

**KARASU ÇAYI VE SIRAKARAAĞAÇLAR
DERESİNDE BAZI FİZİKO-KİMYASAL ve
MİKROBİYOLOJİK PARAMETRELERİN
ARAŞTIRILMASI
UĞUR ÇARLI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER
ANABİLİM DALI**

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

**KARASU ÇAYI VE SIRAKARAAĞAÇLAR DERESİNDE BAZI
FİZİKO-KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK PARAMETRELERİN
ARAŞTIRILMASI**

UĞUR ÇARLI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. AYŞE GÜNDOĞDU**

SİNOP – 2015

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 25/12/2015 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Levent BAT

Üye : Doç. Dr. Ayşe GÜNDOĞDU

Üye : Yrd. Doç. Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ

ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

14.01/2016

Doç. Dr. Turgay KORKUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

KARASU ÇAYI VE SIRAKARAAĞAÇLAR DERESİNDE BAZI FİZİKO-KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Çalışma Mayıs 2014 – Nisan 2015 tarihleri arasında Sinop il sınırları içerisinde bulunan Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin bazı fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her iki su kaynağının su kalitesini belirlemek için 23 parametrede [pH, sıcaklık, toplam çözünmüş madde (TDS), iletkenlik, ORP (Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli), çözünmüş oksijen, amonyum azotu (NH_4^+ -N), nitrat azotu (NO_3^- -N), nitrit azotu (NO_2^- -N), klorür iyonu (Cl⁻), fosfat fosforu (PO_4^{3-} -P), silisyum, Klorofil-*a*, toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum, geçici sertlik, tuzluluk, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), hidrojen sülfür (H_2S), toplam askıda katı madde (TAKM), toplam koliform ve fekal koliform] ölçüm ve analizler yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından klorür iyonu, nitrit azotu ve hidrojen sülfür değerleri yönünden III. ve IV. sınıf kalitede; çözünmüş oksijen, fosfat fosforu ve fekal koliform değerleri yönünden II. ve III. sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Sırakaraağaçlar Deresinin toplam sertlik, magnezyum ve tuzluluk değerlerinin Karasu Çayı'na göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İncelenen diğer parametreler açısından genel olarak I. ve II. su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su, fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, Karasu Çayı, Sırakaraağaçlar Deresi, Sinop

INVESTIGATION OF SOME PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS IN KARASU AND SIRAKARAAĞAÇLAR STREAM

ABSTRACT

The study was achieved between May 2014 and April 2015 at the Karasu Creek and Sırakaraağaçlar Stream located in the province of Sinop. It was conducted to determine some physicochemical and microbiological properties. Therefore, 23 parameters pH, temperature, total dissolved solids (TDS), conductivity, ORP (Oxidation Reduction Potential), dissolved oxygen, ammonium nitrogen (NH_4^+ -N), nitrate nitrogen (NO_3^- -N), nitrite nitrogen (NO_2^- -N), chloride ion (Cl⁻), phosphate phosphorus (PO_4^{3-} -P), silicon, chlorophyll-a, total hardness, calcium, magnesium, temporary hardness, salinity, biological oxygen demand (BOD_5), hydrogen sulfide (H_2S), total suspended solids (TSS) total coliform and fecal coliform measurements and analysis were performed to determine the water quality of both water. According to the data obtained, water Pollution Control Regulation in terms of Quality Criteria Class of inland water resources that, with regard to chloride ion, nitrite nitrogen and hydrogen sulfide values of Karasu River and Sırakaraağaçlar Stream that water quality class III and IV. Furthermore, their water quality was class II and III for dissolved oxygen, phosphate phosphorus and fecal coliform measurements. It has also been found that the total hardness, magnesium and salinity values of the Sırakaraağaçlar stream is higher than the Karasu Creek. Examined in terms of other parameters, it was generally determined that water quality class I and II.

Key Words: Water, physico-chemical, microbiological, Karasu River, Sırakaraağaçlar Stream, Sinop

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam s¼recinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Do. Dr. Ayşe G¼NDOĐDU hocama, Y¼ksek lisans ¼ğrenimime baőladıėım g¼nden bu yana bana her konuda yardımcı olan değerli fikirlerini esirgemeyen tecr¼beleri ile beni y¼nlendiren Sayın Yrd. Doç. Dr. Birol BAKI, Yrd. Doç. Dr. Oylum G¼KKURT BAKI ve Uzman Dr. Zeynep YEĞİN hocalarıma, yapıcı eleőtiri ve ¼nerilerini esirgemeyen çalışma arkadaőım, değerli b¼y¼ė¼m Murat AKAN, alıőma arkadaőlarım Ayşe BALCI, Sabriye OZAN ve Koray SARIOĞLU'na, birlikte geçireceğimiz zamanlardan feragat ederek, bana destek olan eőim Sevda ve kızım Nisa'ya teőekk¼r etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SEMBOLLER ve FORMÜLLER	vii
KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER	ix
ÇİZELGELER	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Suyun Önemi ve Özellikleri	3
2.1.1. Suyun Fiziksel Özellikleri	4
2.1.2. Suyun Kimyasal Özellikleri	5
2.1.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri	9
2.1.3.1. Bakteriler	10
2.1.3.2. Koliform ve Fekal Bakteriler	10
2.2. Su Döngüsü	12
2.3. Yeryüzünde Su Potansiyeli ve Dağılımı	13
2.4. Ülkemizdeki Su Potansiyeli	14
2.5. Su Kirliliği	15
2.6. Su Kirliliğini Önlemek İçin Alınacak Bazı Tedbirler	16
2.7. Su Kalitesi Standartları ve Kriterleri	17
2.8. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi	18
2.9. Literatür Özeti	19
3. MATERYAL ve METOD	30
3.1. Çalışma Bölgesi	30
3.2. Arazi Çalışma Planı ve İstasyonları Belirlenmesi	30
3.3. İstasyonların Özellikleri	33
3.3.1. Karasu Çayı İstasyonları	33
3.3.2. Sırakaraağaçlar Deresi İstasyonları	35
3.4. Numunelerin Alınması	37

3.5. Numuneler Üzerinde Yapılan Analizler	37
3.5.1. Anlık Yapılan Ölçümler	37
3.5.2. Kimyasal Analizler	37
3.5.2.1. Spektrofotometrik Analizler	38
3.5.2.2. Titrimetrik Analizler	39
3.5.2.3. Gravimetrik Analizler	40
3.5.2.4. Mikrobiyolojik Analizler	41
3.6. Analizlerde Kullanılan Cihazlar	41
3.7. Standartların Hazırlanması ve Kalibrasyon Eğrileri	42
3.7.1. Nitrit Azotu Tayini Standart Çözeltileri ve Kalibrasyon Eğrileri	42
3.7.2. Fosfat Fosforu Tayini Standart Çözeltileri ve Kalibrasyon Eğrileri	43
3.7.3. Silisyum Tayini Standart Çözeltileri ve Kalibrasyon Eğrileri	44
3.8. İstatistiksel Analizler	45
4. BULGULAR	46
4.1. pH	46
4.2. Sıcaklık	48
4.3. Toplam Çözünmüş Madde	50
4.4. İletkenlik	52
4.5. ORP	54
4.6. Çözünmüş Oksijen	56
4.7. Amonyum Azotu	58
4.8. Nitrat Azotu	60
4.9. Klorür	62
4.10. Nitrit Azotu	64
4.11. Fosfat Fosforu	66
4.12. Silisyum	68
4.13. Klorofil- <i>a</i>	70
4.14. Toplam Sertlik	72
4.15. Kalsiyum	74
4.16. Magnezyum	76
4.17. Geçici Sertlik	78
4.18. Tuzluluk	80
4.19. Biyolojik Oksijen İhtiyacı	82

4.20. Hidrojen Sülfür	84
4.21. Toplam Askıda Katı Madde	86
4.22. Toplam Koliform	88
4.23. Fekal Koliform	90
5.TARTIŞMA	92
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	109
7. KAYNAKLAR	112
8. ÖZGEÇMİŞ	119

SEMBOLLER VE FORMÜLLER

°C	: Celsius	Mn	: Mangan
°F	: Fahrenheit	Al	: Alüminyum
°K	: Kelvin	HCO₃⁻	: Bikarbonat
mg	: Miligram	NO₃⁻-N	: Nitrat-Azotu
g	: Gram	NO₂⁻-N	: Nitrit-Azotu
ml	: Mililitre	PO₄⁻³-P	: Fosfat-Fosforu
L	: Litre	KI	: Potasyum İyodür
<	: Küçük işareti	CO₃⁻²	: Karbonat
>	: Büyük işareti	Cd	: Kadmiyum
µs	: Mikrosiemens	Co	: Kobalt
cm	: Santimetre	Cr	: Krom
mV	: Milivolt	Fe	: Demir
d⁰H	: Alman Sertliği	F	: Flor
Ni	: Nikel	SO₄⁻²	: Sülfat
Pb	: Kurşun	H₂S	: Hidrojen Sülfür
Si	: Silisyum		
Ba	: Baryum		
Zn	: Çinko		
Ca	: Kalsiyum		
Mg	: Magnezyum		
Na	: Sodyum		
K	: Potasyum		
Cl	: Klorür		
Cu	: Bakır		
NH₄⁺-N	: Amonyum Azotu		
CN⁻	: Siyanür		
CO₂	: Karbondioksit		
SiO₄	: Silikat		
B	: Bor		
Na₂S₂O₃	: Sodyum Tiyosülfat		
pH	: Hidrojen iyon konsantrasyonu negatif logaritması		

KISALTMALAR

UV	: Ultraviyole
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
ORP	: Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli
TAKM	: Toplam Askıda Katı Madde
TDS	: Toplam Çözünmüş Madde
SRP	: Çözünebilir Reaktif Fosfat
AKM	: Askıda Katı Madde
TAN	: Toplam Amonyak Nitrojeni
TSI	: Trofik Durum İndeksi
EC	: Elektriksel İletkenlik
UAKM	: Uçucu Askıda Katı Madde
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
ICP-OES	: Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
TAM	: Toplam Askıda Madde
TÇM	: Toplam Çözünmüş Madde
TKN	: Toplam Kjeldahl Azotu
TS	: Türk Standartları
GMT	: Gıda Madde Tüzüğü
ANOVA	: Varyans Analizi
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences

ŞEKİLLER

	Sayfa no
Şekil 2.1.3.1. Su İçerisindeki Mikroorganizmalar	10
Şekil 2.2.1. Yeryüzündeki Su Çevrimi	12
Şekil 2.3.1. Yeryüzündeki Su Kaynaklarının Dağılımı	13
Şekil 3.2.1. İstasyonların Harita Görünümü	32
Şekil 3.3.1.1. K1 İstasyonu Görünümü	33
Şekil 3.3.1.2. K2 İstasyonu Görünümü	33
Şekil 3.3.1.3. K3 İstasyonu Görünümü	34
Şekil 3.3.1.4. K4 İstasyonu Görünümü	34
Şekil 3.3.2.1. S1 İstasyonu Görünümü	35
Şekil 3.3.2.2. S2 İstasyonu Görünümü	35
Şekil 3.3.2.3. S3 İstasyonu Görünümü	36
Şekil 3.3.2.4. S4 İstasyonu Görünümü	36
Şekil 3.7.1.1. Çalışmada Kullanılan Nitrit-Azotu Kalibrasyon Grafiği	42
Şekil 3.7.2.1. Çalışmada Kullanılan Fosfat-Fosforu Kalibrasyon Grafiği	43
Şekil 3.7.3.1. Çalışmada Kullanılan Silisyum Kalibrasyon Grafiği	44
Şekil 4.1.1. Karasu Çayı pH Değeri Mevsimsel Değişimi	47
Şekil 4.1.2. Sırakaraağaçlar Deresi pH Mevsimsel Değişimi	47
Şekil 4.2.1. Karasu Çayı Sıcaklık Değeri Mevsimsel Değişimi	49
Şekil 4.2.2. Sırakaraağaçlar Deresi Sıcaklık Değeri Mevsimsel Değişimi	49
Şekil 4.3.1. Karasu Çayı TDS Değeri Mevsimsel Değişimi	51
Şekil 4.3.2. Sırakaraağaçlar Deresi Değeri Mevsimsel Değişimi	51
Şekil 4.4.1. Karasu Çayı İletkenlik Değeri Mevsimsel Değişimi	53
Şekil 4.4.2. Sırakaraağaçlar Deresi İletkenlik Değeri Mevsimsel Değişimi	53
Şekil 4.5.1. Karasu Çayı ORP Değeri Mevsimsel Değişimi	55
Şekil 4.5.2. Sırakaraağaçlar Deresi ORP Değeri Mevsimsel Değişimi	55
Şekil 4.6.1. Karasu Çayı Çözünmüş Oksijen Değeri Mevsimsel Değişimi	57
Şekil 4.6.2. Sırakaraağaçlar Deresi Çözünmüş Oksijen Değeri Mevsimsel Değişimi	57
Şekil 4.7.1. Karasu Çayı Amonyum-Azotu Değeri Mevsimsel Değişimi	59
Şekil 4.7.2. Sırakaraağaçlar Deresi Amonyum-Azotu Değeri Mevsimsel Değişimi	59

Şekil 4.8.1.	Karasu Çayı Nitrat-Azotu Değeri Mevsimsel Değişimi	61
Şekil 4.8.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Nitrat-Azotu Değeri Mevsimsel Değişimi	61
Şekil 4.9.1.	Karasu Çayı Klorür Değeri Mevsimsel Değişimi	63
Şekil 4.9.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Klorür Değeri Mevsimsel Değişimi	63
Şekil 4.10.1.	Karasu Çayı Nitrit-Azotu Değeri Mevsimsel Değişimi	65
Şekil 4.10.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Nitrit-Azotu Değeri Mevsimsel Değişimi	65
Şekil 4.11.1.	Karasu Çayı Fosfat-Fosforu Değeri Mevsimsel Değişimi	67
Şekil 4.11.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Fosfat-Fosforu Değeri Mevsimsel Değişimi	67
Şekil 4.12.1.	Karasu Çayı Silisyum Değeri Mevsimsel Değişimi	69
Şekil 4.12.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Silisyum Değeri Mevsimsel Değişim	69
Şekil 4.13.1.	Karasu Çayı Klorofil- <i>a</i> Değeri Mevsimsel Değişimi	71
Şekil 4.13.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Klorofil- <i>a</i> Değeri Mevsimsel Değişimi	71
Şekil 4.14.1.	Karasu Çayı Toplam Sertlik Değeri Mevsimsel Değişimi	73
Şekil 4.14.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Sertlik Değeri Mevsimsel Değişimi	73
Şekil 4.15.1.	Karasu Çayı Kalsiyum Değeri Mevsimsel Değişimi	75
Şekil 4.15.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Kalsiyum Değeri Mevsimsel Değişimi	75
Şekil 4.16.1.	Karasu Çayı Magnezyum Değeri Mevsimsel Değişimi	77
Şekil 4.16.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Magnezyum Değeri Mevsimsel Değişimi	77
Şekil 4.17.1.	Karasu Çayı Geçici Sertlik Değeri Mevsimsel Değişimi	79
Şekil 4.17.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Geçici Sertlik Değeri Mevsimsel Değişimi	79
Şekil 4.18.1.	Karasu Çayı Tuzluluk Değeri Mevsimsel Değişimi	81
Şekil 4.18.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Tuzluluk Değeri Mevsimsel Değişimi	81
Şekil 4.19.1.	Karasu Çayı BOİ5 Değeri Mevsimsel Değişimi	83
Şekil 4.19.2.	Sırakaraağaçlar Deresi BOİ5 Değeri Mevsimsel Değişimi	83
Şekil 4.20.1.	Karasu Çayı Hidrojen Sülfür Değeri Mevsimsel Değişimi	85
Şekil 4.20.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Hidrojen Sülfür Değeri Mevsimsel Değişimi	85
Şekil 4.21.1.	Karasu Çayı Hidrojen TAKM Değeri Mevsimsel Değişimi	87
Şekil 4.21.2.	Sırakaraağaçlar Deresi TAKM Değeri Mevsimsel Değişimi	87
Şekil 4.22.1.	Karasu Çayı Hidrojen Toplam Koliform Değeri Mevsimsel Değişimi	89

Şekil 4.22.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Koliform Değeri Mevsimsel Değişimi	89
Şekil 4.23.1.	Karasu Çayı Hidrojen Toplam Koliform Değeri Mevsimsel Değişimi	91
Şekil 4.23.2.	Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Koliform Değeri Mevsimsel Değişimi	91

ÇİZELGELER

		Sayfa no
Çizelge 2.7.1.	Kıtaiçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri	17
Çizelge 3.2.1.	İstasyonların Adları ve Koordinatları	31
Çizelge 3.5.2.4.1.	Mikroorganizma Analizlerinde İncelenen Mikroorganizma Türleri Kullanılan Besiyerleri, İnkübasyon Sıcaklığı ve Süresi	41
Çizelge 3.6.1.	Analizlerde Kullanılan Cihazlar	41
Çizelge 4.1.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel pH ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	46
Çizelge 4.2.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Sıcaklık ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	48
Çizelge 4.3.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel TDS ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	50
Çizelge 4.4.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel İletkenlik ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	52
Çizelge 4.5.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel ORP ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	54
Çizelge 4.6.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Çözünmüş Oksijen ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	56
Çizelge 4.7.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Amonyum Azotu ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	58
Çizelge 4.8.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Nitrat Azotu ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	60

Çizelge 4.9.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Klorür ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	62
Çizelge 4.10.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Nitrit Azotu ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	64
Çizelge 4.11.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Fosfat Fosforu ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	66
Çizelge 4.12.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Silisyum ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	68
Çizelge 4.13.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Klorofil- <i>a</i> ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	70
Çizelge 4.14.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Toplam Sertlik ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	72
Çizelge 4.15.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Kalsiyum ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	74
Çizelge 4.16.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Magnezyum ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	76
Çizelge 4.17.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Geçici Sertlik ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	78
Çizelge 4.18.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Tuzluluk ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	80
Çizelge 4.19.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel BO ₅ ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	82

Çizelge 4.20.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Hidrojen Sülfür ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	84
Çizelge 4.21.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel TAKM ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	86
Çizelge 4.22.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Toplam Koliform ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	88
Çizelge 4.23.1.	Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Fekal Koliform ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri	90

1.GİRİŞ

Günümüzde sanayileşmedeki hızlı gelişmeler, nüfusun artması, çarpık kentleşme ve yetersiz altyapı vb. sebepler çeşitli çevre kirliliklerine sebep olmaktadır (Vural ve ark., 2006). Çevre kirlilikleri arasında hiç şüphesiz en önemli kirlilik su kirliliğidir. Canlılar yaşamsal faaliyetleri için gerekli olan suyu hidrolojik çevrimden temin ederler ve kullandıktan sonra tekrar hidrolojik döngüye iade ederler. Bu işlemler sırasında su kalitesinde değişimler ortaya çıkar. Su kalitesi, suyun kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerini içine alan geniş bir kavramdır. Suyun kalite parametrelerinde ortaya çıkan olumsuz değişiklikler su kirliliği kavramını karşımıza çıkarmaktadır. Su kirliliği suyun yararlı kullanımını etkileyen tüm kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerini kapsayan bir olgudur (Taş ve ark., 2010; Koloren ve ark., 2011). Su kirliliğini bir başka şekilde ifade etmek gerekirse inorganik, organik ve mikrobiyolojik maddelerin su kaynaklarına dolaylı ya da dolaysız yollarla karışarak suyun yararlı kullanımını engelleyen ve kalitesini olumsuz etkileyen bunun sonucunda ekolojik dengenin değişmesi olarak tanımlanabilir (Demirekin, 2001).

Yeryüzündeki gelişmelere bağlı olarak her geçen gün suyun değerini önem kazanmaktadır (Demirci ve ark., 2007). Bu nedenle günümüzde su kaynaklarının kullanımı her geçen gün artmaktadır. Su ihtiyacının artması sonucu su kaynakları bilinçsiz bir şekilde kullanılmakta ve su kirliliğini artıran etmenler daha fazla ortaya çıkmaktadır (Toroğlu ve ark., 2006; Koloren ve ark., 2011). Günümüzde su kaynakları azalmakta ve ciddi boyutları olan su sorunları giderek artış göstermektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). İnsanlar yaşamsal ihtiyaçlarını karşılarken bu faaliyetler sonucu su kirlenir. Endüstriyel, evsel, tarımsal faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıklar ile diğer su kalitesini bozacak istenmeyen atıkların su kaynaklarına doğrudan ya da dolaylı yollarla girmesiyle suyun doğal yapısı bozulur (Tan, 2006). Kanalizasyon suları, mutfak ve banyoda temizlik için kullanılan sular kentsel kökenli atık suların oluşmasına neden olurlar. Kentsel kökenli atık suları, mezbahane atıkları, gıda fabrikalarının atıkları vb. yerlerin atıkları sularda patojen mikroorganizmaların sayısını arttırarak mikrobiyolojik kirlenmeye sebep olmaktadır. Suyun iyi bir çözücü olması hastalık yapan mikroorganizmalar için uygun bir ortam sağlamaktadır (Acehan, 2007; Durdu ve ark., 2012). Su bünyesine giren zararlı mikroorganizmalar suyu kullanan canlıların bünyesine taşınmaktadır.

Canlı bünyede bulunan bu mikroorganizmalar ishal, tifo, giardiasis gibi çok çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır (Acehan, 2007). Endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan inorganik ve organik zehirli maddeler endüstriyel kökenli atıkların oluşmasına neden olurlar. Bu tip atıklar su ortamına girerek su ekosistemini olumsuz etkilemektedir. Tarımsal faaliyetler esnasında kullanılan azotlu, fosfatlı gübreler, tarım ilaçları da su kaynaklarında ciddi boyutları olan kirliliklere neden olmaktadır (Toroğlu ve ark., 2006). Su kaynaklarındaki olumsuz kalite değişimlerine bağlı olarak, ekosistemde var olan dengede bozulmalar ortaya çıkmaktadır (Tan, 2006). İşte bu nedenle suyun kalitesini etkileyen çeşitli parametrelerin bilinmesi, suyun kullanım amaçlarına uygun olup olmadığı konusunda bize önemli bilgiler verir (Taş ve ark., 2010).

Bu çalışmanın amacı; Sinop il sınırları içerisinde bulunan Karasu Çayında ve Sırakaraağaçlar Deresinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kirlenmeyi oluşturan bileşenlerin mevsimsel değişimlerinin gözlemlenmesi ve genel olarak hangi bölgelerde kirliliğe maruz kaldıklarını belirleyerek bununla ilgili çözüm önerileri getirmek amaçlanmıştır. Bu tez kapsamında Sinop il sınırları içerisinde bulunan Karasu Çayından ve Sırakaraağaçlar Deresinden aylık olarak alınan su örneklerinin bazı fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Değerler bakımından her iki su kaynağı karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen veriler mevzuatta yer alan değerlerle karşılaştırılarak kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Suyun Önemi ve Özellikleri

Su her zaman en değerli doğal bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Hiç şüphesiz suyun ekosistem üzerinde çok önemli işlevlerinin olduğu bilinmektedir (Çepel ve Ergün, 2003). Yeryüzünde çok eski tarihlerden beri insanlar suya önem vermiş, suyun özelliklerini tanımaya çalışmış, sudan hem faydalanmaya hem de korunmaya çalışmışlardır. Su yaşamsal bir doğal kaynak olduğu için, uygarlıkların kurulmasında, gelişmesinde ve yıkılmasında önemli bir payının olduğu bilinmektedir. Yerleşim yerleri genel olarak değerlendirildiğinde akarsu, nehir, göl ve deniz gibi su kaynaklarının çok miktarda olduğu yerlere kurulmuştur. Bütün canlı varlıklar yaşamlarının devamlılığı ve gelişmesi için suya gereksinim duyarlar bundan dolayı çeşitli su kaynaklarından yararlanırlar (Durdu ve ark., 2012). Su yaşamın devamlılığı için gereken maddelerin başında gelmektedir (Kenar ve Altındış, 2001). Dünya geneline bakıldığında $\frac{3}{4}$ ' nün sularla kaplı olması, insan vücudunun %75'inin sudan oluştuğunun bilinmesi, canlı hayatın susuz düşünülemeyeceğini göstermektedir (Demirekin, 2001). Dünya geneline bakıldığında bitki ve hayvan topluluklarını barındıran çok sayıda yaşam alanları mevcuttur. Bu yaşam alanlarının çeşitliliği, yeryüzündeki dağılımı ve şekillenmeleri de suya bağlıdır. Su yeryüzünde bulunan bazı yaşam alanlarının da adını almasında etkili olmuştur. Bunlara en güzel örnek "*Tropik Yağmur Ormanları*" , "*Kurak Bölge Ormanları*" , vb. isimler verilebilir. Tarım alanındaki olumsuz gelişmeler, nüfusun artması ile yeterli olmayan tarım alanlarının ortaya çıkardığı sorunlar su ile çözülmektedir. Birçok alanda olduğu gibi endüstride de su özellikle üretim aşamasında vazgeçilmez bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Çepel ve Ergün, 2003).

Biyolojik yaşam içerisindeki en küçük ve en büyük canlı birimlerini ve tüm insan faaliyetlerini ayakta tutan hiç şüphesiz sudur (Acehan, 2007). Su içerisinde bulundurduğu çeşitli mineraller ve bileşikler ile canlı vücudun içerisindeki gerçekleşen her türlü biyokimyasal reaksiyon için etkin bir rol oynamaktadır (Akın, 2007).

Yaşam sıvısı olarak da bilinen suyun özelliklerini üç grup altında toplamak mümkündür.

- 1) **Fiziksel Özellikler:** Suyun yoğunluk, iletkenlik, tat, koku, renk vb. gibi özellikleridir.

- 2) **Kimyasal Özellikler:** Suyun pH, çözülmüş oksijen, toplam azot, toplam sertlik vb. gibi özelliklerdir.
- 3) **Biyolojik (Mikrobiyolojik) Özellikler:** Su içerisinde bulunan hastalık yapıcı ve çürükçül mikroorganizmaların belirlenmesini kapsamaktadır (Acehan, 2007).

2.1.1. Suyun Fiziksel Özellikleri

Sıcaklık: Suyun sıcaklığının ya da soğukluğunun bir ölçüsüdür. Genellikle Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) gibi birimlerle ifade edilir (Şengül ve Türkman, 1998).

Berraklık: Suyun renkli ya da bulanık olmamasıdır. Bulanıklık ve renklilik suda olumsuz bir etki ortaya çıkarır (Yaman, 2005).

Lezzet ve Koku: Suyun lezzet ve kokusu H_2S gibi gazlardan, dezenfeksiyonda kullanılan klordan, endüstriyel maddelerden, organik ve inorganik maddelerden kaynaklanmaktadır. Klor ve sülfat iyonlarının miktarlarındaki artış lezzeti olumsuz etkilemektedir. Su içerisindeki organik ve kolay uçabilen organik maddeler 50°C 'ye ısıtılarak meydana gelen kokunun tayini ile değerlendirmeye tabi tutulur (Yaman, 2005).

İletkenlik: Suyun iletkenliği su içerisinde bulunan iyonların miktarına, yüklerine, hareketliliğine ve anlık sıcaklığa bağlıdır. İletkenlik genellikle iyon miktarıyla artmasına rağmen bazı iyonlar (magnezyum, sülfat vb.) için bu durum söz konusu değildir (Şengül ve Türkman, 1998).

Askıda katı madde: Su içerisindeki çözülebilen ve çözilemeyen katı maddelerin toplamı olarak bilinmektedir. Genel olarak kolloidal organik maddeler, sediment maddeleri, çamur veya kil mineralleri gibi maddelerden meydana gelmektedir (Uslu ve Türkman, 1987). Askıda katı madde miktarı arttıkça suyun geçirgenliği azalır ve buna bağlı olarak su canlıları bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Askıda katı madde değeri sular için önemli bir parametredir (Dihkan ve ark., 2011).

ORP: ORP'nin açılımı Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli olarak ifade edilir. Başka bir ifade ile suyun kontaminasyonları yok etme ölçüsü olarak da tanımlanabilir (Yıldız, 2013).

2.1.2. Suyun Kimyasal Özellikleri

Çözünmüş Oksijen Miktarı: Su kaynaklarında ilk sırada ele alınan ve incelemelerde ilk değerlendirilen parametre hiç kuşkusuz çözünmüş oksijendir. Aerobik organizmaların ve diğer su içinde yaşayan canlıların yaşamlarının devamlılığı için çözünmüş oksijene ihtiyaç duymaktadırlar. Çözünmüş oksijen miktarı su kaynakları içerisinde devam eden biyokimyasal ve organik madde miktarının bir ölçüsü olarak ele alınmaktadır. Su içerisinde oksijen gazı serbest hareket edebilir ve su kaynaklarındaki çözünmüş oksijen kaynağı olarak atmosferdeki oksijen ya da fotosentez yapan mikroorganizmaların üretimi sonucu ortaya çıkan oksijen kabul edilmektedir. Suyun çözünmüş oksijen miktarı ilk olarak sıcaklığa, tuzluluğa ve çeşitli iyonların derişimlerine bağılı olarak değişmektedir (Türkdemir, 1996).

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅): Biyolojik Oksijen ihtiyacı aerobik ortamlarda mikroorganizmaların su içerisindeki organik maddeleri parçalayabilmesi için gereken oksijen miktarı olarak tanımlanabilir. BOİ₅ ifadesi ise organik maddelerin biyolojik olarak parçalanması için 5 günlük oksijen miktarını belirtmektedir Çünkü organik maddelerin büyük bir kısmı 5 günlük sürede ayrışmaktadır (Tayhan, 2012).

Alkalinite Değeri: Alkalinite suyun asitleri nötralize edebilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse suyun tamponlama miktarının bir ölçüsüdür. Toplam alkalinite genel olarak mg/L CaCO₃ şeklinde ifade edilir ve bikarbonat, karbonat ve hidrosit bileşenlerinden meydana gelmektedir (Burkut, 2013).

Karbondioksit Değeri: Su içerisinde bulunan Karbondioksit gazı genel olarak organik maddelerin oksijen varlığında ya da yokluğunda bozunmaları ve suda yaşamlarını sürdüren bitki ve hayvanların solunum işlemleri sonucu karışmaktadır. Suyun karbondioksit değeri, atmosfer bulunan karbondioksit ile denge halindedir. Atmosferdeki karbondioksitin gazının su içerisindeki karbondioksit gazından fazla olursa su içerisine karbondioksit girişı olur. Suyun kimyasallarla özellikle asitlerle kirlenmesi sonucu su içerisindeki karbonat, bikarbonat ve karbondioksit arasındaki dengeyi olumsuz etkileyerek serbest karbondioksitin açığa çıkmasına neden olmaktadır. Su kaynakları içerisindeki karbondioksit gazının değerindeki olumsuz değişimlere bağılı olarak korozif ya da aşındırıcı etki gösterebilir (Şengül ve Türkman, 1998).

Geçici Sertlik Değeri: Bu değer su içerisindeki bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının bikarbonat bileşiklerinden kaynaklanmaktadır. Suyun

kaynatılarak bu sertlik giderildiği için geçici sertlik ismi verilmiştir. Kalsiyum ve magnezyumun bikarbonatlarından karbondioksit gazının ayrılmasıyla bu iyonlar karbonatları ya da oksitleri şeklinde çöktürülür. Evlerde çaydanlıkların dibindeki tortu bu nedenle oluşmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996).

Toplam Sertlik Değeri: Su kaynaklarının toplam sertlik değeri içerisinde çözünmüş olarak bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının bileşiklerinden ileri gelmektedir. Toplam sertlik değeri sertlik bütünü olarak da adlandırılmaktadır. Başka bir ifade ile geçici sertlik ile kalıcı sertliğin toplamı olarak karşımıza çıkmaktadır. Kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat bileşikleri geçici sertliği, fosfat, klorür, sülfat, nitrat ve silikatları kalıcı sertliği oluşturmaktadır. Su kaynaklarındaki sertliğin ortaya çıkmasının nedeni suyun kayaç ve toprak ile temas halinde olmasından kaynaklanmaktadır. Yağmur, kar vb. meteorolojik olaylar sonucu toprak ve kayaçlarda ki sertliğe neden olan maddeler çözünerek su kaynaklarına ulaşmaktadır (Şengül ve Türkman, 1998). Suların sertlik derecelerinin fazla olması sonucu insanlarda böbrek taşlarının oluşmasına, sanayide buhar sistemlerinin zarar görmesine, paslanmaz çelik sanayisinde ısı iletiminin zorlaşması gibi sorunlar ortaya çıkarabilir (Munsuz ve Ünver, 1995).

Kalsiyum Değeri: Kalsiyum su içerisindeki toplam sertliğin oluşmasında katkısı olan bir elementtir. Kireçtaşı, jips vb. kalsiyum içeriğine sahip arazilerden yağmur ve kar sularının geçmesi esnasında kalsiyum çözünerek su kaynaklarına ulaşmaktadır. Su içerisindeki kalsiyum miktarı düşük ya da yüksek seviyelerde karşımıza çıkmaktadır. Özellikle düşük kalsiyum karbonat içeriğine sahip sular metal boruların aşınmasına, yüksek konsantrasyon da ki kalsiyum bileşikleri, buhar kazanlarının, su borularının ve ısıtma boruların kalsiyum tabakası ile kaplanması sonucu ısı iletiminin zorlaşmasına neden olmaktadır. Sularda kalsiyum sertliği iyon değişimi, ters ozmos, yumuşatma vb. yöntemler ile giderilebilir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Magnezyum Değeri: Magnezyum doğada çok bulunan bundan dolayı su kaynaklarının içerisinde de çok miktarda bulunan bir elementtir. Toplam sertliğin oluşmasında büyük rol oynamaktadır. Yüksek magnezyum konsantrasyonu katartik ve diüretik etki göstermektedir. Magnezyum konsantrasyonu çeşitli yöntemler ile giderilebilir. Bu yöntemler iyon değişimi, kimyasal yumuşatma vb. örnek verilebilir (Şengül ve Türkman, 1998).

Hidrojen Sülfür Değeri: Hidrojen sülfür gazı normal koşullarda renksiz, zehirli, uçucu özelliği olan ve yanıcı bir gazdır. Su kaynaklarında bulunan sülfat iyonu

anaerobik ortamlarda sülfat indirgeyici mikroorganizmalar tarafından oksijen kaynağı olarak kullanılarak biyokimyasal reaksiyonlar sonucu sülfür oluşur. Sülfür iyonu su içerisindeki hidrojen ile tepkimeye girerek hidrojen sülfür gazı açığa çıkmaktadır. Bu tepkimeler özellikle yaz aylarında daha hızlı gerçekleşmekte ve sıcaklığın artmasına bağlı olarak hidrojen sülfür gazının çözünürlüğü azalmaktadır. Bunun sonucu atık suların derelere ve kanallara verildiği yerde ciddi koku sorunları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca havalandırmanın yeterli olmadığı bölgelerde ve zemindeki çukurlarda hidrojen sülfür gazı birikmekte ve havadan ağır olduğu için dibe çökmektedir. Hidrojen sülfür gazı konsantrasyonu %43–46 oranına ulaştığında patlamaya neden olmaktadır (Öztürk, 2006).

Klorofil Değeri: Su kaynağı içerisinde bulunan azot ve fosfor konsantrasyonların artmasına bağlı olarak su içerisinde alg oluşumu meydana gelmektedir. Suda oluşumu başlayan alglerle birlikte tabakalaşma adını da verdiğimiz bir durum ortaya çıkmaktadır. Tabakalaşma fotosentez yapan ve gelişimlerini sürdürmek isteyen alglerin su içerisinde yoğunlaşmasıdır. Yüksek alg miktarına bağlı olarak tabakalaşma su kaynağını yatay yönde iki parçaya ayırmaktadır. Su kaynaklarının bu iki kısmı farklı özellikler göstermektedir. Suyun üst bölgesi alg içeren, çözünmüş oksijen miktarı yüksek, pH'sı artan bir su katmanını, alt bölgesi ise çok yüksek mangan ve demir içeren, pH'ı düşük ve soğuk suya sahiptir. Oluşan bu tabakalaşma özellikle arıtma tesislerinde filtreleri tıkanmasına neden olmakta, çözünmüş manganın giderilmemesi sonucu düşük kaliteye sahip suların oluşmasına neden olmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996).

Tuz ve Klor Değeri: Su kaynakları içerisinde çok yaygın bir şekilde karşımıza çıkan bir iyondur. Klorür iyonu çözünme yolu ile ya da tuzlu su kaynaklarının tatlı su kaynaklarına karışması sonucu su içerisinde yer almaktadır. Su kaynaklarında farklı bileşikler halinde özellikle sodyum klorür, kalsiyum ve magnezyum klorür şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Eğer sudaki klorür sodyum klorür bileşiğinden kaynaklanıyorsa, 250 mg/L konsantrasyonu sonucu suda tuzluluk tadı ortaya çıkmaktadır. Klorür iyonu su içerisinde tat ve aşındırma sorunlarını ortaya çıkarır. Miktarının yüksek olması durumunda tuzluluk hissi vermektedir. Şebeke sistemlerini, su ile çalışan cihazları (bulaşık ve çamaşır makinesi vb.) olumsuz etkilemektedir. İnsanlarda sürekli olarak vücuda girmesi halinde yüksek tansiyon, böbrek vb. gibi sorunlara neden olabilmektedir. İzleyici bir parametre olarak da kullanılmaktadır. Su içerisindeki

değerinin artmasına bağlı olarak denizel ve endüstriyel kirlilikten şüphe edilebilir (Geldiay ve Kocataş, 1988; Şengül ve Türkman, 1998).

Organik Madde Değeri: Su kaynaklarına bakıldığında çözünmüş olarak çok çeşitli organik bileşikler karşımıza çıkmaktadır. Kimyasal yöntemlerle bunların tek tek belirlenmesi mümkün olmayabilir. Bundan dolayı su içerisindeki çözünmüş olarak bulunan organik maddelerin tamamı toplam organik karbon ile ifade edilmektedir. Organik madde miktarı ise toplam organik karbonun yaklaşık olarak 2–2,5 katı olarak kabul edilir. Su içerisindeki organik madde konsantrasyonunun artışına bağlı olarak su kaynaklarına sarı ya da kahverengi bir görünüm vermektedir (Erdebil, 2012).

Nitrit ve Nitrat Değeri: Azot ve azot içeren maddeler suların kalitesinin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Su kaynakları içerisinde organik ve inorganik kökenli azot bileşikleri mevcuttur. Nitrat ve nitrit iyonlarının toplamı, oksitlenmiş azotu göstermektedir. Nitrit bileşiği azotun kararsız bir formu olup, su içerisinde nitrifikasyon ya da tersi denitrifikasyon olaylarının gerçekleştiğini göstermesi açısından önemlidir. Nitrat bileşiği ise azotun en büyük yükseltgenme basamağını sahiptir. Normal olarak su kaynakları içerisinde eser miktarda bulunmaktadır. Eğer nitrat miktarının belirli miktarlar üzerinde tespit edilmesi, su kaynaklarına amonyum ve organik azot barındıran endüstriyel ve kentsel atık sularla kirlendiğini ya da su kaynaklarına nitrat deşarjının doğrudan yapıldığını göstermektedir. Su kaynakları içerisindeki nitrit ve nitrat iyonlarının konsantrasyonunun artması sonucu kanserojen özelliğe sahip olan nitrosaminlerin oluşmasına ve insanlarda özellikle bebeklerde methemoglobinemia hastalığına yol açmaktadır (Uslu ve Türkman, 1987; Egemen ve Sunlu, 1996).

Amonyum Değeri: Nutrientler (Nitrat, amonyum, fosfat vb.) yaşamın devamlılığını sağlayan maddelerdir. Bu maddelerin su kaynaklarında fazla miktarda bulunması kirliliğe neden olmaktadır. Özellikle amonyum su içerisindeki alglerin büyümesini sağlamasının yanında çözünmüş oksijen miktarını azaltarak sucul ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Bunun yanında amonyum konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak su kaynaklarının pH'ı yükselir ve amonyum iyonu yükselen pH'larda canlılar için zararlı olan amonyak formuna dönüşür. Sularda belirli miktar üzerindeki amonyak sucul ekosistem için toksik etki yapmaktadır (Genç ve ark., 2001).

Fosfat Değeri: Fosfat su kaynaklarında ortofosfatlar, kondanse fosfatlar ile organik bağlı fosfatlar olmak üzere çeşitli bileşikler halinde karşımıza çıkmaktadır. Fosfat su içerisinde üretimi kısıtlayan bir maddedir. Fosfat bileşikleri çeşitli yollarla su kaynaklarına bulaşmaktadır. Tarımsal alanlarda kullanılan gübre yani ortofosfat

bileşikleri yağmur suları ile su bünyesine geçmektedir. Temizlik alanlarında kullanılan sularda fosfat bileşiklerin miktarı yüksektir ve bu bileşikler atık sulara karışmaktadır (Munsuz ve Ünver, 1995).

Silisyum Değeri: Silis bileşikleri yeryüzünden miktarı çok olan maddelerden biridir. Yeryüzünde özellikle kayaçların yapısında silikat mineralleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Silis içerikli bu kayaçların çeşitli sebeplerle parçalanması sonucu silisyum su bünyesine karışmaktadır. Su içerisindeki silisyum değerinin yüksek olmaması istenir. Aksi halde su içerisinde silis birikimleri ortaya çıkar. Bu birikimler sanayide, arıtma tesislerinde vb. gibi alanlarda sıkıntılara neden olmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996; Şengül ve Türkman, 1998).

2.1.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri

Ekolojik sistemde suyun mikroorganizma içerikleri havadan, topraktan ve çeşitli organik atıklardan ileri gelmektedir (Çolakoğlu ve Çakır, 2003).

Suyun mikroorganizma içeriğini üç grupta ele alabiliriz.

Suyun doğal yapısında bulunan mikroorganizmalar: Spirillum, Pseudomonas, Chromobacter, Achromobacter, Vibrio, Micrococcus ve Sarcina 'nın belirli türleri.

Toprakta bulunan mikroorganizmalar: Topraktan çeşitli yollarla suya ulaşırlar. Bacillus, Enterobacteriaceae ve Streptomyces 'nın çürükçül üyeleridir.

İnsan ve Hayvanların barsak florasında bulunan mikroorganizmalar: Esherichia coli, Salmonella ve Vibrio comma Streptococcus faecalis, Clostridium perfiringens gibi patojenler (Anonim, 2008).



Şekil 2.1.3.1. Su içerisindeki mikroorganizmalar (Anonim, 2010)

2.1.3.1 Bakteriler (Patojenik)

Suyun mikrobiyolojik kirliliğine sebep olan en önemli etken patojen bakterilerdir. Patojen kelime anlamı olarak hastalık yapan her türlü madde ve organizma demektir. Su ve özellikle atık sularda patojen grubu mikroorganizmalar çok sayıda bulunmaktadır. Özellikle insan ve hayvan kaynaklı dışkıların suya bulaşması ile patojen mikroorganizmalar su döngüsüne girmektedir. Sudan bulaşan ve yayılan salgınlara su epidemisi denmektedir. Özellikle başlıca su epidemilerine kolera, dizanteri, tifo ve enfeksiyöz hepatit verilebilir. Sağlık açısından risk durumu taşıyan, su epidemilerine neden olan Salmonella, Shigella Anthrax, Brucella, Vibrio ve diğer çok sayıda patojen bakteriler dışkı yolu ile su bünyesine girmektedir. (Munsuz ve Ünver, 1995; Anonim, 2008).

2.1.3.2. Koliform ve Fekal Bakteriler

Koliformlar çok çeşitli bakteri türleridir. Koliform grubu bakteriler Enterobacteriaceae familyasında bulunan, spor oluşturmeyen, gram negatif, çubuk biçiminde, fermentasyon yolu ile laktozdan 35⁰C'de 48 saat içinde gaz oluşturan bakterilerdir. Koliform grubu bakteriler en yaygın olarak hayvanların bağırsaklarında

görülmesinin yanında toprakta ve bitkilerde de görülür. Koliform Bakteriler özelliklerine ve kökenlerine göre Toplam Koliform ve Fekal Koliform olmak üzere iki kısımda incelenir. Su kaynaklarında toplam Koliform ve Fekal Koliform bakterileri arındırmak için kaynatma işlemi, klorlama, distile etme, ters osmoz veya UV uygulaması ile yok etmek mümkündür. Toplam Koliformların su kaynaklarında tespit edilmesi, su kaynağının dışkı atıkları ile bulaştığını göstergesi değildir. Bu durum bize su kaynaklarının dezenfeksiyon işleminin tam olarak uygulanıp uygulanmadığını gösterir. Fekal Koliformlar, Koliform grubundaki bakterilerin bağırsak kökenli bakterileridir. Fekal Koliformlar ağırlıklı olarak hayvan bağırsaklarında karşımıza çıkmaktadır. Su kaynaklarında Fekal Koliform bakterilerin görülmesi suyun dışkı atıkları ile temasının olduğunu işaret eder ki bu durumda su kaynaklarında çok sayıda zararlı, tehlikeli ve hastalığa neden olan bakteri virüs, protozoa ve parazitlerle kontamine olduğu anlamına gelir. Fekal Koliformların büyük bir kısmını E.coli oluşturmakla beraber, Enterobacter aerogenes ve Klebsiella pneumoniae Fekal bakteriler içerisinde görülmektedir. E.coli Fekal Koliform grubu bakterilerin en önemli üyesidir. Bağırsak kökenlidir. Bağırsak kökenli olması patojen mikrobiyolojisinde su kirliliğini belirlemede kullanılan en basit ve yaygın yöntemdir. Enterokoklar, gram pozitif, anaerob bakteri türleridir. Su kaynaklarında kolayca bulunmaları ve canlılıklarını devam ettirmeleri su analizlerinde Fekal bulaşma olarak değerlendirilir. Enterokoklar içerisinde Fekal streptokoklar su analizlerinde karşımıza çıkmaktadır. Pseudomonas, hareketli, gram negatif ve çubuk biçiminde bakteri türüdür. Bu grup bakteriler orta kulak ve üriner sistemi etkilediği için yüzme sularında bulunmaması gerekir (Şengül ve Türkman, 1998; Halkman, 2005).

2.2. Su Döngüsü

Yeryüzündeki su kaynaklarını okyanuslar, denizler, göller, çeşitli yer üstü ve altı suları oluşturmaktadır. Yeryüzünde bulunan su miktarı ne azalır ne de artar. Ekosistemdeki su sürekli bir hareket halinde olup biçim değiştirir. Bundan dolayı su sürekli bir döngü halindedir. Bu döngüye Su Döngüsü ya da Hidrolojik Çevrim denir. Bu süreç kısaca ekosistemdeki suyun güneş enerjisi yardımı ile buharlaşması, atmosfere ulaşması ve buhar halindeki suyun yağmur damlacıklarına dönüşüp yer çekimi nedeni ile yeniden yeryüzüne ulaşması ile gerçekleşir (Çepel ve Ergün, 2003).

Su döngüsü (çevrimi) diğer tüm çevrimler gibi süreklilik arz etmektedir. Bu çevrimi oluşturan basamaklar şunlardır:

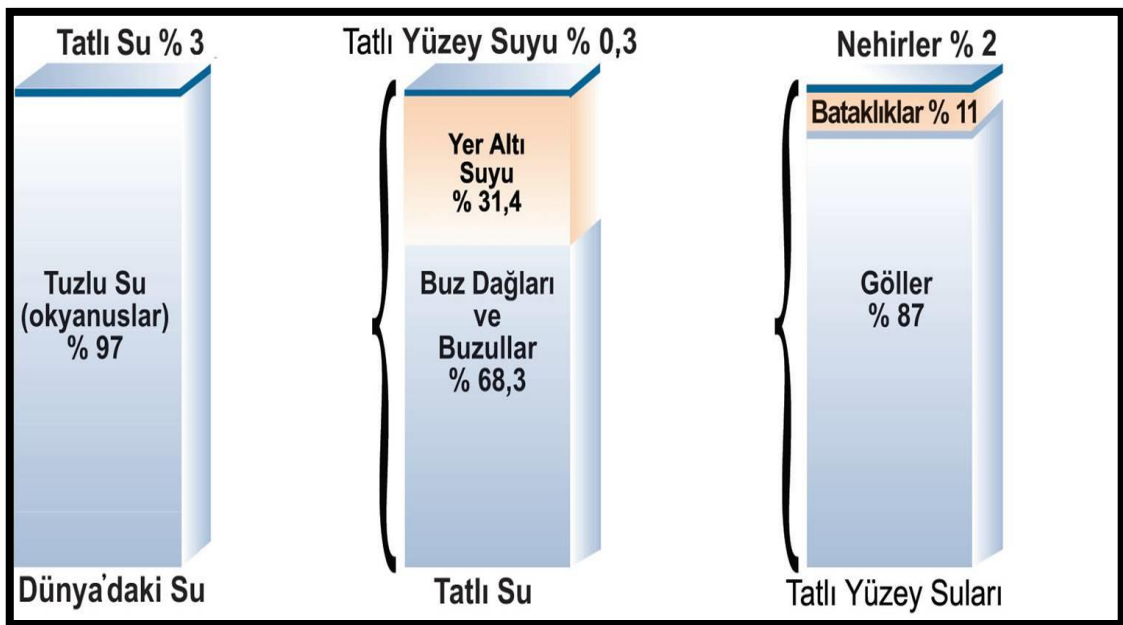
- 1- Yoğunlaşma
- 2- Yağış
- 3- Toprağa ulaşma
- 4- Yüzey suları ile yeraltı sularının oluşumu
- 5- Buharlaşma (Anonim, 2015a)



Şekil 2.2.1. Yeryüzündeki Su Çevrimi (Anonim, 2009a)

2.3. Yeryüzünde Su Potansiyeli ve Dağılımı

Su yeryüzünde üniform bir dağılım göstermemektedir. Dünyanın $\frac{3}{4}$ ünün su olması yeryüzünde su çokluğu görünümü verse de içilebilir nitelikteki su miktarı yaklaşık olarak % 0,74'dür. Artan nüfus, gelişen sanayi ve teknolojiye hızlı ilerlemeler, ayrıca çevre bilincinin oluşmaması ve yaygınlaşmaması gibi birtakım nedenler gün geçtikçe içilebilir su kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır. Bütün bu ifadelerden sonucunda gelecekte karşılaşılabilecek en önemli sorunların başında içilebilir ve kaliteli su kaynaklarının yok olacağı aşikârdır (Demirekin, 2001; Akın, 2007).



Şekil 2.3.1. Yeryüzündeki Su Kaynaklarının Dağılımı (Anonim, 2009b)

Yeryüzündeki su kaynaklarının yaklaşık olarak %97'sini okyanus ve denizlerdeki tuzlu su, geriye kalan % 3'lük kısmı ise tatlı su kaynakları oluşturmaktadır. Tatlı su kaynaklarının büyük bir kısmını ise buzullar geriye kalan diğer kısmını ise yeraltı ve yerüstü suları oluşturmaktadır. Kullanabilir tatlı su kaynakları miktarına da baktığımızda bu oran yaklaşık olarak % 0.3 'dür (Demirekin, 2001).

2.4. Ülkemizdeki Su Potansiyeli

Ülkemiz su miktarı bakımından çok zengin olmadığı gibi çok fakir bir ülkede değildir. Burada dikkat edilmesi gereken husus su potansiyelini en uygun ve verimli bir şekilde kullanıp, su kaynaklarımızı sadece bugün için değil, bunun yanında gelecek nesillere de kullanabilir, temiz ve yeterli miktarda bırakmayı amaç edinmeliyiz. Su kaynaklarını kirletip temizlemek yerine, kirletmeden ya da kirlilik oranını minimuma indirerek kullanmalıyız. Çünkü su potansiyellerimizi kirletmek daha sonra temizlemek temiz suyun eldesi için risk oluşturması ve aynı zamanda ülke ekonomisine büyük bir yük getirmesi söz konusudur (Demirekin, 2001).

Ülke geneline bakıldığında yıllık yağış miktarı yaklaşık olarak 643 mm olup, buda yaklaşık 501 milyar m³ tekabül etmektedir. Yağış miktarının 274 milyar m³'ü dere, nehir, deniz ve bitkilerin terlemesi ile atmosfere geri dönmektedir. Toprağa düşen yaklaşık 158 milyar m³ yağışta çok sayıdaki akarsu ile göl ve denizlere ulaşmaktadır. Geriye kalan kısım ise yaklaşık olarak 69 milyar m³ yeraltı sularını meydana getirmektedir. 28 milyar m³ yeraltı suyu da kaynak olarak yüzey sularına tekrar ulaşır. Bunun yanında komşu ülkelerden ülkemize 7 milyar m³ su girişi olmaktadır. Bu sayılar dikkate alındığında ülkemizin brüt su potansiyelini (158+28+7=193) oluşturur. Yer altısularına katılan 41 milyar m³'lük suda dikkate alındığında, ülkemizin brüt su miktarı 234 milyar m³ olarak hesaplanabilir (Akın, 2007).

Ülkemizde artan nüfusa, sanayi ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak kullanabilir ve kaliteli suya olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Bundan dolayı su kaynaklarının etkili ve verimli kullanımı sadece plan ve program dahilinde gerçekleştirilebilir (Akın, 2007). Özellikle sınırlı olan tatlı su kaynaklarımızın etkili kullanımı ve korunması, ilerleyen zamanlarda içme ve kullanma suyu bakımından fayda sağlayacağı aşikârdır (Demirekin, 2001).

2.5. Su Kirliliği

Dünya genelinde hızla artan nüfus, sanayileşme, çarpık kentleşme ve teknolojik gelişimlere bağlı olarak su kaynaklarının doğal yapısı olumsuz yönde bozulmaktadır. Bu gelişmeler ışığında her geçen gün su kaynaklarını daha değerli kılmaktadır. Su kaynaklarında ortaya çıkan bu olumsuz durumlar “Su Kirliliği” olarak adlandırılır (Tan, 2006).

Su kirliliğini kısaca tanımlamak gerekirse kalitesinin ve doğal dengesinin bozulması olarak söylenebilir (Toroğlu ve ark., 2006). Bir başka ifade ile su kaynaklarının kullanılmasını etkileyecek, engelleyecek ve kalitesini bozacak miktarda organik, inorganik, radyoaktif ve biyolojik maddelerin su kaynaklarına ulaşması ve suyun doğal dengesine etki ederek kalitesinde olumsuz değişimler ortaya çıkması olarak tanımlanabilir. Bu tanımlar doğrultusunda anlaşılması gereken şudur ki; su kirliliği için en uygun tanım kullanılma amacına göre yapmak daha uygundur (Demirekin, 2001). Su kirliliği çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Özellikle evsel kökenli atık sular büyük bir kısmı kanalizasyon sularını oluşturur. Kanalizasyon sularının içerisinde hastalık yapan yani patojen birçok mikroorganizma mevcuttur. Bu kanalizasyon atık sularının su kaynaklarına ulaşması kirliliğe sebep olur. Bunun yanında suların biyolojik kirlenmesinde büyük rol oynayan mandıra, mezbahane ve gıda fabrikalarının da önemli bir yeri mevcuttur. Ayrıca Endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan ve ekonomik değeri bulunmayan organik ve inorganik atıklarda su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Tarım sektöründe kullanılan gübreler, akaryakıtlara katılan kurşun ve türevleri, endüstri atıklarında bulunan ağır metaller gibi birçok neden su kaynaklarında kirliliği ortaya çıkarmaktadır (Toroğlu ve ark., 2006).

Su kaynakları kullanım amacına uygun olmalıdır. Örneğin içilebilir su toksik elementlerden, patojen mikroorganizmalardan, organik klor bileşiklerinden, nitrit, nitrat ve amonyum gibi anyonlar içermemelidir. Buna karşın çözünmüş oksijen miktarı zengin, alkali ve toprak alkali elementlerinin iyonlarını az miktarda içermelidir. Kısaca su kaynaklarının kullanım amacına göre aranan özellikler su kriteri olarak belirlenmiştir (Tan, 2006).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, su kaynaklarının kentsel, endüstriyel atıklar için bir araç olarak görülmesi ekosistem açısından tehlikeli sonuçlar ortaya çıkarması tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de üzerinde durulması gereken bir durumdur (Toroğlu ve ark., 2006).

2.6. Su Kirliliğini Önlemek İçin Alınacak Bazı Tedbirler

Su yaşam için vazgeçilmez unsurlardan biridir. Bu kadar büyük bir öneme sahip unsuru korumak ve gelecek nesillere aktarmak için bizlere büyük görevler düşmektedir.

- Su kirliliğini engellemek için akla gelen ilk müdahale hiç şüphesiz ki devlet tarafından yapılması gereken kirlilik standartlarının oluşturulmasıdır.
- Yeryüzündeki su kaynaklarındaki fiziksel atıklar çeşitli yöntemlerle uzaklaştırılmalıdır.
- Kentsel atık suların yeterli alt yapı sağlandıktan sonra arıtma isteminden geçirilmesi gerekmektedir.
- Sanayi kuruluşlarının filtre sistemleri ve atık sular için arıtma sistemleri için kurulması için yasal düzenlemeler ve teşvikler sağlanmalıdır.
- Tarım sektöründe gerekli eğitimler düzenlenerek üreticilerin doğru gübreleme ve aşırı gübre kullanımının olumsuz yönleri anlatılmalıdır.
- Evsel temizlik ürünlerinin kullanılması ile ilgili ev hanımlarına eğitimler düzenlenmelidir.
- Geri dönüşümü mümkün olan maddelerin dönüşümü açısından gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.
- Bu sayılanların yanında insanlarda çevre bilincinin oluşturulması çok önemlidir (Hayta, 2006).

2.7. Su Kalitesi Standartları ve Kriterleri

Su Kalite Standartları ve Su Kalite Kriterleri aslında farklı kavramlar olup bu kavramların ayırımı yapmak oldukça önemlidir. Su Kalite Kriterleri suyun kalitesini olumsuz etkileyen maddelere getirilen kalitatif ve kantitatif sınırlamalara denir. Su kalite standartları ise kriterler ile suların kalitesini korumak amacı ile planlanmış denetim yollarıdır. Kriterler değişken özelliğe sahipken, standartlar daha stabildir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Standartların ve Kriterlerin belirlenmesi kanun, yönetmelik ve tüzükler ile belirlenir ve ayrıca ülkeden ülkeye farklılıklar gösterebilir. Ülkemizde 31.12.2004 tarihinde 25687 sayılı “SU KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ” yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.7.1. Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

SU KALİTE SINIFLARI				
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400b	> 400
5) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2c	1c	2c	> 2
6) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
7) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
8) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
9) Toplam çözünmüş mad. (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
10) BOİ (mg/L)	4	8	20	> 20
11) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
12) Fekal Koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
13) Toplam Koliform(EMS/100mL)	100	20000	100000	> 100000

- (a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.
- (c) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH₃-N/L değerini geçmemelidir (Anonim, 2004).

2.8. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi

Avrupa birliği su çerçeve direktifinin ana hedefi, nehir havzası bazında yönetim kavramını yaygınlaştırmaktır. Direktif, nehir havza planlarının ve önlemlerinin nehir havzası ölçeğinde oluşturulması için; günümüz koşullarında su kaynaklarının sosyoekonomik, biyolojik ve fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirmeye alınması kapsamında tanımlanmaktadır. Bu adımlarla; özellikle sucul ortamların daha fazla bozulmalarının engellenmesi ve iyileştirilmeleri, mevcut su kaynaklarının uzun vadeli korunarak sürdürülebilir kullanımlarının sağlanması hedeflenmektedir (Anonim, 2000a).

2.9. Literatür Özeti

Dündar ve ark. (1997), Samsun ili içme sularının fiziksel ve kimyasal değerlendirmesini gerçekleştirmişlerdir. Fiziko-kimyasal olarak kullandıkları parametreler sırası ile tortu, koku, nitrit, amonyak, organik madde ve pH'dır. Sonuç olarak hem fiziksel hem de kimyasal olarak Sağlık Bakanlığı ve Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği standartların altında olduğu saptanmış ve insan sağlığı açısından risk taşıdığı belirtilmiştir.

Ağaoğlu ve ark. (1999), Van ve yöresinde bulunan su kaynaklarının mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kaliteleri yönünden inceleyerek Gıda Madde Tüzüğü (GMT) ve İçme Suları Standardına (TS 266) uygunluklarını değerlendirmişlerdir. Mikrobiyolojik yönden %40'ı GMT'ye ve kimyasal yönden tamamı GMT ve TS 266'a uygunluk göstermemiştir.

Bakan ve Şenel (2000), Samsun ilinde bulunan Mert Irmağının deşarj ağzına yakın bölgelerde su örneklerinde ve yüzey sedimanda pH, toplam fosfor, toplam kjeldahl azotu (TKN), Amonyak azotu (NH₃-N), Nitrit azotu (NO₂-N), Nitrat azotu (NO₃-N), Organik-N, Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Askıda Madde (TAM), Toplam Çözünmüş Madde (TÇM) ve sıcaklık gibi çevre kirliliği parametrelerini incelemişlerdir. Çalışma sonucu Mert Irmağının Kıtaiçi Su Kalite Sınıflandırmasına göre genel olarak kirli su özellikleri taşımakta ve aynı zamanda sediman örneklerinde de organik madde yükünün fazla olduğu belirlenmiştir.

Günşen ve ark. (2000), Bursa ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan Uludağ'daki su kaynaklarının kalitesini belirlemeye çalışmışlardır. Fiziksel olarak renk, bulanıklık, koku ve tortu açısından; kimyasal olarak pH, toplam sertlik, organik madde, toplam demir ve mangan, klorür, sülfat, nitrat, nitrit, amonyak, arsenik ve siyanür; mikrobiyolojik olarak toplam aerobik bakteri ve Koliform grubu mikroorganizmalar bakımından analizler yapılmıştır. Çalışma sonucu incelenen parametrelerden bazılarının tüzük ve standartlara uygun olmadığı saptanmıştır.

Bat ve ark. (2000), Sinop ili Aklıman mevkiinde bulunan Sırakaraağaçlar Deresi'nin makrobentik faunası ve suyun fiziksel parametrelerini (pH, kondüktivite, türbidite, çözünmüş oksijen, sıcaklık ve salinite) incelenmişlerdir. Sırakaraağaçlar Deresinin makrobentik faunasınının 39 türden oluştuğunu belirlemişlerdir.

Başar ve ark. (2002), İznik yöresinde bulunan su kaynaklarını kalite özelliklerini belirlemek için pH, HCO_3^- , B, Cl^- , ve SO_4^{2-} , parametrelerini inceleyerek değerlerin normal düzeyde olduğunu belirlenmiştir.

Kenar ve Altındış (2001), yaptıkları çalışmada Afyon il merkezine ait içme ve kullanma suyunda toplam bakteri ve Koliform grubu bakterilerin belirlenebilmesi için mikrobiyolojik analizler gerçekleştirerek, çalışma sonucunda içme ve kullanma suyunda patojen mikroorganizmaların varlığı saptanmıştır.

Taşdemir ve Göksu (2001), Hatay Asi Nehri'nin su kalite parametrelerini belirlemek için pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, KOİ, amonyak azotu, nitrit ve nitrat azotu, fosfat, askıda katı madde, toplam sertlik, silis parametrelerini incelemiştir. Çalışmalar sonucunda, Asi Nehri'nin az kirli su sınıfında ve kirlenme tehdidi altında olduğu bulunmuştur.

Mert ve ark. (2008), Konya Apa Baraj Gölünün fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için pH, sertlik, nitrit, nitrat, amonyum, elektriksel iletkenlik, sülfat, klorür, potasyum, sodyum, magnezyum, bikarbonat, organik madde ve orta fosfat, hava sıcaklığı, su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve ışık geçirgenliği parametrelerini değerlendirmişlerdir. Elde edilen veriler doğrultusunda, Apa Baraj Gölünün önemli bir kirlilik durumunun söz konusu olmadığı, yaz mevsiminde su seviyesindeki değişikliklerin kirlilik parametrelerinin seviyesinde artışa sebep olduğu belirlenmiştir.

Çelik ve Pulatsü (2003), tarafından Yukarı Sakarya Nehrinde azot fraksiyonları, toplam demir ve silikat konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi saptanmıştır. Bunun için pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu ve silikat parametreleri değerlendirilmiştir. Toplam Demir 0.02-0.05 mg/L, silikat konsantrasyonu 10.94 mg/L, nitrat azotu 0.36-3.73 mg/L, nitrit azotu 0.002-0.035 mg/L, çözülmüş oksijen 7.10-8.95 mg/L ve pH 7.09-7.81 değerlerini belirlemiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda pH ve nitrat azotuna göre I. sınıf su kalitesinde olduğu, diğer parametrelerin bu sınıfa girmediği bulunmuştur.

Çolakoğlu ve Çakır (2003), Çanakkale il sınırları içerisinde bulunan Sarıçay akarsuyunun fiziksel ve mikrobiyolojik yapısını belirlemek için, toplam aerobik bakteri, Koliform grubu bakterileri analizleri yapmışlardır. Sonuç olarak mikrobiyolojik açıdan bariz bir değişim görülmemiş ve mevsimsel değişiklikler saptanmıştır.

Tepe ve ark. (2003), Samandağ Karamanlı Gölet'i (Hatay) su salitesini belirlemek için su kalitesi parametrelerinden çözülmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam alkalinite, toplam sertlik, askıda katı madde,

amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum ve silis analizleri yapmışlardır. Genel olarak elde edilen sonuçlarda sıkıntılı bir durumun olmadığı tespit edilmiştir.

Kara ve Çömlekçioğlu (2004), Kahramanmaraş'ta bulunan Karaçay'ın kalite parametrelerini belirlemek için fiziko-kimyasal ve biyolojik parametreler incelenmiştir. Alınan su örneklerinde pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen, nitrit, nitrat, amonyum ve fosfat parametreleri ve sucul organizmaları değerlendirmeye alınmıştır. Karaçay'ın önemli derecede kirlilik baskısı altında olduğu ve sucul organizmaları önemli derecede etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Tepe ve Mutlu (2004), Hatay Harbiye kaynak suyunda çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), toplam alkalinite, toplam sertlik, askıda katı madde (AKM), amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum ve silis analizleri yapmışlardır. Çalışma sonucunda su kalitesinin alabalık çiftliği için uygun olduğu belirlenmiştir.

Turna ve ark. (2005), Burdur Gölünde gerçekleştirdikleri çalışmada önceki senelere göre gölün su seviyesinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Bu nedenle kirlilik yapıcı kaynakları belirleyerek, ivedilikle etkilerinin azaltılması yönünde önlemlerin alınmasının gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Türkoğlu ve ark. (2004), Çanakkale Boğazı'nda Nütrient ve Klorofil-*a* değerlerinde meydana gelen aylık değişimleri incelemiştir. Bu çalışmada için Çanakkale Boğazı Yat Limanı girişi yüzey deniz suyunun fiziko-kimyasal parametreleri ile ilişkili olarak inorganik nütrient (NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SiO_4) ve Klorofil-*a* parametrelerinin aylık değişimleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda, inorganik nütrient ve Klorofil-*a* ölçüm sonuçlarının Çanakkale Boğazı'nda mevcut iki yönlü akıntı sisteminden önemli derecede etkilendiği tespit edilmiştir.

Koloren ve ark. (2011), Ordu il sınırları içerisinde bulunan Gaga Gölünün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenebilmesi için toplam Koliform, Fekal Koliform ve Fekal streptokokların sayımlarını gerçekleştirerek elde edilen sonuçları Kıtaçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine göre değerlendirme yaparak Gaga gölünün II. Sınıf su kalitesinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Tepe ve ark. (2005), tarafından Hatay Yarseli Gölünün fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemek için su örneklerinde pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen gereksinimi, toplam alkalinite kalitesi parametreleri ve sertlik,

amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfid, sülfat, klorür, potasyum, sodyum ve silis analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak Yarseli gölünün ötrofik seviyeye ulaşmadığı tespit edilmiştir.

Verep ve ark. (2005), Trabzon İyidere'nin su kalitesini belirlemek için akış hızı, su sıcaklığı, suda çözülmüş oksijen, suda çözülmüş oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk gibi suyun bazı fiziksel özellikleri ile pH, bikarbonat (HCO_3^-), Karbondioksit (CO_2), Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI_5), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), toplam sertlik, nitrit (NO_2^-), Amonyum (NH_4^+), Fosfat (PO_4^{3-}), askıda katı madde ve alkalinite gibi kimyasal ölçümler yapmışlardır. İyidere'nin iyi bir su kalitesinin olduğunu, herhangi bir kirlilik probleminin söz konusu olmadığını açıklamışlardır. Ancak balık yetiştiriciliği açısından bazı mineral tuzları için yetersiz olduğunu belirtmişlerdir.

Avcı ve ark. (2006), Tokat ili içme ve kullanma sularının Koliform bakteriler yönünden incelemişlerdir. 2495 içme suyunda incelemelerde bulunarak, 2153 içme suyu örneklerini uygun fakat 342 içme suyu uygun bulunmamıştır. 119 su örneğinde (34.7%) Fekal Koliform, 223'ünde de (65.3%) Toplam Koliform tespit etmişlerdir.

Başaran ve Egemen (2006), Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'ün su niteliğini belirlemek için sıcaklık, pH, iletkenlik, seki disk derinliği, çözülmüş oksijen, kalsiyum, magnezyum, SBV, geçici sertlik, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, fosfat fosforu ve silis ve Klorofil-*a* parametrelerini inceleyerek, Eğrigöl'ün su kalitesi açısından I. sınıf kalitede ve oligotrofik özellikte olduğu tespit edilmiştir.

Erkan ve Vural (2006), Dicle Nehrinde mikrobiyolojik olarak toplam mezofilik aerob bakteri ve toplam Koliform ve Koliform grubunda yer alan E.coli gibi özel bakterilerin tespiti için çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucu Halk sağlığı açısından potansiyel bir tehlike yarattığı saptanmıştır.

Sukatar ve ark. (2006), İzmir ili Menemen ilçesinde bulunan Emiralem Deresinin su kalitesini belirlemek için çözülmüş oksijen miktarı, iletkenlik, pH, su sıcaklığı, asit bağlama yeteneği, toplam sertlik, kalsiyum iyonu, magnezyum iyonu, amonyum azotu, nitrat azotu, nitrit azotu ve fosfat fosforu analizleri değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmalar sonucu Emiralem deresini fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik olarak tanımlanmış ve Emiralem deresinin yoğun bir kirlilik yükü taşımadığı saptanmıştır.

Tepe ve ark. (2006a), yaptıkları bu çalışmada Hatay ili Erzin ilçesinde bulunan Karagöl'ün su kalitesini belirlemek amacı ile pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk, KOİ, toplam alkalinite ve sertlik, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfid, sülfat, klor,

potasyum, sodyum ve askıda katı madde analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak doğal bir göl olan Karagöl'ün mevcut su kalitesinin aylara göre değişimleri belirlenerek kış aylarında su sıcaklığının düştüğü, çözülmüş oksijen miktarının arttığı ayrıca alkalinite ve sertlik değerlerinin yıl boyunca yakın değerlerde seyrettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tepe ve ark. (2006b), Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri incelenmiştir. Su kalitesi parametrelerinden pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam alkalinite ve sertlik, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silisyum ve askıda katı madde (AKM) parametreleri üzerinde çalışma yapılmıştır. Hasan Çayın su kalitesinin alabalık ve diğer soğuk su türlerinin yetiştiriciliği için uygun olduğu tespit edilmiştir.

Toroğlu ve ark. (2006), Kahramanmaraş ilinde bulunan Aksu Çayında gerçekleştirdikleri çalışmada Aksu Çayının pH, Sıcaklık, Bakır, Demir, Çinko, Mangan, Nikel ve Kurşun gibi ağır metallerin konsantrasyonları ve bunun yanında mikrobiyolojik olarak toplam bakteri, toplam Koliform ve Fekal Koliform bakterilerini inceleyerek Aksu Çayında kalite değerlendirmesi yapmışlardır.

Ağaoğlu ve ark. (2007), Van Bölgesi sularının flor düzeylerini belirlemek amacı ile çalışmalar gerçekleştirip, bölge sularının flor miktarı açısından risk taşımadığını bulmuşlardır.

Alışarlı ve ark. (2007), Van Bölgesine ait su kaynaklarının mikrobiyolojik kirliliklerini belirlemişlerdir. Su kaynakları Mezofil ve Psikrofil aerob, genel canlı, enterokok, Koliform grubu mikroorganizmalar, E.coli ve sülfat indirgeyen aeroblar yönünden incelenmiştir. Sonuç olarak Van Bölgesine ait su kaynaklarının kontrol ve dezenfeksiyon işlemlerinin düzenli yapılmadığını ve yerleşim yoğunluğuna bağlı olarak kirliliğin arttığı saptanmıştır.

Büyükkıdan ve ark. (2007), Bursa ili içme sularının fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçların Avrupa Topluluğu İçme Suyu Standartlarına uygunluk gösterdiği saptanmıştır.

Elmacı ve ark. (2008), Uluabat Gölünün mikrobiyal kalitesi açısından mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Bundan dolayı pH, sıcaklık, göl derinliği, secchi derinliği, iletkenlik, çözülmüş oksijen, BOİ, nitrat azotu, amonyum azotu, orta-fosfat fosforu, Klorofil-*a* ve toplam Koliform bakteri parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar göle giren kirlilik yükü ve sıcaklığının toplam Koliform üzerine etkisi

olduğunu ve gölün mikrobiyal kalitesinin değişiminde büyük rol aldığını ortaya çıkarmıştır.

Minareci ve ark. (2008), Manisa Organize Sanayi Arıtım Tesisinin, Gediz Nehrinde neden olduğu deterjan kirliliğini belirlemek için, anyonik deterjan ve fosfat konsantrasyonları belirleyerek, atık suyun anyonik deterjan yönünden yüksek kaliteli olduğu, fosfat yönünden az kirlenmiş su sınıfında olduğu tespit etmişlerdir. Elde edilen fosfor değerleri, deşarj kriterlerine göre yüksek çıktığı bulunmuştur.

Shittu ve ark. (2008), tarafından Nijerya'nın içme ve yüzme sularında fiziko-kimyasal ve bakteriyolojik analizler gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar WHO ve EPA standartlarına göre değerlendirilmiştir.

Yardım ve ark. (2008), Sinop il sınırları içerisindeki Sarıkum Gölünün Makrobentik Mollusca Crustacea Faunasını inceleyerek sıcaklık, tuzluluk, pH ve oksidasyon redüksiyon değerleri ölçülerek sediman ve su kalitesi hakkında fikir edinilmiştir. Örnekleme süresince 6,4-27,9 °C aralığında, tuzluluk değerlerinin istasyonlarda denizel etki sonucu yüksek çıktığını ve belirlenen istasyonlarda fiziksel parametreler bakımından farklı olmadığını belirtmişlerdir. Araştırma sonucunda, Gastropoda (6 takson), Bivalvia (7 takson) ve Crustacea (13 takson)'ya ait toplam 26 bentik takson saptanmıştır.

Alemdar ve ark. (2009), Bitlis ili ve ilçelerinde yaptıkları çalışmada içme ve kullanma suyunun fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelenmiştir. İçme ve kullanma suyunun su kalite parametrelerinde mevsimsel olarak değişikliklerin olduğu saptanmıştır.

Bulut ve ark. (2010), Denizli ve Muğla il sınırları içerisinde bulunan Karanfilliçay Deresinde çalışma yapmışlardır. Fiziko-kimyasal olarak pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen, bulanıklık, askıda katı madde, sülfat, BOİ, KOİ, organik madde, kalsiyum, orta-fosfat, nitrit, nitrat, amonyum, amonyak, toplam sertlik, toplam azot; mikrobiyolojik olarak ise toplam aerobik bakteri ve Koliform parametreleri açısından incelemişlerdir. Su kalitesi açısından akuakültürü olumsuz etkileyen bir durum olmadığını belirlemişlerdir.

Dönderici ve ark. (2010), Kaynak suları üzerine yaptıkları bu çalışmada kaynak sularının kontrolünün halk sağlığı açısından önemli olduğunu belirtmiştir.

Gedik ve ark. (2010), bu çalışmada Rize ilinde bulunan Fırtına Deresinin su kalitesini belirlemek amacı ile pH, toplam çözünmüş katı madde, bikarbonat, karbondioksit, BOİ₅, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, nitrit azotu, nitrat azotu,

amonyum azotu, fosfat fosforu, askıda katı madde, alkalinite, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, çözünmüş oksijen doygunluğu, türbidite, iletkenlik parametrelerini inceleyerek Kıtaçi Su Kaynakları Yönetmeliğine göre değerlendirme yapmışlardır. Değerlendirme sonucunda fosfat fosforu hariç yüksek kaliteli su standardında ve insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmeliğe uygun olduğunu saptamışlardır.

Liguori ve ark. (2010), İtalya'nın içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik ve kimyasal parametrelerini inceleyerek araştırmanın sağlık açısından önemini ortaya koymuşlardır.

Taş ve ark. (2010), Ordu ili Gököy'ünde bulunan Ulugöl'ün fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel değişiminin su kalitesi ve balık yetiştiriciliği açısından değerlendirilerek, sonuçların içme ve kullanma suları standartlarına uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Fakıoğlu ve Demir (2011), Beyşehir Gölü fitoplankton biyokütlesinin belirlemek için çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucu gölün ortalama fitoplankton biyokütlesini, mezotrofik besin düzeyi ve iyi bir ekolojik kalite sınıfında olduğunu saptamıştır.

Gültekin ve ark. (2012), Trabzon il sınırlarını kapsayan yüzey suların kalitesini belirlemek için sıcaklık, pH, iletkenlik gibi değerleri ölçmüş, major iyon analizleri fotometre de yapmış ve element konsantrasyonları ICP-OES ile tespit etmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Kıtaçi Su Kaynakları Kalite Kriterleri'ne göre çok sayıda parametre yönünden yüksek kaliteli sular olduğunu, Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Mangan (Mn), Nitrit (NO_2^-), Amonyum (NH_4^+), Fosfat (PO_4^{3-}), Siyanür (CN^-) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) parametreleri açısından az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş su sınıfında olduğu saptanmıştır. Kirlilik oluşturan parametrelerin ana kaynağının tarımsal faaliyetler ile çevresel atıklar olduğu belirtilmiştir.

Gürel (2011), Porsuk Çayında yapmış olduğu çalışmada fiziksel, inorganik ve organik parametreleri incelemiştir. Elde edilen sonuçlar Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre değerlendirme yapmıştır. Sonuç olarak Porsuk Çayının Kirlilik yükünün olduğu ve gün geçtikçe gerekli önlemler alınmazsa kirlilik etkisinin artacağını tespit etmiştir.

Öner ve Çelik (2011), Gediz Nehrinde fiziko-kimyasal parametreler ile su numunelerinde ve sediment örneklerinde ağır metal derişimleri ölçmüştür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Gediz Nehri su kalitesinin IV. sınıf su kalitesinde olduğunu

tespit etmişlerdir. Ayrıca ötrofikasyona bağlı olarak organik madde yükünün arttığı, bunun sonucu olarak metal birikiminin arttığı sonucu bulunmuştur.

Amin ve ark. (2012), Peshawarda gerçekleştirdikleri bu çalışmada içme ve kullanma suyunun fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik yönlerini incelemişlerdir. İçme ve kullanma sularında çözülmüş madde miktarında ve ayrıca mikrobiyolojik açıdan değişiklik olduğunu belirlemişlerdir.

Boztuğ ve ark. (2012), Tunceli ilindeki Uzunçayır baraj gölünde fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemeye çalışmıştır. Sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, BOİ₅, asidite, toplam sertlik, toplam alkalinite, iletkenlik ve askıda katı madde parametrelerini incelemişlerdir. Elde edilen bilgilere göre iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğunu ve bunun yanında önemli bir kirlilik sorununun olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bulut ve ark. (2012), Burdur il sınırları içerisinde bulunan Kestel Deresinin su kalitesini belirlemek ve alabalık yetiştiriciliği açısından değerlendirmek amacı ile 20 fiziko-kimyasal parametre ile çalışma gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen bulgular Avrupa Birliği Komisyonun Su Balıkları ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Kıtaçi su kaynakları kalite kriterlerine göre değerlendirme yapılmıştır.

Çiçek ve Ertan (2012), Antalya Köprüçay Nehri'nin su niteliği araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda Antalya Köprüçay Nehrinde sıcaklık, pH, bulanıklık, iletkenlik, bikarbonat, karbonat, klorür, amonyum azotu, nitrit ve nitrat azotu, orta fosfat fosforu, çözülmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, toplam sertlik, sülfat, kalsiyum, magnezyum ve tuzluluk parametreleri incelenmiştir. Sonuç olarak fiziko-kimyasal parametrelere göre birinci kalite sınıfında olduğu, fakat dönemsel kirliliğin söz konusu olduğunu belirtmişlerdir.

Haydari ve ark. (2012), İran'da gerçekleştirdikleri bu çalışmada içme ve kullanma sularının kimyasal analizlerini yapmışlardır. Elde edilen bulgular WHO standartlarından düşük olduğu belirlenmiştir.

Kıvrak ve ark. (2012), Afyon Akarçay'ın Diyatome indeksi ve su kalitesini belirlemek için çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda çayın başlangıç kısımlarının orta derecede kirlenmiş, çayın son kısımlarının ise aşırı derecede kirlenmiş olduğunu belirlemişlerdir.

Makwana ve ark. (2012), Gandhinagar ilçesindeki içme ve kullanma suyunda çeşitli fiziko-kimyasal analizler gerçekleştirerek Sıcaklığı 27.3-33.0 °C, pH 7.50-8.71, TDS 250-1470 mg/L, Çözülmüş Oksijen 4.4-8.4 mg/L, Klorür 26.98-569.42 mg/L,

Toplam Alkalinite 160-748 mg/L, Kalsiyum sertliği 8.02-88.70 mg/L, Magnezyum sertliği 7.88-155.42 mg/L, Sülfat 46.12-443.26 mg/L, Fosfat 7.0-55 mg/L, Nitrat 75-450 mg/L olarak saptamışlardır.

Uzun (2012), yaptığı çalışmada Riva deresinde pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, iletkenlik, tuzluluk, askıda katı madde, Uçucu Askıda Katı Madde (UAKM), Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), toplam fosfor, nitrat, amonyum ve toplam kjehdal azotu gibi 13 parametrede ölçüm gerçekleştirmiştir. Riva Deresinin su kalitesinin III. ve IV. kalitede olduğunu tespit etmiştir.

Şengün (2013), Giresun İli Aksu Çayının su kalitesini ve kirlilik düzeyini belirlemek amacı ile pH, sıcaklık, tuzluluk, toplam çözünmüş madde (TDS), çözünmüş oksijen, iletkenlik, Klorofil-*a*, oksidasyon indirgeme potansiyeli (ORP), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak nitrojeni (TAN), amonyak, nitrit, nitrat, klorür, toplam fosfor, çözünebilir reaktif fosfat (SRP), askıda katı madde (AKM), sediment örneklerinden ise pH ve yüzde yanabilir organik madde tayinleri gerçekleştirmiştir. Aksu Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için kullanılabilir, sucul ekosistem için uygun bir yaşam alanı olabileceği buna rağmen toplam fosfor ve nitrit düzeyleri bakımından kirlilik söz konusu olduğu ifade edilmiştir. Diğer parametreler için ise kirlilik bakımından tehlikeli bir durumun olmadığı saptanmıştır.

Varol (2013), Batman Baraj Gölünün trofik durumunu belirlemek istemiştir. Toplam azot, toplam fosfor, seki diski derinliği ve Klorofil-*a* parametreleri çalışmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda seki diski derinliği 1.0–5.65 m, Klorofil-*a* 1.35–16.77 µg/L, toplam fosfor 13.0–139 µg/L ve toplam azot 196–1730 µg/L arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Elde edilen verilerin trofik durumunun belirlenmesinde çeşitli trofik sınıflandırma indeksleri ve Carlson'un trofik durum indeksi (TSI) kullanmıştır. Batman Baraj Gölünün trofik durum bakımından ötrofik sınıfta olduğunu, ortalama Klorofil-*a* (3.72 µg/L) ve seki diski derinliği (3.05 m) değerlerine göre mezotrofik sınıfa girdiğini ve fitoplankton gelişimini, azot ve fosforun birlikte sınırladığını belirlemiştir.

Yetiş (2013), Ceylanpınar Ovası yeraltı suyunun kalitesini ve kirlilik potansiyeli belirlemek için pH, elektriksel iletkenlik (EC), sıcaklık, Mn, Al, Cd, Co, Cr, Fe, Ni, Pb, Si, Ba ve Zn gibi bir takım ağır metaller ve Ca, Mg, Na, K, klorür (Cl), florür (F), sülfat (SO₄⁻²), bikarbonat alkalinitesi (HCO₃⁻), nitrat (NO₃⁻), nitrit (NO₂⁻) ve toplam fosfat (PO₄⁻³) gibi parametreleri incelemiştir. Ceylanpınar Ovası birçok parametre açısından

değerlendirildiğinde değerlerin yüksek olduğu, fakat ağır metal açısından herhangi bir tehlikenin olmadığı tespit edilmiştir.

Yıldız (2013), Giresun ili Gelevera Deresinin su kalitesi ve kirlilik düzeylerini belirlemek için, pH, sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen, toplam çözünmüş madde (TDS), iletkenlik, Klorofil-*a*, oksidasyon indirgeme potansiyeli (ORP), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak nitrojeni (TAN), amonyak, nitrit, nitrat, sülfid, sülfat, sodyum, potasyum, türbidite, klorür, toplam fosfor, çözünebilir reaktif fosfat (SRP), askıda katı madde (AKM), sediment örneklerinden ise pH, su yüzdesi ve yüzde yanabilir organik madde tayinleri yapılmıştır. Sonuçlar doğrultusunda Gelevera Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için uygun, sucul canlılar için iyi bir yaşam ortamı olabileceği fakat toplam fosfor düzeyi ile kirliliği su sınıfında yer aldığı, diğer parametreler için ise kirlilik bakımından tehdit unsuru yaratmayacak düzeyde olduğu bulunmuştur.

Dinçer (2014), yaptığı çalışmada Giresun il sınırları içerisinde bulunan Çanakçı Deresinin fiziko-kimyasal özelliklerini incelemiştir. Su kalitesi parametrelerinden çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH, sıcaklık, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde, iletkenlik, Klorofil-*a*, ORP, BOİ₅, toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak nitrojeni, amonyum, amonyak, toplam fosfor, çözünebilir reaktif fosfor, askıda katı madde tayinlerini yapmıştır. Sonuç olarak Çanakçı Deresinin su kalitesinin tarımsal faaliyetler için uygun bir ortam olabileceğini fakat toplam fosfor ve oksijen doygunluğu bakımından kirlenmiş su sınıfında olduğunu, amonyum ve çözünmüş oksijen bakımından az kirlenmiş su sınıfında olduğunu tespit etmiştir.

Er (2014), yaptığı çalışmada Kilis ili çeşme sularının fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik kirlilik düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. İncelenen su örneklerinin pH, iletkenlik, demir, nitrit ve amonyum gibi fiziko-kimyasal parametreler ve mikrobiyolojik olarak Koliform ve E.coli bakterileri incelemiştir. Tüm bu parametreleri dikkate alarak çeşme sularının özelliklerinin içmesuyu standartlarına uygun olduğunu belirlemiştir.

Çağlar ve Saler (2014), Erzincan il sınırlarında bulunan Koçan Şelalesinde pH, sıcaklık, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, toplam sertlik, klor, nitrit, nitrat, amonyum gibi bazı parametreleri belirleyerek su kalitesi yönünden değerlendirme yapmışlardır. Koçan şelalesinin su kirliliği açısından önemli bir probleminin olmadığı ve iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu ayrıca balık yetiştiriciliği için uygun olduğu tespit etmişlerdir.

Karasu ayı ve Sırakaraağağlar Deresinde yapılmış araştırmalar sınırlı sayıdadır ve su kirlilik düzeylerinin belirlenmesine yönelik bugüne kadar herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Her iki su kaynağının yerleşim yerlerinden geçmesi, etrafında tarım arazilerinin geniş bir yer tutması, yaz mevsimine bağlı olarak turizm faaliyetlerinin artması ve her geçen gün Sinop ilinin nüfusundaki artışa bağlı olarak insan faaliyetlerinin etkilerini belirlemek için bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Bundan sonra bu ve benzer alanda yapılacak olan çalışmalar için iyi bir kaynak olması açısından da önem taşımaktadır.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Çalışma Bölgesi

Sinop Karadeniz kıyı şeridi boyunca kuzeye sivrilerle uzanmış Boztepe Burnu ve Yarımadası üzerinde kurulmuş ve 41°12'-42°06' kuzey enlemleri ile 34°14'-35°26' doğu boylamları arasında yer alan bir şehirdir. Sinop'un kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Çorum ili, batısı Kastamonu ili ve güneydoğusu Samsun ili bulunmaktadır. İlin yüzölçümü 5862 km² olup yerleşim alanları sadece % 0,8'ini kapsamaktadır. Dağlar denize paralel uzanmış olup kuzeybatı yönünde uzanan dağlar ilçe sahillerine yaklaştıkça alçalarak sahil ovalarını meydana getirir. İrili ufaklı çok sayıda akarsuya sahip olan bu ilin en önemli akarsuları başta Gökırmak, Çatalzeytin, Ayancık, Karasu, Kanlıçay ve Kabalı çayları dikkati çekmektedir (Anonim, 2015b).

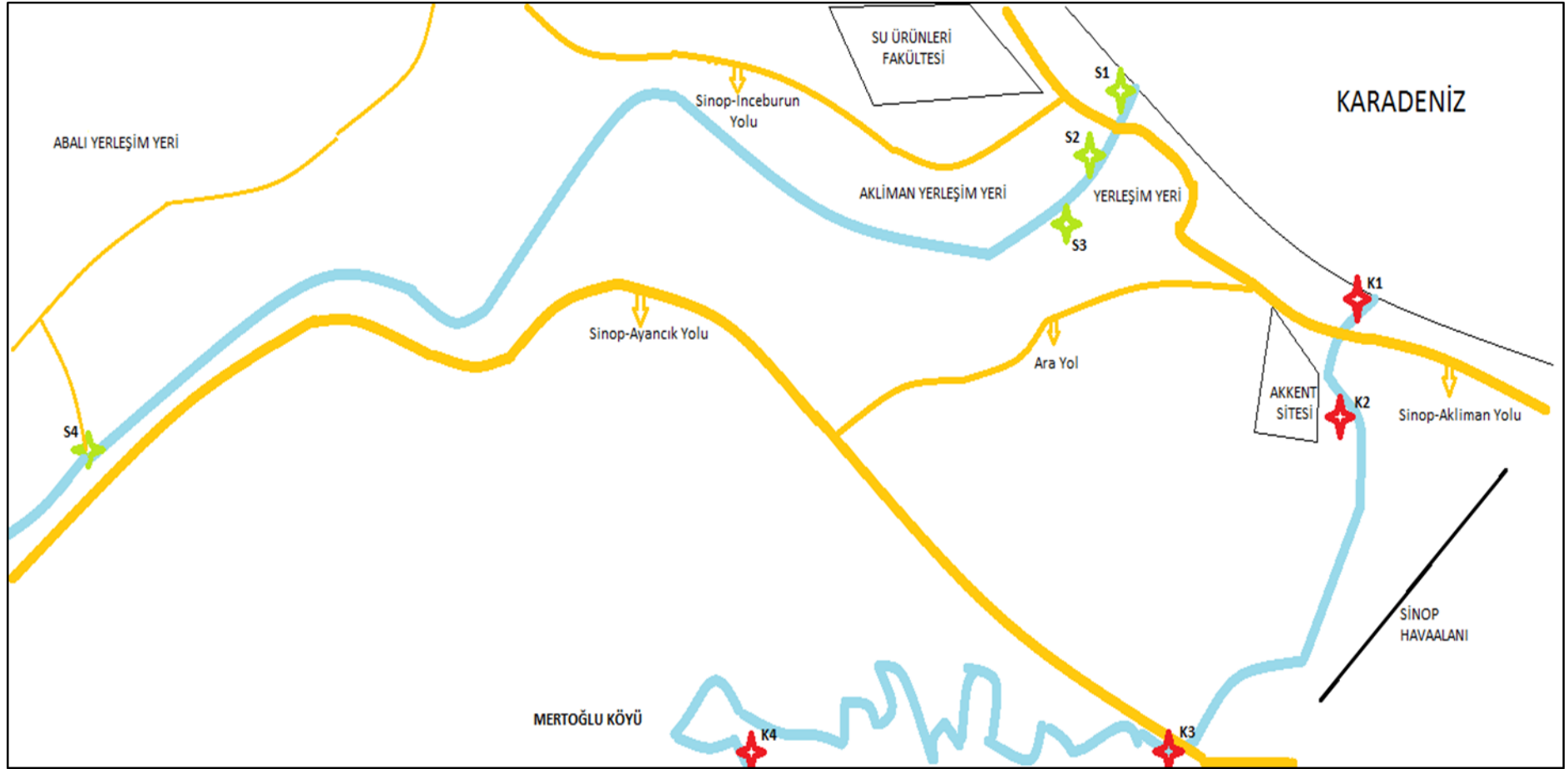
Çalışmanın planlandığı ve çalışmanın ilk kısmını oluşturan Karasu Çayı Küre Dağlarında Gündüzlü Ormanlarından doğan, güney-kuzey doğrultuda hareket ettikten sonra Erfelek ilçesine yönelen ve en son olarak tekrar kuzeye yönelerek Sinop'un 8 km batısından sularını Karadeniz'e ulaştırmaktadır. Bu çay uzunluğu yaklaşık 80 km olup, geniş tabanlı bir vadi içinde hareket etmektedir. Çalışmanın diğer kısmını oluşturan Sırakaraağaçlar Deresi Sinop'un 10 km batı yönünde olup, Akliman mevkiisinden Karadenize sularını ulaştırmaktadır (Anonim, 2015c).

3.2. Arazi Çalışma Planı ve İstasyonların Belirlenmesi

Arazi çalışması Mayıs 2014 – Nisan 2015 tarihleri arasında aylık periyotlar halinde gerçekleştirilmiş olup sonuçlar mevsimsel olarak verilmiştir. Çalışmada bölgeyi en iyi şekilde temsil etmesi için 4 adet Karasu Çayı ve 4 adet Sırakaraağaçlar deresinde olmak üzere 8 istasyon belirlenmiştir. İstasyonların isimleri ve koordinatları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 3.2.1. İstasyonların Adları ve Koordinatları

İstasyonlar	İstasyonların Adı	Koordinatlar
Karasu Çayı	K1 Yalnızca Köprüsü	42°02'19.8"N 35°02'44.1"E
	K2 Akkent Sitesi Yerleşim Yeri Arkası	42°01'47.6"N 35°03'40.9"E
	K3 Karasu Köprüsü	42°00'41.1"N 35°03'29.4"E
	K4 Mertoğlu Köyü	42°00'41.1"N 35°03'29.4"E
Sırakaraağaçlar Deresi	S1 Akliman Dere-Deniz ağzı	42°02'30.0"N 35°02'40.8"E
	S2 Yalınca Köprüsü	42°02'27.9"N 35°02'39.7"E
	S3 Akliman Sinop Pansiyon yerleşim yeri arkası	42°02'19.8"N 35°02'44.1"E
	S4 Abalı Köyü-Ayancık Yolu Birleşimi	42°02'19.8"N 35°02'44.1"E



Şekil 3.2.1. İstasyonların harita görünümü (Kırmızı renk Karasu Çayı istasyonlarını; Yeşil renk Sırakaraağaçlar Deresi istasyonları temsil etmektedir).

3.3. İstasyonların Özellikleri

3.3.1. Karasu Çayı İstasyonları

K1 İstasyonu (Yalnızca Köprüsü): Karasu çayının denizle birleştiği bölgedir. Burada bulunan yalnızca köprüsü nedeni ile bu şekilde adlandırılmıştır. Yerleşim bölgesi olan bu bölgede kentsel atıkların karasu çayına etkileri incelemek amacı ile seçilmiştir.



Şekil 3.3.1.1. K1 istasyonu genel görünümü

K2 İstasyonu (Akkent Sitesi Yerleşim Yeri Arkası): Karasu çayının Akkent Sitesi yerleşim yeri arka kısmında kalan bu istasyon yerleşim bölgelerinden gelen kentsel atıkların karasu çayına boşaltılmadan değerlerinin gözlenmesi amacı ile seçilmiştir.



Şekil 3.3.1.2. K2 istasyonu genel görünümü

K3 İstasyonu (Karasu Köprüsü): Sinop ili Ayancık yolunda bulunan karasu köprüsü 3. İstasyon olarak belirlenmiştir. Buranın istasyon seçilme nedeni tarım arazilerinin yoğun olması ve hastane atıklarının karasu çayı üzerinde etkisi olup olmadığını belirlemek amacı ile seçilmiştir.



Şekil 3.3.1.3. K3 istasyonu genel görünümü

K4 İstasyonu (Mertoğlu Köyü): Sinop merkezine 10 km uzaklıkta bulunan Mertoğlu köyünün istasyon olarak seçilmesinde önemli faktör tarımsal faaliyetlerin çok yoğun bir şekilde gerçekleştirilmesinden dolayı tercih edilmiştir.



Şekil 3.3.1.4. K4 istasyonu genel görünümü

3.3.2. Sırakaraağaçlar Deresi İstasyonları

S1 İstasyonu (Akliman Mevkii Dere-Deniz Birleşimi): Sinop ili Akliman mevkiinde Sırakaraağaçlar deresi ile denizin birleşim yeri istasyon olarak tercih edilmiştir. Bu istasyon belirlenme sebebi deniz suyunun derenin ağzından içeriye girmesi ve bunun dere üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak amacı ile seçilmiştir.



Şekil 3.3.2.1. S1 istasyonu genel görünümü

S2 İstasyonu (Yalıca Köprüsü): Akliman mevkiinde yer alan Yalıca köprüsü istasyon olarak tercih edilmiştir. Yerleşim yerleri içerisinde yer alan bu istasyon, aynı zamanda resmi kurumların bulunması, deniz turizminin gerçekleştirilmesi ve çeşitli işletmelerin bulunması bu istasyonunun seçiminde önemli rol oynamıştır.



Şekil 3.3.2.2. S2 istasyonu genel görünümü

S3 İstasyonu (Akliman Sinop Pansiyon Yerleşim Yeri Arkası): Akliman yerleşim bölgesi dışında kalmasından dolayı bu istasyon seçilmiştir. Bu istasyon seçilmesinde tercih edilen neden yerleşim bölgeleri öncesi dere suyunun parametrelerini belirlemek amacı ile seçilmiştir.



Şekil 3.3.2.3. S3 istasyonu genel görünümü

S4 İstasyonu (Abalı Köyü-Ayancık Yolu Birleşimi): Sinop merkeze yaklaşık olarak 13 km uzaklıkta bulunan bu istasyon yoğun kentsel, tarımsal ve insan kaynaklı faaliyetlerden uzak olmasından dolayı tercih edilmiştir.



Şekil 3.3.2.4. S4 istasyonu genel görünümü

3.4. Numunelerin Alınması

İstasyonlardan alınan su numuneleri, alındıkları yerin özelliklerini kaybetmemeleri için temiz, steril cam şişe ve plastik kaplar tercih edilmiştir. Kimyasal analizler için su numunesi alınacak kap, birkaç defa su numunesi ile çalkalanarak hava kalmayacak şekilde doldurulmuştur. Mikrobiyolojik analizler için alınacak kaplarda istasyonlardaki klor miktarı bağlı olarak sodyumtiyosülfatlı ya da sodyumtiyosülfatsız mat renkli, steril numune kapları kullanılmıştır. Steril koşullar dikkate alınarak numune kapları su yüzeyine göre 20-30 cm derinliğe baş aşağı daldırılarak 45⁰ eğimle tutularak doldurulmuştur. Bütün numune kapları üzerine;

- 1- İstasyon adı
- 2- Su numunesinin alındığı tarih
- 3- İstasyondan su numunesi alan kişi
- 4- İstasyonun o anki durumu (dikkat çeken bir durum)
- 5- Alınan örneğin kullanılacağı analiz adı yazılmıştır.

Alınan tüm numuneler birbirlerine temas ettirilmeden güneş ışınlarından korunarak en kısa zamanda, gerekli durumlarda soğuk zincir yardımı ile laboratuvara getirilmiştir.

3.5. Numuneler Üzerinde Yapılan Analizler

3.5.1. Anlık Yapılan Ölçümler

pH, Sıcaklık, İletkenlik, TDS, ORP, Çözünmüş Oksijen, Amonyum, Nitrat ve Klorür ölçümleri YSI Professional Series Multiparametre cihazı ile anlık olarak istasyonlarda ölçülerek değerler kaydedilmiştir. Anlık yapılan ölçümler esnasında cihazın kalibrasyonu her ay yapılan arazi çalışması için ayrı ayrı yapıldı ve problemlerin ölçüm esnasında temiz olmasına özen gösterilmiştir.

3.5.2. Kimyasal Analizler

Kimyasal analizler için laboratuvar ortamına getirilen su numuneleri vakit kaybetmeden Spektrofotometrik, gravimetrik, titrimetrik ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur.

3.5.2.1.Spektrofotometrik Analizler

Spektrofotometrik analizlerin temel prensibi numune üzerine dalga boyu bilinen bir ışın gönderilerek, numunenin absorbe ettiği ışın miktarının ölçülmesine dayanmaktadır. Numune içerisinde miktarı tayin edilmeye çalışılan madde ne kadar fazla ise absorbe edilen ışının miktarı da o kadar fazladır. Analizlere bağlı olarak kullanılacak dalga boyları farklılık göstermektedir. Spektrofotometrik ölçümler için üç tip çözelti kullanılmaktadır. Bunlar kör (tanık ya da şahit) çözelti, standart çözelti, numune çözeltisi'dir. Kör çözelti, spektrofotometrik ölçümler yapmadan önce absorbansı 0 (sıfır) değerine ya da transmittansı 100 değerine ayarlamaya yarayan çözeltilerdir. Standart çözelti ise, analizi yapılan maddenin değişik konsantrasyonlardaki çözeltileridir. Standart çözeltiler yardımı ile kalibrasyon grafiği çizilerek analizi yapılan maddenin miktarı belirlenir. Son olarak numune çözeltisi ise, analizi yapılan maddenin miktarının tespit etmek için kullanılan çözeltilerdir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Nitrit Tayini: Numune kabına 46 ml örnek alındı. Üzerine 2 ml sulfanilik asit eklendi ve iyi bir şekilde karıştırılıp 10 dakika beklenmiştir. Süre sonunda 1 ml α -naftilamin ve 1 ml sodyum asetat ilave edilip tekrar karıştırılmıştır. 10 dakika bekleme süresi sonunda 543 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçüm yapıldı ve sonuçlar kaydedilmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Fosfat Tayini: Numune kabına 50 ml örnek alınarak üzerine 5 ml reaktif karışımı (Amonyum molibdat, Sülfürik asit, Askorbik asit, Potasyum antimon tartarat karışımı) eklenmiş ve 10 dakika bekleme süresi sonunda 700 nm dalga boyunda ölçüm işlemi gerçekleştirilerek sonuçlar kaydedilmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Silisyum Tayini: 50 ml hacimli mezüre 25 ml numune alınarak üzerine 10 ml molibdat reaktifi ilave edilerek iyi bir şekilde karıştırılmıştır. Mezürün 50 ml hacim çizgisine kadar indirgenme reaktifi ilave edilmiş ve karışması sağlanmıştır. 1 saat sonra 810 nm'de spektrofotometrede okuma gerçekleştirildi ve değerler kaydedilmiştir. Kalibrasyon grafiği yardımı ile numunelerin Silis miktarı belirlenmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Klorofil-a Tayini: 1 lt numune GF/C filtre kağıtlarından (%1 MgCO₃ ile ıslatılmış) vakum sistemi yardımı ile süzülmüştür. Üzerine %90'luk Aseton çözeltisinden 6 ml ilave edilerek iyi bir şekilde karıştırılmıştır. +4⁰C buzdolabında 24 saat bekletildi. 24 saat sonunda pipet yardımı ile numuneden 1 ml alınarak %90'luk

aseton ile 10 ml'ye tamamlanarak karıştırılmış ve 665 nm'de okuma yapılmıştır. Daha sonra okuma yapılan örnekler üzerine 2 damla 1 N HCl ilavesi yapılarak tekrar aynı dalga boyunda okuma gerçekleştirilmiştir. Değerler kaydedilerek formül yardımı ile Klorofil-*a* miktarları hesaplanmıştır (Egemen ve Sunlu, 1996).

3.5.2.2. Titrimetrik Analizler

Laboratuvar ortamlarında titrimetrik analizler yaygın olarak kullanılmaktadır. Titrimetrik analizlerin temel prensibi derişimi bilinen madde (titrant) ile derişimi bilinmeyen (analit) yani ağırlığı veya hacmi bilinen bir maddenin kimyasal olarak reaksiyona girmesi oluşturmaktadır. Titrimetrik analizlerde titrantın içerisinde konulduğu büret adı verilen dereceli cam malzemeler ile numunenin (analitin) içerisinde konulduğu beher, erlen gibi cam malzemeler ve ayrıca reaksiyonun sona erdiğini belirlemek amacı ile indikatör adı verilen belirli pH aralıklarında renk değiştiren kimyasallarda kullanılmaktadır (Tan, 2006).

Toplam Sertlik: Numuneden belirli bir hacim alınarak üzerine 5 ml tampon çözelti ($\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$) ve yaklaşık 0.2 g Eriochrome T indikatörü ilave edilerek iyi bir şekilde karıştırılmıştır. 0.01 M EDTA çözeltisi ile renk pembeden maviye dönene kadar titre edilerek sarfiyat kaydedilmiş ve formül yardımı ile Toplam sertlik hesaplanmıştır (Egemen ve Sunlu, 1996).

Kalsiyum Sertliği: Numuneden belirli bir hacim alındı. Numunenin pH'sı 12-13 olana kadar NaOH çözeltisi ilavesi yapılmıştır. Daha sonra yaklaşık 0.2 g müreksit indikatörü ilave edilerek 0.01 M EDTA çözeltisi ile renk pembeden mor renge dönene kadar titre edilerek sarfiyat kaydedilmiştir. Formül yardımı ile Kalsiyum sertliği hesaplanmıştır (Egemen ve Sunlu, 1996).

Magnezyum Sertliği: Numunelerde yapılan Toplam sertlik ve kalsiyum sertliği analizleri sonucu bu iki analiz sonuçlarının farkı alınarak magnezyum sertliği belirlenmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Geçici Sertlik: Numuneden 100 ml alınarak üzerine 1-2 ml metil oranj indikatörü ilavesi yapılmıştır. Daha sonra 0.1 N HCl çözeltisi ile sarı renk kırmızı olana kadar titre edilmiştir. Sarfiyat kaydedilerek Alman sertliği için (2.8) ya da Fransız sertliği için (5) katsayıları ile çarpılarak o anki sertlik tespit edilmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996).

Tuzluluk tayini (Mohr-Knudsen Metodu): Numuneden belirli bir hacim alınarak üzerine 1-2 damla K_2CrO_4 indikatörü ilave edilerek, 0.1 N $AgNO_3$ çözeltisi ile renk sarıdan kırmızıya dönene kadar titre edilmiş, sarfiyat kaydedilmiştir. Formül yardımı ile sonuçlar hesaplanmıştır (Egemen ve Sunlu, 1996).

BOİ₅ Tayini: Arazi çalışması esnasında 250 ml'lik ağzı şilifli koyu renkli cam şişelere, içerisinde hava kalmayacak şekilde numune ile doldurularak laboratuvar ortamına getirilmiştir. Laboratuvar ortamında 5 gün süre ile muhafaza edilmiş ve 5. Günün sonunda üzerine 2 ml Mn^{++} çözeltisi, 2 ml Alkali-iyodür-azid çözeltisi ilave edilerek ağzı kapatılıp ters-yüz edilmiştir. 1-2 dakika sonra oluşan çökelti üzerine 2 ml H_2SO_4 ilave edilerek çökeleğin çözülmesi sağlanmıştır. Bundan belirli bir hacimde alınarak 0.025 N Sodyum tiyosülfat ile numunenin sarı rengi açılana kadar titre edilmiş ve üzerine yaklaşık üzerine 2 ml nişasta indikatörü ilave edilerek renk maviden beyaza dönene kadar titrasyona devam edilmiştir. Kaydedilen sarfiyatlar yardımı ile formülde gerekli hesaplamalar yapılmıştır (Egemen ve Sunlu, 1996).

Hidrojen sülfür Tayini: 200 ml numune alınarak üzerine 10 ml 0.025 N İyot çözeltisi ve 1 g KI katısı ilave edildikten sonra renk açılana kadar 0.025 N $Na_2S_2O_3$ çözeltisi ile titre edilmiştir. 1-2 damla nişasta indikatörü damlatılarak mavi renk kaybolana kadar titrasyona devam edilmiştir. Aynı işlemler saf su ile tekrarlanmıştır. Sarfiyatlar kaydedilerek formül yardımı ile sülfür miktarı belirlenmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996).

3.5.2.3.Gravimetrik Analizler

Gravimetrik analizler ağırlık ölçümlerine dayalı analizlerdir. Genel olarak hassas terazi yardımı ile analizler gerçekleştirilmektedir (Tan, 2006).

Toplam Askıda Katı Madde: GF/C Whatman filtre kağıtları analiz öncesi yaklaşık $500\text{ }^{\circ}C$ 'de 6-8 saat kül fırınında bekletilmiştir. Daha sonra filtre kağıtları saf su ile yıkanarak alüminyum folyo üzerinde $75-80\text{ }^{\circ}C$ 'de 1 saat süre ile etüvde kurutulmuştur. Filtre kağıtları soğuması için desikatörde 15-20 dakika bekletilmiş ve bu süre sonunda hassas terazide tartımları alınarak kaydedilmiştir (W_1). 2 L numune vakum sistemi yardımı ile filtre kağıdından süzölmüş ve işlem sonucu filtre kağıdı katlanarak alüminyum folyo üzerinde $100\text{ }^{\circ}C$ 1 saat bekletilmiştir. Kurutma işlemi sonucu desikatöre alınan filtre kağıdı hassas terazi yardımı ile tartılmış ve formül yardımı ile sonuçlar (mg/L) olarak hesaplanmıştır (W_2) (Stirling, 1985).

Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) : $(W_2-W_1)/V$ (V: Filtre Edilen Suyun Hacmi)

3.5.2.4.Mikrobiyolojik Analizler

Bütün istasyonlarda Toplam Koliform ve Fekal Koliform bakterilerin varlığı araştırılarak sonuçlar kob/100 ml olarak kaydedilmiştir. Numuneler 100 ml steril numune kaplarına alınarak 10^{-3} dilüsyon seyreltmesine inilerek 2 paralel olacak şekilde membran filtrasyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Vakum pompası yardımı ile por çapı 0,45 µm olan filtrelerden süzülerek besiyerlerine filtre kağıtları yerleştirilerek uygun sıcaklıklarda inkübasyona tabi tutulmuştur (Halkman, 2005).

Çizelge 3.5.2.4.1. Mikroorganizma analizlerinde incelenen mikroorganizmalar, kullanılan yöntem ve besiyerleri, inkübasyon sıcaklığı ve süresi

Mikroorganizma Adı	Yöntem	Kullanılan Besiyeri	İnkübasyon Sıcaklığı	İnkübasyon Süresi
Toplam Koliform	Membran Filtrasyon	ENDO	37 °C	24 saat
Fekal Koliform	Membran Filtrasyon	m-FC Agar	44,5 °C	18-24 saat

3.6. Analizlerde Kullanılan Cihazlar

Analizlerde Kullanılan Cihaz ve Kimyasallar aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

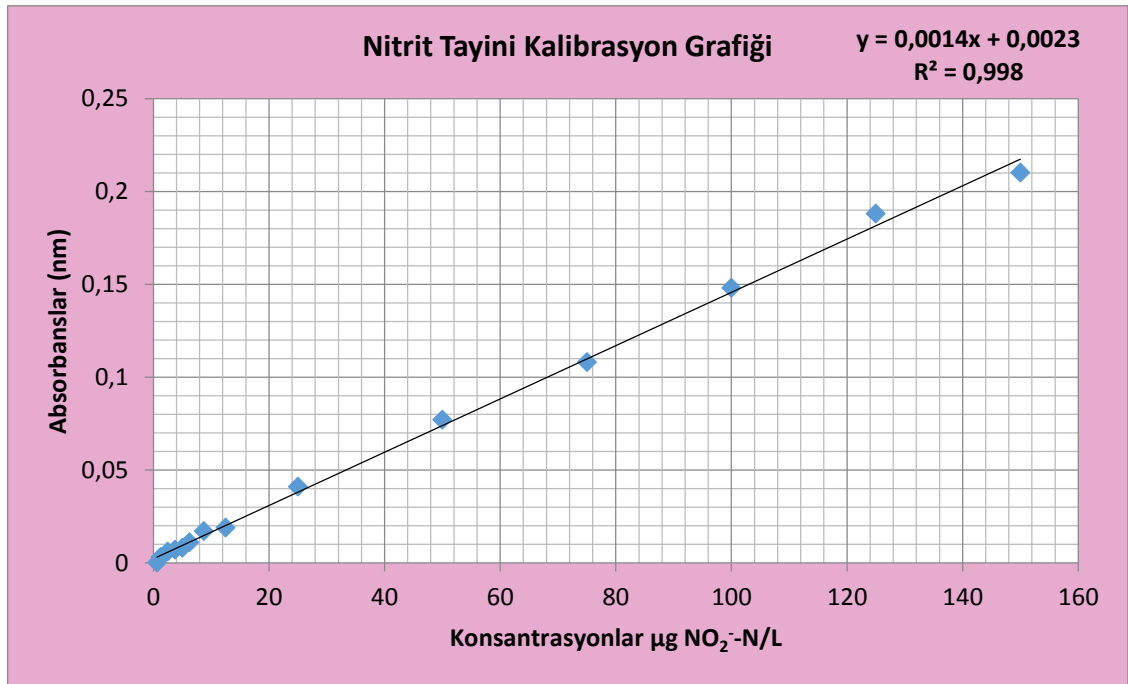
Çizelge 3.6.1. Analizlerde Kullanılan Cihazlar

ANALİZLERDE KULLANILAN CİHAZLAR	
Cihaz Adı	Modeli ve Markası
Multiparametre Cihazı	YSI Professional
Spektrofotometre	RAYLEIGH UV-726
Hassas Teraziler	AS 200 ve KERN PCB
Vakum Pompası	KNF N 022
Etüv/Kurutma Dolabı	NÜVE FN 500
Kül Fırını	NÜVE MF 120

3.7. Standartların Hazırlanması ve Kalibrasyon Eğrileri

3.7.1. Nitrit Azotu Tayini Standart Çözeltileri ve Kalibrasyon Eğrisi

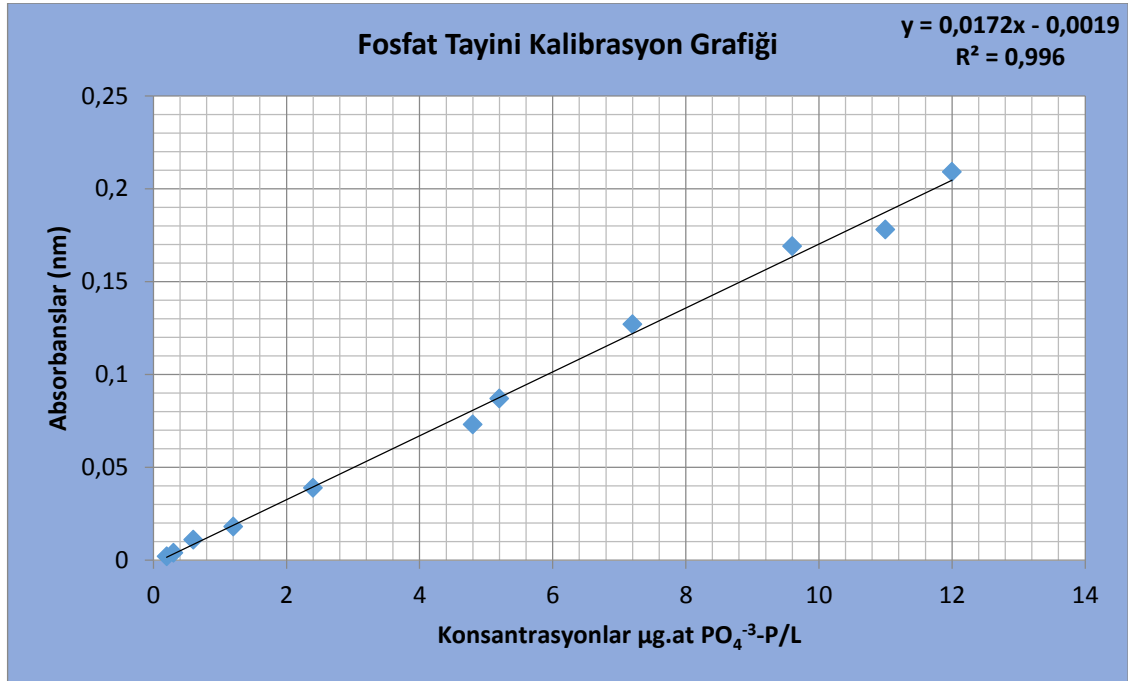
Stok çözelti olarak $\text{NaNO}_{2(k)}$ tercih edilmiştir. 0.308 g $\text{NaNO}_{2(k)}$ hassas terazide tartılıp saf suda tamamen çözülüp hacmi balon jode 250 ml'ye tamamlanmıştır. İçerisine 0.25 ml saf kloroform ilavesi yapılmış ve koyu renkli cam şişe içerisine alınarak buzdolabında saklanmıştır. Bu çözeltinin kullanıma bağlı olarak her seferinde taze hazırlanması gerekmektedir. Hazırlanan bu stok çözeltiden 1 ml alınarak balon joyeye aktarılıp saf su ile hacmi 100 ml'ye tamamlanmıştır. Bu ikinci standart çözeltide 1 ml = 2.5 $\mu\text{g NO}_2^- \text{-N}$ içermektedir. Hazırlanan bu ikinci standart çözeltiden çalışma aralığına bağlı olarak 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2 ml seriler alınarak saf su ile balon jojenin 100 ml hacim çizgisine kadar tamamlanmış ve bu standartlar sırası ile 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50 $\mu\text{g NO}_2^- \text{-N/L}$ içermektedir. Numunelere uygulanan işlemler uygulanarak spektrofotometrede ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar kaydedilerek standartların Microsoft Excell programında kalibrasyon grafiği hazırlanmıştır (Egemen ve Sunlu,1996).



Şekil 3.7.1.1. Çalışmada kullanılan Nitrit Azotu Tayini Kalibrasyon Grafiği

3.7.2. Fosfat Fosforu Tayini Standart Çözeltileri ve Kalibrasyon Eğrisi

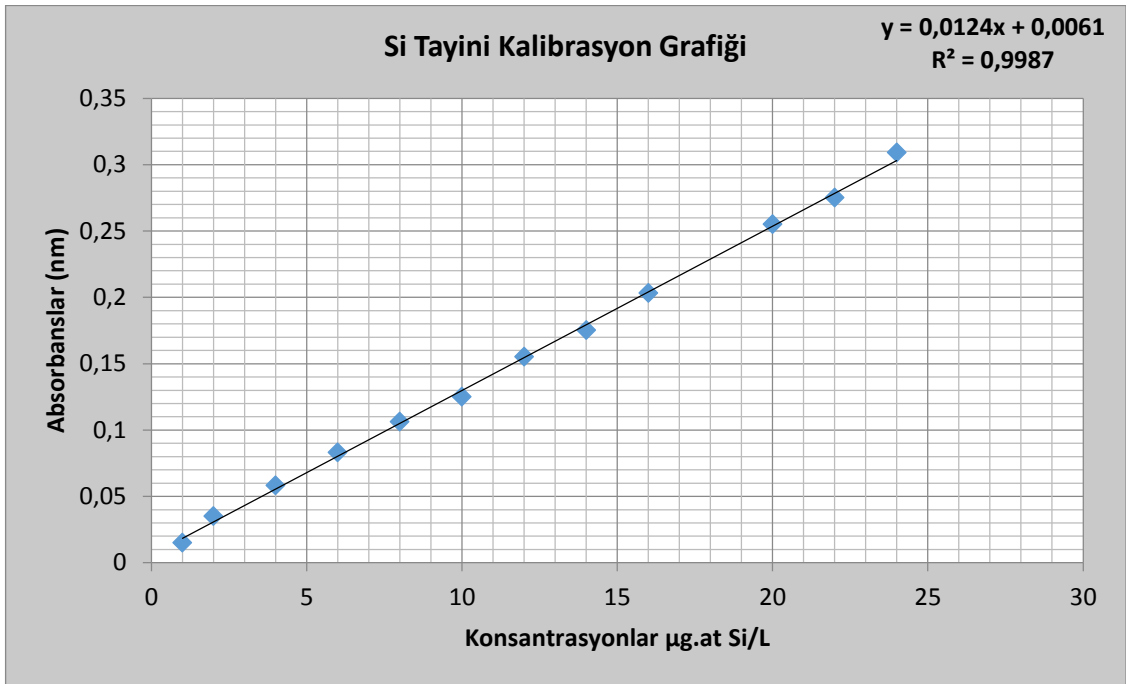
Stok çözelti olarak Potasyumdihidrojenfosfat ($\text{KH}_2\text{PO}_4(\text{k})$) tercih edilmiştir. 0.204 g $\text{KH}_2\text{PO}_4(\text{k})$ hassas terazide tartılıp saf suda tamamen çözülüp hacmi balon jodede 250 ml'ye tamamlanmıştır. İçerisine 0.25 ml saf kloroform ilavesi yapılmış ve koyu renkli cam şişe içerisine alınarak buzdolabında saklanmıştır. Bu çözeltinin kullanıma bağlı olarak her seferinde taze hazırlanması gerekmektedir. Hazırlanan bu stok çözeltiden 1 ml alınarak balon jodaye aktarılıp saf su ile hacmi 100 ml'ye tamamlanmıştır. Bu ikinci standart çözeltide 1 ml = 0.1 $\mu\text{g.at PO}_4^{-3}\text{-P}$ içermektedir. Hazırlanan bu ikinci standart çözeltiden çalışma aralığına bağlı olarak 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2 ml seriler alınarak saf su ile balon jodenin 50 ml hacim çizgisine kadar tamamlanmıştır. Bu standartlar sırası ile 0.25, 0.5, 1, 2, 4 $\mu\text{g.at PO}_4^{-3}\text{-P/L}$ içermektedir ve numunelere uygulanan işlemler uygulanarak spektrofotometre de ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar kaydedilerek standartların Microsoft Excell programında kalibrasyon grafiği hazırlanmıştır (Egemen ve Sunlu,1996).



Şekil 3.7.2.1. Çalışmada kullanılan Fosfat Fosforu Tayini Kalibrasyon Grafiği

3.7.3. Silisyum Tayini Standart Çözeltileri ve Kalibrasyon Eğrisi

Stok çözelti olarak $\text{NaSiF}_6(k)$ tercih edilmiştir. 0.24 g $\text{NaSiF}_6(k)$ hassas terazide tartılıp saf suda tamamen çözülüp hacmi balon jodede 250 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözeltinin kullanıma bağlı olarak her seferinde taze hazırlanması gerekmektedir. Hazırlanan bu stok çözeltiden 10 ml alınarak balon jojeye aktarılıp saf su ile hacmi 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu ikinci standart çözeltiden çalışma aralığına bağlı olarak 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2 ml seriler alınarak saf su ile balon jojenin 25 ml hacim çizgisine kadar tamamlanmıştır. Bu standartlar sırası ile 0.15-0.3-0.6-1.2-2.4 $\mu\text{g.at Si}$ içermektedir ve numunelere uygulanan işlemler uygulanarak spektrofotometre de ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar kaydedilerek standartların Microsoft Excell programında kalibrasyon grafiği hazırlanmıştır (Egemen ve Sunlu,1996).



Şekil 3.7.3.1. Çalışmada kullanılan Silisyum Tayini Kalibrasyon Grafiği

3.8. İstatistiksel Analizler

Su kalitesi parametrelerinin istatistiksel analizleri (Aritmetik ortalama, Standart Sapma ve Standart Hata vb. gibi hesaplamalar), tablolar ve grafikler Microsoft Office 2013 programının bir parçası olan Microsoft Excel programı kullanarak belirlenmiştir. Bunun yanında yorumlayıcı istatistiksel analizler SPSS 22 ve Minitab 13 programı ile hesaplanmıştır. Bütün parametrelerde istasyonlar ve mevsimler dikkate alınarak çift yönlü varyans analizi yapılarak farklılık testleri için Tukey ve Games Howell testleri uygulanmıştır.

4. BULGULAR

Sinop il sınırları içerisinde bulunan Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin su kalite parametrelerinin belirlenmesi amacı ile Mayıs 2014- Nisan 2015 tarihleri arasında bir yıl boyunca toplam 8 istasyondan mevsimsel olarak örnekler alınarak incelenmiştir. Elde edilen ölçüm sayıları (n), sonuçların aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri düzenlenerek çizelgeler ve şekiller halinde verilmiştir.

4.1. pH

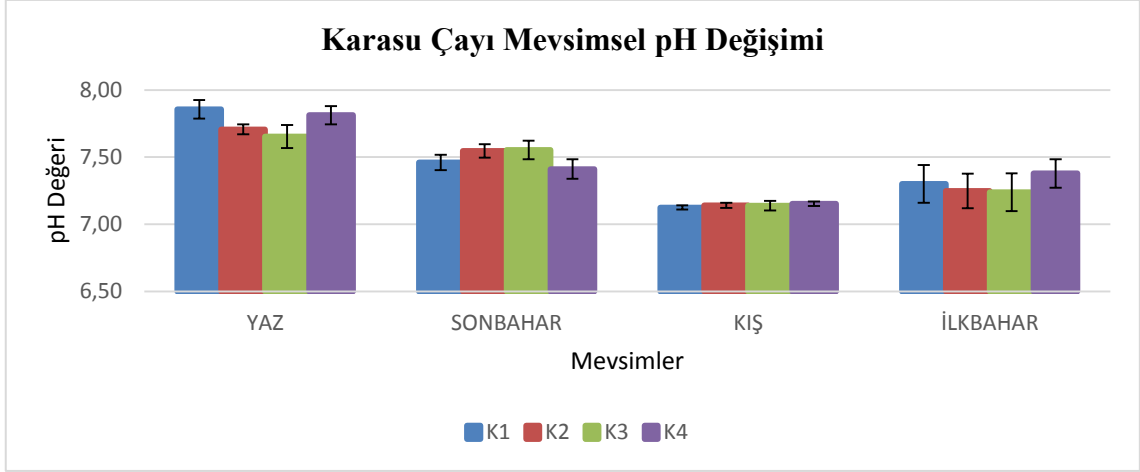
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu pH değerlerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.1.1. verilmiştir.

Çizelge 4.1.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel pH ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

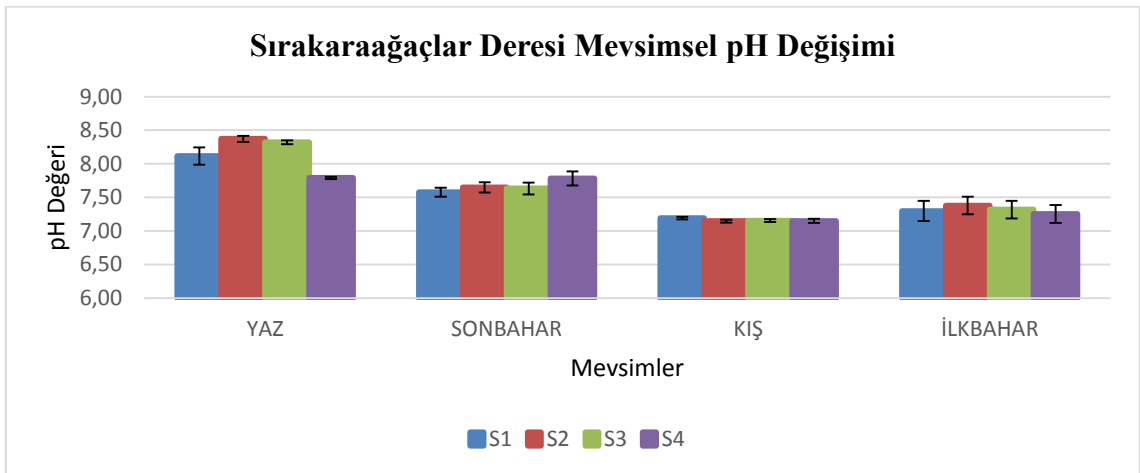
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer							
pH	Karasu Çayı	K1	9	7.85±0.06 ^{aA} (7.65-8.14)	7.46±0.05 ^{aB} (7.23-7.67)	7.12±0.01 ^{aC} (7.08-7.20)	7.30±0.14 ^{aC} (6.75-7.74)
		K2	9	7.70±0.03 ^{aA} (7.57-7.85)	7.54±0.05 ^{aB} (7.11-7.63)	7.14±0.01 ^{aC} (7.07-7.23)	7.24±0.12 ^{aC} (6.75-7.65)
		K3	9	7.65±0.08 ^{aA} (7.30-7.89)	7.55±0.07 ^{aB} (7.27-7.78)	7.13±0.03 ^{aC} (7.02-7.29)	7.23±0.14 ^{aC} (6.67-7.59)
		K4	9	7.81±0.06 ^{aA} (7.53-7.98)	7.41±0.07 ^{aB} (7.19-7.71)	7.15±0.01 ^{aC} (7.10-7.23)	7.37±0.10 ^{aC} (6.96-7.71)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	8.11±0.12 ^{aA} (7.77-8.64)	7.57±0.06 ^{aB} (7.40-7.86)	7.19±0.01 ^{aC} (7.12-7.28)	7.29±0.14 ^{aC} (6.75-7.82)
		S2	9	8.37±0.04 ^{aA} (8.25-8.57)	7.64±0.07 ^{aB} (7.33-7.86)	7.14±0.02 ^{aC} (7.07-7.22)	7.37±0.13 ^{aC} (6.87-7.79)
		S3	9	8.32±0.02 ^{aA} (8.21-8.45)	7.63±0.08 ^{aB} (7.28-7.89)	7.15±0.02 ^{aC} (7.07-7.25)	7.31±0.12 ^{aC} (6.79-7.63)
		S4	9	7.79±0.01 ^{aA} (7.72-7.86)	7.78±0.10 ^{aB} (7.30-8.03)	7.15±0.03 ^{aC} (7.07-7.29)	7.25±0.13 ^{aC} (6.70-7.58)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arasındaki farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası (P>0.05), Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı parametre sonuçlarına göre pH değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değer 7.12 ve en yüksek değer ise 7.85 ile K1 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinin parametre sonuçlarına göre pH değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değer 7.14 ve en yüksek değer ise 8.37 ile S2 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.1.1. Karasu Çayı pH Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.1.2. Sırakaraağaçlar Deresi pH Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaici Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi pH değerlerine göre I. ve II. Kalitede olduğu belirlenmiştir.

4.2. Sıcaklık

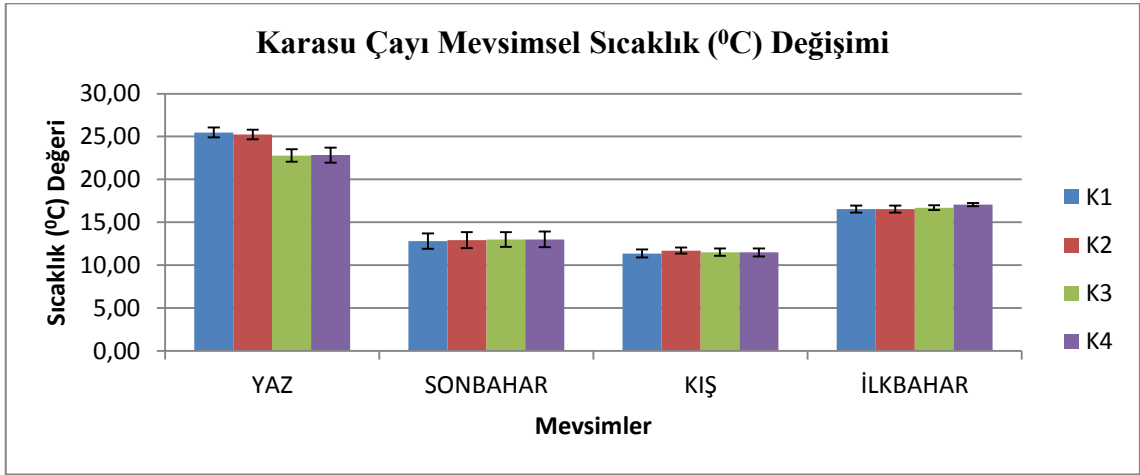
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.2.1. verilmiştir.

Çizelge 4.2.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

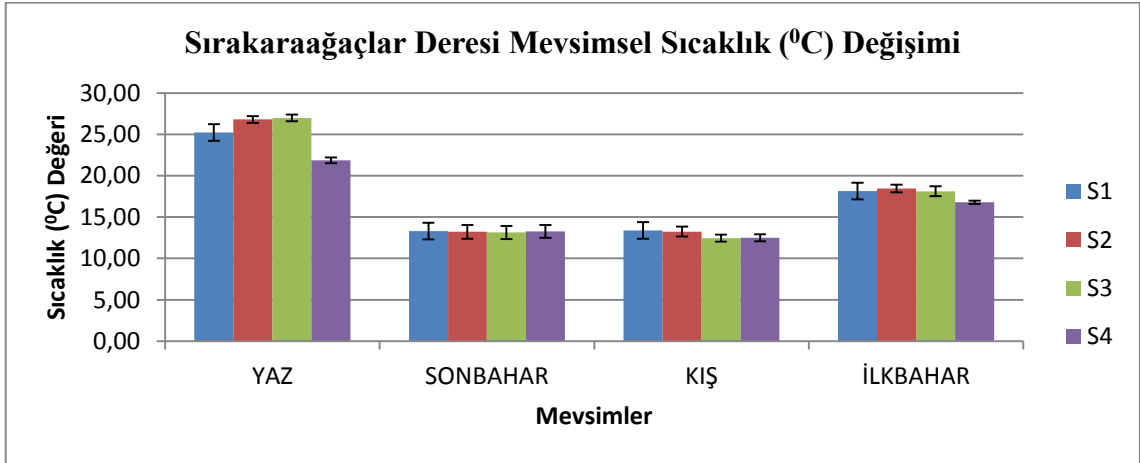
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama \pm Standart Hata				
			Minimum - Maksimum Değer				
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Karasu Çayı	K1	9	25.47 \pm 0.57 ^{aA} (23.15-27.17)	12.81 \pm 0.89 ^{aB} (10.02-16.20)	11.36 \pm 0.46 ^{aB} (10.14-13.24)	16.55 \pm 0.40 ^{aC} (15.39-18.24)
		K2	9	25.23 \pm 0.55 ^{aA} (23.00-26.89)	12.92 \pm 0.93 ^{aB} (10.11-16.60)	11.70 \pm 0.35 ^{aB} (10.70-13.15)	16.53 \pm 0.41 ^{aC} (15.23-18.10)
		K3	9	22.78 \pm 0.73 ^{aA} (20.88-25.80)	12.99 \pm 0.86 ^{aB} (10.18-16.20)	11.52 \pm 0.42 ^{aB} (10.27-13.17)	16.70 \pm 0.28 ^{aC} (15.56 \pm 17.47)
		K4	9	22.83 \pm 0.86 ^{aA} (20.59-26.30)	13.01 \pm 0.90 ^{aB} (10.15-16.45)	11.49 \pm 0.46 ^{aB} (10.05-13.33)	17.07 \pm 0.18 ^{aC} (16.30-17.60)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	25.21 \pm 0.92 ^{aA} (22.03-28.47)	13.30 \pm 0.90 ^{aB} (10.55-16.80)	13.37 \pm 0.60 ^{aB} (11.20-15.49)	18.13 \pm 0.24 ^{aC} (17.17-18.97)
		S2	9	26.80 \pm 0.40 ^{aA} (25.39-28.30)	13.21 \pm 0.82 ^{aB} (10.80-16.40)	13.24 \pm 0.59 ^{aB} (11.14-15.38)	18.44 \pm 0.46 ^{aC} (16.92-20.22)
		S3	9	26.98 \pm 0.39 ^{aA} (25.45-28.34)	13.13 \pm 0.80 ^{aB} (10.96-16.29)	12.45 \pm 0.42 ^{aB} (11.09-14.09)	18.11 \pm 0.61 ^{aC} (16.20-20.46)
		S4	9	21.85 \pm 0.36 ^{aA} (22.30-22.85)	13.27 \pm 0.76 ^{aB} (10.85-16.19)	12.50 \pm 0.43 ^{aB} (11.02-14.09)	16.79 \pm 0.19 ^{aC} (16.22-17.62)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P>0.05$), Mevsimler arası ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Sıcaklık mevsimlere bağlı olarak değişim göstermekte olup Karasu Çayı için en düşük sıcaklık 11.36°C ve en yüksek sıcaklık ise 25.47°C ile K1 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise en düşük sıcaklık 12.45°C ve en yüksek sıcaklık 26.98°C ile S3 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır.



şekil 4.2.1. Karasu ayı Sıcaklık (°C) Değerinin Mevsimsel Değişimi



şekil 4.2.2. Sırakarağağlar Deresi'nin Sıcaklık (°C) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre Karasu ayı ve Sırakarağağlar Deresi sıcaklık (°C) değerlerine göre I. ve II. Kalitede olduğu belirlenmiştir.

4.3. Toplam Çözünmüş Madde

Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu toplam çözünmüş madde (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.3.1. verilmiştir.

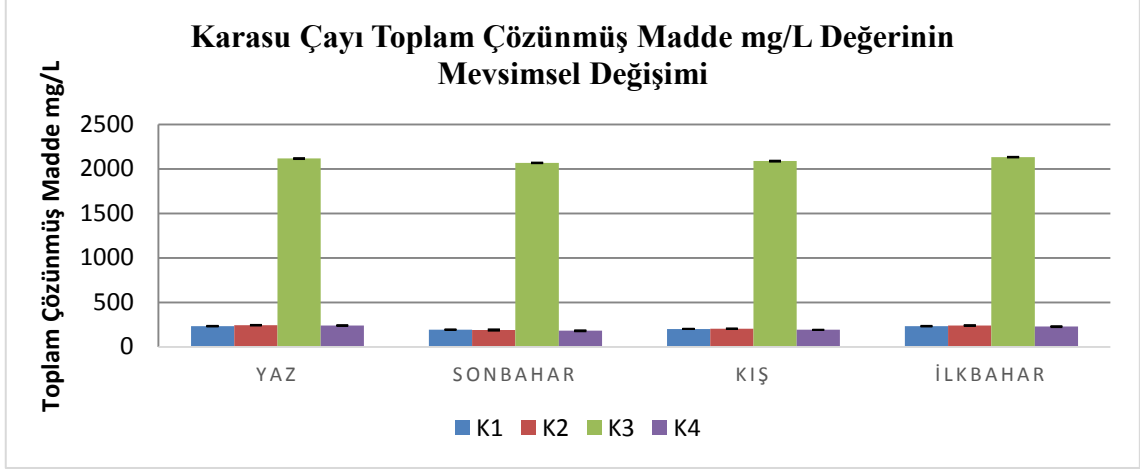
Çizelge 4.3.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel TDS ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
TDS (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	232.44±4.35 ^{aA} (216-249)	191.88±3.27 ^{aB} (182-205)	201.44±2.75 ^{aC} (191-212)	233.22±2.82 ^{aA} (221-240)
		K2	9	244.00±4.06 ^{aA} (229-260)	189.55±6.14 ^{aB} (175-215)	203.11±4.29 ^{aC} (189-220)	239.66±3.11 ^{aA} (226-248)
		K3	9	2115.44±4.13 ^{bA} (2100-2131)	2066.11±4.41 ^{bB} (2050-2085)	2086.56±5.54 ^{bC} (2069-2109)	2131.22±3.79 ^{bA} (2122-2148)
		K4	9	239.22±3.83 ^{aA} (224-254)	181.11±4.48 ^{aB} (168-199)	191.55±2.20 ^{aC} (183-201)	227.55±4.67 ^A (208-241)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	1826.56±4.50 ^{cA} (1810-1845)	1776.67±4.46 ^{cB} (1764-1797)	1799.11±2.84 ^{cC} (1790-1811)	1828.22±2.76 ^{cA} (1816-1838)
		S2	9	1831.67±4.43 ^{cA} (1814-1849)	1779.33±4.29 ^{cB} (1766-1799)	1793.67±2.98 ^{cC} (1783-1809)	1824.56±3.53 ^{cA} (1809-1835)
		S3	9	1767.56±4.81 ^{cA} (1749-1785)	1729.11±2.56 ^{cB} (1720-1740)	1745.89±2.70 ^{cC} (1735-1756)	1773.11±2.84 ^{cA} (1760-1785)
		S4	9	431.22±4.35 ^{dA} (415-448)	388.11±3.37 ^{dB} (378-403)	410.55±4.75 ^{dC} (390-425)	440.44±2.69 ^{dA} (430-450)

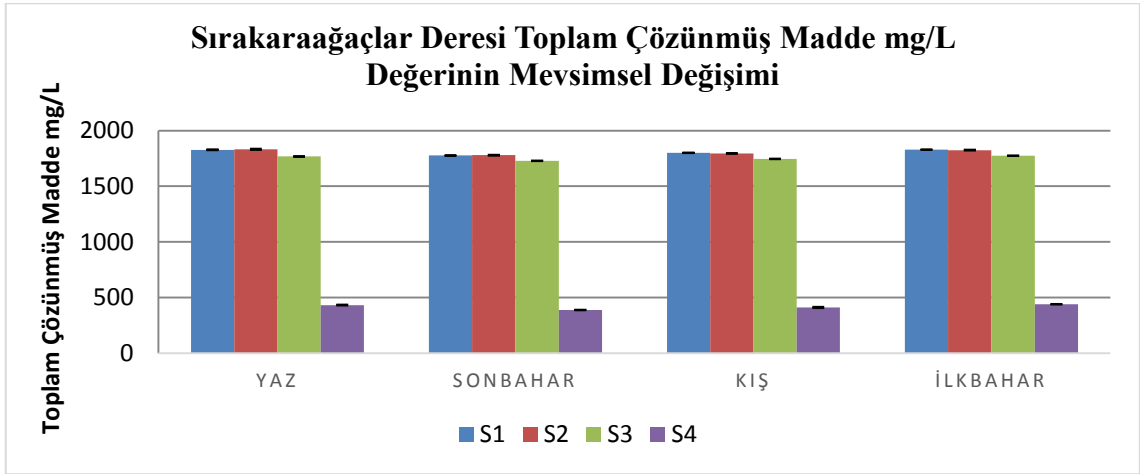
A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Toplam çözünmüş madde değeri mevsimlere bağlı olarak değişim göstermekte olup Karasu Çayı için en düşük toplam çözünmüş madde değeri 181.11 mg/L ile K4 istasyonunda, en yüksek toplam çözünmüş madde değeri 2131.22 mg/L ile K3

istasyonunda karşımıza çıkmaktadır. Sırakarağaçlar Deresinde ise en düşük toplam çözünmüş madde değeri 388.11 mg/L ile S4 istasyonunda ve en yüksek toplam çözünmüş madde değeri 1831.67 mg/L ile S2 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.3.1. Karasu Çayı TDS Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.3.2. Sırakarağaçlar Deresi'nin TDS Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre Karasu Çayı ve Sırakarağaçlar Deresi toplam çözünmüş madde değerlerine göre I. ve II. Kalitede olduğu belirlenmiştir.

4.4. İletkenlik

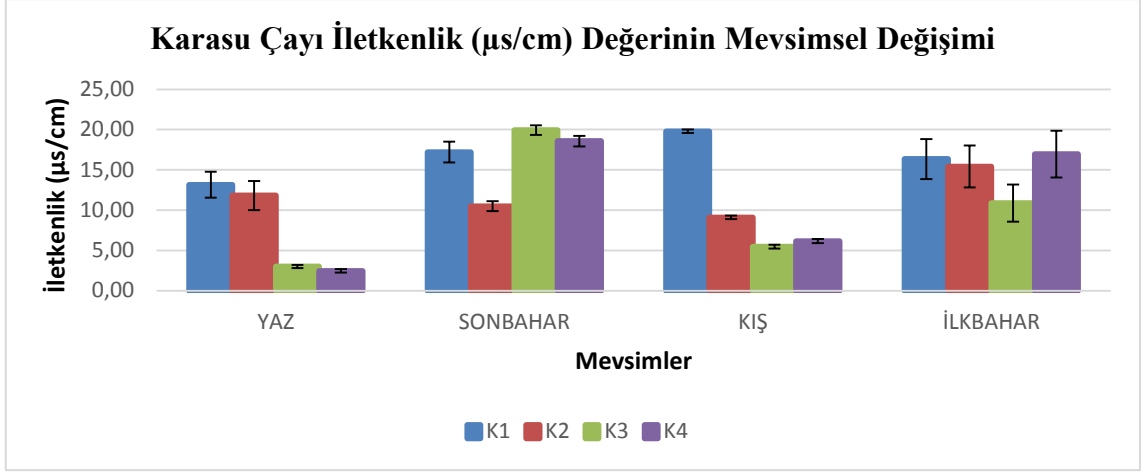
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu İletkenlik ($\mu\text{s/cm}$) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.4.1. verilmiştir.

Çizelge 4.4.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel İletkenlik ($\mu\text{s/cm}$) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

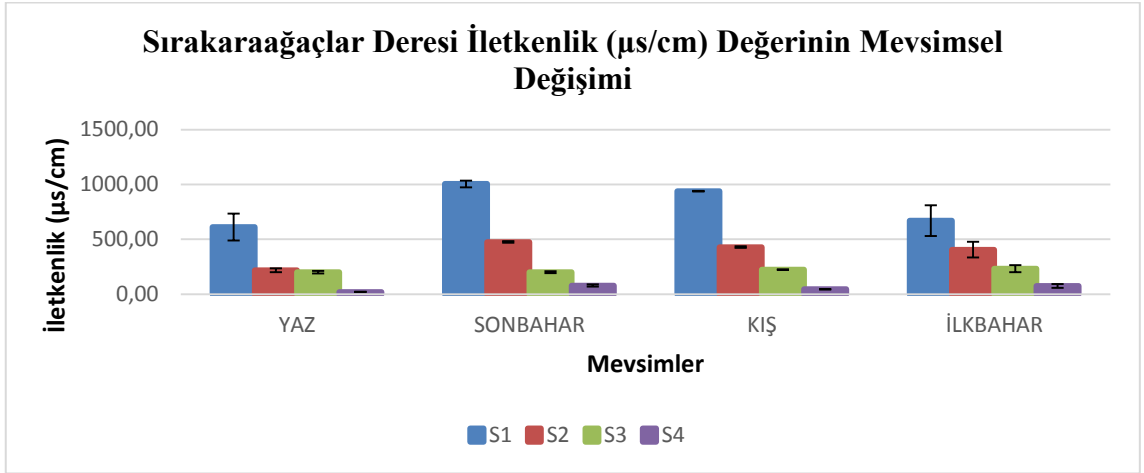
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama \pm Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
İletkenlik ($\mu\text{s/cm}$)	Karasu Çayı	K1	9	13.15 \pm 3.97 ^{aA} (3.04-28.88)	17.20 \pm 2.22 ^{aA} (8.25-22.12)	19.79 \pm 0.21 ^{aA} (19.01-20.60)	16.34 \pm 3.66 ^{aA} (1.70-24.59)
		K2	9	11.81 \pm 2.53 ^{aA} (2.85-20.52)	10.49 \pm 0.63 ^{aA} (8.30-12.92)	9.09 \pm 0.22 ^{aA} (8.30-9.88)	15.41 \pm 3.59 ^{aA} (1.19-24.59)
		K3	9	2.99 \pm 0.19 ^{aA} (2.1-3.49)	19.94 \pm 6.06 ^{aA} (6.80-44.30)	5.45 \pm 0.23 ^{aA} (4.50-6.15)	10.88 \pm 2.60 ^{aA} (0.79-18.24)
		K4	9	2.45 \pm 0.21 ^{aA} (1.62-3.13)	18.57 \pm 6.45 ^{aA} (3.75-44.35)	6.14 \pm 0.26 ^{aA} (5.22-7.10)	16.96 \pm 5.07 ^{aA} (0.80-35.72)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	612.57 \pm 122.70 ^{bA} (224.85-1067.18)	1004.71 \pm 31.01 ^{bA} (889.2-1102.11)	937.80 \pm 2.63 ^{bA} (928.65-946.96)	669.55 \pm 139.68 ^{bA} (110.80+955.37)
		S2	9	216.88 \pm 18.00 ^{cA} (178.6-288.88)	475.74 \pm 8.41 ^{cA} (444.60-502.50)	429.13 \pm 6.52 ^{cA} (408.80-453.55)	405.26 \pm 71.49 ^{cA} (119.32-554.80)
		S3	9	200.80 \pm 10.87 ^{dA} (176.7-244.29)	199.64 \pm 9.17 ^{dA} (173.20-234.96)	223.34 \pm 3.98 ^{dA} (208.20-235.60)	232.34 \pm 31.05 ^{dA} (110.85-315.9)
		S4	9	20.11 \pm 2.30 ^{aA} (11.18-26.7)	78.72 \pm 9.54 ^{aA} (57.70-116.89)	44.10 \pm 2.64 ^{aA} (34.86-53.26)	75.19 \pm 16.83 ^{aA} (8.30-115.52)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P < 0.05$), Mevsimler arası ($P > 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

İletkenlik değeri mevsimlere bağlı olarak değişim göstermekte olup Karasu Çayı için en düşük iletkenlik değeri 2.45 $\mu\text{s/cm}$ ile K4 istasyonunda, en yüksek iletkenlik değeri 19.94 $\mu\text{s/cm}$ ile K3 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise en düşük iletkenlik 20.11 $\mu\text{s/cm}$ değeri ile S4 istasyonunda ve en yüksek iletkenlik değeri 1004.71 $\mu\text{s/cm}$ ile S1 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.4.1. Karasu Çayı İletkenlik ($\mu\text{s/cm}$) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.4.2. Sırakaraağaçlar Deresi İletkenlik ($\mu\text{s/cm}$) Mevsimsel Değişimi

Su kaynaklarının iletkenlik değerinin $1000 \mu\text{s/cm}$ değerini aşması kirlilik belirtisi olarak değerlendirilir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin iletkenlik değerleri genel olarak $1000 \mu\text{s/cm}$ altındaki değerlerde değiştiği görülmektedir.

4.5. ORP Değeri

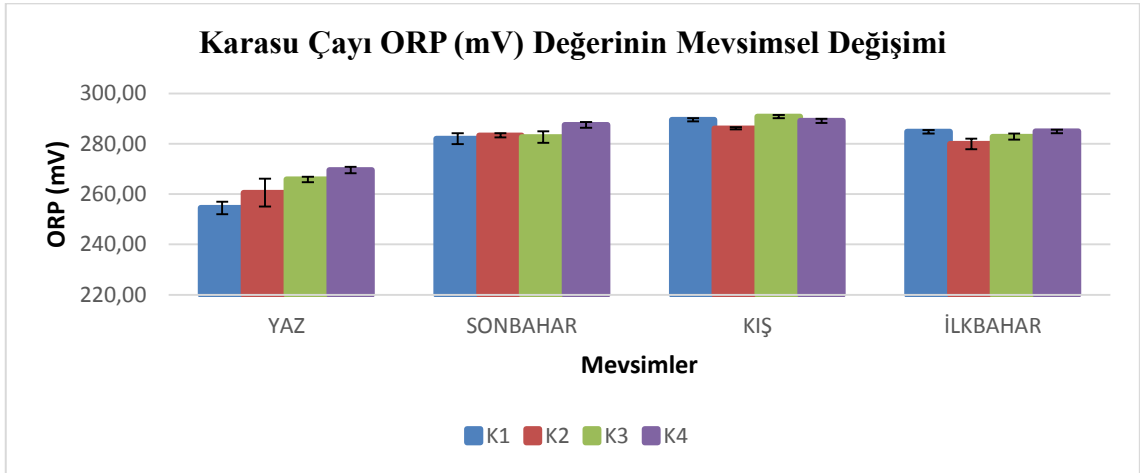
Karasu ayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu ORP (mV) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki izelge 4.5.1. verilmiştir.

Çizelge 4.5.1. Karasu ayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel ORP (mV) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

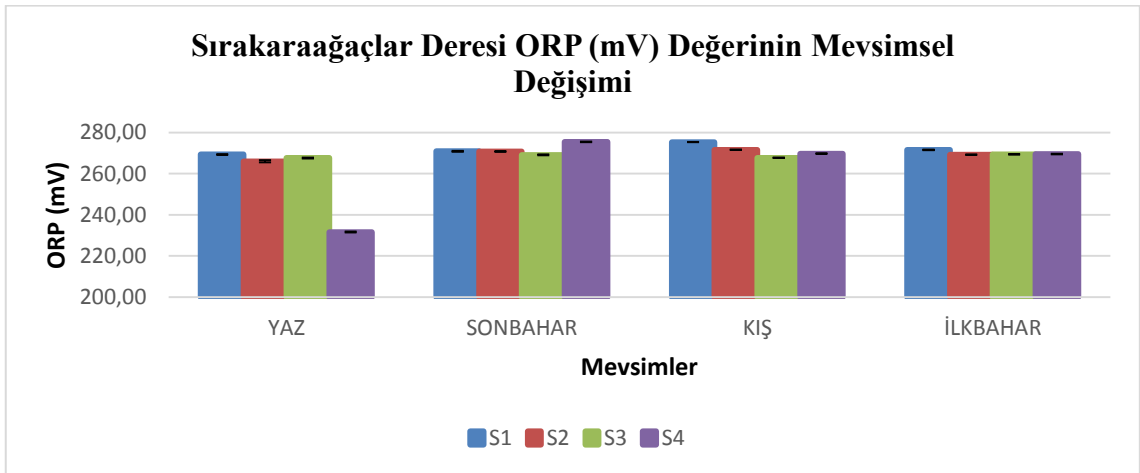
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama \pm Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
ORP (mV)	Karasu ayı	K1	9	254.50 \pm 2.50 ^{abA} (248.50-264.50)	282.02 \pm 2.18 ^{abB} (273.20-287.70)	289.51 \pm 0.68 ^{abB} (287.60-292.30)	284.80 \pm 0.69 ^{abB} (282.30-287.40)
		K2	9	260.57 \pm 5.53 ^{abA} (248.50-282.90)	283.35 \pm 0.82 ^{abB} (280.00-285.60)	286.13 \pm 0.46 ^{abB} (284.20-287.40)	279.93 \pm 2.05 ^{abB} (272.30-286.90)
		K3	9	265.81 \pm 1.08 ^{aA} (261.00-268.40)	282.65 \pm 2.24 ^{ab} (273.50-287.60)	290.83 \pm 0.61 ^{ab} (288.20-292.70)	282.84 \pm 1.17 ^{ab} (280.20-287.90)
		K4	9	269.54 \pm 1.31 ^{aA} (264.10-272.70)	287.52 \pm 1.17 ^{ab} (283.20-291.90)	289.08 \pm 0.84 ^{ab} (287.20-292.80)	284.93 \pm 0.69 ^{ab} (282.50-287.70)
	Sırakaraağalar Deresi	S1	9	269.28 \pm 0.83 ^{bA} (267.20-272.70)	270.87 \pm 0.79 ^{bB} (267.50-272.70)	275.33 \pm 1.20 ^{bB} (271.90-280.20)	271.55 \pm 0.86 ^{bB} (268.00-273.50)
		S2	9	266.00 \pm 0.37 ^{bdA} (264.20-266.90)	270.74 \pm 0.66 ^{bdB} (268.00-272.70)	271.61 \pm 0.78 ^{bdB} (268.40-273.70)	269.24 \pm 0.65 ^{bdB} (267.20-271.90)
		S3	9	267.58 \pm 5.56 ^{bdA} (248.30-287.13)	269.07 \pm 1.19 ^{bdB} (266.00-273.90)	267.70 \pm 0.17 ^{bdB} (267.30-268.90)	269.32 \pm 0.82 ^{bdB} (267.20-272.70)
		S4	9	231.58 \pm 4.61 ^{dA} (215.40-247.60)	275.38 \pm 2.92 ^{dB} (267.50-286.90)	269.72 \pm 0.87 ^{dB} (267.30-273.30)	269.44 \pm 0.75 ^{dB} (267.30-272.70)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sutunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu ayı ORP (mV) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en duşuk değer 254.50 mV değeri ile K1 istasyonunda karşımıza çıkarken, en yuksek değer ise 290.83 mV değeri ile K3 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresi ORP (mV) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en duşuk değer 231.58 mV değeri ile en yuksek değer ise 275.38 mV değeri ile S4 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.5.1. Karasu Çayı ORP (mV) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.5.2. Sırakaraağaçlar Deresi ORP (mV) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Yukarıdaki Grafiklerde Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin ORP (mV) değerinin mevsimsel değişimi görülmektedir. Bu değerler incelendiğinde çıkan sonuçların pozitif olması her iki su kaynağının da çürütücü yani bozucu ya da paslandırıcı özelliğe sahip olduğu söylenebilir.

4.6. Çözünmüş Oksijen

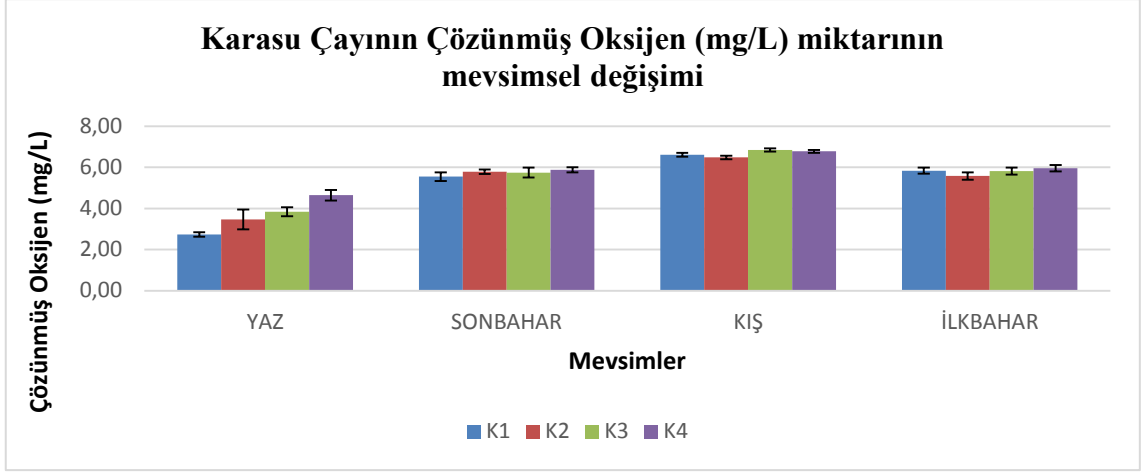
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Çözünmüş Oksijen (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.6.1. verilmiştir.

Çizelge 4.6.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Çözünmüş Oksijen (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

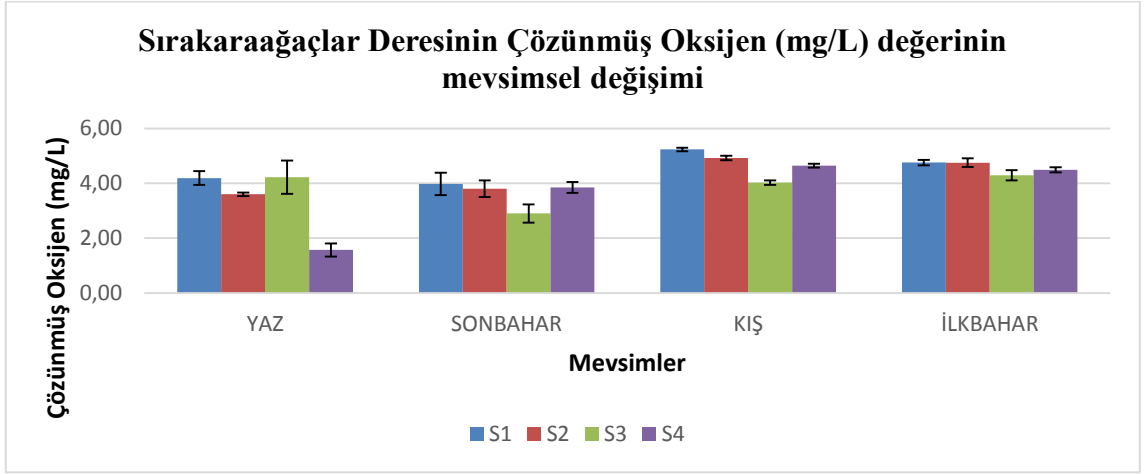
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	2.73±0.11 ^{AA} (2.20-3.40)	5.54±0.21 ^{AB} (4.60-6.50)	6.61±0.09 ^{AC} (6.20-7.10)	5.83±0.14 ^{AC} (5.20-6.60)
		K2	9	3.46±0.48 ^{AA} (2.20-5.60)	5.78±0.11 ^{AB} (5.40-6.40)	6.47±0.08 ^{AC} (6.10-6.90)	5.57±0.17 ^{AC} (4.80-6.30)
		K3	9	3.83±0.21 ^{AA} (3.10-4.60)	5.74±0.24 ^{AB} (4.60-6.60)	6.84±0.07 ^{AC} (6.50-7.20)	5.82±0.17 ^{AC} (5.20-6.60)
		K4	9	4.64±0.25 ^{AA} (3.40-5.60)	5.87±0.12 ^{AB} (5.40-6.40)	6.77±0.07 ^{AC} (6.50-7.10)	5.95±0.15 ^{AC} (5.20-6.60)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	4.18±0.25 ^{abA} (3.20-5.40)	3.97±0.40 ^{abB} (2.30-5.00)	5.23±0.06 ^{abC} (5.00-5.50)	4.75±0.09 ^{abC} (4.20-5.00)
		S2	9	3.60±0.06 ^{abA} (3.40-4.00)	3.80±0.30 ^{abB} (2.50-4.70)	4.92±0.07 ^{abC} (4.60-5.30)	4.72±0.15 ^{abC} (4.10-5.40)
		S3	9	4.22±0.61 ^{ba} (2.20-6.60)	2.90±0.33 ^{ba} (1.50-3.90)	4.02±0.08 ^{ba} (3.60-4.40)	4.28±0.18 ^{ba} (3.60-5.20)
		S4	9	1.56±0.24 ^{ba} (0.60-2.60)	3.84±0.19 ^{ba} (3.00-4.40)	4.64±0.07 ^{ba} (4.30-4.90)	4.48±0.09 ^{ba} (4.20-5.00)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı Çözünmüş Oksijen (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değer 2.73 mg/L değeri ile K1 istasyonunda karşımıza çıkarken, en yüksek değer ise 6.84 mg/L değeri ile K3 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresi Çözünmüş Oksijen (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değer 1.56 mg/L değeri ile S4 istasyonunda karşımıza çıkarken, en yüksek değer ise 5.23 mg/L değeri ile S1 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.6.1. Karasu Çayı Çözünmüş Oksijen (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.6.2. Sırakaraağaçlar Deresi Çözünmüş Oksijen (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi çözünmüş oksijen değerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde su kalitesi bakımından II. ve III. kalite sınıfında olduğu görülmektedir.

4.7. Amonyum Azotu

Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.7.1. verilmiştir.

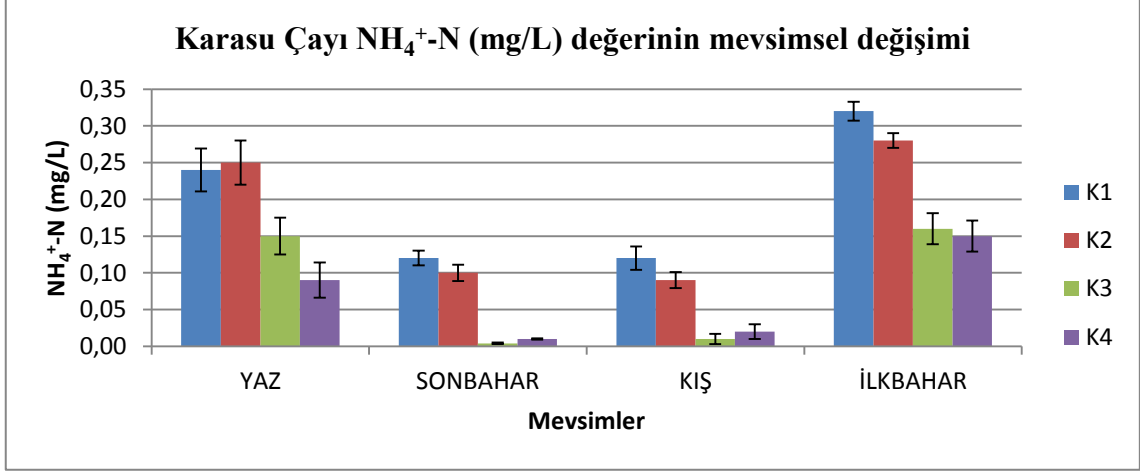
Çizelge 4.7.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	0.24±0.03 ^{ba} (0.09-0.32)	0.12±0.01 ^{bb} (0.09-0.16)	0.12±0.01 ^{bb} (0.08-0.19)	0.32±0.01 ^{ba} (0.26-0.35)
		K2	9	0.25±0.03 ^{abA} (0.10-0.36)	0.10±0.01 ^{abB} (0.07-0.15)	0.09±0.01 ^{abB} (0.06-0.138)	0.28±0.01 ^{abA} (0.23-0.30)
		K3	9	0.15±0.07 ^{abA} (0.00-0.46)	0.00±0.00 ^{abB} (0.00-0.01)	0.01±0.00 ^{abB} (0.00-0.05)	0.16±0.03 ^{abA} (0.03-0.27)
		K4	9	0.09±0.04 ^{abA} (0.00-0.26)	0.01±0.00 ^{abB} (0.00-0.02)	0.02±0.01 ^{abB} (0.00-0.06)	0.15±0.03 ^{abA} (0.02-0.25)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	0.08±0.01 ^{aa} (0.04-0.13)	0.01±0.00 ^{ab} (0.00-0.02)	0.02±0.01 ^{ab} (0.00-0.07)	0.14±0.03 ^{aa} (0.01-0.25)
		S2	9	0.15±0.05 ^{abA} (0.03-0.38)	0.01±0.00 ^{abB} (0.00-0.02)	0.02±0.00 ^{abB} (0.00-0.06)	0.14±0.03 ^{abA} (0.00-0.25)
		S3	9	0.11±0.02 ^{abA} (0.03-0.23)	0.01±0.00 ^{abB} (0.01-0.02)	0.03±0.01 ^{abB} (0.01-0.07)	0.17±0.02 ^{abA} (0.08-0.24)
		S4	9	0.33±0.11 ^{abA} (0.01-0.80)	0.08±0.01 ^{abB} (0.00-0.13)	0.03±0.01 ^{abB} (0.00-0.07)	0.16±0.03 ^{abA} (0.03-0.26)

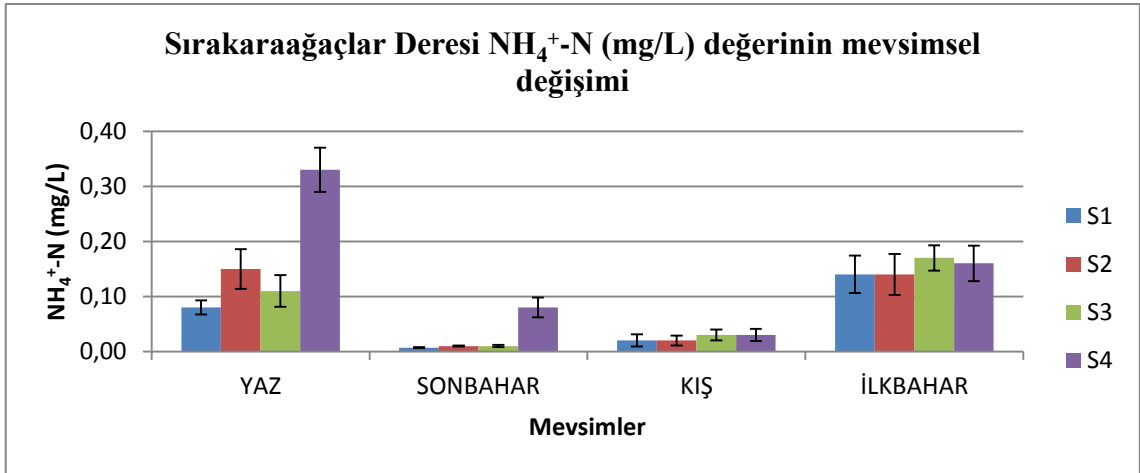
A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değer 0.01 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değeri ile K3 ve K4 istasyonlarında karşımıza çıkarken, en yüksek değer ise 0.32 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değeri ile K1 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresi $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde en düşük değer 0.01 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değeri ile S2 ve S3

istasyonlarında karşımıza çıkarken, en yüksek değer ise 0.33 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değeri ile S4 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.7.1. Karasu Çayı $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.7.2. Sırakaraağaçlar Deresi $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (mg/L) değerlerine göre I. kalitede olduğu ortaya çıkmaktadır.

4.8. Nitrat Azotu

Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu NO_3^- -N (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.8.1. verilmiştir.

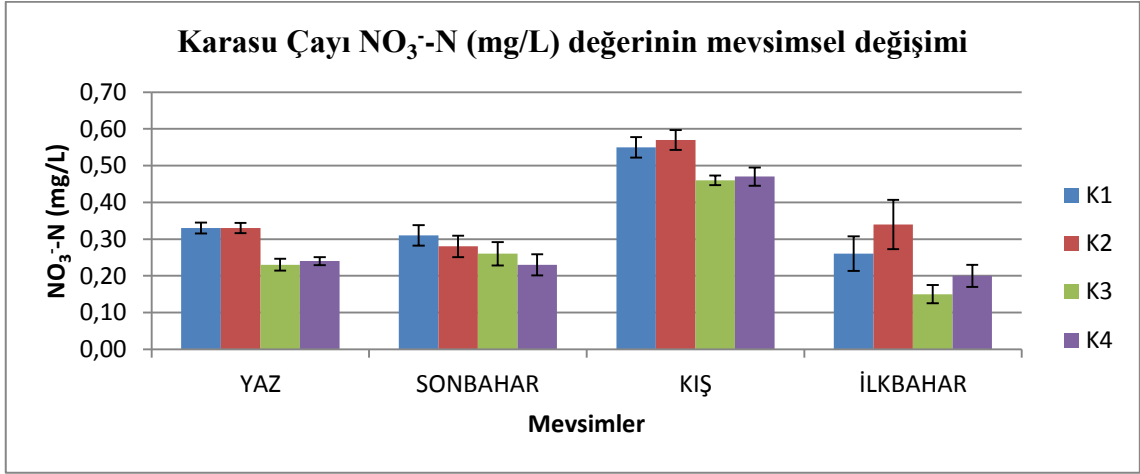
Çizelge 4.8.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel NO_3^- -N (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
NO_3^- -N (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	0.33±0.01 ^{bcA} (0.28-0.39)	0.31±0.02 ^{bcA} (0.22-0.42)	0.55±0.02 ^{bcB} (0.45-0.65)	0.26±0.04 ^{bcA} (0.08-0.41)
		K2	9	0.33±0.01 ^{ca} (0.30-0.39)	0.28±0.02 ^{ca} (0.20-0.40)	0.57±0.02 ^{cb} (0.48-0.67)	0.34±0.06 ^{ca} (0.07-0.52)
		K3	9	0.23±0.01 ^{ba} (0.17-0.28)	0.26±0.03 ^{ba} (0.14-0.37)	0.46±0.01 ^{bb} (0.43-0.52)	0.15±0.02 ^{ba} (0.06-0.24)
		K4	9	0.24±0.01 ^{bcA} (0.20-0.28)	0.23±0.02 ^{bcA} (0.14-0.35)	0.47±0.02 ^{bcB} (0.38-0.56)	0.20±0.03 ^{bcA} (0.09-0.30)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	0.01±0.00 ^{aA} (0.00-0.02)	0.07±0.03 ^{aA} (0.01-0.20)	0.29±0.01 ^{aB} (0.24-0.35)	0.09±0.01 ^{aA} (0.05-0.12)
		S2	9	0.01±0.00 ^{aA} (0.00-0.02)	0.09±0.03 ^{aA} (0.01-0.22)	0.36±0.02 ^{aB} (0.25-0.46)	0.11±0.02 ^{aA} (0.04-0.21)
		S3	9	0.01±0.00 ^{abA} (0.00-0.02)	0.11±0.03 ^{abA} (0.06-0.24)	0.37±0.02 ^{abB} (0.28-0.46)	0.14±0.02 ^{abA} (0.06-0.23)
		S4	9	0.03±0.01 ^{abA} (0.01-0.08)	0.17±0.03 ^{abA} (0.10-0.30)	0.44±0.02 ^{abB} (0.35-0.55)	0.18±0.02 ^{abA} (0.08-0.29)

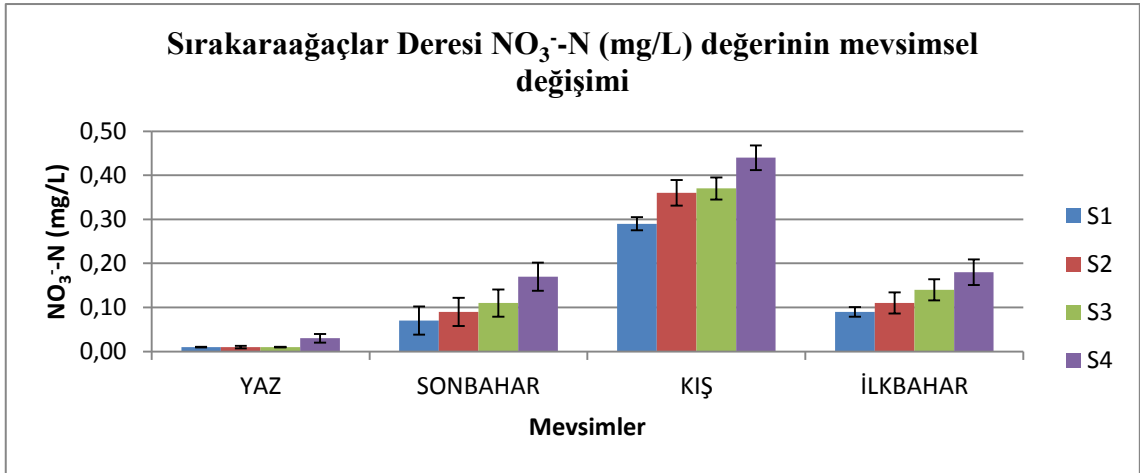
A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için NO_3^- -N mg/L değerinin en düşük değeri 0.15 NO_3^- -N mg/L ile K3 istasyonunda, en yüksek değeri 0.57 NO_3^- -N mg/L ile K2 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise NO_3^- -N mg/L değerinin en düşük değeri

0.01 NO₃⁻-N mg/L ile S1, S2 ve S3 istasyonlarında, en yüksek değeri 0.44 NO₃⁻-N mg/L ile S4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.8.1. Karasu Çayı NO₃⁻-N (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.8.2. Sırakaraağaçlar Deresi NO₃⁻-N (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi NO₃⁻-N (mg/L) değerlerine göre I. kalitede olduğu ortaya çıkmaktadır.

4.9. Klorür

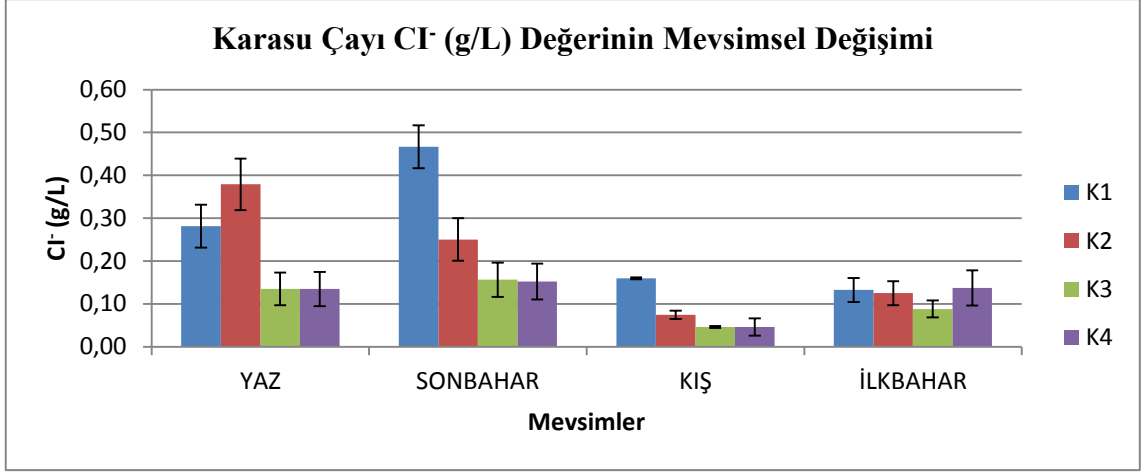
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Cl^- (g/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.9.1. verilmiştir.

Çizelge 4.9.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Cl^- (g/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

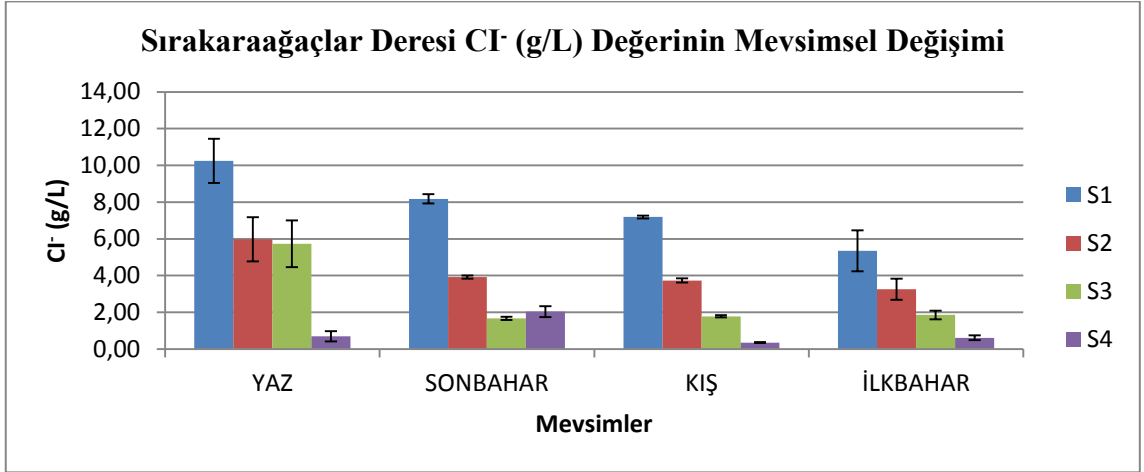
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Cl ⁻ (g/L)	Karasu Çayı	K1	9	0.28±0.08 ^{aA} (0.02-0.63)	0.46±0.16 ^{aA} (0.14-1.42)	0.15±0.01 ^{aA} (0.14-0.17)	0.13±0.02 ^{aA} (0.01-0.19)
		K2	9	0.37±0.14 ^{aA} (0.01-0.99)	0.25±0.09 ^{aA} (0.03-0.71)	0.07±0.00 ^{aA} (0.04-0.09)	0.12±0.02 ^{aA} (0.01-0.19)
		K3	9	0.13±0.05 ^{aA} (0.01-0.42)	0.15±0.04 ^{aA} (0.03-0.35)	0.04±0.01 ^{aA} (0.03-0.06)	0.08±0.02 ^{aA} (0.00-0.14)
		K4	9	0.13±0.04 ^{aA} (0.01-0.35)	0.15±0.05 ^{aA} (0.03-0.35)	0.04±0.01 ^{aA} (0.03-0.05)	0.13±0.04 ^{aA} (0.00-0.29)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	10.24±2.00 ^{bA} (4.34-17.92)	8.17±0.25 ^{bA} (7.10-8.98)	7.18±0.08 ^{bA} (6.88-7.49)	5.34±1.11 ^{bA} (0.88-7.63)
		S2	9	5.97±2.09 ^{cA} (1.43-14.37)	3.91±0.08 ^{cA} (3.55-4.33)	3.73±0.10 ^{cA} (3.4-4.18)	3.26±0.57 ^{cA} (0.95-4.54)
		S3	9	5.72±2.07 ^{cA} (1.43-14.20)	1.66±0.09 ^{cA} (1.38-2.13)	1.78±0.05 ^{cA} (1.49-2.05)	1.85±0.24 ^{cA} (0.88-2.55)
		S4	9	0.70±0.28 ^{acA} (0.81-2.13)	2.03±0.73 ^{acA} (0.46-5.32)	0.35±0.02 ^{acA} (0.24-0.46)	0.61±0.13 ^{acA} (0.63-0.99)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P < 0.05$), Mevsimler arası ($P > 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Cl^- iyonu g/L değerinin en düşük değeri 0.04 g/L ile K3 ve K4 istasyonlarında, en yüksek değeri 0.37 g/L ile K2 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Cl^- iyonu g/L değerinin en düşük değeri 0.35 g/L ile S4 istasyonunda, en yüksek değeri 10.24 g/L ile S1 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.9.1. Karasu Çayı Cl⁻ (g/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.9.2. Sırakaraağaçlar Deresi Cl⁻ (g/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaici Su Kaynakları Kalite Sınıflandırması klorür değerlerine göre Karasu Çayı II. ve Sırakaraağaçlar Deresi IV. kalitede olduğu belirlenmiştir.

4.10. Nitrit Azotu

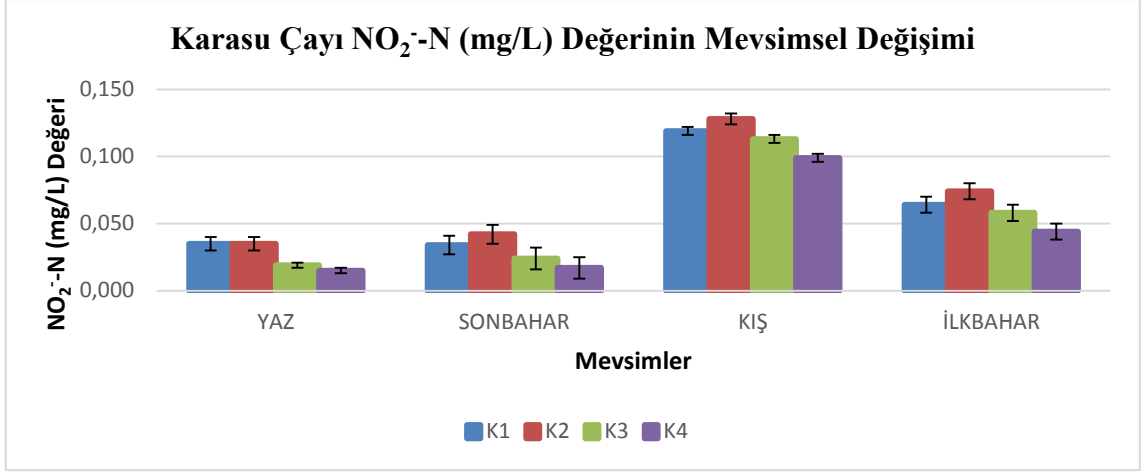
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu NO_2^- -N (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.10.1. verilmiştir.

Çizelge 4.10.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel NO_2^- -N (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

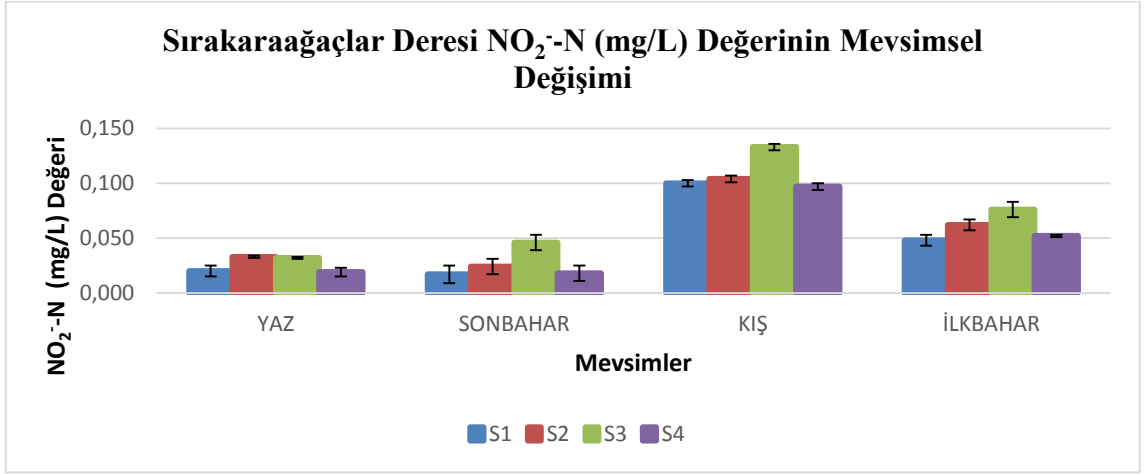
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
NO_2^- -N (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	0.035±0.005 ^{abA} (0.01-0.05)	0.034±0.007 ^{abA} (0.01-0.06)	0.119±0.003 ^{abB} (0.10-0.13)	0.064±0.006 ^{abC} (0.03-0.08)
		K2	9	0.035±0.005 ^{ba} (0.01-0.04)	0.042±0.007 ^{ba} (0.02-0.07)	0.128±0.004 ^{baB} (0.112-0.142)	0.074±0.006 ^{baC} (0.04-0.09)
		K3	9	0.019±0.002 ^{abA} (0.01-0.08)	0.024±0.008 ^{abA} (0.00-0.05)	0.113±0.003 ^{abB} (0.09-0.12)	0.058±0.006 ^{abC} (0.03-0.07)
		K4	9	0.015±0.002 ^{aA} (0.00-0.02)	0.017±0.008 ^{aA} (0.00-0.05)	0.099±0.003 ^{aB} (0.08-0.11)	0.044±0.006 ^{aC} (0.01-0.06)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	0.020±0.005 ^{aA} (0.00-0.04)	0.017±0.008 ^{aA} (0.00-0.05)	0.100±0.003 ^{aB} (0.08-0.11)	0.048±0.005 ^{aC} (0.02-0.06)
		S2	9	0.033±0.001 ^{abA} (0.02-0.04)	0.024±0.007 ^{abA} (0.00-0.05)	0.104±0.003 ^{abB} (0.08-0.11)	0.062±0.004 ^{abC} (0.04-0.07)
		S3	9	0.032±0.001 ^{ba} (0.02-0.04)	0.046±0.007 ^{ba} (0.02-0.07)	0.133±0.003 ^{baB} (0.11-0.14)	0.076±0.007 ^{baC} (0.04-0.09)
		S4	9	0.019±0.004 ^{aA} (0.00-0.03)	0.018±0.007 ^{aA} (0.00-0.04)	0.097±0.003 ^{aB} (0.08-0.11)	0.052±0.001 ^{aC} (0.04-0.06)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için NO_2^- -N (mg/L) değerinin en düşük değeri 0.015 mg/L ile K4 istasyonunda, en yüksek değeri 0.128 mg/L ile K2 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise NO_2^- -N (mg/L) değerinin en düşük değeri 0.017 mg/L ile S1 istasyonunda, en yüksek değeri 0.133 mg/L ile S3 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.10.1. Karasu Çayı NO₂⁻-N (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.10.2. Sırakaraağaçlar Deresi NO₂⁻-N (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaici Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi Nitrit Azotu değerlerine göre III. ve IV. kalitede olduğu belirlenmiştir.

4.11. Fosfat Fosforu

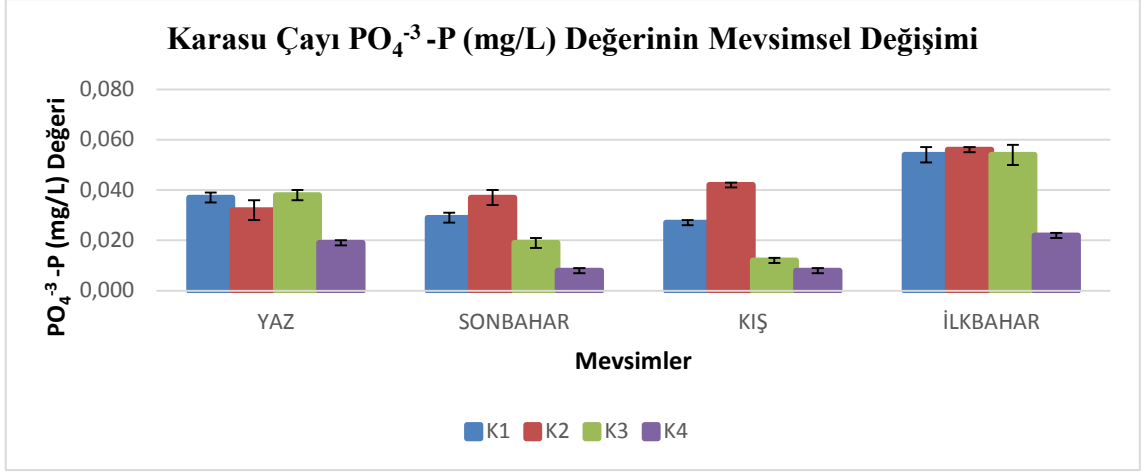
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu PO_4^{-3} -P mg/L değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.11.1. verilmiştir

Çizelge 4.11.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel PO_4^{-3} -P (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

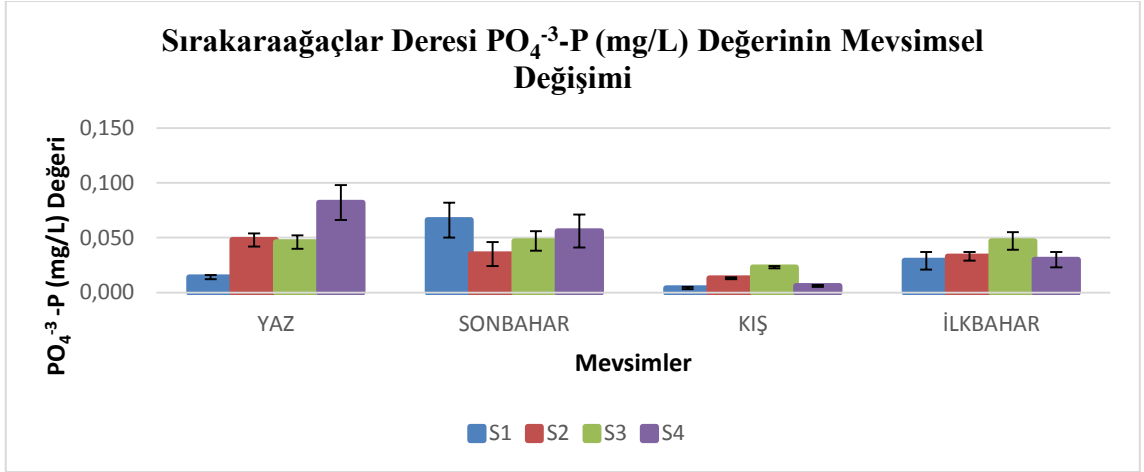
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
PO_4^{-3} -P mg/L	Karasu Çayı	K1	9	0.037±0.002 ^{aA} (0.02-0.05)	0.029±0.002 ^{aA} (0.02-0.03)	0.027±0.001 ^{aB} (0.02-0.03)	0.054±0.008 ^{aA} (0.03-0.10)
		K2	9	0.032±0.006 ^{aA} (0.00-0.04)	0.037±0.003 ^{aA} (0.02-0.05)	0.042±0.001 ^{aB} (0.03-0.05)	0.056±0.001 ^{aA} (0.04-0.06)
		K3	9	0.038±0.002 ^{aA} (0.03-0.05)	0.019±0.002 ^{aA} (0.00-0.02)	0.012±0.001 ^{aB} (0.00-0.02)	0.054±0.014 ^{aA} (0.02-0.12)
		K4	9	0.019±0.001 ^{aA} (0.01-0.02)	0.008±0.001 ^{aA} (0.00-0.01)	0.008±0.001 ^{aB} (0.00-0.01)	0.022±0.001 ^{aA} (0.01-0.03)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	0.014±0.002 ^{aA} (0.00-0.02)	0.066±0.016 ^{aA} (0.00-0.10)	0.004±0.001 ^{aB} (0.00-0.01)	0.029±0.008 ^{aA} (0.01-0.07)
		S2	9	0.048±0.006 ^{aA} (0.02-0.07)	0.035±0.011 ^{aA} (0.00-0.08)	0.013±0.001 ^{aB} (0.00-0.02)	0.033±0.004 ^{aA} (0.02-0.06)
		S3	9	0.046±0.006 ^{aA} (0.02-0.07)	0.047±0.009 ^{aA} (0.01-0.08)	0.023±0.001 ^{aB} (0.01-0.02)	0.047±0.008 ^{aA} (0.03-0.09)
		S4	9	0.082±0.017 ^{aA} (0.03-0.15)	0.056±0.026 ^{aA} (0.00-0.16)	0.006±0.001 ^{aB} (0.00-0.01)	0.030±0.007 ^{aA} (0.01-0.07)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P>0.05$), Mevsimler arası ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için PO_4^{-3} -P mg/L değerinin en düşük değeri 0.008 PO_4^{-3} -P mg/L ile K4 istasyonunda, en yüksek değeri 0.056 PO_4^{-3} -P mg/L ile K2 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise PO_4^{-3} -P mg/L değerinin en düşük değeri 0.006 PO_4^{-3} -P mg/L ve en yüksek değeri 0.082 PO_4^{-3} -P mg/L ile S4 istasyonunda, ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.11.1. Karasu Çayı PO₄⁻³-P mg/L Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.11.2. Sırakaraağaçlar Deresi PO₄⁻³-P mg/L Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Sınıflandırmasına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi PO₄⁻³-P mg/L değerlerine göre II. kalitede olduğu belirlenmiştir.

4.12. Silisyum

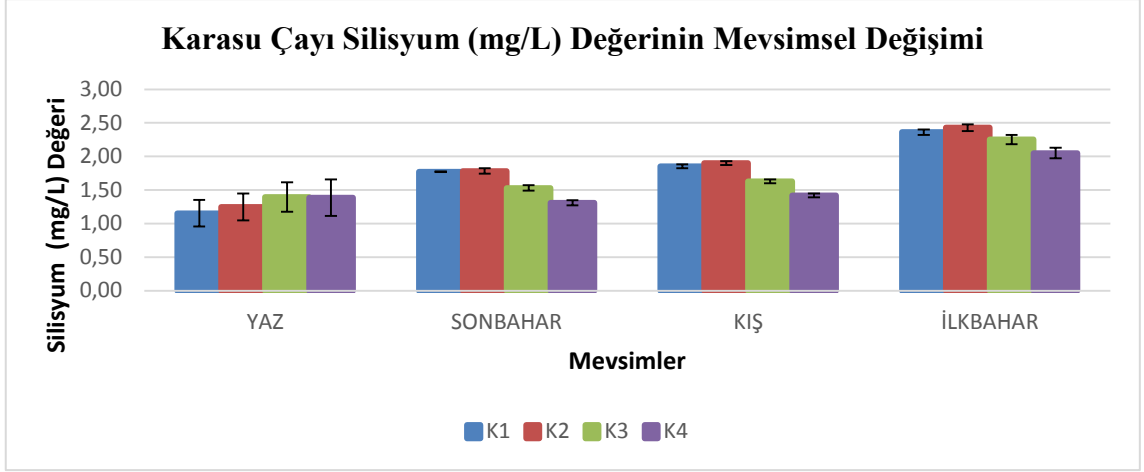
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014- Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Silisyum (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.12.1. verilmiştir.

Çizelge 4.12.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Si (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

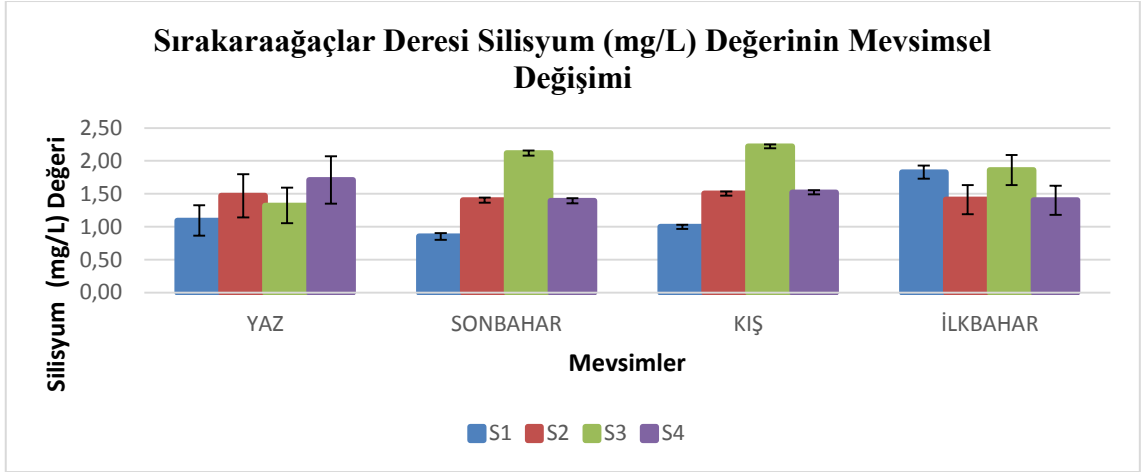
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Silisyum (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	1.154±0.377 ^{aA} (0.01-2.60)	1.771±0.050 ^{aA} (1.57-1.91)	1.853±0.032 ^{aA} (1.73-1.96)	2.362±0.048 ^{aA} (2.18-2.52)
		K2	9	1.246±0.409 ^{aA} (0.01-2.84)	1.783±0.048 ^{aA} (1.61-1.95)	1.901±0.031 ^{aA} (1.77-2.01)	2.429±0.050 ^{aA} (2.22±2.57)
		K3	9	1.395±0.475 ^{aA} (0.01-3.26)	1.530±0.048 ^{aA} (1.34-1.69)	1.628±0.032 ^{aA} (1.50-1.74)	2.253±0.077 ^{aA} (1.95-2.50)
		K4	9	1.386±0.48 ^{aA} (0.00-3.25)	1.309±0.049 ^{aA} (1.13-1.51)	1.419±0.033 ^{aA} (1.26-1.55)	2.051±0.081 ^{aA} (1.70-2.30)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	1.094±0.338 ^{aA} (0.01-2.39)	0.851±0.051 ^{aA} (0.71-1.05)	0.998±0.032 ^{aA} (0.88-1.12)	1.827±0.174 ^{aA} (1.33-2.51)
		S2	9	1.469±0.436 ^{aA} (0.03-3.07)	1.403±0.048 ^{aA} (1.21-1.56)	1.503±0.032 ^{aA} (1.38-1.62)	1.412±0.324 ^{aA} (0.12-2.18)
		S3	9	1.322±0.374 ^{aA} (0.03-2.65)	2.120±0.048 ^{aA} (1.93-2.27)	2.219±0.032 ^{aA} (2.10-2.33)	1.860±0.438 ^{aA} (0.11-2.90)
		S4	9	1.708±0.467 ^{aA} (0.01-3.27)	1.395±0.049 ^{aA} (1.23-1.58)	1.522±0.033 ^{aA} (1.40-1.64)	1.402±0.326 ^{aA} (0.10-2.21)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P>0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Silisyum mg/L değerinin en düşük değeri 1.154 mg/L ile K1 istasyonunda, en yüksek değeri 2.429 mg/L ile K2 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Silisyum mg/L değerinin en düşük değeri 0.851 mg/L ile S1 istasyonunda, en yüksek değeri 2.219 mg/L ile S3 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.12.1. Karasu Çayı Silisyum (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.12.2. Sırakaraağaçlar Deresi Silisyum (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Doğal sularda Silisyum değeri 1-80 mg/L arasında değer almaktadır (Tepe ve ark., 2006b). Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinde mevsimsel değişimler incelendiğinde Silisyum değerleri bu aralık arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

4.13. Klorofil-a

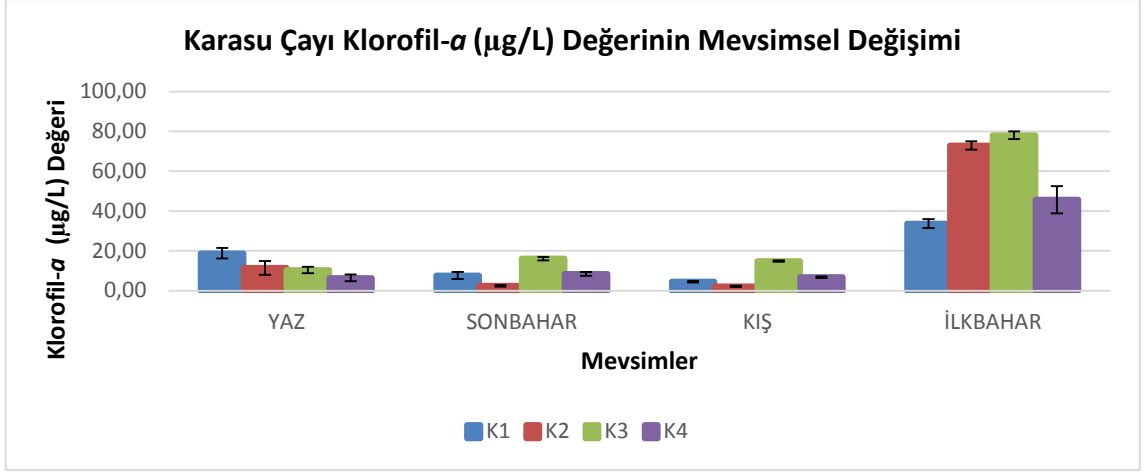
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.13.1. verilmiştir.

Çizelge 4.13.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

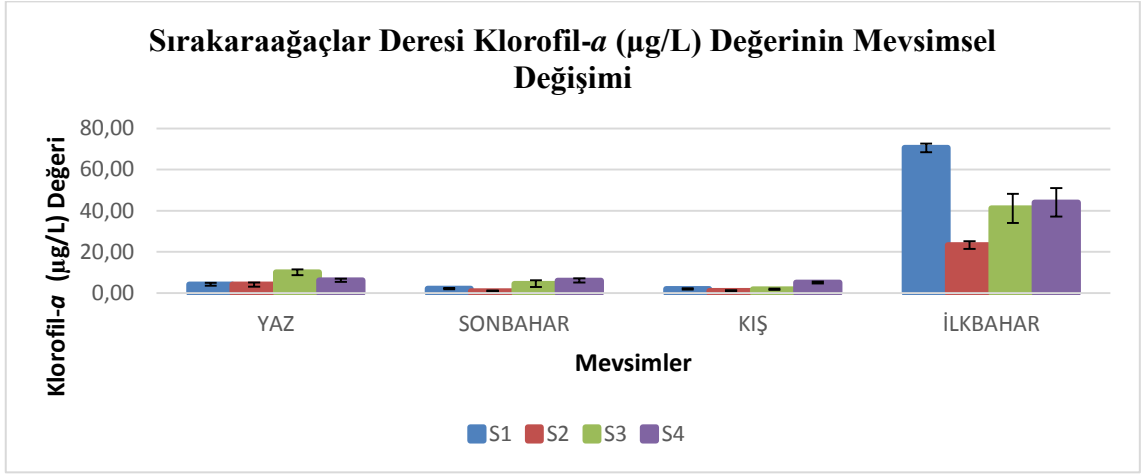
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$)	Karasu Çayı	K1	9	18.77 \pm 2.66 ^{aA} (12.34-30.00)	7.65 \pm 1.83 ^{aA} (3.19-16.03)	4.55 \pm 0.40 ^{aA} (2.99-6.61)	33.69 \pm 2.23 ^{aB} (25.09-42.00)
		K2	9	11.46 \pm 3.41 ^{aA} (3.20-26.14)	2.43 \pm 0.42 ^{aA} (1.50-4.33)	2.12 \pm 0.33 ^{aA} (1.30-3.56)	72.98 \pm 2.31 ^{aB} (23.40-167.11)
		K3	9	10.36 \pm 1.66 ^{aA} (4.65-17.48)	16.14 \pm 0.91 ^{aA} (14.17-20.04)	14.83 \pm 0.33 ^{aA} (14.12-16.22)	78.10 \pm 1.90 ^{aB} (36.07-155.88)
		K4	9	6.44 \pm 1.74 ^{aA} (2.08-13.47)	8.46 \pm 1.02 ^{aA} (6.09-12.67)	6.81 \pm 0.38 ^{aA} (5.47-8.53)	45.70 \pm 6.82 ^{aB} (27.89-73.93)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	4.21 \pm 0.77 ^{aA} (0.96-7.37)	2.18 \pm 0.31 ^{aA} (1.30-3.60)	2.02 \pm 0.32 ^{aA} (1.28-3.40)	7.53 \pm 2.58 ^{aB} (23.40-157.81)
		S2	9	4.11 \pm 1.02 ^{aA} (0.32-8.17)	0.92 \pm 0.23 ^{aA} (0.38-2.24)	0.99 \pm 0.33 ^{aA} (0.18-2.41)	23.25 \pm 1.88 ^{aB} (17.3-30.28)
		S3	9	10.01 \pm 1.42 ^{aA} (3.68-15.39)	4.50 \pm 1.58 ^{aA} (1.18-11.22)	1.85 \pm 0.33 ^{aA} (0.98-3.40)	41.15 \pm 7.07 ^{aB} (23.08-70.24)
		S4	9	6.19 \pm 0.74 ^{aA} (3.04-9.62)	6.08 \pm 0.98 ^{aA} (3.68-11.70)	5.08 \pm 0.42 ^{aA} (3.70-7.48)	44.04 \pm 6.91 ^{aB} (25.80-72.01)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P>0.05$), Mevsimler arası ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Klorofil-a $\mu\text{g/L}$ değerinin en düşük değeri 2.12 $\mu\text{g/L}$ ile K2 istasyonunda, en yüksek değeri 78.10 $\mu\text{g/L}$ ile K3 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Klorofil-a $\mu\text{g/L}$ değerinin en düşük değeri 0.92 $\mu\text{g/L}$ ile S2 istasyonunda, en yüksek değeri 44.04 mg/L ile S4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.13.1. Karasu Çayı Klorofil-*a* µg/L Değerinin Mevsimsel Değişim



Şekil 4.13.2. Sırakaraağaçlar Deresi Klorofil-*a* µg/L Değerinin Mevsimsel Değişimi

Sucul sistemlerde Klorofil-*a* değeri fitoplankton miktarını en iyi şekilde yansıtan parametrelerden birisidir. Buna rağmen Klorofil-*a* değerindeki değişimlerin her zaman besin elementleri yükünün bir göstergesi olmadığı da bilinmektedir (Odabaşı ve Büyükkateş, 2009).

4.14. Toplam Sertlik

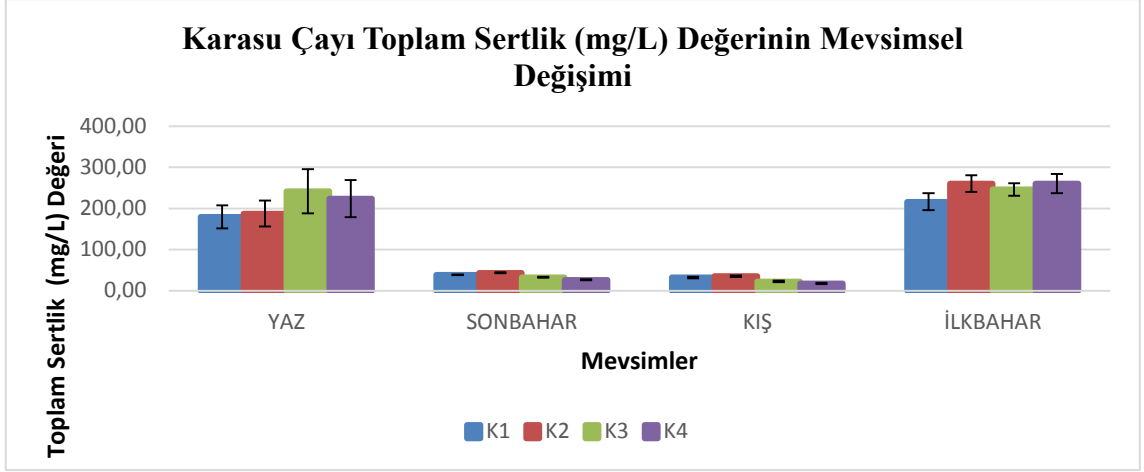
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Toplam Sertlik (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.14.1. verilmiştir.

Çizelge 4.14.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Toplam Sertlik (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

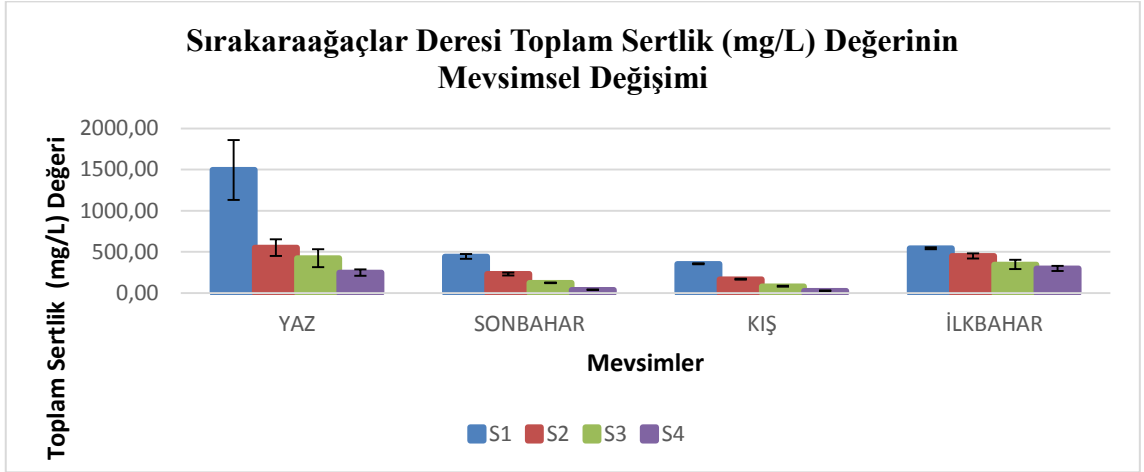
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Toplam Sertlik (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	179.40±28.33 ^{aA} (64.80-242.10)	38.42±0.91 ^{aAB} (34.80-42.00)	32.04±1.74 ^{aB} (24.00-38.80)	246.33±20.79 ^{aA} (185.20-327.00)
		K2	9	187.51±31.51 ^{aA} (60.50-259.00)	43.62±1.09 ^{aAB} (40.00-48.40)	35.10±1.93 ^{aB} (26.00-41.00)	260.07±20.28 ^{aA} (203.00-340.00)
		K3	9	241.63±53.76 ^{aA} (55.00-430.00)	32.71±1.21 ^{aAB} (30.00-39.00)	22.47±2.08 ^{aB} (13.00-29.10)	246.12±15.21 ^{aA} (200.40-305.00)
		K4	9	224.04±45.29 ^{aA} (56.00-370.00)	26.40±1.37 ^{aAB} (23.00-32.00)	17.56±1.90 ^{aB} (9.30-23.00)	260.13±23.38 ^{aA} (212.00-355.00)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	1495.38±363.36 ^{bA} (125.30-2605.50)	442.78±28.64 ^{bAB} (37.00-558.00)	353.66±5.79 ^{bB} (332.00-375.00)	542.25±11.26 ^{bA} (498.00-576.00)
		S2	9	549.81±101.72 ^{aA} (142.00-775.00)	230.64±16.78 ^{aAB} (193.00-298.00)	166.17±6.17 ^{aB} (140.00-182.00)	449.14±30.35 ^{aA} (370.00±569.00)
		S3	9	422.33±109.05 ^{aA} (130.00-850.20)	123.13±3.47 ^{aAB} (111.60-136.80)	80.33±5.87 ^{aB} (61.00-104.00)	346.72±57.69 ^{aA} (209.50-577.00)
		S4	9	248.12±38.84 ^{aA} (197.00-360.00)	37.75±1.96 ^{aAB} (32.00-46.00)	27.01±1.47 ^{aB} (21.20-33.10)	299.05±31.00 ^{aA} (180.00-393.00)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Toplam Sertlik mg/L değerinin en düşük değeri 17.56 mg/L ile K4 istasyonunda, en yüksek değeri 260.13 mg/L ile K4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Toplam Sertlik mg/L değerinin en düşük değeri 27.01 mg/L ile S4 istasyonunda, en yüksek değeri 1495.38 mg/L ile S1 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.14.1. Karasu Çayı Toplam Sertlik mg/L Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.14.2. Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Sertlik mg/L Değerinin Mevsimsel Değişimi

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından sular sertliklerine göre sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmaya dayanarak Karasu Çayı Toplam Sertlik değerine göre orta sert sular kategorisinde; Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Sertlik değerine göre sert sular kategorisinde bulunduğu belirlenmiştir.

4.15. Kalsiyum

Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Kalsiyum (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.15.1. verilmiştir.

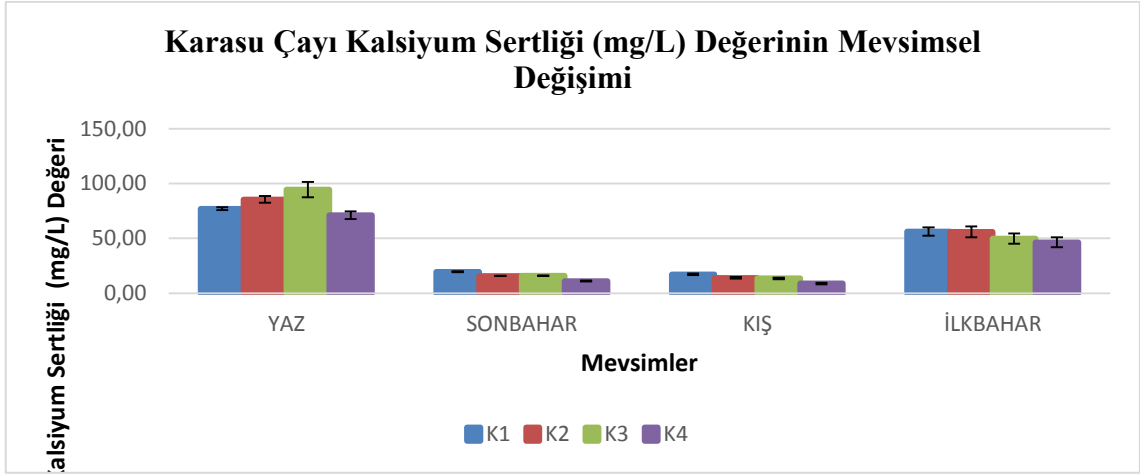
Çizelge 4.15.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Kalsiyum (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Kalsiyum Sertliği (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	77.07±1.42 ^{abA} (71.34-83.00)	19.57±0.45 ^{abB} (18.36-22.44)	17.22±0.71 ^{abB} (14.02-19.23)	56.28±3.72 ^{abC} (40.08-68.13)
		K2	9	85.42±3.05 ^{abA} (77.00-98.19)	15.76±0.23 ^{abB} (14.82-16.43)	14.02±0.71 ^{abB} (10.82-16.03)	55.96±5.00 ^{abC} (35.67-70.00)
		K3	9	94.45±7.01 ^{abA} (77.75-124.64)	15.96±0.26 ^{abB} (14.88-17.23)	13.48±0.67 ^{abB} (10.80-15.24)	49.78±4.63 ^{abC} (34.80-68.13)
		K4	9	71.03±3.56 ^{abA} (56.11-80.56)	11.04±0.39 ^{abB} (9.61-13.22)	8.81±0.71 ^{abB} (5.61-10.82)	46.40±4.43 ^{abC} (32.06-64.12)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	152.06±20.79 ^{baA} (70.14-210.01)	41.27±1.84 ^{bbB} (36.87-49.29)	35.08±0.71 ^{bbB} (31.66-37.27)	68.22±4.32 ^{bcC} (50.10-78.95)
		S2	9	114.32±2.90 ^{baA} (102.20-124.00)	26.58±0.52 ^{bbB} (24.85-29.65)	24.04±0.71 ^{bbB} (20.84-26.05)	61.58±5.77 ^{bcC} (40.08-82.16)
		S3	9	97.48±3.25 ^{abA} (86.57-111.02)	13.40±0.43 ^{abB} (12.02-15.63)	10.95±0.72 ^{abB} (7.61-13.22)	56.86±7.45 ^{abC} (28.05-81.76)
		S4	9	116.84±3.39 ^{abA} (102.20-125.04)	11.53±0.35 ^{abB} (10.02-13.22)	8.81±0.71 ^{abB} (5.61-10.82)	52.10±6.70 ^{abC} (25.25-71.34)

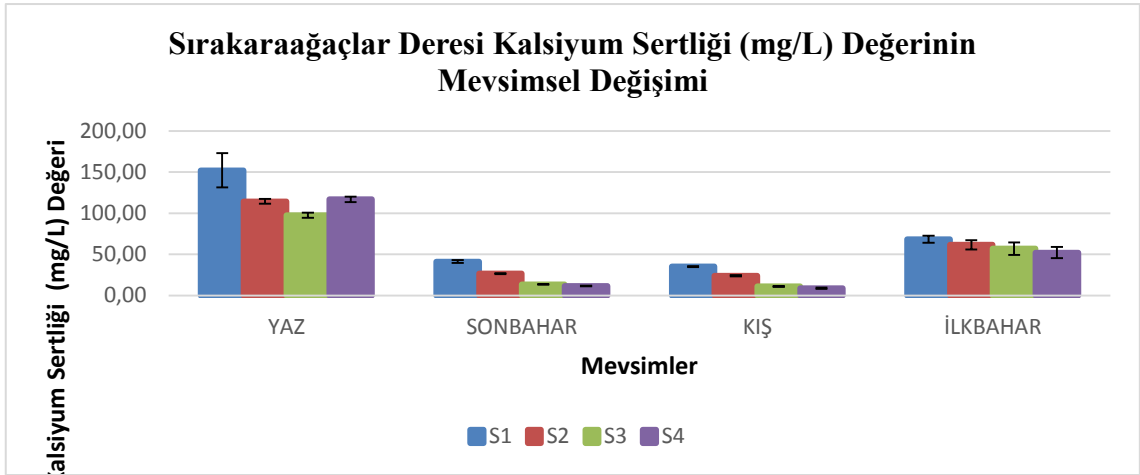
A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Kalsiyum Sertliği mg/L değerinin en düşük değeri 8.81 mg/L ile K4 istasyonunda, en yüksek değeri 94.45 mg/L ile K3 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Kalsiyum Sertliği mg/L değerinin en düşük

değeri 8.81 mg/L ile S4 istasyonunda, en yüksek değeri 152.06 mg/L ile S1 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.15.1. Karasu Çayı Kalsiyum (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.15.2. Sırakaraağaçlar Deresi Kalsiyum (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Su standartları incelendiğinde kalsiyum ve magnezyum iyonları için herhangi bir sınır değeri belirtilmemekle beraber bireysel olarak tolere edilebilir düzeyler hakkında da yeterli bilgi bulunmamaktadır (Boysan ve Şengörür, 2009).

4.16. Magnezyum

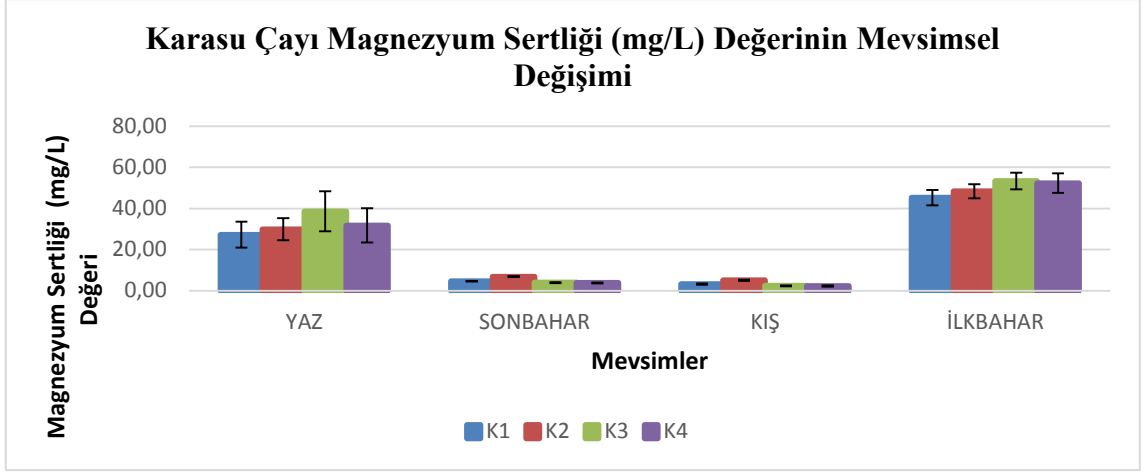
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Magnezyum (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.16.1. verilmiştir.

Çizelge 4.16.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Magnezyum (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

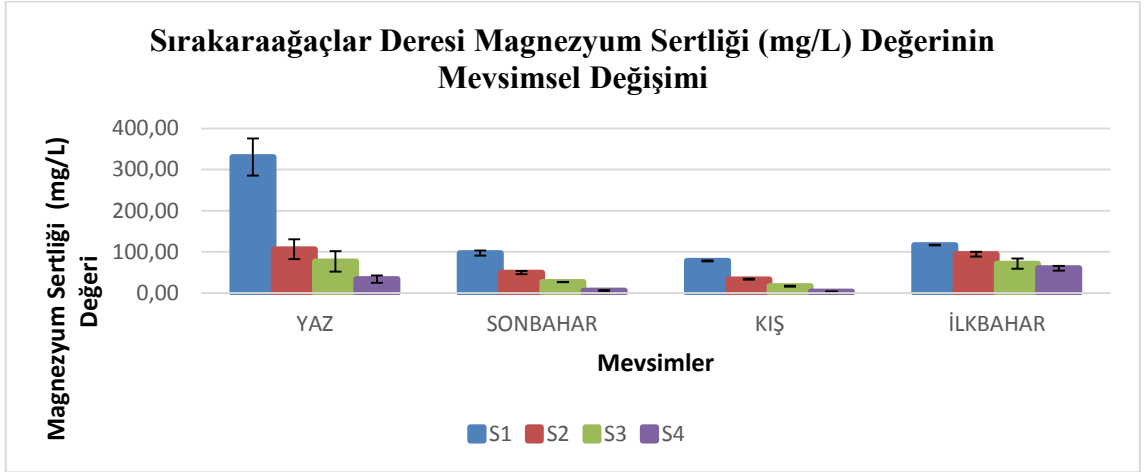
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Magnezyum Sertliği (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	27.24±6.31 ^{aA} (2.27-45.88)	4.57±0.14 ^{aB} (3.97-5.34)	3.18±0.29 ^{aB} (1.74-4.17)	45.21±3.74 ^{aA} (34.02-61.25)
		K2	9	29.87±5.37 ^{aA} (8.36-45.10)	6.80±0.22 ^{aB} (5.82-7.77)	5.09±0.30 ^{aB} (3.59-6.26)	48.39±3.42 ^{aA} (39.96-63.68)
		K3	9	38.61±9.76 ^{aA} (5.04-74.26)	3.94±0.23 ^{aB} (3.47-4.90)	2.36±0.28 ^{aB} (1.24-3.20)	53.35±4.01 ^{aA} (44.77-70.98)
		K4	9	31.71±8.34 ^{aA} (0.27-58.71)	3.75±0.26 ^{aB} (3.05-5.10)	2.31±0.30 ^{aB} (0.82-3.54)	52.28±4.76 ^{aA} (41.12-72.93)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	330.42±83.42 ^{bA} (14.55-583.18)	96.88±6.23 ^{bB} (81.10-121.91)	77.95±1.29 ^{bB} (72.84-83.64)	116.44±1.14 ^{bA} (11.33-120.97)
		S2	9	106.50±24.18 ^{aA} (9.38-162.00)	49.65±3.95 ^{aB} (40.79-65.74)	33.32±1.26 ^{aB} (28.15-38.16)	94.39±6.01 ^{aA} (80.23-118.59)
		S3	9	76.82±24.77 ^{aA} (8.31-174.85)	26.54±0.76 ^{aB} (23.97-29.90)	16.70±1.25 ^{aB} (12.25-21.34)	71.19±12.40 ^{aA} (44.24-120.92)
		S4	9	33.68±8.71 ^{aA} (0.77-62.78)	5.89±0.51 ^{aB} (3.98-8.50)	3.44±0.31 ^{aB} (1.84-4.61)	60.22±5.81 ^{aA} (37.14-78.22)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Magnezyum Sertliği mg/L değerinin en düşük değeri 2.31 mg/L ile K4 istasyonunda, en yüksek değeri 53.3511 mg/L ile K3 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Magnezyum Sertliği mg/L değerinin en düşük değeri 3.44 mg/L ile S4 istasyonunda, en yüksek değeri 330.42 mg/L ile S1 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.16.1. Karasu Çayı Magnezyum (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.16.2. Sırakaraağaçlar Deresi Magnezyum (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Su standartları incelendiğinde kalsiyum ve magnezyum iyonları için herhangi bir sınır değer belirtilmemekle beraber bireysel olarak tolere edilebilir düzeyler hakkında da yeterli bilgi bulunmamaktadır (Boysan ve Şengörür, 2009).

4.17. Geçici Sertlik

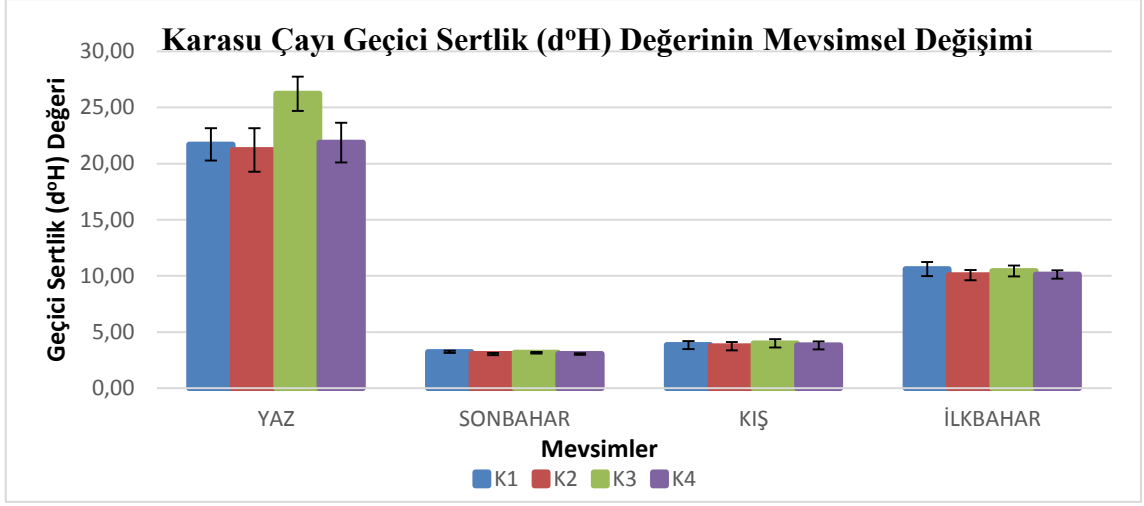
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Geçici Sertlik ($d^{\circ}H$) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.17.1. verilmiştir.

Çizelge 4.17.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Geçici Sertlik ($d^{\circ}H$) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

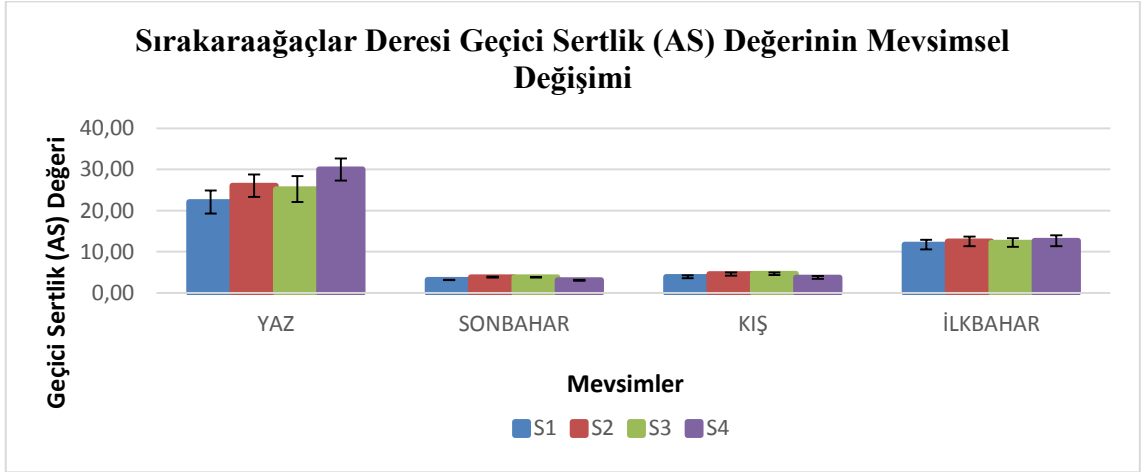
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama \pm Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Geçici Sertlik (Alman Sertliği, $d^{\circ}H$)	Karasu Çayı	K1	9	21.71 \pm 1.44 ^{aA} (17.36-27.44)	3.23 \pm 0.09 ^{aB} (2.90-3.64)	3.84 \pm 0.36 ^{aB} (3.00-5.45)	10.61 \pm 0.63 ^{aC} (8.39-13.15)
		K2	9	21.21 \pm 1.95 ^{aA} (16.80-29.40)	3.04 \pm 0.09 ^{aB} (2.70-3.64)	3.74 \pm 0.36 ^{aB} (2.80-5.27)	10.07 \pm 0.46 ^{aC} (8.20-11.76)
		K3	9	26.22 \pm 1.53 ^{aA} (19.60-30.52)	3.16 \pm 0.06 ^{aB} (2.80-3.36)	4.00 \pm 0.36 ^{aB} (3.00-5.55)	10.43 \pm 0.49 ^{aC} (8.40-12.32)
		K4	9	21.87 \pm 1.76 ^{aA} (17.92-29.12)	3.04 \pm 0.08 ^{aB} (2.69-3.36)	3.81 \pm 0.35 ^{aB} (2.79-5.55)	10.13 \pm 0.36 ^{aC} (8.27-11.20)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	22.08 \pm 2.80 ^{aA} (12.32-32.76)	3.12 \pm 0.05 ^{aB} (2.90-3.36)	3.88 \pm 0.35 ^{aB} (3.05-5.55)	11.73 \pm 1.16 ^{aC} (8.27-16.52)
		S2	9	26.04 \pm 2.75 ^{aA} (17.92-37.52)	3.82 \pm 0.14 ^{aB} (3.25-4.48)	4.58 \pm 0.39 ^{aB} (3.35-6.67)	12.50 \pm 1.18 ^{aC} (8.75-17.36)
		S3	9	25.20 \pm 3.14 ^{aA} (17.36-38.08)	3.77 \pm 0.06 ^{aB} (3.70-3.92)	4.64 \pm 0.34 ^{aB} (3.85-6.02)	12.20 \pm 1.04 ^{aC} (9.19-16.52)
		S4	9	29.99 \pm 2.67 ^{aA} (23.24-41.16)	3.07 \pm 0.11 ^{aB} (2.69-3.64)	3.74 \pm 0.37 ^{aB} (2.69-5.55)	12.66 \pm 1.34 ^{aC} (8.75-18.20)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası ($P>0.05$), Mevsimler arası ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Geçici Sertlik ($d^{\circ}H$) değerinin en düşük değeri 3.04 ile K4 istasyonunda, en yüksek değeri 26.22 ile K3 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Geçici Sertlik ($d^{\circ}H$) değerinin en düşük değeri 3.07 ile S4 istasyonunda, en yüksek değeri 29.99 ile S4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.17.1. Karasu Çayı Geçici Sertlik (d°H) Değeriinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.17.2. Sırakaraağaçlar Deresi Geçici Sertlik (d°H) Değeriinin Mevsimsel Değişimi

Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresini Geçici Sertlik (d°H) parametresine göre değerlendirdiğimizde mevsimlere bağlı olarak çok yumuşak, yumuşak ve orta sert su sınıflandırmasında yer aldığı görülmektedir.

4.18. Tuzluluk

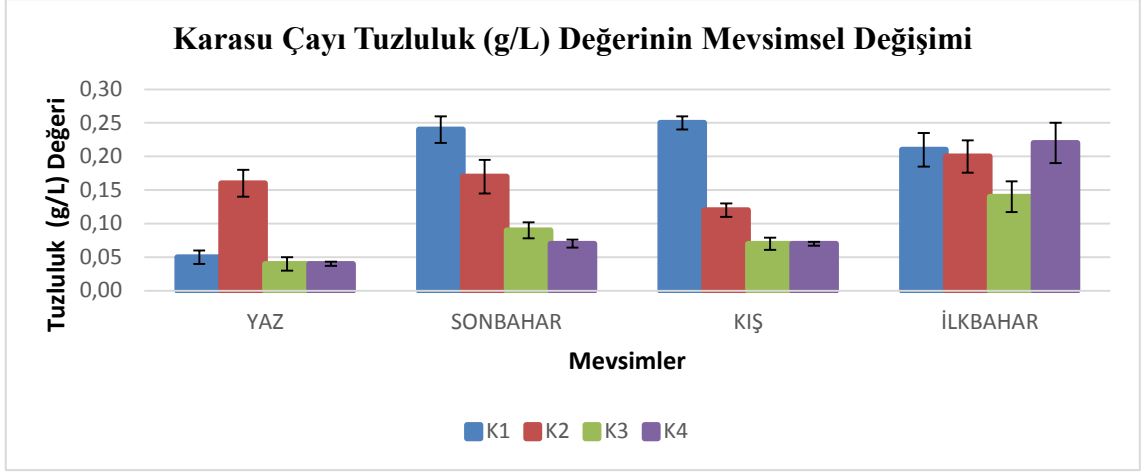
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Tuzluluk g/L değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.18.1. verilmiştir.

Çizelge 4.18.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Tuzluluk (g/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

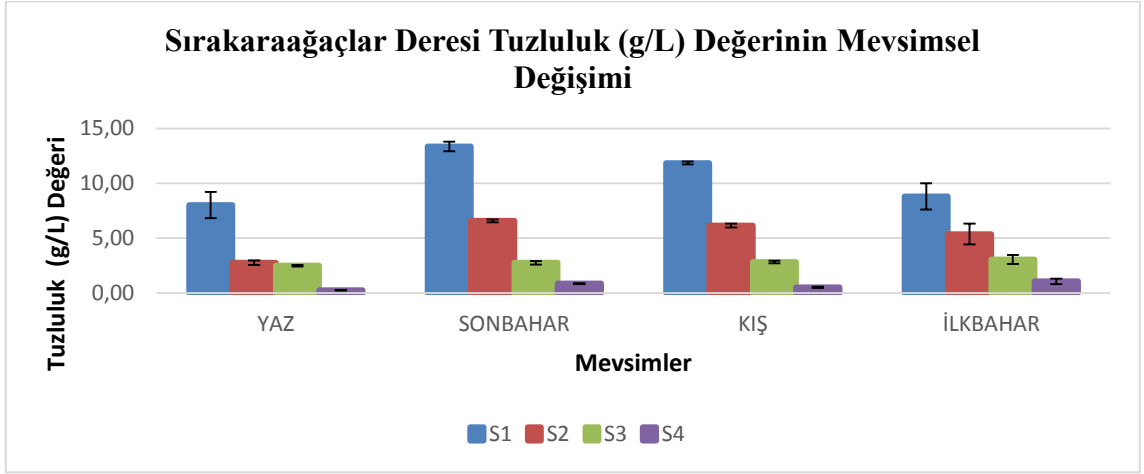
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Tuzluluk (g/L)	Karasu Çayı	K1	9	0.05±0.01 ^{aA} (0.03-0.11)	0.24 ±0.02 ^{aA} (0.11-0.29)	0.25±0.01 ^{aA} (0.24-0.28)	0.21±0.04 ^{aA} (0.02-0.32)
		K2	9	0.16±0.03 ^{aA} (0.02-0.32)	0.17±0.05 ^{aA} (0.11-0.58)	0.12±0.01 ^{aA} (0.08-0.160)	0.20±0.04 ^{aA} (0.01-0.32)
		K3	9	0.04±0.01 ^{aA} (0.02-0.07)	0.09±0.01 ^{aA} (0.05-0.11)	0.07±0.01 ^{aA} (0.05-0.09)	0.14±0.03 ^{aA} (0.01-0.24)
		K4	9	0.04±0.01 ^{aA} (0.02-0.05)	0.07±0.01 ^{aA} (0.05-0.10)	0.07±0.01 ^{aA} (0.05-0.09)	0.22±0.06 ^{aA} (0.01-0.48)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	8.02 ±1.60 ^{bA} (2.91-14.04)	13.35 ±0.43 ^{bA} (11.70-14.80)	11.85±0.13 ^{bA} (11.34-12.46)	8.80±1.83 ^{bA} (1.45-12.63)
		S2	9	2.76±0.20 ^{cA} (2.35±3.80)	6.57±0.14 ^{cA} (5.85-7.13)	6.15±0.17 ^{cA} (5.38-6.90)	5.37±0.95 ^{cA} (1.57-7.48)
		S3	9	2.49±0.07 ^{dA} (2.31-2.92)	2.75±0.15 ^{dA} (2.22-3.51)	2.82±0.13 ^{dA} (2.10-3.39)	3.05±0.41 ^{dA} (1.42-4.21)
		S4	9	0.26±0.03 ^{aA} (0.134-0.409)	0.86±0.04 ^{aA} (0.76-1.11)	0.51±0.06 ^{aA} (0.10-0.64)	1.06±0.24 ^{aA} (0.10-1.71)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası (P<0.05), Mevsimler arası (P>0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Tuzluluk g/L değerinin en düşük değeri 0.04 g/L ile K3 ve K4 istasyonunda, en yüksek değeri 0.25 g/L ile K1 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Tuzluluk g/L değerinin en düşük değeri 0.26 g/L ile S4 istasyonunda, en yüksek değeri 8.80 g/L ile S1 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.18.1. Karasu Çayı Tuzluluk (g/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.18.2. Sırakaraağaçlar Deresi Tuzluluk (g/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi istasyonlarında S1, S2 ve S3 istasyonların daki tuz miktarı değeri diğer istasyonlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

4.19. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

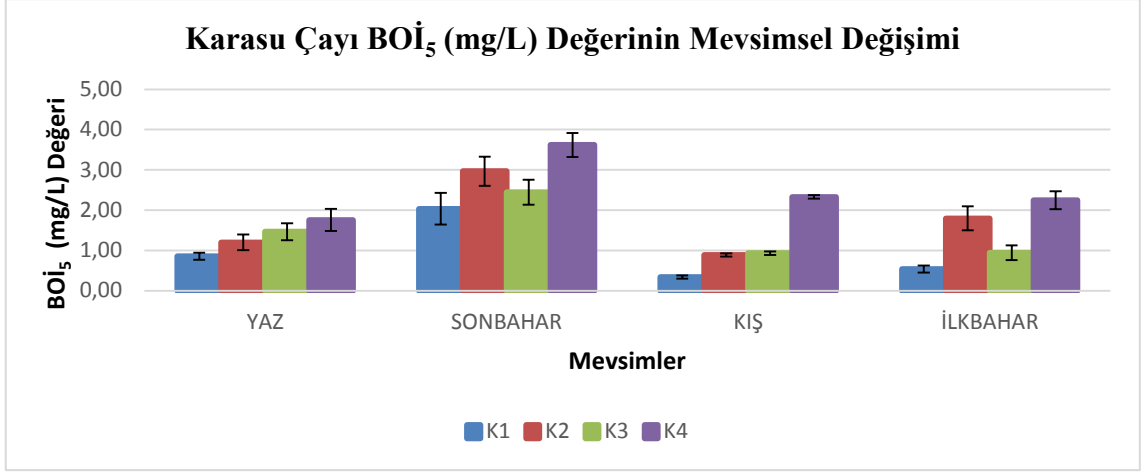
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu BOİ₅ mg/L değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.19.1. verilmiştir.

Çizelge 4.19.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel BOİ₅ (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

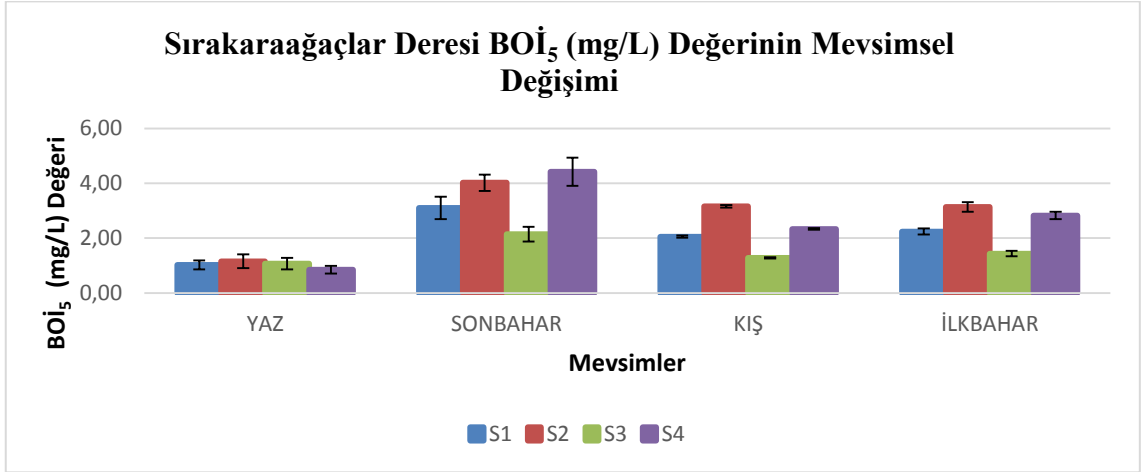
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
BOİ ₅ (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	0.85±0.08 ^{aA} (0.40-1.20)	2.03±0.69 ^{aB} (0.52-4.80)	0.33±0.04 ^{aA} (0.10-0.50)	0.53±0.08 ^{aA} (0.20-0.90)
		K2	9	1.20±0.19 ^{abA} (0.60-2.20)	2.96±0.70 ^{abB} (1.00-5.80)	0.88±0.03 ^{abA} (0.70-1.10)	1.79±0.29 ^{abA} (1.00-3.00)
		K3	9	1.46±0.21 ^{abA} (0.60-2.40)	2.44±0.60 ^{abB} (1.00-5.00)	0.93±0.04 ^{abA} (0.70±1.10)	0.94±0.18 ^{abA} (0.20-1.50)
		K4	9	1.75±0.27 ^{baA} (0.60-2.80)	3.61±0.49 ^{bbB} (2.40-5.80)	2.32±0.04 ^{baA} (2.10-2.50)	2.24±0.22 ^{baA} (1.20-2.90)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	1.02±0.16 ^{baA} (0.40-1.80)	3.10±0.41 ^{bbB} (2.00-4.80)	2.05±0.04 ^{baA} (1.90-2.30)	2.24±0.34 ^{baA} (1.60-2.60)
		S2	9	1.15±0.24 ^{baA} (0.20-2.00)	4.02±0.29 ^{bbB} (3.30-5.40)	3.15±0.05 ^{baA} (3.00-3.50)	3.13±0.17 ^{baA} (2.40-3.65)
		S3	9	1.06±0.21 ^{abA} (0.20-2.00)	2.14±0.26 ^{abB} (1.50-3.40)	1.28±0.02 ^{abA} (1.20-1.40)	1.43±0.10 ^{abA} (0.80-1.80)
		S4	9	0.84±0.14 ^{baA} (0.40-1.60)	4.42±0.51 ^{bbB} (2.54-6.20)	2.33±0.02 ^{baA} (2.24-2.50)	2.82±0.13 ^{baA} (2.36-3.60)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için BOİ₅ değerinin en düşük değeri 0.33 mg/L ile K1 istasyonunda, en yüksek değeri 3.61 mg/L ile K4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise BOİ₅ değerinin en düşük değeri 0.84 mg/L ile S4 istasyonunda, en yüksek değeri 4.42 mg/L ile S4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.19.1. Karasu Çayı BOİ₅ (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.19.2. Sırakaraağaçlar Deresi BOİ₅ (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaıçi su kaynaklarına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi BOİ₅ (mg/L) miktarına göre su kalitesi bakımından I. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

4.20. Hidrojen Sülfür

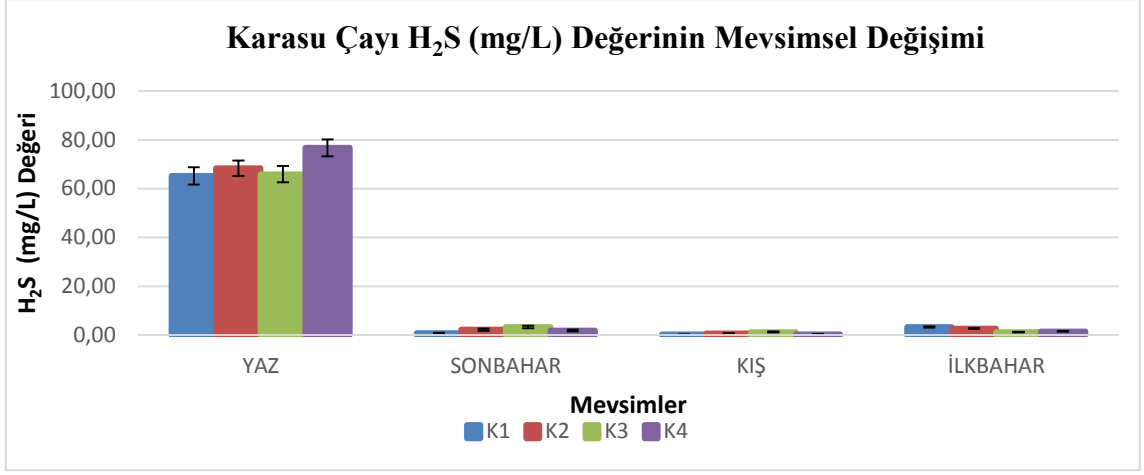
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu H₂S mg/L değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.20.1. verilmiştir.

Çizelge 4.20.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel H₂S (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

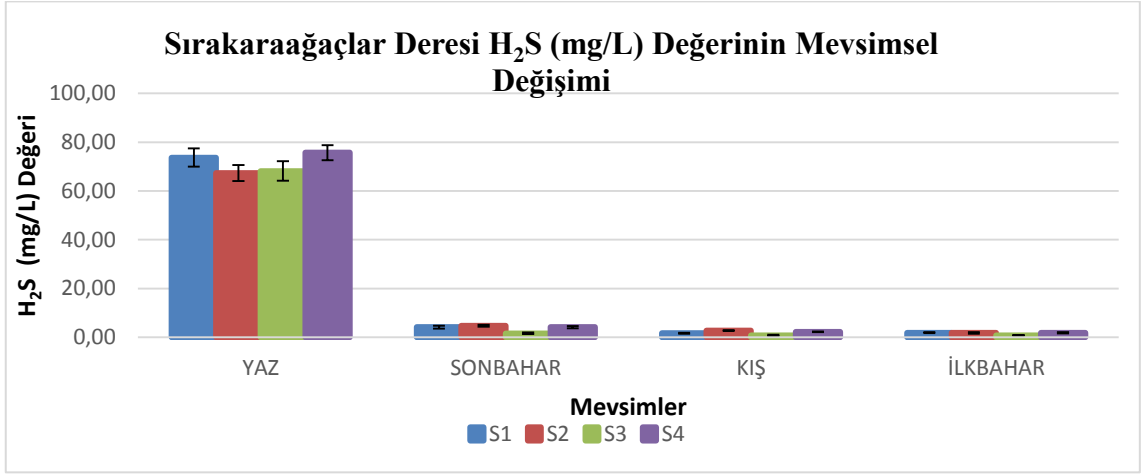
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
H ₂ S (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	65.27±3.51 ^{AA} (1.70-188.29)	0.81±0.16 ^{AB} (0.42-1.70)	0.31±0.03 ^{AB} (0.12-0.42)	3.33±0.31 ^{AB} (2.13-4.86)
		K2	9	68.44±3.14 ^{AA} (1.27-198.51)	2.21±0.48 ^{AB} (1.11-4.26)	0.63±0.11 ^{AB} (0.29-1.27)	2.69±0.17 ^{AB} (2.13-3.83)
		K3	9	65.93±3.34 ^{AA} (0.85-192.12)	3.33±0.48 ^{AB} (2.03-5.53)	1.28±0.17 ^{AB} (0.42-1.70)	1.27±0.12 ^{AB} (0.79-1.70)
		K4	9	76.77±3.47 ^{AA} (2.13-224.50)	1.87±0.40 ^{AB} (0.42-3.83)	0.34±0.08 ^{AB} (0.04-0.85)	1.52±0.06 ^{AB} (1.27-1.70)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	73.65±3.74 ^{AA} (0.85-213.42)	4.19±0.55 ^{AB} (2.13-6.81)	1.70±0.17 ^{AB} (0.85-2.55)	1.92±0.17 ^{AB} (1.27-2.98)
		S2	9	67.35±3.27 ^{AA} (2.13-193.83)	4.71±0.40 ^{AB} (3.40-6.81)	2.84±0.14 ^{AB} (2.13-3.40)	1.81±0.35 ^{AB} (0.42-2.98)
		S3	9	68.16±3.99 ^{AA} (1.70-196.81)	1.66±0.37 ^{AB} (0.42-3.40)	0.83±0.20 ^{AB} (0.42-1.89)	0.82±0.11 ^{AB} (0.42-1.42)
		S4	9	75.68±3.07 ^{AA} (1.70-220.66)	4.17±0.43 ^{AB} (2.98-6.39)	2.27±0.14 ^{AB} (1.70-2.98)	1.89±0.27 ^{AB} (0.84±2.98)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar arası (P>0.05), Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için H₂S mg/L değerinin en düşük değeri 0.31 mg/L ile K1 istasyonunda, en yüksek değeri 76.77 mg/L ile K4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise H₂S mg/L değerinin en düşük değeri 0.82 mg/L ile S3 istasyonunda, en yüksek değeri 75.68 mg/L ile S4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.20.1. Karasu Çayı H₂S (mg/L) Değeri Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.20.2. Sırakaraağaçlar Deresi H₂S (mg/L) Değeri Mevsimsel Değişimi

Kıtaçi su kaynaklarına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi H₂S mg/L miktarına göre su kalitesi bakımından III. ve IV. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

4.21. Toplam Askıda Katı Madde

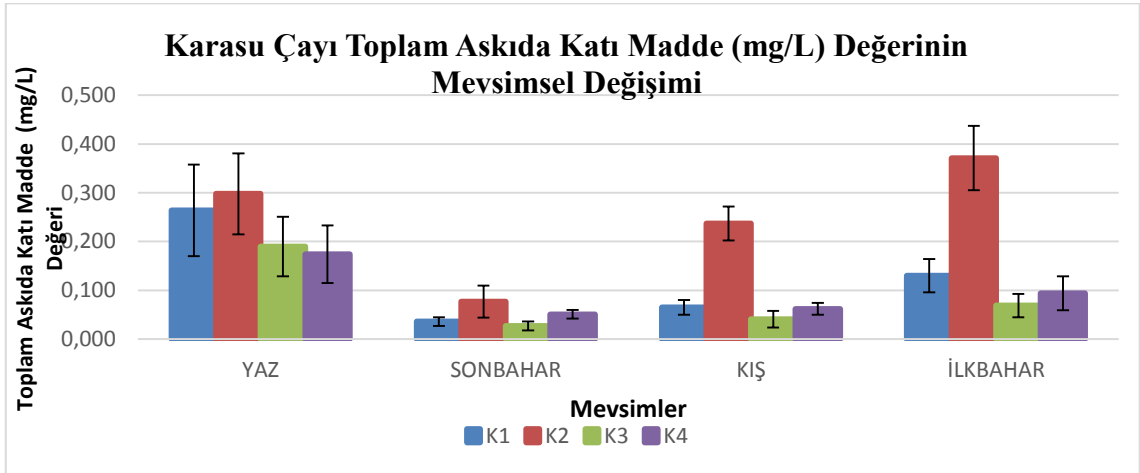
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.21.1. verilmiştir.

Çizelge 4.21.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

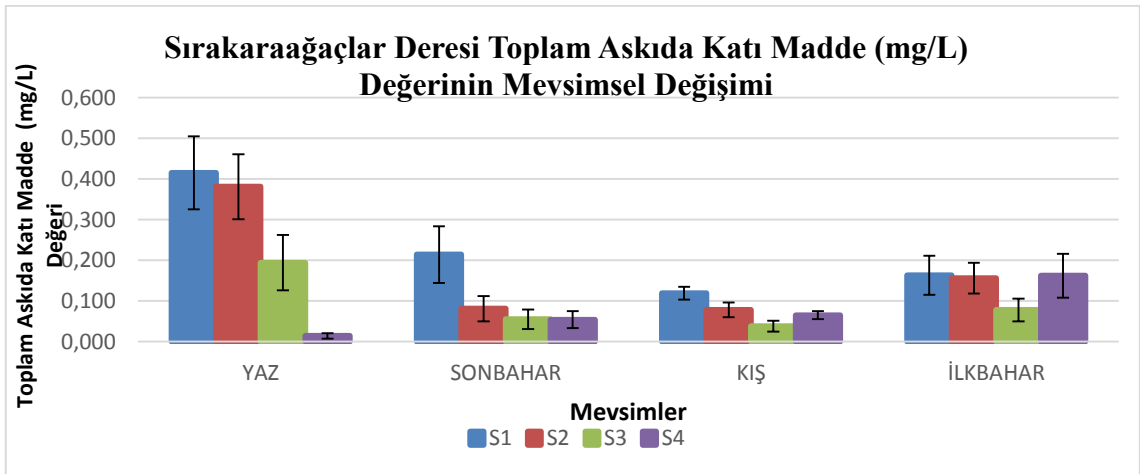
Parametre	İstasyonlar	n	Mevsimler				
			Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Toplam Askıda Katı Madde (mg/L)	Karasu Çayı	K1	9	0.264±0.124 ^{aA} (0.004-0.770)	0.036±0.009 ^{aA} (0.001-0.100)	0.065±0.015 ^{aA} (0.030-0.140)	0.130±0.015 ^{aA} (0.010-0.300)
		K2	9	0.298±0.143 ^{aA} (0.010-0.880)	0.077±0.033 ^{aA} (0.010-0.300)	0.237±0.135 ^{aA} (0.020-1.200)	0.371±0.186 ^{aA} (0.010-1.400)
		K3	9	0.190±0.081 ^{aA} (0.006-0.540)	0.027±0.009 ^{aA} (0.005-0.070)	0.041±0.017 ^{aA} (0.010-0.14)	0.069±0.024 ^{aA} (0.002-0.164)
		K4	9	0.174±0.079 ^{aA} (0.001-0.500)	0.051±0.009 ^{aA} (0.023-0.095)	0.062±0.012 ^{aA} (0.012-0.137)	0.094±0.035 ^{aA} (0.009-0.150)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	0.415±0.187 ^{aA} (0.003-1.170)	0.214±0.077 ^{aA} (0.049-0.540)	0.119±0.016 ^{aA} (0.066-0.200)	0.163±0.048 ^{aA} (0.005-0.400)
		S2	9	0.381±0.181 ^{aA} (0.003-1.168)	0.081±0.031 ^{aA} (0.008-0.225)	0.078±0.018 ^{aA} (0.020-0.180)	0.156±0.038 ^{aA} (0.007-0.300)
		S3	9	0.194±0.088 ^{aA} (0.002-0.580)	0.055±0.024 ^{aA} (0.004-0.160)	0.038±0.013 ^{aA} (0.006-0.110)	0.078±0.028 ^{aA} (0.002-0.200)
		S4	9	0.014±0.007 ^{aA} (0.001-0.045)	0.054±0.021 ^{aA} (0.010-0.200)	0.065±0.010 ^{aA} (0.030-0.120)	0.162±0.054 ^{aA} (0.006-0.300)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P>0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Toplam Askıda Katı Madde mg/L değerinin en düşük değeri 0.027 mg/L ile K3 istasyonunda, en yüksek değeri 0.371 mg/L ile K2 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Toplam Askıda Katı Madde mg/L değerinin en düşük değeri 0.014 mg/L ile S4 istasyonunda, en yüksek değeri 0.415 mg/L ile S1 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.21.1. Karasu Çayı Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.21.2. Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Askıda Katı Madde (mg/L) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Askıda katı madde miktarı artıkça suyun geçirgenliği azalır ve buna bağlı olarak su canlıları bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Askıda katı madde değeri sular için önemli bir parametredir (Dihkan ve ark., 2011).

4.22. Toplam Koliform

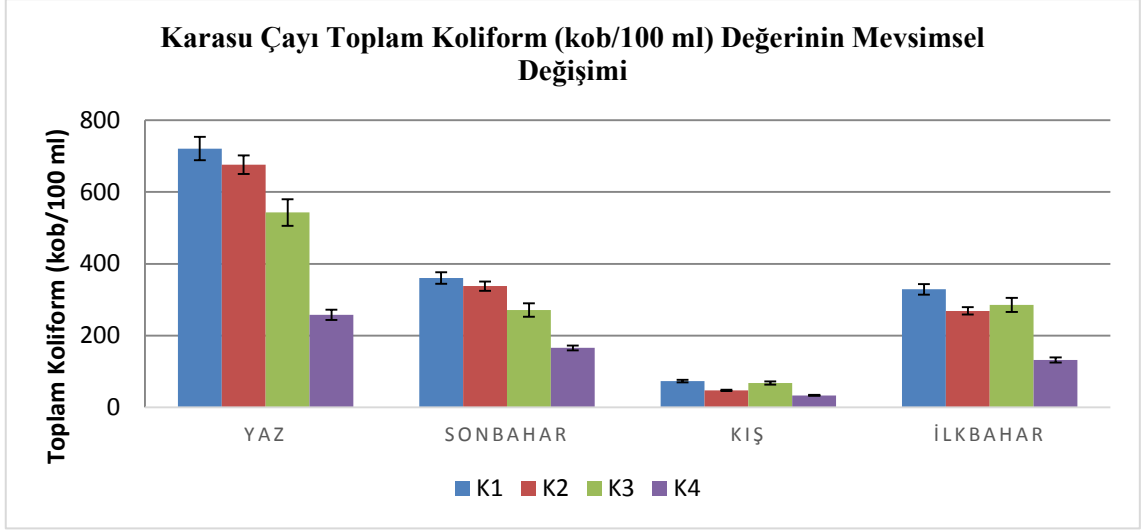
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Toplam Koliform (kob/100ml) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.22.1. verilmiştir.

Çizelge 4.22.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Toplam Koliform (kob/100ml) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

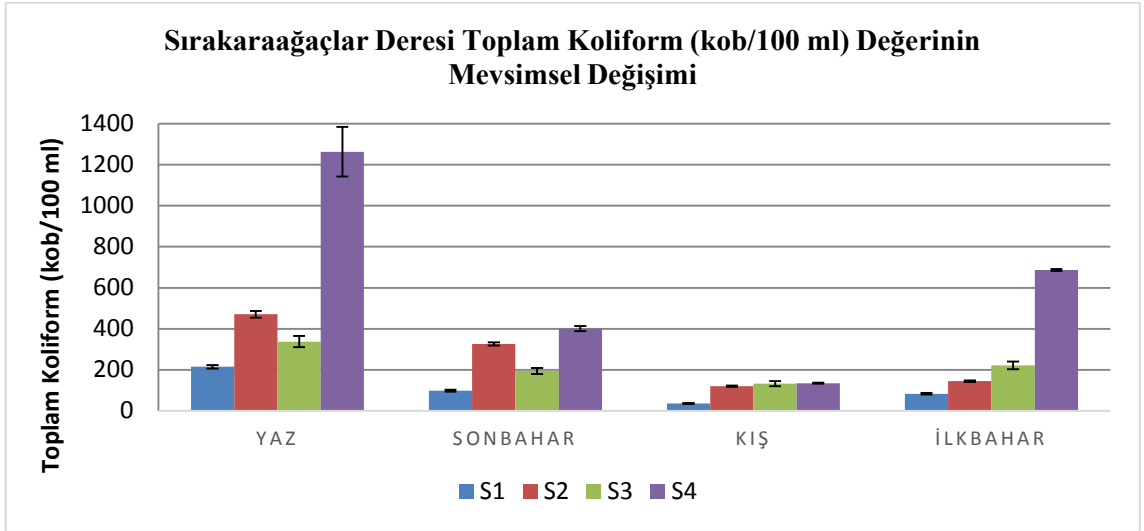
Parametre	İstasyonlar	n	MEVSİMLER				
			YAZ	SONBAHAR	KIŞ	İLKBAHAR	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Toplam Koliform (kob/100 ml)	Karasu Çayı	K1	9	721.22±32.19 ^{bA} (525-882)	360.44±16.12 ^{bB} (262-441)	73.00±3.68 ^{bC} (52-89)	328.66±14.55 ^{bB} (238-400)
		K2	9	676.33±26.11 ^{bA} (525-799)	337.88±13.07 ^{bB} (262-399)	47.16±1.88 ^{bC} (37-57)	268.77±10.49 ^{bB} (210-315)
		K3	9	542.88±36.87 ^{bA} (405-689)	271.22±18.46 ^{bB} (202-344)	67.55±4.64 ^{bC} (50-85)	285.22±19.35 ^{bB} (213-362)
		K4	9	257.88±14.26 ^{aA} (201-305)	165.66±6.64 ^{aB} (135-190)	32.88±1.33 ^{aC} (27-38)	131.88±7.12 ^{aB} (105-163)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	214.66±8.88 ^{aA} (180-245)	98.22±4.10 ^{aB} (82.113)	35.88±1.48 ^{aC} (30-41)	83.22±3.53 ^{aB} (69-96)
		S2	9	470.77±16.14 ^{bA} (405-535)	326.55±8.07 ^{bB} (303-363)	119.44±3.20 ^{bC} (106-134)	144.33±4.00 ^{bB} (132-169)
		S3	9	337.66±27.91 ^{abA} (241-439)	194.11±15.23 ^{abB} (140-256)	132.55±12.5 ^{abC} (87-183)	221.11±18.96 ^{abB} (158-298)
		S4	9	1263.55±184.57 ^{cA} (616-1904)	401.00±11.82 ^{cB} (358-452)	134.66±1.75 ^{cC} (128-144)	687.11±4.74 ^{cB} (673-708)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Toplam Koliform kob/100 ml değerinin en düşük değeri 32.88 kob/100 ml ile K4 istasyonunda, en yüksek değeri 721.22 kob/100ml ile K1 istasyonunda ortaya çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Toplam Koliform kob/100 ml değerinin en düşük değeri 35.88 kob/100ml ile S1 istasyonunda, en yüksek değeri 1263.55 kob/100ml ile S4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.22.1. Karasu Çayı Toplam Koliform (kob/100ml) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.22.2. Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Koliform (kob/100ml) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaiçi su kaynaklarına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Koliform kob/100 ml miktarına göre su kalitesi bakımından mevsimsel değişimlere bağlı olarak II. sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

4.23. Fekal Koliform

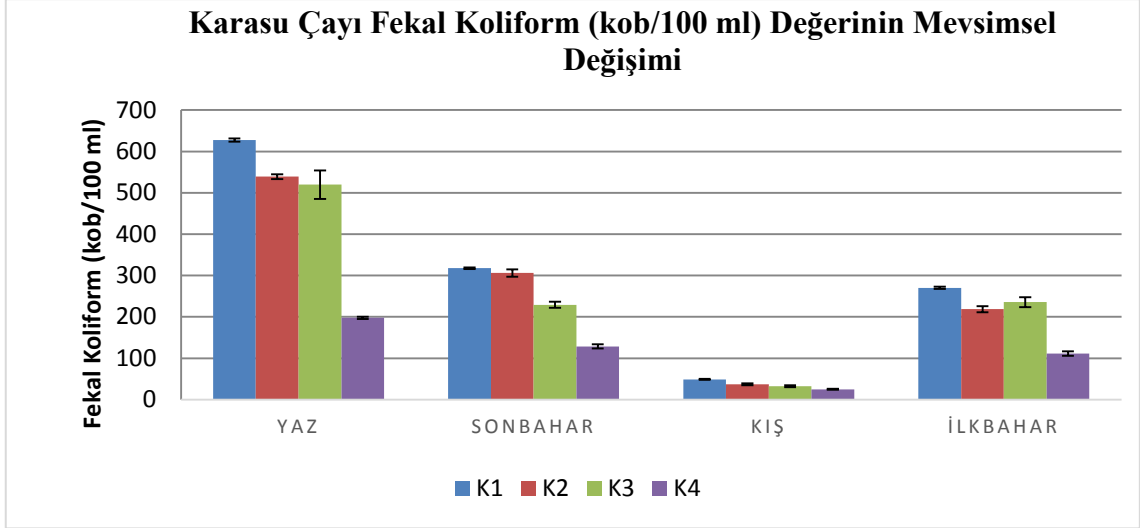
Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen çalışma sonucu Fekal Koliform (kob/100ml) değerinin aritmetik ortalamaları, standart hataları ve maksimum-minimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.23.1. verilmiştir.

Çizelge 4.23.1. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel Fekal Koliform (kob/100ml) ortalama değerleri, standart hataları ve minimum-maksimum değerleri

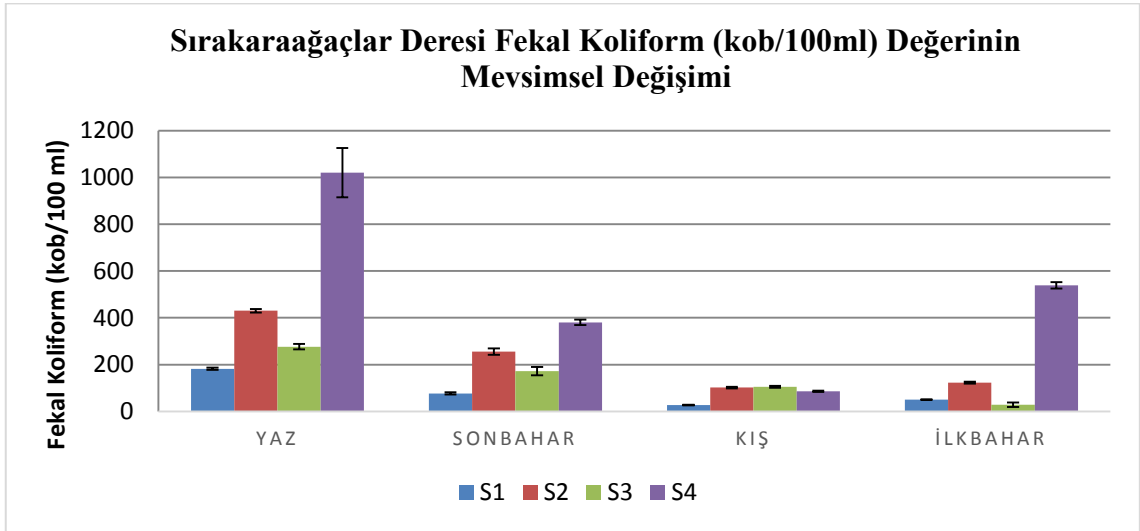
Parametre	İstasyon lar	n	MEVSİMLER				
			YAZ	SONBAHAR	KIŞ	İLKBAHAR	
			Ortalama ± Standart Hata Minimum - Maksimum Değer				
Fekal Koliform (kob/100 ml)	Karasu Çayı	K1	9	627.33±4.11 ^{cA} (612-644)	317.55±2.16 ^{cB} (305-327)	48.88±0.97 ^{cC} (47-53)	270.22±2.83 ^{cB} (253-282)
		K2	9	539.11±5.78 ^{cA} (520-568)	306.00±9.09 ^{cB} (258-337)	36.88±2.42 ^{cC} (24-47)	218.66±7.17 ^{cB} (187-248)
		K3	9	519.66±34.43 ^{bcA} (405-649)	229.11±7.48 ^{bcB} (202-267)	32.55±2.17 ^{bcC} (21-41)	235.66±11.92 ^{bcB} (205-305)
		K4	9	197.88±2.77 ^{abA} (185-213)	128.44±5.12 ^{abB} (105-148)	24.88±0.99 ^{abC} (19-29)	111.33±5.60 ^{abB} (87-143)
	Sırakaraağaçlar Deresi	S1	9	182.22±4.74 ^{aA} (158-200)	76.77±5.10 ^{aB} (59-101)	27.33±1.25 ^{aC} (22-33)	50.22±1.36 ^{aB} (43-56)
		S2	9	430.11±7.40 ^{ba} (395-452)	255.66±13.91 ^{bB} (200-300)	101.77±3.04 ^{bc} (90-111)	122.77±4.18 ^{bb} (102-138)
		S3	9	276.55±11.29 ^{ba} (240-304)	172.11±18.09 ^{bb} (98-224)	104.66±3.92 ^{bc} (87-122)	28.66±9.55 ^{bb} (145-221)
		S4	9	1020.22±105.29 ^{dA} (629-1394)	380.33±11.43 ^{dB} (338-435)	86.22±2.94 ^{dC} (72-94)	539.11±13.86 ^{dB} (491-599)

A, B, C (Mevsimler arası) harfleri sütunlar arasındaki farklılığı; a, b, c (İstasyonlar arası) harfler ise satırlar arası farklılığı ifade etmektedir. İstasyonlar ve Mevsimler arası (P<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Karasu Çayı için Fekal Koliform (kob/100ml) değerinin en düşük değeri 24.88 ile K4 istasyonunda, en yüksek değeri 627.33 ile K1 istasyonunda karşımıza çıkmaktadır. Sırakaraağaçlar Deresinde ise Fekal Koliform (kob/100ml) değerinin en düşük değeri 27.33 ile S1 istasyonunda, en yüksek değeri 1020.22 ile S4 istasyonunda ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.23.1. Karasu Çayı Fekal Koliform (kob/100ml) Değerinin Mevsimsel Değişimi



Şekil 4.23.2. Sırakaraağaçlar Deresi Fekal Koliform (kob/100ml) Değerinin Mevsimsel Değişimi

Kıtaici su kaynaklarına göre Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi Fekal Koliform kob/100ml miktarına göre su kalitesi bakımından mevsimsel değişimlere bağlı olarak II. ve III. sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir.

5. TARTIŞMA

Sinop il sınırları içerisinde bulunan Karasu Çayında ve Sırakaraağaçlar Deresinde fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik kirlenmeyi oluşturan bileşenlerin mevsimsel değişimlerinin gözlemlenmesi ve genel olarak hangi bölgelerde kirliliğe maruz kaldıklarını belirlemek amacı ile Mayıs 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında her ay örnekleme yapılarak sonuçlar çerçevesinde çözüm önerileri getirmek amaçlanmıştır.

Suların pH değerleri içerisindeki karbonat (CO_3^{2-}), bikarbonat (HCO_3^-) ve serbest halde bulunan karbondioksit (CO_2) miktarına bağlı olarak değişim göstermekle beraber, birçok etkene bağlı olarak suların pH'ların da değişimler ortaya çıkabilir. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama pH değerleri sırası ile 7.41 ve 7.56 olarak belirlenmiştir. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel pH değişimleri incelendiğinde sularının nötr ve bazik karaktere yakın olduğunu söylemek mümkündür. Bazı aylarda fitoplanktonların miktarındaki değişimler buna bağlı olarak CO_2 değerinde değişimler pH üzerinde etkisi olduğu düşünülebilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarının Kalite Kriterleri açısından, örnekleme süresince ölçülen pH değerlerine göre I. ve II. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Şengün (2013), Giresun ili Aksu Deresinde gerçekleştirdiği çalışma sonucu pH değerini 7.42; Öner ve Çelik (2011), Gediz Nehri'nde gerçekleştirdikleri çalışma sonucu pH değerini 7.60; Dinçer (2014), Giresun ili Çanakçı Deresinde yapmış olduğu çalışma sonucu ortalama pH değerini 7.92 olarak tespit etmişlerdir. Farklı bölgelerde nehir sularında yapılmış çalışmalarda pH değerlerinin çalışma sonuçlarımızla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Su kalitesi çalışmalarında temel parametrelerden biri olan sıcaklık tek başına bir anlam ifade etmiyor gibi görünse de çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı vb. gibi diğer parametrelerle anlamlı bir bütünlük oluşturmaktadır (Gürel, 2011). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama sıcaklık değerleri sırası ile 16.31 °C ve 17.30 °C olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresi boyunca belirlenen sıcaklık değerleri, mevsimsel hava sıcaklıkları değişimine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Çalışma sonucu belirlenen sıcaklık değerleri incelendiğinde hem Karasu Çayı hem de Sırakaraağaçlar Deresinde yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Su kaynaklarında sıcaklık değerinin iklim, yükseklik, su kaynağının debi ve yatak yapısına, atmosfer şartlarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Cirik, 2005). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin akarsu yapıları

incelendiğinde belirli kısımlarda daralmalar ve genişlemeler olduğu görülmektedir. Yaz mevsiminde Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinde hem debi olarak hem de derinlik olarak ve aynı zamanda Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresini besleyen su kaynaklarındaki azalışa bağlı olarak sıcaklığın yaz mevsiminde diğer mevsimlere bağlı olarak yüksek değerlerde seyrettiği söylenebilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre kalite kriterleri açısından örnekleme süresince ölçülen sıcaklık değerleri açısından I. ve II. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Tepe ve Mutlu (2004), Hatay Harbiye kaynak suyunda gerçekleştirdikleri çalışma sonucu ortalama sıcaklık değerini 15.70 °C; Yıldız (2013), Giresun ili Gelevera Deresinde çalışma sonucu sıcaklığı 13.19 °C; Bulut ve ark. (2012), Kestel Deresinde gerçekleştirdikleri çalışma sonucu istasyonlardaki ortalama sıcaklıkları 11.31 ve 12.05 °C olarak belirlemişlerdir. Daha önce yapılmış olan çalışmalardaki sıcaklık değerleri çalışma sonuçlarımızla paralellik göstermektedir.

Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama toplam çözünmüş madde miktarı sırası ile 685.88 ve 1446.61 mg/L olarak bulunmuştur. Toplam çözünmüş madde miktarının mevsimsel değişiklikleri sıcaklık ve yağışlar sonucu ortaya çıktığı söylenebilir. Özellikle Karasu Çayındaki K3 istasyonu ve Sırakaraağaçlar Deresindeki S1, S2 ve S3 istasyonlarında toplam çözünmüş madde miktarının yüksek çıkmasının nedeni tarımsal, evsel kökenli kirleticiler olduğu düşünülebilir. Daha önce gerçekleştirilen çalışmada; Kıvrak ve ark. (2012), Afyon Akar Çayı'nda gerçekleştirdikleri çalışma sonucu toplam çözünmüş madde miktarını en düşük 292 mg/L, en yüksek ise 1680 mg/L olarak bulmuşlardır. Özellikle araştırma ortamının farklı olmasından dolayı toplam çözünmüş madde değerleri yönünden karşılaştırma yapmak pek de mümkün değildir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaıçi Su Kaynakları Sınıflarına göre kalite kriterleri açısından örnekleme süresince ölçülen toplam çözünmüş madde değerleri göre I. ve II. Sınıf su kalitesi aralığında olduğu belirlenmiştir.

Suların elektriksel iletkenliği içerisinde çözünmüş halde mevcut olan tuzlara, bu tuzların yoğunluklarına ve su sıcaklığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Er, 2014). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama iletkenlik değerleri sırası ile 12.29 ve 364.12 µs/cm olarak bulunmuştur. Hem Karasu Çayı hem de Sırakaraağaçlar Deresinin mevsimsel iletkenlik değerleri incelendiğinde istasyonların homojen bir dağılım göstermediği bulunmuştur. Bunun nedeni olarak öncelikle iklim şartlarının farklılığı, zaman zaman her iki su kaynağının deniz suları ile birleşmesi,

mevsimsel sıcaklık ve yağışlar, su kaynaklarının beslendiği diğer su kollarının varlığı gösterilebilir. Gültekin ve ark. (2012), Trabzon ili akarsularında çalışmaları sonucu iletkenlik değerini 28-450 $\mu\text{s/cm}$ aralığında; Taş ve ark. (2010), Ordu Ulugöl'de gerçekleştirdikleri çalışma sonucu iletkenlik değerini 187.46 $\mu\text{s/cm}$; Sukatar ve ark. (2006), Emiralem Deresinde ortalama iletkenlik değerini 239-322 $\mu\text{s/cm}$ aralığında belirlemişlerdir. Su kaynaklarının iletkenlik değerinin 1000 $\mu\text{s/cm}$ değerine yaklaşması ya da aşması kirlilik belirtisi olarak değerlendirilir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama iletkenlik değerleri bu değer altında olduğu için iletkenlik yönünden kirlilik barındırmadığı sonucuna ulaşılabilir.

ORP, yükseltgenme indirgeme potansiyeli olarak ifade edilir. Başka bir ifade ile yükseltgenme veya indirgenme değerini mili volt (mV) olarak ifade edilen bir ölçümdür. Redoks potansiyeli olarak da tanımlanabilir. ORP suyun kalitesini, belirleyen parametrelerden birisidir. ORP ölçüm sonuçlarının pozitif değer alması suyun oksidasyon başka bir deyişle bozucu, paslandırıcı etkisinin olduğu, negatif değer alması ise bozulmayı paslanmayı engelleyici özellik taşıdığını ifade etmektedir (Yıldız, 2013; Dinçer, 2014). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama ORP değerleri sırası ile 279.62 ve 267.78 mV olarak bulunmuştur. Dinçer (2014), Giresun ili Çanakçı Deresinde yapmış olduğu çalışma sonucu ORP değerini -94.18 mV; Şengün (2013), Aksu Deresinde yapmış olduğu çalışmada -93.1 mV; Türkoğlu ve ark. (2004), Çanakkale Boğazında yapmış oldukları çalışma sonucu ORP değerlerini 285.0 ve 354.0 mV aralığında olarak tespit etmişlerdir. Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin ORP değerinin mevsimsel değişimlerinde çok büyük değişimler olmamakla beraber tüm mevsimlerde pozitif değerler aldıkları bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde çıkan sonuçların pozitif olması her iki su kaynağının da çürütücü yani bozucu ya da paslandırıcı özelliğe sahip olduğu açıklanabilir. ORP değerlerindeki mevsimsel değişimlerin nedeni olarak ise her iki su kaynağının çözünmüş oksijen değerlerinde artışa bağlı olarak yükseltgenme indirgenme olaylarının arttığı düşünülebilir. Sırakaraağaçlar Deresi S4 istasyonunda ORP değerinin yaz mevsiminde düşük olmasının sebebi mevsimsel değişimlere bağlı olarak S4 istasyonun su miktarındaki azalış ve buna bağlı olarak çözünmüş oksijen miktarının düşük olması bu durumun ortaya çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

Su içerisinde çözünmüş durumda bulunan gazların en önemlisi oksijen gazıdır. Oksijenin su içerisindeki çözünürlüğü ise sıcaklık, tuzluluk, fotosentetik faaliyetler ve

atmosferik basınca bağı olarak değişiklik göstermektedir (Gündoğdu, 1995; Tayhan, 2012). Çözünmüş oksijen miktarı suyun kirlenme potansiyelini, içerisindeki organik madde miktarı ve kendi kendini temizleme derecesi hakkında fikir sahibi olmamıza yardımcı olur (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerleri sırası ile 5.47 ve 4.07 mg/L olarak bulunmuştur. Her iki su kaynağındaki çözünmüş oksijen değerleri incelendiğinde mevsimsel hava ve su sıcaklıkları değişiminin etkisi olduğu ve kış mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin en yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Bu durum gazların çözünürlüğüünün sıcaklıkla ters orantılı olduğu ifadesini doğrulamaktadır. Bunun yanında Sırakaraağaçlar Deresinde çözünmüş oksijen miktarının Karasu çayına göre düşük olmasında deniz suyunun zaman zaman mevsimsel hava hareketlerine bağı olarak karışması, buna bağı olarak tuzluluğun artması ve çözünmüş oksijen miktarının düşük olmasına neden olduğu ileri sürülebilir. Su içerisindeki tuz konsantrasyonu ile çözünmüş oksijen konsantrasyonu ters orantılıdır. Tuzluluk değeri yüksek olan suların çözünmüş oksijen miktarının az olması beklenir (Dinçer, 2014). Çözünmüş oksijen miktarının Sırakaraağaçlar Deresi S4 istasyonunda yaz mevsiminde diğer istasyonlara göre düşük çıkmasının nedeni su miktarının yaz mevsiminde azalması ve akıntı olmaması bu değerin düşük çıkmasında etkili olduğu söylenebilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından örnekleme süresince ölçülen çözünmüş oksijen değerleri II. ve III. sınıf su kalitesi aralığında olduğu belirlenmiştir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifine göre çözünmüş oksijen değerinin 2-6 mg/L aralığında seyretmesi yetersizlik olarak belirtilmektedir (Anonim, 2000b). Çalışmamız sonucu elde edilen çözünmüş oksijen değerleri bu aralığa denk düşmektedir. Bu durumda her iki su kaynağıının çözünmüş oksijen değerlerinin düşük olduğu ve su ekosistemini olumsuz etkileyebileceği düşünülebilir. Verep ve ark. (2005), Trabzon İyidere de yapmış oldukları çalışma sonucu çözünmüş oksijen değerlerini 11.10 mg/L aralığında olduğunu; Tepe ve ark. (2003), Hatay Karamanlı Gölet'indeki çalışmaları sonucu çözünmüş oksijen miktarını ortalama olarak 9.31 mg/L; Taşdemir ve Göksu (2001), Asi Nehrinde gerçekleştirdikleri çalışma sonucu çözünmüş oksijen miktarını 2.6 ve 9.9 mg/L aralığında olduğunu saptamışlardır. Çalışmamız sonucu elde edilen çözünmüş oksijen değerlerinin daha önce yapılmış olan çalışmalar ile farklılık göstermesinin nedeni olarak bölgesel farklılıkların etkili olmasıyla açıklanabilir.

Amonyum yaşamın devamlılığını sağlayan nütrientlerden birisidir. Nütrientlerin su kaynaklarında fazla miktarda bulunması kirliliğe neden olmaktadır. Özellikle amonyum su içerisindeki alglerin büyümesini sağlamasının yanında çözülmüş oksijen miktarını azaltarak sucul ekosistemi olumsuz etkilemektedir (Tayhan, 2012). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerleri sırası ile 0.13 ve 0.09 mg/L olarak bulunmuştur. Her iki su kaynağında $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerleri incelendiğinde sonbahar ve kış mevsimlerinde değerlerin düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak su sıcaklıklarında meydana gelen azalışın çözülmüş oksijen miktarını arttırması ve buna bağlı olarak nitrifikasyon olaylarının hızlanması ve $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 'nin bu döngü içerisinde kullanıldığının bir göstergesi olması ile açıklanabilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre Kalite Kriterleri açısından örnekleme süresince ölçülen $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerleri I. Sınıf su kalitesi aralığında olduğu belirlenmiştir. Kıvrak ve ark. (2012), Afyon Akarçay da gerçekleştirdikleri çalışma sonucu $\text{NH}_4^+\text{-N}$ miktarı 0.11-20.04 mg/L aralığında ölçmüştür. Taşdemir ve Göksu (2001), Asi nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu $\text{NH}_4^+\text{-N}$ miktarını 0.02-1.98 mg/L arasında bulmuşlardır. Bu sonuçların çalışmamızdaki Amonyum azotu sonuçları ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Azot ve azot içeren maddeler suların kalitesinin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Su kaynakları içerisinde organik ve inorganik kökenli azot bileşikleri mevcuttur. Nitrat ve nitrit iyonlarının toplamı, oksitlenmiş azotu göstermektedir. Nitrat bileşiği ise azotun en büyük yükseltgenme basamağını sahiptir. Normal olarak su kaynakları içerisinde eser miktarda bulunmaktadır. Eğer nitrat miktarının belirli miktarlar üzerinde tespit edilmesi, su kaynaklarına amonyum ve organik azot barındıran endüstriyel ve kentsel atık sularla kirlendiğini ya da su kaynaklarına nitrat deşarjının doğrudan yapıldığını göstermektedir (Uslu ve Türkman, 1987; Egemen ve Sunlu, 1996). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama $\text{NO}_3^-\text{-N}$ değerleri sırası ile 0.32 ve 0.15 mg/L olarak bulunmuştur. Her iki su kaynağının $\text{NO}_3^-\text{-N}$ değerlerinin mevsimsel değişimi incelendiğinde en yüksek değerlere kış mevsiminde ulaştığı görülmektedir. Kış mevsiminde artan çözülmüş oksijen miktarına bağlı olarak nitrifikasyon olaylarının arttığını bu durumda $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 'nin miktarını doğrudan etkilediği yorumu yapılabilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarının Kalite Kriterlerine göre; örnekleme süresince ölçülen $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 'u değerlerinin I. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifine göre Nitrat değerinin zararlı etkilerinin ortaya çıkarılması için kabul edilen sınır değer 50

mg/L olarak kabul edilmektedir (Anonim, 2000b). Çalışmamız sonucu elde edilen değerler incelendiğinde her iki su kaynağının Nitrat azotu değerleri yönünden olumsuz durumların söz konusu olmadığı düşünülebilir. Kıvrak ve ark. (2012), Afyon Akarçay da gerçekleştirdikleri çalışma sonucu $\text{NO}_3^- \text{-N}^*$ u değerlerini 0.9 ve 3.21 mg/L aralığında; Taşdemir ve Göksu (2001), Asi nehrinde yaptıkları çalışma sonucu $\text{NO}_3^- \text{-N}^*$ u değerlerini 0.0003-4.91 mg/L aralığında tespit etmişlerdir. Nitrat azotu değerlerinin çalışmamızdaki sonuçlarla araştırma ortamlarındaki farklılıklardan dolayı sağlıklı bir karşılaştırma yapmak mümkün görülmemektedir.

Klorür iyonu çözünme yolu ile ya da tuzlu su kaynaklarının tatlı su kaynaklarına karışması sonucu su içerisinde yer almaktadır. Su kaynaklarında farklı bileşikler halinde özellikle sodyum klorür, kalsiyum ve magnezyum klorür şeklinde karışımıza çıkmaktadır (Geldiay ve Kocataş, 1988; Şengül ve Türkman, 1998). Klorür iyonu konsantrasyonu doğal sularda genel olarak düşüktür. Tuzlu su girişinin ve kirlenmenin olmadığı su kaynaklarında klorür konsantrasyonu 10-20 mg/L arasında değişiklik gösterir (Çağlar ve Saler, 2014). Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda; Çağlar ve Saler (2014), Erzincan Koçan Şelalesinde Cl^- 0.90-1.11 mg/L aralığında olduğunu; Günşen ve ark. (2000), Uludağ'daki su kaynakları ile ilgili çalışma sonucu Cl^- miktarını ortalama 7.02 mg/L olduğunu; Çiçek ve Ertan (2012), Antalya Köprüçay Nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu Cl^- değerini ortalama 68.52 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Cl^- değerleri sırası ile 0.16 ve 3.90 g/L bulunmuştur. Her iki su kaynağının mevsimsel Cl^- değerleri dalgalanmalar göstermektedir. Bu dalgalanmaların nedeni olarak kar suları erimesi ve mevsimsel yağış miktarlarındaki değişiklikler, su sıcaklığının artması sonucu buharlaşma olayının artmasının etkilerinin olduğu ileri sürülebilir. Sırakaraağaçlar Deresinin Cl^- iyonu değerlerinin Karasu Çayından yüksek çıkmasının nedeni olarak ise mevsimsel hava hareketlerine bağlı olarak deniz suyunun zaman zaman Sırakaraağaçlar Deresi istasyonuna karışmasının neticesi olarak değerlendirilebilir. Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin denizle bağlantısı olmayan istasyonlarında Cl^- değerinin yüksek çıkmasının nedeni olarak da istasyonların çevresinde tarım arazilerinin olması ve tarım ilaçlarından kaynaklanan bir artış olmasıyla açıklanabilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından örnekleme süresince ölçülen Cl^- değerleri Karasu Çayı II. ve Sırakaraağaçlar Deresi IV. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Nitrit bileşiği azotun kararsız bir formu olup, su içerisinde nitrifikasyon ya da denitrifikasyon olaylarının gerekleştiiğini göstermesi açısından önemlidir (Uslu ve Türkman, 1987). Karasu ayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama NO_2^- -N değerleri sırası ile 0.057 ve 0.055 mg/L olarak bulunmuştur. Her iki su kaynağının NO_2^- -N'ü değerlerinin mevsimsel değişimi incelendiğinde en yüksek değerlere kış mevsiminde ulaştığı görölmektedir. Kış mevsiminde artan çözünmüş oksijen miktarına bağlı olarak nitrifikasyon ve denitrifikasyon olaylarının arttığını bu durumda kararsız bir form olan NO_2^- -N'ü miktarını doğrudan etkilemesi ile açıklanabilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından örnekleme süresince ölçölen NO_2^- -N'ü değerleri III. ve IV. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. elik ve Pulatsü (2003), Yukarı Sakarya Nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu en düşük ve yüksek NO_2^- -N'ü değerlerini sırası ile 0.002 ve 0.035 mg/L olarak; Taşdemir ve Göksu, Asi nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu NO_2^- -N'ü değerini 0.002-0.42 mg/L arasında olduğunu; Kıvrak ve ark. (2012), Afyon Akarçay da yapmış oldukları çalışma sonucu NO_2^- -N'ü değerlerini istasyonlarda 0.012 ve 2.78 mg/L arasında olduğunu; iek ve Ertan (2012), Antalya Köprüçay Nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu NO_2^- -N'ü ortalama değerini 0,005 mg/L olduğunu bulmuşlardır. Önceden yapılan nitrit azotu çalışma sonuçları ile çalışma sonuçlarımızın bölgesel farklılıklara bağlı olarak değişiklik gösterdiği söylenebilir.

Fosfor, doğal sularda fosfat formları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu formlar organik fosfat, ortofosfat ve kondanse fosfatlardır. Fosfatların bu formları su kaynaklarına değişik yollarla giriş yapmaktadır. Organik fosfatlar biyolojik olaylar sonucu, ortofosfatlar zirai mücadele sonucu yağışlara bağlı olarak, kondanse fosfatlar ise deterjan ve türevlerinin su kaynaklarına ulaşması ile giriş yapmaktadırlar (Bozatlı ve ark., 1999). Daha önce yapılan çalışmalarda; Bakan ve şenel (2000), Samsun Mert Irmağı'nda yaptıkları çalışma sonucu istasyonlarda toplam fosfor değerlerini ortalama en düşük 0.029 ve en yüksek 6.116 mg/L olduğunu; Taşdemir ve Göksu (2001), Asi nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu istasyonlardaki PO_4^{-3} -P değerini 0.002-2.44 mg/L arasında olduğunu; Minareci ve ark. (2008), Manisa Sanayi Organize Arıtım Tesisinin Gediz Nehrine Etkilerini belirlemek amacı ile yapmış oldukları çalışma sonucu PO_4^{-3} -P değerlerini ortalama en düşük 0.021 ile en yüksek 0.184 mg/L olduğunu tespit etmişlerdir. Karasu ayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama PO_4^{-3} -P değerleri sırası ile 0.030 ve 0.036 mg/L olarak bulunmuştur. Her iki su kaynağının da mevsimsel PO_4^{-3} -P değerleri bakımından istasyonlarda dalgalanmalar göstermektedir.

Bu dalgalanmaları kaynağı olarak da istasyonların konumlarına bağılı olarak jeolojik yapının kimyasal içeriğine, tarımsal faaliyetlere, su içerisindeki organik faaliyetlere ve kentsel deterjan ve türevlerinin atıkları bu dalgalanmalara sebep olduğuna işaret etmektedir. Karasu Çayı K2 istasyonunda değerlerin diğer istasyonlara göre yüksek olmasının nedeni; istasyonun bulunduğu bölgede kentsel deterjan atıklarının bırakılması olduğu düşünülebilir. Sırakaraağaçlar Deresi S4 istasyonunda yaz mevsiminde değerin diğer istasyonlara göre yüksek olmasının nedeni olarak da istasyonun tarım arazilerinin yanından bulunması ve zirai faaliyetlerin etkisi olduğu yorumu yapılabilir. Çalışma sonucu elde ettiğimiz PO_4^{-3} -P değerleri, daha önce gerçekleştirilen PO_4^{-3} -P değerleri aralıklarında yer aldığı belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından örnekleme süresince ölçülen toplam PO_4^{-3} -P değerleri II. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifine göre toplam fosfor değerinin 0.01-0.07 mg/L aralığında seyretmesi öngörülmektedir (Anonim, 2000b). Çalışma sonucu elde ettiğimiz PO_4^{-3} -P değerleri belirtilen değerlerin üstünde olması her iki su kaynağında çevreden gelen ve su kalitesini olumsuz etkileyen faktörlerin olması ihtimalini güçlendirmektedir.

Silis bileşikleri yeryüzünden miktarı çok olan maddelerden biridir. Yeryüzünde özellikle kayaların yapısında silikat mineralleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Silis içerikli bu kayaların çeşitli sebeplerle parçalanması sonucu silisyum su bünyesine karışmaktadır. Su içerisindeki silisyum değerinin yüksek olmaması istenir. Aksi halde su içerisinde silis birikimleri ortaya çıkar. Bu birikimler sanayide, arıtma tesislerinde vb. gibi alanlarda sıkıntılara neden olmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996; Şengül ve Türkman, 1998). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Si değerleri sırası ile 1.71ve 1.50 mg/L olarak bulunmuştur. Her iki su kaynağının Si değerleri incelendiğinde hemen hemen bütün istasyonlarda yaz mevsiminden kış mevsimine doğru Si değerlerinde artışlar görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak kışın biyolojik faaliyetlerin azalması sonucu silisyum değerlerinde artışlar ortaya çıkması ile açıklanabilir. Kış mevsiminde İlkbahar geçiş dönemlerinde Si değerlerindeki artışın sebebi ise kar erimeleri ve yağışlar sonucu toprak yapısında bulunan silisyumun su kaynaklarına ulaştığı için değerlerinin yüksek çıkmasında rol oynadığı söylenebilir. Karasu Çayının ilkbahar mevsimi silisyum değerlerinin Sırakaraağaçlar Deresinden yüksek olmasının nedeni olarak ise biyolojik faaliyetlerin tam olarak hızlanmadığının bir göstergesi olarak işaret etmektedir. Doğal sularda Silisyum değeri 1-80 mg/L arasında değer almaktadır (Tepe ve ark., 2006b). Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar

Deresinde mevsimsel değişimler incelendiğinde Silisyum değerleri bu aralık arasında seyretmektedir. Tepe ve ark. (2006b), Hasan ayı (Erzin-Hatay) yapmış oldukları çalışma sonucu Si yıllık ortalama değerini 2.47 mg/L olarak; Yetiř (2013), Ceylanpınar Ovası yeraltı sularında yapmış olduğu çalışma sonucu istasyonlarda Si değerini en dūřuk 0.028 ile en yūksək 17.84 mg/L aralığında saptamışlardır. Çalışma bōlgesinin aynı olmaması nedeni ile karasal yapı farklılığı, araştırmadaki Silisyum değerleri ile ōnceki çalışmalarda elde edilen değerler arasında farklılığa neden olduğu sōylenabilir.

Sucul sistemlerde Klorofil-*a* deęeri fitoplankton miktarını en iyi řekilde yansıtan parametrelerden birisidir. Buna raęmen Klorofil-*a* deęerindeki deęişimlerin her zaman besin elementleri yūkūnūn bir gōstergesi olmadığı da bilinmektedir (Odabaşı ve Būyūkteř, 2009). Karasu ayının ve Sırakaraaęaçlar Deresinin yıllık ortalama Klorofil-*a* deęerleri sırası ile 21.28 ve 14.19 μg/L olarak bulunmuřtur. Her iki su kaynaęının Klorofil-*a* deęerleri incelendięinde yaz mevsiminden kiř mevsimine doęru bir azalıřın olduęu gōrūlmektedir. Bu durum mevsimsel řartlar ile gūneř ıřınlarının azalması ve sınırlandırıcı etki yaratmasıyla klorofil üretimini etkilemesi buna baęlı olarak azalmalara neden olduęu tahmin edilmektedir. Kiř mevsiminden ilkbahar mevsimine geçiřlerde Klorofil-*a* deęerlerindeki ani farklılıkların sebebi olarak, su kaynaklarının fiziko-kimyasal yapısındaki deęişimler ve planktonların çoęalması için olumlu geliřmelerin olduęu sōylenabilir. Avrupa Birlięi Su ereve Direktifine gōre Klorofil-*a* deęeri ūlkesel farklılıklara baęlı olarak bazı ūlkelerde 2 μg/L altında dięerlerinde ise 7 μg/L altında olan su kaynaklarını en iyi kalite sınıfında deęerlendirmektedir (Anonim, 2000b). Çalıřmamız sonucu elde edilen Klorofil-*a* deęerlerinin bu deęerlere gōre yūksək olduęu ve bundan dolayı her iki su kaynaęının dūřuk kalitede olduęu dūřūnūlebilir. Turna ve ark. (2005), Burdur Gōlū'nde yaptıkları çalıřma sonucu istasyonlardaki Klorofil-*a* deęerlerini 0.7-16.17 mg/m³ aralıęında olduęunu; Fakıoęlu ve Demir (2011), Beyřehir gōlūnde yapmış oldukları çalıřma sonucu ortalama Klorofil-*a* deęerini 8,24 mg/m³ olduęunu; Varol (2013), Batman Baraj Gōlūnde yapmış olduęu çalıřma sonucu Klorofil-*a* deęerlerinin 1.35-16.77 μg/L aralıęında olduęunu bulmuşlardır. Daha ōnce yapılan çalıřmalarda bazı ortak noktalar olmasına karřın çalıřmamızla tam bir paralellik arz etmemektedir.

Toplam sertlik deęeri sertlik būtūnū olarak da adlandırılmaktadır. Bařka bir ifade ile geçici sertlik ile kalıcı sertlięin toplamı olarak karřımıza çıkmaktadır. Kalsiyum ve magnezyumun bikarbonat bileřikleri geçici sertlięi, fosfat, klorūr, sūlfat, nitrat ve silikatları kalıcı sertlięi oluřturmaktadır (řengūl ve Tūrkman, 1998). Karasu

Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Toplam Sertlik değerleri sırası ile 130.84 ve 384.63 mg/L olarak tespit edilmiştir. Her iki su kaynağının mevsimsel Toplam sertlik değerleri incelendiğinde istasyonlardaki mevsimsel değişimlerin birbirlerine benzer olduğu görülmektedir. Toplam sertliğin ortalama değerlerinin yüksek olması su kaynaklarının havzalarının jeolojik yapısının kalsiyum ve magnezyum mineralleri bakımından zengin olduğunun bir göstergesidir. Sırakaraağaçlar Deresinin Toplam sertlik değerlerinin Karasu Çayına göre yüksek olmasının sebebi özellikle S1, S2 ve S3 istasyonlarında bu farklılığın ortaya çıkması denizel etkinin sonucu olduğu düşünülmektedir. Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından sular sertliklerine göre sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmaya dayanarak Karasu Çayı Toplam Sertlik değerine göre orta sert sular kategorisinde; Sırakaraağaçlar Deresi Toplam Sertlik değerine göre sert sular kategorisinde bulunmaktadır (Tuğrul ve Sağlamtimur, 2003). Çiçek ve Ertan (2012), Antalya Köprüçay Nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu ortalama toplam sertlik değerini 223.54 mg/L olarak; Şengün (2013), Giresun Aksu Deresinde yapmış olduğu çalışma sonucu Toplam sertlik değerini 156.47 mg/L olarak; Tepe ve ark. (2005), Hatay Yarseli Gölü'ndeki çalışma sonucu Toplam sertlik değerini istasyonlarda 375 ve 418 mg/L olarak belirlemişlerdir. Farklı bölgelerdeki su kaynaklarının jeolojik yapısının aynı olmaması daha önce yapılan Toplam sertlik çalışmaları ile çalışmamız sonuçlarının farklı çıkmasında etkili olduğu söylenebilir.

Kalsiyum su içerisindeki toplam sertliğin oluşmasında katkısı olan bir elementtir. Kireçtaşı, jips vb. kalsiyum içeriğine sahip arazilerden yağmur ve kar sularının geçmesi esnasında kalsiyum çözünerek su kaynaklarına ulaşmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Kalsiyum değerleri sırası ile 40,77 ve 56,41 mg/L olarak tespit edilmiştir. Her iki su kaynağının mevsimsel kalsiyum değerleri incelendiğinde istasyonlardaki mevsimsel değişimlerin birbirlerine benzer olduğu görülmektedir. Yaz mevsiminde kalsiyum değerlerinin yüksek olması planktonik organizmaların sayılarının ya da aktivitelerinin az olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Nitekim bu durum Klorofil-*a* değerlerinde de ortaya çıkmıştır. Kalsiyum değerlerinin kış mevsimine doğru azalışa geçmesinin nedeni olarak kalsiyumun sucul hayvanların kabuklarında yüksek bitkilerin ve alglerin gelişimlerinde, su ekosistemindeki tüm canlılar için önemli bir mineral olması neden olduğu söylenebilir. Kar erimeleri ve buna bağlı olarak toprak ve kayaçların yapısındaki kalsiyum minerallerin çözünme yolu sonucu su kaynaklarına ulaşmasından dolayı ilkbahar mevsimine doğru kalsiyum miktarlarında artışların olmasında rol oynadığı

görülmektedir. Sırakaraağaçlar Deresinin kalsiyum değerlerinin Karasu Çayına göre yüksek olmasının sebebi özellikle S1, S2 ve S3 istasyonlarında bu farklılığın ortaya çıkması denizel etkinin sonucu olması ile açıklanabilir. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda; Mert ve ark. (2008), Apa Baraj Gölünde kalsiyum iyonu konsantrasyonu 33.44 mg/L arasında olduğunu; Çiçek ve Ertan (2012), Antalya Köprüçay Nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu ortalama kalsiyum değerini 57.35 mg/L olarak; Sukatar ve ark. (2006), Emiralem Deresi'nde (İzmir-Menemen) yapmış oldukları çalışma sonucu istasyonlarda kalsiyum ortalama değerlerini 72.1, 80.1 ve 96.0 olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucu elde ettiğimiz kalsiyum değerleri ile daha önceki çalışma sonuçlarının değişiklik göstermesi su kaynaklarının bölgesel farklılıklarının etkisi olduğu ileri sürülebilir.

Magnezyum doğada çok bulunan bundan dolayı su kaynaklarının içerisinde de çok miktarda bulunan bir elementtir. Toplam sertliğin oluşmasında büyük rol oynamaktadır (Şengül ve Türkman, 1998). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Magnezyum değerleri sırası ile 22.42 ve 75.00 mg/L olarak tespit edilmiştir. Her iki su kaynağının mevsimsel magnezyum değerleri incelendiğinde istasyonlardaki mevsimsel değişimlerin birbirlerine benzer olduğu görülmektedir. Yaz mevsiminde magnezyum değerlerinin yüksek olması fotosentetik organizmaların sayılarının ya da aktivitelerinin az olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Nitekim bu durum Klorofil-*a* değerlerinde de ortaya çıkmıştır. Magnezyum değerlerinin kış mevsimine doğru azalışa geçmesinin nedeni olarak magnezyumun yüksek bitkilerde, alglerde, mantarlarda ve bakterilerde fosfor metabolizmasını düzenlediği için gelişimlerinde, su ekosistemindeki tüm canlılar için önemli bir mineral olması neden olduğu söylenebilir. Kar erimeleri ve buna bağlı olarak toprak ve kayaların yapısındaki magnezyum minerallerin çözünme yolu sonucu su kaynaklarına ulaşmasından dolayı ilkbahar mevsimine doğru artışların nedeni olarak söylenebilir. Sırakaraağaçlar Deresinin magnezyum değerlerinin Karasu Çayına göre yüksek olmasının sebebi özellikle S1, S2 ve S3 istasyonlarında bu farklılığın ortaya çıkması denizel etkinin sonucu olması ile açıklanabilir. Diğer su kaynaklarında yapılan çalışmalarda; Bulut ve ark. (2010), Karanfilliçay Deresinde yapmış oldukları çalışma sonucu istasyonlardaki magnezyum iyonu konsantrasyonlarını ortalama 29.65 ve 54.60 mg/L olarak, Mert ve ark. (2008), Apa Baraj Gölünde magnezyum iyonu konsantrasyonu 18.95 mg/L arasında olduğunu bulmuşlardır. Özellikle araştırma ortamlarının değişik olması magnezyum değerleri sonuçları ile karşılaştırma yapma imkanı sunmamaktadır.

Geçici Sertlik su içerisindeki bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının bikarbonat bileşiklerinden kaynaklanmaktadır. Suyun kaynatılarak bu sertlik giderildiği için geçici sertlik ismi verilmiştir (Egemen ve Sunlu, 1996). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Geçici Sertlik değerleri sırası ile 10.01 ve 11.43 d°H olarak tespit edilmiştir. Her iki su kaynağının mevsimsel geçici sertlik değerleri incelendiğinde istasyonlardaki mevsimsel değişimlerin birbirlerine benzer olduğu görülmektedir. Geçici sertliğin mevsimsel değişimi kalsiyum ve magnezyumun mevsimsel değişimi ile paralellik göstermektedir. Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresini Geçici Sertlik parametresine bağlı olarak değerlendirdiğimizde mevsimlere bağlı olarak çok yumuşak, yumuşak ve orta sert su sınıflandırmasında yer aldığı görülmektedir. Başaran ve Egemen (2006), Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'de yaptıkları çalışma sonucu geçici sertliği alman sertlik derecesine göre yumuşak su sınıfına dahil olduğunu tespit etmişlerdir.

Tuzluluk, su içerisindeki toplam tuz miktarını ifade eden bir kavramdır. Su kaynaklarında tuzluluğu oluşturan birimler katyonlar ($Mg^{+2}, Ca^{+2}, K^{+}, Na^{+}$) ve anyonlar ($Cl^{-}, CO_3^{-}, SO_4^{-2}, HCO_3^{-}$)'dır. Sulardaki tuzluluğun oluşmasında en önemli katyon ve anyon Na^{+} ve Cl^{-} iyonlarıdır. Sulardaki tuzluluk miktarındaki değişimler su ekosistemindeki canlılık dağılımını etkilemektedir. İlkel bitki ve hayvanların çoğu yüksek tuzluluğa sahip sularda yaşayabilirken, bazı bakteri ve hayvanların düşük düzeyde tuzluluk miktarında yaşadıkları bilinmektedir (Yıldız, 2013). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama tuzluluk değerleri sırası ile 0.13 ve 4.79 g/L bulunmuştur. Her iki su kaynağının mevsimsel tuzluluk değerleri dalgalanmalar göstermektedir. Bu dalgalanmaların nedeni olarak kar suları erimesi ve mevsimsel yağış miktarlarındaki değişiklikler, su sıcaklığının artması sonucu buharlaşma olayının artmasının etkilerinin olması ile açıklanabilir. Sırakaraağaçlar Deresi istasyonlarında özellikle S1, S2 ve S3 istasyonlarında tuzluluk değerinin fazla çıkmasının nedeni olarak denizel etkinin bu istasyonları etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır.

BOI_5 parametresi organik madde miktarının sınırlı olduğu ve oksijen girişinin olmadığı şartlarda, karanlık bir ortamda ortalama 20°C sıcaklıkta, 5 gün süre boyunca saklanan numune örneğinin içindeki organik maddelerin yükseltgenmesi ile meydana gelen çözünmüş oksijen miktarının azalmasını ifade etmektedir (Dinçer, 2014). Geçmişte yapılan çalışmalarda; Gedik ve ark. (2010), Rize Fırtına Deresinde yapmış oldukları çalışma sonucu yıllık ortalama 1.85 mg/L olarak, Verep ve ark. (2005), Trabzon İyidere de yapmış oldukları çalışma sonucu ortalama 2.40 mg/L olarak, Dinçer

(2014), Giresun Çanakçı Deresinde yapmış olduğu çalışma sonucu yıllık ortalama 3.83 mg/L olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama BOİ₅ değerleri sırası ile 1.64 ve 2.26 mg/L bulunmuştur. Her iki su kaynağının mevsimsel BOİ₅ değerleri incelendiğinde yaz mevsiminden sonbahara göre daha düşük olması su kaynaklarındaki organik madde kirliliğinin az olduğunun ve bunun yanında sıcaklığa bağlı olarak çözülmüş oksijen değerinin düşük olması bu durumun ortaya çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir. BOİ₅ değerlerinde sonbahara doğru artışın olmasının nedeni olarak ise su sıcaklığındaki mevsimsel düşüşler sonucu çözülmüş oksijen miktarının artması buna bağlı olarak organik parçalanmada oksijenin yoğun bir şekilde kullanılması bu durumun ortaya çıkmasına neden olduğu söylenebilir. Kış mevsiminden ise BOİ₅ değerlerindeki düşük seviyelerin nedeni olarak mevsimsel su sıcaklıklarında meydana gelen düşüşler sonucu organik parçalanma sürecinin yavaşlaması ya da azalmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynakları Sınıflarına göre örnekleme süresince ölçülen BOİ₅ değerleri açısından I.sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Hidrojen sülfür gazı normal koşullarda renksiz, zehirli, uçucu özelliği olan ve yanıcı bir gazdır. Su kaynaklarında bulunan sülfat iyonu anaerobik ortamlarda sülfat indirgeyici mikroorganizmalar tarafından oksijen kaynağı olarak kullanılarak biyokimyasal reaksiyonlar sonucu sülfür oluşur. Sülfür iyonu su içerisindeki hidrojen ile tepkimeye girerek hidrojen sülfür gazı açığa çıkmaktadır. Bu tepkimeler özellikle yaz aylarında daha hızlı gerçekleşmekte ve sıcaklığın artışına bağlı olarak hidrojen sülfür gazının çözünürlüğü azalmaktadır (Öztürk, 2006). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama hidrojen sülfür değerleri sırası ile 18.50 ve 19.60 mg/L bulunmuştur. Her iki su kaynağında Hidrojen sülfür değerleri incelendiğinde yaz mevsiminde değerlerin yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi olarak mevsimsel su sıcaklıklarında değişimler sonucu artan su sıcaklığının çözülmüş oksijen miktarını azaltması ve organik parçalanmaların gerçekleşebilmesi için kimyasal moleküllerin yapısındaki oksijenin kullanıldığı düşünülebilir. Mevsimsel su sıcaklığı değişikliklerine bağlı olarak artan çözülmüş oksijen değerlerinin hidrojen sülfür değerinde düşüşe sebep olduğu söylenebilir. Bunun gerekçesi olarak da sülfür döngüsünün en son basamağı SO₄⁻² olduğu için artan çözülmüş oksijene bağlı olarak sülfürün büyük bir kısmının sülfata dönüşmesinde rol oynadığı söylenebilir. Aynı zamanda kış mevsimine doğru sülfid ve sülfat bakterilerinin aktivitelerinin azalması da

düşük değerlerin ortaya çıktığını göstermektedir. İlkbahar mevsiminde ise ortamdaki çözülmüş oksijen miktarının organik parçalanmalara yeterli olması nedeni ile değerlerde kış mevsimine göre büyük bir artış yaşanmamasının nedeni olarak açıklanabilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre örnekleme süresince ölçülen H₂S değerleri III. ve IV. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Askıda Katı Madde, su içerisindeki çözülebilen ve çözilemeyen katı maddelerin toplamı olarak bilinmektedir. Genel olarak kollodial organik maddeler, sediment maddeleri, çamur veya kil mineralleri gibi maddelerden meydana gelmektedir (Uslu ve Türkman, 1987). Askıda katı madde miktarı arttıkça suyun geçirgenliği azalır ve buna bağlı olarak su canlıları bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Askıda katı madde değeri sular için önemli bir parametredir (Dihkan ve ark., 2011). Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda; Taşdemir ve Göksu (2001), Asi Nehrinde gerçekleştirdikleri çalışma sonucu TAKM değerini 1-381 mg/L aralığında olduğunu; Tepe ve Mutlu (2004), Hatay Harbiye Kaynak suyunun ortalama 1.75 mg/L olarak saptamıştır. Yapmış olduğumuz çalışmada Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Toplam Askıda Katı Madde değerleri sırası ile 0,13 ve 0,14 mg/L bulunmuştur. Her iki su kaynağında Toplam Askıda Katı madde değerleri incelendiğinde literatür araştırmalarına göre düşük değerler de olduğu bulunmuştur. TAKM değerleri mevsimsel değişimlerde artış ve azalışların nedeni olarak yağış, su debisi ve yüzeysel akışın etkilerinin olduğu söylenebilir. K2 istasyonunda değerlerin yüksek çıkması yerleşim bölgesinde yapılan inşaat çalışmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Yaz mevsiminde TAKM değerlerinin diğer mevsimlere göre fazla çıkmasının nedeni olarak mevsimsel sıcaklıklara bağlı olarak buharlaşmanın olması, kentsel atık suların ve tarım ilaçlarının girdisinin fazla olması düşünülebilir.

Su kaynaklarında kaliteyi olumsuz etkileyen ve biyoçeşitliliğin azalmasına neden olan olayların başında ötrofikasyon gelmektedir. Evsel, endüstriyel ve tarımsal atık sular azot ve fosfor miktarı bakımından oldukça zengindir. Bu nütrientler su kaynaklarına ulaştıklarında fotosenteze bağlı olarak alg üremesinde artışlara ve organik madde miktarının da yüksek değerlere çıkmasına neden olurlar. Alglerin aşırı derecede artması sudaki çözülmüş oksijeni olumsuz etkilemekte ve bunun yanında sularda alg kirliliğinin ortaya çıkmasına sebep olurlar. Alglerin biyokimyasal çevrimler sonucu tekrar parçalanması ile azot ve fosfor açığa çıkarak tekrar bu çevrime dahil olurlar. Su kaynaklarındaki azot ve fosfor miktarının belirli miktarlarının üzerine çıkması

ötrofikasyon olayını hızlandırır (Alpsoylu, 1967; Çelik, 2004; Tayhan, 2012). Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinde gerçekleştirdiğimiz çalışma sonucu Fosfat fosforu ve Nitrit azotu miktarları yüksek değerlerde seyrettiği söylemek mümkündür. Bu durum her iki su kaynağının ötrofikasyon olayının başlamasına ya da artışına sebep olabileceği söylenebilir.

Koliformlar çok çeşitli bakteri türleridir. Koliform grubu bakteriler Enterobacteriaceae familyasında bulunan, spor oluşturmeyen, gram negatif, çubuk biçiminde, fermentasyon yolu ile laktozdan 35⁰C'de 48 saat içinde gaz oluşturan bakterilerdir. Koliform grubu bakteriler en yaygın olarak hayvanların bağırsaklarında görülmesinin yanında toprakta ve bitkilerde de görülür (Şengül ve Türkman, 1998; Halkman, 2005). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Toplam Koliform değerleri sırası ile 285.53 ve 304.05 kob/100ml bulunmuştur. Her iki su kaynağında yaz mevsiminde belirlenen Toplam Koliform yükünün diğer mevsimlere oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak mevsimsel sıcaklığa bağlı olarak su sıcaklığının artması buna bağlı olarak mikroorganizmalar için uygun üreme ortamının oluşması, mevsimsel yağışların miktarındaki azalmaya bağlı olarak kentsel kanalizasyon sularının su kaynaklarına girdisine bağlı olarak Toplam Koliform konsantrasyonunun artması neden olması etken olduğu söylenebilir. Yaz mevsiminden kış mevsimine doğru Toplam Koliform yükünün azalmasında mevsimsel değişimlere bağlı olarak su sıcaklığının azalmasının büyük bir rolünün olduğu ve zaman zaman deniz sularının etkisinin olması ve artan yağışlara bağlı olarak Toplam Koliform yükünün su içerisindeki miktarının seyrelmesi bu sonuçların ortaya çıkmasına neden olduğu yorumu yapılabilir. Sırakaraağaçlar deresinde özellikle yaz mevsiminde ve diğer mevsimlerde S4 istasyonunda diğer istasyonlara göre yüksek değer çıkmasının sebebi olarak su debisinin ve miktarının değişimlerin aynı zamanda hayvanların geçiş güzergahı üzerinde olması Toplam Koliform değerinin diğer istasyonlara göre daha yüksek çıkmasına neden olduğu söylenebilir. Sırakaraağaçlar Deresi ve Karasu Çayının mevsimsel Toplam Koliform değerleri karşılaştırıldığında Sırakaraağaçlar istasyonunda S4 istasyonu hariç diğer istasyon verilerinin Karasu Çayına düşük olmasının sebebi denizel etkinin sonucu olarak tuzluluk değerinin yüksek olması bu durumun nedeni olarak açıklanabilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre örnekleme süresince ölçülen Toplam Koliform değerleri göre II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Alemdar ve ark. (2009), Bitlis ili içme sularında yapmış oldukları çalışma sonucu enterokok, Koliform ve E.coli miktarının 501-

5000/100ml aralığında olduğunu; Erkan ve Vural (2006), Dicle nehrinde yapmış oldukları çalışma sonucu Koliform miktarını $2.10-4.02 \log_{10}$ kob/ml olduğunu; Toroğlu ve ark. (2006), Kahramanmaraş Aksu Çayındaki çalışma sonucu EMS yöntemine göre Toplam Koliform miktarını genel olarak mevsimsel ortalamalar da Aksu II istasyonunda 460/100 ml, diğer istasyonlarda $>1100/100$ ml olarak bulmuşlardır. Daha önce yapılmış olan Toplam Koliform çalışmaları ile bazı ortak noktalar olmasına karşın çalışmamızla tam bir karşılaştırma yapmamız mümkün görülmemektedir.

Su kaynaklarında Fekal Koliform bakterilerin görülmesi suyun dışkı atıkları ile temasının olduğunu işaret eder ki bu durumda su kaynaklarında çok sayıda zararlı, tehlikeli ve hastalığa neden olan bakteri virüs, protozoa ve parazitlerle kontamine olduğu anlamına gelir (Halkman, 2005). Karasu Çayının ve Sırakaraağaçlar Deresinin yıllık ortalama Fekal Koliform değerleri sırası ile 240.25 ve 240.91 kob/100ml bulunmuştur. Fekal Koliformların mevsimsel değişimi Toplam Koliformlar ile paralellik göstermektedir. Genel olarak Toplam Koliform bakterilerin büyük bir kısmını Fekal Koliformların oluşturduğu görülmektedir. Fekal Koliform grubu bakterilerin sulara görülmesi istenen bir durum değildir. Her iki su kaynağında mevsimsel değişimlerinde gerek Toplam Koliform gerekse Fekal Koliform kirliliğinin görülmesi insan ve hayvansal kaynaklı dışkı atıkları ile yıl boyunca temasının olduğunun bir göstergesidir. Her iki su kaynağında yaz mevsiminde belirlenen Fekal Koliform yükünün diğer mevsimlere oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak mevsimsel sıcaklığa bağlı olarak su sıcaklığının artması buna bağlı olarak mikroorganizmalar için uygun üreme ortamının oluşması, mevsimsel yağışların miktarındaki azalmaya bağlı olarak kentsel kanalizasyon sularının su kaynaklarına girdisine bağlı olarak Fekal Koliform konsantrasyonunun artması neden olmasında rol oynadığı yorumu yapılabilir. Yaz mevsiminden kış mevsimine doğru Fekal Koliform yükünün azalmasında mevsimsel değişimlere bağlı olarak su sıcaklığının azalmasının büyük bir rolünün olduğu ve zaman zaman deniz sularının etkisinin olması ve artan yağışlara bağlı olarak Fekal Koliform yükünün su içerisindeki miktarının seyrelmesi bu sonuçların ortaya çıkmasına neden olduğu söylenebilir. Sırakaraağaçlar deresinde özellikle yaz mevsiminde ve diğer mevsimlerde S4 istasyonunda diğer istasyonlara göre yüksek değer çıkmasının sebebi olarak su debisinin ve miktarının değişimlerin aynı zamanda hayvanların geçiş güzergâhı üzerinde olması Fekal Koliform değerinin diğer istasyonlara göre daha yüksek çıkmasına neden olduğu düşünülebilir. . Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıfları Kalite Kriterlerine göre

örnekleme süresince ölçülen Fekal Koliform değerleri göre II. ve III. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Çolakoğlu ve Çakır (2003), Çanakkale Sarıçay Akarsuyunda EMS yöntemine göre Fekal Koliform yükünü özellikle I. istasyon için Aralık ve Mayıs, III. istasyon için Aralık ayında >1100/100ml olarak; Toroğlu ve ark. (2006), Kahramanmaraş Aksu Çayındaki çalışma sonucu EMS yöntemine göre Fekal Koliform miktarını genel olarak mevsimsel ortalamalar da Aksu I, Aksu II, Oklu ve Karasu istasyonunda 460/100 ml, diğer istasyonlarda >1100/ 100 ml olarak belirlemişlerdir. Geçmişte yapılan Fekal Koliform çalışma değerleri ile çalışmamızın değerlerini gerek kullanılan yöntemler gerekse verilen birimler açısından karşılaştırma yapma imkanının pek de mümkün olmadığını göstermektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gelişen dünyada çevreye olan duyarlılığın artmasına bağlı olarak su kirliliği konusunda gereken önlemler alınmaya çalışılsa da yeterli olmadığı bilinmektedir. Su kaynaklarının kalite ve kirlilikleri üzerinde yapılan çalışmaların artması ve su kaynaklarının şu anki durumları ile kirletici kaynaklarının belirlenmesi çok önem arz etmektedir. Bu çalışma sonucu elde edilen veriler değerlendirildiğinde her iki su kaynağı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerinin klorür iyonu, nitrit azotu, hidrojen sülfür değerleri yönünden III. ve IV. sınıf kalitede; çözünmüş oksijen, fosfat fosforu, ve fekal koliform değerleri açısından II. ve III. sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Sırakaraağaçlar Deresinin toplam sertlik, magnezyum ve tuzluluk değerlerinin Karasu Çayı'na göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İncelenen diğer parametreler açısından genel olarak I. ve II. su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinde incelenen parametre sonuçları genel olarak yakın değerler de olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak her iki su kaynağının aynı bölge de bulunması ve aralarında ki mesafenin yakın olması da bu durum üzerinde etkisi olduğu söylenebilir. Aynı zamanda bazı parametrelerin ortalama değerlerinin farklı çıkmasında Sırakaraağaçlar Deresinin Karasu Çayına göre denizle etkileşimin fazla olmasının neden olduğu düşünülebilir. Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi denizle bağlantısı olan su kaynaklarıdır. Her iki su kaynağı sularını deniz ulaştırana kadar çok sayıda yerleşim yeri ve tarım arazilerinden geçmektedir. Bu su kaynakların su kalite parametrelerinin mevcut durumlarının iyileştirilmemesi, korunamaması ve ilerleyen yıllarda kirlilik yükünün artması sonucu su kaynaklarının ekosisteminde ve havzalarında sucül yaşam ile insan sağlığını etkileyecek durumların ortaya çıkması mümkündür.

Su yaşamın en önemli parçalarından birisidir. Su kaynaklarını korumak ve onu en iyi bir şekilde gelecek nesillere aktarmak konusunda bizlere büyük görevler düşmektedir. Su kaynaklarının korunması için ilk müdahale devlet tarafından yapılması gerekmektedir. Çeşitli su kaynakları için kirlilik standartları hazırlanmalıdır. Bunun yanında su kirliliğe sebep olan katı atıklar yok edilmeli, atık suları arıtma sistemlerinde geçirildikten sonra su kaynaklarına verilmelidir. Aynı zamanda üretim sektöründe su kaynaklarına zararı olmayan maddeler kullanılmalıdır. Bunların dışında halkın çeşitli kesimine su kirliliği hakkında eğitimler düzenlenmeli en önemlisi her bireyde çevreyi koruma bilincinin oluşması ve oluşturulması gerekmektedir.

Çalışmamız sonucu Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinde ortaya çıkan kirlilik türlerinden biri olan Hidrojen sülfür kirliliği için alınabilecek önlemlerin başında su kaynakları çevresindeki yerleşim bölgelerinin kanalizasyon alt yapılarının düzeltilmesi ve atık suların su kaynaklarına verilmeden önce organik madde yükünün azaltılması, havalandırılması yani gerekli arıtma sistemlerinin kurulması gerekmektedir. Bunun yanında su kaynaklarının çevresindeki yerleşim bölgelerinden ve tarım arazilerinden su kaynaklarına giriş yapan askıda katı madde yükünün artmasına sebep olabilecek maddelerinde kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bir diğer kirliliği oluşturan Nitrit azotu kaynağı azot ihtiva eden tarım ilaçları ve kanalizasyon atıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitrit azotu değerinin kontrol altına alınması için su kaynaklarının çevresindeki tarım arazilerinde iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, tarım topraklarındaki azot miktarının belirli aralıklarla ölçülmesi, aşırı gübrelemeden kaçınılmalı ve zamanında gübreleme işlemi benimsenmelidir. Ayrıca kanalizasyon atık sularının havalandırılması Nitrit azotu değerinin düşürülmesinde önemli olduğu söylenebilir. Her iki su kaynağına giriş yapan endüstriyel kökenli atık suların az olması Fosfat fosforu kirliliğinin evsel ve tarımsal kökenli atık sular içerisindeki fosfat ihtiva eden tarım ilaçları ve deterjan türevlerinden ileri geldiği söylenebilir. Bu maddelerin su kaynaklarına girişinin azaltılması bu kirliliği kontrol altına alınmasında etkili olacağı söylenebilir. Bunun için su kaynakları çevresindeki yerleşim bölgelerinde halkın ve tarımsal faaliyetler yürütenlerin bilinçlendirilmesi için gerekli eğitimlerin düzenlenmesi ve denetimlerin yapılması faydalı olabileceği düşünülebilir. Denizel etki ve klorlu tarım ilaçları her iki su kaynağındaki klorür kirliliğinin ortaya çıkmasının kaynağı olarak söylenebilir. Bu kirliliği azaltmak için her iki su kaynağını besleyen suların durumları incelenmeli gerekli tedbirlerin alınması, bunun yanında diğer kirlilik parametrelerinde bahsettiğimiz gibi tarımsal faaliyetlerin denetimlerinin sıklıkla gerçekleştirilmesi bu kirliliğin de azalmasında etkili olabileceği düşünülebilir. Çözünmüş Oksijen değeri birçok etkene bağlı olarak değişiklik gösterir. Her iki su kaynağındaki çözünmüş oksijen değerlerinin düşük çıkmasında tuzluluğun, askıda katı madde miktarının, sıcaklığının, organik madde yükünün ve diğer kirleticilerin etkisi olduğu düşünülebilir. Bu parametrelerin kontrol altına alınması ve sürekli izlenmesi çözünmüş oksijen değerinin de doğal olarak normal değerlerine geri döneceğini söylemek mümkün olabilir. Koliform kirliliğinin temel kaynağı kanalizasyon kökenli atık sular oluşturmaktadır. Bu bakteriler insan sağlığı için ciddi boyutları olan hastalıklara sebep olabilmektedir. Her iki su kaynağının

Koliform yükünün sürekli izlenmesi ve kanalizasyon deşarj sistemlerinin kurulması ya da atık sularının filtreleme sistemi ile arıtılması bu kirliliğinin de önlenmesinde etkili olabileceği söylenebilir. Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresinin mevcut durumunun periyodik aralıklarla izlenmesi, iyileştirilmesi ve korunması için gerçek ve tüzel kişiler ile resmi birimlere önemli görevler düşmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Acehan, Gökhan. 2007. İçme Sularının Mikrobiyolojik Kirlenme Potansiyelinin İncelenmesi. Yüksek lisans, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 235.
- Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S., Dede, S. 1999. Van ve Yöresi Kaynak Sularının Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Araştırmalar. Van Tıp Dergisi, 6 (2): 30-33.
- Ağaoğlu, S., Alışarlı, M., Alemdar, S. 2007. Van Bölgesi Su Kaynaklarında Flor Düzeyinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18 (1): 59-65.
- Akın, G., Akın, M. 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 47 (2): 105-118.
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alışarlı, M. 2009. Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji, 19 (73): 29-38.
- Alışarlı, M., Ağaoğlu, S., Alemdar, S. 2007. Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18 (1): 67-77.
- Alpsoylu, M. 1967. Göllerin Yaşlanması “ Ötrofikasyon”. Türkiye Mühendislik Haberleri, 23-24.
- Amin, R., Ali, S.S., Anwar, Z., Khattak, J.Z.K. 2012. Microbial Analysis Of Drinking Water and Water Distribution System In New Urban Peshawar. International Research Journal Of Biological Sciences, 4 (6): 731-737.
- Anonim, 2000a. 2000/60/EC, Su Politikası Alanında Topluluk Faaliyeti için bir çalışma Çerçevesi Oluşturan 23 Ekim 2000 tarihli Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2000/60/EC Sayılı Direktifi.
- Anonim, 2000b. 2000/60/EC, Su Çerçeve Direktifi İçin Ortak Uygulama Stratejisi, Teknik Rapor-30.
- Anonim, 2004. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=7.5.7221&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0>
- Anonim, 2008. <http://mtayar.home.uludag.edu.tr/suhijyeni.htm> (E.T.: 17.11.2015).
- Anonim, 2009a. <http://kitaplordu.blogcu.com/su-dongusu-su-cevirimi/6634716> (Erişim Tarihi: 17.11.2015).

- Anonim, 2009b. <http://cografya.blogspot.com.tr/2009/11/etkinlik-sayfa-29-lise-cografya-10sinif.html> (Erişim Tarihi: 17.11.2015).
- Anonim, 2010. <http://www.slingomom.com/yasam/dunyamiz-tukeniyor-1-milyarinsan-icilebilir-temiz-su-bulamiyor/> (Erişim Tarihi: 17.11.2015).
- Anonim, 2015a. <http://sudongusu.nedir.com/#ixzz3gQN0FqsA> (E.T.: 17.11.2015).
- Anonim, 2015b. http://www.sinop.gov.tr/default_b0.aspx?content=1007 (E.T.: 14.10.2014).
- Anonim, 2015c. <http://www.yerturk.com/yer-karasu-cayi.html#ad-image-0> (E.T.: 17.11.2015).
- Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M. 2006. Tokat İlindeki İçme Sularının Koliform Bakteriler önünden Araştırılması. C.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi, 28 (4): 107-112.
- Bakan, G., Şenel, B. 2000. Samsun Mert Irmağı Karadeniz Deşarjında Yüzey Sediman (Dip Çamur) ve Su Kalitesinin Araştırılması. Turk J Engin Enviren Sci, (24): 135-141.
- Başar, H., Çelik, H., Turan, M.A., Katkat, V. 2002. İznik Yöresinde Sulamada Kullanılan Değişik Su Kaynaklarının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 8 (3): 212-217.
- Başaran, A.K., Egemen, Ö. 2006. Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'ün Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (2): 137-143.
- Bat, L., Akbulut, M., Çulha, M., Sezgin, M. 2000. The Macrobenthic Fauna of Sırakaraağaçlar Stream flowing into Black Sea at Akliman Sinop. Turkish J. Marine Sciences 6(1): 71-86.
- Boysan, F., Şengörür, B. 2009. Su Sertliğinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 13 (1): 7,-10.
- Bozatlı, A., Sert, S., Şengil, A., Özacar, M. 1999. Sapanca Gölü'nün Toplam Fosfor ve Klorofil-*a* Miktarlarının Mevsimsel Değişimi. SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3 (1): 61-68.
- Boztuğ, D., Dere, T., Tayhan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Yıldırım, N.C., Önal, A.Ö., Danabaş, S., Ergin, C., Uslu, G., Ünlü, E. 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi 2 (2): 93-106.
- Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükbara, R., Savaşer, S. 2010. Karanfilliçay Deresi Suyunun Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerinin Mevsimsel

- Değişimi ve Akuakültür Açısından Değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri enstitü Dergisi, (21): 1-7.
- Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükkara, R., Savaşer, S., Tokatlı, C., Öztürk, G.N., Köse, E. 2012. Kestel Deresi (Burdur) Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri enstitü Dergisi, (28): 1-10.
- Burkut, E. 2013. Alkalinite Nedir? Su ve Çevre Teknolojileri, Ocak, 18-19.
- Büyükkıdan, B., Büyükkıdan, N., Özer, S., Kander, S. 2007. Bursa İli İçme Sularının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Özellikleri.
- Cirik, S., Cirik, Ş. 2005. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 166.
- Çağlar, M., Saler, S. 2014. Koçan Şelalesi (Erzincan)'nin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi Özellikleri. Yunus Araştırma Bülteni, (3): 37-42.
- Çelik, N., Pulatsü, S. 2003. Yukarı Sakarya Nehrindeki Azot Fraksiyonları ile Toplam Demir ve Silikat Konsantrasyonlarının Mevsimsel Değişimi, Tarım Bilimleri Dergisi, 9 (4): 408-414.
- Çelik, A. 2004. GAP Çevre Kongresi. Bildiri Kitabı, Harran Üniversitesi Mühendislik ve Ziraat Fakülteleri, 1 : 775-781.
- Çepel, N., Ergün, C. 2003. Suyun Önemi ve Ekolojik Sorunları.
<http://www3.tema.org.tr/Sayfalar/CevreKutuphanesi/Pdf/SuKaynaklari/SuyunOne miEkolojikSorunlar.pdf> (17.11.2015).
- Çiçek, N.L., Ertan, Ö.O. 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nin Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi. Ekoloji, 21 (84): 54-65.
- Çolakoğlu, F. A., Çakır, F. 2003. Sarıçay Akarsuyunun Mikrobiyolojik Kalitesi, Çanakkale Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 305-312.
- Demirci, A. Ş., Gümüş, T., Demirci, M. 2007. Damacana Suların Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Pompa Temizliğinin Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Tekirdağ, 4 (3): 271-275.
- Demirekin, H. 2001. Isparta İlinde Çevre Sorunlarına Duyarlılık Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 132.
- Dihkan, M., Karşlı, F., Güneroğlu, A. 2011. Karadeniz Kıyı Sularında Askıda Katı Madde Dağılımının Haritalanması. TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

- Dinçer, S. 2014. Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 73.
- Dönderici, Z.S., Dönderici, A., Başarı, F. 2010. Kaynak Sularının Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma. Adana Hıfızsıhha Enstitüsü Müdürlüğü, Adana.
- Durdu, Ö.F., Karataş, B. S., Tunalı, S. P. 2012. Büyük Menderes Nehri Su Kirlilik Envanteri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Aydın, 400.
- Dündar, C., Hamzaçebi, H., Pekşen, Y. 1997. Samsun İli İçme Sularının Fiziksel ve Kimyasal Değerlendirilmesi. OMÜ Tıp Dergisi, 14 (2): 80-87.
- Egemen, Ö., Sunlu, U. 1996. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 153.
- Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F.O., Özengin, N., Başkaya, H.S. 2008. Uluabat Gölünün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İzlenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 13 (1): 93-103.
- Er, C. B. 2014. Kilis İçme Sularının Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, Yüksek Lisans, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis, 50.
- Erdebil, O. 2012. Toplam Organik Karbon. Arıtma ve Su Teknolojileri, 44-46.
- Erkan, M.E., Vural, A. 2006. Diyarbakır Kenti'ndeki Dicle Nehri Balıklarında Mikrobiyolojik Kalite Parametreleri. Dicle Tıp Dergisi, 33 (3): 153-156.
- Fakioğlu, Ö., Demir, N. 2011. Beyşehir Gölü Fitoplankton Biyokütlesinin Mevsimsel ve Yöresel Değişimleri. Ekoloji, 20 (80): 23-32.
- Gedik, K., Verep, B., Ertuğrul, T., Fevzioğlu, S. 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji, 19 (76): 25-35.
- Geldiay, R., Kocataş, A. 1988. Deniz Biyolojisine Giriş. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, İzmir, 459.
- Genç, N., Kırılı, L., Arslan, A. 2001. Sulu Ortamlardan Amonyum İyonlarının Doğal Zeolitlerle Giderimi. Çevre Bilim Teknoloji, 1 (2): 42-48.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1997. Su Kalitesi. 1.Baskı. Ankara, 95.
- Gültekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E., Celep, S. 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. Ekoloji, 21 (82): 77-88.
- Gündoğdu, A. 1995. Sinop İli Sahilinde Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 59.
- Günşen, U., Anar, Ş., Gündüz, H. 2000. Uludağ'daki Su Kaynaklarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 7 (2): 21-24.

- Gürel, E. 2011. Porsuk Çayı Su Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 70.
- Halkman, K. 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ankara, 334.
- Haydari, M.M., Bidgoli, H.N. 2012. Chemical Analysis Of Drinking Water Kahsan District, Central Iran. World Applied Sciences Journal, 16 (6): 799-805.
- Hayta, A. B. 2006. Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Ailenin Yeri ve Önemi. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 7 (2): 359-376.
- Kara, C., Çömlekçioğlu, U. 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. KSÜ Fen ve Müh. Dergisi, 7 (1): 7.
- Kenar, B., Altındış, M. 2001. Afyon İl Merkezi İçme ve Kullanma Sularında Hijyenik Kalite Araştırması. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Kocatepe Tıp Dergisi, (2): 269-271.
- Kıvrak, E., Uygun, A., Kalyoncu, H. 2012. Akarçay'ın (Afyonkarahisar) Su Kalitesini Değerlendirmek İçin Diyatome İndekslerinin Kullanılması. AKÜ FEBİD, 12: 27-38.
- Koloren, Z., Taş. B., Kaya, D. 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1 (3): 74-85.
- Liguori, G., Cavallotti, L., Arnese, A., Amiranda, C., Anastasi, D., Angelillo, F.L. 2010. Microbiological Quality Of Drinking Water From Dispensers In Italu. Liguori Et Al. BMC Microbiology, 10-19.
- Makwana, S.A., Patel, G.C., Patel, T.J. 2012. Physico-Chemical Analysis Of Drinking Water Of Gandhinagar District. Scholars Research Library Archives Of Applied Science Reserach. 4 (1): 461-464.
- Mert, B., Bulut, S., Solak, K. 2008. Apa Baraj Gölünün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması. AKÜ Fen Bilimleri Dergisi, (2): 1-10.
- Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö., Minareci, E., 2008. Manisa Organize Sanayi Arıtma Tesisinin Gediz Nehrinde Deterjan Kirliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi, C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 4 (1): 65-72.
- Munsuz, N., Ünver, İ. 1995. Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, 335.
- Odabaşı, S., Büyükkateş, Y. 2009. Klorofil-*a*, Çevresel Parametreler ve Besin Elementlerinin Günlük Değişimleri: Sarıçay Akarsuyu Örneği (Çanakkale, Türkiye). Ekoloji, 19 (73): 76-85.

- Öner, Ö., Çelik, A. 2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzasından Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. *Ekoloji*, 20 (78): 48-52.
- Öztürk, M. 2006. Kanalizasyonda Hidrojen Sülfür Gazı Oluşumu ve Sağlık Üzerine Etkileri. Çevre Orman Bakanlığı, Ankara, 13.
- Shittu, O.B., Olaitan, J.O., Amusa, T.S. 2008. Physico-Chemical and Bacteriological Analyses Of Water Used For Drinking and Swimming Purposes İn Abeokuta Nigeria. *African Journal Of Biomedical Resarch*, 11: 285-290.
- Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D., Barlas, M. 2006. Emiralem Deresi'nin (İzmir-Menemen) Bazı Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin İncelenmesi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (3): 328-333.
- Stirling, H. P. 1985. *Chemical and Biological Methods of Water Analysis for Aquaculturalist*. Institute of Aquaculture, University of Stirling, 119.
- Şengül, F., Türkman, A. 1998. Su ve Atıksu Analizleri. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir, 152.
- Şengün, E. 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek lisans, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 66.
- Tan, A. 2006. Atık Sularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek lisans, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 85.
- Taş, B., Yavuz Candan, A., Can, Ö., Topkara, S. 2010. Ulugöl (ORDU)'nün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 4 (3): 254-263.
- Taşdemir, M., Göksu, Z.L. 2001. Asi Nehri'nin (Hatay Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2): 55-64.
- Tayhan, N. 2012. Uzunçayır Baraj Gölünün (Tunceli) Fizikokimyasal Su Kalitesinin Periyodik İzlenmesi. Yüksek lisans, Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli, 79.
- Tepe, Y., Mutlu, E., Ateş, A., Başusta, N. 2003. Samandağlı Karamanlı Göleti (Hatay) Su Kalitesi. 393-399
- Tepe, Y., Mutlu, E. 2004. Hatay Harbiye Kaynak Suyunun Fizikokimyasal Özellikleri. *Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*, 6: 77-88.
- Tepe, Y., Türkmen, A., Mutlu, E., Ateş, A. 2005. Some Physicochemical Characteristic Of Yarseli Lake, Hatay, Türkiye. *Turkish Journal Of Fisheries and Aquatic Sciences*, 5: 35-42.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y. 2006a. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi* 23 (1/1): 155-161.

- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y. 2006b. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23 (1/1): 149-154.
- Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. 2006. Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4 (1): 93-103.
- Tuğrul, S., Doğan Sağlamtimur, N. 2003. Kıyı Ekosisteminde Madde Değişimleri: Kuzeydoğu Akdeniz Örneği. V. Ulusal Çevre Müh. Kongresi, 148-153.
- Turna, İ.İ., Gülle, S.S. 2005. Burdur Gölünün Su Kalitesi, Planktonu ve Verimlilik Düzeyi, Burdur, 518-524.,
- Türkdemir, H. 1996. Yüzeysel Sularında Çözünmüş Oksijen Ölçümü. Ekoloji Çevre Dergisi, (19): 8-12.
- Türkoğlu, M., Yenici, E., İşmen, A., Kaya, S. 2004. Çanakkale Boğazı'nda Nutrient ve Klorofil-*a* Düzeylerinde Meydana Gelen Aylık Değişimler, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 21 (1-2): 93-98.
- Uslu, O., Türkman, A. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü yayımları eğitim dizisi, 364.
- Uzun, H. İ., 2012. Riva Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesi ve İstatistiksel Analizi. Yüksek Lisans, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 81.
- Varol, M. 2013. Batman Baraj Gölü'nün Trofik Durumunun Belirlenmesi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 4 (2): 51-59.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C. 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açısından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji, 14 (57): 26-35.
- Vural, A., Erkan, M. E. 2006. Diyarbakır Kenti'ndeki Dicle Nehri Balıklarında Mikrobiyolojik Kalite Parametreleri. Dicle Tıp Dergisi, 33 (3): 153-156.
- Yaman, M. 2005. Su Kimyası Ders Notları. Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, 20.
- Yardım, Ö., Şendoğan, E., Bat, L., Sezgin, M., Çulha, M. 2008. Sarıkum Gölü (Sinop) Makrobentik Mollusca ve Crustacea Faunası. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 25(4): 301-309.
- Yetiş, A.D. 2013. Ceylanpınar Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi. Doktora, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 137.
- Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 92.

8. ÖZGEÇMİŞ

Uğur ÇARLI 1985 yılında Ankara’da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. 2004 yılında girdiği Hacettepe Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Bölümü’nden 2010 yılında mezun oldu. Aynı zamanda Anadolu Üniversitesi Açık öğretim Fakültesi İşletme Bölümü’nden 2011 yılında mezun oldu. 2013 yılında Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Temel Bilimler Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.