

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BENDİMAHİ ÇAYI'NIN (VAN) SU KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Özgür Bulut BULUM
DANIŞMAN : Prof. Dr. Fazıl ŞEN

VAN-2015

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BENDİMAHİ ÇAYI'NIN (VAN) SU KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Özgür Bulut BULUM

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **2013-FBE-YL042** nolu proje olarak desteklenmiştir

VAN-2015

KABUL VE ONAY SAYFASI

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **Prof. Dr. Fazıl ŞEN** danışmanlığında, **Özgür Bulut BULUM** tarafından sunulan “**Bendimahi Çayı'nın (Van) Su Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma**” isimli bu çalışma “Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği” ve “Fen Bilimleri Enstitüsü Yönergesi”nin ilgili hükümleri gereğince .././.... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile başarılı bulunmuş ve **yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Fazıl ŞEN

İmza:

Üye: Doç. Dr. Hünkar Avni DUYAR

İmza:

Üye: Doç. Dr. Şenol GÜZEL

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .././.... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Özgür Bulut BULUM

ÖZET

BENDİMAHİ ÇAYI'NIN (VAN) SU KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

BULUM, Özgür Bulut
Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fazıl ŞEN
Eylül 2015, 102 sayfa

Bu çalışma, Bendimahi Çayı'nın su kalitesi değişimini incelemek amacıyla, belirlenen altı örnekleme noktasında, Aralık 2012-Kasım 2013 tarihleri arasında aylık olarak örnek alınması ve analizlerin yapılması şeklinde yürütülmüştür. Çalışmada su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, oksijen doymuşluğu, tuzluluk, bulanıklık, ve donma yerinde ölçüm ve gözlemlerle, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, klorür, karbonat, bikarbonat, toplam alkalinite, nitrit, nitrat, amonyak, sülfat, fosfor, potasyum, alüminyum, demir, mangan, bakır, çinko, krom, florür ve siyanür parametreleri laboratuvar analizleri ile belirlenmiştir.

Araştırma boyunca incelenen parametrelerin ortalamaları; su sıcaklığı 10.40 °C, ÇO 10.86 mg/L, saturasyon % 122.92, pH 7.93, elektriksel iletkenlik 680.47 µS/cm, tuzluluk ‰ 0.37, bulanıklık 10.68 NTU, klorür 11.68 mg/L, kalsiyum 153.15 mg/L, magnezyum 53.90 mg/L, toplam sertlik 555.88 mg/L CaCO₃, karbonat 0.0 mg/L, bikarbonat 651.60 mg/L, toplam alkalinite 490.55 mg/L CaCO₃, nitrat 2.0 mg/L, nitrat azotu 0.43 mg/L, nitrit 18 µg/L, nitrit azotu 5.5 µg/L, amonyum 0.06 mg/L, amonyak 0.06 mg/L, toplam fosfor 0.09 mg/L, sülfat 8.6 mg/L, potasyum 6.7 mg/L, bakır 8.7 µg/L, alüminyum 4 µg/L, toplam demir 0.025 mg/L, çinko 170 µg/L, krom 11 µg/L, mangan 0.3 mg/L, siyanür 1.6 µg/L, florür 1,74 mg/L olarak belirlenmiştir. Bendimahi çayı'nın genel olarak kirlenmemiş ve içme, kullanma, balıkçılık ve sulama açısından uygun kaliteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Van, Bendimahi Çayı, Su kalite kriteri, Su kirliliği

ABSTRACT

A STUDY ON WATER QUALITY CRITERIA OF BENDİMAHI STREAM IN VAN, TURKEY

BULUM, Özgür Bulut
M.Sc. Thesis, Department of Fisheries
Supervisor: Associate Prof. Dr. Fazıl ŞEN
September 2015, 102 pages

In this study, some water quality and pollution parameters were analyzed to investigate water quality changes in Bendimahi Stream. The in situ measurements and laboratory analyses were made on water samples taken from 6 sampling points on the Bendimahi Stream monthly, between December 2012 and November 2013. In the study, water temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, oxygen saturation, salinity, turbidity, freeze, calcium, magnesium, total hardness, chloride, carbonate and bicarbonate, total alkalinity, nitrite, nitrate, ammonium, sulfate, phosphor, potassium, aluminum, iron, manganese, copper, zinc, chromium, cyanide, fluorine were analyzed.

During the study, they were determined average that water temperature 10.40 °C, dissolved oxygen 10.86 mg/L, oxygen saturation, % 122.92, pH 7.93, conductivity 680.47 µS/cm, salinity ‰ 0.37, turbidity 10.68 NTU, chloride 11.68 mg/L, calcium 153.15 mg/L, magnesium 53.90 mg/L, total hardness 555.88 mg/L CaCO₃, carbonate 0 mg/L, bicarbonate 651.60 mg/L, total alkalinity 490.55 mg/L, nitrate 2.0 mg/L, nitrate nitrogen 0.43 mg/L, nitrite 18 µg/L, nitrite nitrogen 5.5 µg/L, ammonium 0.06 mg/L, ammonia 0.06 mg/L, total phosphorus 0.09 mg/L, sulfate 8.6 mg/L, potassium 6.7 mg/L, copper 8.7 µg/L, aluminum 4 µg/L, total iron 0.025 mg/L, zinc 170 µg/L, chromium hexavalent 11 µg/L, manganese 0.3 mg/L, cyanide 1.6 µg/L, fluorine 1.74 mg/L. Generally, Bendimahi stream is not polluted and it has suitable quality in respect to drinking and using by people, aquaculture and irrigation.

Keywords: Van, Bendimahi stream, Water quality criteria, Water pollution

ÖN SÖZ

Günümüz dünyasında nüfus artışı, teknolojinin gelişmesi ve şehirleşmenin artışı ile birlikte ekolojik denge hızla bozulmakta ve yeryüzündeki temiz kaynaklar hızla azalmaktadır. Bu kaynaklar arasında su en fazla kirlenen ve tüketilenler arasında en önde gelenlerindedir. İnsanları bilinçlendirmez ve gerekli tedbirleri almazsak gelecek nesillere çok kötü bir miras kalacaktır. Kirlenmeden kalan az sayıda kaynağı yarınlara taşımak için gerekli duyarlılığı tüm insanlık adına göstermeliyiz. Bu duyarlılığı sadece kendimiz için değil gelecekte bizi temsil edecek olan yeni nesiller adına yapmalıyız.

Yüksek Lisans eğitimime başladığım andan itibaren bana her konuda güvenen, tez konusunun belirlenmesinde ve çalışmalarım esnasında, her konuda iyi niyet ve yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fazıl ŞEN'e, tez çalışmam süresince bilgileri ve katkılarından dolayı, Sayın Doç. Dr. Mahmut ELP'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul KANKAYA'ya, yakın ilgilerinden dolayı Su Ürünleri Mühendisliği öğretim üyelerine ve çalışanlarına, Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına başta Gülçin TANRITANIR KÖSE olmak üzere ve arkadaşlarım Arş. Gör. Bulut SARGIN'a, Arş. Gör. Asude GÜLTEKİN'e, Arş. Gör. Ataman Altuğ ATICI'ya, İbrahim Samet GÖKÇEN'e, Meral SANCAN'a ve tüm arazi çalışması boyunca her zaman yanımda olan hiçbir desteği esirgemeyen Yüksek lisans arkadaşım Yüksel SEYHAN'a ve kardeşim Emre BULUM'a teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımdaki en değerli varlık olan anneme ve biricik kardeşime yaşamım boyunca her türlü desteği sağladıkları için en samimi duygularıyla teşekkür ediyorum. Yüksek lisans tez çalışmamı 2011 yılında yaşanan depremde kaybettiğim canım babama armağan ediyorum.

Eylül 2015

Özgür Bulut BULUM

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Çalışma alanının tanımı.....	19
3.1.2. Örnekleme noktaları ve özellikleri.....	19
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Araştırma süresi.....	23
3.2.2. Su örneklerinin alınması.....	24
3.2.3. Su örneklerinin analizinde kullanılan yöntemler.....	24
3.2.4. İstatistik metotlar.....	31
4. BULGULAR.....	32
4.1. Bendimahi Çayı ve Örnekleme Noktalarının Genel Özellikleri.....	32
4.2. Bendimahi Çayı Su Örneklerinde Yapılan Yerde Ölçümler.....	37
4.2.1. Su miktarı ile ilgili gözlemler.....	37
4.2.2. Bulanıklık.....	38
4.2.3. Su sıcaklığı.....	41
4.2.4. Çözünmüş oksijen (ÇO).....	42
4.2.5. Oksijen doymuşluğu (saturasyon %) (OD).....	43
4.2.6. pH.....	44
4.2.7. Elektriksel iletkenlik (kondüktivite).....	45
4.2.8. Tuzluluk (salinite).....	46

4.3. Bendimahi Çayı Su Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler.....	48
4.3.1. Klorür.....	48
4.3.2. Kalsiyum.....	49
4.3.3. Magnezyum.....	50
4.3.4. Toplam sertlik.....	51
4.3.5. Karbonat, bikarbonat ve hidroksil.....	52
4.3.6. Toplam alkalinite.....	53
4.3.7. Nitrat.....	55
4.3.8. Nitrit.....	56
4.3.9. Amonyum ve amonyak.....	58
4.3.10. Fosfor ve fosfatlar.....	61
4.3.11. Sülfat.....	63
4.3.12. Potasyum.....	64
4.3.13. Bakır.....	66
4.3.14. Alüminyum.....	67
4.3.15. Toplam demir.....	68
4.3.16. Çinko.....	69
4.3.17. Krom.....	70
4.3.18. Mangan.....	71
4.3.19. Siyanür.....	72
4.3.20. Florür.....	73
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	75
5.1. Bendimahi Çayı'nın Genel Özellikleri.....	75
5.2. Bulanıklık ve Su Miktarı.....	75
5.3. Sıcaklık.....	75
5.4. Çözünmüş Oksijen ve Oksijen Doygunluğu.....	77
5.5. pH.....	78
5.6. Elektriksel İletkenlik (Kondüktivite).....	79
5.7. Tuzluluk.....	80
5.8. Klorür.....	80
5.9. Kalsiyum.....	81
5.10. Magnezyum.....	81

5.11. Toplam Sertlik.....	82
5.12. Karbonat, Bikarbonat ve Toplam Alkalinite.....	83
5.13. Nitrat.....	84
5.14. Nitrit.....	84
5.15. Amonyak ve Amonyum.....	85
5.16. Fosfor.....	86
5.17. Sülfat.....	87
5.18. Potasyum.....	87
5.19. Bakır.....	88
5.20. Alüminyum.....	88
5.21. Toplam Demir.....	89
5.22. Çinko.....	90
5.23. Krom.....	90
5.24. Mangan.....	91
5.25. Siyanür (CN).....	91
5.26. Florür.....	92
5.27. Bendimahi Çayı Su Kalitesinin Sınıflandırılması ve Kullanımı.....	92
KAYNAKLAR.....	94
ÖZ GEÇMİŞ.....	102

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Ülkemizde ve farklı ülkelerde uygulanan içme suyu standartları.....	6
Çizelge 2.2. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....	7
Çizelge 2.3. Gökkuşaağı alabalığı yetiştiriciliğinde uygun su kalite kriterleri.....	12
Çizelge 3.1. Titrasyon sonucuna göre karbonat-bikarbonat çarpan değerleri	28
Çizelge 4.1. Bendimahi çayında zamana bağlı bulanıklık değerleri (NTU).....	40
Çizelge 4.2. Bendimahi çayında zamana bağlı su sıcaklıkları (°C).....	42
Çizelge 4.3. Bendimahi çayında aylara göre ÇO değerleri (mg/L).....	43
Çizelge 4.4. Bendimahi çayında aylara göre OD değerleri (%).....	44
Çizelge 4.5. Bendimahi çayında zamana bağlı pH değerleri.....	45
Çizelge 4.6. Bendimahi çayında aylara göre Eİ değerleri (µS/cm).....	46
Çizelge 4.7. Bendimahi çayında aylık tuzluluk değerleri.....	47
Çizelge 4.8. Bendimahi çayında zamana bağlı klorür (Cl ⁻) değerleri (mg/L).....	48
Çizelge 4.9. Bendimahi çayında zamana bağlı kalsiyum (Ca ⁺²) değerleri (mg/L).....	49
Çizelge 4.10. Bendimahi çayında aylara göre magnezyum (Mg ⁺²) değerleri	50
Çizelge 4.11. Bendimahi çayında toplam sertlik değerleri (mg/L CaCO ₃).....	51
Çizelge 4.12. Bendimahi çayında aylara göre bikarbonat (HCO ₃ ⁻) değerleri.....	53
Çizelge 4.13. Bendimahi çayında toplam alkalinite değerleri (mg/L).....	54
Çizelge 4.14. Bendimahi çayında aylık nitrat (NO ₃ ⁻) değerleri (mg/L).....	55
Çizelge 4.15. Bendimahi çayında aylık nitrat azotu (NO ₃ -N) değerleri (mg/L).....	56
Çizelge 4.16. Bendimahi çayında aylık nitrit (NO ₂ ⁻) değerleri (µg/L).....	57
Çizelge 4.17. Bendimahi çayında aylık nitrit azotu (NO ₂ -N) değerleri (µg/L).....	58
Çizelge 4.18. Bendimahi çayında aylık amonyum (NH ₄ ⁺) değerleri (mg/L).....	59
Çizelge 4.19. Bendimahi çayında aylık amonyak (NH ₃) değerleri (mg/L).....	60
Çizelge 4.20. Bendimahi çayında aylık amonyak azotu (NH ₃ -N) değerleri.....	61
Çizelge 4.21. Bendimahi çayında aylık ortofosfat (PO ₄ ⁻) değerleri (mg/L).....	61
Çizelge 4.22. Bendimahi çayında aylık fosfor (P) değerleri (mg/L).....	62
Çizelge 4.23. Bendimahi çayında aylık fosfor pentoksit (P ₂ O ₅) değerleri (mg/L).....	63
Çizelge 4.24. Bendimahi çayında aylık sülfat(SO ₄ ⁻) değerleri (mg/L).....	64

Çizelge 4.25. Bendimahi çayında aylık potasyum (K^+) değerleri (mg/L).....	65
Çizelge 4.26. Bendimahi çayında aylık bakır (Cu) değerleri ($\mu\text{g/L}$).....	66
Çizelge 4.27. Bendimahi çayında aylık alüminyum (Al) değerleri ($\mu\text{g/L}$).....	67
Çizelge 4.28. Bendimahi çayında aylık toplam demir (Fe^{+2}) değerleri (mg/L).....	68
Çizelge 4.29. Bendimahi çayında aylık çinko (Zn) değerleri ($\mu\text{g/L}$).....	69
Çizelge 4.30. Bendimahi çayında aylık krom (Cr^{+6}) değerleri ($\mu\text{g/L}$).....	70
Çizelge 4.31. Bendimahi çayında aylık mangan (Mn^{+2}) değerleri (mg/L).....	71
Çizelge 4.32. Bendimahi çayında aylık siyanür (CN^-) değerleri ($\mu\text{g/L}$).....	72
Çizelge 4.33. Bendimahi çayında aylık florür (F^-) değerleri (mg/L).....	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		Sayfa
Şekil 3.1.	Bendimahi çayı çalışma alanı ve örnekleme noktaları.....	20
Şekil 3.2.	Bendimahi çayı 1.örnekleme noktası (Kaz Gölü).....	21
Şekil 3.3.	Bendimahi çayı 2.örnekleme noktası (Sarı su).....	21
Şekil 3.4.	Bendimahi çayı 3.örnekleme noktası (Huni çayı).....	22
Şekil 3.5.	Bendimahi çayı 4.örnekleme noktası (Regülatör I).....	22
Şekil 3.6.	Bendimahi çayı 5.örnekleme noktası (Regülatör II).....	23
Şekil 3.7.	Bendimahi çayı 6.örnekleme noktası (Karahan Mansabı).....	24
Şekil 3.8.	HACH DR 5000 lange spektrofotometre.....	25
Şekil 3.9.	HACH HQ 40d multimetre cihazı.....	26
Şekil 3.10.	HACH 2100Q turbidimetre cihazı.....	26
Şekil 4.1.	Kaz Gölü kaynak başlangıcı.....	33
Şekil 4.2.	Sarısuyun karıştığı nokta.....	33
Şekil 4.3.	Ocak 2013'te akarsuyun Sarısu örnekleme noktasında donması.....	33
Şekil 4.4.	Huni çayı.....	34
Şekil 4.5.	Huni çayı (Oruçlar mezrası).....	34
Şekil 4.6.	Balık restaurantı çıkışı.....	35
Şekil 4.7.	Yassitepe sazlığı.....	35
Şekil 4.8.	Regülatör I örnekleme noktası.....	36
Şekil 4.9.	Regülatör I su çıkışı.....	36
Şekil 4.10.	Regülatör II örnekleme noktası.....	37
Şekil 4.11.	Regülatör II su çıkışı.....	37
Şekil 4.12.	Karahan mansabı.....	38
Şekil 4.13.	Kaz Gölü'nde bulanıklık.....	38
Şekil 4.14.	Sarısu'da bulanıklık.....	39
Şekil 4.15.	Huni çayında bulanıklık.....	39
Şekil 4.16.	Regülatör I'de bulanıklık.....	39
Şekil 4.17.	Regülatör II'de bulanıklık.....	40
Şekil 4.18.	Karahan mansabı'nda bulanıklık.....	40

Şekil 4.19.	Bendimahi çayında bulanıklığın aylara göre değişimi.....	41
Şekil 4.20.	Bendimahi çayında su sıcaklığının zamana göre değişimi.....	42
Şekil 4.21.	Bendimahi çayında CO' in zamana göre değişimi.....	43
Şekil 4.22.	Bendimahi çayında OD'nun zamana göre değişimi.....	44
Şekil 4.23.	Bendimahi çayında pH'nın zamana göre değişimi.....	45
Şekil 4.24.	Bendimahi çayında $\text{Eİ}'$ in zamana göre değişimi.....	46
Şekil 4.25.	Bendimahi çayında tuzluluğun zamana göre değişimi.....	47
Şekil 4.26.	Bendimahi çayında zamana bağlı klorür (Cl^-) değerleri.....	48
Şekil 4.27.	Bendimahi çayında kalsiyumun (Ca^{+2}) zamana göre değişimi.....	49
Şekil 4.28.	Bendimahi çayında magnezyumun (Mg^{+2}) zamana göre değişimi.....	51
Şekil 4.29.	Bendimahi çayında toplam sertliğin zamana göre değişimi.....	52
Şekil 4.30.	Bendimahi çayında bikarbonatın (HCO_3^-) zamana göre değişimi.....	53
Şekil 4.31.	Bendimahi çayında toplam alkalinite değişimi.....	54
Şekil 4.32.	Bendimahi çayında nitratın (NO_3^-) zamana göre değişimi.....	55
Şekil 4.33.	Bendimahi çayında nitritin (NO_2^-) zamana göre değişimi.....	57
Şekil 4.34.	Bendimahi çayında amonyumun (NH_4^+) zamana göre değişimi.....	59
Şekil 4.35.	Bendimahi çayında amonyağın (NH_3) Zamana göre değişimi.....	60
Şekil 4.36.	Bendimahi çayında ortofosfatın (PO_4^-) zamana göre değişimi.....	62
Şekil 4.37.	Bendimahi çayında sülfatın (SO_4^-) zamana göre değişimi.....	64
Şekil 4.38.	Bendimahi çayında potasyumun (K^+) zamana göre değişimi.....	65
Şekil 4.39.	Bendimahi çayında bakırın (Cu) zamana göre değişimi.....	66
Şekil 4.40.	Bendimahi çayında alüminyumun (Al) zamana göre değişimi.....	67
Şekil 4.41.	Bendimahi çayında toplam demirin (Fe^{+2}) zamana göre değişimi.....	69
Şekil 4.42.	Bendimahi çayında çinkonun (Zn) zamana göre değişimi.....	70
Şekil 4.43.	Bendimahi çayında kromun (Cr^{+6}) zamana göre değişimi.....	71
Şekil 4.44.	Bendimahi çayında manganın (Mn^{+2}) zamana göre değişimi.....	72
Şekil 4.45.	Bendimahi çayında siyanürün (CN^-) zamana göre değişimi.....	73
Şekil 4.46.	Bendimahi çayında florürün (F^-) zamana göre değişimi.....	74

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

'	Dakika
°	Derece

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
AKM	Askıda Katı Madde
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
ÇO	Çözünmüş oksijen
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
Eİ	Elektriksel iletkenlik
EMS	En Muhtemel Sayı
EPA	ABD Çevre Koruma Örgütü
FS°	Fransız Sertliği
GL	Tavsiye Edilen Değer
GMT	Gıda Maddeleri Tüzüğü
HES	Hidro Elektrik Santrali
İTASY	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MAC	Müsaade Edilebilecek Maksimum Değer
MBAS	Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeler
NTU	Newton Turbidity Unit (Bulanıklık ölçüm birimi)
OD	Oksijen Doymuşluğu (saturasyon)
RSC	Artık Sodyum Karbonat Konsantrasyonu
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SAR	Sodyum Adsorbsiyon Oranı
TDS	Toplam Çözünmüş Katı Madde
TS 266	Türk Standartları Enstitüsü İçme Suları Standardı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
t°dH	Alman Sertlik Birimi

1. GİRİŞ

Su, canlıların hayatından vazgeçilmez temel maddelerin başında gelir. Dünya üzerinde yaşayan tüm canlılar, hayatlarını devam ettirebilmek için suya muhtaçtır. Günümüzde Afrika kıtasında yaşayan insanların ve diğer canlıların ne denli suya ve diğer kullanılabilir kaynaklara muhtaç olduğu aşikârdır. Canlılar günlerce aç kalabilir fakat susuzluğa toleransları oldukça azdır. Bu örnek, yeryüzünde bulunan kullanılabilir kaynakların önemini bir kez daha vurgulamak için çok önemlidir.

Su kaynakları; başta içme suyu olmak üzere, tarımsal sulama ve balık yetiştiriciliği faaliyetleri ile her türlü endüstriyel faaliyette, insanların rekreatif ihtiyaçlarının giderilmesi gibi birçok alanda oldukça önemlidir. Bu hususta kirlenme etkisi olan maddelerin, mümkün olduğunca suya deşarj edilmemesi, atıklarını uzaklaştırılması için başta akarsular ve nehirler olmak üzere su kaynaklarının tercih edilmemesi ve mümkünse başka yollardan uzaklaştırılması önem arz etmektedir.

Su, deniz ve okyanuslar, akarsular ve göller, kar ve buzullar olarak yeryüzünün dörtte üçünü kaplar. Gezegenimizdeki suyun tamamı hidrosferi oluşturur. Yeryüzündeki suyun homojen olarak dağıldığı varsayıldığında bu su miktarı dünyamızı tamamen saran ve derinliği 3000 m'yi bulan bir su katmanını oluşturabilir. Ancak bu kadar büyük su miktarının büyük bir bölümü tuzludur veya buzul halindedir. Kullanılabilir tatlı su miktarı oldukça az ve sınırlıdır (Cirik ve Cirik, 2005).

Bugün, dünyadaki sular kirlenme ve yok olma tehlikesi altındadır. Bu duruma sebep olarak; evsel ve endüstriyel atıkları, turizm faaliyetleri ve bunlara ilave olarak küresel ısınmanın meydana getirdiği iklim değişikliklerini ve kuraklığı göstermek mümkündür. Bu olumsuz faktörler sonucunda su kaynakları hızlı bir şekilde azalmaktadır. Tatlısu kaynaklarımızın su kalitesini belirlemede kombine su kalitesi parametrelerinden yararlanılabilir. Yalnızca su kalitesi parametrelerine bakmanın yanında, biyolojik indikatörlere de bakılabilir. Bu amaçla, hem su tabanında yaşayan makroomurgasız canlıların, hem sudaki mikroskobik alg ve zooplanktonların, hem de kıyıdağı makrofitlerin tür kompozisyonu incelenebilir. Böylelikle, su kirliliğinin söz konusu su kaynağı üzerine yaptığı olumsuz etkilerin kalıcı sonuçları gözlemlenebilir. Ancak bu tip çalışmaların, aylık olarak en az bir yıl boyunca ve geniş laboratuvar

olanakları eşliğinde optimum istasyon sayısı belirlendikten sonra yapılması önerilir (Küçük, 2007).

Günümüzde yüksek nüfus artışıyla birlikte kirlilik sorunu ortaya çıkmıştır. Bu sorun, tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de gün geçtikçe artmaktadır. Suya duyulan ihtiyacın artması nedeniyle, tatlı su kaynaklarının fiziko-kimyasal özelliklerinin bilinmesi, onların planlı bir şekilde kullanılabilmesi için son derece büyük önem taşımaktadır (Küçükyılmaz ve ark., 2010).

Sulak alanlar; gerek ekolojik dengenin sağlanmasında gerekse biyolojik çeşitliliğin korunmasında büyük önem taşırlar ve ülke ekonomisine çok büyük katkıları olduğu açıktır (Can ve Taş, 2012; Mutlu ve ark., 2013a).

Tatlısuyun %69.5’u kutuplarda buzul olarak bulunmaktadır; %30.1’i yeraltı suyu, kalan %0.4’ü ise atmosfer suları ve yüzey sularıdır. Yüzeyde bulunan tatlısu oranının düşük olması, kolaylıkla yararlanabilecek elverişli miktarın az olduğunu göstermektedir. Tipik su kaynaklarından biri olan akarsu ve göllerdeki su miktarının, dünyadaki toplam mevcut su miktarına oranı yaklaşık %0.15’tur. Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1,500 m³ civarında olup, ülkemiz su kısıtı bulunan ülkeler arasında yer almaktadır. Gelecek için içme-kullanma suyu tüketimi tahmininde, ülkemizin bugün için %1.35 olan nüfus artış hızının azalarak devam edeceği göz önünde bulundurularak, 2030 yılında nüfusun 100 milyona ulaşması beklenmektedir. Bu durumda, 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1,100 m³/yıl civarında olacağı söylenebilir. Ayrıca 2000 yılı itibariyle takriben yıllık 5 milyar m³ olan içme-kullanma suyu ihtiyacının, 2030 yılında 18 milyar m³’e ulaşacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2014a).

Yeryüzündeki yaşamı tehdit eden küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle son yüz yıl içerisinde yeryüzünde sıcaklığın 0.7-0.8 °C civarında arttığı tespit edilmiştir. Şayet gerekli önlemler alınmaz ise, sıcaklıktaki yükselmenin artarak devam edeceği tahmin edilmektedir. Bu durum da, zaten azalan buzulların giderek daha da azalmasına, denizlerin su seviyelerinde yükselmelere, orman yayılımlarında azalmaya, çölleşmeye, düzensiz yağışlara sel baskınlarına, kasırga gibi doğal afetlerde artışlara neden olması muhtemeldir. Denizlerimizde yaşayan balık türlerinde de önemli değişikliklerin olması beklenmektedir. Bazı balık türleri, kendileri için daha uygun yaşam alanı oluşturan başka su kaynaklarına göç etmek zorunda kalacaklardır (Sağlam ve ark., 2008).

Günümüzde küresel iklim değışikliği, sanayileşme ve hızlı nüfus artışına bağlı olarak gittikçe azalan ve kullanılamaz hale gelen mevcut su kaynakları, insanları içme, kullanma ve sulama amaçları doğrultusunda yer altı sularını korumaya ve doğru kullanmaya yönlendirmiştir (Varol ve ark., 2008).

Bir havzanın rakımı, büyüklüğü, havza ana su kaynağının akış yönü ve akış hızı, engebeli veya düz oluşu, bitki örtüsü, yağış ve iklim karakteristikleri su kalitesini etkiler. Havzada yer alan arazilerin kullanım şekilleri özellikle doğal yapıya olan ciddi müdahaleler, havza su kaynaklarının kalitesini etkiler. Su kaynakları üzerinde inşa edilen engeller, barajlarda suyun biriktirilmesi ve sulak alanların kurutulması da kalite üzerine etkilidir (Çetinkaya, 2003).

Bendimahi Çayı, Van Gölü havzası'nın debisi en yüksek akarsuyudur. Kaynağı Tendürek Dağı'nın eteklerinde bulunan Çaldıran ilçesi sınırlarında olan Kaz Gölü'dür. Çok sayıda kola ayrılarak Çaldıran ovasını sular. Kaz Gölü'nden çıkış ayağıyla akmaya başlayan sular Huni Çayı ile birleşerek debisini yükseltir ve Çaldıran ilçesine bağlı olan Kalkandelen ve Yassitepe köylerinde sazlık alanlar oluşturan ve kuşlara barınak olan gölcükler oluşturarak akışına devam eder. Bu gölcüklerden çıkan su, akışına birkaç kola ayrılarak devam eder ve sonra birleşerek Bendimahi Çayı'nı oluşturur. Çay, Muradiye ilçesi doğrultusunda akışına devam eder ve bu bölgede egzotik bir görünüme ve turistik öneme sahip olan Muradiye Şelalesi'ni oluşturur. Çay, akışı boyunca irili ufaklı kanyonlar oluşturarak Van Gölü'ne doğru ilerler. Bendimahi Çayı son olarak Karahan Köyü mansabı'ndan Van Gölü'ne karışır.

Bu çalışma, Bendimahi Çayı'nın su kalite kriterlerinin ve varsa kirlilik düzeyinin belirlenmesi ve ortamdaki sorunlara çözüm bularak, yönetimine bir katkı sağlanması amacı ile yapılmıştır. Bendimahi Çayı'nın mevcut durumunun, su kalitesi parametreleri incelenmiş ve içme, kullanma, balıkçılık ve sulama açısından kullanılabilirliği belirlenmiştir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Kimyasal parametre ölçümleri, bir akarsuya ait kısa süreli su kalitesi sonuçlarını verir. Bu ölçümler, o istasyonda o andaki su kalitesi hakkında bir fikir verir. Ancak sık aralıklarla yapıldığı takdirde kimyasal ölçümlerle bir veri tabanı oluşturulabilir ve su kalitesinde meydana gelen değişimler gözlemlenebilir (Küçük, 2007).

Bir su kaynağının amaçlara uygun olarak kullanılabilmesi için periyodik olarak izlenmesi gerekir. Verileri tam olarak değerlendirecek şekilde yönetilen bir izleme programı, çevresel yönetim için oldukça yararlı bilgiler sağlar (Ünlü ve ark., 2008).

Taşdemir ve Göksu (2001), Asi Nehri'nin su kalitesini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada Çözünmüş Oksijen, pH, sıcaklık, Elektriksel İletkenlik, Kimyasal Oksijen İhtiyacı, amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat, askıda katı madde, toplam sertlik, silis parametreleri belirlenmiş; Asi Nehri su örneklerinde, en düşük ve en yüksek değerleri ÇO için 2.6-9.9 mg/L; sıcaklık için 6.8-29.8 °C; pH için 7.4-8.9; Eİ için 250-1250 µmhos/cm; KOİ için 12.8-464 mg/L; PO₄⁻³-P için 0.002-2.44 mg/L; Si için 0.53-1.12 mg/L; NH₄⁺-N için 0.02-1.98 mg/L; NO₂⁻-N için 0.002-0.42 mg/L; NO₃⁻-N için 0.0003-4.91 mg/L; sertlik için 34-92 mg/L CaCO₃; AKM için 1-381 mg/L olarak bildirmişlerdir. Asi Nehri'nin az kirli sular sınıfında, olası kirlenme tehdidi altında olduğu sonucuna varmışlardır.

Akarsu ortamına atık su girdisi olması durumunda, suda, doğal bir arıtım işlemi başlar. Bu süreç, akarsuyun özellikleri ve iklim koşulları ile yakından ilgilidir. Yavaş akan ve havuzlanma özelliği gösteren akarsuların havalanma hızı yavaş olduğundan, doğal arıtım uzun sürmektedir. Sığ ve dik akarsu yatakları iyi bir havalanma sağlar. Normal olarak atık asimilasyonu için ülkemiz koşullarında en kritik durum, düşük akım koşulları ve yüksek su sıcaklığının olduğu yaz ve güz mevsimlerinde oluşmaktadır. Akarsularda oksijen, atmosferden havalanma yoluyla kazanıldığından, akarsuyun kendi kendini temizleme kapasitesi; akarsuyun debisi, zaman, su sıcaklığı ve havalanma ile ilgilidir (Akyurt ve Ayık, 1995).

Ağır metaller, doğal sularda eser miktarda bulunurken, insan faaliyetleri sonucu özellikle endüstriyel atık suların karışmasıyla, sulardaki konsantrasyonları artar ve beslenme zincirinin üst seviyelerinde birikimleri artar (Kır ve Tumantozlu, 2012).

Karakaya Baraj Gölü'nde yapılan çalışmada sıcaklık, pH, Eİ, ÇO, bulanıklık, toplam fosfor, nitrat, nitrit, amonyak, sülfat, fosfat ve KOİ incelenmiş, elde edilen veriler Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği'ne (SKKY) göre değerlendirilmiş ve genel olarak Karakaya Baraj Gölü sularının I. sınıf yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığı, Yönetmelikte I. sınıfa dahil olan suların yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar, alabalık üretimi, hayvan üretimi, çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar için uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Küçükylmaz ve ark., 2010).

Ağaoğlu ve ark. (1999), Van Merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçelerinde bulunan kaynak sularını mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal yönden inceleyerek, Gıda Maddeleri Tüzüğü (GMT) ve Türk Standartları Enstitüsü İçme Suları Standardına (TS 266) uygunluklarının araştırmışlardır. Çalışmada, 15 kaynaktan 30 adet su örneği alınmış ve örneklerin %33.3'ünde koliform grubu mikroorganizma tespit edilmiştir. Örneklerde pH 7.45, toplam sertlik 17.66 FS,^o toplam alkalinite 134.67 mg/L, kalsiyum 58.40 mg/L, magnezyum 6.66 mg/L, klorür 34.10 mg/L, toplam organik madde 1.31 mg/L ve bikarbonat 134.67 mg/L olarak saptanmıştır. Kaynak sularının hiçbirinde amonyak, demir ve karbonat bulunmamasına karşın, %20'sinin nitrit içerdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, suların %40'ı GMT'ye, kimyasal yönden ise tamamı GMT ve TS 266'ya uygunluk göstermemiştir.

İçilebilir nitelikteki su miktarındaki azalış, beraberinde iyi bir denetimi de zorunlu hale getirmiştir. Ülkeden ülkeye değişebilen içme suyu standartları, içme sularında izin verilebilecek maksimum kirletici konsantrasyonlarını belirler. Bu durum, farklı ülkelerde güvenli içme suyu kavramının farklı anlaşılmasına neden olmuştur. Bazı uluslararası ve ulusal içme suyu standartları, Türk İçme Suyu Standartları (Çizelge 2.1) ile karşılaştırılmıştır (Türkman ve ark., 1999).

Çiçek ve Koparal (2001), Porsuk Baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio*, *Barbus plebejus* balıklarında ve baraj suyunda, ağır metallere kurşun, krom ve kadmiyum seviyelerini inceledikleri çalışmada, balık dokularında kurşun ve krom, ölçüm duyarlılığının altında olduğunu belirlemişler. Kadmiyum değerlerini ise balık ve yumuşakçalar için önerilen değerlerin üzerinde bulmuşlardır.

Kayar ve Çelik (2003), yaptığı araştırmada, Gediz Nehri'nin Manisa bölümünde bazı ağır metal iyonu derişimleri ile pH, ÇO, sıcaklık, renk ve iletkenlik ölçülmüş ve en yüksek derişimleri Karaçay'da 1.0 mg/L Pb, Muradiye Köprüsü'nde 0.09 mg/L Cr, 2.70

mg/L Ba, 3.9 mg/L Al; İstanbul Köprüsü'nde 0,04 mg/L Cd, 0.39 mg/L Cu, Nif Çayı'nda 0.90 mg/L Ni; tüm istasyonlarda ortalama olarak 1.0 mg/L Fe ve 3.15 mg/L Zn, Karaçay'da Oksijen Doymuşluğu (OD) % 24, pH 8.35 olarak bulunmuş, ayrıca ÇO ise 3.5 mg/L bulunmuştur. Elde edilen verilerle, nehir suyunun III. sınıf bir sulama suyu kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Gediz Nehri kirliliğini önlemek için alınması gerekli tedbirler önerilmiştir.

Çizelge 2.1. Ülkemizde ve farklı ülkelerde uygulanan içme suyu standartları

Kirlenici	TSE 1997		AB	Almanya		ABD		
	Birim	GL		MAC	GL	MAC	GL	MAC
Fizikokimyasal Özellikler								
Sıcaklık	°C	12	25					
pH		6.5-8.5	6.5-9.2				6.5-8.5	
Renk	R birimi	1	20	-			15	
Bulanıklık	JTU	5	25	-				
Eİ	µS/cm	400	2000	2500				
Serbest Klor	mg/L	0.1	0.5					
Sülfatlar	mg/L	25	250	250			250	
Kalsiyum	mg/L	100	200					
Magnezyum	mg/L	30	50					
Sodyum	mg/L	20	175	200				
Potasyum	mg/L	10	12					
Alüminyum	mg/L	0.05	0.2	0.2			0.2	
Suda Fazla Miktarda Bulunması İstenmeyen Maddeler								
Nitratlar	mg/L	25	50	50	2	50	44	44
Nitritler	mg/L	-	0.1	0.5	0.02	0.1	33	33
Amonyum	mg/L	0.05	0.5	0.5				
AKM	mg/L	-	1					
Bor	µg/L	1000	2000	1000				
Demir	µg/L	50	200	200			300	
Mangan	µg/L	20	50	50			50	
Bakır	µg/L	100	3000	2000			1300	1300
Çinko	µg/L	100	5000					500
Fosfor	µg/L	400	5000					
Florür	µg/L	-	1500	1500	200	1500	4000	4000
Baryum	µg/L	100	300				2000	2000
Gümüş	µg/L	-	10					100

*GL (Guide Level) : Tavsiye edilen değer

**MAC (Maximum admissible concentration): Müsaade edilebilen maksimum değer

Kara ve Çömlekçioğlu (2004), Karaçay'da (Kahramanmaraş) güzergahı üzerinde tarım arazilerinin bulunduğunu ve bu arazilerde kullanılan sulama sularının çaya karıştığını, ayrıca köy, Sütçü İmam Üniversitesi Kampüsü'nün, Altınbaşlar kasabasının kanalizasyon suları ile birçok fabrika atık sularının doğrudan ya da dolaylı bir şekilde

akarsuya karıştığı ve su kalitesini önemli derecede olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Anonim (2003), İç sulardaki su kalite kriterlerini sınıflandırmıştır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal parametreler				
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) ÇO (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁻ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri ^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁶⁺ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁻ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

*EMS : En Muhtemel Sayı

Kalyoncu ve ark. (2004), Ağlasun Deresi'nde Nisan 1995-Mart 1996 tarihleri arasında yapılan çalışmada, epilitik alg örnekleri toplanmış ve su numuneleri alınmıştır. Epilitik alglerden 75 takson elde edilmiş, her istasyon için epilitik algere göre su kalitesi tayini yapılmış ve istasyonlarda belirlenen taksonların sıklık ve baskınlıkları belirlenmiştir. Fizikokimyasal verilere göre de su kalitesi tayini yapılmış ve her iki indekse göre de akarsuda iki farklı su kalitesi basamağı tespit edilmiştir. 1. İstasyon epilitik algere göre I. su kalite seviyesinde, 2. ve 3. İstasyonların da I-II. su kalite seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Epilitik algere uygulanan saprobi indeksi sonuçları fizikokimyasal verilere göre iyi yönde yarım su kalitesi basamağı sapma göstermiştir. Ayrıca her istasyonda epilitik alg çeşitliliği hesaplanmış, çeşitlilik değerlerinde su kalitesi ile bağlantılı olduğu ve kirlilik durumu arttıkça çeşitliliğin azaldığı bildirilmiştir.

Yılmaz (2004), Mumcular Barajı'nın (Bodrum), fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çalışmada, su sıcaklığı 11.5-30.6 °C, pH 7.6-9.0, ÇO 3.1-10.2 mg/L, BOİ 0-6.6 mg/L, amonyum 0-2.76 mg/L, fosfat 0-1.5 mg/L, sülfat 0-180 mg/L, klorid 0.3-3.2 mg/L, asit bağlama yeteneği 1.9-8.2, toplam sertlik 6.9-22.1 mg/L, toplam alkalinite 98-260 mg/L, kalsiyum 49.3-157.8 mg/L, magnezyum 29.5-94.6 mg/L, kondüktivite 114-623 µS/cm, buharlaşma kalıntısı 86-467 mg/L, seki disk derinliği 35-130 cm, türbidite 2.5-26 NTU, renk 4-40 arasında bulunmuştur. Çalışma sonunda ılıman bir tatlı su gölü olan barajın iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu, önemli bir kirlilik problemi olmadığı, ancak bazı mineral tuzların yetersizliği ve su kıtlığı sıkıntıları olduğunu bildirilmiştir.

Dirican ve Barlas (2005), Dipsiz ve Çine Çayı'nın fiziko-kimyasal özellikleri ve mevcut balık türlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, su sıcaklığı 8.1-20.1 °C, Eİ 434-989 µS/cm, pH 7.11-8.4, ÇO 4.1-10.7 mg/L, BOİ 0.5-6.9 mg/L, amonyum 0-1.8 mg/L, nitrit 0-0.15 mg/L, nitrat 5-80 mg/L, klorür 15-45 mg/L, toplam sertlik 9-21.4 °dH, asit bağlama yeteneği 3.1-13.2 mmol/L, kalsiyum 64.2-153.7 mg/L ve magnezyum 38.5-91.5 mg/L olarak belirlemişlerdir. Elde edilen fiziko-kimyasal veriler değerlendirilerek, Dipsiz ve Çine Çayı'nda seçilen 7 istasyondan 1, 2, 3 ve 4. istasyonlar II. sınıf, 5, 6 ve 7. İstasyonların ise II. ve III. sınıf su kalitesine sahip olduğu bildirilmiştir.

Kalyoncu (2006), Isparta Deresi'nin su kalite değişimlerinin fizikokimyasal analiz sonuçlarına ve epilitik diatomlara göre belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen

çalışmada, 1995-1996 yıllarında epilitik diatomelere ait 44 takson, 2000-2001 periyodunda ise 43 takson belirlemiştir. Su kalite seviyesi olarak I. istasyon oligosaprobik (I), II. ve III. istasyonlar organik olarak kritik derecede kirlenmiş (II-III. su kalite sınıfı) akarsu bölümüne dahil edilmiştir. İki periyot arasında geçen zaman sürecinde, akarsuda kirliliğin saprobi indekse göre yarım basamak negatif yönde değiştiği bildirilmiştir. Saprobi indekse göre yapılan su kalitesi tayini fizikokimyasal değişkenlere göre yapılan su kalitesi tayinine göre yarım saprobi basamağı pozitif yönde sapma göstermiş, her iki indeks sonuçlarının birbirini desteklediğini bildirmiştir.

İçağa ve ark. (2006), Akarçay havzasının yüzey sularının fiziksel ve inorganik kimyasal parametrelerinin kıta içi su kaynakları kalite kriterlerine göre su kalitesi sınıflarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, pH 8.05, ÇO 7.19 mg/L, klorür iyonu 120.28 mg/L, sülfat iyonu 162.72 mg/L, amonyum 6.32 mg/L, nitrit 0.34 mg/L, nitrat 0.74 mg/L, toplam fosfor 18.57 mg/L, toplam çözünmüş madde 823.40 mg/L, sodyum 156.04 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tepe ve ark. (2006a), Hasan Çayı'nın bazı su kalitesi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Mayıs 2003-Nisan 2004 tarihleri arasında yapmış oldukları çalışmada; pH, sıcaklık, ÇO, tuzluluk, KOİ, toplam alkalinite ve sertlik, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silisyum ve askıda katı madde değerleri 12 ay boyunca aylık olarak incelemişler ve çayın alabalık gibi soğuk su türlerinin yetiştiriciliği için uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Tepe ve ark. (2006b), Mayıs 2003-Nisan 2004 arasında yaptıkları çalışmada Karagöl'ün su kalitesi özelliklerinden pH, ÇO, sıcaklık, tuzluluk, KOİ, toplam alkalinite ve sertlik, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silisyum ve AKM analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak gölün alabalık yetiştiriciliği için uygun olmadığı ancak sazan, tilapia gibi ılıman su türleri için uygun olduğu belirlenmiştir.

Başaran ve Egemen (2006), Temmuz 2000-Eylül 2001 arasında Eğrigöl'de yapılan çalışmada su sıcaklığı 8.3-21.1 °C, pH 8.07-8.84, Eİ 210-291 µS/cm, ÇO 4.3-11.7 mg/L, geçici sertlik 6.2-9.0 °dH, bikarbonat 103.7-195.2 mg/L, toplam sertlik 240-720 mg/L CaCO₃, kalsiyum 32.1-160.3 mg/L, magnezyum 26.8-114.1 mg/L, nitrit 0.49-4.90 µg/L, nitrat 1.12-38.70 µg/L, amonyum 3.08-48.28 µg/L, fosfat 0.92-24.13 µg/L, silis 24.13-181.20 µg/L ve klorofil-a 0.27-2.53 µg/L arasında değiştiği saptanmış I. sınıf karakterde ve oligotrofik özellikte olduğu bildirilmiştir.

Cantürk (2007), Van Gölü'ne dökülen Akköprü Deresi'nin su kalitesi kriterlerini araştırdığı çalışmada, ortalama debi $0.657 \text{ m}^3/\text{sn}$, su sıcaklığı $12.3 \text{ }^\circ\text{C}$, Eİ $692 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$, pH 8.28 , kalsiyum 100 mg/L , magnezyum 66.03 mg/L , toplam sertlik 474.9 mg/L , toplam alkalinite 321.08 mg/L , bikarbonat 391.7 mg/L , klorür 44.77 mg/L , ÇO 8.2 mg/L , OD % 98.8 , ortofosfat 0.11 mg/L , nitrat 8.0 mg/L , nitrit 0.07 mg/L , amonyum azotu 0.214 mg/L olarak belirlenmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, derenin akış rejiminin çok düzensiz olduğu, suyun I. ve II. kalite sınıflarına girdiği ve bazı parametreler yönünden dere suyunda kirlenmenin başladığını tespit etmiştir.

Arslan ve ark. (2007), Bafra Ovası'nda sulama amaçlı kullanılan yer altı sularının kalitelerini belirlemek amacıyla, Haziran-Ağustos 2005'te alınan örnekler üzerinde Eİ, pH, sodyum, kalsiyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum, karbonat, klor ve sülfat değerleri belirlenmiş, sulama sularının Sodyum Absorbsiyon Oranı (SAR) ve artık sodyum karbonat konsantrasyonu (RSC) değerleri hesaplanmıştır. Kuyulardan bir tanesinin sulama suyu kalitesinin yüksek tuzlu ve düşük sodyum oranına sahip, iki tanesinin yüksek tuzlu ve orta sodyum oranına sahip, bir tanesinin çok yüksek tuzlu, bir tanesinin yüksek tuzlu ve beş tanesinin ise çok yüksek tuzlu olduğunu belirlemişlerdir. Klor bakımından ise bir tane kuyunun sorun içermediğini, iki tanesinin orta duyarlı bitkilerin sulanmasında ve yedi tanesinin ise dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabileceğini belirlemişlerdir. Su örneklerinin pH değerleri 6.6 ile 8.3 arasında değişmekte olup, 5 ve 6 nolu kuyuların RSC değeri 2.5 'den yüksek çıktığı belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre araştırma yaptıkları istasyonlardan 5 ve 6 nolu kuyulardaki suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğunu bildirmişlerdir.

Küçük (2007), Büyük Menderes Nehri'nin su kalitesini değerlendirmek için fiziksel, kimyasal, organik, inorganik ve bakteriyolojik parametreleri incelemiştir. İyonlaşmamış amonyak nitrojen değerinin en yüksek Sarayköy'de 2.7 mg/L olduğu, Toplam sertlik değerlerini en yüksek Sarayköy 993 mg/L CaCO_3 ve Nazilli'de 831 mg/L CaCO_3 gözlemlediği, Kalsiyum ve magnezyum değerleri sırasıyla Sarayköy'de 172 mg/L ve 103.4 mg/L , Nazilli'de 174.4 mg/L ve 116.7 mg/L değerlerine kadar yükseldiğini, BOİ Sarayköy'de 44.7 mg/L 'lere çıktığı, KOİ Sarayköy'de 126.7 mg/L 'ye ulaştığı, Sülfat ortalama değeri Nazilli'de 486.9 mg/L 'ye yükseldiği, bor Sarayköy ve Aydın'da 0.3 mg/L 'ye Nazilli'de 0.6 mg/L 'ye kadar arttığını tespit etmiştir. Sonuçta, parametrelere bakarak suyun en çok Sarayköy ve Nazilli yörelerinde kirlenmiş

olduğunu, su kalitesinin Büyük Menderes Nehri'nde düşük olduğunu bildirmiştir.

Özdemir ve ark. (2007), Dalaman Çayı (Muğla) üzerinde kurulu olan Bereket hidro-elektrik santrali baraj göllerinin, su kalitesinin ve balık faunasının incelendiği çalışmada su sıcaklığı 13.0- 29.8 °C, pH 7.74-8.60, Eİ 502-837 µS/cm, klorür 0.1-1.8 mg/L, ÇO 4.05-9.80 mg/L, nitrat 0.12-2.80 mg/L, toplam sertlik 13.5-19.0 °dH ve fosfat 0-0.05 mg/L aralığında tespit edildiği bildirilmiştir. Fiziko-kimyasal verilerin değerlendirilmesiyle Bereket hidro-elektrik santrali baraj göllerinde seçilen istasyonların su kalite sınıfları SKKY'ne göre; sıcaklık, pH, klorür, fosfat değerleri bakımından 1. sınıf, ÇO bakımından 2. sınıf, nitrat değeri bakımından müsaade edilen sınırlar içinde ve toplam sertlik bakımından da “yumuşak sular” olarak belirlendiği, balık faunası olarak, *Capoeta capoeta bergamae*, *Leuciscus cephalus*, *Anguilla anguilla*, *Barbus plebejus escherichi* ve *Cyprinus carpio* türlerinin tespit edildiği ve Bereket hidro-elektrik baraj göllerinin ekolojik olarak değerlendirilmesi sonucunda ise, önemli bir kirlilik probleminin bulunmadığı bildirilmiştir.

İleri ve ark. (2007), Tahtalı Barajı (İzmir) su toplama havzasındaki yer altı suyu kalitesinin tespiti amacıyla yapılan çalışmada, 35 adet noktadan yer altı suyu örneği alarak temel fizikokimyasal parametreler ve ağır metal analizleri yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar ulusal ve uluslararası standartlar ile karşılaştırılarak havzanın yer altı suyu kalitesi açısından mevcut durumu tespit edilmiştir. Buna göre havzadaki yer altı sularının yerel olarak farklı kirlenme mekanizmalarının etkisinde olduğu belirlenmiştir. Özellikle, Menderes ilçesi yakınlarında Cumaovası yöresinde tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği, Kaynaklar ve Develi yakınlarında doğal arsenik kirliliği ve havza genelinde yer yer evsel ve endüstriyel kaynaklı kirlenmenin söz konusu olduğu tespit edilmiştir. Yüzeysel sular ile olan etkileşimi dikkate alındığında, Tahtalı havzası'nda yer altı suyu kalitesinin de İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından rutin olarak izlenmesi ve geliştirilecek havza yönetim planlarına dahil edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Ağaoğlu ve ark. (2007), Van bölgesi su kaynaklarında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmada, Van merkez ve ilçelerinde (Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş ve Edremit) bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından 366 adet su örneği alınmıştır. Ortalama nitrat düzeyleri sırasıyla 35.927 ve 24.752 ppm (kuyu), 5.158 (dere), 19.065 ve 14.610 ppm (kaynak/çeşme), 9.609 (musluk), 6.325 ve 7.390 ppm (depo) olarak belirlenmiştir. Nitrit

düzeyi; Van merkez ve ilçelerden alınan içme suyu örneklerinde genelde standartlara uygun 0.1 ppm'in altı bulunmuştur. Nitrit düzeyi, dere sularının tamamında 0.691 ppm ile 0.060 ppm arasında belirlenmiştir. Sonuç olarak; nitrat düzeyi yüksek suların uzun süre ve fazla miktarda kullanımının zehirlenmelere sebep olabileceğini belirtmişlerdir.

Ülkemizde son yıllarda gökkuşağı alabalığı üretimi de önemli derecede artış göstermiştir. Alabalık yetiştiriciliğinde su kalitesine ilişkin suda incelenmesi gereken çeşitli parametrelerin sınır değerleri Çizelge 2.3'de verilmiştir (Emre ve Kürüm, 2007).

Çizelge 2.3. Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde uygun su kalite kriterleri

Kriter	Sınır Değerleri
Sıcaklık	18 ve 20 °C'a kadar
ÇO	9.2-11.5 ve >5.5 mg/L–tam doygunluk; sofralık balıklar 6-9 ve >7 mg/L–tam doygunluk arası; yumurta ve anaçlar
pH	5-9.5 ve 5.5 - 8.5
Toplam alkalinite	10 – 400 mg/L CaCO ₃
Toplam sertlik	10 – 400 mg/L CaCO ₃
Kalsiyum	4 - 160 ve 4 – 400 mg/L
Amonyak	0.0125 mg/L'ye kadar
Amonyum	1.0 mg/L'ye kadar
Nitrit	0.1 mg/L'ye kadar yumuşak sularda 0.2 mg/L'ye kadar sert sularda
Nitrat	3 mg/L'ye kadar
Toplam askıda ve çökebilir katı madde	80 mg/L'ye kadar
Kimyasal oksijen gereksinimi	40 mg/L'ye kadar
Biyolojik oksijen gereksinimi	15 mg/L'ye kadar
Oksijen tüketimi	6 mg/L'ye kadar
Serbest CO ₂ (Larvalar için)	0 – 10 ve 15 mg/L'nin altında
Serbest CO ₂ (Sofralık balıklar için)	30 mg/L'nin altında
Toplam demir	0.5 mg/L'ye kadar Kuluçkahane için daha düşük olmalı: <0.15 mg/L
Kadmiyum	0.004 mg/L (yumuşak suda < 100 mg/L alkalinite) 0.003 mg/L (sert suda > 100 mg/L alkalinite)
Kurşun	0.03 mg/L'ye kadar
Civa	0.002 mg/L'ye kadar
Bakır	0.006 mg/L'ye kadar (yumuşak suda) 0.006 ve 0.005 mg/L'de anadrom balıklarda solungaç ATPaz'ı baskılayıp smoltifikasyonu önleyebilir
Çinko	0.03 (yumuşak suda), 0.05 mg/L (sert suda)'ye kadar

Kalyoncu ve ark. (2008a), Aksu Çayı'nın Şubat 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında sıcaklık, pH, Eİ, ÇO, bulanıklık, BOİ, toplam sertlik, amonyum azotu, nitrat azotu, ortofosfat, klorür, sülfat, kalsiyum, magnezyum parametrelerinin ölçümlerini yapmışlar, I. örnekleme noktasının iyi su kalitesi sınıfında olduğu, II. ve III. örnekleme noktalarının kirlilik yükü taşıdığı, ancak bu kirlilik yükünün diğer örnekleme noktalarında olumlu yönde değiştiği ve fizikokimyasal parametrelerin makroomurgasız çeşitliliği üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir.

Kalyoncu ve ark. (2008b), Aksu Çayı'nda Bacillariophyta'ya ait 80, Chlorophyta'ya ait 40, Cyanophyta'ya ait 15, Euglenophyta'ya ait 2 ve Rhodophyta'ya ait 1 takson olmak üzere toplam 138 takson belirlemiştir. Çayda epilitik alg çeşitliliğinin su kalitesine paralel olarak değişim gösterdiğini, alg çeşitliliği üzerinde en yüksek etkiye sahip olan fizikokimyasal değişken BOİ olduğunu ve bunu amonyum azotu, ortofosfat, nitrat azotu, sülfat ve klorür değişkenleri takip ettiğini bildirmiştir.

Gülle ve ark. (2008), Burdur Gölü'nde Aralık 2003-Kasım 2004 tarihleri arasında, aylık olarak, yüzeyden 30-60 m derinliğe kadar göl suyunun sıcaklık, pH, ÇO, Eİ ve tuzluluk değişimlerini ölçmüşlerdir. Ilık monomiktik tipteki gölün epilimnion sıcaklığı yıl boyunca 6-25.3 °C, hipolimnion sıcaklığı ise 6-8 °C arasında belirlemiştir. Gölde Mayıs-Ekim ayları arasında sıcaklık tabakalaşması saptamışlardır. Sıcaklık tabakalaşması sırasında ÇO dikey değişim eğrisinin klinograt tipte olduğunu bildirmiştir. Genellikle 20 m'den sonra ÇO içeriğinin ani biçimde düştüğü ve 24 m'den sonra anoksik koşulların egemen olduğu epilimnion tabakasının 0-7.5 m; termoklin tabakasının 7.5-12.5 m ve hipolimnion tabakasının 12.5 m'den sonraki derinlikleri kapsadığı belirtilmiştir. Yapılan ölçümlerde yüzey, 35 m ve 60 m'lerde pH 9.15, 9.35 ve 9.15, Eİ yüzeyde 28.9 µS/cm ve 60 m'de 30.86 µS/cm, tuzluluk yüzeyde 17.8 ppt, 50 m'de 19.6 ppt ve 60 m'de 19.1 ppt olarak belirlenmiştir.

Varol ve ark. (2008), Sularda bulunan en önemli iyonların kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, klor, sülfat, karbonat, bikarbonat olduğunu, yeraltının farklı derinliklerinde bulunan suların buralarda değişik bileşimli kayalarla sürekli temas halinde olduğunu, bu kayaların suda eriyebilme derecelerine göre az ya da çok oranda erimiş madde yer altı sularına karıştığını belirtmişlerdir.

Kumbur ve ark. (2008), Mersin ili sınırları içerisinde (Kazanlı, Adanalıoğlu, Homurlu, Kocahasanlı) kullanılan tarımsal ilaçların sulardaki kalıntı miktarlarının araştırıldığı çalışmada, Cu, Mn, Cr, Ni, Mo düzeyleri saptanmış, pH, tuzluluk ve iletkenlik gibi diğer kimyasal ve fiziksel parametreler analizlenmiştir. Araştırma sonucunda pH, tuzluluk ve iletkenlik gibi parametrelerin kullanılan tarımsal kimyasalların etkisiyle herhangi bir değişim göstermediği, ağır metal düzeylerinde bölgesel ve döneme bağlı değişmelerin belirlendiği bildirilmiştir.

Taş ve ark. (2008), Çorlu Deresi'nin *Oligochaeta* faunasını ve bazı fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 1990-1991 yıllarında yapılan

çalışmada, 4'ü *Tubificidae* ve 5'i *Naididae* olmak üzere toplam 9 *Oligoket* türü teşhis edilmiştir. Ayrıca, kentsel ve sanayi atıkları ile yoğun kirlilik baskısı altında olduğu gözlemlenen derenin bazı fizikokimyasal özellikleri de (pH, Eİ, ÇO, BOİ ve KOİ) belirlenmiştir. Kirlilik düzeyinin ve *Oligoket* tür kompozisyonunun zaman içerisindeki değişimini gözlemek amacıyla 2008 yılında yapılan bir örneklemeyle *Oligoket* örneklerinin yanı sıra su analizleri de (pH, sıcaklık, ÇO, nitrit, nitrat, sülfat, fosfat, H₂S, AKM) yapılarak, bu iki çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Buna göre tür sayısının 4'e indiği ve bazı fizikokimyasal değerler açısından su kalitesinin daha da kötüleştiği belirlenmiştir.

Ünlü ve ark. (2008), Hazar Gölü'nden alınan su örneklerinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametrelerinin analizleri yapılmış ve gölün SKKY'deki sınıflandırmaya göre I ve III. sınıf su kalitesinde bulmuşlar ancak toplam fosfor açısından IV. sınıf su kalitesinde bulunduğu, toplam fosfor değeri ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin üzerinde olduğu, gölde sürekli bir izleme programının uygulanmasının çevresel yönetim için oldukça yararlı bilgiler sağlayacağını bildirmişlerdir.

Şen ve Gölbaşı (2008), Kürk Çayı'nın (Elazığ) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Aralık 2004-Kasım 2005 tarihleri arasında araştırıldığı çalışmada; debi, su sıcaklığı, Eİ, bulanıklık, pH, ÇO, toplam sertlik, toplam alkalinite ve klorür değerleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, Kürk Çayı'nın hafif alkali karakterde kıta içi su kaynakları kriterlerine göre klorür değerleri bakımından II. sınıf (az kirli su) ve diğer parametreler açısından ise I. sınıf (yüksek kaliteli su) su özelliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Balık ve ark. (2008), Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde 12 göletten biyolojik örnek toplamış ve berraklık, sıcaklık, pH, ÇO, OD, Eİ, tuzluluk, geçici sertlik, karbonat, bikarbonat, toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum gibi bazı fiziko-kimyasal özellikleri çalışmışlar ve kıta içi su kaynakları sınıflarına göre göletlerin beş tanesi yüksek kaliteli su özelliği gösteren I. sınıf, üç tanesi az kirlenmiş su özelliği gösteren II. sınıf, diğer göletler ise I-II. sınıf su kalitesi özelliği taşıdıkları tespit edilmiştir.

Yardım ve ark. (2008), Sarıkum Gölü'nde (Sinop) sıcaklık, tuzluluk, pH ve oksidasyon-redüksiyon değerleri ölçülerek, sediment ve su kalitesinin araştırıldığı çalışmada; organik madde ve oksidasyon-redüksiyon ölçümleri sonucunda ise 1 nolu istasyonun organik madde bakımından düşük, 4 nolu istasyonun ise organik madde miktarının yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Kılıçel ve ark. (2008), Van Gölü'ne ulaşan akarsuların ve bu akarsuların geçtiği yerlerde bıraktıkları çamurların bazı ağır metal içeriklerinin tayini için su ve toprak örnekleri toplamışlar, su örneklerinin ortalama değerlerine göre, Pb, Co ve Cu konsantrasyonları yüksek, Cd, Zn, Mn, Cr, Ni ve Fe konsantrasyonları ise normal değerlerde veya normal değerlerin altında bulmuşlardır. Oto sanayi 1. girişten alınan çamur örneklerinde Pb, Co, Cu, Zn ve Ni, Akköprü Deresi'nde Cd; Yüzüncü Yıl Üniversitesi (YYÜ) Sosyal Tesisler yanında Mn ve Şamran Kanalı çıkışında Cr derişim değerleri en yüksek bulunmuştur. Bu ise sanayi atıklarının yüksek oranda ağır metal içerdiklerini göstermektedir. Su örneklerinde ise Şamran Kanalı İpek Yolu Köprüsü girişinde Pb; Karasu deresinde Co ve TOKİ kanalizasyon çıkışında Cu, Şehir kanalizasyon arıtma tesislerinde Zn ve Mn oranları yüksek çıktığı bildirilmiştir.

Aslan ve ark. (2008), Van'da tarımsal kimyasalların kullanımı ve Van Gölü'ne etkilerinin değerlendirildiği çalışmada, Van Gölü'nün artan gübre kullanımı nedeniyle önemli bir risk altında olduğu, bu nedenle özellikle bilinçli gübre kullanımı için vatandaşların teşvik edilmesi gerektiği, mutlaka toprak tahlilleri yaptırılarak tarlanın ihtiyacı kadar miktarda ve çeşitte gübre kullanılması zorunluluğu olduğu, aksi takdirde fazlalıkların yıkanarak Van Gölü'nü kirletmeye devam edeceği bildirilmiştir.

Özgökçe ve ark. (2008), Van Gölü kıyı şeridinde yapılan örneklemelelerde saptanan sucul türlerin su kirliliğinin tayininde kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Aylık periyotlarla yapılan örneklemelelerde bu noktalardan alınan su örneklerinin klor, karbonat, bikarbonat, magnezyum, kalsiyum, bakır, çinko, demir, mangan, kadmiyum, kurşun ve pH değerleri ile sucul böcek türleri ile zooplanktonlar da yoğunluklarına göre düzenli olarak sayılmıştır. Çalışma sonunda sucul alanlarda 14'ü *Rotifera*, 4'ü *Copepoda*, 2'si *Branchipoda* ve 3'ü *Hexapoda* sınıflarına ait olmak üzere toplam 23 tür bulunmuş, *Notholca squamula*, *Keratella quadrata*, *Colurella colurus*, *Lecane ohiensis*, *Lecane grandis* ve *Lecane lamellata* türleri Van Gölü'nde ilk defa saptanmıştır. Su kirliliğinin göstergesi olan türlere bütün istasyonlarda rastlanmış, ancak yoğunluklarının istasyonlara ve örnekleme aralıklarına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir.

Dirican (2008), Kılıçkaya Baraj Gölü'nün (Sivas) su kalitesinin belirlemek için alınan su örneklerinde toplam 13 fiziko-kimyasal parametre analiz etmiştir. Elde edilen fiziko-kimyasal veriler, SKKY'ne göre değerlendirildiğinde Kılıçkaya Baraj Gölü'nün genelde su kalite sınıfının, I. sınıf yani yüksek kaliteli su sınıfında olduğunu bildirmiştir.

Alemdar ve ark. (2009), Bitlis, Adilcevaz, Ahlat, Güroymak, Hizan ve Tatvan depo ve musluk sularından alınan su örneklerinde belirlenen fizikokimyasal veriler standart değerlere uygun bulunmuştur. Ancak, mikrobiyolojik analizler sonucunda % 30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaerob'lar ve %8'i *E. coli* yönünden standartlarda bildirilen kriterlere uygunluk göstermemiştir. İncelenen örneklerde ortalama pH, Na ve Mg düzeyleri ile *E. coli* dışında tüm bakterilerin varlığı sonbahar mevsiminde daha yüksek bulunmuştur. Yerleşim yerlerinin genel canlı, koliform ve *E. coli* sayısı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir.

Tepe (2009), Yenişehir Gölü'nün (Hatay/Reyhanlı) su kalitesi özelliklerini belirlemek amacıyla Nisan 2003-Mart 2004 tarihleri arasında ÇO, pH, sıcaklık tuzluluk, KOİ, toplam alkalinite, toplam sertlik, amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sülfid, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silis ve AKM analizlerinin yapıldığı çalışma sonucunda, gölde kirlilik sorunu olmadığı kanısına varıldığı bildirilmiştir.

Kalyoncu ve ark. (2009), Aksu Çayı'nda Şubat 2000- Temmuz 2001 tarihleri arasında yapılan çalışmalar sonunda Bacillariophyta 80, makrozoobentik omurgasız 105, balık 13, sucul makroskopik bitki 7 ve Charophyta 2 olmak üzere toplam 207 civarında takson belirlendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca fizikokimyasal parametrelere göre de su kalite tayini yapılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda 1. istasyon çok az kirlenmiş, 2. ve 3. istasyonlar aşırı derecede kirli, 4. istasyon az kirli, 5. ve 6. istasyonların ise orta derecede kirli olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Kalyoncu ve Zeybek (2009), Eylül 2006-Ağustos 2007 tarihleri arasında Ağlasun ve Isparta derelerinden fiziko-kimyasal su analizi için örnek almış, elde edilen fizikokimyasal verilerle teşhis edilen bentik organizmalar arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Taban büyük omurgasızlar içerisinde en baskın grup Insecta sınıfı olmuştur. Su kalitesi, fizikokimyasal verilere ve taban büyük omurgasızlara göre her istasyon için belirlenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Ağlasun Deresi ve Isparta Deresi'nde 3 farklı su kalitesi basamağı belirlenmiştir. Ağlasun Deresi I. ve II. kalite sınıfları arasında belirlenirken Isparta Deresi'nde aşırı kirlenme olduğu bildirilmiştir.

Akbulut ve ark. (2010), Atıkhisar Barajı ve Sarıçay'ın yüzey suyu kalitesinin değerlendirmesinde veri analizinde farklı istatistik analizler yapılmış, rezervuarda sadece Çay'da pH'nın istatistiksel olarak interaksiyon etkisinin önemli olduğunu, barajda

sıcaklık, Eİ, OD, BOİ, KOİ, toplam fosfor, toplam azot, tuzluluk, pH, toplam askıda madde değerlerinin mevsimler arasında istatistiksel olarak önemli bulunduğunu, Sarıçay'da sıcaklık, Eİ, ÇO, toplam fosfor, klorofil-a ve AKM verilerinin mevsimler arasında istatistiksel olarak önemli bulunduğunu bildirmişlerdir.

Taş ve ark. (2010), Ulugöl'ün (Ordu) yüzey suyunun kalite parametrelerini mevsimsel olarak incelemek amacıyla yapılan çalışmada, SKKY, içme ve kullanma suları standartlarıyla karşılaştırıldığında genel olarak I. kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Gedik ve ark. (2010), Fırtına Deresi'nin (Rize) su kalitesini belirlemek amacıyla Mayıs 2006-Nisan 2008 tarihleri arasında yaptıkları çalışmada pH 6.88-7.61, toplam çözünmüş katı madde (TDS) 14.20-42.10 ppm, bikarbonat 36.60-122.00 mg/L, karbondioksit 0.88-4.10 mg/L, BOİ 0.60-4.40 mg/L, kalsiyum 6.01-16.03 mg/L, magnezyum 0.01-5.59 mg/L, toplam sertlik 17.00-47.00 mg/L, nitrit azotu 0-0.0083 mg/L, nitrat azotu 0.0001-5.47 mg/L, amonyum azotu 0.0006-0.0140 mg/L, fosfat fosforu 0-0.42 mg/L, su sıcaklığı 4.00-18.96 °C, ÇO 8.17-13.78 mg/L, OD 75.20-82.50 %, türbidite 0.27-57.03 ve Eİ 19.50-85.26 µS/cm olarak bulunmuştur. Fırtına Deresi suyunun fiziksel ve kimyasal tüm özellikleri, su kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre incelendiğinde fosfat fosforu hariç yüksek kaliteli (sınıf 1) su standardında ve insani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmeliğe (İTASY) uygun olduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla Fırtına Deresi sularının; sadece dezenfeksiyon ile içme suyu temininin yanında, rekreasyonel amaçlar, su ürünleri yetiştiriciliği ve diğer amaçlar için kullanılabilir su özelliğinde olduğu bildirilmiştir.

Şekerci (2011), Van Gölü'ne dökülen Karasu Çayı'nın su kalitesinin değişimini incelediği çalışmada, sıcaklık 13.4 °C, ÇO 10.03 mg/L, OD 119.4 mg/L, Eİ 601.4 µS/cm, pH 8.23, kalsiyum 31.0 mg/L, magnezyum 111.2 mg/L, toplam sertlik 536 mg/L, toplam alkalinite 370.3 mg/L, bikarbonat 452.2 mg/L, klorür 47.66 mg/L, tuzluluk ‰ 0.08, nitrat 4.1 mg/L, nitrit 0.017 mg/L, amonyum 0.41 mg/L, amonyak 0.40 mg/L, fosfor 0.06 mg/L, sülfat 19.5 mg/L olarak belirlemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, Karasu Çayının bulanıklık ve pH'nın dışında birçok kriter bakımından SKKY'ne göre I. ve II. su kalitesi sınıflarına girdiğini belirtmiştir

Aksoy (2012), Bulakbaşı suyunda su sıcaklığını 16.3 °C, ÇO 12.91 mg/L, saturasyon'u % 152.8, pH 8.25, Eİ 779.56 µS/cm, tuzluluğu ‰ 0.43, klorür 84.0 mg/L, kalsiyum 57.29 mg/L, magnezyum 59.57 mg/L, toplam sertlik 391 mg/L CaCO₃,

karbonat 0.0 mg/L, bikarbonat 365.94 mg/L, toplam alkalinite 299.84 mg/L CaCO₃, nitrat 4.7 mg/L, nitrat azotu 1.1 mg/L, nitrit 0.021 mg/L, nitrit azotu 0.006 mg/L, amonyum 0.05 mg/L, amonyak 0.04 mg/L, toplam fosfor 0.08 mg/L, sülfat 57.12 mg/L, potasyum 4.52 mg/L, bakır 0.0 mg/L, alüminyum 0.0 mg/L, toplam demir 0.01 mg/L, çinko 0.169 mg/L, krom 0.024 mg/L, mangan 0.4 mg/L, siyanür 0.0068 mg/L olarak belirlemiştir. Bulakbaşı suyunun; genel olarak kirlenmemiş ve içme, kullanma, balıkçılık ve sulama açısından uygun kaliteye sahip olduğu sonucu bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanının tanımı

Van il merkezi, Türkiye'nin doğu kesiminde yer almaktadır. Van, kuzeyden Ağrı İli'nin Doğubeyazıt, Diyadin, Hamur İlçeleri, batıdan Van Gölü ile Ağrı İli'nin Patnos, Bitlis İli'nin Adilcevaz, Tatvan ve Hizan İlçeleri, güneyden Siirt İli'nin Pervari İlçesi, Şırnak İli'nin Beytüşşebap İlçesi ve Hakkari İli'nin Yüksekova İlçesi ile sınırlıdır. İlin doğusunda ise İran yer alır. Aylık sıcaklık ortalaması 8,8 °C'dir. Sıcaklık değerleri bakımından en yüksek değerler Temmuz ayında ölçülmektedir. En düşük değerler ise Ocak ayında görülmektedir. Van ilinde yağış ortalaması 80-90 mm arasındadır. Yıllık Yağış Miktarı toplamı 380-700 mm arasında olmaktadır (Anonim, 2014b).

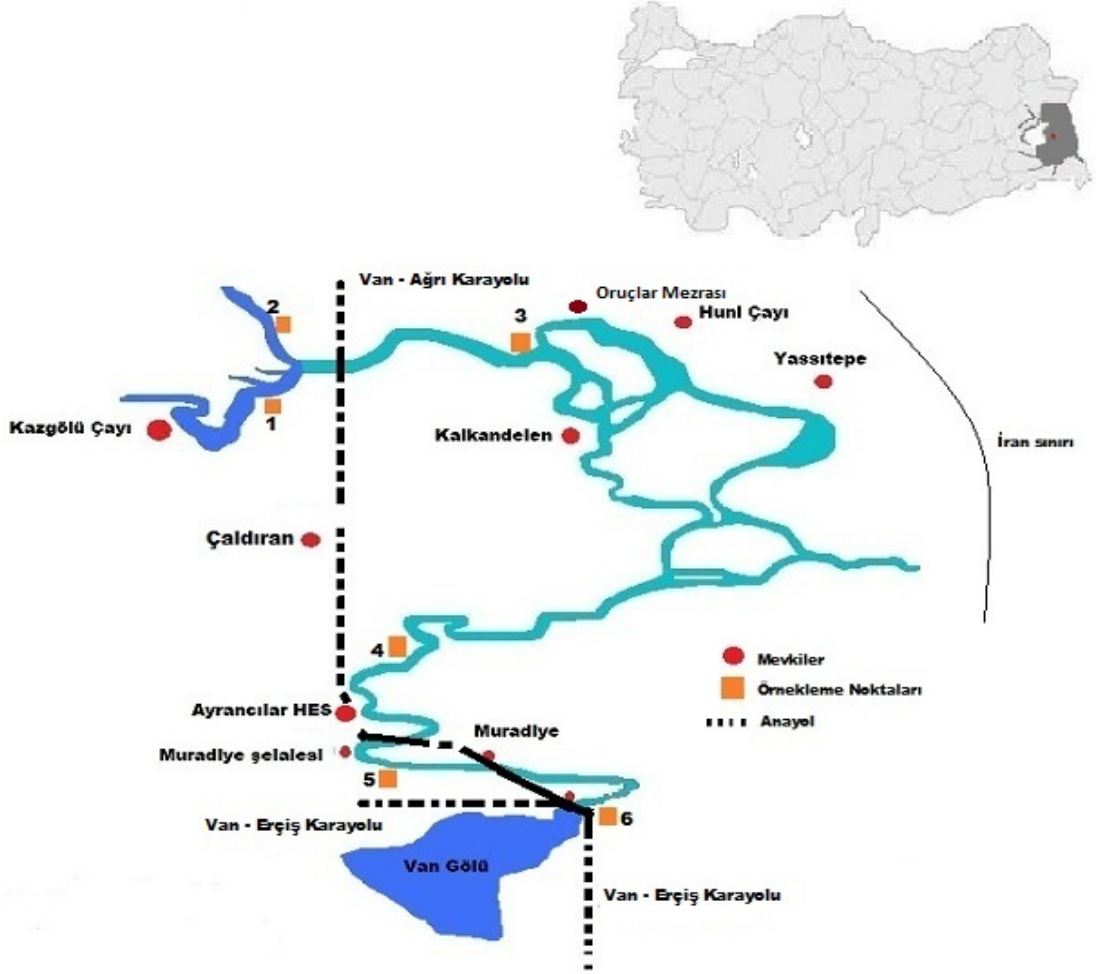
Bendimahi Çayı, Türkiye-İran sınırına yakın bir alanda Çaldıran ilçe sınırlarında bulunan Kazgölü kaynağından suyunu alır. Kazgölü, Çaldıran ilçesinin yaklaşık 4-5 km kuzeyinde Tendürek Dağı eteklerinde yer altından çıkan kaynak sularından meydana gelmektedir. Akarsu, Sarısu ve Huni Çayının da katılımı ile Oruçlu mezrası, Kalkandelen ve Yassitepe köylerinden geçerek Çaldıran Ovası'nı sular. Daha sonra Ayrancılar HES tarafından yapılmış olan regülatörlerden geçer. Bendimahi çayı Muradiye Şelalesi üzerinden geçerek Muradiye Ovası'nı suladıktan sonra, akışını Karahan mansabı'nda sonlandırır ve Van Gölü'ne karışır. Bendimahi Çayı'nın yaklaşık uzunluğu 90 km civarındadır.

3.1.2. Örnekleme noktaları ve özellikleri

Örnekleme noktaları belirlenirken yerleşim yerleri, atık boşaltım bölgeleri, kaynağa katılan diğer kaynaklar, örnekleme noktasına ulaşılabilirlik, güvenlik durumu, alınan örneğin o noktadaki su niteliğini karşılayabilir özellikte olması gibi etkenler göz önüne alınmalıdır.

Bendimahi Çayı'ndan yerinde ölçümler ve laboratuvar analizleri için su örneği almak üzere, akarsuyun genel özellikleri hakkında bilgi verebilmesi, değişim noktaları sonrası etkilerin görülebilmesi için, muhtemel su kalite değişiminin olabileceği

değerlendirilen ve ulaşımı nispeten kolay olan altı örnekleme noktası belirlenmiştir (Şekil 3.1). Örnekleme noktaları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:



Şekil 3.1. Bendimahi Çayı çalışma alanı ve örnekleme noktaları.

I. Örnekleme Noktası (Kaz Gölü): Bendimahi Çayı'nın ana kaynağı ve başlangıcı olarak kabul edilmiştir. Çaldıran ilçesinin hemen kuzeydoğusunda farklı noktalardan çıkan kaynak suları birleşerek sığ ve dar bir göl halini almıştır. Çıkış ayağı Bendimahi Çayı'nı oluşturur. Örnekleme noktası Van-Doğubeyazıt karayoluna yakın bir bölgedir. Örnekleme noktasında yerleşim yeri bulunmayıp 150-200 m ötesinde bir akaryakıt istasyonu bulunmaktadır. Örnekleme noktası $39^{\circ}08'51''K$ enlemi, $43^{\circ}56'88''D$ boylamında yer alır ve rakım 2056 m'dir (Şekil 3.2).

II. Örnekleme Noktası (Sarısu): Bu örnekleme noktasının kaynağı Kaz Gölü'nün doğusunda yer alan küçük kaynaklardır. Bu örnekleme noktası, tek kol halinde Kaz Gölü çıkışında akarsuya karışmaktadır. Örnekleme noktası, $39^{\circ}08'57''K$

enleminde, $43^{\circ}57'16''$ D boylamında yer alır ve rakım 2052 m'dir (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Bendimahi Çayı 1. örnekleme noktası (Kaz Gölü).



Şekil 3.3. Bendimahi Çayı 2. örnekleme noktası (Sarısü).

III. Örnekleme Noktası (Huni çayı): Bu nokta Kaz Gölü ve Sarısü'dan gelen kolların birleştiği noktadır ve Oruçlu mezarası evsel atıklarının karışma ihtimali nedeniyle, suyun regülatöre ulaşana kadar gerçekleşen etkileşimleri ve suda gerçekleşmesi muhtemel değişimleri incelemek amacıyla seçilmiştir. Örnekleme noktası $39^{\circ}08'40''$ K enleminde, $43^{\circ}56'93''$ D boylamında, 2048 m rakımda yer alır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bendimahi Çayı 3. örnekleme noktası (Huni çayı).

IV. Örnekleme Noktası (Regülatör I): Bu nokta, Çaldıran ilçesinin çıkışında bulunup, Kalkandelen ve Yassitepe köylerinden geçerek Bendimahi Çayı'nın tek kol halini aldığı bölgedir. Bu nedenle, suyun tek bir yatakta birleştiği nokta olması özelliği ve evsel atıkların ya da kanalizasyon deşarjının suda bir etkileşimi olup olmadığı yönünde bulgular elde edilmesi amacıyla seçilmiştir. Örnekleme noktası, $39^{\circ}06'86''K$ enleminde, $43^{\circ}51'57''D$ boylamında yer alır ve rakım 2018 m'dir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Bendimahi Çayı 4. örnekleme noktası (Regülatör I).

V. Örnekleme Noktası (Regülatör II): Bu örnekleme noktası Muradiye Şelalesi çıkışında bulunmaktadır. Akarsu, bu noktaya ulaşana kadar Çaldıran Ovası'nı sulamakta olup, birçok köy ve mezraya uğramaktadır. Bu nokta, akarsuyun akışı

boyunca maruz kaldığı kirletici etkenlerin birikim noktası olarak düşünüldüğünden, örnekleme noktası olarak belirlenmiştir. Bölgede herhangi bir yerleşim biriminin olmadığı gözlemlenmiştir. Örnekleme noktası, 39°02'93"K enleminde, 43°45'62"D boylamında yer alır ve rakım 1797 m'dir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Bendimahi Çayı 5. örnekleme noktası (Regülatör II).

VI. Örnekleme Noktası (Karahan Mansabı): Karahan mansabı, Bendimahi Çayı'nın son noktası olup, Van Gölüne döküldüğü yerdir. V. Örnekleme noktası sonrasında akarsu, Muradiye Ovası'nı suladıktan sonra birçok köye uğrayarak Karahan mansabına ulaşır. Bu nokta, Mayıs ayında inci kefalinin gölden akarsuya geçmek için bekleme yaptığı bölge olup, oldukça büyük önem arz etmektedir. Örnekleme noktası çevresinde birçok yerleşim birimi bulunmakta olup, Van Gölü'ne ne denli kirletici madde deşarjı olup olmadığını gözlemlemek amacıyla belirlenmiştir. Örnekleme noktası, 38°56'15"K enlemi, 43°39'38"D boylamında yer alır ve rakım 1649 m'dir (Şekil 3.7).

3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırma süresi

Araştırma, 12 aylık süreyi kapsamaktadır. Bendimahi Çayı'nın su kalitesinin incelenmesi amacıyla, örneklemelemlere 2012 yılının Aralık ayında başlanmış, 2013 yılının Kasım ayında son verilmiştir. 12 aylık periyot boyunca, her ayın 15-25. günleri 07:00-

15:00 saatleri arasında örnekleme noktalarında, yerinde ölçümler yapılmış ve laboratuvar analizleri için su örnekleri alınmıştır.



Şekil 3.7. Bendimahi Çayı 6. örnekleme noktası (Karahan mansabı).

3.2.2. Su örneklerinin alınması

Su örnekleri, her örnekleme noktasından 1.5 litrelik ya da 4 adet 0.5 litrelik plastik pet şişelerle su yüzeyinden alınmıştır. Pet şişeler, örnekleme suyu ile birkaç kere çalkalanarak taşacak şekilde doldurulmuş ve ağzı hava almayacak şekilde sıkıca kapatılarak analizlerin yapıldığı YYÜ Su Ürünleri Fakültesi Su Kalitesi Laboratuvarı'na getirilmiştir. Su örnekleri, laboratuvarında analiz edilene kadar +4 °C'deki buzdolabı şartlarında muhafaza edilmiştir. Yaz döneminde, örnekleme noktalarından alınan numuneler, sıcaktan olumsuz etkilenmemesi için özel termos özellikli kaplarda buz radyatörleri kullanılarak taşınmıştır. Arazide yapılan gözlemler de kaydedilmiştir. Sıcaklık, pH, ÇO, Eİ, OD ve tuzluluk ölçümleri için örnekleme noktalarına ilgili cihazlar götürülmüştür.

3.2.3. Su örneklerinin analizinde kullanılan yöntemler

Belirlenen 6 örnekleme noktasında su sıcaklığı, pH, iletkenlik, ÇO, OD ve tuzluluk HACH HQ 40d ve Orion 5 Star cihazlarıyla yerinde ölçümlerle, bulanıklık HACH 2100Q marka türbidimetre ile donma yerinde gözlemlerle belirlenmiştir.

Laboratuvara getirilen su örneklerinde ise, kalsiyum, magnezyum, toplam

sertlik, klorür, karbonat, bikarbonat, toplam alkalinite analizleri titrimetrik yöntemler kullanılarak nitrit, nitrat, amonyak, sülfat, azot, fosfor, potasyum, alüminyum, demir, mangan, bakır, çinko, krom, siyanür ve florür HACH LANGE DR 5000 spektrofotometre ile analiz edilmiştir (Şekil 3.8). Saha ve laboratuvarında yapılan ölçüm ve analizlerde Golterman ve ark. (1978), APHA (1989), Şengül ve Türkman, (1991); Egemen, (2006a ve 2006b) tarafından verilen yöntemler kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Hach DR 5000 Lange spektrofotometre.

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi, Alabaster ve Lloyd (1982), Baur (1987), Çetinkaya (2003), Egemen (2006a ve 2006b), Göksu (2003), SKKY ile diğer ilgili hukuki ve teknik mevzuat çerçevesinde yapılmıştır (Anonim, 2005 ve 2009a).

3.2.3.1. Sıcaklık, ÇO, OD, pH, Eİ, tuzluluk

Sıcaklık ölçümleri, ÇO, OD, pH, Eİ ve tuzluluk değerleri multimetrelerle yerinde ölçümler şeklinde belirlenmiştir (Şekil 3.9). Donma olup olmadığı, örneklemeye gidilen dönemlerde gözlemlenerek kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.9. HACH HQ 40d multimetre cihazı.

3.2.3.2. Bulanıklık ve donma

Bulanıklık, 12 ay boyunca her bir istasyonda, yerinde gözlemlenmiş ve Türbidit metre ile NTU cinsinden ölçülmüştür. Donma ise yerinde gözlemlenmiştir.



Şekil 3.10. HACH 2100Q Türbidit metre cihazı.

3.2.3.3. Kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik

Kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik tayinleri 3'er tekerrürlü olarak EDTA Titrimetrik Metodu ile, indikatör olarak kalsiyumda müreksid, magnezyum ve toplam sertlikte Eriocrom Black T kullanılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (APHA, 1989; Çetinkaya, 2003; Egemen, 2006a).

$$Ca^{+2} \text{ (mg/L)} = \frac{N(\text{EDTA}) \times \text{Sarfiyat}(\text{EDTA}) \text{ mL} \times \text{Ca eşdeğer ağırlığı (g)} 40 \times 1000}{V \text{ (örnek hacmi, mL)}} \quad (1)$$

$$Mg^{+2} \text{ (mg/L)} = \frac{N(\text{EDTA}) \times (\text{Sarf Mg} - \text{Sarf Ca (mL)}) \times \text{Mg eşdeğer ağırlığı (g)} 24.32 \times 1000}{V \text{ (örnek hacmi, mL)}} \quad (2)$$

$$\text{T.Sertlik (CaCO}_3\text{) (mg/L)} = \frac{N(\text{EDTA}) \times \text{Sarf mL} \times \text{CaCO}_3 \text{ eşdeğer ağırlığı (g)} 100 \times 1000}{V \text{ (örnek hacmi, mL)}} \quad (3)$$

3.2.3.4. Klorür

Klorür tayini, titrimetrik olarak ayarlı gümüş nitrat ve indikatör olarak potasyum kromat kullanılarak Mohr-Knudsen metodu ile yapılmıştır. Her bir analiz 3'er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Klorür miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (APHA, 1989; Çetinkaya, 2003; Egemen, 2006a).

$$Cl^- \text{ (mg/L)} = \frac{N(\text{AgNO}_3) \times \text{AgNO}_3 \text{ sarfiyatı (mL)} \times \text{Cl eşdeğer ağırlığı (g)} 35.5 \times 1000}{V \text{ (örnek hacmi, mL)}} \quad (4)$$

3.2.3.5. Karbonat-bikarbonat ve toplam alkalinite

Karbonat-Bikarbonat tayini titrimetrik metodla, HCl ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir. İndikatör olarak ilk başta fenolftalein kullanılır ve renk değişimi olması durumunda karbonatın varlığı anlaşılır (p). İkinci aşamada ise aynı örneğe Metil Oranj damlatılarak işlem yapılır (m). Sarfiyatlar ve karşılığı olan iyon (karbonat, bikarbonat veya her ikisi) Çizelge 3.1'e göre belirlendikten sonra hesaplamalar aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır (APHA, 1989; Çetinkaya, 2003).

Çizelge 3.1. Titrasyon sonucuna göre karbonat-bikarbonat çarpan değerleri

Titration Sonucu	CO ₃ miktarı	HCO ₃ miktarı
p=0	0	m
2p<m	2p	m-2p
2p=m	2p	0
2p>m	2(m-p)	0
p=m	0	0

p= Fenolftalein damlatıldıktan sonraki asit sarfiyatı (mL)

m= Metil Oranj damlatıldıktan sonraki asit sarfiyatı (mL)

$$\text{CO}_3^{-2} \text{ (mg/L)} = \frac{\text{N(HCl)} \times \text{Tablo CO}_3 \text{ sarfiyat(mL)} \times \text{CO}_3 \text{ eşdeğer ağırlık(g)} \times 30 \times 1000}{\text{V (örnek hacmi, mL)}} \quad (5)$$

$$\text{HCO}_3^- \text{ (mg/L)} = \frac{\text{N(HCl)} \times \text{Tablo HCO}_3 \text{ sarfiyat(mL)} \times \text{HCO}_3 \text{ eşdeğer ağırlık(g)} \times 61 \times 1000}{\text{V (örnek hacmi, mL)}} \quad (6)$$

Toplam alkalinite, karbonat-bikarbonat analizi sarfiyat bilgileri kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{T.Alkalinite (CaCO}_3\text{) (mg/L)} = \frac{\text{N(HCl)} \times \text{sarfiyat(p+m)} \times \text{CaCO}_3 \text{'ün Eşdeğ. Ağ. (g)} \times 50 \times 1000}{\text{V (örnek hacmi, mL)}} \quad (7)$$

3.2.3.6. Nitrat

Analizler HACH DR 2010 ve 5000 model spektrofotometre ile HACH 8171 nolu metot kullanılarak yapılmıştır. Bu metotta Nitriver 5 Nitrate Reagent Powder Pillow isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar mg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.7. Nitrit

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 model spektrofotometre ile HACH 8507 nolu metot kullanılmıştır. Bu metotta Nitriver 3 Nitrite Reagent Powder Pillow isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar µg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.8. Amonyak ve Amonyum

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 model spektrofotometre ile HACH 8038 nolu metodu kullanılmıştır. Analiz işlemleri için deiyonize su, mineral stabilizer,

dispersiyon maddesi olarak polivinil alkol ve Nessler reaktifi kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar mg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.9. Fosfor ve Fosfatlar

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 model spektrofotometre ile HACH 8048 nolu metot kullanılmıştır. Bu metotta fosfor indikatörü (Phosfo-Ver Reagent Powder Pillow) reaktifi kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar mg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.10. Sülfat

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8051 nolu metot kullanılmıştır. Bu metotta Sülfaver 4 Reagent Powder Pillow isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar mg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.11. Potasyum

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8049 nolu metot kullanılmıştır. Bu metotta Potasyum 1 Reagent Powder Pillow, Potasyum 2 Reagent Powder Pillow ve Potasyum 3 Reagent Powder Pillow isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar mg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.12. Bakır

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8143 nolu metot kullanılmıştır. Analiz için Bakır Masking Reagent Powder Pillow, Pitalat-Porifirin 1 Reagent Powder Pillow ve Porifirin 2 Reagent Powder Pillow isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar µg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.13. Alüminyum

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8012 nolu metot kullanılmıştır. Bu metotta ECR Reagent Powder Pillow, Hexamethylenetetramine tampon Reagent Powder Pillow ve ECR Masking Reagent Powder Pillow isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar $\mu\text{g/L}$ cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.14. Toplam demir

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8008 nolu metot kullanılmıştır. Bu metotta Ferrover Demir Reagent Powder Pillow, isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar mg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.15. Çinko

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8009 nolu metot kullanılmıştır. Analiz için Zinkover 5 Reagent Powder Pillow ve 0.5 ml Cyclohexanone isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar $\mu\text{g/L}$ cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.16. Krom

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8023 nolu metot kullanılmıştır. Analiz için Chromaver 3 Reagent Powder Pillow isimli hazır reaktif kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar $\mu\text{g/L}$ cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.17. Mangan

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8034 nolu metot kullanılmıştır. Analizde Tampon Powder Pillow Manganez için

Sitrat çeşidi ve Sodyum Periodat Powder Pillow isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar mg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.18. Siyanür

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8027 nolu metot kullanılmıştır. Analiz için Cyaniver 3 Siyanür Reagent Powder Pillow, Cyaniver 4 Siyanür Reagent Powder Pillow ve Cyaniver 5 Siyanür Reagent Powder Pillow isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar $\mu\text{g/L}$ cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.3.19. Florür

Analizlerde HACH DR 2010 ve 5000 UV/VIS model spektrofotometre ile HACH 8029 nolu metot kullanılmıştır. Analiz için deiyonize su ve Spadns Reagent solusyonu isimli hazır reaktifler kullanılmaktadır. Her analiz için iki tekerrürlü olarak yapılmış ortalamaları alınarak sonuçlar mg/L cinsinden verilmiştir (HACH, 1999 ve 2010).

3.2.4. İstatistik metotlar

Analizler her kriter (parametre) için iki tekerrür olarak yapılmıştır. İki tekrarın aritmetik ortalamaları hesaplanarak aylık veriler şeklinde tablolar düzenlenmiştir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki hesaplama ve kontroller Yıldız ve ark. (2011)'in belirttiği esaslara göre tablolarda ortalama değerlerin sağında standart hataları belirtilerek Microsoft Excel 2007 programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Bendimahi ayı ve rnekleme Noktalarının Genel zellikleri

Bendimahi ayı Van'ın Çaldıran ilçesi sınırları içerisinde kalan Tendürek Dağı'nın eteklerinden çıkan kaynak sularının birleşmesiyle oluşan Kaz Gölü'nün çıkış ayağı ile Çaldıran ve Muradiye ovalarını suladıktan ve yaklaşık olarak 90 km yol kat ettikten sonra Karahan mansabı'ndan Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü'ne dökülür. Araştırma süresince kış ayları akarsu boyunca oldukça soğuk ve kar yağışlı, ilkbahar ve sonbahar ayları serin ve yağışlı, yaz ayları sıcak ve kurak geçmiştir. Özellikle Çaldıran ilçesinde oldukça soğuk bir iklim ile karşılaşılmıştır.

Bendimahi ayı üzerinde belirlenen 6 örnekleme noktasının fiziksel özellikleri aşağıda verilmiştir.

Kaz Gölü (1. Örnekleme Noktası): Gölün ıkış ayağı, Bendimahi ayı'nın başlangıcı olarak kabul edilmiştir. Van il merkezi ile arasındaki mesafe 106 km civarındadır. Çaldıran ilçesi sınırlarında bulunan Kaz Gölü Tendürek Dağı'nın eteklerindeki kaynak sularının birleşmesi ile meydana gelmiştir. Bu bölgede eğim azdır. Kazgölü çevresinde sadece birkaç yerleşke mevcut olup göl ile aralarındaki mesafe oldukça fazladır. Genel olarak bu yerleşkelerde hayatlarını idame ettiren halkın geçim kaynağı hayvancılığa, kısmi olarak da tarıma dayanmaktadır. Yapılan gözlemlerde, tüm aylarda su, ya çok az bulanık ya da berrak bir görünüm sergilemiştir. Araştırma boyunca, tüm aylarda su miktarında fazla bir değişim olmamış ve donma olayı hiç gözlenmemiştir. Köy arazilerinin tamamı ve kıyısız vejetasyon ilkbahar ve yaz aylarında yoğun sazlık bir görünüme sahipken, genel itibariyle otsu bitkilerden oluşmaktadır (Şekil 3.1, 4.1).

Sarısu (2. Örnekleme Noktası): Sarısu rnekleme noktası, Kaz Gölü'nün doğusundan tek kol halinde akışını sürdürüp Çaldıran-Özalp yol ayrımında bulunan Oruçlar mezarası köprü mevkiinde akarsuya karışır. Sarısu diye adlandırılan bu akarsu yatağı otsu bitkiler ve sazlıklar ile çevrilidir. Örnekleme noktası olarak seçilen bölgede yerleşim birimi bulunmamaktadır. Arazi gözlemleri ışığında, mera alanının oldukça geniş ve bölgede çok sayıda büyükbaş ve küçükbaş hayvanın otlatıldığı gözlemlenmiştir. Akarsu yatağında, araştırma süresi boyunca su miktarında fazla bir

değişim olmadığı ve 2013 Ocak ve Şubat aylarında donma olayının yaşandığı gözlemlenmiş olup, özellikle 2013 Ocak ayında donma olayı nedeni ile su örneği alınmasında güçlük yaşanmıştır. Eğim az, akış hızı ortadır. Bu noktada örneklemeler sırasında bulanıklık gözlenmemiş olup su oldukça berraktır (Şekil 3.1, 4.2 ve 4.3).



Şekil 4.1. Kaz Gölü kaynak başlangıcı.



Şekil 4.2. Sarısuyun karıştığı nokta.



Şekil 4.3. Ocak 2013'te akarsuyun Sarısu örnekleme noktasında donması.

Huni çayı (3. Örnekleme Noktası): Bu nokta, Van-Doğubeyazıt Karayolu üzerinde Oruçlar mezrası mevkiinde bulunmaktadır. Kazgölü ve Sarısu'dan gelen kolların birleşmesiyle oluşmuş, akarsu yatağı üzerinde bulunan balık restaurantının çıkışı olarak belirlenmiştir. Yassitepe ve Kalkandelen köylerinden geçen akarsu birkaç kola ayrılarak akışına devam eder. Çaldıran ilçe merkezi çıkışında tek kol halini alır. Akarsu yatağı ve geçtiği bölgeler tamamen sazlık ve otlarla kaplıdır. Yapılan arazi gözlemlerinde, Yassitepe ve Kalkandelen sazlıkları önemli ölçüde su kuşlarının uğrak mekânı olduğu belirlenmiştir. Akarsu tabanı kumlu ve çamurlu olarak saptanmıştır. Diğer örnekleme noktalarında olduğu gibi, suyun zaman zaman berrak iken, zaman zaman da az bulanık olduğu görülmüştür. Yaz aylarında su miktarı fazlayken, sonbahar aylarında su miktarının oldukça azaldığı görülmüş ve tüm örnekleme zamanı boyunca donma olayı gözlemlenmemiştir (Şekil 3.1, 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7).



Şekil 4.4. Huni çayı.



Şekil 4.5. Huni çayı (Oruçlar mezrası).



Şekil 4.6. Balık restoranı çıkışı.



Şekil 4.7. Yassı tepe sazlığı.

Regülatör I (4. Örnekleme Noktası): Bu nokta, Kaz Gölü'nden itibaren başlayan akarsuyun ve bu akarsuya karışan diğer irili ufaklı kaynakların birleştiği bölgedir (Şekil 3.1). Van il merkezine yaklaşık 98 km mesafededir. Bu noktadan itibaren, akarsu yaklaşık 25-30 km kadar devam ederek Van Gölü'ne dökülür. Kıyısız vejetasyon otsu bitkilerden oluşur. Arazi genel olarak sazlık alanlardan oluşmakla beraber mera arazisi olarak da kullanılmaktadır. Su miktarı Mayıs ayından itibaren sonbahar ortalarına kadar kar sularının da etkisi ile oldukça yüksektir. Tüm örnekleme süresi boyunca donma olayı gözlenmemiştir. Regülatör tabanı kumlu balçık ihtiva ettiği saptanmıştır. Regülatörden örnek alınımında özellikle yaz aylarında oluşan çamur ve balçıklı yapısı nedeniyle sıkıntı yaşanmıştır (Şekil 3.1, 4.8 ve 4.9).



Şekil 4.8. Regülatör I örnekleme noktası.



Şekil 4.9. Regülatör I su çıkışı.

Regülatör II (5. Örnekleme noktası): Regülatör II örnekleme noktası, Van iline yaklaşık olarak 85 km uzaklıktadır. Muradiye ilçe sınırları içerisinde yer alan ve adını da bu ilçeden almış olan Muradiye Şelalesi mevkiinde bulunmaktadır (Şekil 3.1). Örnekleme noktası çevresinde yerleşim birimi bulunmamaktadır. Arazi noktası oldukça eğimli olduğundan kış aylarında su alımı ve yerinde ölçümlerde güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu örnekleme noktasından itibaren Bendimahi Çayı akışına yaklaşık olarak 14-15 km daha yol kat ederek Karahan mansabından Van Gölü'ne dökülür (Şekil 3.1, 4.10 ve 4.11).

Karahan Mansabı (6. Örnekleme noktası): Bendimahi Çayı'nın Van Gölü'ne döküldüğü noktadır ve Van iline yaklaşık olarak 72-73 km mesafededir. Gölde inci kefali avcılığı yapan bölge balıkçıları için bir çekek yeri konumunda olup aynı zamanda kara avcılarının da kanatlı avı için yoğun uğrak yerlerinden biridir (Şekil 3.1).



Şekil 4.10. Regülatör II örnekleme noktası.



Şekil 4.11. Regülatör II su çıkışı.

Van-Erciş-Doğubeyazıt yol ayrımında Karahan köyü civarındadır. Bu noktada arazi tamamen sazlıklarla kaplı olup, bahar aylarında köylülerin bu sazlıkları biçtikleri gözlenmiştir. Arazi tabanı balçık olduğundan örnekleme yapılan günlerde su alımında ve yerinde ölçümlerde sıkıntı yaşanmıştır. Su miktarı bahar aylarında oldukça fazladır kış aylarında ise düşüş gözlenmiştir. Yapılan on iki aylık arazi çalışması boyunca bu noktada donma olayı gözlenmemiş olup örnek alımında herhangi bir sıkıntıyla karşılaşılmamıştır (Şekil 3.1, 4.12).

4.2. Bendimahi Çayı Su Örneklerinde Yapılan Yerinde Ölçümler

4.2.1. Su miktarı ile ilgili gözlemler

Su miktarı Mayıs-Ekim ayları arasında fazla iken, Ekim ayının sonundan itibaren azalmaya başlamıştır. Bendimahi çayı üzerinde kurulu Ayrancılar HES'te kış döneminde su azalması dışında su çıkışında herhangi bir olumsuzluğa rastlanmamıştır.



Şekil 4.12. Karahan mansabı.

4.2.2. Bulanıklık

Bendimahi Çayı kaynaklarının birleşim noktalarından Nisan-Temmuz aylarında yoğun bulanıklık gözlemlenmiş ve kaynaktan itibaren Van Gölü'ne karışana kadar bulanıklıkta artış olduğu belirlenmiştir. Kazgölü'nde kış ayları boyunca su ya çok berrak ya da hafif bulanık bir görünümde iken bahar aylarından itibaren bulanıklık artmaya başlamıştır. Sarısu örnekleme noktası diğer örnekleme noktalarına göre daha berrak bir görünüme sahiptir. Huni çayında Yassitepe ve Kalkandelen köylerinden irili ufaklı kaynak ve kanal sularının karışması ile bulanıklıkta bir artış olduğu tespit edilmiştir. Regülatörler de suyun bekletilmesinden dolayı tüm araştırma süresi boyunca bulanıklığa rastlanmıştır. Karahan mansabında ise akarsu boyunca karışan atık miktarı arttığından su ya çok bulanık ya da bulanık bir görünümde olduğu kayıtlara geçmiştir. (Şekil 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18).



Şekil 4.13. Kazgölü'nde bulanıklık.



Şekil 4.14. Sarısu’da bulanıklık.



Şekil 4.15. Huni çayında bulanıklık.



Şekil 4.16. Regülatör I’de bulanıklık.



Şekil 4.17. Regülatör II’de bulanıklık.



Şekil 4.18. Karahan mansabı’nda bulanıklık.

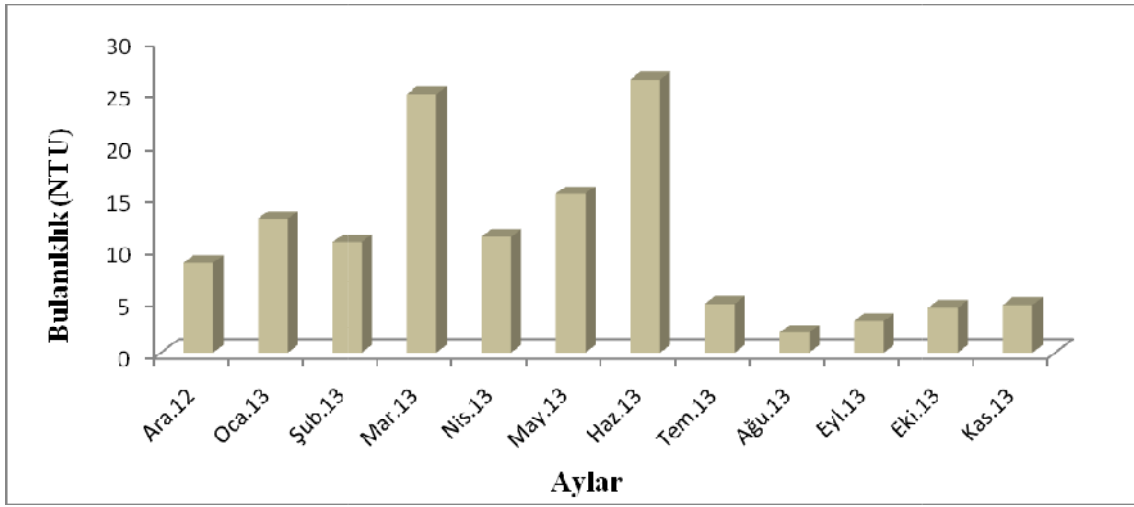
Örnekleme noktalarında, turbidimetre ile yapılan bulanıklık ölçüm sonuçları Çizelge 4.1 ve Şekil 4.19’da görülmektedir.

Çizelge 4.1. Bendimahi Çayı’nda zamana bağlı Bulanıklık değerleri (NTU)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	4.06	8.11	5.42	11.80	13.10	9.36	8.64±3.52
Oca.13	5.48	8.47	16.40	13.50	20.30	13.20	12.89±5.33
Şub.13	18.10	2.79	5.39	13.20	11.90	12.30	10.61±5.58
Mar.13	15.00	10.00	12.40	40.50	62.20	8.99	24.84±21.74
Nis.13	2.75	3.83	5.72	19.60	29.90	5.23	11.17±11.06
May.13	0.82	0.80	1.95	35.40	40.10	13.50	15.42±18.15
Haz.13	8.57	1.30	3.39	6.10	95.90	42.10	26.22±37.33
Tem.13	1.37	4.32	0.70	14.9	5.82	0.98	4.68±5.41
Ağu.13	1.82	1.50	1.11	3.58	2.06	1.49	1.92±0.87
Eyl.13	7.89	0.30	3.14	0.33	1.97	4.83	3.07±2.92
Eki.13	3.00	0.61	1.85	1.89	12.40	6.22	4.32±4.40
Kas.13	10.9	4.10	5.71	1.19	0.88	4.75	4.58±3.65
Ortalama	6.64±5.60	3.84±3.43	5.26±4.71	13.49±13.01	24.71±28.86	10.24±10.89	10.68±15.30

Yıl içerisinde tüm istasyonlar içinde en düşük ve en yüksek su bulanıklığı Eylül

2013'te 0.30 NTU ile Sarısu'da, Haziran 2013'de 95.90 NTU olarak Regülatör II'de ölçülmüştür. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama su bulanıklıkları, Kazgölü'nde 6.64 ± 5.60 NTU, Sarısu'da 3.84 ± 3.43 NTU, Huni çayı'nda 5.26 ± 4.71 NTU, Regülatör I'de 13.49 ± 13.01 NTU, Regülatör II'de 24.71 ± 28.86 NTU, Karahan mansabı'nda 10.24 ± 10.89 NTU olarak belirlenmiştir. Tüm noktaların bir yıllık ortalama su bulanıklığı ise 10.68 ± 15.30 NTU olarak ölçülmüştür. Bütün örnekleme noktalarında en düşük aylık ortalama su bulanıklığı Ağustos 2013'de 1.92 ± 0.87 NTU ve en yüksek Haziran 2013'de 26.22 ± 37.33 NTU olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.19. Bendimahi Çayı'nda bulanıklığın aylara göre değişimi.

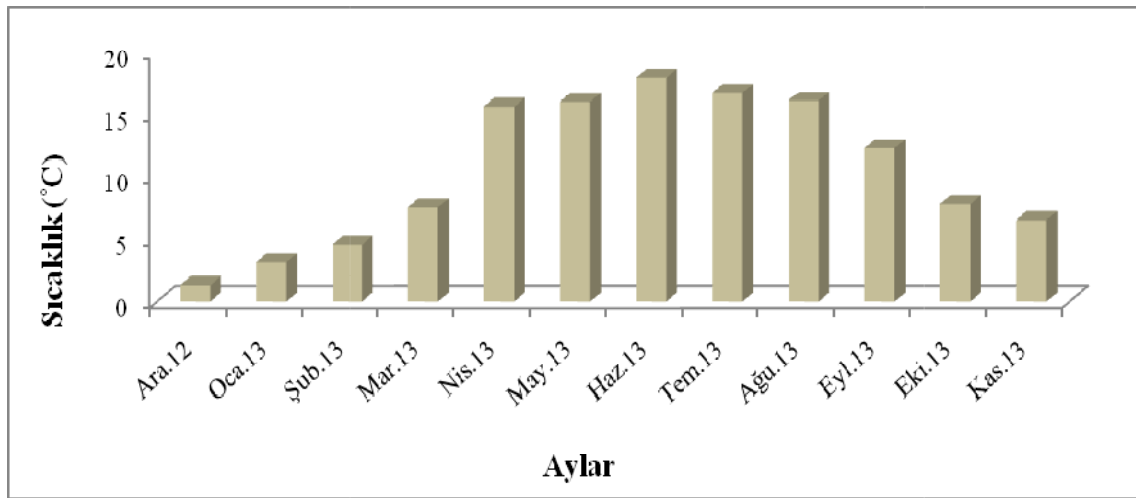
4.2.3. Su sıcaklığı

Örnekleme noktalarında, multimetre ile yapılan su sıcaklığı ölçüm sonuçları Çizelge 4.2 ve Şekil 4.20'de görülmektedir.

Yıl içerisinde tüm istasyonlar içinde en düşük ve en yüksek su sıcaklıkları -0.3 °C ile Ocak 2013'te, 20.7 °C olarak Haziran 2013'te Sarısu'da ölçülmüştür. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama su sıcaklıkları, Kazgölü'nde 10.25 ± 4.29 °C, Sarısu'da 10.70 ± 8.14 °C, Huni çayı'nda 10.18 ± 4.48 °C, Regülatör I'de 10.52 ± 6.41 °C, Regülatör II'de 10.72 ± 6.85 °C, Karahan mansabı'nda 10.04 ± 6.30 °C olarak belirlenmiştir. Tüm noktaların bir yıllık ortalama su sıcaklığı ise 10.40 ± 6.00 °C olarak ölçülmüştür. Bütün örnekleme noktalarında en düşük aylık ortalama su sıcaklığı Aralık 2012'de 1.26 ± 1.09 °C ve en yüksek Haziran 2013'de 17.90 ± 2.82 °C olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Bendimahi Çayı'nda zamana bağlı su sıcaklıkları (°C)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	2.5	0.3	2.2	0.6	0.0	2.0	1.26±1.09
Oca.13	6.3	-0.3	5.4	3.3	2.5	1.5	3.11±2.45
Şub.13	6.3	3.2	6.0	5.1	3.8	2.7	4.51±1.50
Mar.13	10.5	7.0	9.5	5.7	6.9	5.3	7.48±2.08
Nis.13	16.0	19.7	15.7	14.5	15.2	12.2	15.55±2.44
May.13	15.5	19.3	13.7	15.9	15.3	15.9	15.93±1.84
Haz.13	14.5	20.7	14.2	19.4	18.8	19.8	17.90±2.82
Tem.13	13.3	18.2	14.6	17.7	19.9	16.3	16.66±2.43
Ağu.13	12.8	18.3	15	16.9	17.5	15.6	16.01±1.99
Eyl.13	10.6	11.7	10.9	13.1	13.8	13.1	12.20±1.32
Eki.13	7.5	5.0	7.8	8.1	8.9	9.1	7.73±1.48
Kas.13	7.3	5.4	7.2	6.0	6.1	7.0	6.50±0.77
Ortalama	10.25±4.29	10.70±8.14	10.18±4.48	10.52±6.41	10.72±6.85	10.04±6.30	10.40±6.00



Şekil 4.20. Bendimahi Çayı'nda su sıcaklığının zamana göre değişimi.

4.2.4. Çözünmüş oksijen (ÇO)

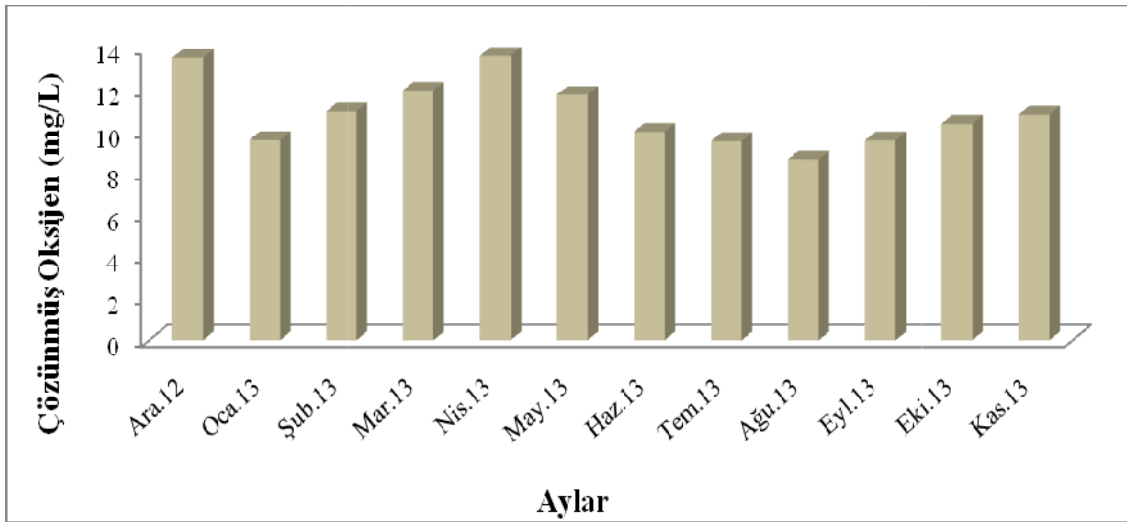
Multimetre ile yerinde ölçümlerle elde edilen ÇO değerlerinin bir yıl boyunca örnekleme noktalarına göre değişimi Çizelge 4.3 ve 4.21'de verilmiştir.

Örnekleme noktalarından alınan veriler incelendiğinde ÇO değerleri en düşük ve en yüksek Ağustos 2013'te 4.28 ile Nisan 2013'te 21.51 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama ÇO değerleri, Kazgölü'nde 12.60±5.28 mg/L, Sarısu'da 12.96±3.02 mg/L, Huni çayı'nda 11.90±3.20 mg/L, Regülatör I.'de 9.63±2.14mg/L, Regülatör II.'de 10.89±2.80 mg/L ve Karahan Mansabı'nda 7.18±2.60 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama ÇO değeri 10.86±3.78 mg/L olarak ölçülmüştür. Bütün örnekleme noktalarında en düşük aylık ortalama ÇO

Temmuz 2013’de 9.54 ± 2.86 mg/L ve en yüksek ÇO Nisan 2013’de 13.63 ± 6.37 mg/L olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Bendimahi Çayı’nda aylara göre ÇO değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	10.59	15.08	14.66	15.59	15.10	10.21	13.53 ± 2.45
Oca.13	8.62	12.17	8.52	9.83	9.48	8.93	9.59 ± 1.36
Şub.13	12.14	9.79	15.50	8.65	9.71	9.97	10.96 ± 2.50
Mar.13	16.52	13.61	12.41	9.27	10.02	9.92	11.95 ± 2.79
Nis.13	21.51	19.40	16.64	9.74	8.24	6.27	13.63 ± 6.37
May.13	21.48	13.59	15.57	8.15	8.21	3.48	11.74 ± 6.43
Haz.13	16.02	8.46	13.53	8.14	8.62	5.18	9.99 ± 4.00
Tem.13	13.46	10.64	10.75	8.55	8.93	4.91	9.54 ± 2.86
Ağu.13	7.17	11.00	9.71	7.82	11.96	4.28	8.65 ± 2.81
Eyl.13	7.22	11.82	7.79	8.79	16.54	5.30	9.57 ± 4.03
Eki.13	6.79	13.51	8.15	9.43	13.74	10.60	10.37 ± 2.82
Kas.13	9.69	16.45	9.62	11.66	10.22	7.16	10.80 ± 3.13
Ortalama	12.60 ± 5.28	12.96 ± 3.02	11.90 ± 3.20	9.63 ± 2.14	10.89 ± 2.80	7.18 ± 2.60	10.86 ± 3.78



Şekil 4.21. Bendimahi Çayı’nda ÇO’ in zamana göre değişimi.

4.2.5. Oksijen doymuşluğu (saturasyon %) (OD)

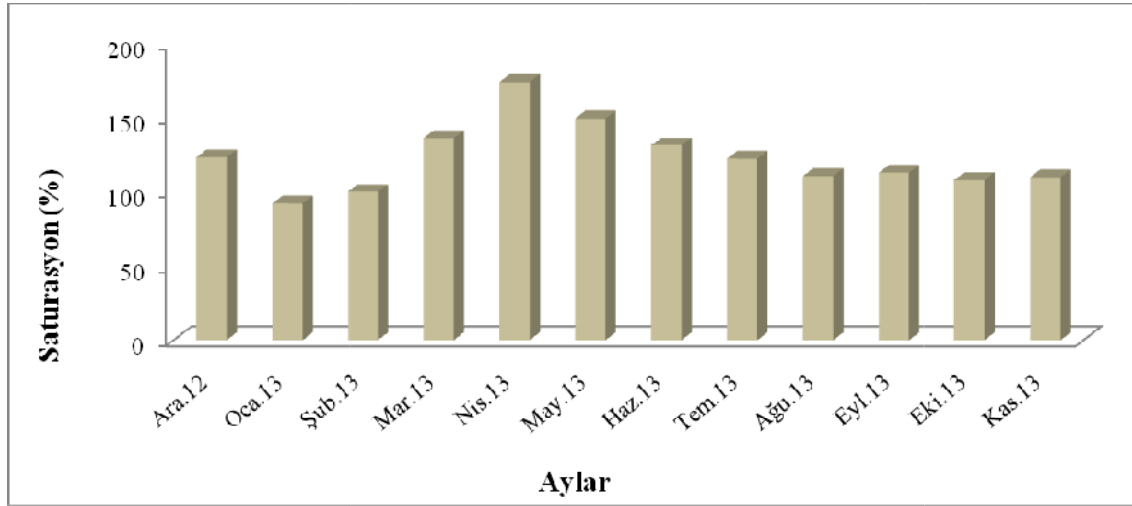
Multimetre ile yerinde ölçümlerle elde edilen OD değerlerinin bir yıl boyunca örnekleme noktalarına göre değişimi Çizelge 4.4 ve Şekil 4.22’de verilmiştir.

Yıl içerisinde tüm istasyonlar içinde en düşük ve en yüksek OD değerleri Mayıs 2013’te % 42.90 ile Nisan 2013’te %276.10 olarak ölçülmüştür. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama OD değeri % 122.92 ± 47.38 olarak ölçülmüştür. Bütün örnekleme noktalarında en düşük aylık ortalama OD Ocak 2013’de 92.33 ± 9.61 ve en yüksek

Nisan 2013’de %174.60±88.56 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Bendimahi Çayı’nda aylara göre OD değerleri (%)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	99.8	131.7	137.3	139.0	128.6	105.4	123.6±16.81
Oca.13	91.4	108.8	88.4	96.3	88.9	80.2	92.3±9.61
Şub.13	126.6	94.5	109.0	87.7	92.6	90.5	100.1±14.93
Mar.13	180.2	150.4	141.6	123.7	128.5	96.3	136.8±28.19
Nis.13	276.1	267.3	211.4	119.8	101.3	71.7	174.6±88.56
May.13	268.8	189.2	192.2	105.2	101.2	42.9	149.9±81.60
Haz.13	199.0	121.8	169.1	113.2	117.3	69.8	131.7±45.62
Tem.13	163.3	144.7	135.2	114.8	120.5	57.6	122.7±36.31
Ağu.13	86.5	149.4	121.0	102.8	154.9	52.0	111.1±39.12
Eyl.13	83.2	139.4	89.9	107.5	198.6	61.7	113.4±49.21
Eki.13	71.8	134.8	87.0	100.7	145.3	111.1	108.4±28.00
Kas.13	102.6	165.9	101.5	119.0	101.7	71.4	110.3±31.27
Ortalama	145.8±71.8	149.8±44.5	131.9±41.3	110.8±13.8	123.3±31.4	75.9±21.4	122.9±47.4



Şekil 4.22. Bendimahi Çayı’nda OD’nun zamana göre değişimi.

4.2.6. pH

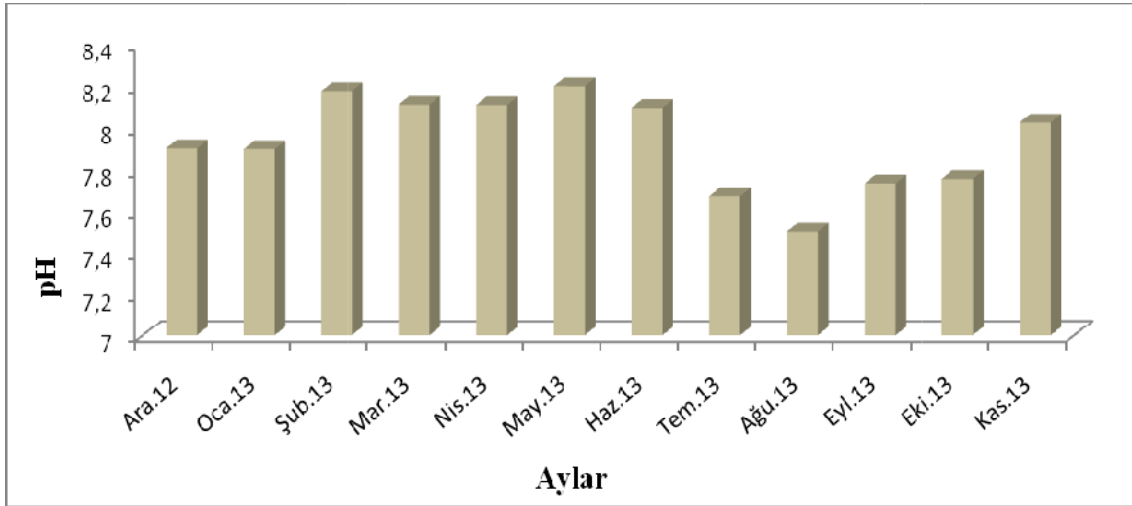
Örnekleme noktalarında ölçülen pH değerleri Çizelge 4.5’de, değerlerin örnekleme noktaları ve zaman itibariyle değişimi Şekil 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.5’de en düşük ve en yüksek pH değerleri Ağustos 2013’te 7.12 ve Kasım 2013’te 9.63 olarak belirlenmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama pH, Kazgölü’nde 7.71±0.38 mg/L, Sarısu’da 8.44±0.36 mg/L, Huni Çayı’nda 7.56±0.28 mg/L, Regülatör I’de 7.66±0.29 mg/L, Regülatör II’de 8.43±0.47 mg/L ve Karahan Mansabı’nda 7.78±0.36 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama pH 7.93±0.51 olarak ölçülmüştür. 2013 Ağustos 7.50±0.43 ile en düşük aylık ortalama

pH'nın ölçüldüğü, 2013 Mayıs ayı 8.20 ± 0.36 ile en yüksek aylık ortalama pH'nın ölçüldüğü ay olmuştur.

Çizelge 4.5. Bendimahi Çayı'nda zamana bağlı pH değerleri

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	7.36	8.67	7.55	7.59	8.40	7.86	7.90 ± 0.52
Oca.13	7.71	8.35	7.45	7.36	8.51	8.03	7.90 ± 0.47
Şub.13	8.05	8.02	8.11	8.11	8.45	8.34	8.18 ± 0.17
Mar.13	8.22	8.88	7.69	7.80	8.47	7.62	8.11 ± 0.50
Nis.13	7.89	9.08	7.78	8.08	7.60	8.24	8.11 ± 0.52
May.13	8.15	8.88	7.89	7.90	8.28	8.12	8.20 ± 0.36
Haz.13	7.98	8.50	7.67	7.91	8.57	7.96	8.10 ± 0.36
Tem.13	7.37	8.18	7.30	7.52	8.14	7.52	7.68 ± 0.39
Ağu.13	7.26	8.03	7.12	7.30	8.07	7.26	7.50 ± 0.43
Eyl.13	7.31	8.02	7.36	7.61	8.48	7.66	7.74 ± 0.44
Eki.13	7.24	8.27	7.28	7.53	8.64	7.61	7.76 ± 0.57
Kas.13	8.03	8.47	7.56	7.25	9.63	7.23	8.02 ± 0.92
Ortalama	7.71 ± 0.38	8.44 ± 0.36	7.56 ± 0.28	7.66 ± 0.29	8.43 ± 0.47	7.78 ± 0.36	7.93 ± 0.51



Şekil 4.23. Bendimahi Çayı'nda pH'nın zamana göre değişimi.

4.2.7. Elektriksel iletkenlik (kondüktivite)

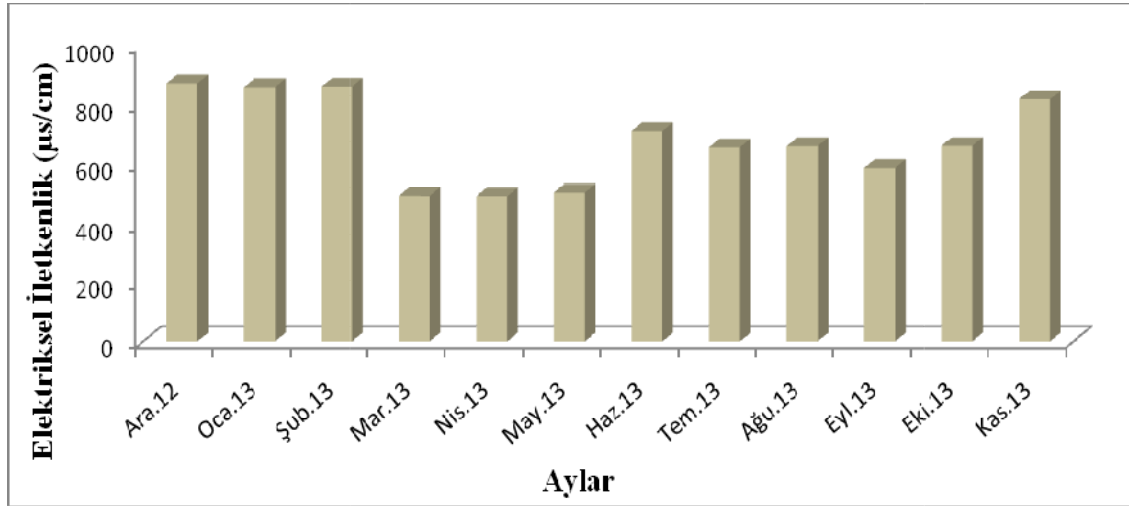
Örnekleme noktalarında ölçülen Eİ değerleri Çizelge 4.6'da, değerlerin örnekleme noktaları ve zaman itibariyle değişimi Şekil 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde en düşük Eİ değeri $375 \mu\text{S/cm}$ ile Nisan 2013'de Sarısu'da; en yüksek $981 \mu\text{S/cm}$ ile Şubat 2013'de Regülatör I.'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama Eİ, Kazgölü'nde $582.00 \pm 130.49 \mu\text{S/cm}$, Sarısu'da $711.66 \pm 185.18 \mu\text{S/cm}$, Huni çayı'nda $638.75 \pm 121.39 \mu\text{S/cm}$, Regülatör I.'de

782.16±177.99 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Regülatör II.'de 713.41±194.41 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Karahan mansabı'nda 654.83±177.98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama EI 680.47±173.34 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak hesaplanmıştır. En düşük aylık ortalama EI değeri 2013 Nisan ayında 491.33±83.24 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en yüksek 2012 Aralık ayında 872.50±106.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. Bendimahi Çayı'nda aylara göre EI değerleri ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	702	922	777	958	926	950	872.5±106.6
Oca.13	763	848	784	959	932	871	859.5±78.0
Şub.13	761	836	785	981	939	867	861.5±85.9
Mar.13	521	522	570	511	439	391	492.3±65.1
Nis.13	588	375	582	497	436	470	491.3±83.2
May.13	518	418	541	541	460	547	504.2±53.1
Haz.13	528	889	569	859	781	637	710.5±153.4
Tem.13	499	708	529	808	791	591	654.3±133.4
Ağu.13	473	800	502	804	767	602	658.0±151.7
Eyl.13	434	621	508	703	674	566	584.3±102.2
Eki.13	431	808	733	870	566	546	659.0±170.6
Kas.13	766	793	785	895	850	820	818.2±47.7
Ortalama	582 ±130.5	711.7±185.2	638.7±121.4	782.2±178.0	713.4±194.4	654.8±178.0	680.47±173.3



Şekil 4.24. Bendimahi Çayı'nda EI'in zamana göre değişimi.

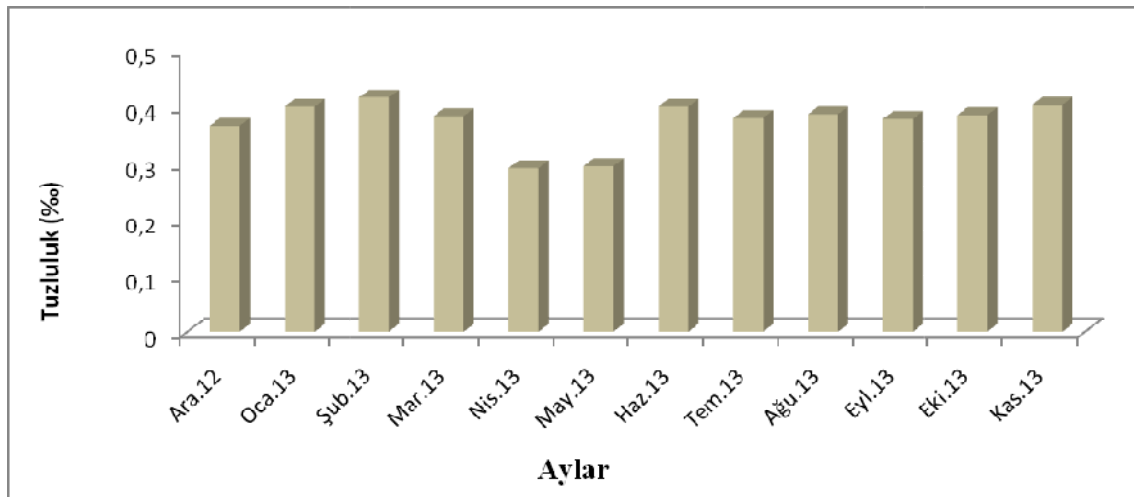
4.2.8. Tuzluluk (salinite)

Örnekleme noktalarında yerinde ölçümlerle elde edilen tuzluluk analiz değerleri Çizelge 4.7'de, değerlerin örnekleme noktaları ve zaman itibariyle değişimi Şekil 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 incelendiğinde tuzluluk %0.20 ile en düşük değer Nisan 2013'de Sarısu'da; en yüksek değer ise %0.50 ile Şubat 2013'de Regülatör I'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca ortalama tuzluluk, Kazgölü'nde %0.34±0.04, Sarısu'da %0.37±0.08, Huni çayında % 0.35±0.03, Regülatör I.'de % 0.41±0.06, Regülatör II.'de % 0.38±0.05, Karahan mansabında % 0.36±0.03 olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama tuzluluk % 0.37±0.06 olarak hesaplanmıştır. 2013 Nisan ayı ve 2013 Mayıs ayı % 0.29±0.04 ile en düşük aylık ortalama tuzluluğun belirlendiği, 2013 Şubat % 0.41±0.04 ile en yüksek aylık ortalama tuzluluğun belirlendiği ay olmuştur.

Çizelge 4.7. Bendimahi Çayı'nda aylık tuzluluk değerleri (‰)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.30	0.40	0.30	0.40	0.40	0.40	0.36±0.05
Oca.13	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40±0.00
Şub.13	0.40	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40	0.41±0.04
Mar.13	0.40	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.38±0.04
Nis.13	0.34	0.20	0.35	0.30	0.26	0.30	0.29±0.05
May.13	0.31	0.22	0.33	0.32	0.27	0.32	0.29±0.04
Haz.13	0.32	0.48	0.35	0.48	0.43	0.34	0.40±0.07
Tem.13	0.32	0.40	0.32	0.47	0.43	0.34	0.38±0.06
Ağu.13	0.31	0.45	0.30	0.46	0.44	0.36	0.38±0.07
Eyl.13	0.29	0.41	0.34	0.45	0.42	0.36	0.37±0.05
Eki.13	0.32	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.38±0.03
Kas.13	0.38	0.39	0.39	0.44	0.42	0.40	0.40±0.02
Ortalama	0.34±0.04	0.37±0.08	0.35±0.03	0.41±0.06	0.38±0.05	0.36±0.03	0.37±0.06



Şekil 4.25. Bendimahi Çayı'nda tuzluluğun zamana göre değişimi.

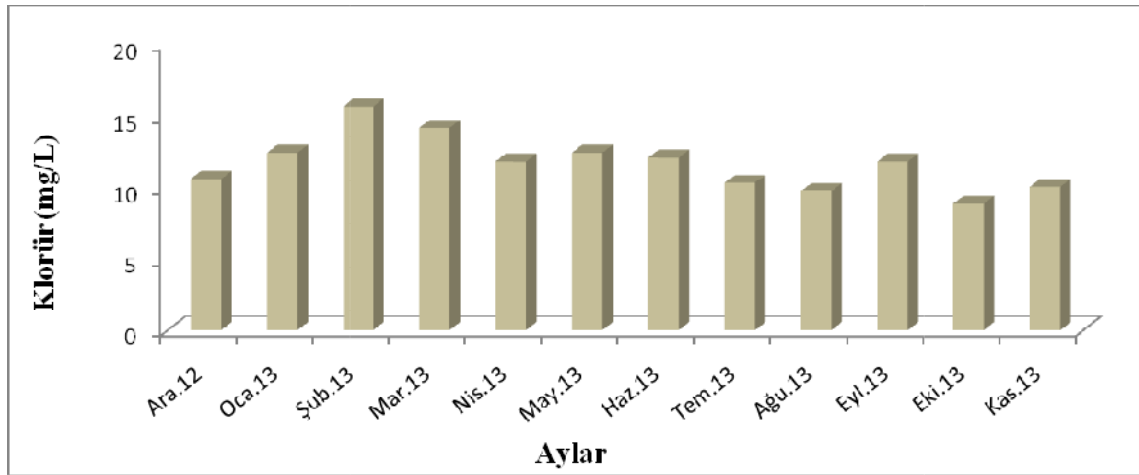
4.3. Bendimahi Çayı Su Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler

4.3.1. Klorür

Örnekleme noktalarından alınan su örneklerinde Mohr-Knudsen metoduyla analiz edilen klorür değerleri Çizelge 4.8’de, değerlerin örnekleme noktaları ve zaman itibariyle değişimi Şekil 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Bendimahi Çayı’nda zamana bağlı klorür (Cl^-) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	7.10	10.65	10.65	14.20	8.87	12.42	10.65±2.51
Oca.13	10.65	14.20	14.20	10.65	7.10	17.75	12.42±3.72
Şub.13	15.97	14.20	17.75	14.20	10.65	21.30	15.67±3.62
Mar.13	14.20	10.65	14.20	17.75	14.2	14.20	14.20±2.25
Nis.13	8.87	8.87	10.65	15.97	10.65	15.97	11.83±3.30
May.13	10.65	8.87	15.97	14.20	10.65	14.20	12.42±2.75
Haz.13	15.75	14.20	10.65	10.65	7.10	14.20	12.09±3.20
Tem.13	14.20	10.65	10.65	8.87	7.10	10.65	10.35±2.36
Ağu.13	8.87	7.10	10.65	10.65	10.65	10.65	9.76±1.49
Eyl.13	10.65	14.20	10.65	10.65	10.65	14.20	11.83±1.83
Eki.13	7.10	7.10	14.20	7.10	7.10	10.65	8.87±2.97
Kas.13	7.10	7.10	10.65	10.65	10.65	14.20	10.05±2.67
Ortalama	10.92±3.34	10.64±2.93	12.57±2.56	12.12±3.11	9.61±2.20	14.19±3.12	11.68±3.17



Şekil 4.26. Bendimahi Çayı’nda zamana bağlı klorür (Cl^-) değerleri.

Çizelge 4.8 incelendiğinde yıl boyunca ortalama klorür değerleri; Kazgölü’nde 10.92 ± 3.34 mg/L, Sarısu’da 10.64 ± 2.93 mg/L, Huni çayında 12.57 ± 2.56 mg/L, Regülatör I.’de 12.12 ± 3.11 mg/L, Regülatör II.’de 9.61 ± 2.20 mg/L, Karahan mansabında 14.19 ± 3.12 olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama klorür

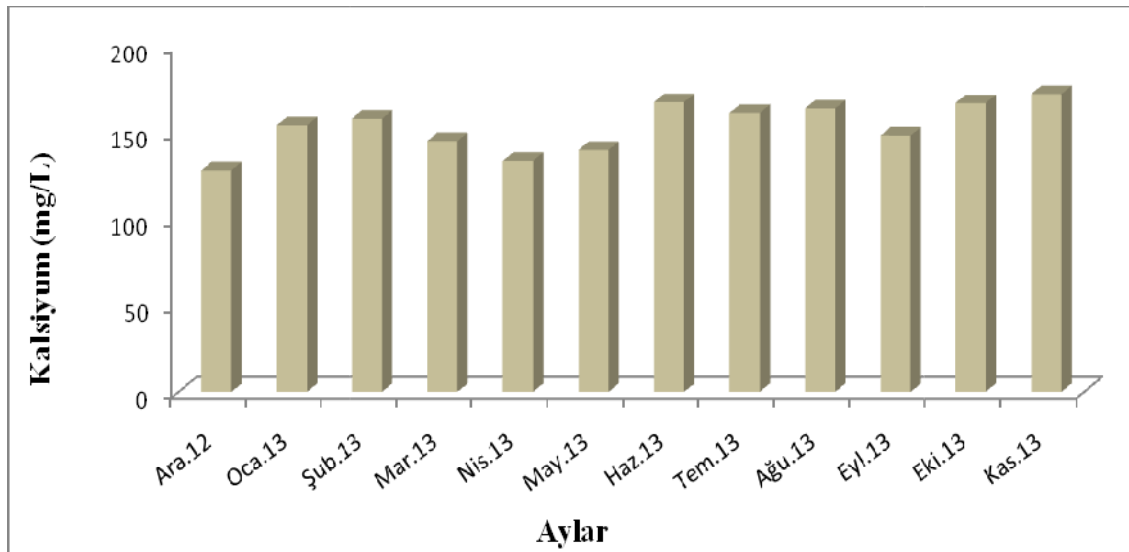
11.68±3.17 mg/L olarak hesaplanmıştır. En düşük ortalama klorür 2013 Ekim ayında 8.87±2.97 mg/L, en yüksek ortalama klorür 2013 Şubat ayında 15.67±3.62 mg/L olarak hesaplanmıştır.

4.3.2. Kalsiyum

Örnekleme noktalarından alınan suların titrimetrik metotlarla yapılan kalsiyum analiz değerleri Çizelge 4.9’da, değerlerin örnekleme noktaları ve zaman itibariyle değişimi Şekil 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Bendimahi Çayı’nda zamana bağlı kalsiyum (Ca^{+2}) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	118.4	153.6	137.6	160.0	118.4	80.0	128.00±29.2
Oca.13	195.2	156.8	192.0	182.4	115.2	83.2	154.13±45.8
Şub.13	188.8	160.0	179.2	188.8	134.4	96.0	157.86±36.7
Mar.13	172.8	156.8	188.8	124.8	115.2	112.0	145.06±32.3
Nis.13	160.0	83.2	176.0	137.6	115.2	128.0	133.33±32.9
May.13	163.2	121.6	179.2	128.0	112.0	134.4	139.73±25.9
Haz.13	179.2	163.2	172.8	198.4	169.6	121.6	167.46±25.5
Tem.13	160.0	140.8	176.0	185.6	156.8	147.2	161.06±17.0
Ağu.13	150.4	150.4	150.4	195.2	172.8	163.2	163.73±17.9
Eyl.13	140.8	137.6	182.4	179.2	134.4	115.2	148.26±26.7
Eki.13	156.8	166.4	195.2	179.2	153.6	150.4	166.93±17.3
Kas.13	182.4	166.4	182.4	188.8	163.2	150.4	172.26±14.6
Ortalama	164.0±21.6	146.4±23.9	176.0±16.6	170.7±26.4	138.4±23.5	123.5±27.3	153.15±29.4



Şekil 4.27. Bendimahi Çayı’nda kalsiyumun (Ca^{+2}) zamana göre değişimi.

Çizelge 4.9 incelendiğinde kalsiyum değerleri 80.0 mg/L ile en düşük değer Aralık 2012'de Karahan mansabında, en yüksek 198.4 mg/L ile Haziran 2013'de Regülatör I.'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama Ca^{+2} değerleri, Kazgölü'nde 164.0 ± 21.58 mg/L, Sarısu'da 146.4 ± 23.87 mg/L, Huni çayında 176.0 ± 16.60 mg/L, Regülatör I.'de 170.7 ± 26.40 mg/L, Regülatör II.'de 138.4 ± 23.52 mg/L ve Karahan mansabında 123.5 ± 27.30 mg/L olarak belirlenmiştir. Akarsuyun bir yıllık ortalama Ca^{+2} değeri 153.15 ± 29.42 mg/L olarak hesaplanmıştır. En düşük aylık ortalama Ca^{+2} değeri 2012 Aralık ayında 128.00 ± 29.19 mg/L, en yüksek aylık ortalama Ca^{+2} değeri 2013 Kasım ayında 172.26 ± 14.65 mg/L olarak hesaplanmıştır.

4.3.3. Magnezyum

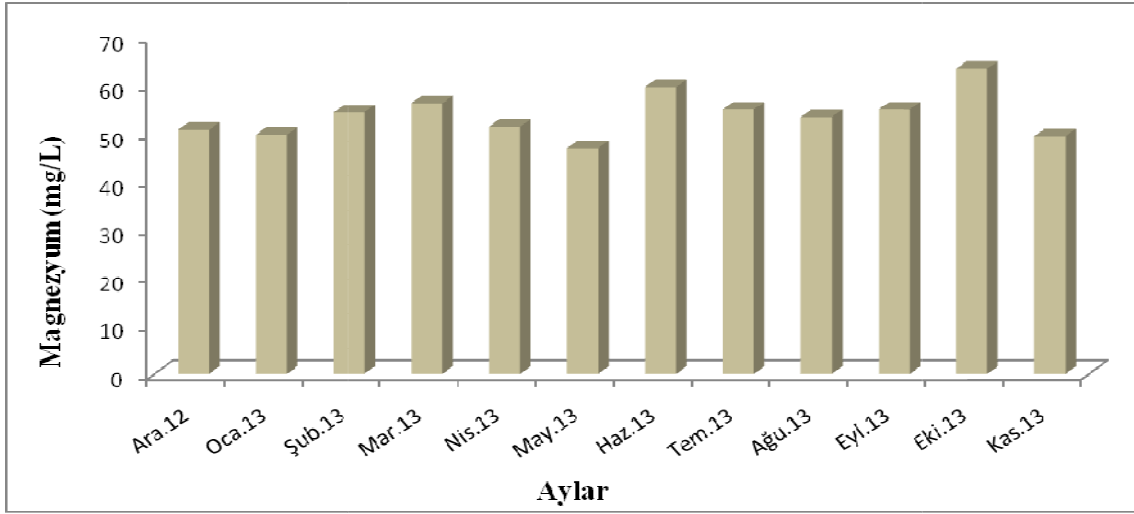
Örnekleme noktalarından alınan suların magnezyum analiz değerleri Çizelge 4.10'da, değerlerin örnekleme noktaları ve zaman itibariyle değişimi Şekil 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Bendimahi Çayı'nda aylara göre magnezyum (Mg^{+2}) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	42.80	73.90	19.45	42.80	58.36	68.09	50.9 ± 20.00
Oca.13	52.53	31.12	52.53	71.98	70.04	21.40	49.93 ± 20.35
Şub.13	38.91	46.69	33.07	70.04	81.71	56.42	54.47 ± 18.70
Mar.13	60.31	44.74	50.58	79.76	58.36	44.74	56.41 ± 13.20
Nis.13	60.31	33.07	46.69	40.85	54.47	73.93	51.55 ± 15.00
May.13	44.74	27.23	44.74	60.31	56.42	48.64	47.01 ± 11.58
Haz.13	62.25	50.58	42.80	73.93	64.20	64.20	59.66 ± 11.12
Tem.13	46.69	52.53	35.02	64.20	77.82	54.47	55.12 ± 14.70
Ağu.13	42.80	50.58	42.80	62.25	60.31	62.25	53.49 ± 9.35
Eyl.13	50.58	42.80	31.12	58.36	71.98	75.87	55.11 ± 17.17
Eki.13	62.25	42.80	38.91	77.82	85.60	73.93	63.55 ± 19.17
Kas.13	54.47	42.80	52.53	56.42	35.02	56.42	49.61 ± 8.76
Ortalama	51.55 ± 8.40	44.9 ± 12.14	40.85 ± 9.88	63.22 ± 12.51	64.52 ± 13.92	58.36 ± 15.38	53.90 ± 14.85

Çizelge 4.10 incelendiğinde magnezyum değerleri 19.45 mg/L ile en düşük değer Aralık 2012'de Huni çayında; en yüksek değer ise 85.60 mg/L ile Ekim 2013'de Regülatör II.'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca ortalama magnezyum değerleri, Kazgölü'nde 51.55 ± 8.40 mg/L, Sarısu'da 44.9 ± 12.14 mg/L, Huni çayında 40.85 ± 9.88 mg/L, Regülatör I.'de 63.22 ± 12.51 mg/L, Regülatör II.'de 64.52 ± 13.92 mg/L, Karahan mansabında 58.36 ± 15.38 mg/L olarak belirlenmiştir. Akarsuyun bir yıllık ortalama magnezyum değeri 53.90 ± 14.85 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Mayıs ayı

47.01±11.58 mg/L ile en düşük aylık ortalama magnezyum değerinin belirlendiği, 2013 Ekim ayı 63.55±19.17 mg/L ile en yüksek aylık ortalama değerin belirlendiği aydır.



Şekil 4.28. Bendimahi Çayı'nda magnezyumun (Mg^{+2}) zamana göre değişimi.

4.3.4. Toplam sertlik

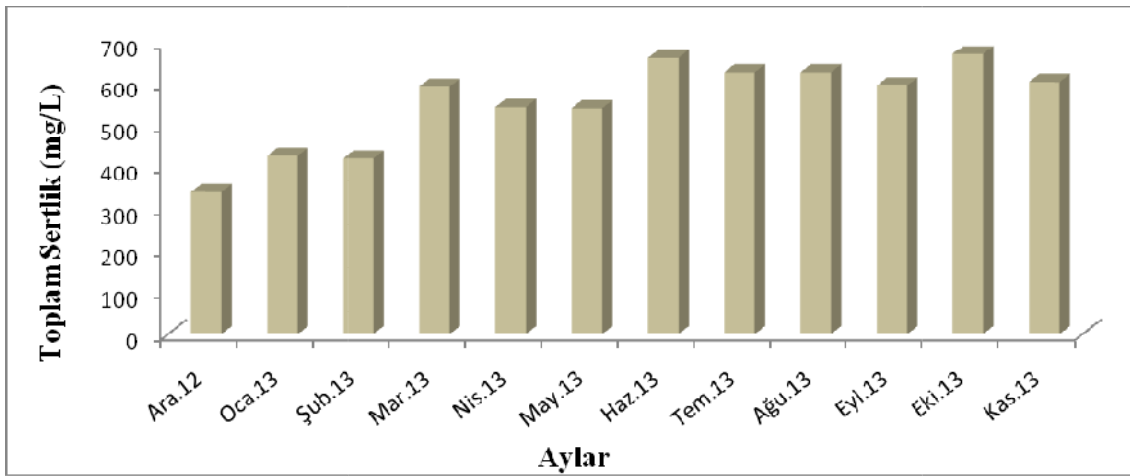
Örneklerin toplam sertlik değerleri Çizelge 4.11'de, değerlerin örnekleme noktaları ve zaman itibariyle değişimi Şekil 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.11. Bendimahi Çayı'nda toplam sertlik değerleri (mg/L $CaCO_3$)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	320	400	368	408	320	224	340.0±68.2
Oca.13	528	400	520	464	360	296	428.0±92.3
Şub.13	496	424	472	480	368	288	421.3±80.3
Mar.13	680	576	680	640	528	464	594.7±87.7
Nis.13	648	344	632	512	512	624	545.3±115.7
May.13	592	416	632	568	512	536	542.7±74.9
Haz.13	704	616	608	800	688	568	664.0±84.1
Tem.13	592	568	584	728	712	592	629.3±70.9
Ağu.13	552	584	552	744	680	664	629.3±78.6
Eyl.13	560	520	584	688	632	600	597.3±58.3
Eki.13	616	592	648	768	736	680	673.3±68.5
Kas.13	680	592	672	720	552	416	605.3±111.4
Ort.	580.7±104.5	502.7±97.8	579.3±90.6	626.7±134.5	550.0±144.3	496.0±156.7	555.9±128.1

Çizelge 4.11 incelendiğinde toplam sertlik değerleri 224 mg/L $CaCO_3$ ile en düşük değer Aralık 2012'de Karahan mansabında; en yüksek değer ise 800 mg/L $CaCO_3$ ile Ekim 2013'de Regülatör I.'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme

noktalarında ortalama toplam sertlik değerleri, Kazgölü'nde 580.7 ± 104.50 mg/L CaCO_3 , Sarısu'da 502.7 ± 97.85 mg/L CaCO_3 , Huni çayında 579.3 ± 90.60 mg/L CaCO_3 , Regülatör I.'de 626.7 ± 134.53 mg/L CaCO_3 , Regülatör II.'de 550.0 ± 144.3 mg/L CaCO_3 , Karahan mansabında 496.0 ± 156.7 mg/L CaCO_3 olarak belirlenmiştir. Bendimahi çayında bir yıllık ortalama toplam sertlik 555.88 ± 128.11 mg/L CaCO_3 olarak hesaplanmıştır. 2012 Aralık ayı 340.0 ± 68.2 mg/L CaCO_3 ile en düşük aylık ortalama toplam sertlik değerinin belirlendiği, 2013 Ekim ayı 673.3 ± 68.5 mg/L CaCO_3 ile en yüksek aylık ortalama toplam sertlik değerinin belirlendiği ay olmuştur.



Şekil 4.29. Bendimahi Çayı'nda toplam sertliğin zamana göre değişimi.

4.3.5. Karbonat, bikarbonat ve hidroksil

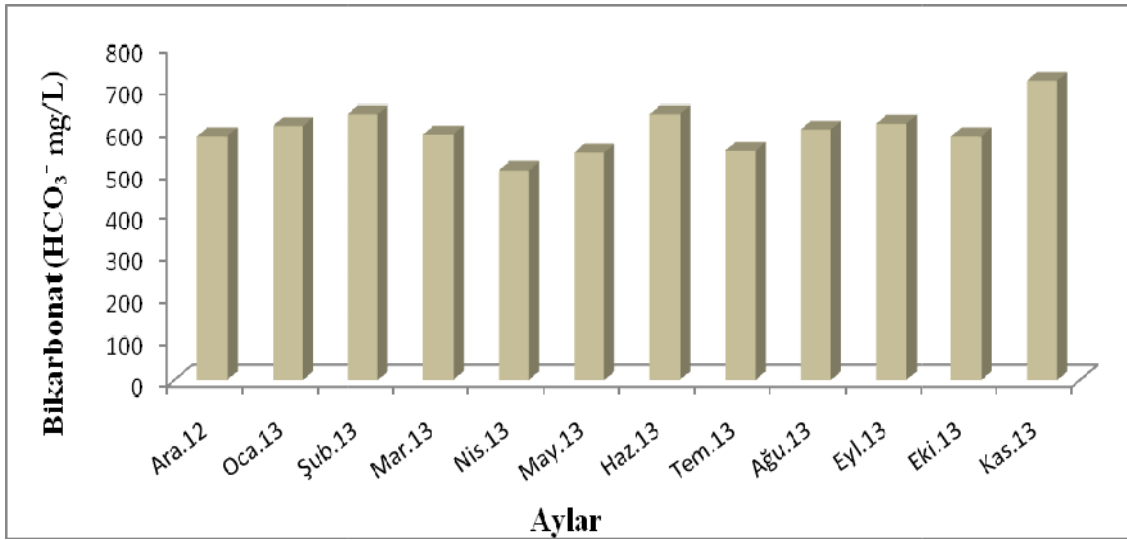
Karbonat-bikarbonat tayini fenolftalein ve metil oranj kullanılarak titrasyon ile yapılmış olup, analizi yapılan tüm örneklerde fenolftalein ilavesi ile renk oluşmamıştır. $p=0$ olduğundan tüm örneklerde karbonat (CO_3) değeri 0.00 mg/L bulunmuştur. Analizlerin yapıldığı bir yıl boyunca farklı örnekleme noktalarından alınan su örneklerinde yapılan bikarbonat değerleri Çizelge 4.12 ve zamana göre değişimi Şekil 4.30'de verilmiştir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde bikarbonat değerleri en düşük 414.8 mg/L ile Nisan 2013'de Sarısu'da; en yüksek 841.8 mg/L ile Kasım 2013'de Kazgölü'nde kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama bikarbonat değerleri, Kazgölü'nde 560.2 ± 104.10 mg/L, Sarısu'da 602.9 ± 83.95 mg/L, Huni çayında 595.7 ± 82.88 mg/L, Regülatör I.'de 657.8 ± 67.51 mg/L, Regülatör II.'de 603.9 ± 43.05

mg/L, Karahan mansabında 570.4±71.16 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm örnekleme noktalarında bir yıllık ortalama bikarbonat değeri 651.60±81.23 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Nisan ve Mayıs ayları 504.27±63.00 mg/L ile en düşük aylık ortalama bikarbonat değerinin belirlendiği, 2013 Kasım ayı 717.77±69.19 mg/L ile en yüksek aylık ortalama bikarbonat değerinin belirlendiği ay olmuştur.

Çizelge 4.12. Bendimahi Çayı'nda aylara göre bikarbonat (HCO₃) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	488.0	585.6	634.4	658.8	610.0	536.8	585.6±63.6
Oca.13	561.2	585.6	683.2	707.6	585.6	536.8	610.0±69.0
Şub.13	658.8	634.4	561.2	707.6	634.4	634.4	638.5±47.3
Mar.13	585.6	634.4	658.8	634.4	561.2	463.6	589.7±71.4
Nis.13	585.6	414.8	561.2	488.0	512.4	463.6	504.3±63.0
May.13	536.8	463.6	488.0	634.4	585.6	561.2	504.3±63.0
Haz.13	488.0	707.6	585.6	732.0	634.4	683.2	638.5±90.5
Tem.13	488.0	634.4	439.2	610.0	610.0	512.4	549.0±79.8
Ağu.13	512.4	658.8	561.2	634.4	634.4	610.0	601.9±54.9
Eyl.13	488.0	646.6	658.8	695.4	610.0	597.8	616.1±71.7
Eki.13	488.0	610.0	585.6	658.8	585.6	585.6	585.6±55.6
Kas.13	841.8	658.8	732.0	732.0	683.2	658.8	717.8±69.2
Ortalama	560.2±104.1	602.9±83.9	595.7±82.9	657.8±67.5	603.9±43.1	570.4±71.2	651.6±81.2



Şekil 4.30. Bendimahi Çayı'nda bikarbonatın (HCO₃) zamana göre değişimi.

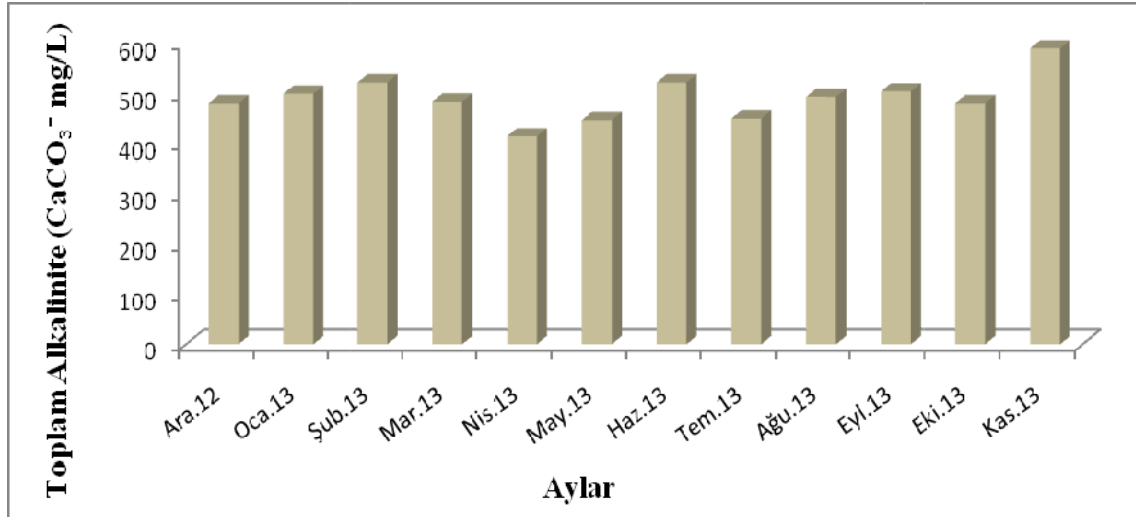
4.3.6. Toplam alkalinite

Örnekleme noktalarının yapıldığı bir yıl boyunca tüm noktalardan alınan su örneklerinde yapılan toplam alkalinite analiz sonuçları Çizelge 4.13'de, zamana göre değişimi Şekil 4.31'de verilmiştir. Karbonat ve hidroksil değerleri tüm zamanlar ve örnekleme

noktaları için sıfır olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Bendimahi Çayı'nda toplam alkalinite değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	400	480	520	540	500	440	480.0±52.1
Oca.13	460	480	560	580	480	440	500.0±56.5
Şub.13	540	520	460	580	520	520	523.3±38.8
Mar.13	480	520	540	520	460	380	483.3±58.5
Nis.13	480	340	460	400	420	380	413.3±51.6
May.13	440	380	400	520	480	460	446.7±51.6
Haz.13	400	580	480	600	520	560	523.3±74.2
Tem.13	400	520	360	500	500	420	450.0±65.4
Ağu.13	420	540	460	520	520	500	493.3±45.0
Eyl.13	400	530	540	570	500	490	505.0±58.9
Eki.13	400	500	480	540	480	480	480.0±45.6
Kas.13	690	540	600	600	560	540	588.3±56.7
Ortalama	459.2±85.3	494.2±68.8	488.3±67.9	539.2±55.3	495.0±35.3	467.5±58.3	490.55±66.6



Şekil 4.31. Bendimahi Çayı'nda toplam alkalinite değişimi.

Çizelge 4.13 incelendiğinde toplam alkalinite değerleri 340 mg/L ile en düşük değer Nisan 2013'de Sarısu'da, en yüksek değer ise 690 mg/L ile Kasım 2013'de Kazgölü'nde kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama toplam alkalinite değerleri, Kazgölü'nde 459.2±85.32 mg/L, Sarısu'da 494.2±68.81 mg/L, Huni çayında 488.3±67.93 mg/L, Regülatör I'de 539.2±55.34 mg/L, Regülatör II'de 495.0±35.29 mg/L, Karahan mansabında 467.5±58.32 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama toplam alkalinite değeri 490.55±66.58 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Nisan ayı 413.33±51.63 mg/L ile en düşük aylık ortalama toplam alkalinite değerinin belirlendiği, 2013 Kasım ayı 588.33±56.71 mg/L ile en yüksek aylık

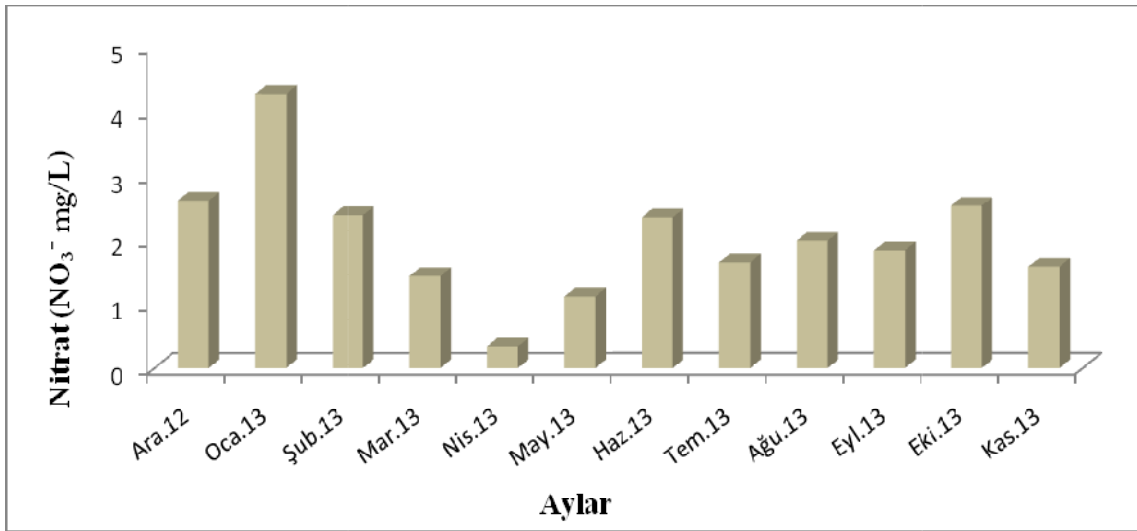
ortalama toplam alkalinite değerinin belirlendiği ay olmuştur.

4.3.7. Nitrat

Bendimahi çayından alınan örneklerde HACH 8192 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen nitrat değerleri Çizelge 4.14’de ve Şekil 4.32’de; Nitrat azotu değerleri Çizelge 4.15’de görölmektedir.

Çizelge 4.14. Bendimahi Çayı’nda aylık nitrat (NO_3^-) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.5	3.6	1.3	3.1	5.4	1.8	2.61±1.78
Oca.13	3.7	4.6	7.8	4.6	3.2	1.8	4.28±2.01
Şub.13	2.3	1.8	2.8	2.3	2.3	2.8	2.38±0.38
Mar.13	1.3	1.0	2.2	1.8	0.5	1.8	1.43±0.62
Nis.13	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.33±0.26
May.13	0.6	1.4	0.0	1.4	1.9	1.4	1.11±0.69
Haz.13	5.8	1.4	1.0	1.4	3.1	1.4	2.35±1.84
Tem.13	2.8	1.4	1.0	0.5	1.4	2.8	1.65±0.95
Ağu.13	2.3	1.4	1.4	3.2	1.8	1.8	1.98±0.68
Eyl.13	1.4	1.0	2.7	3.1	1.4	1.4	1.83±0.85
Eki.13	2.8	2.4	1.9	2.4	1.9	3.8	2.53±0.71
Kas.13	1.4	0.7	1.0	1.8	3.6	1.0	1.58±1.06
Ortalama	2.11±1.55	1.76±1.22	1.96±2.02	2.17±1.20	2.2±1.46	1.81±0.97	2.00±1.40



Şekil 4.32. Bendimahi Çayı’nda nitratın (NO_3^-) zamana göre değişimi.

Çizelge 4.14 incelendiğinde nitrat değerleri 0 mg/L ile en düşük değer 2013’de Nisan ve Mayıs aylarında, en yüksek değer ise 7.8 mg/L ile Ocak 2013’de Huni çayında kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama nitrat değerleri,

Kazgölü'nde 2.11 ± 1.55 mg/L, Sarısu'da 1.76 ± 1.22 mg/L, Huni çayında 1.96 ± 2.02 mg/L, Regülatör I'de 2.17 ± 1.20 mg/L, Regülatör II'de 2.2 ± 1.46 mg/L ve Karahan mansabında 1.81 ± 0.97 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama nitrat değeri ise 2.00 ± 1.40 mg/L olarak kaydedilmiştir. 2013 Nisan ayı 0.33 ± 0.26 mg/L ile en düşük aylık ortalama nitrat değerinin ölçüldüğü, 2013 Ocak ayı 4.28 ± 2.01 mg/L ile en yüksek aylık ortalama nitrat değerinin belirlendiği ay olmuştur.

Çizelge 4.15. Bendimahi Çayı'nda aylık nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.1	0.8	0.3	0.7	1.2	0.4	0.58 ± 0.40
Oca.13	0.8	1	1.7	1	0.7	0.4	0.93 ± 0.44
Şub.13	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.51 ± 0.75
Mar.13	0.3	0.2	0.5	0.4	0.1	0.4	0.31 ± 0.15
Nis.13	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.06 ± 0.52
May.13	0.1	0.3	0	0.3	0.4	0.3	0.23 ± 0.15
Haz.13	1.3	0.3	0.2	0.3	0.7	0.3	0.51 ± 0.42
Tem.13	0.6	0.3	0.2	0.1	0.3	0.6	0.35 ± 0.21
Ağu.13	0.5	0.3	0.3	0.7	0.4	0.4	0.43 ± 0.15
Eyl.13	0.3	0.2	0.6	0.7	0.3	0.3	0.40 ± 0.20
Eki.13	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.8	0.53 ± 0.15
Kas.13	0.3	0.1	0.2	0.3	0.8	0.2	0.31 ± 0.25
Ortalama	0.46 ± 0.35	0.38 ± 0.27	0.42 ± 0.44	0.46 ± 0.27	0.48 ± 0.33	0.39 ± 0.21	0.43 ± 0.31

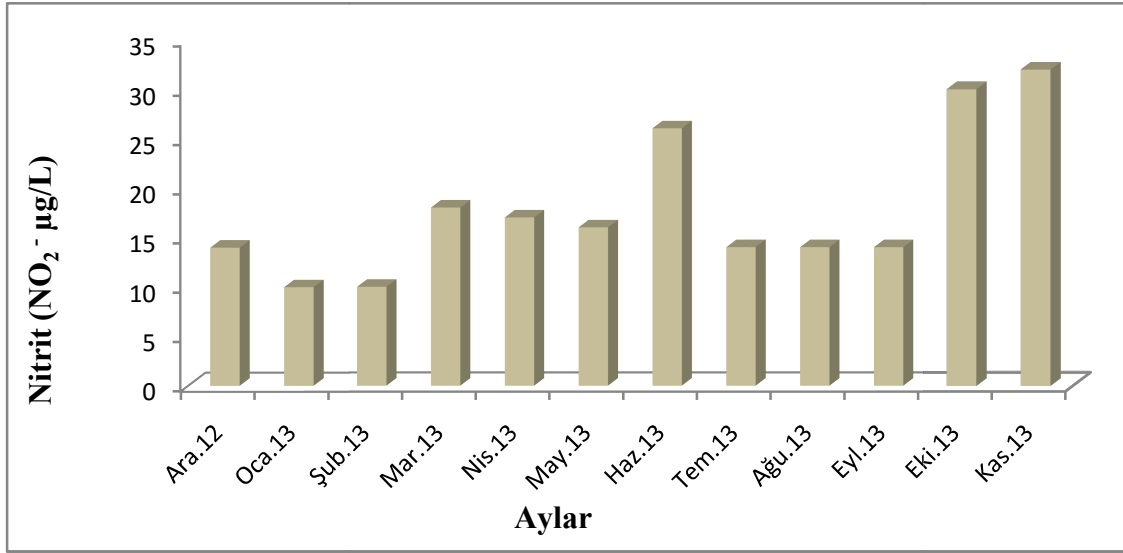
Çizelge 4.15 incelendiğinde en düşük nitrat azotu değeri 0 mg/L ile 2013 Nisan ve Mayıs aylarında, en yüksek değer ise 1.7 mg/L ile 2013 Ocak'ta Huni çayında kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama nitrat azotu değerleri, Kazgölü'nde 0.46 ± 0.35 mg/L, Sarısu'da 0.38 ± 0.27 mg/L, Huni çayında 0.42 ± 0.44 mg/L, Regülatör I'de 0.46 ± 0.27 mg/L, Regülatör II'de 0.48 ± 0.33 mg/L ve Karahan mansabında 0.39 ± 0.21 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama nitrat azotu değeri 0.43 ± 0.31 mg/L olarak analizlenmiştir. 2013 Nisan ayı 0.06 ± 0.52 mg/L ile en düşük aylık ortalama nitrat azotu değerinin belirlendiği, 2013 Ocak ayı 0.93 ± 0.44 mg/L ile en yüksek aylık ortalama nitrat azotu değerinin hesaplandığı ay olarak kayıtlara geçmiştir.

4.3.8. Nitrit

Bendimahi Çayı'nda alınan örneklerde HACH 8507 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen nitrit değerleri Çizelge 4.16'da ve Şekil 4.33'de; Nitrit azotu Çizelge 4.17'de görülmektedir.

Çizelge 4.16. Bendimahi Çayı'nda aylık nitrit (NO₂⁻) değerleri (µg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	2	17	15	17	9	10	14±40
Oca.13	12	9	9	15	9	11	10±20
Şub.13	8	8	17	5	8	15	10±50
Mar.13	15	15	21	30	9	23	18±70
Nis.13	17	8	5	9	9	9	17±17
May.13	15	15	15	17	15	20	16±20
Haz.13	25	25	30	31	20	30	26±40
Tem.13	25	5	21	15	15	5	14±80
Ağu.13	17	15	17	9	10	17	14±40
Eyl.13	21	9	15	15	5	21	14±60
Eki.13	61	15	39	31	15	20	30±18
Kas.13	43	15	41	23	31	43	32±12
Ortalama	23±15	13±50	24±13	18±90	12±70	18±10	18±11

Şekil 4.33. Bendimahi Çayı'nda nitritin (NO₂⁻) zamana göre değişimi.

Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi en düşük nitrit değerleri, 2012 Aralık'da Kazgölü'nde 2 µg/L olarak kaydedilmiştir. En yüksek değer ise 2013 Ekim'de 61 µg/L ile Kazgölü'nde kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama nitrit değerleri, Kazgölü'nde 23±15 µg/L, Sarısu'da 13±5 µg/L, Huni çayında 24±13 µg/L, Regülatör I'de 18±9 µg/L, Regülatör II'de 12±7 µg/L ve Karahan mansbında 18±10 µg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama nitrit değeri 18±11 µg/L olarak belirlenmiştir. 2013 Ocak ayı 10±2 µg/L ile en düşük aylık ortalama nitrit değerinin hesaplandığı, 2013 Kasım ayı 32±12 µg/L ile en yüksek aylık ortalama nitrit değerinin belirlendiği ay olmuştur.

Çizelge 4.17. Bendimahi Çayı'nda aylık nitrit azotu (NO₂-N) değerleri (µg /L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	6	5	5	5	3	3	4.5±1
Oca.13	4	3	3	4	3	3	3.3±1
Şub.13	2	2	5	1	3	4	2.8±1
Mar.13	5	5	6	9	3	7	5.8±2
Nis.13	5	3	16	3	3	3	5.5±5
May.13	5	4	4	5	4	6	4.6±1
Haz.13	8	8	9	10	6	9	8.3±1
Tem.13	8	1	6	4	4	2	4.1±3
Ağu.13	5	4	5	3	3	5	4.1±1
Eyl.13	6	3	4	4	2	6	4.1±2
Eki.13	19	4	12	10	4	6	9.1±6
Kas.13	13	4	13	7	10	13	10.0±4
Ortalama	7.1±5	3.8±2	7.3±4	5.4±3	4.0±2	5.5±3	5.5±3

Çizelge 4.17 incelendiğinde nitrit azotu en düşük değeri 2013 Şubat ve Temmuz aylarında 1 µg/L olarak ölçülmüştür. En yüksek değer ise 2013 Ekim'de 19 µg/L ile Kazgölü'nde kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama nitrit azotu değerleri, Kazgölü'nde 7.1±5 µg/L, Sarısu'da 3.8±2 µg/L, Huni çayında 7.3±4 µg/L, Regülatör I'de 5.4±3 µg/L , Regülatör II'de 4.0±2 µg/L ve Karahan mansabında 5.5±3 µg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama nitrit azotu değeri 5.5±3 µg/L olarak belirlenmiştir. 2013 Şubat ayı 2.8±1 µg/L ile en düşük aylık ortalama nitrit azotu değerinin hesaplandığı, 2013 Kasım ayı 10.0±4 µg/L ile en yüksek aylık ortalama nitrit azotu değerinin hesaplandığı ay olmuştur.

4.3.9. Amonyum ve amonyak

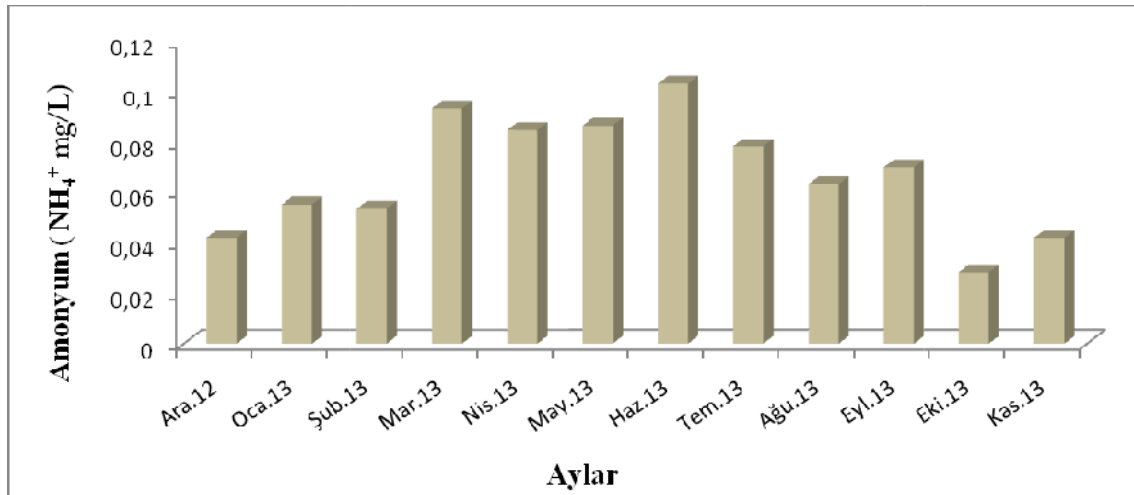
Bendimahi Çayı'ndan alınan örneklerde HACH 8038 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen amonyum (NH₄⁺) değerleri Çizelge 4.18'de ve Şekil 4.34'de; amonyak (NH₃) değerleri Çizelge 4.19'da ve amonyak azotu değerleri Çizelge 4.20'de ve Şekil 4.35'de görülmektedir.

Çizelge 4.18 incelendiğinde amonyum değerleri en yüksek 2013 Haziran'da 0.19 mg/L ile Kazgölü ve Regülatör I.'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca ortalama amonyum değerleri, Kazgölü'nde 0.07±0.05 mg/L, Sarısu'da 0.05±0.03 mg/L, Huni çayında 0.05±0.02 mg/L, Regülatör I'de 0.08±0.05 mg/L, Regülatör II'de 0.07±0.04 mg/L ve Karahan mansabında 0.07±0.02 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama amonyum değeri 0.06±0.04 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Ekim ayı

0.02±0.02 mg/L ile en düşük, 2013 Haziran ayı 0.13±0.07 mg/L ile en yüksek aylık ortalama amonyum değerlerinin hesaplandığı aylar olmuştur.

Çizelge 4.18. Bendimahi Çayı'nda aylık amonyum (NH₄⁺) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.04	0.02	0.03	0.06	0.03	0.07	0.04±0.02
Oca.13	0.03	0.05	0.07	0.09	0.04	0.05	0.05±0.02
Şub.13	0.09	0.02	0.05	0.06	0.03	0.07	0.05±0.03
Mar.13	0.10	0.07	0.05	0.08	0.16	0.10	0.09±0.04
Nis.13	0.03	0.10	0.09	0.09	0.13	0.07	0.08±0.03
May.13	0.10	0.09	0.02	0.10	0.10	0.11	0.08±0.03
Haz.13	0.19	0.03	0.06	0.19	0.07	0.08	0.13±0.07
Tem.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.08	0.08	0.07±0.01
Ağu.13	0.04	0.08	0.06	0.04	0.08	0.08	0.06±0.02
Eyl.13	0.03	0.03	0.06	0.14	0.10	0.06	0.07±0.04
Eki.13	0.01	0.01	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02±0.02
Kas.13	0.08	0.03	0.06	0.01	0.01	0.06	0.04±0.03
Ortalama	0.07±0.05	0.05±0.03	0.05±0.02	0.08±0.05	0.07±0.04	0.07±0.02	0.06±0.04



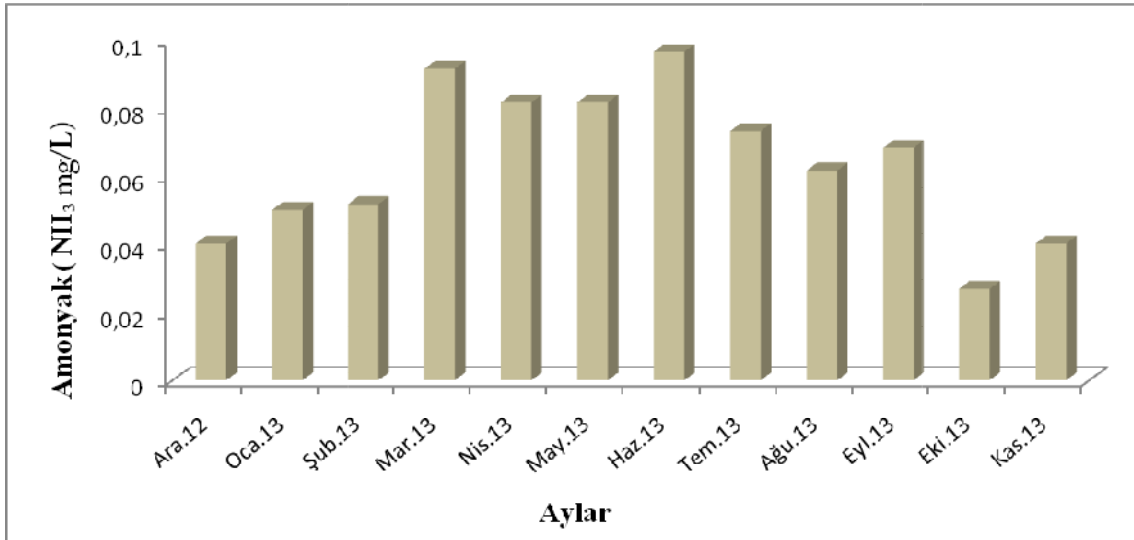
Şekil 4.34. Bendimahi Çayı'nda amonyumun (NH₄⁺) zamana göre değişimi.

Çizelge 4.19 incelendiğinde en yüksek değer 0.18 mg/L ile Haziran 2013'de Kazgölü'nde ve Regülatör I'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama amonyak değerleri, Kazgölü'nde 0.06±0.05 mg/L, Sarısu'da 0.04±0.03 mg/L, Huni çayında 0.05±0.02 mg/L, Regülatör I'de 0.07±0.04 mg/L, Regülatör II'de 0.07±0.04 mg/L ve Karahan mansabında mg/L 0.06±0.02 olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama amonyak değeri 0.06±0.04 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Ekim 0.02±0.02 mg/L ile en düşük aylık ortalama amonyak değerlerinin hesaplandığı, 2013 Mart 0.09±0.03 mg/L, Haziran 0.09±0.07 mg/L ile en yüksek aylık

ortalama amonyak değerinin hesaplandığı aylar olmuştur.

Çizelge 4.19. Bendimahi Çayı'nda aylık amonyak (NH₃) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.04	0.02	0.03	0.06	0.03	0.06	0.04±0.02
Oca.13	0.03	0.04	0.06	0.09	0.03	0.05	0.05±0.02
Şub.13	0.08	0.02	0.05	0.06	0.03	0.07	0.05±0.02
Mar.13	0.10	0.07	0.05	0.08	0.15	0.10	0.09±0.03
Nis.13	0.03	0.10	0.08	0.09	0.12	0.07	0.08±0.03
May.13	0.10	0.09	0.01	0.09	0.10	0.10	0.08±0.03
Haz.13	0.18	0.03	0.05	0.18	0.07	0.07	0.09±0.07
Tem.13	0.09	0.08	0.06	0.06	0.08	0.07	0.07±0.01
Ağu.13	0.04	0.07	0.06	0.04	0.08	0.08	0.06±0.02
Eyl.13	0.03	0.03	0.06	0.13	0.10	0.06	0.06±0.04
Eki.13	0.01	0.01	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02±0.02
Kas.13	0.08	0.03	0.06	0.01	0.01	0.05	0.04±0.03
Ortalama	0.06±0.05	0.04±0.03	0.05±0.02	0.07±0.04	0.07±0.04	0.06±0.02	0.06±0.04



Şekil 4.35. Bendimahi Çayı'nda amonyak (NH₃) zamana göre değişimi.

Çizelge 4.20 incelendiğinde en yüksek değer 2013 Haziran'da 0.19 mg/L ile Kazgölü'nde kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama amonyak azotu değerleri, Kazgölü'nde 0.02±0.05 mg/L, Sarısu'da 0.04±0.05 mg/L, Huni çayında mg/L, Regülatör I'de 0.04±0.06 mg/L, Regülatör II'de mg/L ve Karahan mansabında 0.03± 0.05mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama amonyak azotu değeri 0.05±0.03 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Ekim ayında 0.02±0.01 mg/L ile en düşük aylık ortalama amonyak azotu değerinin belirlendiği, 2013 Haziran ayı 0.09±0.07 mg/L ile en yüksek aylık ortalama amonyak azotu değerinin hesaplandığı ay

olmuştur.

Çizelge 4.20. Bendimahi Çayı'nda aylık amonyak azotu (NH₃-N) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.03	0.02	0.03	0.05	0.03	0.05	0.04±0.01
Oca.13	0.02	0.04	0.05	0.07	0.03	0.04	0.04±0.02
Şub.13	0.07	0.02	0.04	0.05	0.02	0.09	0.05±0.03
Mar.13	0.08	0.06	0.04	0.07	0.13	0.08	0.08±0.03
Nis.13	0.02	0.08	0.07	0.07	0.10	0.06	0.07±0.03
May.13	0.08	0.07	0.01	0.08	0.08	0.08	0.07±0.03
Haz.13	0.19	0.02	0.04	0.15	0.05	0.06	0.09±0.07
Tem.13	0.08	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06±0.01
Ağu.13	0.03	0.06	0.05	0.03	0.06	0.06	0.05±0.01
Eyl.13	0.02	0.02	0.05	0.11	0.08	0.05	0.06±0.04
Eki.13	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02±0.01
Kas.13	0.06	0.02	0.05	0.01	0.01	0.04	0.03±0.02
Ortalama	0.05±0.05	0.04±0.02	0.04±0.01	0.06±0.04	0.05±0.04	0.06±0.02	0.05±0.03

4.3.10. Fosfor ve fosfatlar

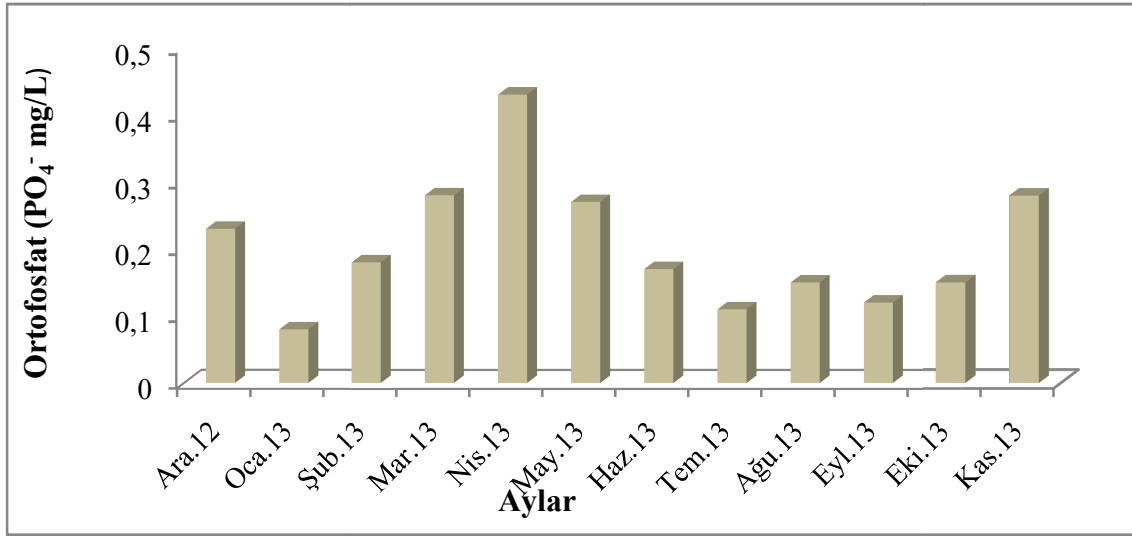
HACH 8048 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen ortofosfat (PO₄) değerleri Çizelge 4.21'de ve Şekil 4.36'da; fosfor değerleri Çizelge 4.22'de ve fosfor pentoksit değerleri Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Bendimahi Çayı'nda aylık ortofosfat (PO₄⁻) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.18	0.28	0.45	0.22	0.19	0.10	0.23±0.12
Oca.13	0.09	0.08	0.11	0.05	0.07	0.09	0.08±0.02
Şub.13	0.30	0.13	0.17	0.18	0.29	0.03	0.18±0.10
Mar.13	0.45	0.22	0.29	0.27	0.34	0.13	0.28±0.11
Nis.13	0.51	0.40	0.49	0.60	0.48	0.11	0.43±0.17
May.13	0.48	0.20	0.26	0.30	0.16	0.23	0.27±0.11
Haz.13	0.17	0.11	0.12	0.19	0.11	0.32	0.17±0.08
Tem.13	0.08	0.09	0.10	0.14	0.09	0.21	0.11±0.05
Ağu.13	0.24	0.08	0.17	0.10	0.07	0.25	0.15±0.08
Eyl.13	0.23	0.05	0.15	0.06	0.07	0.16	0.12±0.07
Eki.13	0.18	0.13	0.18	0.07	0.11	0.26	0.15±0.07
Kas.13	0.40	0.24	0.44	0.21	0.25	0.16	0.28±0.11
Ortalama	0.27±0.15	0.16±0.10	0.24±0.14	0.19±0.15	0.18±0.13	0.17±0.08	0.20±0.13

Çizelge 4.21 incelendiğinde en düşük ortofosfat değeri 2013 Şubat'ta Karahan mansabında 0.03 mg/L bulunmuştur. En yüksek ortofosfat değeri ise 0.60 mg/L ile Nisan 2013'de Regülatör I'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama ortofosfat değerleri, Kazgölü'nde 0.27±0.15 mg/L, Sarısu'da 0.16±0.10 mg/L, Huni çayında 0.24±0.14 mg/L, Regülatör I'de 0.19±0.15 mg/L, Regülatör II'de

0.18±0.13 mg/L ve Karahan mansabında 0.17±0.08 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama toplam ortofosfat değeri 0.20±0.13 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Ocak ayı 0.08±0.02 mg/L ile en düşük ve 2013 Nisan ayı 0.43±0.17 mg/L ile en yüksek aylık ortalama ortofosfat değerinin bulunduğu aylar olmuştur.



Şekil 4.36. Bendimahi Çayı'nda ortofosfatın (PO₄⁻) zamana göre değişimi.

Çizelge 4.22. Bendimahi Çayı'nda aylık fosfor (P) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.17	0.12	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13±0.02
Oca.13	0.04	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02±0.01
Şub.13	0.04	0.03	0.04	0.02	0.04	0.02	0.03±0.01
Mar.13	0.05	0.04	0.05	0.03	0.05	0.04	0.04±0.01
Nis.13	0.05	0.03	0.05	0.03	0.04	0.01	0.03±0.02
May.13	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05±0.01
Haz.13	0.05	0.03	0.05	0.04	0.06	0.07	0.05±0.01
Tem.13	0.05	0.02	0.04	0.03	0.05	0.08	0.05±0.02
Ağu.13	0.18	0.12	0.15	0.14	0.13	0.16	0.14±0.02
Eyl.13	0.13	0.15	0.12	0.14	0.11	0.12	0.13±0.01
Eki.13	0.16	0.19	0.17	0.18	0.15	0.13	0.16±0.02
Kas.13	0.31	0.22	0.27	0.24	0.22	0.24	0.25±0.03
Ortalama	0.11±0.09	0.08±0.07	0.09±0.07	0.08±0.08	0.09±0.06	0.09±0.07	0.09±0.07

Çizelge 4.22 incelendiğinde en düşük fosfor değerleri 2013 Ocak ve Nisan aylarında 0.01 mg/L bulunmuştur. En yüksek fosfor değeri ise 0.31 mg/L ile Kasım 2013'de Kazgölü'nde kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama fosfor değerleri, Kazgölü'nde 0.11±0.09 mg/L, Sarısu'da 0.08±0.07 mg/L, Huni çayında

0.09±0.07 mg/L, Regülatör I’de 0.08±0.08 mg/L, Regülatör II’de 0.09±0.06 mg/L ve Karahan mansabında 0.09±0.07 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama toplam fosfor değeri 0.09±0.07 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Ocak ayı 0.02±0.01 mg/L ile en düşük, 2013 Kasım ayı 0.25±0.03 mg/L ile en yüksek aylık ortalama fosfor değerinin bulunduğu aylar olmuştur.

Çizelge 4.23. Bendimahi Çayı’nda aylık fosfor pentoksit (P₂O₅) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.43	0.32	0.37	0.26	0.29	0.24	0.31±0.07
Oca.13	0.10	0.03	0.04	0.02	0.10	0.04	0.05±0.04
Şub.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.08	0.06	0.06±0.02
Mar.13	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.04	0.05±0.01
Nis.13	0.11	0.07	0.11	0.07	0.10	0.02	0.08±0.03
May.13	0.12	0.05	0.10	0.11	0.10	0.06	0.09±0.03
Haz.13	0.11	0.07	0.06	0.09	0.09	0.13	0.09±0.03
Tem.13	0.10	0.05	0.08	0.07	0.11	0.19	0.10±0.05
Ağu.13	0.14	0.09	0.12	0.11	0.16	0.13	0.12±0.02
Eyl.13	0.21	0.17	0.18	0.20	0.16	0.22	0.19±0.02
Eki.13	0.47	0.34	0.43	0.33	0.31	0.33	0.36±0.07
Kas.13	0.70	0.51	0.62	0.54	0.50	0.56	0.57±0.08
Ortalama	0.22±0.20	0.15±0.15	0.18±0.19	0.15±0.15	0.17±0.13	0.16±0.16	0.17±0.16

Çizelge 4.23 incelendiğinde en düşük P₂O₅ değeri 2013 Ocak ve Nisan aylarında 0.02 mg/L belirlenmiştir. En yüksek değer 0.70 mg/L ile Kasım 2013’de Kazgölü’nde kaydedilmiştir. Yıl boyunca ortalama P₂O₅ değerleri, Kazgölü’nde 0.22±0.20 mg/L, Sarısu’da 0.15±0.15 mg/L, Huni çayında 0.18±0.19 mg/L, Regülatör I’de 0.15±0.15 mg/L, Regülatör II’de 0.17±0.13 mg/L ve Karahan’da 0.16±0.16 mg/L olarak ve ortalama toplam P₂O₅ değeri 0.17±0.16 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Ocak ve Mart ayları 0.05mg/L ile en düşük, 2013 Kasım ayı 0.57±0.08 mg/L ile en yüksek aylık ortalama P₂O₅ değerinin belirlendiği aylar olmuştur.

4.3.11. Sülfat

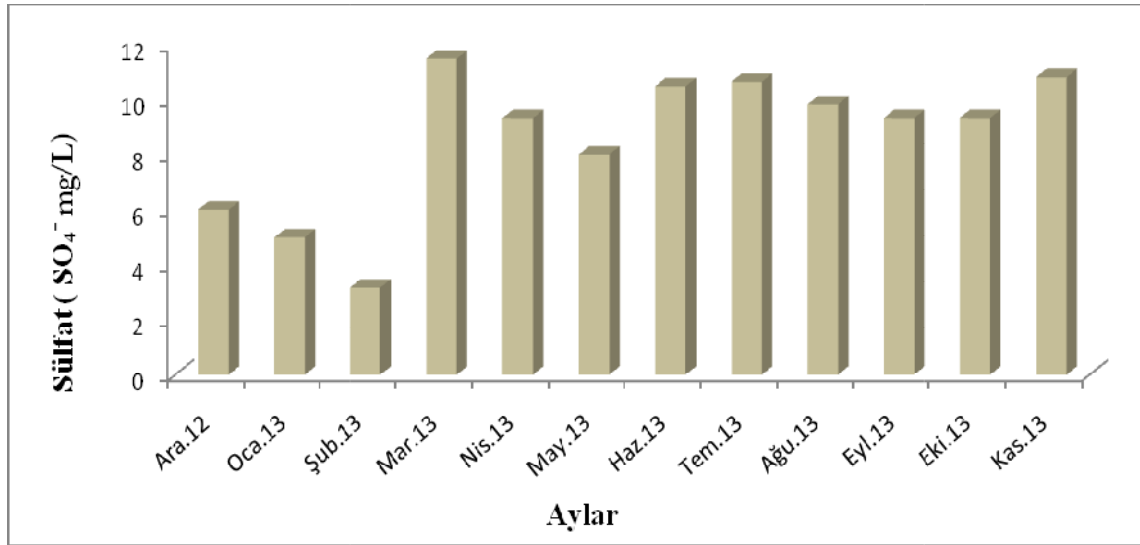
HACH 8051 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen sülfat (SO₄⁻) değerleri Çizelge 4.24’de ve Şekil 4.37’de görülmektedir.

Çizelge 4.24 incelendiğinde sülfat değerleri 2 mg/L ile en düşük değer Şubat 2013’de Kazgölü ve Huni çayı örnekleme noktalarında, en yüksek değer ise 21 mg/L ile Mart 2013’de Karahan mansabında kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama sülfat değerleri, kazgölü’nde 7.7±2.1 mg/L, Sarısu’da 7.8±1.7 mg/L, Huni

çayında 7.9 ± 2.3 mg/L, Regülatör I’de 8.9 ± 3.3 mg/L, Regülatör II’de 8.5 ± 3.2 mg/L ve Karahan mansabında 10.8 ± 5.2 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama sülfat değeri 8.6 ± 3.3 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Şubat ayı 3.2 ± 1.0 mg/L ile en düşük aylık ortalama sülfat değerinin belirlendiği, 2013 Mart ayı 11.5 ± 5.2 mg/L ile en yüksek aylık ortalama sülfat değerinin bulunduğu aylar olmuştur.

Çizelge 4.24. Bendimahi Çayı’nda aylık sülfat (SO_4^-) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	8	6	9	4	5	4	6.0 ± 2.1
Oca.13	7	7	7	3	3	3	5.0 ± 2.2
Şub.13	2	4	2	4	3	4	3.2 ± 1.0
Mar.13	8	8	7	13	12	21	11.5 ± 5.2
Nis.13	9	7	7	10	9	14	9.3 ± 2.6
May.13	7	8	7	10	8	8	8.0 ± 1.1
Haz.13	7	9	9	12	12	14	10.5 ± 2.6
Tem.13	9	10	11	11	10	13	10.6 ± 1.4
Ağu.13	9	9	9	10	10	12	9.8 ± 1.2
Eyl.13	9	8	9	9	10	11	9.3 ± 1.0
Eki.13	8	8	8	10	9	13	9.3 ± 2.0
Kas.13	10	10	10	11	11	13	10.8 ± 1.2
Ortalama	7.7 ± 2.1	7.8 ± 1.7	7.9 ± 2.3	8.9 ± 3.3	8.5 ± 3.2	10.8 ± 5.2	8.6 ± 3.3



Şekil 4.37. Bendimahi Çayı’nda sülfatın (SO_4^-) zamana göre değişimi.

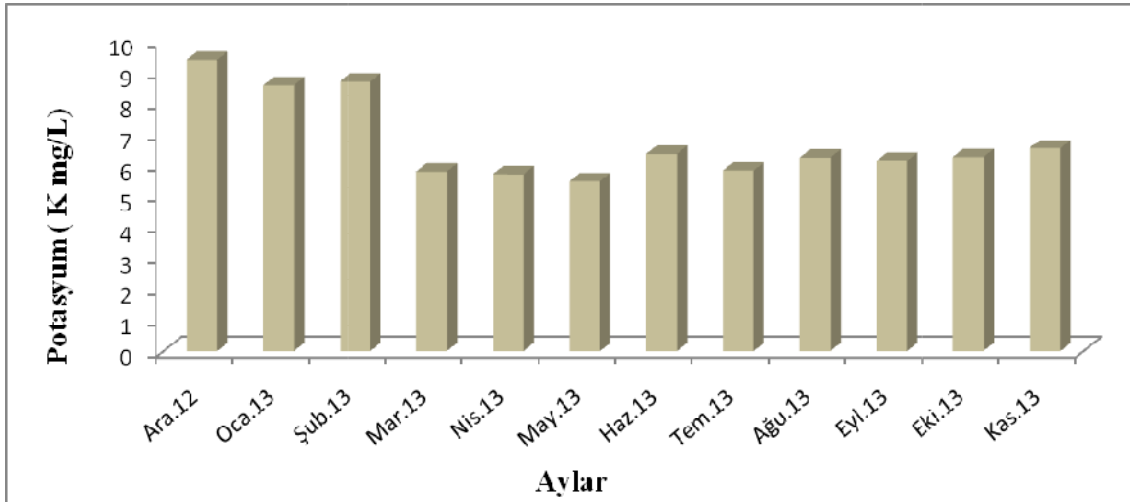
4.3.12. Potasyum

HACH 8049 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen potasyum (K) değerleri Çizelge 4.25 ve Şekil 4.38’de görülmektedir.

Çizelge 4.25. Bendimahi Çayı'nda aylık potasyum (K) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	6.4	7.0	6.9	14.9	11.1	10.2	9.4±3.3
Oca.13	6.7	6.2	7.0	11.3	10.2	10.2	8.6±2.0
Şub.13	6.9	6.5	6.8	10.9	11.0	10.2	8.7±2.2
Mar.13	5.2	6.5	5.1	5.3	6.4	6.3	5.8±0.7
Nis.13	5.7	4.6	5.9	6.4	5.8	5.9	5.7±0.6
May.13	5.2	3.7	5.6	6.2	5.6	6.7	5.5±1.0
Haz.13	6.3	6.5	6.8	6.4	6.2	6.0	6.3±0.3
Tem.13	5.6	5.6	6.3	5.8	6.1	5.6	5.8±0.3
Ağu.13	6.5	5.7	6.2	6.8	6.4	5.9	6.2±0.4
Eyl.13	6.7	5.5	6.9	6.4	6.1	5.3	6.1±0.6
Eki.13	6.5	6.8	6.7	5.9	5.9	5.8	6.2±0.5
Kas.13	6.9	6.7	7.0	5.9	6.3	6.5	6.5±0.4
Ortalama	6.2±0.6	5.9±1.0	6.4±0.6	7.6±3.0	7.2±2.1	7.1±1.9	6.7±1.8

Çizelge 4.25 incelendiğinde potasyum değerleri 3.7 mg/L ile en düşük değer Mayıs 2013'de Sarısu'da, en yüksek değer ise 14.9 mg/L ile Aralık 2012'de Regülatör I.'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama potasyum değerleri, Kazgölü'nde 6.2±0.6 mg/L, Sarısu'da 5.9±1.0 mg/L, Huni çayında 6.4±0.6 mg/L, Regülatör I'de 7.6±3.0 mg/L, Regülatör II'de 7.2±2.1 mg/L ve Karahan mansabında 7.1±1.9 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama potasyum değeri 6.7±1.8 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Mayıs ayı 5.5±1.0 mg/L ile en düşük aylık ortalama potasyum değerinin belirlendiği, 2012 Aralık ayı 9.4±3.3 mg/L ile en yüksek aylık ortalama potasyum değerinin bulunduğu aylar olmuştur.



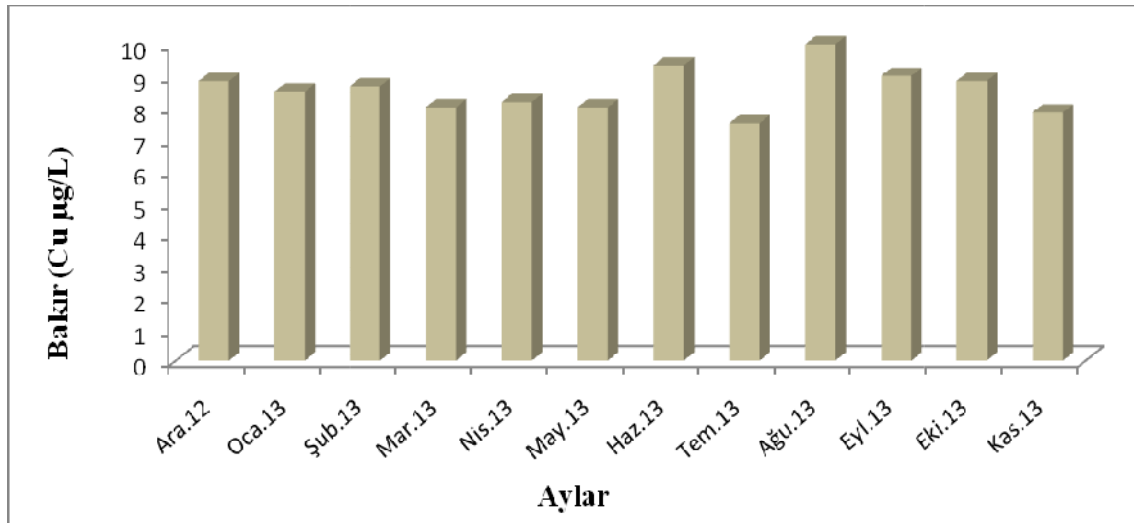
Şekil 4.38. Bendimahi Çayı'nda potasyumun (K) zamana göre değişimi.

4.3.13. Bakır

HACH 8143 numaralı metot ile yapılan analiz sonuçlarına göre bakır değerleri Çizelge 4.26 ve Şekil 4.39'da görülmektedir.

Çizelge 4.26. Bendimahi Çayı'nda aylık bakır (Cu) değerleri ($\mu\text{g/L}$)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	8	11	7	9	9	9	8.8±1.3
Oca.13	8	10	7	9	8	9	8.5±1.0
Şub.13	7	9	11	9	8	8	8.6±1.4
Mar.13	8	7	9	9	8	7	8.0±0.9
Nis.13	8	7	10	6	10	8	8.2±1.6
May.13	10	7	9	7	8	7	8.0±1.3
Haz.13	11	10	8	11	6	10	9.3±2.0
Tem.13	9	7	7	8	7	7	7.5±0.8
Ağu.13	9	10	10	9	12	10	10.0±1.1
Eyl.13	12	12	7	9	6	8	9.0±2.5
Eki.13	7	9	11	7	9	10	8.8±1.6
Kas.13	4	9	7	9	10	8	7.8±2.1
Ortalama	8.4±2.1	9.0±1.7	8.5±1.6	8.5±1.3	8.4±1.7	8.4±1.2	8.5±1.6



Şekil 4.39. Bendimahi Çayı'nda bakırın (Cu) zamana göre değişimi.

Çizelge 4.26 incelendiğinde bakır değerleri $4 \mu\text{g/L}$ ile en düşük değer Kasım 2013'de Kazgölü'nde, en yüksek değer ise $12 \mu\text{g/L}$ ile Ağustos ve Eylül 2013'de kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama bakır değerleri, Kazgölü'nde $8.4 \pm 2.1 \mu\text{g/L}$, Sarısu'da $9.0 \pm 1.7 \mu\text{g/L}$, Huni çayında $8.5 \pm 1.6 \mu\text{g/L}$, Regülatör I'de $8.5 \pm 1.3 \mu\text{g/L}$, Regülatör II'de $8.4 \pm 1.7 \mu\text{g/L}$ ve Karahan mansabında $8.4 \pm 1.2 \mu\text{g/L}$ olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama bakır değeri

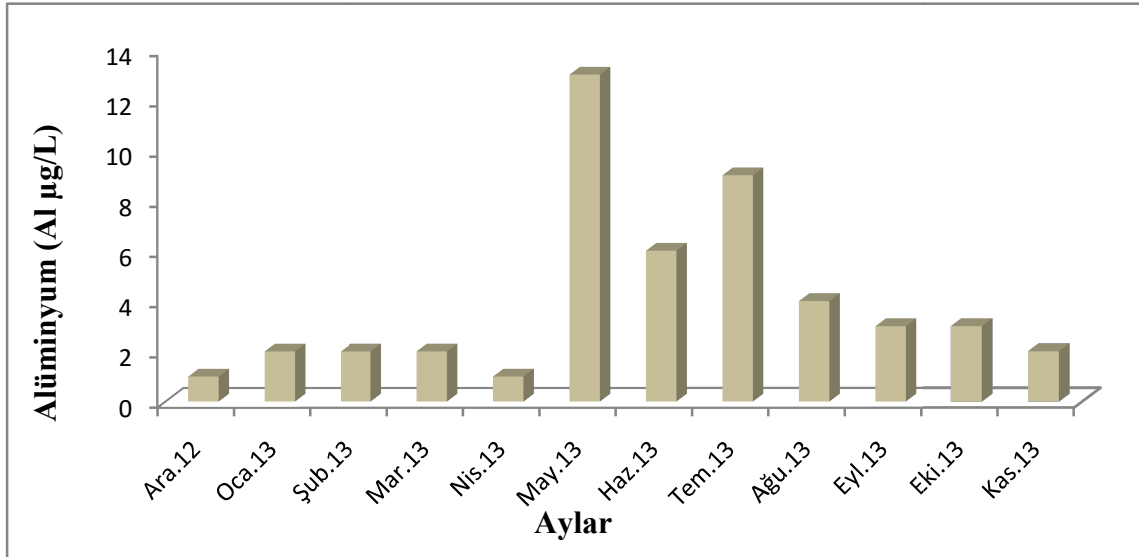
8.5±1.6 µg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Temmuz ayı 7.5±0.8 µg/L ile en düşük aylık ortalama bakır değerinin belirlendiği, 2013 Ağustos ayı 10.0±1.1 µg/L ile en yüksek aylık ortalama potasyum değerinin bulunduğu aylar olmuştur.

4.3.14. Alüminyum

HACH 8012 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen alüminyum (Al) değerleri çizelge 4.27 ve şekil 4.40'da µg/L olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4.27. Bendimahi Çayı'nda aylık alüminyum (Al) değerleri (µg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	1	1	1	3	1	1	1.33±0.81
Oca.13	1	3	2	0	2	2	1.66±1.03
Şub.13	1	2	1	2	2	2	1.66±0.51
Mar.13	1	3	2	3	2	1	2.00±0.89
Nis.13	1	2	1	0	1	1	1.00±0.63
May.13	20	2	12	11	7	30	13.66±9.97
Haz.13	7	1	17	2	2	8	6.16±6.04
Tem.13	8	9	20	8	9	4	9.66±5.39
Ağu.13	1	7	13	2	1	3	4.50±4.72
Eyl.13	2	1	7	5	1	6	3.66±2.65
Eki.13	3	6	1	1	7	3	3.50±2.51
Kas.13	1	2	0	3	5	3	2.33±1.75
Ortalama	3.91±5.63	3.25±2.63	6.41±7.19	3.33±3.25	3.33±2.87	5.33±8.04	4.26±5.33



Şekil 4.40. Bendimahi Çayı'nda alüminyumun (Al) zamana göre değişimi.

Çizelge 4.27 incelendiğinde alüminyum (Al) değerleri 0 µg/L ile en düşük 2013

Ocak, Nisan ve Kasım aylarında, en yüksek alüminyum değeri ise 30 µg/L ile Mayıs 2013'de Karahan mansabında ölçülmüştür. Yıllık ortalama alüminyum değerleri Kazgölü'nde 3.91±5.63 µg/L, Sarısu'da 3.25±2.63 µg/L, Huni çayında 6.41±7.19 µg/L , Regülatör I'de 3.33±3.25 µg/L, Regülatör II'de 3.33±2.87 µg/L ve Karahan mansabında 5.33±8.04 µg/L olarak hesaplanmıştır. Tüm örnekleme noktalarındaki alüminyum'un ortalama değeri 4.26±5.33 µg/L olarak hesaplanmıştır. 2013 Nisan ayı 1.00±0.63 µg/L ile en düşük aylık ortalama alüminyum değerinin belirlendiği, Mayıs 2013 ayı 13.66±9.97 µg/L ile en yüksek aylık ortalama alüminyum değeri belirlenmiştir.

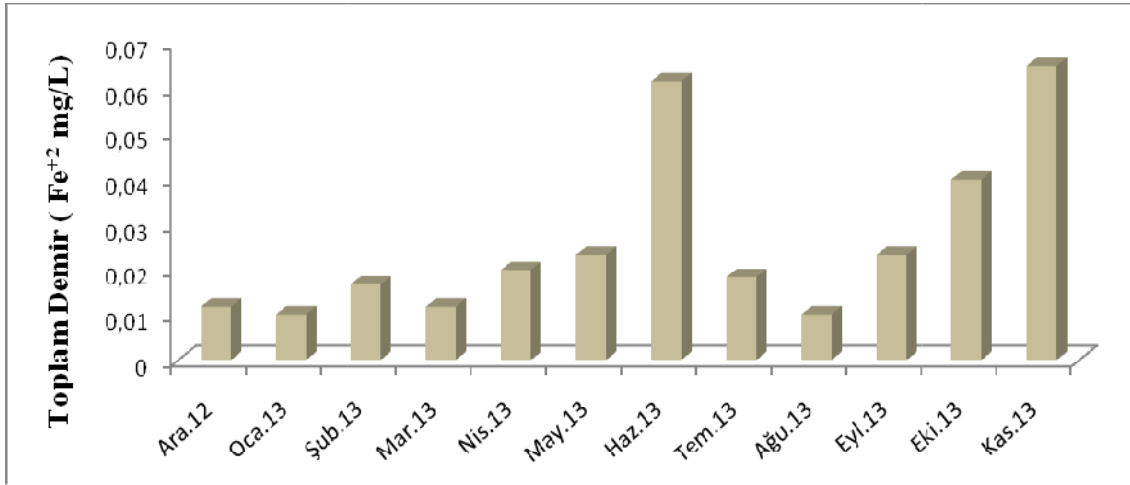
4.3.15. Toplam demir

Bendimahi Çayı'nda alınan örneklerde HACH 8008 numaralı metot ile yapılan analiz sonucu elde edilen Toplam Demir (Fe⁺²) değerleri Çizelge 4.28 ve Şekil 4.41'de görülmektedir.

Çizelge 4.28 incelendiğinde farklı aylarda tüm örnekleme noktalarında değerler 0 mg/L ile 0.19 mg/L arasında değişmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık genel ortalama 0.025±0.034 olarak belirlenmiştir. En düşük aylık toplam demir ortalaması 0 mg/L ile Aralık 2012, Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Ağustos 2013'de, en yüksek aylık toplam demir ortalaması ise 0.19 mg/L ile Haziran 2013 ve Kasım 2013 aylarında belirlenmiştir.

Çizelge 4.28. Bendimahi Çayı'nda aylık toplam demir (Fe⁺²) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.011±0.009
Oca.13	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.010±0.006
Şub.13	0.05	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.016±0.018
Mar.13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.01	0.011±0.019
Nis.13	0.02	0.01	0.01	0.04	0.04	0.00	0.020±0.017
May.13	0.01	0.02	0.01	0.04	0.04	0.02	0.023±0.014
Haz.13	0.02	0.01	0.06	0.19	0.03	0.06	0.061±0.067
Tem.13	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.018±0.010
Ağu.13	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.010±0.006
Eyl.13	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.02	0.023±0.012
Eki.13	0.03	0.01	0.01	0.05	0.09	0.05	0.040±0.030
Kas.13	0.01	0.03	0.02	0.19	0.04	0.10	0.065±0.069
Ortalama	0.017±0.01	0.009±0.01	0.015±0.02	0.053±0.07	0.035±0.02	0.026±0.03	0.025±0.034



Şekil 4.41. Bendimahi Çayı'nda toplam demirin (Fe²⁺) zamana göre değişimi.

4.3.16. Çinko

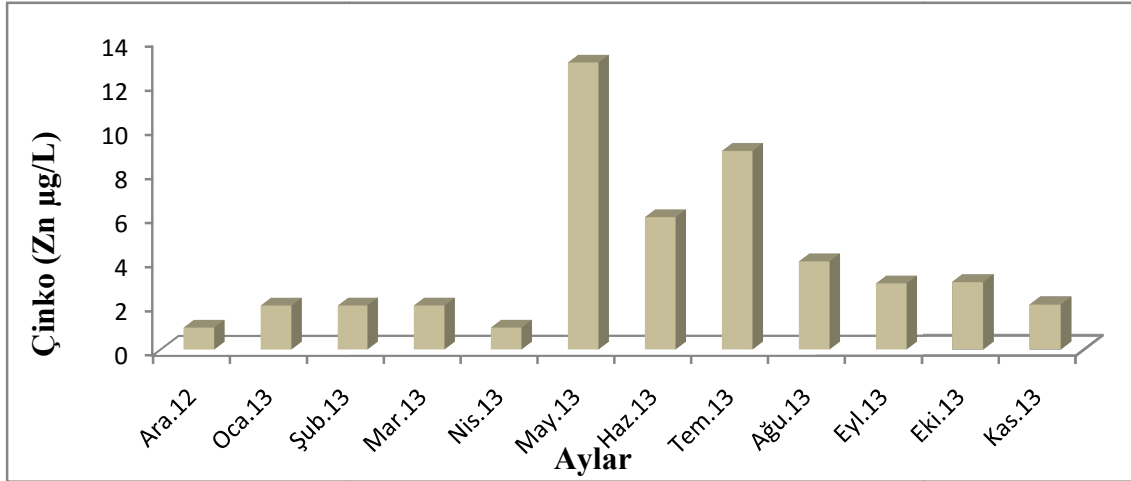
HACH 8009 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen Çinko (Zn) değerleri Çizelge 4.29'da ve Şekil 4.42'de görülmektedir.

Çizelge 4.29. Bendimahi Çayı'nda aylık çinko (Zn) değerleri (µg/L)

Aylar	I.örn.nok.	II.örn.nok.	III.örn.nok.	IV.örn.nok.	V.örn.nok.	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	180	100	100	110	110	90	100±50
Oca.13	170	130	190	150	220	190	170±30
Şub.13	130	120	170	100	160	140	130±30
Mar.13	240	220	160	250	220	280	220±40
Nis.13	260	110	170	160	140	260	180±60
May.13	110	160	250	260	140	160	180±60
Haz.13	130	130	120	140	200	220	150±40
Tem.13	110	220	170	180	140	240	170±50
Ağu.13	180	180	160	180	190	200	180±10
Eyl.13	180	160	140	210	170	250	180±40
Eki.13	150	110	150	160	170	160	150±20
Kas.13	230	230	190	200	200	160	200±30
Ortalama	170±50	150±50	150±60	170±50	170±40	190±60	170±50

Çizelge 4.29 incelendiğinde en düşük çinko değeri 2012 Aralık'ta Huni çayında 10 µg/L olarak belirlenmiştir. En yüksek çinko değeri ise 280 µg/L ile Mart 2013 Karahan mansabında kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama çinko değerleri, Kazgölü'nde 170±50 µg/L, Sarısu'da 150±50 µg/L, Huni çayında 150±60 µg/L, Regülatör I'de 170±50 µg/L, Regülatör II'de 170±40 µg/L ve Karahan mansabında 190±60 µg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama

çinko değeri 0.170 ± 50 $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. 2012 Aralık ayı 100 ± 50 $\mu\text{g/L}$ ile en düşük ve 2013 Mart ayı 220 ± 40 $\mu\text{g/L}$ ile en yüksek aylık ortalama çinko değerinin belirlendiği aylar olmuştur.



Şekil 4.42. Bendimahi Çayı'nda çinkonun (Zn) zamana göre değişimi.

4.3.17. Krom

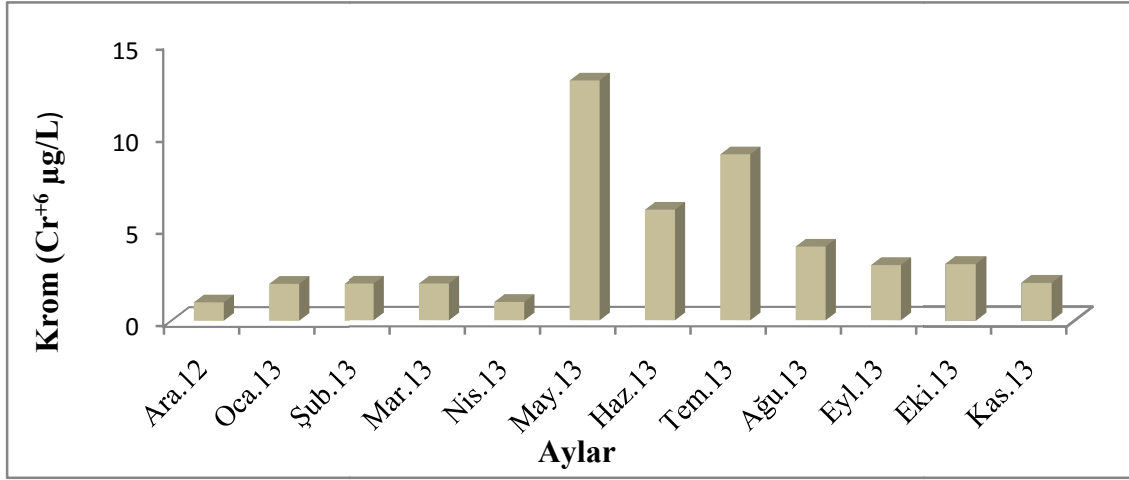
Bendimahi Çayı'nda alınan örneklerde HACH 8023 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen krom (Cr^{+6}) değerleri Çizelge 4.30'da ve Şekil 4.43'de görülmektedir. Ölçülen değerler mg/L 'den $\mu\text{g/L}$ cinsine dönüştürülmüştür.

Çizelge 4.30. Bendimahi Çayı'nda aylık krom (Cr^{+6}) değerleri ($\mu\text{g/L}$)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	16	12	11	11	8	18	12±4
Oca.13	27	18	13	10	24	25	19±7
Şub.13	11	14	11	12	14	6	11±3
Mar.13	4	17	8	11	12	19	11±6
Nis.13	17	14	5	9	15	12	12±4
May.13	15	17	6	8	11	12	12±4
Haz.13	5	11	11	10	13	10	10±3
Tem.13	10	10	4	7	14	3	8±4
Ağu.13	4	15	4	8	11	8	8±4
Eyl.13	13	11	13	9	8	11	11±2
Eki.13	10	10	18	9	10	4	10±4
Kas.13	10	10	5	9	9	15	9±3
Ortalama	11±7	13±3	9±4	9±1	12±4	11±7	11±5

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi 3 $\mu\text{g/L}$ ile en düşük krom değeri Temmuz 2013'de Karahan mansabında, 27 $\mu\text{g/L}$ ile en yüksek krom değeri ise Ocak 2013'de

Kazgölü'nde kaydedilmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama krom değeri 11 ± 5 $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.43. Bendimahi Çayı'nda kromun (Cr⁺⁶) zamana göre değişimi.

4.3.18. Mangan

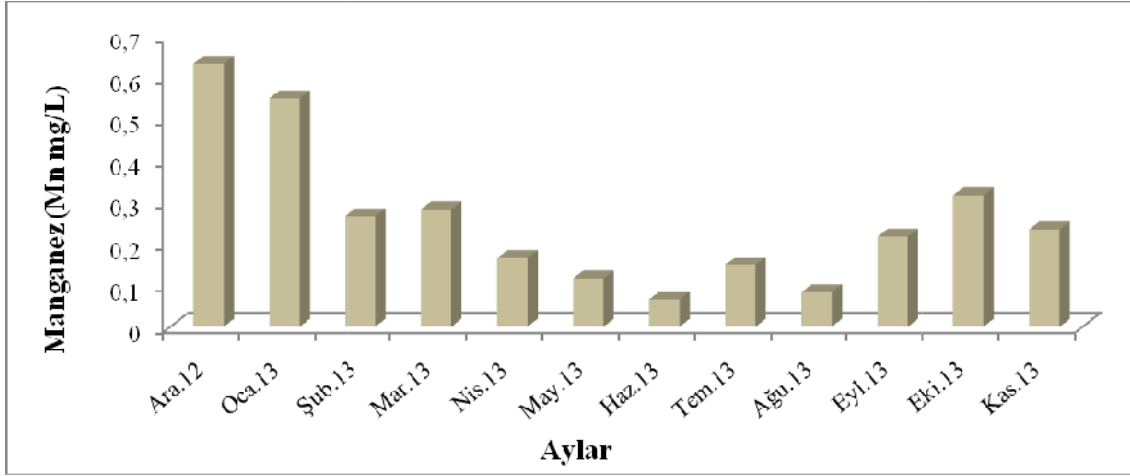
Örneklerde HACH 8034 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen mangan (Mn) değerleri Çizelge 4.31'de ve Şekil 4.44'de görülmektedir.

Çizelge 4.31. Bendimahi Çayı'nda aylık mangan (Mn) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0.6	0.6	0.8	0.6	0.8	0.4	0.63±0.15
Oca.13	0.7	0.4	0.6	0.9	0.2	0.5	0.55±0.24
Şub.13	0.1	0.3	0.2	0.4	0.1	0.5	0.26±0.16
Mar.13	0.1	0.2	0.2	0.8	0.3	0.1	0.28±0.26
Nis.13	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.16±0.08
May.13	0.1	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	0.11±0.12
Haz.13	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.06±0.08
Tem.13	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.15±0.08
Ağu.13	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.08±0.07
Eyl.13	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.21±0.12
Eki.13	0.3	0.2	0.2	0.6	0.4	0.2	0.31±0.16
Kas.13	0.4	0.5	0.1	0.1	0.3	0.0	0.23±0.20
Ortalama	0.2±0.22	0.2±0.19	0.2±0.24	0.4±0.28	0.3±0.21	0.2±0.18	0.25±0.22

Çizelge 4.31 incelendiğinde mangan değerleri en düşük Mayıs, Haziran, Ağustos ve Kasım 2013'de 0.0 mg/L, en yüksek Ocak 2013'de Regülötör I.'de 0.9 mg/L olarak kaydedilmiştir. Ortalama, Kazgölü'nde 0.2 ± 0.22 mg/L, Sarısu'da 0.2 ± 0.19 mg/L, Huni çayında 0.2 ± 0.24 mg/L, Regülötör I'de 0.4 ± 0.28 mg/L, Regülötör II'de 0.3 ± 0.21 mg/L

ve Karahan mansabında 0.2 ± 0.18 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama 0.25 ± 0.22 mg/L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.44. Bendimahi Çayı'nda manganın (Mn) zamana göre değişimi.

4.3.19. Siyanür

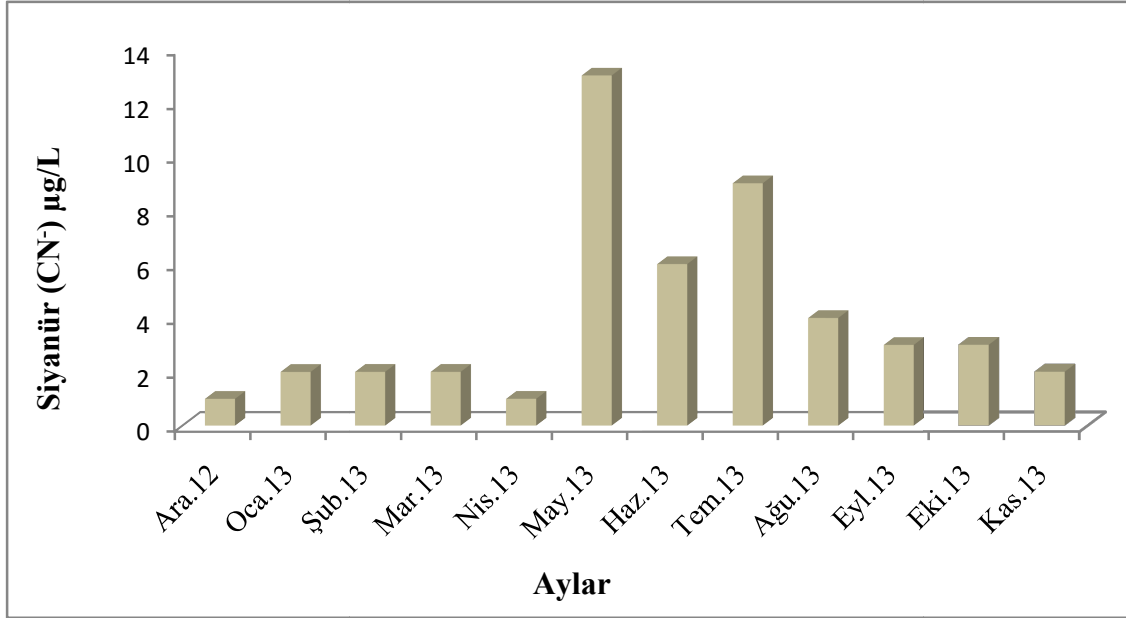
Bendimahi Çayı'nda alınan örneklerde HACH 8027 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen siyanür (CN^-) değerleri Çizelge 4.32'de ve Şekil 4.45'de görülmektedir.

Çizelge 4.32. Bendimahi Çayı'nda aylık siyanür (CN^-) değerleri ($\mu g/L$)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	0	1	0	1	1	0	0.5 ± 0.5
Oca.13	1	1	0	0	1	1	0.6 ± 0.5
Şub.13	2	0	1	2	3	1	1.5 ± 1.0
Mar.13	0	4	2	2	1	2	1.8 ± 1.3
Nis.13	2	2	1	3	2	0	1.6 ± 1.0
May.13	0	1	2	2	1	2	1.3 ± 0.8
Haz.13	3	9	2	8	2	1	4.1 ± 3.4
Tem.13	1	1	2	2	1	0	1.1 ± 0.7
Ağu.13	0	0	2	1	2	1	1.0 ± 0.8
Eyl.13	3	1	1	2	2	0	1.5 ± 1.0
Eki.13	3	5	4	1	1	4	3.0 ± 1.7
Kas.13	2	2	2	0	3	3	2.0 ± 1.0
Ortalama	1.4 ± 1.2	2.2 ± 2.6	1.5 ± 1.1	2.0 ± 2.0	1.6 ± 0.7	1.2 ± 1.3	1.6 ± 1.6

Çizelge 4.32 incelendiğinde en düşük siyanür değeri kış aylarında genellikle 0.0 $\mu g/L$ olarak ölçülmüş, en yüksek değer ise 9.0 $\mu g/L$ ile Haziran 2013'de Sarısu'da kaydedilmiştir. Yıl boyunca örnekleme noktalarında ortalama siyanür değerleri,

Kazgölü'nde 1.4 ± 1.2 $\mu\text{g/L}$, Sarısu'da 2.2 ± 2.6 $\mu\text{g/L}$, Huni çayında 1.5 ± 1.1 $\mu\text{g/L}$, Regülatör I'de 2.0 ± 2.0 $\mu\text{g/L}$, Regülatör II'de 1.6 ± 0.7 $\mu\text{g/L}$ ve Karahan mansabında 1.2 ± 1.3 $\mu\text{g/L}$ olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama siyanür 1.6 ± 1.6 $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır.



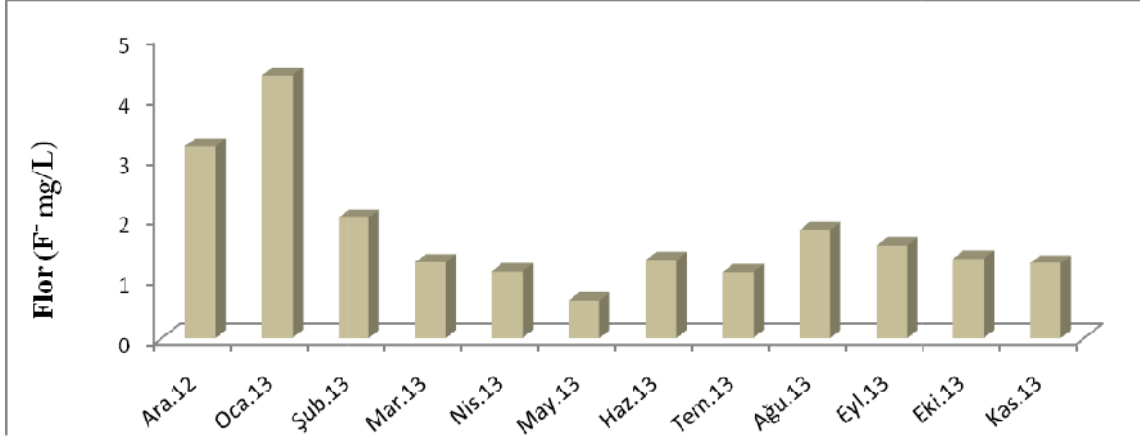
Şekil 4.45. Bendimahi Çayı'nda siyanürün (CN⁻) zamana göre değişimi.

4.3.20. Florür

Bendimahi Çayı'nda HACH 8029 numaralı metot ile yapılan analizler sonucu elde edilen florür (F⁻) değerleri Çizelge 4.33 ve Şekil 4.46'da görülmektedir.

Çizelge 4.33. Bendimahi Çayı'nda aylık florür (F⁻) değerleri (mg/L)

Aylar	I.örn.nok	II.örn.nok.	III.örn.nok	IV.örn.nok	V.örn.nok	VI.örn.nok.	Ortalama
Ara.12	4.61	4.90	2.66	2.14	2.49	2.33	3.18±1.23
Oca.13	4.22	4.84	4.33	4.76	4.52	3.59	4.37±0.45
Şub.13	2.03	2.07	2.21	2.07	1.63	2.05	2.01±0.20
Mar.13	1.63	1.91	1.87	1.15	0.60	0.45	1.26±0.64
Nis.13	1.43	1.51	1.57	0.93	0.65	0.57	1.11±0.45
May.13	0.82	0.91	0.29	0.60	0.62	0.53	0.62±0.22
Haz.13	1.77	1.51	1.64	1.43	1.00	0.48	1.30±0.48
Tem.13	1.12	1.63	0.99	1.20	0.87	0.77	1.09±0.31
Ağu.13	1.87	2.52	1.95	1.71	1.74	0.97	1.79±0.50
Eyl.13	1.18	1.83	1.55	1.69	1.80	1.22	1.54±0.29
Eki.13	1.15	1.46	1.53	1.35	1.37	1.11	1.32±0.17
Kas.13	1.40	1.51	1.40	1.26	1.18	0.75	1.25±0.27
Ortalama	1.93±1.21	2.21±1.30	1.83±0.98	1.69±1.06	1.53±1.10	1.24±0.96	1.74±1.11



Şekil 4.46. Bendimahi Çayı'nda florürün (F⁻) zamana göre değişimi

Çizelge 4.33 incelendiğinde florür değerleri en düşük Mayıs 2013'de 0.29 mg/L ile Huni çayında, en yüksek Aralık 2012'de Sarısu'da 4.90 mg/L olarak kaydedilmiştir. Ortalama, Kazgölü'nde 1.93 ± 1.21 mg/L, Sarısu'da 2.21 ± 1.30 mg/L, Huni çayında 1.83 ± 0.98 mg/L, Regülatör I'de 1.69 ± 1.06 mg/L, Regülatör II'de 1.53 ± 1.10 mg/L ve Karahan mansabında 1.24 ± 0.96 mg/L olarak belirlenmiştir. Tüm noktalarda bir yıllık ortalama 1.74 ± 1.11 mg/L olarak hesaplanmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Bendimahi Çayı'nın Genel Özellikleri

Bendimahi Çayı, kaynağını Tendürek Dağı eteklerinde bulunan Kazgölü'nden alır. Kaynaktan itibaren Van Gölü istikametine doğru akmaktadır. Akarsu Çaldıran ilçe sınırından başlayarak güney-doğu güzergahı üzerinde devam eder. Devamında Yassıtepe ve Kalkandelen köylerinden geçer Çaldıran Ovası'nı terk eder. Akarsu Muradiye Şelalesi'ni oluşturarak Karahan mansabından Van Gölü'ne dökülür.

Yapılan çalışmada 6 örnekleme noktası seçilmiştir. Örnekleme noktaları evsel ve endüstriyel yerleşimler ve bunların atık boşaltım yerleri, göle karışan akarsular, örnekleme noktasına ulaşılabilirlik, alınan örneğin o noktadaki su niteliğini tanıtır olması gibi etkenler göz önüne bulundurularak su kalitesindeki genel durumun ve değişim düzeyinin görülebileceği tahmin edilen noktalar dikkate alınarak seçilmiştir.

5.2. Bulanıklık ve Su Miktarı

Kaynaktan itibaren Van Gölü'ne doğru bulanıklıkta artış gözlenmiş ve bu durum örneklemenin yapıldığı Mart-Haziran ayları boyunca devam etmiştir. Bunun nedeni, eriyen kar sularının beraberinde getirdiği toprak partikülleri'nin akarsuya karışmasından dolayı bulanıklığı meydana getirdiği düşünülmektedir. Su miktarı, akarsu boyunca ilkbahar aylarından itibaren eriyen kar sularının akarsuya karışması ile artarken, Ekim-Mart dönemi boyunca su miktarında azalma gözlenmiştir.

Araştırma süresi boyunca, tüm örnekleme noktalarında, yerleşim alanlarının varlığı, insan ve hayvan faaliyetleri nedeniyle akarsuda görülen bulanıklık en düşük ve en yüksek 0.30-95.90 NTU olarak ölçülmüş ve tüm yıl boyunca ortalama olarak 10.68 NTU bulunmuştur. Bendimahi Çayı içme suyu standartları bakımından kabul edilen 1 NTU değerinin çok üzerinde bir değere sahiptir. İçme suyu olarak kullanılabilmesi için bulanıklığı giderici önlemlerin alınması gerekmektedir.

5.3. Sıcaklık

Su sıcaklığı, kendisi bir su kalite kriteri olduğu gibi diğer birçok kalite kriterinin de belirleyicisidir. Sıcaklık artışları veya azalışları katı çözünürlüğü, Eİ, ÇO, pH gibi

parametreleri etkiler. Su sıcaklığı balıkların ve diğer su canlılarının beslenme, üreme, büyüme ve göçlerinde de önemlidir. Su sıcaklığı aralıkları İnci kefali 1-28 °C, Gökkuşluğu alabalığı 2-26 °C arasındadır. Balıklar ve diğer su canlıları için çok zehirli olan amonyak, su sıcaklığı arttıkça daha etkili hale gelir (Çetinkaya, 2003).

Su sıcaklıkları ilkbahar ve yaz aylarında Sarısu, Regülatör I ve Regülatör II örnekleme noktalarında en yüksek değerleri göstermekte ve sıcaklık ortalamaları birbirine çok yakındır (Bkz. Çizelge 4.2). Bunun sebebi olarak, bu iki nokta arasında başka kaynak ya da su karışmaması ve aralarında fazla mesafe bulunmaması gösterilebilir. Ayrıca en yüksek su sıcaklıklarının yaz aylarında ölçülmesinin sebebi, su miktarındaki azalma ve hava sıcaklıklarıdır. Örnekleme zamanlarındaki hava sıcaklıkları ile su sıcaklıkları karşılaştırıldığında, su sıcaklıklarının mevsimsel hava sıcaklıklarına paralel olarak değiştikleri görülmüştür. Yıllık ortalama su sıcaklığı 10.4±6 °C olarak belirlenmiş olup, bu değer kıta içi sular sınıflandırmasında akarsuyu I. sınıfa dahil etmektedir ve tüm aylarda yapılan ölçümler göz önünde bulundurulduğunda, bulunan değerler müsaade edilebilir sınırlar içerisindedir. Alabalık yetiştiriciliği açısından özellikle ilkbahar ve yaz aylarında tüm örnekleme noktalarında ölçümler ideal sıcaklık değerlerinde olduğundan yetiştiricilik açısından uygunluk göstermektedir. Sadece II. örnekleme noktasındaki ölçümler istenilen üreme ve beslenme sıcaklık değerlerinin biraz üzerindedir. SKKY' ne ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği (İTASY)'ne göre akarsu sıcaklık açısından uygundur ve SKKY'ne göre I. kalite sular arasındadır (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2003; Anonim 2009a).

Sıcaklık değerleri Bulakbaşı Suyu'nda 11.2 ile 24.0 °C (Aksoy, 2012), Akköprü Deresi'nde -1.0 ile 24.5 °C (Cantürk, 2007), Karasu Çayı'nda 0.8 ile 24.5 °C (Şekerci, 2011), Nazik Gölü'nde 2 ile 24.5 °C (Şen, 2001), Mumcular Barajı'nda 11.5 ile 30.6 °C (Yılmaz, 2004), Dipsiz ve Çine Çayı'nda 8.1 ile 20.1 °C (Dirican ve Barlas, 2005), Eğrigöl'de 8.3 ile 21.1 °C (Başaran ve Egemen, 2006), Dalaman Çayı'nda 13.0 ile 29.8 °C (Özdemir ve ark., 2007), Fırtına Deresi'nde 4.00 ile 18.96 °C (Gedik ve ark., 2010) olarak bildirilmiştir. Belirlenen sıcaklık alt limit değerlerinin aksine üst limit değerleri (Şen, 2001), (Cantürk, 2007) ve (Şekerci, 2011) ile benzerlik göstermektedir. Bu benzerlikte araştırmaların aynı havzada bulunması da bir etkidir. Alt limit sıcaklık farklılıklarının sebebinin çalışma alanlarının rakımı ve nispeten soğuk gün sayısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.4. Çözünmüş Oksijen ve Oksijen Doygunluğu

Balıklar ve diğer su canlıları suda ÇO olmadan yaşamlarını devam ettiremezler. İstenilen değerlerin altındaki konsantrasyonlarda ise çok sayıda problemlerin ortaya çıkmasına neden olur. Tatlısular deniz suyundan daha fazla oksijen tutabilirler. Çözünürlük atmosfer basıncı ile de ilgilidir, rakıma bağlı olarakta değişkenlik gösterebilir. Suyun oksijen konsantrasyonu, rakım yükseldikçe düşer. Akarsularda ortaya çıkabilecek oksijen açığı, bir sorun olduğunun belirtisidir. Suda bulunan ÇO miktarı su kaynağının genel olarak sağlıklı olup olmadığının önemli bir göstergesidir. ÇO miktarı alabalık yetiştiriciliği açısından 5 mg/L emniyet sınırı olarak belirlenmiş, 6-7 mg/L aralığında büyümenin yavaş olduğu ve 8-10 mg/L aralığında ise, ideal büyüme ve üreme aralığı olduğu bildirilmiştir (Çetinkaya, 2003).

Oksijen düzeyi yetersiz suda bulunan balıklar, yem alamazlar. Su girişlerinde veya su yüzeyinde toplanıp, oksijen için soluk almaya çabaladıkları görülür. Rahatsız edilmeye bile tepkisiz kalırlar. Balıklar uyuşuk bir hal alır ve yakalandıklarında kaçma dirençleri zayıflar (Emre ve Kürüm, 2007).

Bendimahi Çayı'nda tüm noktalarda bir yıllık ortalama ÇO değeri 10.86 ± 3.78 mg/L, en düşük 3.48 mg/L ve en yüksek 21.51 mg/L olarak ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 4.3). Bendimahi Çayı'nda ÇO ve OD bakımından sucul yaşam açısından herhangi problem gözükmemektedir. Bendimahi çayı bir yıllık OD ortalaması ise % 122.92 ± 47.38 olarak ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 4.4). Bu durumda Bendimahi Çayı'nda gerçekleşen bulanıklık göz önüne alındığında ÇO açığının söz konusu değildir. Hatta birçok noktada aşırı doygunluk olduğu belirlenmiştir.

ÇO ve OD değerleri, Bulakbaşı suyu'nda ortalama 12.91 mg/L, % 152.8 (Aksoy, 2012), Akköprü Deresi'nde ortalama 8.2 mg/L, % 98.8 (Cantürk, 2007), Karasu Çayı'nda ortalama 10.03 mg/L, % 119.4 (Şekerci, 2011), Nazik Gölü'nde 1.0 ile 13.2 mg/L (Şen, 2001), Fırtına Deresi'nde 10.71 mg/L, %79.54 (Gedik ve ark., 2010) olarak bildirilmiştir. Bendimahi Çayı'nda ÇO ve OD verilerinin belirtilen literatürlere oranla yıl boyu oldukça yüksek değerlerde seyretmesinin nedeni insan aktiviteleri ve sürekli yeni kaynak suyu kollarının akarsuyu beslemesi olarak düşünülmektedir. Bendimahi Çayı SKKY'ne göre I. kalite sular arasındadır (Anonim, 2003; Anonim, 2009b).

5.5. pH

Suyun pH değeri balıkların üreme, büyüme ve beslenmelerinde önemli bir etkiye sahiptir. pH değerindeki artış veya düşüşler sucul organizmaların ölümüne dolayısı ile balıkların beslenme sıkıntısı yaşamasına yol açmaktadır. Yüksek pH değerlerinde amonyak, düşük pH değerlerinde ise hidrojen sülfür (H_2S) ve alüminyumun (Al) toksik etkileri görülür. pH su kalitesi için önem arz eden birçok element ve bileşiğin çözünmesi veya çökmesinde önemli rol üstlenir (Çetinkaya, 2003).

Bendimahi Çayı'nda tüm noktalarda bir yıllık ortalama pH 7.93 ± 0.51 olarak ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 4.5). pH değerlerinin aynı günde farklı pH'larda belirlenmesinin nedeni olarak, akarsuyun beslendiği kaynakların katkısının yanı sıra evsel ve hayvansal atık girdilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örnekleme noktalarındaki pH değerleri genel olarak düzenli bir değişim göstermemektedir. Ölçülen bu değerler Bendimahi Çayı'nın alkali nitelikte olduğunu göstermektedir. Örnekleme noktalarının ortalamalarına bakıldığında pH değerlerinin 7.50 ile 8.20 arasında değiştiği görülmektedir. Balık yetiştiriciliğinde istenen pH değer aralığı genellikle 6.5 ile 9.0 arasındadır. Bu çalışmadan elde edilen pH değerleri genel balık yetiştiriciliği için uygundur. İTASY'ne göre ≥ 6.5 ve ≤ 9.5 arasında olması istenir (Anonim, 2005; Emre ve Kürüm, 2007; Türkman ve ark., 1999).

pH değerleri Bulakbaşı suyunda 7.85 ile 8.83 (Aksoy, 2012), Koçan Şelalesi'nde 8.0 ile 8.8 (Çağlar ve Saler, 2014), Derbent baraj gölünde 7.1 ile 8.6 (Taş, 2006), Gediz Nehrinde 8.35 (Kayar ve Çelik, 2003), Mumcular Barajı'nda 7.6 ile 9.0 (Yılmaz, 2004), Dipsiz ve Çine Çayı'nda 7.11 ile 8.4 (Dirican ve Barlas, 2005), Eğrigöl'de 8.07 il 8.84 (Başaran ve Egemen, 2006), Dalaman Çayı'nda 7.74 ile 8.60 (Özdemir ve ark., 2007), Akköprü Deresi'nde ortalama 8.28 (Cantürk, 2007), Fırtına Deresi'nde 6.88 ile 7.61 (Gedik ve ark., 2010), Karasu Çayı'nda 8.23 (Şekerci, 2011), olarak bildirilmiştir.

Çalışmada ölçülen pH değerlerinde ortalama değer SKKY'ne göre I. ve II. kalite su sınıfında değerlendirilirken, Nisan-Kasım aylarında 9.08 ile 9.63 aralığında farklı örnekleme noktalarında ölçülen pH, IV. Kalite su sınıfına dahil edilebilecek değerler olarak (Bkz. Çizelge 4.5) karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2003; Anonim, 2009b).

5.6. Elektriksel İletkenlik (Kondüktivite)

Eİ 25 °C sıcaklıkta 1 cm uzunluk ve 1 cm² kesit alana sahip su sütununun elektrik direncinin tersine denilir. Suların iletkenlik özelliği sulama suları açısından önemli bir kalite kriteridir. Su kaynağının iletkenliğini etkileyen en önemli faktörler taşıdığı iyon miktarı ve sıcaklık derecesidir. Tatlısularda iletkenlik ile suyun biyolojik verimliliği arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. İçsu kaynaklarında tahmin edilen değerin çok üzerinde bir iletkenlik mevcut ise suya evsel ya da endüstriyel kaynaklı bir kirleticinin karıştığı sonucuna ulaşılır (Çetinkaya, 2003).

Bendimahi Çayı'nda tüm noktalarda bir yıllık ortalama Eİ 680.47±173.34 µS/cm olarak ölçülmüştür. En düşük Eİ değeri 375 µS/cm iken en yüksek Eİ değeri 981 µS/cm olarak ölçülmüştür. Kazgözü 582.00±130.49 µS/cm en düşük ortalama değerdedir ve daha sonra mansaba doğru düzensiz bir şekilde artış olmuştur (Bkz. Çizelge 4.6). Sularda çözülmüş katıların artışıyla artmakta olan Eİ değerleri Bendimahi Çayı'nda da kaynağa yakın bölgelerde en düşük, mansaba yakın bölgelerde en yüksek düzeylerde olması beklenirdi. Ancak bu durumun en üst bölgedeki noktada en yüksek olmasının ve hemen sonraki noktada düşük olmasının nedeni olarak iki nokta arasında farklı yeni kaynakların akarsuyu beslemesi gösterilebilir. Tüm örnekleme noktalarında Eİ değerlendirildiğinde insani tüketim ve balıkçılık açısından herhangi bir sorun teşkil edecek sınırlarda olmadığı görülmektedir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2005).

Eİ değerleri Ermenek Baraj Gölü'nde 238 ile 308 µS/cm (Çevlik, 2013), Bulakbaşı suyunda 405 ile 1355 µS/cm (Aksoy, 2012), Mumcular Barajı'nda 114 ile 623 µS/cm (Yılmaz, 2004), Dipsiz ve Çine Çayı'nda 434 ile 989 µS/cm (Dirican ve Barlas, 2005), Eğrigöl'de 210 ile 291 µS/cm (Başaran ve Egemen, 2006), Dalaman Çayı'nda 502 ile 837 µS/cm (Özdemir ve ark., 2007), Akköprü Deresi'nde ortalama 450 ile 1064 µS/cm (Cantürk, 2007), Karasu Çayı'nda 414 ile 808 µS/cm (Şekerci, 2011), Fırtına Deresinde ortalama 54.77 µS/cm (Gedik ve ark., 2010) olarak bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen Eİ değerlerinin verilen literatürlerdeki değerlerden yüksek olmasının nedeni olarak akarsuya karışan kaynak suları ve bazı kaynakların başka coğrafi bölgelerde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bendimahi Çayı SKKY'ne göre sulama sularının sınıflandırılmasında Eİ açısından II. kalite (iyi) su sınıfında yer almaktadır. İTASY'ne göre insani tüketim amaçlı kullanılacak sularda Eİ sınır değeri 2500 µS/cm olarak bildirilmiştir. Elde edilen

Eİ değerleri içme suyu açısından uygundur (Anonim, 2005; Anonim, 2009a).

5.7. Tuzluluk

Suların sınıflandırılmasında temel kriterlerden biri de tuzluluktur. Buna karşılık hiçbir iyon bulundurmayan distile su da balık için öldürücüdür. Balıklar açısından bakıldığında suda belirli oranlarda tuzluluk bulunmalıdır (etinkaya, 2003).

Bendimahi ayı'nda tüm noktalarda bir yıllık ortalama tuzluluk $\% 0.37 \pm 0.06$ olarak hesaplanmıştır (Bkz. Çizelge 4.7). Tuzluluk değerleri $\% 0.20$ ile $\% 0.50$ arasında değişim göstermiştir. Bendimahi ayı'nda tuzluluk iç sularda yetiştiricilik açısından kabul edilebilir sınırlar ierisindeedir (Emre ve Kürüm, 2007).

Tuzluluk değeri deri endüstrisi arıtımı için kullanılan yapay sulak alanlarda $\% 7$ ile $\% 8$ (Küçük ve ark., 2003), Karasu ayı'nda $\% 0.04$ ile $\% 0.17$ (şekerci, 2011), Bulakbaşı suyunda $\% 0.34$ ile $\% 0.70$ (Aksoy, 2012) olarak bildirilmiştir. Veriler incelendiğinde verilen literatürdeki tuzluluk değerlerinden yüksek olmasının nedeni olarak Bendimahi ayı'na karışan çok miktardaki kaynak suyu kollarının, su yatağındaki kayaçların yapısı ile buharlaşma ve yağmur arasındaki dengesizlik gösterilebilir.

5.8. Klorür

Klor gazı doğal bir kalite bileşeni olmaktan ziyade bir kirlilik unsurudur. Doğada gaz formunda bulunmamakta olup, iyonik formu olan (Cl^-) şeklinde veya bir katyonla birlikte tuz formunda bulunur (etinkaya, 2003).

Bendimahi ayı'nda bir yıllık ortalama klorür 11.68 ± 3.17 mg/L, en düşük 7.10 mg/L ve en yüksek 21.30 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.8).

Klorür değerleri Bulakbaşı suyunda 33.73 ile 114.19 mg/L (Aksoy, 2012), Mumcular barajında 0.3 ile 3.3 mg/L (Yılmaz, 2004), Dipsiz ve ine ayı'nda 15.0 ile 45.0 mg/L (Dirican ve Barlas, 2005), Akköprü Deresi'nde ortalama 27.29 ile 70.29 mg/L (Cantürk, 2007), Karasu ayı'nda 23.66 ile 94.66 mg/L (şekerci, 2011), Dalaman ayı'nda 0.1 ile 1.8 mg/L (Özdemir ve ark., 2007) olarak bildirilmiştir.

TS 266'na göre klorür değerinin 25 mg/L civarında olması TSE kriterlerine göre normal kabul edilirken en yüksek müsaade edilebilir değerleri AB ülkelerinde 250 mg/L, TS 266'nda ise 600 mg/L'dir (Türkman ve ark., 1999). İTASY'ne göre 250 mg/L

klorür için sınır değerdir (Anonim, 2005). Bu değerler göz önüne alındığında Bendimahi Çayı'nın değerleri içme suyu standartlarına göre tavsiye edilen değerlerde olup, SKKY 'ne göre I. kalite su sınıfında maksimum müsaade edilebilir değerlerin oldukça altındadır. İTASY'ne göre ise, verilen sınır değerinin altında bulunmuş olup insani tüketim amaçlı kullanılabilir su sınıfındadır. (Türkman ve ark., 1999, Anonim, 2003, Anonim, 2005; Anonim, 2009b).

5.9. Kalsiyum

Bir su kaynağında kalsiyum bulunması, yatağın geçtiği arazinin yapısıyla ilgilidir. Kalsiyum sudaki toplam sertlikte katkısı olan bir elementtir. Sudaki kalsiyum su canlılarının iskelet yapısı için önemlidir (Çetinkaya, 2003).

Bendimahi Çayı'nda yıllık ortalama Ca değeri 153.15 ± 29.42 mg/L, en düşük 80.00 mg/L ve en yüksek 198.40 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.9).

Balıkçılıkta Ca 4-400 mg/L arasında değerler olarak kabul edilirken (Emre ve Kürüm, 2007), TS 266'na göre maksimum izin verilebilecek değer 200 mg/L olarak bildirilmiştir (Türkman ve ark., 1999). Bu değerler göz önüne alındığında Bendimahi Çayı genel ortalaması tavsiye edilen değerler içinde bulunmuştur.

Kalsiyum değerleri, Bulakbaşı suyunda 31.04 ile 105.60 mg/L (Aksoy, 2012), Hazar gölünde 2.3 ile 16.2 mg/L (Ünlü ve ark., 2008) Mumcular Barajı'nda 49.3 ile 157.8 mg/L (Yılmaz, 2004), Dipsiz ve Çine Çayı'nda 64.2 ile 153.7 mg/L (Dirican ve Barlas, 2005), Eğrigöl'de 32.1 ile 160.3 mg/L (Başaran ve Egemen, 2006), Akköprü Deresi'nde ortalama 100 mg/L (Cantürk, 2007), Nazik Gölü'nde 49.6 ile 92.8 mg/L (Şen, 2001), YYÜ şebeke suyunda 37.05 mg/L (Şen, 1995), Fırtına Deresi'nde 6.01 ile 16.03 mg/L (Gedik ve ark., 2010) olarak bildirilmiştir.

5.10. Magnezyum

Magnezyum klorofilin merkez atomudur. Bu bakımdan sulara bulunması önemlidir. Suda karbonat ve sülfat da varsa kalsiyum karbonat ve sülfat çökerek kabuk meydana getirir. Magnezyum suyun sertliğini meydana getiren iyonlardan bir tanesidir. Sıcak sulara kırılğan bir kabuk meydana getirir (Yılmaz, 2004).

Bendimahi çayında tüm noktalarda ortalama magnezyum 53.90 ± 14.85 mg/L, en düşük 19.45 mg/L ve en yüksek 85.60 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.10).

Magnezyum değerlerinin aynı günde farklı örnekleme noktalarında farklı değerler göstermesi akarsuyun beslendiği kaynakların katkısı ile ilgili olabilir.

Magnezyum sulardaki toplam sertlikte önemli elementlerden birisidir. TS 266'ya göre tavsiye edilen magnezyum değeri 30 mg/L, maksimum müsaade edilebilir değeri 50 mg/L'dir (Türkman ve ark., 1999). Bu değer Bendimahi Çayı'nda müsaade edilebilir değerlerin biraz üstünde bulunmuştur.

Bu değer Bulakbaşı suyunda 35.02 ile 141.37 mg/L (Aksoy, 2012), Nazik Gölü'nde 6.8 ile 34 mg/L arasında (Şen, 2001), Karasu Havzasında Mermit Köyü yakınlarındaki kuyulardan temin edilen YYÜ şebeke suyunda 52.4 mg/L (Şen, 1995), Mumcular Barajı'nda 29.5 ile 94.6 mg/L (Yılmaz, 2004), Hazar gölünde 15.2 ile 144.0 mg/L (Ünlü ve ark., 2008), Dipsiz ve Çine Çayı'nda 38.5 ile 91.5 mg/L (Dirican ve Barlas, 2005), Eğrigöl'de 26.8 ile 114.1 mg/L (Başaran ve Egemen, 2006), Akköprü Deresi'nde ise 66.3 mg/L (Cantürk, 2007), Fırtına Deresi'nde 0.01 ile 5.59 mg/L (Gedik ve ark., 2010), Karasu Çayı'nda 69 ile 186.7 mg/L'dir (Şekerci, 2011) olarak belirlenmiştir.

5.11. Toplam Sertlik

Suyun sertliği sabunu çöktürme kapasitesidir. Suların sertliği, su içinde çözülmüş ($^{+2}$) değerlikli iyonların (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} vb.) varlığının sonucudur. Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları doğal sulara diğer iyonlardan daha fazla bulduklarından Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının konsantrasyonlarının toplamı, suyun sertliği olarak ifade edilir. Suların sertliği, uygulamada yaygın olarak içerdikleri sertlik veren maddelerin $CaCO_3$ miktarları (ppm $CaCO_3$ olarak) ile belirlenir (Anonim, 2011; Çevlik, 2013).

Sertlik sulardaki önemli kalite kriterlerinden olup balıkçılıkta kullanılan sulara mutlaka olması istenen kriterlerdendir. Çok yüksek sertliklere kadar balıklar dayanabilirler ve çok yüksek sertlikteki sulara rahatlıkla yaşayabilirler. Ancak suyu ısıtarak kullanan ya da soğutma suyu olarak kullanan sanayi tesislerinin ve evlerdeki su ısıtma cihazlarının, çamaşır ve bulaşık makinelerinin başlıca sorunları arasındadır ve yüksek sertlikteki sular, ilave sertlik giderici tuzların kullanımıyla maliyeti yükseltici etkenlerdendir (Emre ve Kürüm, 2007; Çetinkaya, 2003).

Bendimahi Çayı'nda toplam sertlik ortalama 555.88 ± 128.11 mg/L $CaCO_3$, en

düşük 224 mg/L CaCO₃ ve en yüksek 800 mg/L CaCO₃ olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.11)

Nazik Gölü'nde toplam sertlik 188-310 mg/L (Şen, 2001), Akköprü Deresi'nde ortalama 474.9 mg/L (Cantürk, 2007), Karasu Çayı'nda 536 mg/L (Şekerci, 2011), Ermenek Baraj Gölü'nde 105 ile 165 mg/L (Çevlik, 2013), Horohon deresi'nde 136 ile 246 mg/L (Mutlu ve ark., 2013b), Bulakbaşı suyunda 226 ile 723 mg/L (Aksoy, 2012), Mumcular Barajı'nda 6.9 ile 22.1 mg/L (Yılmaz, 2004), Eğrigöl'de 240 ile 720 mg/L, (Başaran ve Egemen, 2006), Fırtına Deresi'nde 17.00 ile 47.00 mg/L CaCO₃ (Gedik ve ark., 2010) olarak belirlenmiştir.

5.12. Karbonat, Bikarbonat ve Toplam Alkalinite

Bendimahi Çayı'nda hiçbir örnekleme noktasında karbonata rastlanılmamıştır.

Bikarbonat yıllık ortalama 651.60±81.23 mg/L, toplam alkalinitenin yıllık ortalaması ise 490.55±66.58 mg/L olarak ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 4.12 ve 4.13).

Karbonat değeri 0.0 mg/L çıktığından Bendimahi Çayı'nda toplam alkalinite, bikarbonat tarafından tayin edilmektedir. Toplam alkalinite ile bikarbonat değerleri arasında doğru orantılı bir değişim söz konusudur. Bikarbonat ve toplam alkalinite değerlerinin aynı günde farklı örnekleme noktalarında farklı değerler göstermesi akarsuyun beslendiği kaynaklarla ilgilidir. Tüm örnekleme noktaları içerisinde Kasım 2013'teki ortalama bikarbonat ve toplam alkalinite miktarları, tüm noktalardaki bir yıllık ortalama bikarbonat ve toplam alkalinite değerlerinin üzerinde bulunmuştur.

Bikarbonat değerleri Ermenek barajında 30.5 ile 158.6 mg/L (Çevlik, 2013), Bulakbaşı suyunda 365.94±19.13 mg/L (Aksoy, 2012), Eğrigöl'de 103.7 ile 195.2 mg/L (Başaran ve Egemen, 2006), Akköprü Deresi'nde 244.0 ile 536.8 mg/L (Cantürk, 2007), Fırtına Deresi'nde 36.60 ile 122.00 mg/L (Gedik ve ark., 2010), Karasu Çayı'nda 314.1 ile 701.5 mg/L (Şekerci, 2011), olarak bildirilmiştir.

Toplam alkalinite Bulakbaşı'nda 299.84 (Aksoy, 2012), Mumcular Barajı'nda 98-260 (Yılmaz, 2004), Akköprü Deresi'nde 200-440.0 (Cantürk, 2007), Karasu Çayı'nda 262.5-575.0 mg/L (Şekerci, 2011) olarak bildirilmiştir.

Suların tamponlama kapasitesinde önemli etkisi olan alkalinite açısından Bendimahi Çayı yüksek alkali sular sınıfına dahil edilebilir. Gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliğinde üst sınırlardadır (Çetinkaya, 2003; Emre ve Kürüm, 2007).

5.13. Nitrat

Nitrat, doğal sularda nitrifikasyon süreciyle ortaya çıkar. Yüksek seviyelerde nitrat su kalitesini olumsuz yönde etkiler. Gübreleme sularda nitrat kaynakları arasındadır. Suda fazla miktarda nitrat bulunması algler ve su bitkilerinin çoğalmasını sağlar. Bunun neticesinde suda ÇO açığı meydana gelir. Nitrat azotu miktarının sularda 40 mg/L'den az bulunması istenir (Çetinkaya, 2003).

Bendimahi Çayı'nda bir yıllık ortalama nitrat değeri 2.0 ± 1.4 mg/L, en düşük ve en yüksek 0 ile 7.8 mg/L arasında belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.14). Sadece 2013 Ocak ayında nitrat değeri genel ortalamanın iki katından fazla olduğu görülmüştür. Bu ortalamadaki yükselme Huni çayı örnekleme noktasında bulunan Oruçlu mezrasındaki hayvansal faaliyetlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen değerler TS 266'na göre 25 mg/L ve İTASY'ne göre 50 mg/L olarak müsadde edilen değerlerin altında bulunmuştur (Anonim, 2005; Türkman ve ark., 1999).

Nitrat değerleri Bulakbaşı suyunda 0-10.1 (Aksoy, 2012), Apa baraj gölünde 0.12-0.88 (Mert ve ark., 2008), Dipsiz ve Çine Çayı'nda 5-80 (Dirican ve Barlas, 2005), Eğrigöl'de 0.00112-0.0387 (Başaran ve Egemen, 2006), Akköprü Deresi'nde 0.3-12.9 (Cantürk, 2007), Dalaman Çayı'nda 0.12-2.80 (Özdemir ve ark., 2007), Karasu Çayı'nda 1.6-7.8 mg/L (Şekerci, 2011) olarak bildirilmiştir.

Bendimahi Çayı'nda nitrat azotu 0.43 ± 0.31 mg/L olarak belirlenmiş olup, SKKY'ne göre I. kalite sınıfının üst limiti olan 5 mg/L'nin oldukça altında değerlere sahiptir. Alabalıklar için 0 ile 40 mg/L olarak bildirilmektedir (Çetinkaya, 2003; Emre ve Kürüm, 2007). Çalışma sonucunda elde edilen değer kabul edilebilir sınırdadır.

5.14. Nitrit

Nitrit yeterli ve uygun şartlarda oksitlenerek nitrata dönüşen ara bir üründür. İçme suyunda bulunması kesinlikle istenmez. Suda bulunan nitrit su canlıları için toksiktir. Gökkuşluğu alabalığında sert sularda 200 µg/L, yumuşak sularda 100 µg/L'den sonra toksik etkisi vardır (Bkz. Çizelge 2.2). Nitrit oksijen açığı olan sularda ve organik madde girişinin yüksek olduğu kirli sularda ortaya çıkar (Çetinkaya, 2003; Emre ve Kürüm, 2007).

Tüm noktalarda bir yıllık ortalama nitrit değeri 18 ± 11 µg/L, en düşük ve en yüksek nitrit değerleri 2 ile 61 µg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.16). TS

266'ya göre nitritin bulunması istenmez. Ancak var ise maksimum 100 µg/L'ye kadar müsaade edilebilir. Ortalama nitrit değeri olan 18 µg/L, bu değerin oldukça altındadır. Bu değer AB standartlarında 500 µg/L'dir. İTASY'ne göre ise nitrit değeri 500 µg/L geçmemelidir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında Bendimahi Çayı İTASY'ne göre uygun kalitededir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2005).

SKKY'ne göre nitrit azotu miktarı 20 µg/L'ye kadar olan sular I. kalite sınıfındadır. Tüm örnekleme noktalarında ortalama değerlere göre incelendiğinde Bendimahi Çayı nitrit azotu ortalaması 5.5 ± 3 µg/L ile I. kalite sınıfında değerlendirilebilir (Anonim, 2009a).

Nitrit değerleri Bulakbaşı suyunda 7 ile 61 µg/L (Aksoy, 2012), Apa baraj gölünde 10 ile 28 µg/L (Mert ve ark., 2008), Dipsiz ve Çine Çayı'nda 0 ile 150 µg/L (Dirican ve Barlas, 2005), Eğrigöl'de 0.49 ile 4.90 µg/L (Başaran ve Egemen, 2006), Akköprü Deresi'nde 10 ile 525 µg/L (Cantürk, 2007), Karasu Çayı'nda 0 ile 76 µg/L (Şekerci, 2011) olarak bildirilmiştir. Nitrit azotu değerleri Fırtına Deresi'nde 0 ile 8.3 µg/L (Gedik ve ark., 2010), Karasu Çayı'nda 0-23 µg/L (Şekerci, 2011) olarak bildirilmiştir.

5.15. Amonyak ve Amonyum

Sularda amonyak, fiziksel ve kimyasal olaylar veya mikroorganizma faaliyetleri sonucunda oluşur. Fiziksel ve kimyasal olaylar sonucu oluşan amonyağın sağlığa zararı yoktur. Ancak mikroorganizmaların faaliyetleri ile oluşan amonyak, organik madde kaynaklı olabileceğinden tehlikelidir. Sularda 0.05 mg/L'den fazla bulunan amonyak kirlilik belirtisidir (Çetinkaya, 2003).

Amonyum iyonu (NH_4) suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Buna karşın serbest amonyak (NH_3) düşük derişimlerde bile toksik etki yapar. Amonyum /amonyak değeri, pH ve sıcaklığa bağlıdır. Yüksek pH ($8.5 <$) değerinde amonyak yüzdesi ve buna bağlı toksisite hızlı bir şekilde artar. Amonyanın toksik etkisinin oksijen eksikliği, sıcaklığın artışı ve diğer toksik maddelerin bulunması ile daha da artabileceğine dikkat çekilmiştir (Uslu ve Türkman 1987; Ayvaz ve ark., 2011).

Bendimahi Çayı'nda yıllık amonyak ortalaması 0.06 ± 0.04 mg/L, en düşük ve en yüksek amonyak değerleri 0.01 ile 0.18 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.19).

Amonyum değerleri incelendiğinde yıllık ortalama 0.06 ± 0.038 mg/L, en düşük

ve en yüksek amonyum değerleri 0.01 ile 0.19 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.18).

Bendimahi ayı'nda amonyak azotu ortalaması 0.05 ± 0.03 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.20)

Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde amonyağın 0.0125 mg/L'den fazla olması istenmez (etinkaya, 2003; Emre ve Kürüm, 2007). İçme sularında bulunması hiç istenmeyen kriterler arasında olan amonyum TS 266 ve İTASY'ye göre sınır değeri 0.5 mg/L olarak bildirilmiştir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2005). Bu çalışmada elde edilen 0.06 mg/L değeri müsaade edilebilir değerin oldukça altında bulunmuştur.

Amonyum, amonyak ve amonyak azotu değerleri Bulakbaşı suyunda 0.0-0.22 mg/L NH_4 , 0.0-0.21 mg/L NH_3 , 0.03 ± 0.05 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$ (Aksoy, 2012), Mumcular Barajı'nda 0 ile 2.76 NH_4 (Yılmaz, 2004), Dipsiz ve ine ayı'nda 0 ile 1.8 mg/L (Dirican ve Barlas, 2005), Eğriğöl'de 3.08 ile 48.28 $\mu\text{g/L}$ (Başaran ve Egemen, 2006), Fırtına Deresi'nde 0.0006 ile 0.0140 mg/L (Gedik ve ark., 2010), Karasu ayı'nda 0.0 ile 2.73 mg/L NH_4 , 0.0 ile 2.58 mg/L NH_3 , 0.0 ile 2.12 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$ (şekerci, 2011) olarak bildirilmiştir.

5.16. Fosfor

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Özellikle ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Fosfor su ortamında meydana gelen ötrofikasyonun en temel elementidir (Harper, 1992; Taş ve etin, 2011). Bu çalışmada ortalama ortofosfat değeri 0.20 ± 0.13 mg/L, en düşük ve en yüksek ortofosfat değerleri 0.03 ile 0.60 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.21). Toplam fosfor ise 0.09 ± 0.07 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.22).

Ortofosfat ve toplam fosfor değerleri Bulakbaşı suyunda Ortofosfat 0.05-0.40 mg/L, Toplam fosfor 0.08 ± 0.02 mg/L (Aksoy, 2012), Almus baraj gölünde Ortofosfat 0.009 ile 0.09 mg/L (Buhan ve ark., 2010), Mumcular Barajı'nda Fosfat 0.1-1.5 mg/L (Yılmaz, 2004), Eğriğöl'de 0.92-24.13 $\mu\text{g/L}$ (Başaran ve Egemen, 2006), Akköprü Deresi'nde 0.03 ile 0.32 mg/L (Cantürk, 2007), Karasu ayı'nda 0.0 ile 1.46 mg/L (şekerci, 2011) olarak bildirilmiştir. Fosfat fosforu ise Fırtına Deresi'nde 0 ile 0.42 mg/L (Gedik ve ark., 2010) olarak bildirilmiştir.

TS 266'nda toplam fosforun müsaade edilen değeri 0.40 mg/L'dir. Bendimahi Çayı fosfor değerleri açısından iyi sayılabilir ve SKKY'ne göre II. kalite sınıfına dahil edilebilir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2003; Anonim, 2009b).

5.17. Sülfat

Sülfat, bütün doğal sularda değişken miktarlarda rastlanan bir tuz bileşimidir. Tabiatta doğal olarak jips kaynaklarında rastlanır. Sülfür bileşikleri, çeşitli reaksiyonlar sonunda oluşturdukları tat, koku, toksitite ve korozyon gibi problemleriyle önemli kirletici durumdadır (Anonim, 2011).

Bendimahi Çayı'nda, en düşük ve en yüksek sülfat değerleri 2.0-21.0 mg/L olarak tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 4.24). Bilindiği gibi sülfatlar volkanik orijinli bölgelerde yüksek seviyelerde seyredebilir (Çetinkaya, 2003). Bendimahi Çayı'nın kaynağı olan Kazgölü ve çevresi volkanik bir dağ olan Tendürek Dağı'nın eteklerinde bulunmaktadır. Dolayısıyla yöre topraklarının çoğunluğu volkanik kökenlidir.

Sülfat değerleri Bulakbaşı suyunda 43.0-70.0 (Aksoy, 2012), Kara gölde 14.0-227.0 (Mutlu ve ark., 2013a), Mumcular Barajı'nda 0-180 (Yılmaz, 2004), Karasu Çayı'nda 10.0-32.0 mg/L (Şekerci, 2011) olarak bildirilmiştir.

TS 266'nda SO₄ için sınır değer 25 mg/L, müsaade edilebilir üst sınır ise 250 mg/L'dir. İTASY'nde SO₄ için sınır değeri 250 mg/L olarak bildirilmiştir. Bu değerler bakımından Bendimahi Çayı sülfat değeri tavsiye edilen değer altında bulunmuş ve Kıta içi su kaynakları sınıflandırmasına göre I. kalite su sınıfına dahil edilebilir (Türkman ve ark., 1999; Anonim 2003; Anonim, 2005).

5.18. Potasyum

Potasyum, suya tat veren inorganik tuzlardan olup, su ortamında K₂SO₄ şeklinde bulunup, bitkisel organizmaların gelişimde rol oynayan besleyici bir elementtir (Özdemir, 1994). Potasyum doğal sularda 1-10 mg/L arasında değişim gösterir. Horohon deresinde potasyumun yıllık ortalaması 2.85 mg/L olarak belirlenmiştir (Mutlu ve ark., 2013b).

Sağlıkla ilgili önerilen bir sınır değeri yoktur. Ancak 200 mg/L'nin üzerinde hoş gitmeyen tat oluşturur. Tuzluluk hissi verir (Anonim, 2011)

Bendimahi Çayı'nda yıllık potasyum ortalaması 6.7±1.8 mg/L, en düşük 3.7

mg/L ve en yüksek potasyum değeri 14.9 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.25).

Potasyum değerleri Bulakbaşı suyunda 2.5-5.4 mg/L (Aksoy, 2012), Ermenek barajında 0.78 ile 1.95 mg/L (Çevlik, 2013), Horohon deresinde 2.0 ile 5.3 mg/L (Mutlu ve ark., 2013b), Kara gölde 6.77 ile 7.78 mg/L (Tepe ve ark., 2006b), Hazar gölünde 4.7 ile 16.0 mg/L (Ünlü ve ark., 2008), olarak bildirmişlerdir.

TS 266'da potasyum üst sınır değeri 12 mg/L dir. TS 266'ya ve SKKY göre Bendimahi Çayı verileri I. sınıf sular içerisinde kabul edilebilir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2009b)

5.19. Bakır

Bitki besin elementi olmasına rağmen düşük konsantrasyonlarda dahi su bitkileri ve balıklara toksik etki gösterebilir. Bakır'ın toksisitesi su sertliği arttıkça azalır. Suda doğal olarak bulunan bakır zararsız olabilir, ancak kirletici kaynaklardan suya karışan bakır toksik etki yapmaktadır (Çetinkaya, 2003).

Bakır, boruların korozyonunu artırır. Suda 1 mg/L'den fazla bakır çamaşırlarda leke yapar. Bu değer 5 mg/L olması halinde bakır suya belirgin bir şekilde acı lezzet verir. İnsan metabolizmasında bakır esas elementlerden birisidir. Yetişkinlerin günlük bakır ihtiyacı 2 mg'dır (Anonim, 2011).

Bendimahi Çayı'nda yapılan incelemelerde tüm örnekleme noktalarında bir yıllık ortalama Bakır değeri 8.5 ± 1.6 µg/L, en düşük ve en yüksek bakır değerleri 4 ile 12 µg/L olarak ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 4.26).

Gediz Nehrinde 0.0161 mg/L (Minareci ve ark., 2004), Yeşilirmak'ta 4.17 µg/L ve Kızılırmak'ta 4.1 µg/L (Alkan ve ark., 2008), Maden Çayı'nda 110 ile 3120 µg/L (Topal ve Topal, 2011) olarak bildirmişlerdir.

TS 266'ya ve İTASY'ne göre bakırın müsaade edilebilir üst sınır değeri 2000 µg/L olarak bildirilmiştir. Bendimahi Çayı tavsiye edilen değer aralığında olup SKKY'ne göre I. kalite sınıfına dahil edilebilir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2003; Anonim, 2005).

5.20. Alüminyum

Alüminyum doğal sularda toprak ve kayaların çözünmesi nedeniyle

bulunmaktadır. Suda çözülmüş tuz, kolloid veya çözünmeyen bileşikler halinde bulunur. Alüminyum iyonu, organik madde, sülfat ve florür ile kuvvetli kompleks iyonlar verir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Alüminyum fazlalığı suyun rengini bozar, bulanık mavimtrak görüntü verir. Böbreklerde tahribat yapar (Anonim, 2011).

Bendimahi Çayı'nda yapılan ölçümlerde alüminyum değerleri 0 ile 30 µg/L aralığında değişmiştir. Yıllık alüminyum ortalaması ise 4.26 ± 5.33 µg/L olarak tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 4.27).

Bursa atıksu arıtma stabilizasyon havuzlarında Doğu Atıksu Arıtma Tesisi'nde 2.77 mg/L, Batı Atıksu Arıtma Tesisi'nde 2.68 mg/L (Kaynak ve Taşdemir, 2003), Kaynak sularında 1.6-178 µg/L (Dönderici ve ark., 2010) olarak bildirilmiştir.

TS 266'ya ve İTASY'nde alüminyumun müsaade edilebilir üst sınır değeri 200 µg/L olarak bildirilmiştir. Bu değerler incelendiğinde Bendimahi Çayı tavsiye edilen değer aralığında olup SKKY'ne göre I. kalite sınıfına dahil edilebilir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2003; Anonim, 2005).

5.21. Toplam Demir

Yeryüzü kabuğunun %5'ini oluşturan demir, suda bulunan yaygın bir kirleticidir. Suda demir iki değerlikli (ferro Fe^{+2}) ve üç değerlikli (ferri Fe^{+3}) olarak bulunur. İki değerlikli demir genellikle yeraltı sularında bulunur. Oksijen ya da bir başka oksitleyici etkenle çözünmez hale geldiğinden çökelir ve suda paslı bir renk alır. Suların litrede 0.3 mg'dan fazla demir içermesi; lezzeti bozar, bazı küçük canlıların oluşumuna ve hızlı çoğalmasına (alg oluşumu) yol açar, çöken hidroksitle beraber boruların tıkanmasına neden olur. Bu nedenlerle sanayide ve günlük gereksinimi karşılamak için uygun değildir (Anonim, 2011).

Bendimahi Çayı'nda yıllık ortalama toplam demir değeri 0.025 ± 0.034 mg/L, en düşük ve en yüksek toplam demir değerleri 0.0-0.19 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.28).

Toplam Demir değerleri Bulakbaşı suyunda 0.0 ile 0.02 mg/L (Aksoy, 2012), Ergene Havzası (Trakya)'nda 0.01 ile 0.25 mg/L (Kaykıoğlu ve Ekmekyapar, 2005), Çifteler-Sarıkayabaşı (Eskişehir) Batı Göleti sedimentinde, sediment üstü suda 80.75 ile 126.92 µg/L (Topçu ve Pulatsü, 2010) olarak bildirmişlerdir.

TS 266'ya ve İTASY'ne göre toplam demir müsaade edilebilir üst sınır değeri

200 µg/L olarak bildirilmiştir. Bu değerler bakımından Bendimahi Çayı toplam demir yönünden tavsiye edilen değer aralığında ve SKKY'ne göre I. kalite sınıfına dahil edilebilir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2003; Anonim, 2005).

5.22. Çinko

Bağışıklık sisteminde anahtar rolü oynayan, zindelik sağlayan, verimi artıran çinkonun 15 mg'dan fazlası kabızlığa sebep olur. TSE ve Sağlık Bakanlığı bu konuda bir sınırlandırma getirmemiştir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (United States Environmental Protection Agency) (EPA) çinko için limit değer 5 mg/L'dir (Anonim, 2011).

Bendimahi Çayı'nda yıllık ortalama çinko değeri 170 ± 50 µg/L, en düşük ve en yüksek çinko değerleri 10-280 µg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.29).

Çinko değerleri Bulakbaşı suyunda 130-190 µg/L (Aksoy, 2012), Kızılırmak'ta 17.35 µg/L, Yeşilirmak'ta 7.83 µg/L (Alkan ve ark., 2008), Bursa atıksu arıtma stabilizasyon havuzlarında Doğu Atıksu Arıtma Tesisi'nde 5800 µg/L, Batı Atıksu Arıtma Tesisi'nde 9020 µg/L (Kaynak ve Taşdemir, 2003) olarak bildirilmiştir.

TS 266'da çinko müsaade edilebilir üst sınır 5000 µg/L'dir. Bendimahi Çayı müsaade edilebilir üst sınır içerisindedir ve SKKY'ne göre I. kalite sınıfına dahil edilebilir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2003).

5.23. Krom

Krom suda 3 ve 6 değerlikli hallerde bulunur. Ancak 3 değerlikli kroma çok nadir rastlanır. Krom 6 tuzları kanserojenik özelliktedir. Bu nedenle içme sularının krom kirliliğinden korunması gerekir. Dokularda krom seviyesi yüksek olan şahıslarda arteriosderosis nispeten daha azdır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Bendimahi Çayı'nda yıllık krom ortalaması 11 ± 5 µg/L, en düşük ve en yüksek krom değerleri 3-27 µg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.30).

Krom değerleri Bulakbaşı suyunda 14-39 µg/L (Aksoy, 2012), Bursa atıksu arıtma stabilizasyon havuzlarında Doğu Atıksu Arıtma Tesisi'nde 1210 µg/L, Batı Atıksu Arıtma Tesisi'nde 140 µg/L (Kaynak ve Taşdemir, 2003) olarak bildirilmiştir.

İTASY'ne göre krom için sınır değeri 50 µg/L olarak bildirilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen krom değeri sınır değeri içinde olduğu tespit edilmiştir.

Bendimahi Çayı SKKY'ne göre I. kalite su sınıfına dahil edilebilir (Anonim, 2003).

5.24. Mangan

Toprak veya tortul kütlelerdeki suya geçer ve oksitlendiği zaman siyah bir tortu halinde çökelir. Suda bazı bakterilerin çoğalmasını sağlayarak boruların tıkanmasına neden olur. 0.5 mg/L den fazlası sulara kötü bir lezzet verir. Çamaşır yıkamaya uygun değildir. Mangan gri-siyah lekeler yapmaktadır. Bu özellikleriyle mangan konsantrasyonları yüksek sular; kağıt, deri, dokuma, plastik, gıda gibi sanayilerde kullanıldıklarında ürünün renk ve tadında değişmelere sebep olurlar. Çökebilen mangan filtrasyon yöntemiyle giderilebilirken çökelmeyen manganı gidermek için oksidasyon ve filtrasyon birlikte uygulanır (Anonim, 2011).

Bendimahi Çayı'nda yıllık ortalama mangan değeri 0.3 ± 0.22 mg/L, en düşük ve en yüksek mangan değerleri 0.0 ile 0.9 mg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.31).

Mangan değerleri Bulakbaşı suyunda 0.1 ile 0.8 mg/L (Aksoy, 2012), Bursa atıksu arıtma stabilizasyon havuzlarında Doğu Atıksu Arıtma Tesisi'nde 0.134 mg/L, Batı Atıksu Arıtma Tesisi'nde 0.250 mg/L (Kaynak ve Taşdemir, 2003), Maden Çayı'nda 7 ile 2960 µg/L (Topal ve Topal, 2011) olarak bildirilmiştir.

TS 266'ya ve İTASY'ye göre mangan müsaade edilebilir üst sınır değeri 50 µg/L'dir. Mangan değeri Bendimahi Çayı'nda müsaade edilebilir üst sınırı aştığı tespit edilmiştir ve SKKY'ne göre II. kalite sınıfına dahil edilebilir (Türkman ve ark., 1999; Anonim, 2003; Anonim, 2005).

5.25. Siyanür (CN)

Siyanür, çok iyi bilenen zehirlerden biridir. Sudaki canlı yaşamı için son derece tehlikelidir. Çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanır. Siyanürün 50-60 mg/L'lik tek dozu insanlar için öldürücüdür. Günde alınan 2.9- 4.7 mg siyanür insanlar için zararsız kabul edilir. Çünkü siyanür iyonu insan vücudunda çeşitli enzimler vasıtasıyla kolaylıkla daha az zehirli olan iyonlara dönüşür (Anonim, 2011).

Bendimahi Çayı'nda yıllık ortalama siyanür değeri 1.6 ± 1.6 µg/L, en düşük ve en yüksek siyanür değerleri 0.0 ile 9.0 µg/L olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.32).

Siyanür değerleri Bulakbaşı suyunda 5-10 µg/L (Aksoy, 2012), Afyonkarahisar kuyusu sularında 5-20 µg/L (Özdemir ve Sırıken, 2006), Kalburt Göksu Çayı (Boğazköy

Barajı-Bursa)'nda 25.8 µg/L (Anonim, 2008) olarak bildirilmiştir.

EPA içme sularında siyanürün en yüksek kirlilik düzeyini 0.2 mg/L olarak sınırlandırmaktadır. Ülkemizde ise Türk Gıda Kodeksi'ne göre içme sularında siyanürün 0.01 mg/L düzeyinde bulunmasına izin verilmektedir (İpekoğlu ve ark., 1996; Logsdon ve ark., 2001; Özdemir ve Sırıken, 2006). İTASY'ne göre siyanür sınır değeri 50 µg/L'dir. Bu değerler göz önüne alındığında Bendimahi Çayı siyanür değerleri bakımından bir sorun teşkil etmemekte ve SKKY'ne göre I. kalite sınıfı içindedir (Anonim, 2003; Anonim, 2005).

5.26. Florür

İçme sularında diş çürümelerini azaltması nedeniyle 1 mg/L'ye kadar florür bulunması tavsiye edilmektedir. Ancak yüksek miktarlarda florür bulunması ise insan sağlığı açısından zararlıdır. 9 yaşın altındaki çocuklarda 2 mg/L florür içeren suyun dişlerde kahverengi lekeler (benekler) bıraktığını (fluorisis), 4 mg/L florür içeren suyun ise kemik bozukluklarına sebep olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle florür miktarının 1.5 mg/L den fazla olmamasına ve böyle suların 3 aydan fazla kullanılmamasına dikkat edilmelidir (Anonim, 2011).

Bendimahi Çayı'nda yapılan çalışma sonucunda yıllık ortalama florür değeri 1.74±1.11 mg/L, en düşük ve en yüksek değerler ise 0.29 ile 4.90 mg/L'dir (Bkz. Çizelge 4.33).

İTASY'ne göre florür sınır değeri 1.5 mg/L'dir. Bu değerler göz önüne alındığında Bendimahi çayı sınır değer üzerinde bulunmuş olup yıllık ortalama değeri bakımından SKKY'ne göre III. sınıf sular içerisinde değerlendirilmektedir. Özellikle Bendimahi Çayı'nı insanlar ve hayvanlar için içme suyu olarak kullananların çok dikkatli olmaları gerekir. Bu su, florür açısından mutlaka ciddi bir arıtmadan geçirilmelidir.

5.27. Bendimahi Çayı Su Kalitesinin Sınıflandırılması ve Kullanımı

Sonuç olarak; Bendimahi Çayı yörede içme ve kullanma suyu, hayvansal içme suyu, tarımsal sulama ve balıkçılık amaçlı kullanılmaktadır. İçme suyu açısından sıcaklık, ÇO, OD, klorür, nitrat, nitrit, sülfat, potasyum, bakır, alüminyum, toplam demir, çinko ve siyanür parametrelerinde I, Eİ, amonyum-amonyak, toplam fosfor ve

mangan parametrelerinde II, florür açısından III, pH ve krom parametreleri açısından I ve II olarak SKKY'ne göre su kalite sınıflarına girer.

Araştırma sonuçları ve yukarıda açıklanan su kalite sınıfları dikkate alındığında; Bendimahi Çayı'nın Muradiye, Çaldıran ve çevresindeki yerleşim yerleri için içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilir özelliklere sahip olduğu söylenebilir. Ancak amonyak, fosfor, florür, mangan ve krom parametreleri açısından eğer içme suyu olarak kullanılacaksa iyi bir arıtma işlemine tabi tutulması uygun olacaktır.

Bu çalışmada yapılamayan analizlerin ve gözlemlerin bundan sonra yapılacak çalışmalarda yapılması ve bu çalışmanın sonuçlarından da yararlanarak iyi bir yönetim planlamasının yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S., Dede, S., 2007. Van bölgesi içme ve kullanma sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması. *YYÜ Vet. Fak. Dergisi*, **18**(2): 17-24.
- 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.
- Akbulut, M., Kaya, H., Çelik, Ş. E., Odabaşı, A. D., Odabaşı, S. S., Selvi, K., 2010. Assesment of surface water quality in the Atikhisar reservoir and Sarıcaay creek (Çanakkale, Turkey). *Ekoloji Dergisi*, **19**(74): 139-149.
- Aksoy, A., 2012. *Bulakbaşı Suyu'nun (İğdır) Su Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma*. (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Akyurt, İ., Ayık, Ö., 1995. *Su Kirliliği ve Kontrolü*. 2. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No. 143, Erzurum. 103 s.
- Alabaster, J. S., Lloyd, R., 1982. *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*. 2nd Ed., FAO EIFAC Rep. 361 p.
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., 2009. Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji Dergisi*, **19**(73): 29-38.
- Alkan, A., Serdar, S., Zengin, B., 2008, Yeşilirmak ve Kızılırmak nehirlerinde su kalite kriterlerinin incelenmesi. *Mersin Balığı Koruma Stratejisi ve Üretim Çalıştayı*. 30-31 Ekim 2008, Samsun, 64-73.
- Anonim, 2003. *Türkiye'nin Çevre Sorunları*. TÇV Yay No:163, Ankara, 463-472 s.
- Anonim, 2005. *İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği*. Sağlık Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2008. Kullanılmış suların su havzaları üzerindeki etkilerinin planlanan su geliştirme projeleri yönünden irdelenmesi: Boğazköy barajı örneği. *Su Tüketimi Arıtma Yeniden Kullanım Sempozyumu*. 3-4-5 Eylül 2008, Bursa, 383s.
- Anonim, 2009a. *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği*. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2009b. Su ve kirliliği. http://www.styd-cevreorman.gov.tr/su_kirliligi.htm Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara. Erişim tarihi: 24.12.2012

- Anonim, 2011. Çevre sağlığı, suların analiz parametreleri. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Sular%C4%B1n%20Analiz%20Parametreleri.pdf Milli Eğitim Bakanlığı, Erişim tarihi: 28.01.2015.
- Anonim, 2014a. ***Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği***. T.C. Kalkınma Bakanlığı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- Anonim, 2014b. ***Van İl çevre durum raporu 2013***, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED Hizmetleri ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Van.
- APHA, 1989. ***Standard Methods for the Examination of Water, Sewage, and Waste Water***, 17th Ed. Amer. Pub. Health Ass., New York. 1550 p.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir, Y., 2007. Bafra ovası yer altı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. ***Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi***, 4(2): 219-226.
- Aslan, Ş., Gürbüz, B., Çiner, F., 2008. Van ilinde tarım ilacı kullanımı ve van gölüne olası etkilerinin değerlendirilmesi. ***Van Gölü Hidrolojisi ve Kirliliği Konferansı***. 21-22 Ağustos 2008, Van.
- Ayvaz, M., Tenekecioglu, E., Kuru, E., 2011. Afşar baraj gölü'nün (Manisa-Türkiye) trofik statüsünün belirlenmesi, ***Ekoloji*** 20(81): 37-47.
- Balık, S., Ustaoglu, R., Mis, D., Aygen, C., Taşdemir, A., İlhan, A., 2008. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti tatlı su göletlerinin sucul faunası üzerine ilk gözlemler. ***EÜ Su Ürünleri Dergisi***, 25(4): 347-351.
- Başaran, K. A., Egemen, Ö., 2006. Orta Toros dağlarındaki Eğrigöl'ün su kalitesi parametrelerinin araştırılması. ***AÜ Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi***, 12(2): 137-143.
- Baur, H. W., 1987, ***Gesswasser Güte Bestimmen Und Beurteilen, Practische Anleitung Für Gesswasser Warte Und Alle An Der Qualitat Unserer Gewasser Iteresierten Kreise***. Verlag Paul Parey. Hamburg Und Berlin. 141 s.
- Buhan, E., Koçer, M.A.T., Polat, F., Doğan, H.M., Dirim, S., Neary, E.T., 2010. Almus baraj gölü su kalitesinin alabalık yetiştiriciliği açısından değerlendirilmesi ve taşıma kapasitesinin tahmini, ***GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi***, 27(1), 57-65.
- Can, Ö., Taş B., 2012. Ramsar alanı içinde yer alan Çerneç gölü ve sulak alanının (Kızılırmak deltası, Samsun) ekolojik ve sosyo-ekonomik önemi. ***TÜBAV Bilim***

Dergisi, 5(2):1-11.

- Cantürk, N., 2007. *Van Gölü'ne Dökülen Akköprü Deresi Su Kalitesinin İncelenmesi* (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri ABD. Van.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 2005. *Limnoloji Ders Kitabı*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak., Yay. No:21, İzmir, 166s.
- Çağlar, M., Saler, S., 2014. Koçan Şelalesi (Erzincan)'nin bazı fiziksel ve kimyasal su kalitesi özellikleri. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2014 (3): 37-42.
- Çetinkaya, O., 2003. *Su Kalitesi Ders Notları*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü. Van, 76 s.
- Çevlik, H., 2013. Ermenek baraj gölü limnolojisi, <http://www.dsi.gov.tr/docs/yayinlarimiz/ermenek-baraj-g%C3%B6l%C3%BC-limnolojisi.pdf?sfvrsn=4>
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Erişim tarihi: 11.02.2015
- Çiçek, A., Koparal, S., 2001. Porsuk baraj gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Barbus plebejus*'da kurşun, krom ve kadmiyum seviyeleri. *Ekoloji Dergisi*, 10(19): 3-6.
- Dirican, S., 2008. Kılıçkaya baraj gölü (Sivas-Türkiye)'nün su kalitesinin değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(4): 25-31.
- Dirican, S., Barlas, M., 2005. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) çayı'nın fiziko-kimyasal özellikleri ve balıkları. *Ekoloji Dergisi*, 14(54): 25-30.
- Dönderici, Z., S., Dönderici, A., Başarı, F., 2010. Kaynak sularının fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma. *Adana Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü*, 67(4): 167-172.
- Egemen, Ö, 2006a. *Su Kalitesi Ders Kitabı*. (VI. Baskı), E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yay. No: 14, E.Ü. Basım Evi, Bornova-İzmir. 150s.
- Egemen, Ö, 2006b. *Çevre ve Su Kirliliği*. EÜ, Su ürünleri Fak., Yay. No: 42, E.Ü. Basım Evi, Bornova-İzmir. 120s.
- Emre, Y., Kürüm V., 2007. *Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği*, Posta Basım Evi, Seyrantepe-İstanbul. 272s.
- Gedik, K., Verep, B., Terzi, E., Fevzioğlu, S., 2010. Fırtına deresi (Rize)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 76(19): 25-35.
- Golterman H. L., Claymo R.S., Ohnstad, M.A.M., 1978. *Methods for Physical and Chemical Analysis of Freshwaters*. 2nd Ed., IBP Handbook No:8, Blackwell Sci.

- Pupl, Oxford London, 213 p.
- Göksu, Z.L., 2003. *Su Kirliliği Ders Kitabı*. Adana Nobel Kitabevi, Adana. 232s.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997. *Su Kalitesi Ders Kitabı*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Ankara. 95s.
- Gülle, İ., Turna, İ., İ., Güçlü, S., S., Küçük, F., Gülle, P., Güçlü, Z., 2008. Burdur gölü'ndeki sıcaklık, oksijen, pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin dikey yönde değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 25(4): 283-287.
- HACH 1999. DR 2010 *Spectrometer Procedures Manuel*, Loveland, USA. 850 p.
- HACH 2010. DR 5000 Spektrofotometre çalışma prosedürleri 2006, http://www.hach-lange.com.tr/countrysites/action_q/download;document/DOK_ID/14781289/typ_e/pdf/lkz/TR/spkz/tr/TOKEN/dPT3vpQIVJBcblNY1CKj4TALMr4/M/AI1DDQ/i_DOC022_94_00667_AUG06.pdf. Erişim tarihi: 27.12.2010.
- Harper, D. 1992. *Eutrophication of Fresh Waters: Principles, Problems and Restoration*. Chapman and Hall, London. UK.
- İçağa, Y., Bostanoğlu, Y., Kahraman, E., 2006. Akarçay havzası su kalitesi istatistikleri. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2006(1): 43-50.
- İleri, B., Gündüz, O., Elçi, A., Şimşek C., Alpaslan, N. M., 2007. Tahtalı havzası yeraltı suyu kalitesinin coğrafi bilgi sistemi destekli değerlendirilmesi. *7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji*. 24-27 Ekim 2007, İzmir, 881-888.
- İpekoğlu, Ü., Çelik, H., Tükelt, Ç., 1996. Ovacık altın cevherinin karşılaştırmalı siyanür ve tiyotüre liçi. *Madencilik Dergisi*, 35(4): 43-51.
- Kalyoncu, H., 2006. Isparta deresi su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik diyatomelere göre belirlenmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)*, 1(1-2): 14-25.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, O. Ö., 2009. Aksu Çayı'nın su kalitesinin biotik indekslere (diatomlara ve omurgasızlara göre) ve fizikokimyasal parametrelere göre incelenmesi, organizmaların su kalitesi ile ilişkileri. *Türk Bilim Araştırma Vakfı Bilim Dergisi*, 2(1): 46-57.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, O. Ö., Gülboy, H., 2004. Ağlasun Deresi'nin su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik alglere göre belirlenmesi. *SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2(12): 7-14.

- Kalyoncu, H., Yorulmaz, B., Barlas, M., Yıldırım, Z. M., Zeybek, M., 2008a. Aksu çayı'nın su kalitesi ve fizikokimyasal parametrelerinin makroomurgasız çeşitliliği üzerine etkisi. *Fırat Üniv. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **20**(1): 23-33.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Yorulmaz, B., 2008b. Aksu çayı'nda (Isparta- Antalya) epilitik alg çeşitliliği ve akarsuyun fizikokimyasal yapısı arasındaki ilişki. *Ekoloji Dergisi*, **17** (66): 15-22.
- Kalyoncu, H., Zeybek, M., 2009. Ağlasun ve Isparta derelerinin bentik faunası ve su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve Belçika biyotik indeksine göre belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **2**(1): 41-48.
- Kara, C., Çömlekçioglu, U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerle incelenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, **7**(1): 1-7
- Kayar, N. V., Çelik, A., 2003. Gediz nehri kimi kirlilik parametrelerinin tayini ve su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, **12**(47): 17-22.
- Kaykıoğlu, G., Ekmekyapar, F., 2005. Ergene havzasında endüstriyel işlem suyu olarak kullanılan yer altı sularının özellikleri üzerine bir araştırma. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **6**(1): 85-91.
- Kaynak, A., G., Taşdemir, Y., 2003. Anaerobik stabilizasyon havuzlarında ağır metal giderimi: Bursa örneği, *Ekoloji Çevre Dergisi* **12**(46): 1-7.
- Kılıçel, F., Durak, H., Arılık, A., 2008. Van katı atık depolama alanındaki toprakların bazı ağır metal içeriklerinin tespiti ve van gölü kirliliğine etkilerinin araştırılması. *Van Gölü Hidrolojisi ve Kirliliği Konferansı*. 21-22 Ağustos 2008, Van. 108-115.
- Kır, I., Tumantozlu, H., 2012. Karacaören-II baraj gölü'ndeki su, sediment ve sazan (*Cyprinus carpio*) örneklerinde bazı ağır metal birikiminin incelenmesi. *Ekoloji*, **21**(82): 65-70.
- Kumbur, H., Özsoy, D. H., Özer, Z., 2008. Mersin ilinde tarımsal alanlarda kullanılan kimyasalların su kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, **17**(68): 54-58.
- Küçük, Ö. S., Şengül, F., Kapdan, İ. K., 2003. Deri endüstrisi atık sularının arıtımında yapay sulak alanların kullanımı üzerine bir örnek çalışma. *V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*. 01-04 Ekim 2003, 100-111
- Küçük, S., 2007. Büyük Menderes nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından

- incelenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1-2): 7-13.
- Küçükylmaz, M., Uslu, G., Birici, N., Örnekçi, N. G., Yıldız, N., Şeker, T., 2010, Karakaya baraj gölü su kalitesinin incelenmesi, *International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium*. 26-28 October 2010 – Konya/Turkey
- Logsdon, M. J., Hagelstein, K., Mudder, T. I., 2001. *Altın Üretiminde Siyanür Yönetimi. International Council On Metals And The Environment*, Tercüme Eden: Normandy Madencilik AŞ, 40 s.
- Mert, R., Bulut, S., Solak, K., 2008. Apa Baraj gölü'nün (Konya) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması. *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 02: 1-10.
- Minareci, O., Öztürk, M., Minareci, E., 2004. Manisa belediyesi evsel atık su arıtma tesisinin, Gediz nehrinin ağır metal kirliliğine olan etkilerinin belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2): 135-139.
- Mutlu, E., Yanık, T., Demir, T., 2013a. Karagöl (Hafik-Sivas)'ün su kalitesinin incelenmesi, *Alinteri*, 24:35-45.
- Mutlu, E., Yanık, T., Demir, T., 2013b. Horohon deresi (Hafik-Sivas)'nin su kalitesi özelliklerinin aylık değişimi, *Alinteri* 25:45-57
- Özdemir, M., Sırıkın, B., 2006. Afyonkarahisar bölgesi kuyu sularında siyanür düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 53: 37-40.
- Özdemir, N. 1994. *Tatlı ve Tuzlu Sularda Alabalık Üretimi*. Fırat Üniversitesi Yayınları, no: 35, Elazığ. 228 s.
- Özdemir, N., Yılmaz, F., Yorulmaz, B., 2007. Dalaman çayı üzerindeki bereket hidro-elektrik santrali baraj gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin ve balık faunasının araştırılması. *Ekoloji Dergisi*, 16(62): 30-36.
- Özgökçe, M.S., Karaca, İ., Atlıhan, R., Kasap, İ., Özgökçe, F., Yıldız, Ş., Polat, E., 2008. Van gölü kıyı kirliliğinin gösterge türlerle tayini. *Van Gölü Hidrolojisi ve Kirliliği Konferansı*. 21-22 Ağustos 2008, Van.
- Sağlam, N., Düzgüneş, E., Balık, İ., 2008. Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri. *Ege Üni. Su Ürünleri Dergisi*, 25(1): 89-94.
- Şekerci, İ., 2011. *Karasu (Mermi) Çayının (Van) Bazı Su Kalite Kriterlerinin İncelenmesi* (Yayınlanmış Y. Lisans Tezi). YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri ABD. Van.

- Şen, B., Gölbaşı, S., 2008. Hazar gölü'ne dökülen kürk çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **25**(4): 353-358.
- Şen, F., 1995. *Van Gölü Suyuna Gökkuşığı Alabalığı Adaptasyonu Üzerine Bir Araştırma* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Y.Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri ABD. Van.
- Şen, F., 2001. *Nazik Gölü (Ahlat-Bitlis) Sazan (Cyprinus carpio L.1758) Popülasyonu Üzerinde Bir Araştırma* (doktora tezi, basılmamış). Atatürk Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri ABD. Erzurum.
- Şengül, F., Türkman, A., 1991. *Su ve Atık Su Analizleri*. Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Çevre Müh. Bölümü, Paşahan Matbaası, Bornova İzmir. 157s.
- Taş, B., 2006. Derbent baraj gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi, *Ekoloji*, **15**(61): 6-15.
- Taş, B., Candan, Y. A., Can, Ö., Topkara S., 2010. Ulugöl (Ordu)'ün bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences*, **4**(3): 254-263.
- Taş, B., Çetin, M., 2011. Gökgöl (Ordu-Türkiye)'ün bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin incelenmesi, *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.*, **1**(1):73-82.
- Taş, M., Kırgız, T., Arslan, N., Elipek, Ç., B., Güher H., 2008. Çorlu Deresi'nin (Tekirdağ) Oligochaeta Faunası ve Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Zamana Bağlı Değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **25**(4): 253-257.
- Taşdemir, M., Göksu, L. Z., 2001. Asi nehri'nin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri. *Ege Üniversitesi Dergisi*, **18**(1-2): 55-64.
- Tepe, Y., 2009. Reyhanlı Yenişehir gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, **18**(70): 38-46.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y., 2006a. Hasan çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **23**(1/1): 149-154.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y., 2006b. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **23**(1/1): 155-161.
- Topal, M., Topal, E. I. A., 2011. Maden sahasından kaynaklanan sızıntı sularının maden çayına etkisi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, **1**(2): 55-59.
- Topçu, A., Pulatsü, S., 2010. *Çifteler-Sarıkayabaşı (Eskişehir) Batı Göleti Sedimentinde Fraksiyonel Fosfor Kompozisyonu ve Fosfor Salınımının*

- Mevsimsel Değişimi.*** (Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu), Proje No: 09H4347002. Ankara Üniversitesi, Ankara. 46s.
- Türkman, A., Tokgöz, S., Sarptaş, H. 1999. İçme suyu standartları ve güvenilir içme suyu. **3. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi.** 25-26 Kasım 1999, İzmir.
- Uslu, O., Türkman, A., 1987. ***Su Kirliliği ve Kontrolü.*** T.C. Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, Ankara. 364 s.
- Ünlü, A., Çoban, F., Tunç, S., M., 2008. Hazar gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler açısından incelenmesi. ***Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1): 119-127.***
- Varol, S., Davraz, A., Varol, E., 2008. Yer altı suyu kimyası ve sağlığa etkisinin tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi. ***TAF Preventive Medicine Bulletin, 7 (4): 351-356.***
- 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.***
- Yıldız, N., Akbulut, Ö., Bircan, H., 2011. ***İstatistiğe Giriş, Uygulamalı Temel Bilgiler Çözümlü ve Cevaplı Sorular.*** Aktif Yayınevi, İstanbul. 326 s.
- Yılmaz, F., 2004. Mumcular barajı (Muğla-Bodrum)'nın fiziko-kimyasal özellikleri. ***Ekoloji Dergisi, 13(5): 10-17.***

ÖZ GEÇMİŞ

1984'de Van'ın Muradiye ilçesinde doğdu. İlkokulu Muradiye'de, orta ve lise öğrenimini Van'da tamamladı. 2005 yılında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2010 yılında mezun oldu. 2011 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. Askerlik görevini 2015 yılında tamamladı. Bekar ve halen Van'da yaşamaktadır.