uygulama şeklinde sıralanabilir [36].

Gübrelerden kaynaklanan sulardaki nitrat kirliliği üzerinde durulması gereken en önemli ve riskli kirlilik çeşididir. Çünkü nitrat, tarımsal faaliyetlerde önemli bir girdi olup kullanımı oldukça yaygınlaşan ve gün geçtikçe artan miktarlarda kullanılmakta olup maalesef toprakta birikmektedir. Biriken nitrat yıkanarak toprağın derinliklerine hareket eder ve yeraltı sularına karışmaktadır [37].

Aynı zamanda toprakta bulunan mikroorganizmalar sayesinde nitrifikasyonla gübre nitrata dönüşür ve yıkanarak taban suyuna karışır [38]. Normal koşullarda bile toprağa uygulanan gübrelerin %50'sinin bitkiler tarafından alındığı, %2-20'sinin buharlaşmayla kaybedildiği, %15-25'inin ise toprakta bulunan organik bileşikler ile birleştiği ve geri kalan da %2-10'luk kısmının yer altı sularına ve yüzey sularına karıştığı ifade edilmektedir [37].

Sulardaki nitrat seviyesinin yüksek olması, çocuk ölümlerine, düşük doğumlara canlılığın azalmasına ve çiftlik hayvanlarında verim kayıplarına sebep olmaktadır [39]. Nitrat iyonu insan vücudu için toksik etkiye sahip olmadığı, ancak onun indirgenmesiyle oluşan nitrit iyonu bebeklerde methemoglobin hastalığına neden olduğundan hatta daha da vahim olan ölüme kadar varabilen sonuçlar doğurabilmektedir [40]. Nitratın toksik karakteri üzerinde çalışan bazı araştırmacılar mide kanseriyle gerçekleşen ölümlerin, birim alanda kullanılan azot miktarları arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir [41]

### **2.3. Türkiye'nin Su Potansiyeli**

Türkiye'de yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 574 mm olup, yılda ortalama 450 milyar m<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. Farklı sektörlerde kullanım suyu olarak tüketilen su miktarı senede 94 milyar m<sup>3</sup>'tür. Yeraltı suyu ve yüzeysel suyun toplam kütlesi 112 milyar m<sup>3</sup>'tür. Ülkemizde bir yıl boyunca kullanılan su miktarı 57 milyar m<sup>3</sup>'tür [42].

Ülkemizde yıllık kişi başına düşen kullanım suyu miktarı 2000 senesinde 1652 m<sup>3</sup> iken 2009 senesinde ise 1544 m<sup>3</sup>, 2020 senesinde su kullanımını 1346 m<sup>3</sup> olmuştur. Türkiye’de kullanım suyu olarak bakıldığında kişi başına düşen su miktarı, su problemi yaşayan ülkeler arasında bulunmaktadır. Bu durumdan dolayı suyu daha tasarruflu ve yerinde kullanılması önem arz etmektedir. Depolamalı tesisler yapılması gereğiyle su kaynakları potansiyelinin değerlendirilmesi ve amaca uygun bir şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Farklı su kullanım alanlarında, kullanım amacına uygun bir şekilde daha modern sistemler tercih edilerek su kayıplarına engel olunması hedeflenmektedir [43].

### **2.3.1. Türkiye’nin su kaynakları**

Ülkemizdeki yağış ortalaması yıllık olarak 643 mm olarak ölçülmüştür. Ölçülen değer baz alınarak yapılan hesaplama sonucunda su potansiyeli yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup>’tür. Buharlaştırma yoluyla suyun 274 milyar m<sup>3</sup>’lük kısmı atmosfere geri dönmektedir. Kalan kısımdan 69 milyar m<sup>3</sup>’lük su kütlesi ise yeraltı sularını beslemektedir. Kalan 158 milyar m<sup>3</sup>’lük kısmı ise deniz ve kapalı havzalardaki göllere boşaltılmaktadır. Yeraltı sularını besleyen 69 milyar m<sup>3</sup> suyun 28 milyar m<sup>3</sup>’ü pınarlar aracılığıyla yüzeysel sulara ulaşmaktadır. Diğer taraftan komşu ülkelerimizden gelen yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su da kaynaklarımıza dahil edilmektedir. Sonuç olarak ülkemizdeki yer üstü su kütlesi 193 milyar m<sup>3</sup> olduğu tespit edilebilir [42].

Ülkemizde 25-26 akarsu havzası bulunmaktadır. Bu havzalardaki akarsuların bir kısmı denizlere, diğer bir kısmı ise göllere veya başka akarsulara dökülmektedir. Türkiye’deki arazilerin dağlık özelliğine sahip olmasından kaynaklı olarak akarsuların birleşemediğinden dolayı çoğalma imkânı oluşmamaktadır. Bu duruma örnek olarak; Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde bulunan ve denize paralel uzanan sıradağları verebiliriz. Bu durumdan kaynaklı olarak akarsuların uzunlukları kısa ve debileri düşüktür. Diğer ülkelerde ise coğrafi özelliklerinden kaynaklı olarak bu durumun tersi yaşanmaktadır. Akarsuların boyları uzun ve debileri yüksektir [43].

Ülkemiz 25-26 hidrolojik akarsu havzasına sahiptir. Havzaların yıllık su potansiyeli 186 milyar m<sup>3</sup> civarındadır. Her bir havzanın kendine özgü yıllık yağış miktarı ve özelliği farklıdır. Fırat Havzası 31,61 milyar m<sup>3</sup>’lük su potansiyeli ile ilk sıradadır. İkinci sırada ise Dicle havzası 21,33 milyar m<sup>3</sup>’lük su miktarına sahiptir. Bu iki

havzanın su potansiyeli toplamı ülke su potansiyelinin %28,5'ini karşılamaktadır. Öte yandan 0,49 milyar m<sup>3</sup> ile Burdur ve Akarçay Gölü havzaları (0,5 milyar m<sup>3</sup>) ise en küçük kapasiteli su havzalarıdır [42].

#### **2.4. Literatür Çalışmaları**

Su kalitesi ile alakalı birden fazla araştırma çalışması önceki dönemlerde çalışılmış ve çalışılmaya devam ediliyor. Bu araştırma çalışmaları büyük oranda fiziko-kimyasal su kalitesinin mevsimsel olarak değişiminin gözlemlenmesini belirlemek amaçlı olup diğerleri ise su kaynaklarını kirleten organik ve inorganik parametreler kullanılarak su kirliliği seviyelerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Türkiye'nin önemli su havzalarından Kızılırmak havzası ve bazı havzalarda yapılan fiziko-kimyasal su kalitesi ve kirlilik belirleme çalışmalarından bazıları aşağıda verilmiştir.

Kızılırmak Deltası'nın doğu kısmında, yüzeysel su kirliliği araştırma çalışması yapılmıştır. Kirliliğin kaynağı araştırılmıştır. Kızılırmak Nehri'nde bir sene boyunca, pH, sıcaklık, bulanıklık, çözülmüş oksijen, iletkenlik, toplam askıda madde, toplam çözülmüş madde, klorür ve kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam katı madde parametrelerinin değişimi gözlemlenmiştir. Bulgulara göre yüzey suyunun kalitesi belirtilmiştir. Elde edilen bulgular ile su kalitesi hakkında yorumlar yapılmıştır. Nehir suyunun içme, sulama ya da endüstriyel amaçlı kullanımı uygun değildir. Ancak uygun arıtma yöntemleri ile arıtıldıktan sonra kullanılabilirliği ile ilgili önerilerde bulunulmuştur [44].

Kızılırmak Deltası'nın yüzeysel sularının kalite parametreleri araştırılmış ve kirletici kaynakların etkisi belirlenmiştir. Örnekleme noktasından bir aylık periyotlarla örnekler alınarak çeşitli parametrelerin analizleri yapılmıştır. Kızılırmak Deltası'ndaki bu yüzeysel suların kirlilik dereceleri değerlendirilmiş ve kirlenme sebepleri üzerine yorumlar yapılmıştır. Çalışmada ayrıca kirlenmenin önlenmesi amacıyla alınması gereken bazı önlemler hakkında önerilerde bulunulmuştur [45].

Ege Denizi'nin ve İzmir Körfezi'nin kirlenmesine neden olan, endüstriyel, evsel kaynaklı ve sanayi işletmelerinden deşarj edilen, içerik yönü ile farklı karakteristikteki atıksularla kirletilen, Gediz Nehri 1999 yılında, bir yıl boyunca hava şartlarının durumuna göre 3 veya 4 hafta zaman aralığında inceleme yapılmıştır. Yoğun kirletici öğelerine sahip olan Gediz Nehri'nde, Nif Çayının nehre giriş kısmından başlayıp, Manisa çıkışına kadar olan bölgede önceden belirlenen lokasyonlardan alınan numune

örneklerinin bazı özelliklerini ve suyun kirliliğini tespit amaçlı parametreler ölçülmüştür. Ölçülen parametreler; sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, toplam canlı organizma ile toplam ve fekal koliform'dur. Bunlarla beraber kirlilik parametresi olmayıp, su ortamında bulunan canlılara özel etkisi olmayan parametreler; iletkenlik ve bulanıklığında ölçümü yapılmıştır. Çalışma sonucunda Gediz Nehri'nin fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin ölçüm ve analizleri yapılmıştır. Standart olarak kabul edilen değerlerle, elde edilen değerler karşılaştırılarak uygunluğu kararlaştırılmıştır. Sonuç olarak elde edilen değerlerin büyük bir kısmının standart değerlerden uzak olduğu sonucuna ulaşılmıştır [46].

İnsan sağlığını tehdit eden ve riskli bir çevre oluşturan Seyhan Baraj gölü ve çevresi, Seyhan Nehri ve Sarıçam Deresinin tamamında, çevresel ve su kirliliğine sebep olan kaynaklar düzenli bir şekilde araştırılmıştır. Nehir, nehri besleyen kollardan ve baraj gölünden yedi farklı lokasyon belirlenerek örnekler alınmıştır. Bu örneklerin analiz sonuçları 19919 sayılı 4 Eylül 1988 tarihli resmî gazetede düzenlenen su kalite standartlarına göre kıyaslama yapılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde Seyhan Nehri'nin ve kollarının IV. sınıf çok kirlenmiş su kalitesinde olduğu sonucuna varılmıştır [47].

Aras Havzası'nın Türkiye sınırları içerisinde yer alan bölümünde, yapılan çalışmada; var olan yayılı kirletici kaynaklarını tespit edip ve bu kirletici kaynaklardan oluşacak tahmini yükleri belirlemek amaçlanmaktadır. Mevcut ve geleceğe yönelik önerilerde bulunulmuştur. Yayılı kollardan gelen, azot ve fosfor yüklerin Havza'da girişini önlemek ve bu duruma engel olmak için çözüm yolları geliştirilmiştir. Havza'nın tanıtımı için çevresel özellikler ortaya konmuştur. Elde edilen bilgiler ışığında, yayılı kirletici yüklerin tespiti için ihtiyaç duyulan, arazi kullanımı, nüfus ve hayvan sayıları tespiti yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında yaklaşık yayılı azot ve fosfor yükleri hesap edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, mevcut ve gelecekte yapılacak bu çalışmaya yakın çalışmalara rehber olabilecek hedefi ile yayılı azot ve fosfor yüklerinin azaltılması için önerilere yer verilmiştir [48].

Su kalite yönetimi ile alakalı havza ölçeğinde bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma alanında havza yönetiminin önemi, su kalite yönetiminin rolü, su kaynakları yönetimiyle bağlantısı, Türkiye'deki ve Avrupa Birliği'ndeki mevzuat belirlenmiştir. Örnek olarak Büyük Menderes Havzasının özellikleri ve su kütlesi hakkında bilgi

verilmiştir. Havzanın su kalitesi tespit edilerek ve nehre gelen kirlilik miktarı belirtilmiştir. Yukarı Büyük Menderes Havzası'ndaki su miktarı tespit edilmiş. Su Çerçeve Direktifinden bulunan baskı ve etki unsurları değerlendirilmiştir [49]. Çalışmanın sonucunda havzada bulunan su miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu duruma neden olan kirlilik sebebi ise tarımsal, evsel ve endüstriyel kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



### 3. BÖLÜM

#### METARYAL VE METOT

##### 3.1 Çalışma Alanı

Bu araştırma çalışması Nevşehir ili Avanos, Gülşehir ilçeleri ve Sulusaray kasabasında belirlenen 3 farklı İstasyon, Kızılırmak Nehrinin 25 km'lik bölümünde (Şekil 3.1) Belirtilen noktalarda mevsimsel olarak alınan su numuneleri ile çalışılmıştır. Çalışma bölgesi Şekil 3.1'te gösterilmiştir.

Tablo 3. 1. Çalışmanın yapıldığı istasyonlar ve özellikleri

Bölge	İstasyon	Derinlikler (m)	Çalışma alanı koordinatları
Avanos	1.İstasyon	Yüzey	38°43'28"N 34°49'12"E
Sulusaray	2.İstasyon	Yüzey	38°44'51"N 34°45'05"E
Gülşehir	3.İstasyon	Yüzey	38°45'30"N 34°36'15"E



Şekil 3. 1.Kızılırmak Nehri çalışma alanı harita görüntüsü [50].





Şekil 3. 2. Kızılırmak Nehri numune alım noktaları [50].



Şekil 3. 3. Kızılırmak Nehri 1. istasyon numune alım noktası [51].



Şekil 3. 4. Kızılırmak Nehri 1. istasyon numune alım yeri (Avanos) -1



Şekil 3. 5. Kızılırmak Nehri 1. istasyon numune alım yeri (Avanos) -2



Şekil 3. 6. Kızılırmak Nehri 2. istasyon numune alım noktası [52].



Şekil 3. 7. Kızılırmak Nehri 2.istasyon numune alım yeri (Sulusaray) -1



Şekil 3. 8. Kızılırmak Nehri 2. istasyon numune alım yeri (Sulusaray) -2



Şekil 3. 9. Kızılırmak Nehri 3. istasyon numune alım noktası [53]

### **3.2. Numunelerin Alımı ve Saklanması**

Nevşehir İli Avanos, Gülşehir ilçeleri ve Sulusaray kasabasından geçen Kızılırmak Nehri, üzerinde belirlenen 3 farklı istasyondan alınan su numuneleri mevsimsel olarak Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü laboratuvarına getirilerek analiz yapılmıştır. Örneklemeler Yerüstü Suları Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine bağlı olarak Su numunesi alma tebliğine uygun bir şekilde yapılmıştır.

Su numuneleri Nehrin kıyısından en az 1,6m içeri doğru, yüzeyden en az 80cm derinlikte ve akıntı yönünde olmak üzere numune kabı en az altı kez yerinde nehir suyu ile çalkalanmış ve kimyasal analizler için 1 litrelik örnekleme şişeleri önceden seyreltik asitli su ve deiyonize suyla temizlenerek [54],1L hacimli cam şişelere konularak numune alımı gerçekleştirilmiştir.

Fiziksel su kalite parametreleri olan su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, iletkenlik, tuzluluk bulanıklık parametreleri yerinde, Askıda Katı madde ve Renk ölçümü ise laboratuvar ortamında ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yöntemi ve ölçümde kullanılan cihazın bilgisi aşağıda parametreler başlıklı metinlerde verilmiştir.

Kimyasal su kalite parametreleri ise taşınabilir buz kabıyla örneklenen su numunelerinin laboratuvar koşullarında analizleri yapılmıştır. Bu kimyasal parametreler Toplam azot, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat KOİ, BOİ standart yöntemler kullanılarak geliştirilmiş kitlerle analizleri yapılarak, klorofil-a ait 3.3.17 başlıklı metinde analiz yöntemi belirtilmiştir. Mevsimsel olarak yapılan analizler su kalite analizleri istatistiki olarak değerlendirilip mevsimsel sonuçlar ortaya koyulmuştur.

### **3.3. Laboratuvar Analizinde Kullanılan Parametreler**

#### **3.3.1. Su sıcaklığı**

Sıcaklığın biyolojik olaylar üzerine olan etkileri çok önemlidir. Sucul bitkilerde fotosentez yoluyla ışığa bağımlılık önemli olmakla birlikte, sıcaklıkla kontrol edilir. Belli bir değerin altında ve üstünde hiçbir canlı yaşamadığı için tek başına ışığın hiçbir kıymeti kalmamaktadır. Canlıların büyümeleri döl vermeleri için her türün belirli bir su sıcaklık isteği olması mevcuttur [55]. Su sıcaklığı ölçümü Hach Lange HQ40D model multi metre kullanılarak sahada ölçüm yapılmıştır.

### **3.3.2 pH**

Sucul ortamda hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır ve bu nedenle sıvının asit veya alkali olup olmadığının bir ölçüsüdür. pH ölçeği (suyun iyonlaşma sabitinden türetilmiş), 0 (asidik) ile 14 (alkali) arasında değişir. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre; kıta içi su kaynaklarının pH 6,5-8,5 aralığında olup, pH ölçümü Hach Lange HQ40D model cihaz kullanarak multi metre ile arazide potansiyometrik olarak ölçülmüştür.

### **3.3.3 Çözünmüş oksijen**

Çözünmüş oksijen ile sıcaklık arasında ters bir orantı var. Sıcaklığa bağlı olarak Çözünmüş oksijen miktarı artar veya azalır özellikle yaz mevsimlerinde sıcaklık artmasından kaynaklı olarak çözünmüş oksijen konsantrasyonu azalacağı için ötrofikasyon sebep olacaktır. Çözünmüş oksijen miktarı Hach Lange HQ40D model multi metre ile optikluminesan ölçüm prensibine göre ölçülmüştür.

### **3.3.4 Elektriksel iletkenlik**

İletkenlik sulu bir çözeltinin elektriği iletme kabiliyetinin sayısal bir karşılığıdır. Suyun iletkenliği sudaki iyonların toplam ve bağlı konsantrasyonlarına, hareketliliğine, değerliklerine ve ölçüm sıcaklığına bağlıdır. Suyun iletkenliği ölçülerek, sudaki iyon miktarı yaklaşık olarak tayin edilebilir. İletkenlik değerinin 0,55-0,70 ile çarpımı suyun tuzluluğu hakkında bir fikir edinilebilir. Elektriksel iletkenlik Hach Lange HQ40D model çoklu ölçerle yerinde ölçülmüştür.

### **3.3.5 Tuzluluk**

Suyun iletkenliği ölçülerek, sudaki iyon miktarı yaklaşık olarak tayin edilebilir. İletkenlik değerinin 0,55-0,70 ile çarpımı suyun tuzluluğu hakkında bir fikir edinilebilir. Aynı şekilde, bu bağlantıdan yararlanarak bulunan ampirik (deneye dayalı) sonuca göre, normal sularda iletkenliğin 100'e bölünmesiyle, hesaplanır. Tuzluluk %oS'de olarak Hach Lange HQ40D model çoklu ölçerle yerinde ölçümü yapılmıştır.

### **3.3.6 Bulanıklık**

Bulanıklık, ışığın sudan geçmesine engel olan, içerisinde askıda katı maddeler bulduran sularda görülür. Bulanıklığa birçok organik veya inorganik madde sebep olabilir. Bulanıklık, çevresel açıdan üç nedenden dolayı önemlidir. Estetik, düşük filtrasyon kapasitesi ve son olarak da etkisiz sterilizasyon. Amerika Birleşik

Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 1 NTU'yu (bulanıklık birimi) geçmemesi tavsiye edilmektedir. Bulanıklık genellikle nefelometrik teknik kullanılarak ölçülür. Cihazda, bir ışık kaynağı numuneyi aydınlatır ve bulanıklık, yansıyan ışığın yoğunluğunun dik açılarda ölçülmesiyle belirlenir. Bulanıklık verileri içme suyu ve kullanım sularında genel olarak kullanılan bir parametredir. Evsel ve endüstriyel atıksularda daha hızlı sonuç elde etmek için askıda katı madde (AKM) yerine tercih edilir. Bulanıklığın ölçümü Hach 2100Q/2100Q IS portatif bulanıklık ölçer cihaz tarafından gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.7 Renk**

Atıksularda renk oluşumunun asıl kaynağı sanayi kollarından olan tekstil endüstrisidir. Tekstil endüstrisi atıksuları üretim kısımlarında kullanılan farklı yapıdaki boyalar, yüzey aktif maddeler ve tekstil yardımcı maddelerden kaynaklanan yüksek organik madde içerikleri nedeni ile kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve renk olmak üzere değişken kirlilik parametreleri içermektedir. Renk, atıksu deşarjında mevcut standartlara göre sınırlayıcı bir parametre olmamasına rağmen, estetik açıdan bir probleme neden olduğu için suyun tekrar kullanımında engel olmaktadır. Renk analizi Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak tayini gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.8 Askıda Katı Madde**

Doğal ve atık sulardaki askıda veya çözünmüş yapıdaki maddeler katı maddeler olarak adlandırılır. Katı maddelerin genel tanımı şu şekildedir; buharlaşma işleminden ve 103-105°C'de kurutmadan sonra arta kalan maddelerin tamamı katı madde olarak ifade edilir, yüksek miktarda katı madde bulduran sular içme ve endüstriyel amaçlı kullanılamazlar. Yer altı suları genel olarak katı madde oranı açısından düşükken, yüzey suları ise katı madde bakımından oranı daha yüksektir. Sularda katı maddeler tanecik boyutlarına göre; çözünmüş, kolloid ve askıda katı maddeler olarak sınıflandırılır. Sudaki önemli parametrelerden biri olan askıda katı maddenin meydana gelmesi doğal olarak olduğu gibi (erozyon, rüzgâr vb.) beşerî faaliyetler neticesinde de sulara karışabilir [56]. Askıda katı madde analizi Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak tayini gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.9 Nitrit**

Nitrit bir ara üründür. Doğal sularda konsantrasyonları oldukça az miktardadır. Yerleşim yerlerinde olan nitrit daha çok organik maddeden kaynaklıdır. Nitrit miktarının sularda fazla bulunması birçok probleme neden olmaktadır. Nitrit analizleri, geliştirilmiş LCK341 kotlu kitlerle, Diazotizasyon metot yöntemi ile Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.10 Nitrat**

Doğal sularda bulunan nitratın büyük bir kısmı organik ve inorganik madde içerikli kaynaklardan gelirken, Yüzeysel sulara ise evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucunda oluşan atıksulardan meydana gelmektedir. Nitrat analizleri, geliştirilmiş LCK339 kotlu kitlerle, 2,6-Dimetilfenol metot ile Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.11 Fosfat**

Fosfor; bitkilerde, mikro organizmalarda, hayvan atıklarında ve tarımsal sektörlerde gübre olarak kullanılır. Özellikle ev vb. yerlerde deterjanların yapımında temel bir parçası olarak fosfor kullanılır. Bu nedenle atık su deşarjları fosfatın artmasında sebep olur. Fosfatın sudan ayrıştırılması ise bitkiler ve toprak tarafından sağlanır. Bitkiler fosforu kullanırken, toprak ise fosforu tutarak uzaklaştırılmasını sağlar. Doğal su kaynaklarında ötrofikasyon için minimum fosfat limiti 50 µg/L dir [57]. Fosfat için içme ve kullanma sularında bir sınırlama bulunmamaktadır. Fosfatın varlığı su depolarında alglerin çoğalmasına yardımcı olup, içme sularında kötü koku ve tat problemlerine sebebiyet vermektedir [58]. Fosfat analizleri, geliştirilmiş LCK348 kotlu kitlerle, Fosformolibden mavisi metot ile Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.12 Sülfat**

Sülfatlar doğada var olan ağır metal sülfürlerinin atmosferik olayların neticesinde kısmen oksitlenerek suda çözünmesinden oluşur. [58]. Sülfat analizleri, geliştirilmiş LCK353 kotlu kitlerle, Baryum sülfat yöntemi ile Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak analizleri gerçekleştirilmiştir.



### 3.3.13 Toplam Azot

Azot hem canlı bünyesinde hem besin maddelerinde hem de ölü organizmalarda bulunmakla birlikte doğada azot çevrimi bir döngü içindedir. Azot bileşiklerinde mevsimsel olarak değişimler gözlenir. Azot döngüsünün en önemli süreci moleküler azotun (havadaki serbest azot) bağlanması, amonyaklaşma, nitrifikasyon ve denitrifikasyon olaylarıdır. Moleküler azotun bağlanması %78 oranında atmosferdeki serbest azotun kullanılması şeklindedir. Bu amonyum iyonlarının bir kısmı bitkiler tarafından besin maddesi olarak tüketilirken diğer kısmı ise önce nitrite sonra nitrate yükseltgenirler. Bu olaya nitrifikasyon denir. Bu döngü ototrof ve heterotrof bakteriler tarafından sağlanır. Nitrifikasyonu gerçekleştiren nitrosomas amonyumu nitrite dönüştürür [59]. Toplam azot analizleri, geliştirilmiş LCK138 kotlu kitlerle, Koroleff sindirimi + 2,6 dimetilfenol yöntemi ile Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

### 3.3.14 Amonyum

Nitrifikasyon: Atıksuda bulunan amonyum  $\text{NH}_4^+$  iyonlarının bakteriler tarafından önce nitrite sonra nitrat iyonlarına dönüştürülme sürecidir. Amonyumu nitrite oksitleyen bakteri türleri Nitrosomonas ve Nitrosococcus olarak bilinmektedir. İlk basamakta nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) oksitlenen amonyum iyonları, ikinci basamakta Nitrobakter tarafından nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüştürülür. Ototrof nitrifikasyon bakterileri büyüme ve hücre metabolizması için gerekli bütün enerji, inorganik azot bileşiklerinin oksidasyonu sonucunda meydana gelen enerjiden sağlar. Hücre büyümesi için gereken karbon kaynağını ise karbondioksitten elde ederler [60]. Amonyum analizi, geliştirilmiş LCK305 kotlu kitlerle, Indofenol mavisı yöntemi ile Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

### 3.3.15 Kimyasal oksijen ihtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sudaki yükseltgenebilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için ihtiyaç duyulan oksijen miktarını ifade eder. Evsel ve endüstriyel atıksuların (özellikle endüstriyel) kirlilik durumu hakkında bilgi sahibi olmak için tercih edilen önemli parametrelerden birisidir. BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı)'den farkı organik maddenin biyokimyasal reaksiyonlarla ziyade redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi temeline dayanmaktadır. Elektron transferinin bulunmadığı reaksiyonlara giren maddelerin kimyasal oksijen ihtiyacı ölçümü

mümkün değildir [61]. KOİ analizi, geliştirilmiş LCK1414 kotlu kitlerle, Kromosülfürik asit yöntemi ile Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

### 3.3.16 Biyolojik Oksijen İhtiyacı

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı Atıksulardaki kirlilik yükünün (organik maddelerin) ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Aerobik bakteriler tarafından parçalanabilen organik maddelerin biyokimyasal oksidasyonu (karbon içeren maddelerin oksitlenmesi olayı) sırasında tüketilen oksijen miktarına Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) adı verilmiştir. (BOİ)<sub>5</sub> testinde minimum beş (5) gün süre ile 20°C sıcaklıkta bekletilerek sonuca ulaşılır [62]. (BOİ)<sub>5</sub> analizi, geliştirilmiş LCK554 kotlu kitlerle, Seyreltme yöntemi ile Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

### 3.3.17 Klorofil-a

Klorofil-a miktarının saptanması için, 1L Hacimli su numuneleri 3500 rpm'de 5 dk. santrifüjle çöktürüldükten sonra üst faz alınarak ve hücre pelleti üstüne aseton (%80, v/v) eklenmiştir. Aseton eklenmiş tüpler buz içerisine yerleştirildikten sonra ultrasonik homojenizasyon cihazı kullanılarak (Bandelin Sonopuls-HD 2070), %5 x 10 döngü/%100 güç ayarında 10 dk. boyunca sonikasyon yapılmıştır. Sonikasyondan sonra örnekler santrifüj edilmiş ve üst faz alınarak spektrofotometre cihazında 663 nm ve 646 nm dalga boylarında absorpsiyon ölçülmüştür. Elde edilen optik yoğunluk değerleri aşağıda verilen, formülde yerine konularak hesaplanarak klorofil-a miktarı saptanmıştır.

Hesaplama yöntemi →  $Klorofil - a = (12.21A_{663} - 2.81A_{646}) mg/L$  [63]. (3.1)

## 4. BÖLÜM

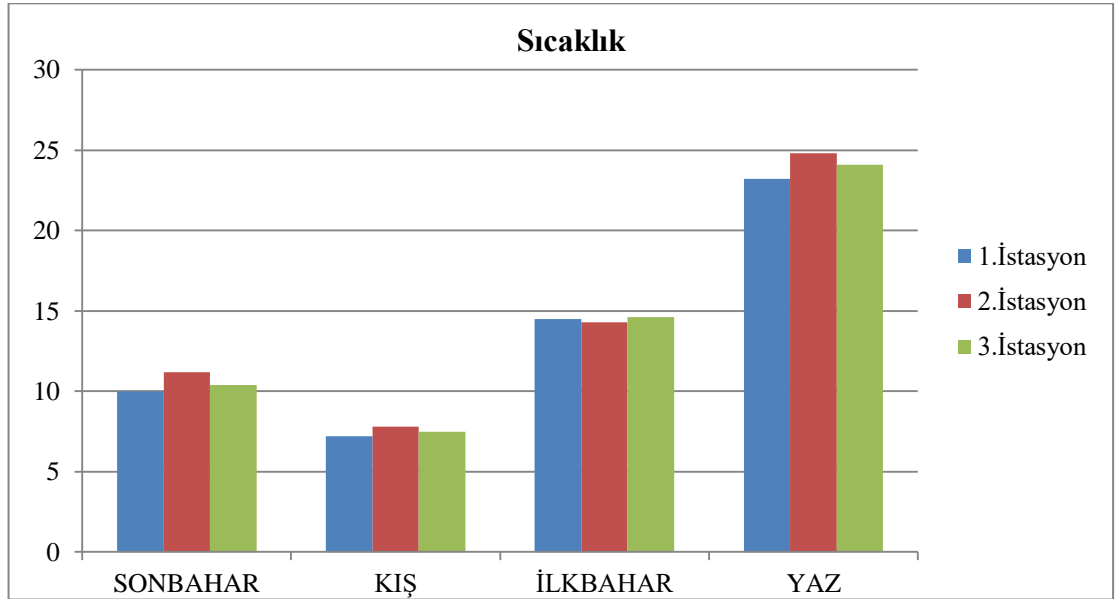
### DENEYSEL BULGULAR

#### 4.1 Su Sıcaklığı

Kızılırmak Nehrinde ölçümü yapılan su sıcaklığı değerleri 7,2 °C ile 24,8 °C arasında değişim göstermiştir. En yüksek su sıcaklığının 2.istasyonda 24,8 °C (yaz), en düşük su sıcaklığının ise 1.istasyonda 7,2 °C (sonbahar) civarında olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.1).

Tablo 4. 1. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel sıcaklık değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları sıcaklık değerleri (°C)		
	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon
Sonbahar	10,0	11,2	10,4
Kış	7,2	7,8	7,5
İlkbahar	14,5	14,3	14,6
Yaz	23,2	24,8	24,1
Ortalama	13,7	14,5	14,1



Şekil 4. 1. Sıcaklık değerinin mevsimsel olarak değişimi.

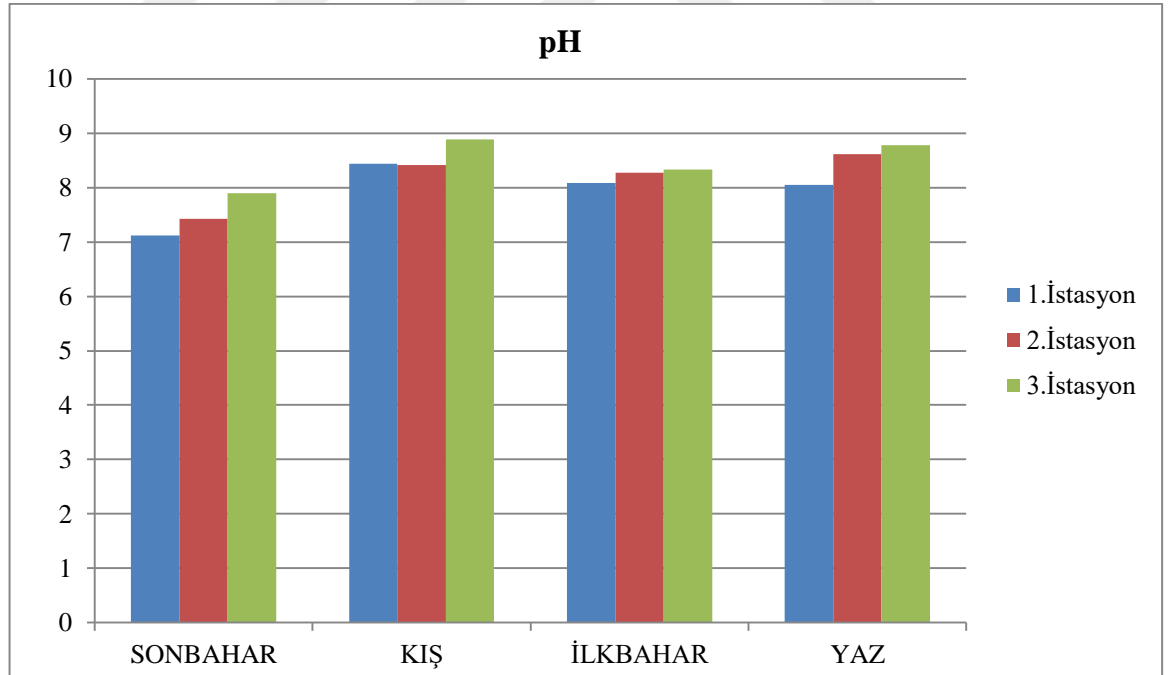
Sıcaklık verilerine ait grafik Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

## 4.2 pH

Kızılırmak Nehrinde yapılan çalışmada pH ölçümleri sonucunda pH değerlerinin 7,12 ile 8,89 arasında değiştiği ve en yüksek pH değerinin 3.istasyonda 8,89(kış), en düşük pH değerinin ise 1.istasyonda 7,12 (sonbahar) civarında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4. 2. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel pH değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları pH Değerleri		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	7,12	7,42	7,9
Kış	8,44	8,41	8,89
İlkbahar	8,08	8,27	8,33
Yaz	8,05	8,62	8,78
Ortalama	7,92	8,1	8,47



Şekil 4. 2. pH değerinin mevsime göre değişimi

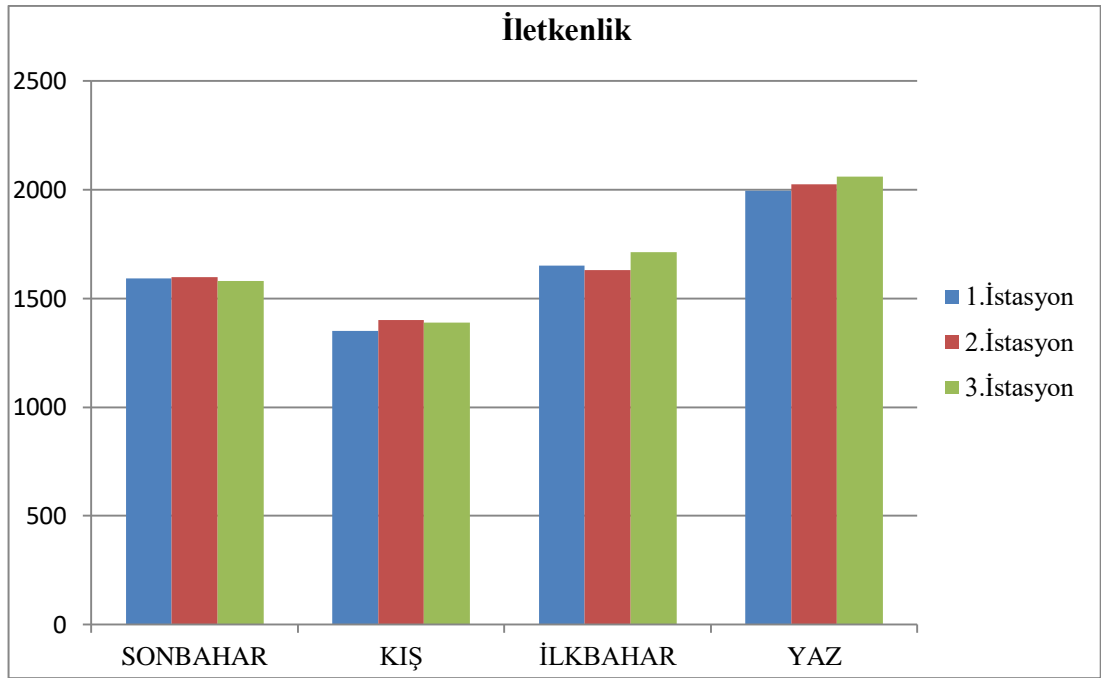
pH verilerine ait grafik Şekil 4.2'de gösterilmektedir.

### 4.3 Elektriksel İletkenlik

Çalışma periyodu içerisinde yapılan elektriksel iletkenlik ölçümleri sonucunda Kızılırmak Nehrinin elektriksel iletkenlik değerlerinin 1370 ile 2060  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değiştiği ve en yüksek iletkenlik değerinin 3.istasyonda 2060  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (yaz), en düşük iletkenlik değerinin ise 1.istasyonda 1350  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (kış) civarında olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.3).

Tablo 4. 3. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel elektriksel iletkenlik değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları iletkenlik değerleri ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		
	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon
Sonbahar	1593	1597	1579
Kış	1350	1400	1390
İlkbahar	1650	1629	1711
Yaz	1994	2024	2060
Ortalama	1646	1662	1685



Şekil 4. 3. Elektriksel iletkenlik değerinin mevsime göre değişimi

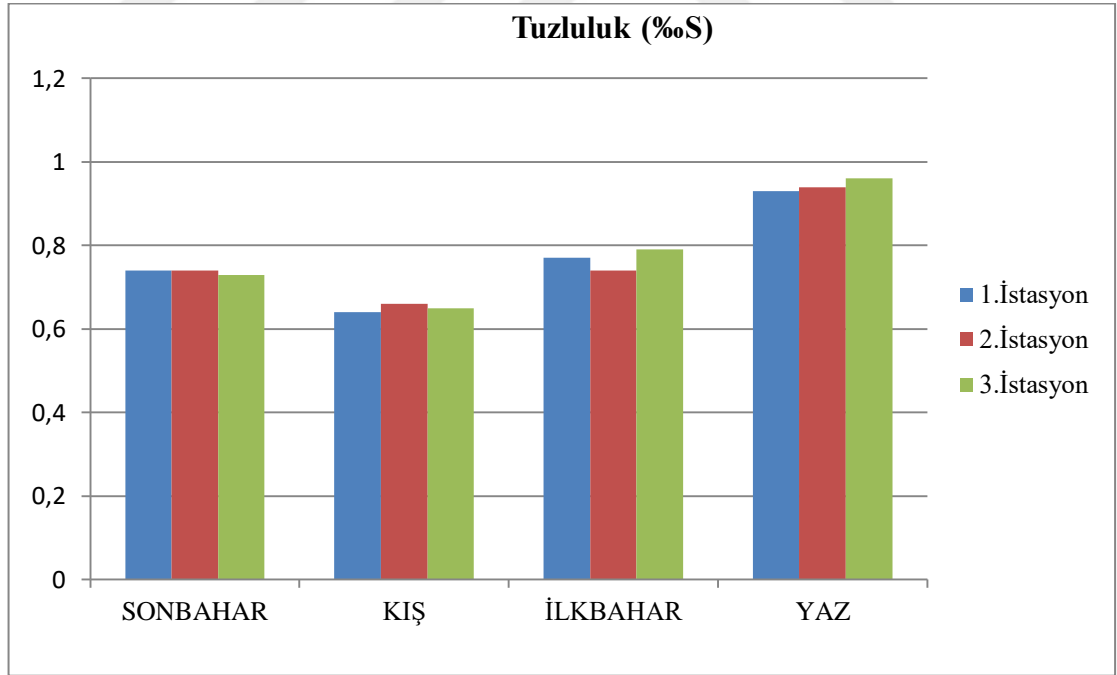
Elektriksel iletkenlik ait grafik Şekil 4.3'de gösterilmektedir

#### 4.4 Tuzluluk

Kızılırmak Nehrinde yapılan çalışmada tuzluluk ölçümleri sonucunda tuzluluk değerlerinin 0,64 ile 0,96 ‰ arasında değiştiği ve en yüksek tuzluluğun 3.istasyonda 0,96 ‰(Yaz) en düşük tuzluluğun 1.istasyonda 0,64 ‰(Kış) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4. 4. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel tuzluluk değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları tuzluluk değerleri (‰S)		
	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon
Sonbahar	0,74	0,74	0,73
Kış	0,64	0,66	0,65
İlkbahar	0,77	0,74	0,79
Yaz	0,93	0,94	0,96
Ortalama	0,77	0,685	0,669



Şekil 4. 4. Tuzluluk değerinin mevsime göre değişimi

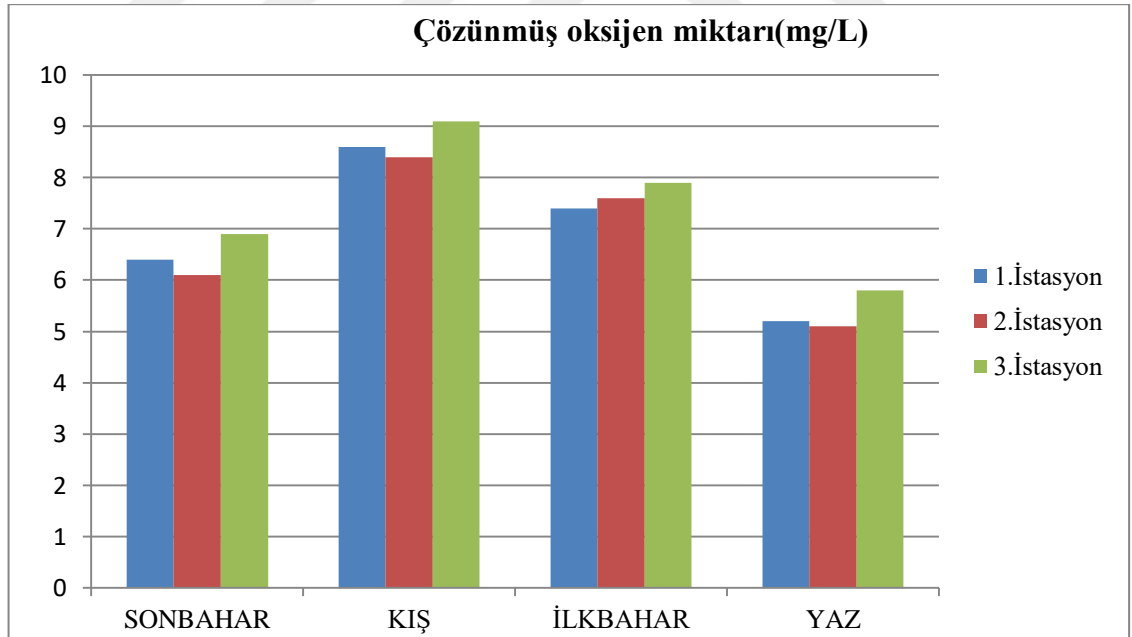
Tuzluluk verilerine ait grafik Şekil 4. 5'te gösterilmektedir.

#### 4.5 Çözünmüş Oksijen Miktarı

Çözünmüş oksijen ilgili ölçümler değerlendirildiğinde Kızılırmak Nehrinde çözünmüş oksijen değerlerinin 5,1 ile 9,1 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek ortalama oksijen değerinin 3.istasyonda 9,1 mg/L(kış), en düşük oksijen değerinin ise 2.istasyonda 5,1 mg/L(yaz) civarında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.5).

Tablo 4. 5. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel çözünmüş oksijen değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları çözünmüş oksijen değerleri (mg/L)		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	6,4	6,1	6,9
Kış	8,6	8,4	9,1
İlkbahar	7,4	7,6	7,9
Yaz	5,2	5,1	5,8
Ortalama	6,9	6,8	7,4



Şekil 4. 6. Çözünmüş oksijen değerinin mevsime göre değişimi

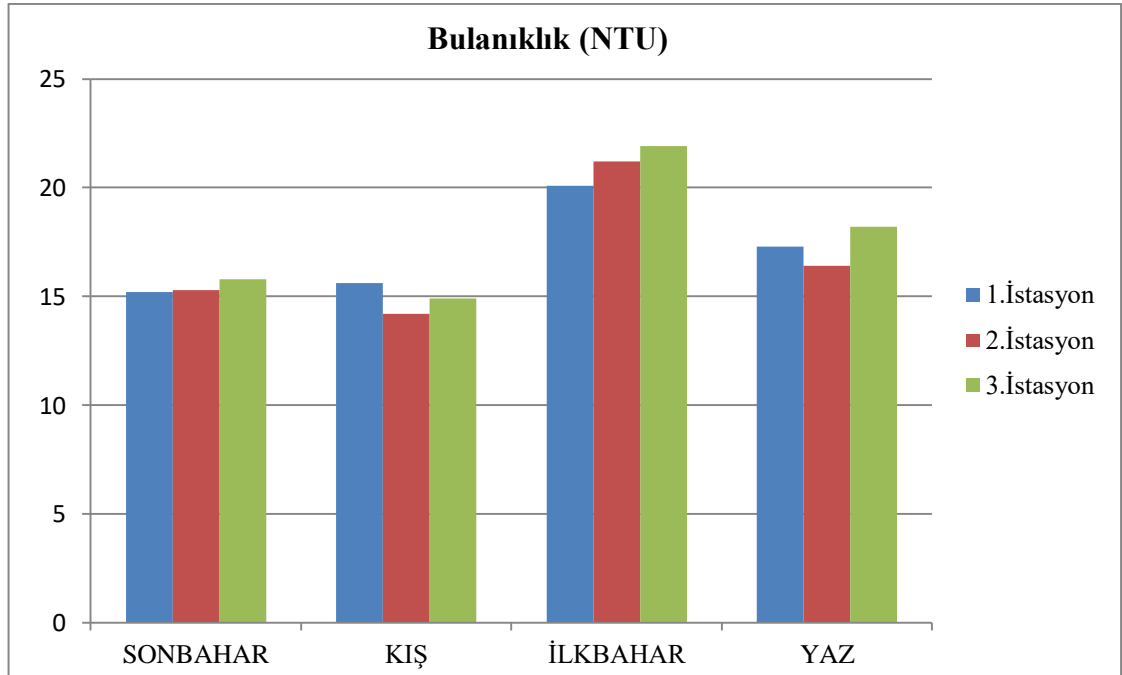
Çözünmüş oksijen verilerine ait grafik Şekil 4.5’de gösterilmektedir.

#### 4.6 Bulanıklık

Bulanıklıkla ilgili ölçümler değerlendirildiğinde Kızılırmak Nehrinde bulanıklık değerlerinin 14,21 ile 21,9 NTU arasında değiştiği ve en yüksek değer 3.istasyonda 21,9 NTU (İlkbahar), en düşük değerin ise 2.istasyonda 14,2 NTU (Kış) civarında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.6).

Tablo 4. 6. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel bulanıklık değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları bulanıklık değerleri (NTU)		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	15,2	15,3	15,8
Kış	15,6	14,2	14,9
İlkbahar	20,1	21,2	21,9
Yaz	17,3	16,4	18,2
Ortalama	17,1	16,7	17,7



Şekil 4. 7. Bulanıklık değerinin mevsimsel değişimi

Bulanıklık verilerine ait grafik Şekil 4.6'da gösterilmektedir.

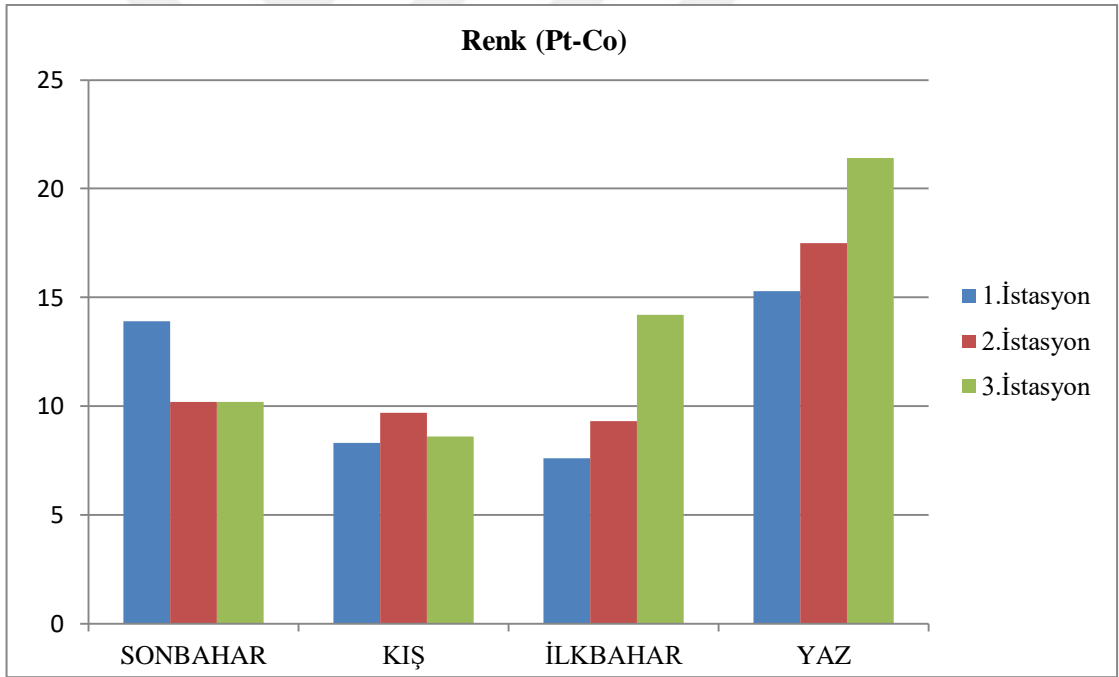


#### 4.7 Renk

Renkle ilgili ölçümler değerlendirildiğinde Kızılırmak Nehrinde suyun renginin 7,6 ile 21,4 Pt-Co arasında değiştiği ve en yüksek değer 3.istasyon 21,4 Pt-Co (yaz), en düşük değer ise 1.istasyon 7,6 Pt-Co (ilkbahar) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.7).

Tablo 4. 7. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel bulanıklık değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları renk değerleri (Pt-Co)		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	13,9	10,2	10,2
Kış	8,3	9,7	8,6
İlkbahar	7,6	9,3	14,2
Yaz	15,3	17,5	21,4
Ortalama	11,27	11,67	13,6



Şekil 4. 8. Renk değerinin mevsimsel değişimi

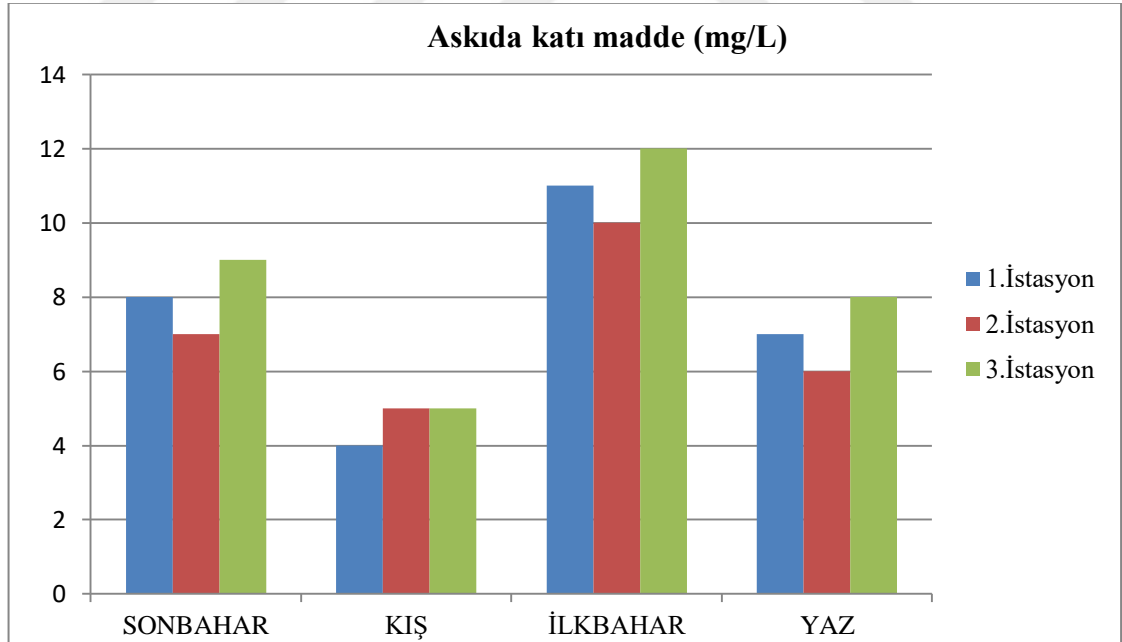
Renk verilerine ait grafik Şekil 4.7’de gösterilmektedir.

#### 4.8. Askıda Katı Madde

Askıda katı madde ile ilgili ölçümler değerlendirildiğinde Kızılırmak Nehrinde askıda katı madde değerlerinin 4 ile 12 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek askıda katı maddenin 3.istasyonda 12 mg/L (ilkbahar), en düşük askıda katı maddenin ise 1.istasyon 3 mg/L (kış) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4. 8. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel askıda katı madde değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları AKM değerleri (mg/L)		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	8	7	9
Kış	4	5	5
İlkbahar	11	10	12
Yaz	7	6	8
Ortalama	8	7	9



Şekil 4. 9. Askıda katı madde verilerine ait grafik

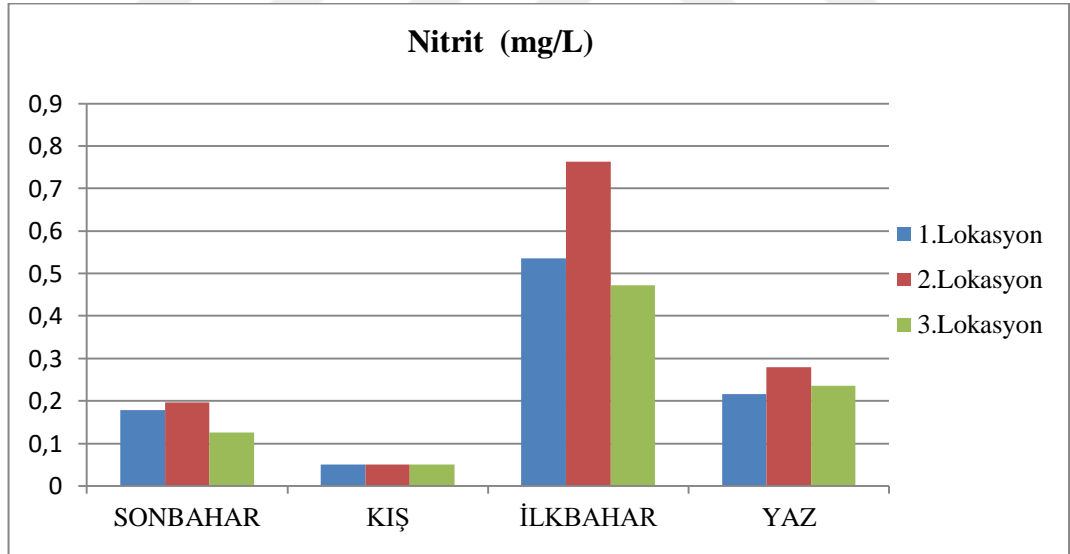
Askıda katı madde verilerine ait grafik Şekil 4.8’de gösterilmektedir.

#### 4.9. Nitrit

Çalışmalar sonucunda Kızılırmak Nehrinde nitrit 0,05 ile 0,763 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek değer 2.istasyon 0,763 mg/L(ilkbahar), en düşük değerin ise kış mevsiminin de tüm istasyonlarda eşit olarak 0,05mg/L civarında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.9).

Tablo 4. 9. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel nitrit değerleri

Mevsimler	Örneklem noktaları nitrit değerleri (mg/L)		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	0,179	0,197	0,125
Kış	≤0,05	≤0,05	≤0,05
İlkbahar	0,536	0,763	0,472
Yaz	0,216	0,279	0,235
Ortalama	0,245	0,322	0,220



Şekil 4. 10. Nitrit değerinin mevsimlere göre değişimi

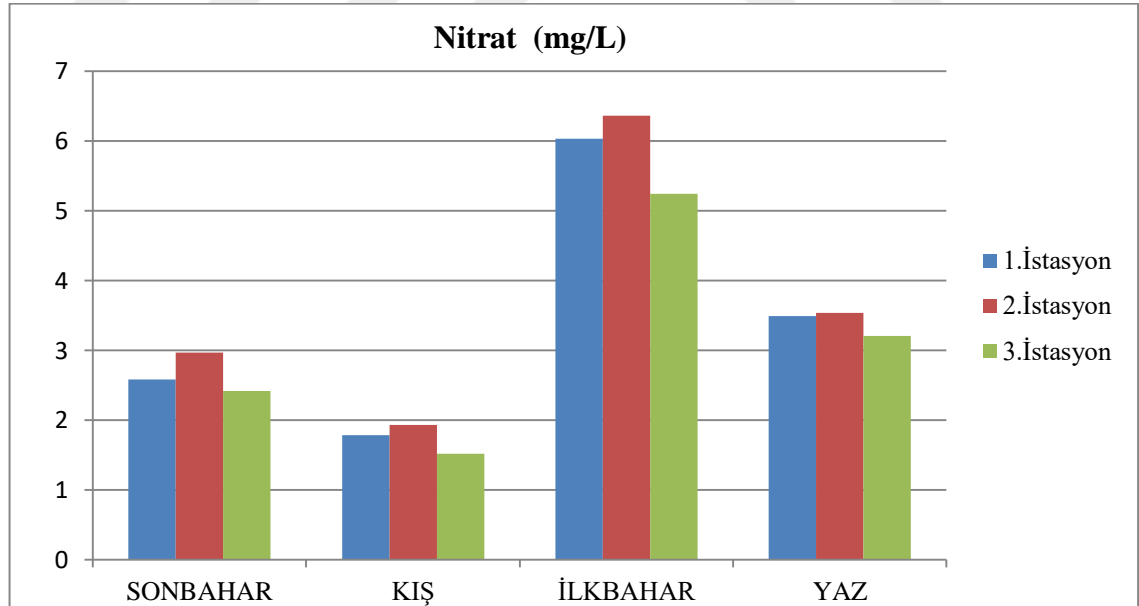
Nitrit verilerine ait grafik Şekil 4. 11'da gösterilmektedir.

#### 4.10 Nitrat

Çalışmalar sonucunda Kızılırmak Nehrinde Nitrat 1,52 ile 6,36 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek nitrat 1.istasyonda 6,36 mg/L(ilkbahar), en düşük nitrat ise 3.istasyon 1,52 mg/L(kış) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.10).

Tablo 4. 10. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel nitrat değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları nitrat değerleri (mg/L)		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	2,58	2,97	2,42
Kış	1,78	1,93	1,52
İlkbahar	6,03	6,36	5,24
Yaz	3,49	3,54	3,21
Ortalama	3,47	3,7	3,09



Şekil 4. 12. Nitrat değerinin mevsimlere göre değişimi

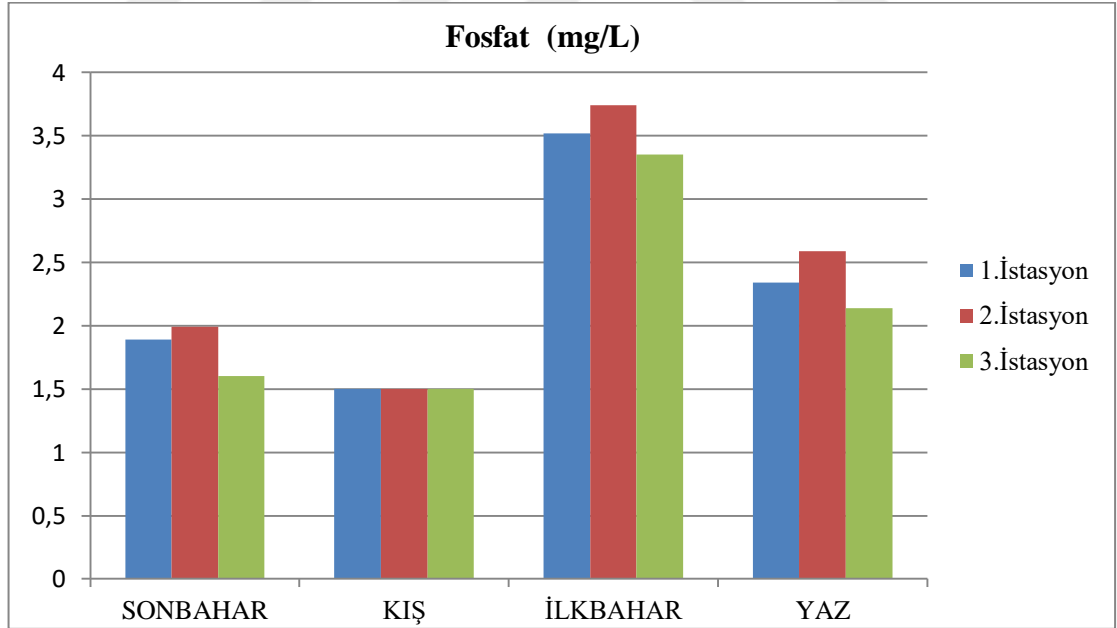
Nitrat verilerine ait grafik Şekil 4. 10'da gösterilmektedir.

#### 4.11. Fosfat

Yapılan çalışmalar neticesinde Kızılırmak Nehrinde fosfat değerlerinin 1,5 ile 3,74 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek fosfat değerinin 3.istasyon 3,74 mg/L(ilkbahar), en düşük fosfat değerinin ise kış mevsiminde tüm istasyonlarda eşit olarak 1,5 mg/L civarında olduğu belirlenmiştir. (Tablo 4.11).

Tablo 4. 11. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel fosfat değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları fosfat değerleri (mg/L)		
	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon
Sonbahar	1,89	1,99	1,60
Kış	≤1,5	≤1,5	≤1,5
İlkbahar	3,52	3,74	3,35
Yaz	2,34	2,59	2,14
Ortalama	2,31	2,45	2,14



Şekil 4. 13. Fosfat değerinin mevsimlere göre değişimi

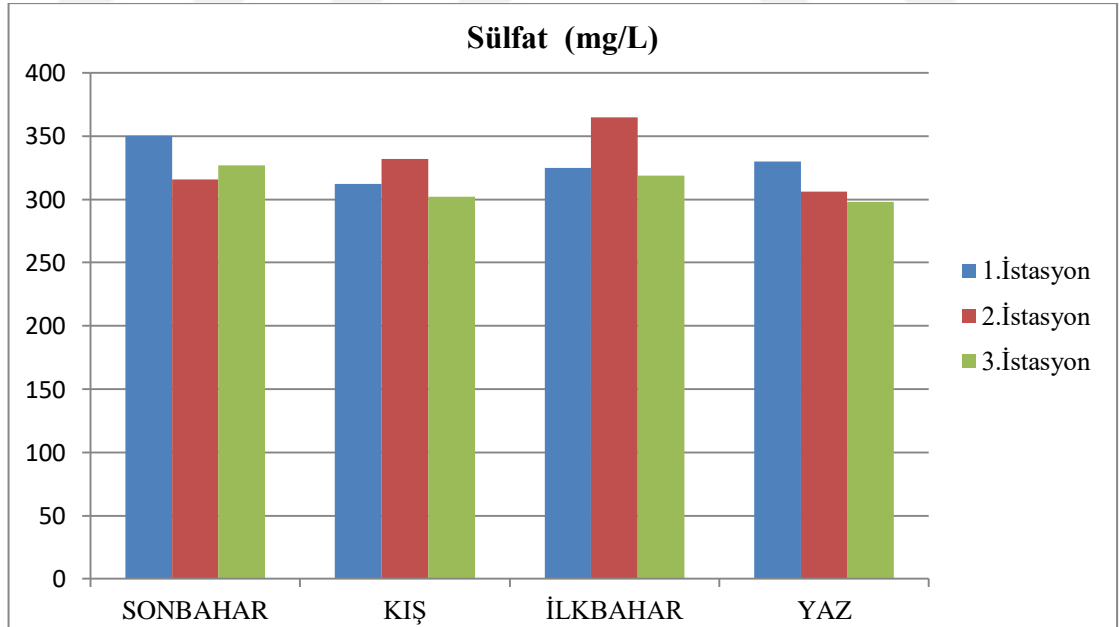
Fosfat verilerine ait grafik Şekil 4. 11'de gösterilmektedir.

#### 4.12 Sülfat

Yapılan çalışmalar neticesinde Kızılırmak Nehrinde sülfat değerlerinin 298 ile 365 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek sülfat değerinin 2.istasyon 365 mg/L(İlkbahar), en düşük sülfat değerinin ise 3.istasyon 298 mg/L(yaz), civarında olduğu saptanmıştır(Tablo 4.12).

Tablo 4. 12. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel sülfat değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları sülfat değerleri (mg/L)		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	350	316	327
Kış	312	332	302
İlkbahar	325	365	319
Yaz	330	306	298
Ortalama	329	330	311



Şekil 4. 14. Sülfat değerinin mevsimlere göre değişimi

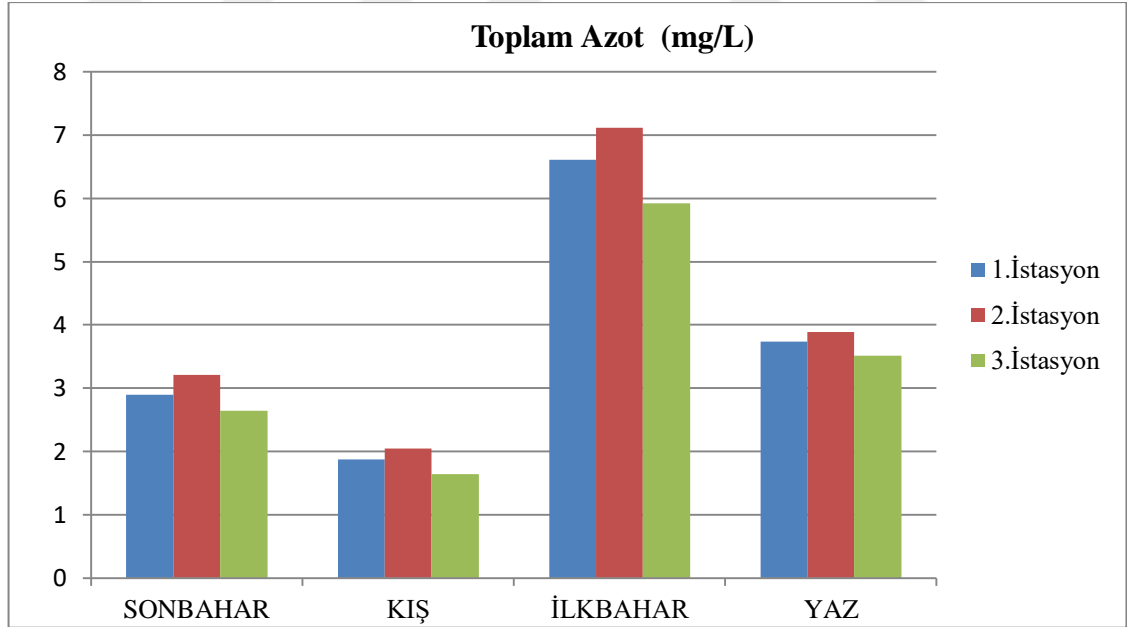
Sülfat verilerine ait grafik Şekil 4.12’de gösterilmektedir.

#### 4.13 Toplam Azot

Yapılan çalışmalar neticesinde Kızılırmak Nehrinde toplam azot değerlerinin 1,64 ile 7,12 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek toplam azotun değerinin 1.istasyon 7,12 mg/L(İlkbahar), en düşük toplam azot değerinin ise 3.istasyon 1,64 mg/L(İlkbahar), civarında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.13).

Tablo 4. 13. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel toplam azot değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları toplam azot değerleri (mg/L)		
	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon
Sonbahar	2,90	3,21	2,64
Kış	1,87	2,05	1,64
İlkbahar	6,61	7,12	5,92
Yaz	3,74	3,89	3,51
Ortalama	3,78	4,06	3,42



Şekil 4. 15. Toplam azot değerinin mevsimlere göre değişimi

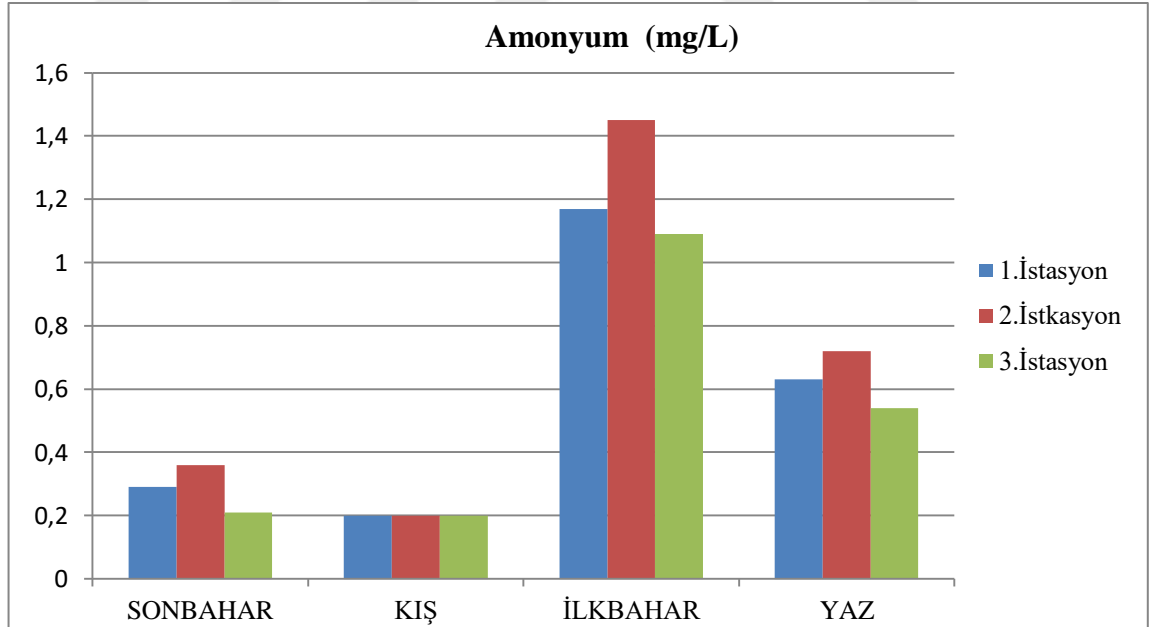
Toplam azot verilerine ait grafik Şekil 4.13'te gösterilmektedir.

#### 4.14 Amonyum

Yapılan çalışmalar neticesinde Kızılırmak Nehrinde amonyum değerlerinin 0,02 ile 1,45 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek amonyum değerinin 2.istasyon 1,45 mg/L(ilkbahar), en düşük amonyumun değerinin ise 3 istasyonda da 0,02 mg/L(kış), civarında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.14).

Tablo 4. 14. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel amonyum değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları amonyum değerleri (mg/L)		
	1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon
Sonbahar	0,29	0,36	0,21
Kış	≤0,02	≤0,02	≤0,02
İlkbahar	1,17	1,45	1,09
Yaz	0,63	0,72	0,54
Ortalama	0,57	0,68	0,51



Şekil 4. 16. Amonyum değerinin mevsimlere göre değişimi

Amonyum verilerine ait grafik Şekil 4.1417'te gösterilmektedir.

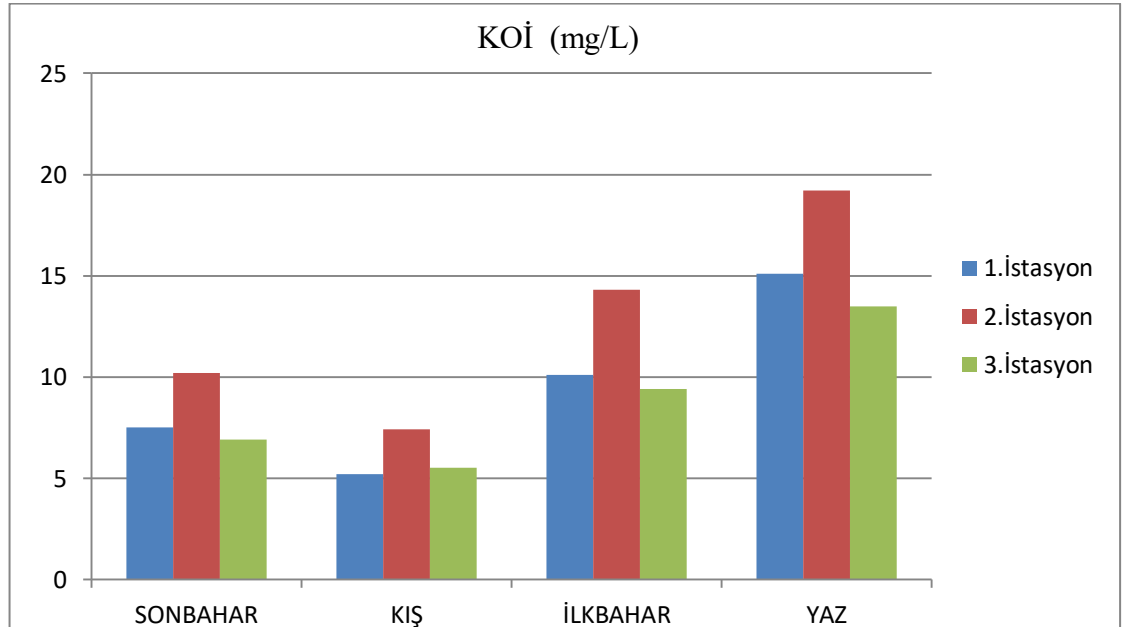


#### 4.15 Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Yapılan çalışmalar neticesinde Kızılırmak Nehrinde kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin 5,2 ile 19,2 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı değerinin 2.istasyon da 19,2 mg/L(yaz), en düşük kimyasal oksijen ihtiyacı değerinin ise 1.istasyon da 5,2mg/L(kış) civarında olduğu saptanmıştır.(Tablo 4.15).

Tablo 4. 15. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları KOİ değerleri (mg/L)		
	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon
Sonbahar	7,5	10,2	6,9
Kış	5,2	7,4	5,5
İlkbahar	10,1	14,3	9,4
Yaz	15,1	19,2	13,5
Ortalama	9,4	12,7	8,8



Şekil 4. 18. KOİ değerinin mevsimlere göre değişimi

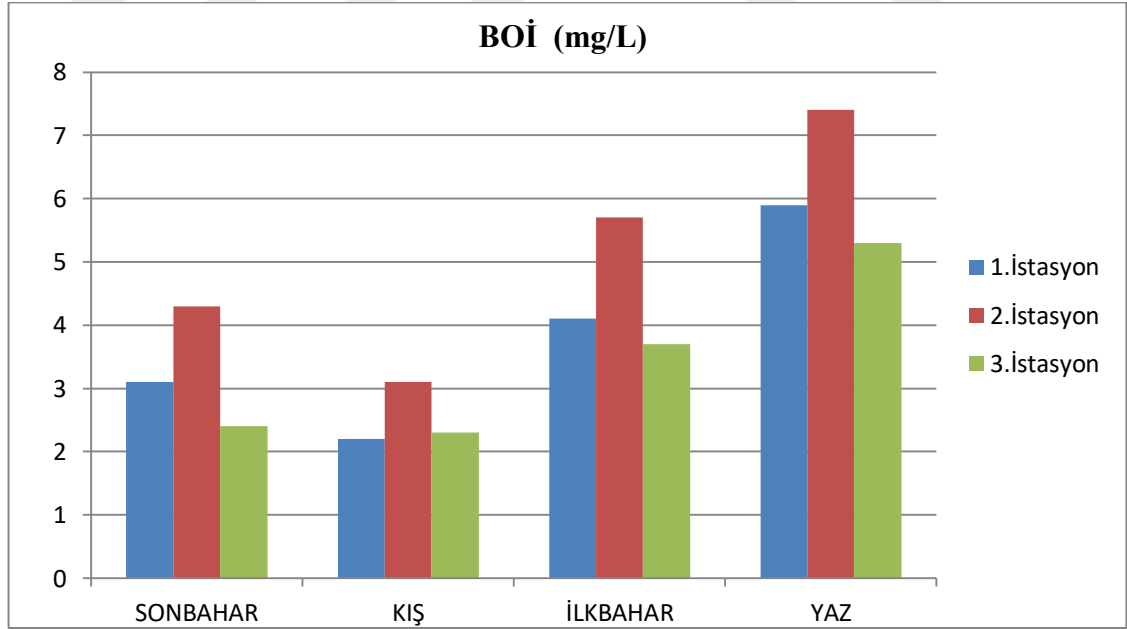
KOİ verilerine ait grafik Şekil 4.15'te gösterilmektedir.

#### 4.16 Biyolojik Oksijen İhtiyacı

Yapılan çalışmalar neticesinde Kızılırmak Nehrinde biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinin 2,2 ile 7,4 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı değerinin 2.istasyon da 7,4 mg/L(yaz), en düşük biyolojik oksijen ihtiyacı değerinin 1.istasyon da 2,2 mg/L(kış) civarında olduğu saptanmıştır.(Tablo 4.16).

Tablo 4. 16. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel biyolojik oksijen ihtiyacı değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları BOİ değerleri (mg/L)		
	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon
Sonbahar	3,1	4,3	2,4
Kış	2,2	3,1	2,3
İlkbahar	4,1	5,7	3,7
Yaz	5,9	7,4	5,3
Ortalama	3,8	5,1	3,4



Şekil 4. 19. BOİ değerinin mevsimlere göre değişimi

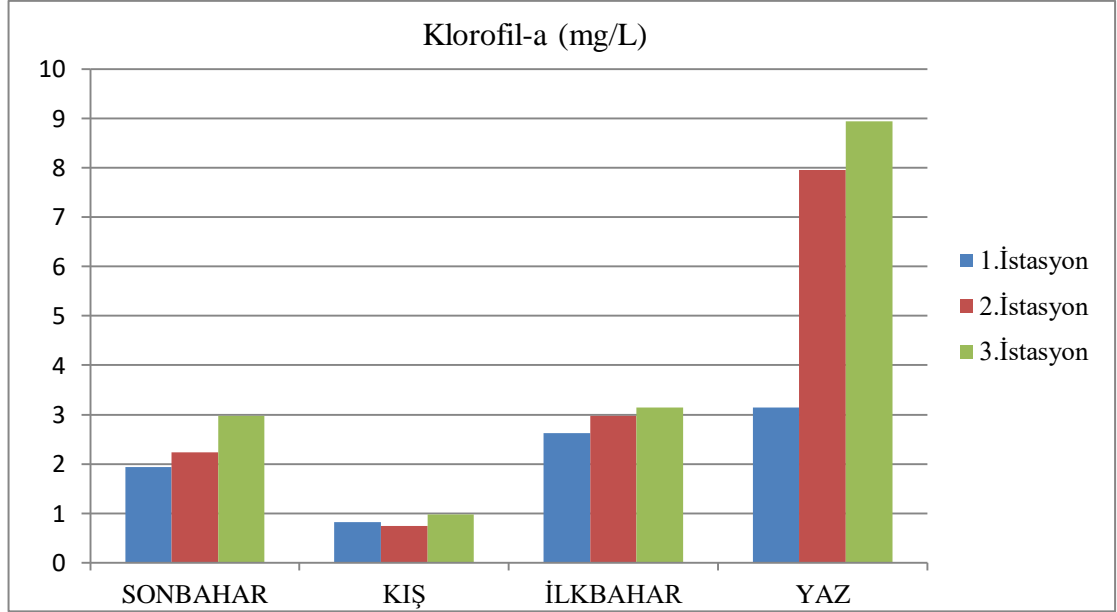
BOİ verilerine ait grafik Şekil 4.16'da gösterilmektedir.

#### 4.17 Klorofil-a

Yapılan çalışmalar neticesinde Kızılırmak Nehrinde klorofil-a değerlerinin 0,75 ile 8,94 mg/L arasında değiştiği ve en yüksek klorofil-a değerinin 3. istasyonda 8,94 mg/L(yaz) en düşük klorofil-a değerinin ise 1.istasyonda 0,75mg/L (kış) olduğu saptanmıştır (Tablo 4.17).

Tablo 4. 17. Kızılırmak Nehrinde mevsimsel klorofil-a değerleri

Mevsimler	Örnekleme noktaları klorofil-a değerleri (mg/L)		
	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon
Sonbahar	1,94	2,24	2,97
Kış	0,82	0,75	0,98
İlkbahar	2,63	2,97	3,14
Yaz	3,14	7,95	8,94
Ortalama	2,13	3,47	4,0



Şekil 4. 20. Klorofil-a değerinin mevsimlere göre değişimi

Klorofil-a verilerine ait grafik Şekil 4.17’de gösterilmektedir.

## 5.BÖLÜM

### 5.1 Tartışma ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Canlıların yaşam kaynağı olan su, hızla tüketilmekte ve su kaynakları çok hızla kirletilmektedir. Endüstriyel ve evsel atık suların arıtılmadan direk olarak alıcı ortamlara deşarj edilmesi sonucu, her geçen gün sucul ortamlar kirletilmektedir. Bu ortamda yaşayan organizmalar da olumsuz yönde etkilenmektedir. Nehir sularına Deşarj edilen atık suların içeriğinde bulunan ağır metaller, toksik bileşikler, azotlu ve karbonlu organik ve inorganik bileşikler ile sucul ortamda yaşayan bazı canlı türlerinin ölümüne, toleranslı türlerde ise fizyolojik ve morfolojik değişimlere sebep olmaktadır [64]. Bu gibi durumlara engel olmak için su kirliliği kontrol yönetmeliğinde belirtilen su kalite parametreleri, izin verilebilir sınır değerleri önem arz etmektedir. Bundan dolayı yapmış olduğumuz çalışmanın sonucunda elde etmiş olduğumuz sonuçlar, su kalite parametreleri ile karşılaştırılarak, Kızılırmak Nehrinin mevcut ve geleceğe yönelik su kalitesini korumak ve önlem almak için önem arz etmektedir.

Kentleşmenin sulak bölgelerde yoğunlaşması ile artan su talebi yeraltı su seviyesini düşürmüş, yapay ve doğal su miktarının azalmasına sebep olmuştur. Ayrıca kentleşmenin, akarsu ve su kütlelerinin kaynak noktalarına ciddi derecede zarar vermesi sonucunda emilme ve akış sürecini olumsuz yönde etkilemiştir. Su havzalarının tarıma açılması ile problemler oluşmaya başlamıştır. Fazla miktarda kimyasal gübre ve pestisitlerin havza sularına girişine sebep olmuştur. Sucul ortamda yaşayan canlı türlerini olumsuz etkilemiştir. Kentleşmenin su kütlelerinin yoğun olduğu bölgelerde bulunmasının başka bir olumsuz yanı da havza sularının su seviyesin azalmasına, su kalitesinin düşmesine, su içerisindeki kirletici derişimi miktarının artmasına sebep olmaktadır. Bu durum da mevcut sorunu daha da büyütmiştir [65].

Yüzeysel ve yer altı sularına; topraktan sızan insan ve hayvan atıkları, çöplük şıraları, atık sular, evsel atıklar, tarımsal kimyasallar ve yeraltı depolarında meydana gelen sızıntılar suların kirlenmesine neden olmaktadır [66-68]. Bu bilgiler doğrutusunda

çalışma alanı olan Kızılırmak Nehri (Nevşehir ilinden geçen kısım) nehrin su kalitesinin belirlenmesi ve belirlenen parametrelerin mevsimsel olarak değişimini gözlemlemeyi amaçlanmıştır. Kızılırmak Nehri Üzerinde 3 farklı istasyon belirlenerek bu çalışma yapılmıştır. Çalışma bölgesinin koordinatları (Tablo 2. 2) de belirtilmiştir. Belirlenen parametrelerin fiziko-kimyasal su kalite parametreleri araştırıldığı, bu çalışmada Kızılırmak Nehrinin organik kirlilik durumunu belirlemek ve mevsimsel olarak değişimini gözlemek üzere fiziksel (Su sıcaklığı, pH, iletkenlik, Tuzluluk, Çözünmüş oksijen, Renk, Bulanıklık, Askıda katı madde) ve kimyasal (toplam azot, nitrit, nitrat, amonyum, fosfat, sülfat, Kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı ve klorofil-a parametrelerinin mevsimsel olarak değişimi incelenmiştir.

Kızılırmak Nehrinde yapılan çalışmada sıcaklık değerlerindeki değişimin tüm istasyonlarda, mevsimsel sıcaklık değişimleri ile paralellik göstermiştir. 1. istasyonda yıllık ortalama 13,7 °C, mevsimsel su sıcaklığı değerleri 7,2-23,2 °C arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 14,5 °C, mevsimsel su sıcaklığı değerleri 7,8-24,8 °C arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 14,1 °C, mevsimsel su sıcaklığı değerleri 7,5-24,1 °C arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır.

İstasyonların tümü göz önünde bulundurulduğunda istasyonlar arasında büyük dalgalanmalar yoktur. Bunun sebebi ise istasyonların rakımlarının birbirine yakın olması ve çalışılan istasyonların su derinliklerinin birbirine benzer olmasından, kaynaklandığı düşünülmektedir. 2. istasyonda sıcaklığın yüksek olması kaynak bölgesine (Atıksu arıtma tesisi deşarj) noktasına yakın olmasından kaynaklı olabilir. Yapılan diğer çalışmada Kızılırmak Nehri (Nevşehir ilinden geçen kısım) yıllık ortalama 13,5 °C [64] değerler ölçülmüş, bizim yıllık ortalama sonuçlarla benzer değerler elde edilmiştir.

pH parametresinin ölçümünde elde edilen değerler; 1. istasyonda yıllık ortalama 7,92, mevsimsel pH değerleri 7,12-8,44 arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 8,1, mevsimsel pH değerleri 7,42-8,62 arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 8,47, mevsimsel pH değerleri 7,9-8,89 arasında değiştiği yapılan

ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda Kızılırmak Nehri (Nevşehir ilinden geçen kısım) yıllık ortalama 8,5[50] değerler ölçülmüş. Kızılırmak Nehri üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise pH değeri 8[69] olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada elde edilen yıllık ortalama sonuçlarla benzer değerler elde edilmiştir. Bu değerler canlıların yaşaması için uygun aralıkları ifade etmektedir. Ayrıca pH değerlerinde istasyonlar içinde ve arasında çok büyük dalgalanmalar gözlenmemiştir. Akarsu alkali özelliktedir. Akarsu boyunca pH değeri 8'in üzerinde seviyelerde seyretmiştir. pH değerini genel olarak değerlendirildiğinde uygun bir değer yapılan ölçümler sonucunda elde edilmiştir.

Elektriksel iletkenlik değerleri 1. istasyonda yıllık ortalama 1646  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mevsimsel iletkenlik değerleri 1350-1994  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 1662  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mevsimsel iletkenlik değerleri 1400-2024  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 1685  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mevsimsel iletkenlik değerleri 1390-2060  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda Kızılırmak Nehri (Nevşehir ilinden geçen kısım) yıllık ortalama 1515  $\mu\text{S}/\text{cm}$  [50] değerler ölçülmüş. Başka bir Kızılırmak Nehri üzerinde yapılan çalışmada ise iletkenlik değeri 1350  $\mu\text{S}/\text{cm}$  [70] olarak ölçülmüştür. Bizim çalışmada elde etmiş olduğumuz sonuçlarla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Elektriksel iletkenliğin kış ve sonbahar aylarında düşük, yaz aylarında ise yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Elektriksel iletkenlik; tuzluluk ve sıcaklık artışına paralel olarak artmaktadır [71]. Toplam çözünmüş katıların değerleri elektrik iletkenliği ile doğru orantılıdır. Çözünmüş maddelerin miktarı; su rejimine, mevsimlere, akarsudaki bitki örtüsüne göre değişim göstermektedir [72]. Elektriksel iletkenlik ile kirlilik arasında bir bağ kurabilmek için, kirlilik parametreleri kadar jeolojik yapının da bilinmesi gerekmektedir [73]. Yerüstü su kalitesi yönetimi yönetmeliğinde verilen kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri açısından değerlendirildiğinde, Bütün istasyonların mevsimsel olarak ortalaması alındığında yıllık ortalama 1664  $\mu\text{S}/\text{cm}$  su kalite sınıfı II. Sınıf (iyi) olarak bulunmuştur.

Tuzluluk değerleri 1.istasyonda yıllık ortalama 0,77 ‰S, mevsimsel tuzluluk değerleri 0,64-0,93 ‰S arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 0,68 ‰S, mevsimsel tuzluluk değerleri 0,66-0,94 ‰S arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık

ortalama 0,66 ‰S, mevsimsel tuzluluk değerleri 0,65-0,96 ‰S arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Tuzluluk elektrik iletkenliği ve sıcaklık artışına paralel olarak artmaktadır [71]. Elektrik iletkenliği ile arasında doğrusal bir bağ olduğu yapılan çalışmanın sonucunda elde edilmiştir.

Çözünmüş Oksijen değeri 1. istasyonda yıllık ortalama 6,9 mg/L, mevsimsel çözünmüş oksijen değerleri 5,2-8,6 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 6,8 mg/L, mevsimsel çözünmüş oksijen değerleri 5,1-8,4 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 7,4 mg/L, mevsimsel çözünmüş oksijen değerleri 5,8-9,1 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. En yüksek çözünmüş oksijen değerlerine kış, en düşük çözünmüş oksijen değerlerine ise yaz mevsiminde olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun en önemli sebebi ise akarsuyun debisinin artması veya azalması ile doğrudan bir ilişkisi vardır. Akış hızının azalmasından ve sıcaklık artışından kaynaklanmaktadır. Sulardaki çözünmüş oksijen miktarı suyun sıcaklığına, akış hızına, kirlenme durumuna, atmosferin kısmi basıncına, tuz miktarına ve biyolojik olaylara bağlıdır [74]. Su ürünleri yetiştiriciliği açısından da değerlendirildiğinde çözünmüş oksijen miktarının 5 mg/L üzerinde olması gerekmektedir [75]. Değerlendirmeler sonucunda akarsuyun çözünmüş oksijen yönünden su ürünleri yetiştiriciliği için uygun olduğu görölmüştür

Bulanıklık 1. istasyonda yıllık ortalama 17,1 NTU, mevsimsel bulanıklık değerleri 15,2-20 NTU arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 16,7 NTU, mevsimsel bulanıklık değerleri 14,2-21,2 NTU arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 17,7 NTU, mevsimsel bulanıklık değerleri 14,9-21,9 NTU arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan başka bir çalışmada ise bizim sonuçlara yakın 19 NTU sonucu elde edilmiştir [76]. Bulanıklığın en yüksek olduğu mevsim ilkbahar, en düşük olduğu mevsim ise kış mevsimidir. Bunun en önemli nedeni ilkbaharda karların erimesi ve yağmur yağışının fazla olması nedeniyle toprak vb. maddelerin suya karışarak bulanıklığa sebebiyet vermektedir. Yaz mevsiminde ise bu durumun tersi yaşanmaktadır. Buna bağlı olarak Nehrin debisi düşmekte, ilkbahara nazaran bulanıklık en düşük seviyede seyretmektedir. İstasyonlar arasında bir karşılaştırma yapacak olursak 3.istasyonun diğer istasyonlara göre bulanıklığının biraz daha yüksek olmasının en önemli nedeni; akarsuyun geçtiği bölgede su derinliğinin diğer

istasyonlara göre daha düşük olmasından kaynaklı olarak su tabanından etkilendiği için toprak vb. malzemelerine temasından dolayı bulanıklığın artmasına sebebiyet vermektedir.

Renk 1. istasyonda yıllık ortalama 11,2 Pt-Co, mevsimsel renk değerleri 7,6-15,3 Pt-Co arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 11,6 NTU, mevsimsel renk değerleri 9,3-17,5 Pt-Co arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 13,6 Pt-Co, mevsimsel renk değerleri 8,6-21,4 Pt-Co arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlar, Bartın Nehri çalışmasında ki elde edilen ortalama sonuç 29 PCU. Gediz Nehri çalışmasında elde edilen sonuç 570 Pt-co. Sarı Su Deresinde (Karadeniz'e birleşme noktası) yapılan çalışmada ise 5-50 Pt-co sonuçlar elde edilmiştir [76-79]. Suyun renginin en yüksek olduğu mevsim yaz mevsimi, en düşük olduğu mevsim ise kış mevsimidir. Bu durumun en önemli nedeni endüstriyel atıksuların deşarjı, evsel kaynaklı atıksular, kaçak deşarjlar, akarsuyun geçtiği güzergâhta bulunan işletmelerin(mandıra) atıksu deşarjları, turizmden kaynaklı olarak bölgede bulunan otellerin atıksu deşarjlarıdır. Özellikle yaz mevsiminde suyun rengindeki yükselmenin en önemli sebebi bölgede bulunan, yaz mevsiminde çalıştırılan işletmelerden kaynaklı olarak endüstri atıksuların deşarjı ve sıcaklığa bağlı olarak sucul ortamda bulunan canlıların su sıcaklığının yükselmesi ile azot ve fosforun da etkisi ile ötrofikasyon bu duruma bağlı olarak da suyun renginin yükselmesine sebep olmaktadır. Su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerinde renk limitleri sınıf I için 5 Pt-Co birimi, sınıf II için 50 Pt-Co birimi, sınıf III için 300 Pt-Co birimi, sınıf IV için >300 Pt-Co birimi olarak kabul edilmiştir. Bu sonuçlara göre Nevşehir bölgesinden geçen Kızılırmak Nehrinin su kalitesi sınıf II olduğu yapılan çalışmanın sonucunda elde edilmiştir.

Askıda katı madde 1. istasyonda yıllık ortalama 8 mg/L, mevsimsel askıda katı madde değerleri 4-11 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 7 mg/L, mevsimsel askıda katı madde değerleri 5-10 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 9 mg/L, mevsimsel askıda katı madde değerleri 5-12 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Askıda katı madde parametresinin en yüksek ilkbahar mevsiminde, en düşük ise yaz mevsiminde olduğu yapılan çalışma sonucunda elde edilmiştir. Bu parametrenin, bulanıklıkla doğrudan bir ilişkisi vardır çünkü ilkbahar



mevsiminde karların erimesiyle ve mevsimsel yağışlarla birlikte, toprak, taş parçacıkları, kum vb. malzemelerin Irmak suyuna karışarak askıda katı madde ve bulanıklığa neden olmaktadır. Bu durumdan en fazla etkilenen 3. İstasyon sebebi ise su derinliği fazla olmadığına dolay ilkbaharda su debisinin artması ile suyun tabanında meydana gelen akıntı hareketiyle birlikte toprak, kum, çakıl ve buna benzer malzemelerin Askıda katı madde miktarının yükselmesine sebep olmaktadır.

Nitrit 1. istasyonda yıllık ortalama 0,24 mg/L, mevsimsel nitrit değerleri 0,05-0,53 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 0,32 mg/L, mevsimsel nitrit değerleri 0,05-0,76 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 0,22 mg/L, mevsimsel nitrit değerleri 0,05-0,47mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise; Karakaya Baraj Gölü'ne dökülen Han Çayı çalışmasında nitrit parametresini yıllık ortalama değeri 0,006mg/L. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğini tespit amaçlı yapılan çalışmada ise ortalama nitrit değeri 0,5 mg/L sonucu elde edilmiş [79-80]. Bizim çalışmamızdaki sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Nitrit parametresinin en düşük kış mevsiminde, En yüksek ilkbahar mevsiminde olduğu yapılan çalışmada elde edilmiştir. Bu durumun en önemli nedeni tarımsal alanlarda kullanılan gübrelere kaynaklandığı düşünülmektedir. İstasyonlar arasındaki elde edilen sonuçların farklı olmasının nedeni ise çalışma bölgesinde ırmağa deşarj olan farklı karakteristikte atıksulardan kaynaklanmaktadır. Özellikle 2.istasyonun tüm mevsimlere bakılarak nitrit parametresinin yüksek olmasının nedeni bulunduğu bölgeden evsel atıksuyun ırmağa deşarjından kaynaklandığı düşünülmektedir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre nitrit, 0.05mg/L'nin üzerinde olduğu zaman su, çok kirlenmiş olarak kabul edilmektedir [19].

Nitrat 1. istasyonda yıllık ortalama 3,47 mg/L, mevsimsel nitrat değerleri 1,78-6,03 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 3,7 mg/L, mevsimsel nitrat değerleri 1,93-6,36 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 3,09 mg/L, mevsimsel nitrat değerleri 1,52-5,24 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise; Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğini tespit amaçlı yapılan çalışmada ortalama 21,4 mg/L sonucu elde edilmiş [80]. Hatay Asi Nehrinde yapılan çalışmada 0,002-4,91 mg/L sonucu elde edilmiştir [81]. Nitrat bakımından sular, Çevre Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığının standartlarına

göre suda nitrat 5 mg/L ise I. sınıf temiz su, 10 mg/L ise II. sınıf az kirli su, 20 mg/L ise III. sınıf kirli su, >20 mg/L ise IV. sınıf çok kirli su sınıfına girmektedir. Diğer taraftan, nitrat parametresi ile ilgili olarak EPA'nın vermiş olduğu sınır ise; sağlıklı bir su için 10 mg/L'dir [82]. Araştırmamızda elde etmiş olduğumuz nitrat bulguları yıllık ortalama 5 mg/L'nin altında olduğundan, Nevşehir Bölgesi sınırları içerisinde geçen Kızılırmak Nehri suyunun temiz su sınıfına girdiği görülmektedir.

Fosfat 1. istasyonda yıllık ortalama 2,31 mg/L, mevsimsel fosfat değerleri 1,5-3,52 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 2,45 mg/L, mevsimsel fosfat değerleri 1,5-3,74 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 2,14 mg/L, mevsimsel fosfat değerleri 1,5-3,35 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise; 0,195 mg/L [64], 0,54 mg/L [69] sonuçları elde edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen fosfat verilerin, en yüksek fosfat değerinin ilkbahar mevsiminde, en düşük fosfat değerinin ise kış mevsiminde olduğu saptanmıştır bu duruma neden olan ise tarımsal faaliyetlerde kullanılan fosfat içerikli gübre kullanımınıdır. Hayvansal gübrenin kullanılmadan gelişmesi güzel bertaraf edilmesi de su kaynaklarında fosfat miktarını önemli ölçüde arttıran bir diğer faktördür. Ayrıca; evsel ve endüstriyel atıksular, insan ve hayvan dışkıları, deterjan ve temizlik maddeleri de diğer kaynaklardır. Sularda toplam fosfat 0,02 mg/L -1 ise I. sınıf, 0.16 mg/L -1 ise II. Sınıf, 0.65 mg/L -1 ise III.Sınıf,> 0,65 mg/L -1 ise IV. Sınıf'a girmektedir [83]. Bu parametre bakımından IV. sınıfına girdiği görülmektedir

Sülfat 1. istasyonda yıllık ortalama 329 mg/L, mevsimsel sülfat değerleri 312-350 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 330 mg/L, mevsimsel sülfat değerleri 306-365 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 311 mg/L, mevsimsel Sülfat değerleri 298-327 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise; 120-486 mg/L [84], 135mg/L [85], sonuçları elde edilmiştir Çalışma sonucunda elde edilen Sülfat parametresinde yıl bazında bakacak olursak mevsimsel olarak bir değişiklik olmamıştır. Bu durumun nedeni çalışılan bölgede endüstriyel kaynaklı atıksu olmadığından dolayıdır. Sülfat parametresinin değişimini fazla etkilememiştir. Evsel kaynaklı atık suların deşarjı yıl bazında stabil olduğundan dolayı mevsimsel farklılık gözlenmemiştir. TS-266 ve Dünya Sağlık Örgütü standardına göre, içme suyundaki en yüksek sülfat oranı 250 mg/l olmalıdır. Sülfat 250 mg/L üzerindeki derişimlerde suda acımsı bir tada neden

olmaktadır [86]. Deniz suyu ve tuzlu su ile aynı arıtma yöntem tercih edilebilir, sülfata en çok uygulanan arıtma ters ozmos yöntemidir.

Toplam Azot 1. istasyonda yıllık ortalama 3,78 mg/L, mevsimsel toplam azot değerleri 1,87-6,61 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 4,06 mg/L, mevsimsel toplam azot değerleri 2,05-7,12 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 3,42 mg/L, mevsimsel toplam azot değerleri 1,64-5,92 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise yıllık ortalama 6,96 mg/L sonucu elde edilmiştir [87]. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre toplam azot değerinin en yüksek ilkbahar mevsiminde, en düşük ise kış mevsiminde elde edilmiştir. Bu durumuna sebep olan en önemli neden tarımsal faaliyetler sonucunda azot içerikli gübrelerdir. Tarım arazilerinde kullanılan azot içerikli gübreler toprakla temasından sonra yağmur ve sulama sonucu yüzeysel veya toprağa emilim sonucunda nehir suyuna karışarak mevcut suyun toplam azot konsantrasyonunun yükselmesine neden olmaktadır. Evsel ve endüstriyel atıksularda bu duruma neden olmaktadır ama mevsimsel değişimin en önemli nedeni tarımsal faaliyetler sonucu kullanılan azot içerikli gübrelerdir. Yüksek konsantrasyonlu atıksular ciddi derecede sucul ortama zarar vermektedir ve ötrofikasyona neden olmaktadır [88].

Amonyum 1. istasyonda yıllık ortalama 0,57 mg/L, mevsimsel amonyum değerleri 0,02-1,17 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 0,68 mg/L, mevsimsel amonyum değerleri 0,02-1,45 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 0,51 mg/L, mevsimsel amonyum değerleri 0,02-1,09 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise yıllık ortalama amonyum değeri 1,02 mg/L [89]. Başka bir çalışma ise 0,013-7,20 mg/L arasında sonuç elde edilmiştir [90]. Yapılan çalışmada amonyum parametresinin en yüksek ilkbahar mevsiminde, en düşük sonuç ise kış mevsiminde yapılan analizlerle elde edilmiştir. Bu durumun nedeni amonyum içerikli gübrelerdir. İlkbahar döneminde tarımsal faaliyetler sonucunda amonyum içerikli gübreler kullanıldığından dolayı, toprak yüzeyinde bulunan amonyum içerikli gübreler yağışın ve sulamanın etkisi ile Kızılırmak Nehrine karışması neden olmaktadır. Bu durumun sonucunda nehir suyunun amonyum konsantrasyonunun yükselmesine

sebepler olmaktadır. Nehrin mevsimsel ortalama amonyum azotu değeri 0,54 mg/l ile SKKY'de belirtilen sınır değeri açısından II. Sınıf olduğu tespit edilmiştir [91].

Kimyasal oksijen ihtiyacı 1. istasyonda yıllık ortalama 9,4 mg/L, mevsimsel kimyasal oksijen ihtiyacı 5,2-15,1mg/L arasında değiştiği, 2.istasyonda yıllık ortalama 12,7 mg/L, mevsimsel kimyasal oksijen ihtiyacı değeri 7,4-19,2 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 8,8 mg/L, mevsimsel kimyasal oksijen ihtiyacı değeri 5,5-13,5 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise yıllık ortalama KOİ değeri 116 mg/L [73]. Başka bir çalışma ise 88,7 mg/L arasında sonuç elde edilmiştir [92]. Yapılan çalışmada kimyasal oksijen ihtiyacının en yüksek yaz mevsiminde, en düşük ise kış mevsiminde olduğu elde edilen verilerle ortaya çıkmıştır. Kimyasal oksijen ihtiyacının sıcaklık parametresi ile dolaylı bir bağlantı olduğu elde edilen verilerle saptanmıştır. Çünkü sıcaklık arttıkça biyolojik aktivite artar ve organik maddeler daha hızlı ayrışır. Diğer bir nedeni ise yaz mevsiminde organik madde yükü fazla olduğundan dolayı kimyasal oksijen ihtiyacı parametresinin yükselmesine neden olmuş. Yıllık ortalama olarak KOİ parametresi 7,85mg/L Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (SKKY) 'de belirtilen sınır değeri açısından I. Sınıf olduğu tespit edilmiştir [91].

Biyolojik Oksijen İhtiyacı 1. istasyonda yıllık ortalama 3,8 mg/L, mevsimsel biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 2,2-5,9 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 5,1 mg/L, mevsimsel biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 3,1-7,4 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 3,4 mg/L, mevsimsel biyolojik oksijen ihtiyacı değeri 2,3-5,3mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise yıllık ortalama Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) değeri 12,6 mg/L [93]. Başka bir çalışma ise 12,9 mg/L arasında sonuç elde edilmiştir [92]. Biyolojik oksijen ihtiyacı parametresi için de kimyasal oksijen ihtiyacı durumu geçerlidir. En yüksek değer yaz mevsiminde, en düşük değer ise kış mevsiminde olduğu yapılan çalışmanın neticesinde elde edilmiştir. Yıllık ortalama olarak Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) parametresi 4,15mg/L Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (SKKY)'de belirtilen sınır değeri açısından II. Sınıf olduğu tespit edilmiştir [91].

Klorofil-a 1. istasyonda yıllık ortalama 2,13 mg/L, mevsimsel Klorofil-a değeri

0,82-3,14 mg/L arasında değiştiği, 2. istasyonda yıllık ortalama 3,47 mg/L, mevsimsel Klorofil-a değerleri 0,75-7,95 mg/L arasında değiştiği, 3. istasyonda yıllık ortalama 4 mg/L, mevsimsel Klorofil-a değerleri 0,98-8,94 mg/L arasında değiştiği yapılan ölçümlerle saptanmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda ise elde edilen sonuçlar şunlardır; 0,98-34,45µg/L [94], 46-34µg/L [95]. Çalışmanın neticesinde En yüksek Klorofil-a konsantrasyonu yaz mevsiminde, en düşük klorofil-a değeri ise kış mevsiminde olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri sıcaklık, diğer nedenleri organik madde yükü ve son olarak Kızılırmak Nehrinin mevsimsel olarak debisindeki değişiklik klorofil-a konsantrasyonunu etkileyen faktörlerdir. Yüksek klorofil-a değerleri suda aşırı besinlerden kaynaklı olarak yüksek miktarda planktonik alg yoğunluğuna sebep olur. Bu durum sonucunda, suda yeşil görünüme neden olur, yüzeyde köpüklenme yapabilir, çözünmüş oksijen seviyesini azaltabilir, pH seviyesini değiştirebilir ve hoş olmayan tat ve koku oluşturur. Toplam fosfor ve klorofil-a arasında logaritmik ilişki vardır [96].

Çalışmanın sonucunda Nevşehir il sınırları içerinden geçen, Kızılırmak Nehrinde belirlemiş olduğumuz istasyonlardan su numunesi alınarak, mevsimsel nehir suyunun fiziko-kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Bir yıl içerinde mevsimsel olarak alınan su numune örneklerinin ölçüm ve analizleri yapılmıştır. Çalışmanın özeti olarak; Tablo 5.1 ve Tablo 5.2 hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda elde etmiş olduğumuz verilerin kaydı yapılmıştır. Ulusal ve uluslararası standartlarda karşılaştırması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda mevcut Nehir su kalitesin değerlendirmesi ve mevsimsel olarak değişimi gözlemlenmiştir. Nehir suyunun kalitesi ve kullanım amacı hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Tablo 5. 1. Kızılırmak Nehir suyunun mevsimlik ortalama fiziko-kimyasal parametre değerleri [91,97].

Parametreler/Ort.	Mevsimler				TS – 266 Standartları	Yüzey suların kalitesinin sınıflandırılması			
	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	İçme ve Kullanma Suları	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	10,53	7,5	14,46	24,03	-	25	25	30	>30
pH	7,48	8,58	8,22	8,48	6,5-9,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6-9	6-9 Dışında
İletkenlik (µS/cm)	1589	1380	1663	2026	650-2500	-	-	-	-
Tuzluluk(%oS)	0,73	0,65	0,76	0,94	-	-	-	-	-
ÇO (mg/L)	6,64	8,7	7,63	5,36	-	8	6	3	<3
Renk Pt-Co)	16,2	12,46	17,4	18,63	0-20	-	-	-	-
Bulanıklık (NTU)	15,43	14,9	21,06	17,3	0-1	-	-	-	-
AKM (mg/L)	8	4,33	11	7	-	-	-	-	-
Nitrit (mg/L)	0,167	0,05	0,59	0,24	0,1-0,5	0,002	0,01	0,05	>0,05
Nitrat (mg/L)	2,65	1,74	5,87	3,41	25-50	5	10	20	>20
Fosfat (mg/L)	1,82	1,5	3,53	2,35	-	0,02	0,16	0,65	>0,65
Sülfat(mg/L)	331	315	336	311	25-250	200	200	400	>400
T.Azot(mg/L)	2,91	1,85	6,55	3,71					
Amonyum (mg/L)	0,28	0,02	1,23	0,63	0,05-0,5	0,2	1	2	>2
KOİ (mg/L)	8,2	6,03	11,26	15,93	-	25	50	70	>70
BOİ (mg/L)	3,28	2,53	4,53	6,26	-	4	8	20	>20
Klorofil-a mg/L	2,38	0,85	2,91	8,05	-	-	-	-	-

Tablo 5. 2. Kızılırmak Nehir suyunun yıllık ortalama fiziko-kimyasal parametre değerlerini Ulusal ve uluslararası su kalite standartlarına göre değerlendirme [82,91,97-98]

Parametre /Ort.	İstasyonlar											
	L1				L2				L3			
	Standart				Standart				Standart			
	EPA (2018)	TS266 (2013)	YSKY (2016)	WHO (2018)	EPA (2018)	TS266 (2013)	YSKY (2016)	WHO (2018)	EPA (2018)	TS266 (2013)	YSKY (2016)	WHO (2018)
Sıcaklık (°c)	Uygun	Uygun	Sınıf I		Uygun	Uygun	Sınıf I		Uygun	Uygun	Sınıf I	
pH	Uygun	Uygun	Sınıf I		Uygun	Uygun	Sınıf I		Uygun	Uygun	Sınıf I	
İletkenlik (µS/cm)		Uygun				Uygun				Uygun		
Tuzluluk(%oS)												
ÇO (mg/L)			Sınıf II				Sınıf II				Sınıf II	
Renk (Pt-Co)	Uygun Değil	Uygun	Sınıf II		Uygun Değil	Uygun	Sınıf II		Uygun Değil	Uygun	Sınıf II	
Bulanıklık (NTU)	Uygun Değil	Uygun Değil		Uygun Değil	Uygun Değil	Uygun Değil		Uygun Değil	Uygun Değil	Uygun Değil		Uygun Değil
AKM (mg/L)												
Nitrit(mg/L)	Uygun	Uygun	Sınıf IV	Uygun	Uygun	Uygun	Sınıf IV	Uygun	Uygun	Uygun	Sınıf IV	Uygun
Nitrat(mg/L)	Uygun	Uygun	Sınıf I	Uygun	Uygun	Uygun	Sınıf I	Uygun	Uygun	Uygun	Sınıf I	Uygun
Fosfat(mg/L)			Sınıf IV				Sınıf IV				Sınıf IV	
Sülfat(mg/L)	Uygun Değil	Uygun Değil	Sınıf III		Uygun Değil	Uygun Değil	Sınıf III		Uygun Değil	Uygun Değil	Sınıf III	
T. Azot(mg/L)												
Amonyum(mg/L)			Sınıf II				Sınıf II				Sınıf II	
KOİ (mg/L)			Sınıf I				Sınıf I				Sınıf I	
BOİ (mg/L)			Sınıf I				Sınıf II				Sınıf I	
Klorofil-a(mg/L)												

## 5.2 Öneriler

- Kirletici kaynaklarının tespiti ve kontrol altına alınması.
- Kızılırmak Nehrinin bulunduğu bölgenin çevresi analiz edilerek, çevre kirliliğine sebep olan kirletici kaynakları tespit edilmelidir.
- Özellikle yaz döneminde debinin azalması ve su akışının düşmesiyle birlikte ötrofikasyon tehdidine karşı entegre edilmiş eylem planlarının uygulamasının bir an önce hayata geçirilmesi önem taşımaktadır.
- Kirletici kaynak kolları tespit edilmeli ve Nehir suyuna deşarj edilen evsel ve endüstriyel atıksuların deşarjını koruma statüsüne uygun önlemlerin il bazında ilgili kuruluşlarca alınması gerekmektedir.
- Sulama suyunun daha verimli kullanılabilmesi için; bölge çiftçisi sulama konusunda bilgilendirilmeli, sulama amacı ve sulama yönetimi belirlenmeli, daha teknolojik sulama sistemlerinin kullanımı önerilmeli, sulama sistemleri uzman kişiler tarafından projelendirilmeli ve uygun yöntemler tercih edilmeli.
- Pestisit ve gübre kullanımı gibi tarımsal faaliyetlerin su kaynaklarına olası etkilerini azaltmak ve daha bilinçli olarak zirai uygulamaların yapılması için çiftçilere eğitimler verilmeli ve ilgili kurumlar tarafından kontrolü sağlanmalı.
- Nehir suyunun daha verimli bir şekilde kullanılması ve ekolojik dengenin devamlılığı için, belirli dönemlerde tekrarlanmak suretiyle su kaliteleri sürekli olarak izlenmeli ve kirlenme durumunda gerekli müdahalelerin yapılması sağlanmalıdır.
- Mümkün oldukça çiftçilerimizin pestisit ve gübre kullanımını azaltması ve bu konuda ilgili kurum ve kuruluşlar alternatif yollar göstermesi gerekmektedir.



## KAYNAKLAR

1. Arslan, O., "Ankara İli İçme Suyu Kalite Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Ortamında Farklı Enterpolasyon Yöntemleri Kullanılarak Modellenmesi", *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 1-3, Nevşehir,2021.
2. Akın, M., Akın, G., "Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği", *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47, 2, s. 105-118, 2007.
3. İnternet: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü "Toprak Su Kaynakları" <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>
4. İnternet: Artemiz Arıtım "Dünya Genelinde Su Kaynaklarının Durumu" <https://www.artemisaritim.com/dunya-genelinde-su-kaynaklarinin-durumu>
5. Karadavut, İ.S., Saydam, AC., Kalıpcı, E., Karadavut, S., Özdemir, C., "A research for water pollution of Melendiz stream in terms of sustainability of ecological balance. *Carpt. J. Earth Environ. Sci*”, 6(1), s.65-80, 2011.
6. Yılmaz, F. 2004., "Mumcular barajı (Muğla-Bodrum)’nın fizikokimyasal özellikleri", *Eko. Der.*, 13(50), s.10-17.
7. Bulut, C., Atay, R., Uysal, K., Köse, E., "Çivril gölü yüzey suyu kalitesinin değerlendirilmesi", *Anad. Üni. Bilimve Tek. Der.-C, Yaş. Bilim. ve Biyotek.*, 2, s.1-8, 2012.
8. Akın M., Akın, G., "Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği Murat nehri su kalite parametrelerinin trend analizi ve tarımsal açıdan kullanılabilirliği", *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi* 47, s.103-104, 2007.
9. Kalyoncu, Zeybek, M., "Ağlasun ve Isparta Derelerinin Bentik Faunası ve Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Belçika Biyotik İndeksine Göre Belirlenmesi.", *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1), s.41-48, (2009).
10. Asghari, M., Fijani, E., "İran'ın Kuzeybatısındaki Maku bölgesinin yeraltı sularında florür dağılımı", *Çevresel Jeoloji*, 56 (2), s.281-287, 2008.
11. Turan, T., Eren, Z., "Türkiye’de su kaynakları ve su politikası.", *TMOOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı* 1, s.25-32, 2008.

12. Gündoğdu, V., Kocataş, A., "Gediz Nehir Havzası Yönetim Planı Oluşturulmasına Yönelik Bir Yaklaşım", *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, s.272-273, 2006.
13. Özgüler, H., "Su, su kaynakları ve çevresel konular", *TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı*, Sayı 2: 57-63, 1997.
14. İnternet: Britannica Ansiklopedisi, "Bilim, Çevre, ötrofikasyon, fosfor döngüsü", <https://www.britannica.com/science/eutrophication>
15. İnternet: TEMA, "Toprak Azot Döngüsü", [https://topraktema.org/toprak-azot-dongusu#\\_ftn1](https://topraktema.org/toprak-azot-dongusu#_ftn1)
16. Novotny, V., "Su kalitesi: yaygın kirliliğin önlenmesi, tanımlanması ve yönetimi", *Van Nostrand-Reinhold Yayıncıları*, 1994.
17. İnternet: Tarım ve Orman Bakanlığı "Su Kalitesi", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ekosistem%20Esasli%C4%B1%20Su%20Kalitesi.pdf>
18. İnternet: Tarım ve Orman Bakanlığı, "Su Kalitesi İzleme", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ekosistem%20Esasli%C4%B1%20Su%20Kalitesi.pdf>
19. İnternet: Tarım ve Orman Bakanlığı, "Su Kaynaklarının Sınıflandırılması", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ekosistem%20Esasli%C4%B1%20Su%20Kalitesi.pdf>
20. Aytüre, S., "Su Kanununun AB Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Değerlendirilmesi", *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), s.65-71, 2016.
21. İnternet: Mevzuat, "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği", <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
22. Ramakrishnaiah, CR., Sadashivaiah, C. ve Ranganna, G., "Hindistan, Karnataka Eyaleti, Tumkur Taluk'taki yeraltı suyu için su kalitesi indeksinin değerlendirilmesi", *E-Journal ofchemistry*, 6 (2), s.523-530, 2009.
23. Hepsağ, E. "Köyceğiz-Dalyan Lagün Havzası Su Kaynaklarının Su Kalitesi", *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 2003.
24. Könez, H., "Çarşıbaşı deresinin fizikokimyasal su kalitesi ve kirlilik seviyesinin araştırılması", *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, s.5-10, Rize, 2019.

25. Paul, M.J., Meyer, J.L., “Kentsel peyzajda akarsular”, *Ekoloji ve Sistematik'in yıllık incelemesi*”, 32 (1), s.333-365, 2001.
26. Bozdemir, H., Faiz, M. “Öğretmen adaylarının çevreye yönelik ekosentrik, insan merkezli ve antipatik tutumları”, *Sakarya Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 8 (1), s.61-75, 2018.
27. Gleick, PH., “Silah ve silahlı çatışma zayıyatı olarak su: Irak, Suriye ve Yemen'de son zamanlarda suyla ilgili şiddetin gözden geçirilmesi”, *Wiley Disiplinlerarası İncelemeler: Su*, 6 (4), s.1351, 2019.
28. İnternet: Unicef TMK (Türkiye Milli Kongresi), “Temiz su” [https://www.unicefturk.org/yazi/calismalarimiz\\_dunyada\\_temiz\\_su](https://www.unicefturk.org/yazi/calismalarimiz_dunyada_temiz_su)
29. Yılmaz, A., Yanarateş, E., “Öğretmen Adaylarının, Su Kirliliği Kavramına Yönelik Metaforik Algılarının Veri Çeşitlemesi Yoluyla Belirlenmesi”, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(3), s.1500-1528, 2020.
30. Yılmaz, A., Bayrakçeken, S. “Öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesi”, *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(24), s.881-906, 2017.
31. Güneş, M.K.G., Güneş, G., “Sivil Toplum Kuruluşları ve Çevresel Sürdürülebilirlik”, *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(2), s.298-311, 2013.
32. Kaypak, Ş., “Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre”, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011(1), s.19-33, 2011.
33. Olubunmi, F.E., Olorunsola, O.E., “Nijerya, Agbabu bitüm yatak alanı tortularının ağır metal kirliliği durumunun değerlendirilmesi”, *Avrupa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 41 (3), s.373-382, 2010.
34. Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S., “Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri”, *Derim*, 25(2), s.24-34. 2008.
35. Karpuzcu, M., M. Koçalı, “Göllerde Ötrofikasyon ve Çözüm Önerileri”, 2007 <http://www.ttkder.org.tr/KoseYazilari.asp?yazi=devam&id=9>
36. Hemens, J. “Water Eutrofication--A 20th Century Problem”, 2007, <http://md1.csa.com/partners/viewrecord.php?requester=gs&collection=ENV&>
37. Korkmaz, K. “Tarım Girdi Sisteminde Azot ve Azot Kirliliği”, 2007. [http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarim\\_girdi.htm](http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarim_girdi.htm)
38. Atılğan, A. “Seralarda Aşırı Gübre Kullanımı Çevreyi Tehdit Ediyor”, *Ekoloji Dergisi*, 2007. <http://ekolojimagazin.com/?s=magazin&id=308>

39. Anonymous, Nitrate: Health Risks to Consumer, 2004.  
[www.nitrate.com/nitrate1.htm](http://www.nitrate.com/nitrate1.htm)
40. Anonymous, Nitrate and the World Health Organization (WHO), 2006.  
<http://www.lenntech.com/hazardoussubstances/nitrate.htm#Nitrate%20drinkin%20water%20standards>
41. Zaldivar, R., “Nitrate Fertilizer as a Environmental Pollutants Positive Correlation Between Nitrates Used Unit Are And Stomach Cancer Rates”, *Experienta* 33, s.264-265,1976
42. İnternet: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, “Toprak Su Kaynakları”,  
<https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754#:~:text=%C3%9Ckemizde%20ki%C5%9Fi%20ba%C5%9F%C4%B1na%20d%C3%BC%C5%9Fen%20kullan%C4%B1labilir,ya%C5%9Fayan%20%C3%BCkeler%20aras%C4%B1nda%20yer%20almaktad%C4%B1r.>
43. Yüksek, T., “Türkiye’nin su kaynakları ve havza planlamasına dönük genel değerlendirmeler”, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2), s.71-83, 2005.
44. Demir, M., “Kızılırmak Deltası yüzeysel sularında klorür, toplam katı madde, toplam askıda madde, toplam çözünmüş madde ve kimyasal oksijen ihtiyacı parametrelerinin araştırılması”, *Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1995.
45. Özesmi, Ü., “Türkiye’de Kızılırmak Deltası’nda sürdürülebilir kaynak kullanımı için koruma stratejileri”, *Minnesota Üniversitesi*, 1999.
46. Çiftçi, M.S., “Gediz Nehri sularının mikrobiyolojik kalitesinin ve fizikokimyasal parametrelerinin belirlenmesi”, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Hidrobiyoloji Ana Bilim Dalı Yüksek lisans Tezi*, s.10-30, Kütahya, 2000.
47. Eminoğlu, F., “Seyhan Nehrinin, Adana merkez ilçe sınırları içindeki kirlilik düzeyi”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek lisans Tezi*, s.10-50, Adana, 1991.
48. Yontar, B., “Aras havzasında yayılı kirletici kaynakların belirlenmesi ve yönetim önerileri”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek lisans Tezi*, s.3-30, İstanbul, 2009.
49. Yenici, E., “Havza ölçeğinde su kalite yönetimi: Büyük Menderes nehir havzası örnek çalışması”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek lisans Tezi*, s.5-20, İstanbul, 2010.

50. İnternet: google earth “Çalışma Bölgesi”, 2022.  
<https://earth.google.com/web/@38.74797484,34.8183377,1105.07694556a,45055.55321754d,35y,348.92205602h,0t,0r>
51. İnternet: google earth “1.İstasyon”, 2022.  
<https://earth.google.com/web/@38.72470395,34.82038822,923.01592375a,254.90911514d,35y,348.99951248h,0t,0r>
52. İnternet: google earth “2.İstasyon”, 2022.  
<https://earth.google.com/web/@38.74972661,34.74886629,914.17954228a,257.3919923d,35y,-29.24768294h,46.33551883t,0.00000085r>
53. İnternet: google earth “3.İstasyon”, 2022.  
<https://earth.google.com/web/@38.76062658,34.60451533,904.41531502a,36.06163862d,35y,-29.29861288h,46.20804132t,0.00000085r>
54. APHA, AWWA, WCPF, “Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 20th Edition, American Public Health Association, Washington, D.C., 1998.
55. Kadak, A. E., Aras, S., "The effects of water temperature on other water properties." *Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 3.1/2, s.30-35, 2017.
56. Atımtay, A., Müezzinoğlu, A., Sarıkaya, Z.H., Yetiş, Ü., Tarlan, E., Kişoğlu, Z., Şakar, S., Türkiye Bilimsel ve Teknik araştırma kurumu, “Organize sanayi bölgelerinde çevre kirliliğini minimize edici teknolojilerin ve maliyet boyutlarının belirlenmesi”, *TÜBİTAK, DEBAG-85/G,2001-346,1992 sonuç raporu, Ankara*, s.10-100, 1993.
57. Anonymous, “Parameters of water quality, interpretation and standards”, *Environmental Protections Agency An Ghniomhairreacht Um Chaomhnü Comhsaoil.*, ISBN: 9241544600, Wexford, Ireland , s.133, 1993.
58. Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., T.C. Sağlık Bakanlığı. “Su kalitesi”, Ankara,1997.
59. Güven, G., Perendeci, A., Tanyolac, A., "Simüle edilmiş pancar şekeri fabrikası atık sularının elektrokimyasal arıtımı." *Kimya Mühendisliği Dergisi* 151.1-3, s.149-159, 2009.
60. Sarı, T., Mertoğlu, B. "Anaerobik amonyum oksidasyonu (Anammox)”, *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering* 24.3: 523-548, 2019.
61. Doğanay, E. "AB Su Çerçeve Direktifine Göre Ülkemiz Sularının Fizikokimyasal ve Kimyasal Parametreler Açısından İzlenebilmesi için

- Kullanılabilecek Analiz Metotlarının Değerlendirilmesi." *Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı*, Ankara, Türkiye, 2014.
62. Cop, M. "Konya ili yapay sulak alanlarda arıtma verimi, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri", *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Konyal, s.5-40, 2017.
  63. Lichtenthaler, H. K., Wellburn, A. R., "Determinations of total carotenoids andchlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents", *Biochemical SocietyTransactions*, 11(5), s.591–592. 1983.
  64. Aras, S., Fındık, Ö. "Nevşehir ili için Kızılırmak Nehri'nin içme suyu potansiyelinin araştırılması", *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), s.214-222, 2018.
  65. Güler Ç., "Irmak suyu ve halk sağlığı" *Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi Yazıt Yayıncılık*, 43, Ankara, 2008.
  66. Bayhan, Y., "Katı Atık Depolama Sahalarında Sızıntı Sularının Oluşumu, Özellikleri ve Yeraltı Sularına Etkilerin Araştırılması", *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 1(2), s .53-59, 2015.
  67. Woodruff S. L., "Drinking water: present problems, future directions" *Nutrition Clinics*, 5, s,1-21, 1990.
  68. Haman, D.Z., Boucher D.B., "Home water quality and safety" *Florida cooperative extension service, London, University of Florida*, 14M-86, 1986.
  69. Kılıç, M.B., "Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerinden Karadeniz'e taşınan Çözünmüş besin elementleri düzeylerinin araştırılması", *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi*, s.26-45, Trabzon,2017.
  70. Tülek, S., "Kızılırmak Nehri Su Kalitesi Belirlenmesi ve Ötrofikasyona Bağlı Risk Değerlendirmesi", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi*, Samsun, s.5-45, 2006.
  71. Barlas, M., "Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri", *Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu*, s.465-479, Erzurum, 14-16 Haziran 1995.
  72. Çankaya, Ş., "Siirt, Batman ve Diyarbakır illerinin bazı akarsularında bulunan zooplankton faunası ve alg florasının mevsimsel olarak incelenmesi", *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı Yüksek Lisan Tezi* s.10-45, Şanlıurfa,2015.

73. Kalyoncu H., “Isparta Deresi Algleri Üzerine Bir Araştırma”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s.45-109, Isparta, 1996.
74. Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, O.O., Çavuşoğlu, K., “Aksu Çayı’nın su kalitesi değişimi üzerine bir araştırma”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), s.5-13,2005.
75. Boyd, C.E., “Water quality in ponds for aquaculture”, *Birmingham Publishing*, Alabama, s.482,1990.
76. Güneş, G. “Bartın Nehri’nin fizikokimyasal özelliklerinin yağışlı ve kurak dönemlerdeki değişimi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21(63), s.761-774. 2019.
77. Kayar, V.N., Çelik, A., “Gediz Nehri kimi kirlilik parametrelerinin tayini ve su kalitesinin belirlenmesi” *Ekoloji çevre dergisi*, 12(47), s.17-22, 2003.
78. Demir, H. ‘Sarısu Deresi ve Karadenize Birleşme Noktasında Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Seviyesinin Saptanması’, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s.59-60, İstanbul,2009
79. Battal, Z.S., “Karakaya Baraj Gölü’ne Dökülen Han Çayı’nın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması”, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s.24-25, Elazığ, 2015.
80. Kara, C., Çömlekçioğlu, U., “Karaçay (Kahramanmaraş)’ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerle incelenmesi”, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), s.1-7, 2004.
81. Taşdemir, M., Göksu, Z. L., “Asi, Nehri’nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri”, *Su Ürünleri Dergisi*, 18(1), 2001.
82. EPA, 2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables, 2018’a.
83. Uslu, O., Türkman, A., “Su Kirliliği ve Kontrolü”, *T.C Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1*. s.364, Ankara,1987.
84. Küçük, S., “Büyük Menderes nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi”, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1/2), s.7-13,2007.
85. Gümüş, N. E., “Akarçay Akarsuyu (Afyonkarahisar) su kalitesi ve ağır metal kirliliği”, *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(1), s.120-127,2021.

86. World Health Organization (2004), Sulphate in Drinking Water: Background Document for development of WHO Guidelines for Drinking water Quality, [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/), Accessed Jan. 1st, 2009.
87. Baydar, T., “Büyük Menderes Nehri Su Kalitesinin Bentik Makroomurgasız Fauna Çeşitliliği Kullanılarak Tahmini”, *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s.50-51, Aydın, 2020.
88. Başer, S.K. “Sazlıdere'nin azot ve fosfor kirliliğinin izlenmesi ve etkisinin irdelenmesi”, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s.6-16, İstanbul,2006.
89. Aras, S., İpek, G.G., “Kızılırmak Nehri (Nevşehir) Yüzeysel Suyu Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Değerlendirilmesi”, *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(2), s.49-57,2019.
90. Bahadır, Ö., Yay, T.E., Özcan, S.T., “Isparta Deresi'nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve Simuliidae faunasına göre belirlenmesi”, *Acta Aquatica Turcica*, 15(4), s.487-498.2019.
91. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY). Resmî Gazete Tarihi/Sayı:10.08.2016/29797.
92. Öner, Ö., Çelik, A., “Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan alınan su ve sediment örneklerinde bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi”, *Ekoloji*, 20(78), s.48-52, 2011.
93. Kutoğlu, S., Çiçek, E., “Tatların Baraj Gölündeki Su Kirliliğinin *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus* Türlerine Genotoksik Etkisinin Mikronükleus Testi ile Belirlenmesi”. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), s.94-98, 2020.
94. Odabaşı, S., Büyükkateş, Y. “Klorofil-a, çevresel parametreler ve besin elementlerinin günlük değişimleri: Sarıçay akarsuyu örneği (Çanakkale, Türkiye)”, *Ekoloji*, 19(73), s.76-85, 2009.
95. Arıman, S., Koyuncu, S., “Su kirliliği açısından hassas alanların izlenmesi: kızılırmak deltası-balık gölü”, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(4), s.705-714,2009.
96. Green, W.R., Haggard, B.E., “Siloam Springs'in güneyinde Illinois Nehri'ndeki fosfor ve azot konsantrasyonları ve yükleri, Arkansas ’’, 1997-1999 (*Cilt 1, No. 4217*). ABD İçişleri Bakanlığı, ABD Jeolojik Araştırması, 2001.



97. TS 266, 2013. İnsani Tüketim amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmî Gazete Tarihi/Sayı: 07.03.2013/28580
98. World Health Organization (WHO) 2018. A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality.

