



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**AKARSULARDAKİ FİZİKOKİMYASAL SU KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI: TRABZON
DEĞİRMENDERE VE KOLLARI ÜZERİNDE BİR ÇALIŞMA**

Serkan ÖZBEKTAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"YÜKSEK LİSANS (ÇEVRE BİLİMLERİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 / 05 / 2015

Tezin Savunma Tarihi : 30 / 06 / 2015

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

Trabzon 2015

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Çevre Bilimleri Anabilim Dalı
Serkan ÖZBEKTAŞ**

**AKARSULARDAKİ FİZİKOKİMYASAL SU KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI: TRABZON
DEĞİRMENDERE VE KOLLARI ÜZERİNDE BİR ÇALIŞMA**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 09 / 06 / 2015 gün ve 1606 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Basri ERTAŞ

.....

Üye : Prof. Dr. İbrahim ALP

.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak gerçekleştirilen bu çalışma, Trabzon İli'ne içme ve kullanma suyu sağlayan yüzeysel su kaynaklarının Avrupa Birliği üyesi ülkelerin yol haritası olarak kabul ettikleri 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi'ne göre yenilenen Türkiye yüzeysel su kaynakları mevzuatı açısından içme ve kullanma amaçlarına yönelik olarak uygunluğunun ve sürdürülebilir kullanımının değerlendirilmesi aşamalarını konu edinmiştir.

Yüksek Lisans Tez çalışmalarım boyunca bana yol gösteren, ilgi ve alakasını esirgemeyip bilgi ve tecrübeleriyle her zaman destek olan hocam Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNÇÜ'ye katkılarından dolayı en içten şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarında kullanılan deneysel verilerin temin edilmesine katkı sağlayan Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'ne, deneysel çalışmalarına verdikleri desteklerden dolayı DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'nde çalışan iş arkadaşlarıma ve emeği geçen diğer DSİ personellerine teşekkür ederim.

Çalışmalarımın yürütülmesi sırasında sonsuz desteğiyle yanımda olan sevgili eşim, meslektaşım Sevinç ÖZBEKTAŞ'a çok teşekkür ederim.

Serkan ÖZBEKTAŞ

Trabzon 2015

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Akarsulardaki Fizikokimyasal Su Kalitesinin Araştırılması: Trabzon Değirmendere ve Kolları Üzerinde Bir Çalışma” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ’nün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 30/05/2015

Serkan ÖZBEKTAŞ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET... ..	IX
SUMMARY.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Konunun Anlam ve Önemi.....	3
1.1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	3
1.1.3. Çalışma Konusu Yüzeysel Su Kaynakları.....	4
1.2. Türkiye Yüzeysel Su Kaynakları Mevzuatı.....	6
1.2.1. İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik.....	7
1.2.2. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği.....	9
1.3. Ölçümü Yapılan Parametreler.....	11
1.3.1. Sıcaklık (T).....	11
1.3.2. pH.....	11
1.3.3. Renk.....	12
1.3.4. Elektriksel İletkenlik (EC).....	12
1.3.5. Çözünmüş Oksijen Doygunluk Konsantrasyonu (DO).....	13
1.3.6. Koku.....	13
1.3.7. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ).....	13
1.3.8. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ).....	14
1.3.9. Toplam Organik Karbon (TOK).....	15
1.3.10. Amonyak Azotu (NH ₃ -N).....	15
1.3.11. Nitrat Azotu (NO ₃ ⁻ -N).....	16
1.3.12. Nitrit Azotu (NO ₂ ⁻ -N).....	16
1.3.13. Toplam Kjeldahl Azotu (TKN).....	17
1.3.14. Toplam Fosfor (TP).....	17

1.3.15. Florür (F ⁻).....	18
1.3.16. Sülfat (SO ₄ ⁻).....	19
1.3.17. Klorür (Cl ⁻).....	19
1.3.18. Siyanür (CN ⁻).....	19
1.3.19. Anyonik Yüzey Aktif Maddeler (AYAM).....	20
1.3.20. Fenoller (C ₆ H ₅ OH).....	20
1.3.21. Hidrokarbonlar.....	20
1.3.22. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH).....	21
1.3.23. Pestisitler.....	21
1.3.24. Civa (Hg).....	21
1.3.25. Bor (B).....	22
1.3.26. Alüminyum (Al).....	22
1.3.27. Krom (Cr).....	22
1.3.28. Mangan (Mn).....	23
1.3.29. Kobalt (Co).....	23
1.3.30. Nikel (Ni).....	23
1.3.31. Bakır (Cu).....	24
1.3.32. Çinko (Zn).....	24
1.3.33. Kadmiyum (Cd).....	25
1.3.34. Baryum (Ba).....	25
1.3.35. Kurşun (Pb).....	25
1.3.36. Demir (Fe).....	26
1.3.37. Arsenik (As).....	26
1.3.38. Selenyum (Se).....	27
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	28
2.1.1. Gözlem İstasyonları.....	28
2.2. Numunelerin Alınması.....	29
2.3. Deneysel Çalışmalar.....	35
2.3.1. Sıcaklık.....	35
2.3.2. pH.....	35
2.3.3. EC.....	36
2.3.4. DO.....	36
2.3.5. Renk.....	37
2.3.6. Koku.....	38

2.3.7. KOİ	38
2.3.8. BOİ ₅	39
2.3.9. TOK	40
2.3.10. NH ₃ -N	41
2.3.11. Anyonlar (NO ₃ ⁻ -N, NO ₂ ⁻ -N, F ⁻ , SO ₄ ⁻ ve Cl ⁻)	43
2.3.12. TKN	44
2.3.13. TP	45
2.3.14. CN ⁻	46
2.3.15. AYAM	47
2.3.16. Fenol	47
2.3.17. Hidrokarbonlar	48
2.3.18. PAH	49
2.3.19. Pestisitler	51
2.3.20. Ağır Metaller (Hg, B, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Ba, Pb, Fe, As, Se)	51
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	54
3.1. Sıcaklık Sonuçları ve Değerlendirilmesi	54
3.2. pH Sonuçları ve Değerlendirilmesi	55
3.3. EC Sonuçları ve Değerlendirilmesi	56
3.4. Renk Sonuçları ve Değerlendirilmesi	57
3.5. DO Sonuçları ve Değerlendirilmesi	58
3.6. KOİ Sonuçları ve Değerlendirilmesi	59
3.7. BOİ ₅ Sonuçları ve Değerlendirilmesi	60
3.8. TOK Sonuçları ve Değerlendirilmesi	61
3.9. NH ₃ -N Sonuçları ve Değerlendirilmesi	62
3.10. NO ₃ ⁻ -N Sonuçları ve Değerlendirilmesi	64
3.11. NO ₂ ⁻ -N Sonuçlarının Değerlendirilmesi	65
3.12. TKN Sonuçları ve Değerlendirilmesi	66
3.13. TP Sonuçları ve Değerlendirilmesi	67
3.14. F Sonuçları ve Değerlendirilmesi	69
3.15. SO ₄ ⁻ Sonuçları ve Değerlendirilmesi	70
3.16. Cl ⁻ Sonuçları ve Değerlendirilmesi	71
3.17. CN ⁻ Sonuçları ve Değerlendirilmesi	72
3.18. AYAM Sonuçları ve Değerlendirilmesi	73
3.19. Fenol Sonuçları ve Değerlendirilmesi	74

3.20.	Hidrokarbon Sonuçları ve Değerlendirilmesi	75
3.21.	PAH Sonuçlarının Değerlendirilmesi	75
3.22.	Pestisit Sonuçları ve Değerlendirilmesi	76
3.23.	Hg Sonuçları ve Değerlendirilmesi	77
3.24.	B Sonuçları ve Değerlendirilmesi	77
3.25.	Al Sonuçları ve Değerlendirilmesi	79
3.26.	Cr Sonuçları ve Değerlendirilmesi	80
3.27.	Mn Sonuçları ve Değerlendirilmesi	80
3.28.	Co Sonuçları ve Değerlendirilmesi	81
3.29.	Ni Sonuçları ve Değerlendirilmesi	83
3.30.	Cu Sonuçları ve Değerlendirilmesi	84
3.31.	Zn Sonuçları ve Değerlendirilmesi	85
3.32.	Cd Sonuçları ve Değerlendirilmesi	86
3.33.	Ba Sonuçları ve Değerlendirilmesi	88
3.34.	Pb Sonuçları ve Değerlendirilmesi	89
3.35.	Fe Sonuçları ve Değerlendirilmesi	90
3.36.	As Sonuçları ve Değerlendirilmesi	91
3.37.	Se Sonuçları ve Değerlendirilmesi	92
3.38.	1991 Yılı ile 2014 Yılı Verilerinin Karşılaştırılması	93
4.	SONUÇLAR	95
5.	ÖNERİLER	97
6.	KAYNAKLAR	99

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

AKARSULARDAKİ FİZİKOKİMYASAL SU KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI:
TRABZON DEĞİRMENDERE VE KOLLARI ÜZERİNDE BİR ÇALIŞMA

Serkan ÖZBEKTAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Bilimleri Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ
2015, 119 Sayfa

Bu çalışmada akarsulardaki fizikokimyasal su kalitesinin araştırılması amacıyla, Trabzon İli'ne içme ve kullanma suyu sağlanan Değirmendere ve kolları üzerinde belirlenen 7 istasyondan 2014 yılı boyunca 3 ayda 1 kez olmak üzere numuneler alınarak fizikokimyasal analizler yapılmıştır. Kuştul, Çiftdere, Atasu Dip Savak, Deniz Öncesi, Öğütlü, Sümela ve Zigana istasyonlarında yapılan ölçümler Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'ne göre yenilenen Türkiye'nin yüzeysel su kaynakları mevzuatına göre değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda, Sıcaklık, Elektriksel İletkenlik, Koku, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, Nitrat Azotu, Sülfat, Klorür, Siyanür, Fenol, Hidrokarbon, Polisiklik Aromatik Hidrokarbon, Pestisit ve Ağır Metal (Hg, B, Cr, Co, Ni, Zn, Cd, Ba, Pb, As ve Se) parametrelerinde sonuçların İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik'e (İEEPYSKDY) göre A1 sınıfı, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY)'ne göre de I. Sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. pH, Çözünmüş Oksijen, Renk, Askıda Katı Madde, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Organik Karbon, Amonyak Azotu, Nitrit Azotu, Toplam Kjeldahl Azotu, Toplam Fosfor, Florür, Anyonik Yüzey Aktif Madde ve Ağır Metal (Al, Mn, Cu, Pb ve Fe) parametrelerindeki sonuçların ise genellikle İEEPYSKDY'ye göre A2 ve YSKYY'ye göre II. Sınıf, kısmen de olsa İEEPYSKDY'ye göre A3 ve YSKYY'ye göre III. veya IV. sınıf su kalite sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Son olarak ölçüm sonuçları Atasu Barajı'nın planlama dönemi olan 1991 yılı su kalitesi değerleri ile karşılaştırılmış ve KOİ değerlerinde fark edilebilir artışların gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüzeysel su kalitesi, Fizikokimyasal, Trabzon, Değirmendere, Akarsu kirliliği

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF STREAMS WATER QUALITY: A CASE STUDY FOR
TRABZON DEĞİRMENDERE AND TRIBUTARIES

Serkan ÖZBEKTAŞ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Environmental Science Graduate Program
Supervisor: Assistant Prof. Osman ÜÇÜNCÜ
2015, 119 Pages

This study aimed to investigate the physicochemical water quality in rivers so that water samples were taken 1 time every 3 months during 2014 from 7 stations specified on Değirmendere and tributaries which are supply drinking and service water for Trabzon and physicochemical parameters have been tested. Test results which were made on Kuştul, Çiftdere, Atasu Dip Savak, Deniz Öncesi, Öğütlü, Sümela and Zigana stations are evaluated according to Turkey surface water legislation renewed Water Framework Directive.

At the end of this study, results of Temperature, Electrical Conductivity, Odour, Biochemical Oxygen Demand, Nitrate, Sulphate, Chloride, Cyanide, Phenols, Hydrocarbons, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Pesticides and Heavy Metals (Hg, B, Cr, Co, Ni, Zn, Cd, Ba, Pb, As and Se) parameters are in A1 class according to regulation of Turkey surface water used for drinking water supply and in Class I according to regulation of Turkey surface water quality management were determined. But, pH, Dissolved Oxygen, Colour, Chemical Oxygen Demand (COD), Total Organic Carbon, Ammonia, Nitrite, Total Kjeldahl Nitrogen, Total Phosphorus, Fluoride, Anionic Surfactants, Heavy Metals (Al, Mn, Cu, Pb and Fe) results are in A2 class generally, in A3 class partly according to regulation of Turkey surface water used for drinking water supply regulation and in Class II generally, in Class III and IV partly according to regulation of Turkey surface water quality management were determined.

Finally, the measurement results Atasu Dam planning period of 1991 compared with the values of water quality and it has been detectable increase in COD values have been found to occur.

Key Words: Surface waters quality, Physicochemical, Trabzon, Değirmendere, Rive pollution

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Dünya'da su dağılımı.....	2
Şekil 1.2. Değirmendere Havzası'nın Türkiye'de konumu.....	6
Şekil 2.1. İstasyonların uydu görüntüsü.....	28
Şekil 2.2. WTW Multi 340i marka pH, DO, EC Metre.....	37
Şekil 2.3. Lovibond Nessleriser 2250 marka.....	37
Şekil 2.4. KOİ analizleri için kullanılan küvet testler.....	38
Şekil 2.5. Termostat ve spektrofotometre.....	39
Şekil 2.6. BOİ ₅ analizlerinde ölçüm seti ve inkübatör.....	40
Şekil 2.7. TOK analizlerinde analitik ölçüm cihazı.....	41
Şekil 2.8. İyon (kasyon) kromatografi cihazı.....	42
Şekil 2.9. İyon (anyon) kromatografi cihazı.....	44
Şekil 2.10. TP analizleri için kullanılan küvet testler.....	45
Şekil 2.11. TP analizleri için kullanılan termostat ve spektrofotometre.....	46
Şekil 2.12. CN- analizleri için kullanılan küvet testler.....	46
Şekil 2.13. AYAM analizleri için kullanılan küvet testler.....	47
Şekil 2.14. PAH analizleri için kullanılan HPLC cihazı.....	50
Şekil 2.15. Ağır metal analizleri için kullanılan ICP-MS cihazı.....	52
Şekil 3.1. Sıcaklık değerleri (2014).....	55
Şekil 3.2. pH değerleri (2014).....	56
Şekil 3.3. EC değerleri (2014).....	57
Şekil 3.4. Renk değerleri (2014).....	58
Şekil 3.5. DO değerleri (2014).....	59
Şekil 3.6. KOİ değerleri (2014).....	60
Şekil 3.7. BOİ ₅ değerleri (2014).....	61
Şekil 3.8. TOK değerleri (2014).....	62
Şekil 3.9. NH ₃ -N değerleri (2014).....	63
Şekil 3.10. NO ₃ ⁻ -N değerleri (2014).....	64
Şekil 3.11. NO ₂ ⁻ -N değerleri (2014).....	66
Şekil 3.12. TKN değerleri (2014).....	67
Şekil 3.13. TP değerleri (2014).....	68

Şekil 3.14. F ⁻ değerleri (2014).....	70
Şekil 3.15. SO ₄ ²⁻ değerleri (2014)	71
Şekil 3.16. Cl ⁻ değerleri (2014)	72
Şekil 3.17. AYAM değerleri (2014).....	74
Şekil 3.18. B değerleri (2014)	78
Şekil 3.19. Al değerleri (2014)	79
Şekil 3.20. Mn değerleri (2014)	81
Şekil 3.21. Co değerleri (2014)	82
Şekil 3.22. Ni değerleri (2014)	84
Şekil 3.23. Cu değerleri (2014)	85
Şekil 3.24. Zn değerleri (2014).....	86
Şekil 3.25. Cd değerleri (2014)	87
Şekil 3.26. Ba değerleri (2014).....	89
Şekil 3.27. Pb değerleri (2014).....	90
Şekil 3.28. Fe değerleri (2014).....	91

TABLULAR (ÇİZELGELER) DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Kategorilere göre su kalite standartları	8
Tablo 1.2. Kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	10
Tablo 2.1. Numune taşınması, saklanması, korunması ve analiz yöntemi	30
Tablo 3.1. Sıcaklık sonuçları (°C)	54
Tablo 3.2. pH sonuçları	55
Tablo 3.3. EC sonuçları (µS/cm)	56
Tablo 3.4. Renk sonuçları (Pt-Co)	57
Tablo 3.5. DO sonuçları (%)	58
Tablo 3.6. KOİ sonuçları (mg/L)	59
Tablo 3.7. BOİ ₅ tayini sonuçları (mg/L)	60
Tablo 3.8. TOK tayini sonuçları (mg/L)	61
Tablo 3.9. NH ₃ -N sonuçları (mg/L)	62
Tablo 3.10. NO ₃ ⁻ -N sonuçları (mg/L)	64
Tablo 3.11. NO ₂ ⁻ -N sonuçları (mg/L)	65
Tablo 3.12. TKN tayini sonuçları (mg/L)	66
Tablo 3.13. TP sonuçları (mg/L)	68
Tablo 3.14. F ⁻ tayini sonuçları (mg/L)	69
Tablo 3.15. SO ₄ ⁻ tayini sonuçları (mg/L)	70
Tablo 3.16. Cl ⁻ tayini sonuçları (mg/L)	71
Tablo 3.17. CN ⁻ tayini sonuçları (mg/L)	73
Tablo 3.18. AYAM sonuçları (mg/L)	73
Tablo 3.19. Fenol sonuçları (mg/L)	74
Tablo 3.20. Hidrokarbon sonuçları (mg/L)	75
Tablo 3.21. PAH sonuçları (mg/L)	76
Tablo 2.25. Pestisit sonuçları (mg/L)	76
Tablo 3.23. Hg sonuçları (µg/L)	77
Tablo 3.24. B sonuçları (µg/L)	78
Tablo 3.25. Al sonuçları (µg/L)	79
Tablo 3.26. Cr sonuçları (µg/L)	80
Tablo 3.27. Mn sonuçları (µg/L)	81

Tablo 3.28. Co sonuçları ($\mu\text{g/L}$).....	82
Tablo 3.29. Ni sonuçları ($\mu\text{g/L}$).....	83
Tablo 3.30. Cu sonuçları ($\mu\text{g/L}$).....	84
Tablo 3.31. Zn sonuçları ($\mu\text{g/L}$)	85
Tablo 3.32. Cd sonuçları ($\mu\text{g/L}$).....	87
Tablo 3.33. Ba sonuçları ($\mu\text{g/L}$)	88
Tablo 3.34. Pb sonuçları ($\mu\text{g/L}$)	89
Tablo 3.35. Fe sonuçları ($\mu\text{g/L}$).....	90
Tablo 3.36. As sonuçları ($\mu\text{g/L}$)	92
Tablo 3.37. Se sonuçları ($\mu\text{g/L}$).....	92
Tablo 3.38. Kuştul (Sağ Sahil) İstasyonu 1991-2014 yılları karşılaştırma değerleri	93
Tablo 3.39. Galyan-Çiftdere (Sol Sahil) istasyonu 1991-2014 yılları karşılaştırma değerleri	94

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
AYAM	: Anyonik Yüzey Aktif Madde
B	: Bor
Ba	: Baryum
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
Cd	: Kadmiyum
Cl ⁻	: Klorür
CN ⁻	: Siyanür
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
DO	: Çözünmüş Oksijen
DSİ	: Devlet Su İşleri
EC	: Elektriksel İletkenlik
F ⁻	: Florür
Fe	: Demir
Hg	: Civa
İEPPYSKDY	: İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
Mn	: Mangan
NH ₃ ⁻ -N	: Amonyak Azotu
Ni	: Nikel
NO ₂ ⁻ -N	: Nitrit Azotu
NO ₃ ⁻ -N	: Nitrat Azotu
OSB	: Orman ve Su İşleri Bakanlığı
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
Pb	: Kurşun
TİSKİ	: Trabzon İçme Suyu ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü

TKN	: Toplam Kjeldahl Azotu
TN	: Toplam Azot
TOK	: Toplam Organik Karbon
TP	: Toplam Fosfor
SÇD	: Su Çerçeve Direktifi
Se	: Selenyum
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SO ₄ ⁻	: Sülfat
UAKM	: Uçucu Askıda Katı Madde
YSKYY	: Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
Zn	: Çinko

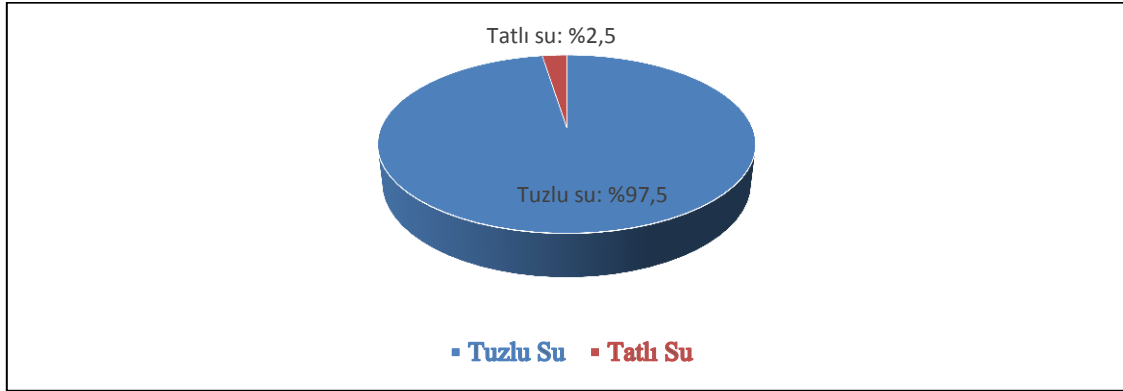
1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

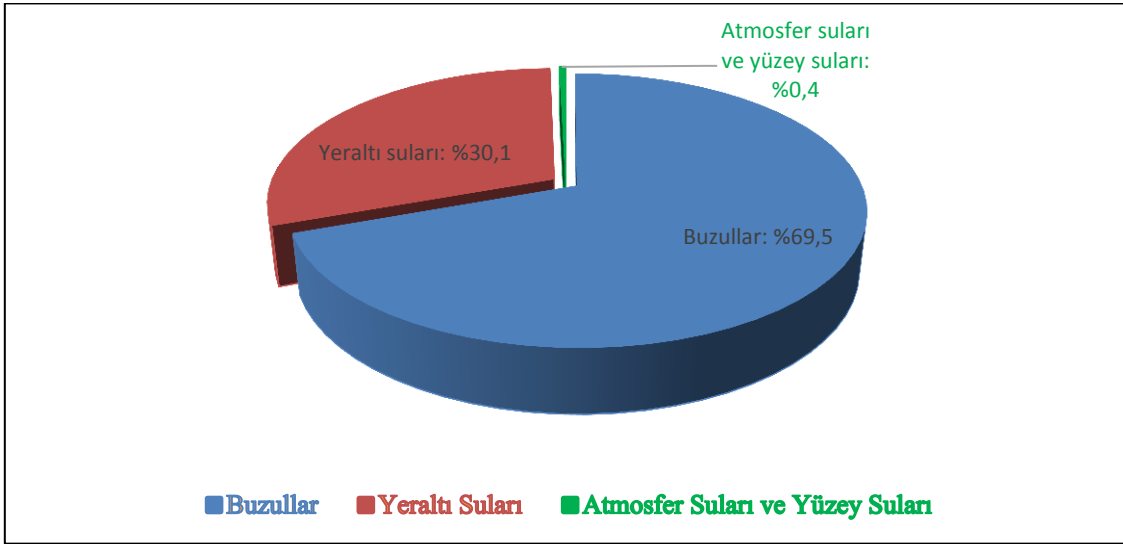
İnsan hayatının yeryüzündeki varlığının sürdürülmesi için vazgeçilmez ihtiyaçlarından biri sudur. Tarih boyunca insanoğlu tarafından kurulan uygarlıkların hemen hemen tamamının su boyu alanlarda kurulmuş olması tesadüf değil, aksine bilinçli bir tercihtir [1].

Yer küredeki toplam su miktarı 1 milyar 400 milyon km^3 olup dünya yüzeyinin dörtte üçünü kaplamaktadır. Bu miktarın tamamına ulaşılabilmesi ve kullanılabilmesi teknik ve ekonomik nedenler dolayısıyla mümkün değildir. Çünkü suların %97,5'i deniz ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunmaktadır. 35 milyon km^3 'e denk gelen %2,5'lik kısmı ise tatlı sudur [1].

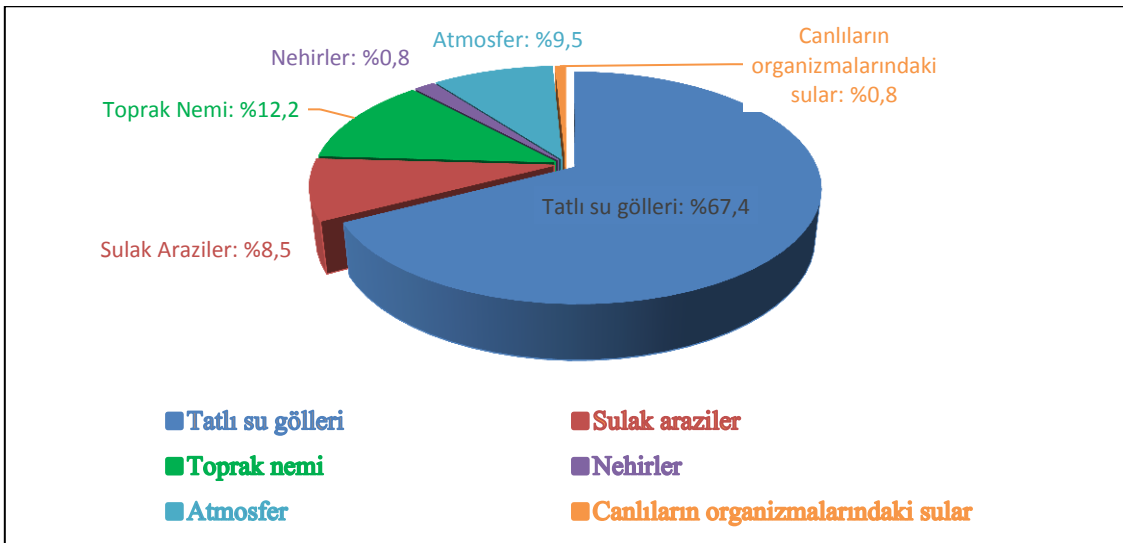
Dünya'da bulunan tatlı suların %69,5'i kutuplarda buzul olarak veya donmuş toprak tabakasında bulunmaktadır. Geriye kalan %30,5'lik oran; %30,1 yeraltı suyu ve %0,4 atmosfer suları (yağış ve atmosferdeki su buharı) ve yüzey suları olarak dağılmaktadır. Yüzeyde bulunan tatlı su oranının düşük olması, kolaylıkla yararlanabilecek elverişli miktarın az olduğunu göstermektedir. Kullanılabilir su kaynaklarının en önemlileri olan akarsu ve göllerdeki su miktarı yerküredeki toplam su miktarının oranı yaklaşık on binde bir buçuktur. Bu oran dünyadaki göl ve akarsularda bulunan su miktarının yaklaşık 210.000 km^3 olduğunu göstermektedir. Dünya'da suyun dağılımı Şekil 1.1. 'de ayrıntılı olarak verilmektedir [1].



↓ Tatlı Sular



↓ Ulaşılabilir Tatlı Sular



Şekil 1.1. Dünya'da su dağılımı

1.1.1. Konunun Anlam ve Önemi

Dünya çapında, insan faaliyetleri ve doğal güçler kullanılabilir su kaynaklarını azaltmaktadır. Halkın suyun daha iyi kontrol edilmesi ve korunması gerekliliği hakkındaki bilinci son on yılda artmış olmasına rağmen, ekonomik kıstaslar ve siyasi düşünceler hala su politikasını her düzeyde kullanma eğilimindedir [2].

Su kaynakları üzerindeki baskılar özellikle; kentleşme, nüfus artışı, artan yaşam standartları, su için artan rekabet ve kirlilik gibi insan faaliyetleri sonucunda artmaktadır. Bunlar iklim değişimi ve doğal koşullardaki değişiklikler ile daha da artmaktadır [2].

Su kaynakları ciddi tehditlerle karşı karşıya kalmakta ve tümüne esasen insan faaliyetleri neden olmaktadır. Bunların içerisinde çevre kirliliği, iklim değişimi, kentsel büyüme ve ormanların yok edilmesi gibi kırsal değişimler bulunmaktadır. Bunların her birinin, genellikle doğrudan ekosistemler üzerinde ve dolayısıyla su kaynakları üzerinde kendi özel etkisi vardır [2].

İyi yönetilmeyen çiftçilik, orman temizleme, yol yapımı ve madencilik gibi faaliyetler çok miktarda toprağın ve havada kalan parçacıkların nehirlerde sonlanmasına yol açabilir. Bu da su ekosistemine zarar verir ve su kalitesini bozar [2].

Çevre kirliliği su kaynaklarına ve ekosistemine zarar verebilir. Başlıca kirletici maddeler arasında, örneğin atıksu tahliyesinde organik maddeler ve tarım ilaçları, hava kirliliği sonucu oluşan asit yağmurları, madencilik ve endüstriyel faaliyetler sonucu açığa çıkan ağır metaller bulunmaktadır [2].

1.1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Su kaynaklarının son yıllarda bütün dünyada sürekli artan öneme sahip hale gelmesi, Türkiye'nin yer aldığı Ortadoğu-Balkanlar geçiş bölgesinde kuvvetle hissedilmektedir. Geçmişte yalnızca nerede ne kadar su bulunduğu sorusuna cevap aranırken; günümüzde bunlara ilave olarak suyun miktarı ve kalitesinin de ele alınması, tüm faktörlerin bütünleşik bir biçimde değerlendirilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır [3].

Türkiye'de su kaynaklarının yönetimine AB üyesi ülkelerin yol haritası olarak kabul ettikleri 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD) bakış açısının getirilmesi, SÇD ve su kalitesi ile ilgili diğer Direktiflerin uyumlaştırılması ve uygulanması, Türkiye yeraltı ve

yerüstü su kaynaklarının daha etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesinin temini açısından önemli görülmektedir [3].

Bu bağlamda, 2011 yılında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'nin revizyon çalışmasına başlanılmış, yüzeysel sular ile kıyı geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fizikokimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin ve miktarının izlenmesi, bu suların kullanım maksatlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasların belirlenmesine yönelik 2012 yılında Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY) yayımlanmıştır [3, 4].

Diğer taraftan yine 2012 yılında yayımlanan İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (İEEPYSKDY) hükümlerine göre içme suyu temin edilen yüzeysel suların ilgili yönetmeliğin Ek-I'inde yer alan 41 parametreye göre analiz edilmesi gerekmektedir [3].

Bu çalışma içme suyu temini için kullanılan yüzeysel suların fizikokimyasal kalitesinin belirlenmesi, SÇD'ye göre yenilenen Türkiye mevzuatı açısından içme ve kullanma amaçlarına yönelik olarak uygunluğunun ve sürdürülebilir kullanımının değerlendirilmesi aşamalarını konu edinmiştir. Konunun pekişmesi ve anlaşılabilir olması için, Trabzon iline içme ve kullanma suyu sağlayan yüzeysel su kaynaklarından 2014 yılı boyunca 3 ayda 1 kez olmak üzere 4 kez numune alınmış ve uluslararası geçerliliği olan yöntemler ile fizikokimyasal analizler yapılmıştır. Sonuçlar Türkiye mevzuatı açısından değerlendirilmiş ve daha iyi su kalitesine ulaşmak için nelerin yapılabilirliği irdelenmiştir.

1.1.3. Çalışma Konusu Yüzeysel Su Kaynakları

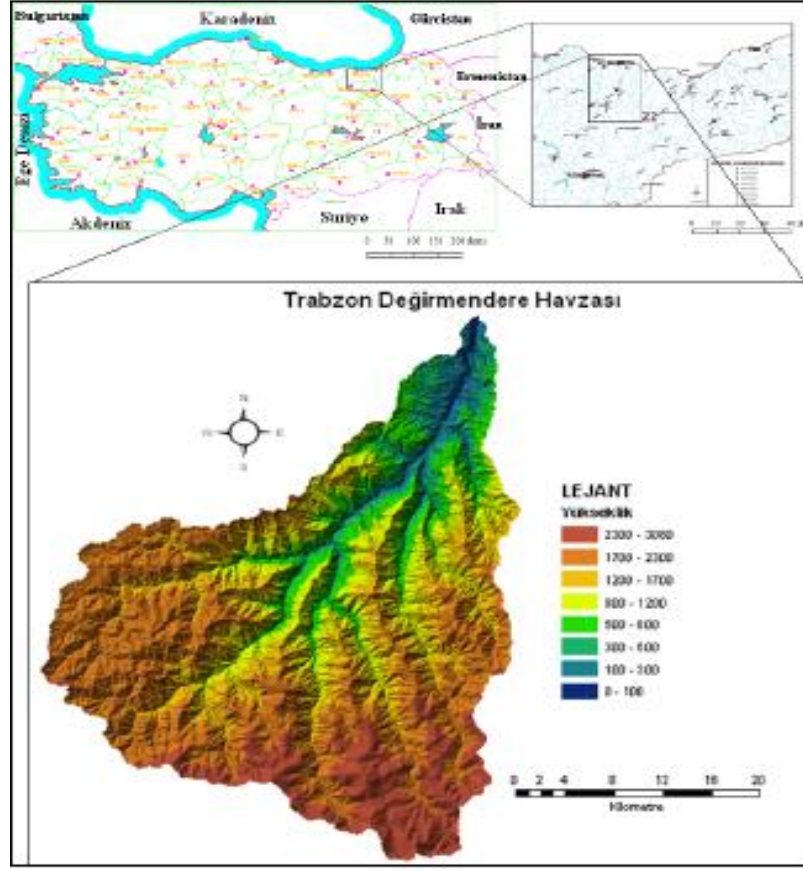
Yüzeysel su kalitesinin incelenmesini konu edinen bu çalışmanın uygulamada değerlendirilebilmesi için; Trabzon iline içme suyu sağlayan Doğu Karadeniz Havzası'nın bir alt havzası olan Değirmendere Havzası'nda gerçekleştirilmesi kararlaştırılmıştır.

Değirmendere Havzası 1054 km²'lik su toplama alanına sahiptir. Trabzon İli'nin güneyindeki Zigana ve Kalkanlı Dağları'ndan başlayıp Trabzon İli merkezinden Karadeniz'e dökülmektedir. Trabzon'un İl Merkezi'nin su ihtiyacı büyük oranda buradan

sağlanmaktadır, jeolojik ve topoğrafik yapısı nedeniyle de bol sedimente sahiptir. Havzanın büyük bir bölümü Trabzon İl sınırları içerisinde yer alsa da kaynağı Gümüşhane İli sınırları içerisinde kalmaktadır. Trabzon İli'nin bir kısmı (sanayi siteleri, Çağlayan, Akoluk mahalleleri vb. yerleşimler, kömür işleme tesisleri), Maçka ilçe merkezi ile bazı mahalleleri (Esiroğlu, Şahinkaya) havza içerisinde yer almaktadır [5, 6].

Değirmendere Havzası'nın en fazla yükseltiye sahip kolları Zigana ve Ayeser dereleridir. Trabzon-Gümüşhane ana yolu üzerinde bulunan ve yol boyunca devam eden Değirmendere ana koluna birçok yan kol karışmaktadır. Maçka ilçe merkezinde ana kola katılan Altındere, bu yerleşimin yaklaşık 10 km kadar mansabında yine bir yan kol olan Galyan Deresi ve diğer birçok yan kolun katılımıyla oluşan bir su toplama ağına sahiptir. Havza içerisinde yer alan dik yamaçlardan gelen birçok dere büyük kollarla birleşerek geniş bir alanda su toplama havzası oluşturmaktadır [5, 6].

Değirmendere karşı alternatif olarak Galyan Deresi üzerinde Trabzon İli'ne içme suyu sağlayan Atasu Barajı inşa edilmiştir. Galyan Deresi, Atasu Barajı membasında Kuştul (Şimşirli) ve Galyan-Çiftdere isimlerinde iki koldan oluşmaktadır. Değirmendere'nin ana kolu da Maçka İlçesi'nde Sümela (Altındere) ve Zigana isimlerinde iki kola ayrılmaktadır. Tüm bu ana kollar göz önünde bulundurularak çalışmaya konu istasyonlar belirlenmiştir. Değirmendere Havzası'nın Türkiye'deki konumu Şekil 1.2'de verilmektedir.



Şekil 1.2. Değirmendere Havzası'nın Türkiye'de konumu [5]

1.2. Türkiye Yüzeysel Su Kaynakları Mevzuatı

Türkiye'de su kaynaklarının korunmasına ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına dair politikalar oluşturmak, ulusal su yönetimini koordine etmek görevi 06.04.2011 tarih ve 6223 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile 29.06.2011 tarihinde kurulan Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na (OSB) verilmiştir. Yeni kurulan OSB tarafından da 2012 yılı içerisinde "İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (İEEPYSKDY)" ve "Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY)" yayımlanmıştır.

1.2.1.İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik

29 Haziran 2012 tarih ve 28338 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik’in” amacı, içme suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel sular ile ilgili esasları, kalite kriterlerini ve bu suların kullanma suyu olarak kullanılabilmesi için uygulanması gereken arıtma sınıflarını tespit etmektir [7].

Bu yönetmelik, içme suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel suların karakteristik özelliklerini, suyun dahil olduğu kategoriye göre uygulanacak arıtma sınıflarını, bu sularda izlenmesi gereken parametreler için numune alma ve analiz sıklıklarını ve kalite kategorilerinin tespitini kapsar [7].

İçme ve kullanma suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel sular; bu yönetmelik Ek-I’de yer alan bütün parametreler için verilen zorunlu ve kılavuz değerlere göre A1, A2 ve A3 olmak üzere üç farklı kategoriye ayrılır ve her bir kategori için aşağıdaki arıtma sınıfları belirlenir (Tablo 1.1).

A1: Basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ile içilebilir sular

A2: Fiziksel arıtma, kimyasal arıtma ve dezenfeksiyon ile içilebilir sular

A3: Fiziksel ve kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon ile içilebilir suları ifade eder [7].

Tablo 1.1. Kategorilere göre su kalite standartları [7].

No	Su Kalite Sınıfı →	Birim	A1 K	A1 Z	A2 K	A2 Z	A3 K	A3 Z
	Parametreler √							
1	pH		6,5- 8,5		5,5-9		5,5-9	
2	Renk (filtrasyon sonrası)	Pt-Co	10	20	50	100	50	200
3	Toplam askıda katı madde (AKM)	(mg/L)	25					
4	Sıcaklık	(°C)	22	25	22	25	22	25
5	İletkenlik (20 °C'de)	(µS/cm)	1000		1000		1000	
6	Koku		3		10		20	
7	Nitrat	(mg/L)	25	50		50		50
8	Florür	(mg/L)	0,7-1	1,5	0,7-1,7		0,7-1,7	
9	Alüminyum	(mg/L)	0,3		0,3		1	
10	Çözünmüş demir	(mg/L)	0,1	0,3	1	2	1	
11	Mangan	(mg/L)	0,05		0,1		1	
12	Bakır	(mg/L)	0,02	0,05	0,05		1	
13	Çinko	(mg/L)	0,5	3	1	5	1	5
14	Bor	(mg/L)	1		1		1	
15	Kobalt	(mg/L)	0,01		0,02		0,2	
16	Nikel	(mg/L)	0,02		0,05		0,2	
17	Arsenik	(mg/L)	0,01	0,05		0,05	0,05	0,1
18	Kadmiyum	(mg/L)	0,001	0,005	0,001	0,005	0,001	0,005
19	Toplam krom	(mg/L)		0,05		0,05		0,05
20	Kurşun	(mg/L)		0,05		0,05		0,05
21	Selenyum	(mg/L)		0,01		0,01		0,01
22	Cıva	(mg/L)	0,0005	0,001	0,0005	0,001	0,0005	0,001
23	Baryum	(mg/L)		0,1		1		1
24	Siyanür	(mg/L)		0,05		0,05		0,05
25	Sülfat	(mg/L)	150	250	150	250	150	250
26	Klorür	(mg/L)	200		200		200	
27	Anyonik Yüzey Aktif Maddeler	(mg/L)	0,2		0,2		0,5	
28	Reaktif fosfor (Ortofosfat ve kolay hidroliz olabilen kondanse fosforlar)	(mg/L)	0,4		0,7		0,7	
29	Fenoller (C ₆ H ₅ OH)	(mg/L)		0,001	0,001	0,005	0,01	0,1
30	Hidrokarbonlar	(mg/L)		0,05		0,2	0,5	1
31	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	(mg/L)		0,0002		0,0002		0,001
32	Toplam pestisit	(mg/L)		0,001		0,0025		0,005
33	Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	(mg/L)	15		30		40	
34	Çözünmüş oksijen doygunluk oranı	(%)	>70		>50		>30	
35	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, BOİ ₅	(mg/L)	<3		<5		<7	
36	Toplam kjeldahl azotu	(mg/L)	1		2		3	
37	Amonyak azotu (NH ₃ -N)	(mg/L)	0,05		1	1,5	2	4
38	Toplam organik karbon (TOK)	(mg/L)	5		8		12	

K: Kılavuz değer, Z: Zorunlu değer.

1.2.2. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

30 Kasım 2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’nin” amacı yüzeysel sular ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fizikokimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, su kalitesinin ve miktarının izlenmesi, bu suların kullanım maksatlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasların belirlenmesidir [4].

Bu yönetmelik, açık deniz haricindeki bütün yüzeysel sular ile kıyı geçiş sularını kapsamaktadır [4].

Bu yönetmelikte kullanım maksatlarına göre kalite sınıfları belirlenir (Tablo 1.2).

Sınıf I - Yüksek kaliteli su;

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular,
- 2)Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
- 3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

Sınıf II - Az kirlenmiş su;

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yüzeysel sular,
- 2) Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Mer’i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

Sınıf III - Kirlenmiş su;

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

Sınıf IV - Çok kirlenmiş su;

Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yüzeysel sular [4].

Tablo 1.2. Kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri [4].

Su Kalite Parametreleri	Birim	Su Kalite Sınıfları			
		I	II	III	IV
Genel Şartlar					
Sıcaklık	(°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH		6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
İletkenlik	(µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
Renk		RES 436 nm: 1.5 RES 525 nm: 1.2 RES 620 nm: 0.8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2.4 RES 620 nm: 1.7	RES 436 nm: 4.3 RES 525 nm: 3.7 RES 620 nm: 2.5	RES 436 nm: 5 RES 525 nm: 4.2 RES 620 nm: 2.8
Oksijenlendirme Parametreleri					
Oksijen Doymunluğu	(%)	90	70-90	40-70	< 40
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	< 25	25-50	50-70	> 70
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	(mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20
Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri					
Amonyum Azotu	(mg/L)	< 0,2 ^b	0,2-1 ^b	1-2 ^b	> 2
Nitrit Azotu	(mg/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05
Nitrat Azotu	(mg/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
Toplam Kjeldahl-Azotu	(mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
Toplam Fosfor	(mg/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65
İz Elementler (Metaller)					
Cıva	(µg/L)	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2
Kadmiyum	(µg/L)	≤ 2	2-5	5-7	> 7
Kurşun	(µg/L)	≤ 10	10-20	20-50	> 50
Bakır	(µg/L)	≤ 20	20-50	50-200	> 200
Nikel	(µg/L)	≤ 20	20-50	50-200	> 200
Çinko	(µg/L)	≤ 200	200-500	500-2000	> 2000

1.3. Ölçümü Yapılan Parametreler

Bu çalışma süresince, İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik ile Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği kapsamındaki fizikokimyasal parametrelerin; Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), Renk, pH, Elektriksel İletkenlik (EC), Çözünmüş Oksijen Doygunluk Konsantrasyonu (DO), Askıda Katı Madde (AKM), Koku, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), Toplam Organik Karbon (TOK), Amonyak Azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$), Nitrat Azotu ($\text{NO}_3^- \text{-N}$), Nitrit Azotu ($\text{NO}_2^- \text{-N}$), Toplam Fosfor (TP), Florür (F), Sülfat (SO_4), Klorür (Cl), Siyanür (CN), Anyonik Yüzey Aktif Maddeler (AYAM), Fenoller, Hidrokarbonlar, Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH), Pestisitler, Civa (Hg), Bor (B), Alüminyum (Al), Krom (Cr), Mangan (Mn), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Kadmiyum (Cd), Baryum (Ba), Kurşun (Pb), Demir (Fe), Arsenik (As) ve Selenyum (Se) analizleri yapılmıştır. Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) ise analiz edilmeyip Toplam Azot (TN) analiz sonucundan ($\text{NO}_3^- \text{-N}$) ve ($\text{NO}_2^- \text{-N}$) toplamının çıkarılmasıyla “TN - ($\text{NO}_3^- \text{-N}$ + $\text{NO}_2^- \text{-N}$)” hesaplanmıştır.

1.3.1. Sıcaklık (T)

Su ortamında sıcaklığın gazların çözünürlüğünü etkilediği bilinmektedir. Serin sular ılık sulara göre genellikle daha lezzetlidir ve sıcaklık suyun tadını etkileyebilecek kimyasal kirleticiler ile diğer inorganik bileşenlerin miktarının kabul edilebilirliğini etkileyecektir. Yüksek su sıcaklığı mikroorganizmaların büyümesini artıracak ve belki de tat, koku, renk ve korozyon problemlerini yükseltecektir [8, 9].

1.3.2. pH

pH bir suyun veya tüm çözeltilerin asit veya baz olma özelliğinin şiddetini gösteren bir kısaltmadır. Doğal sularda pH değeri genellikle 4-9 arasında olup bu suların büyük bir kısmı karbonat ve bikarbonatlar nedeniyle hafifçe bazik karakterdedir [10].

pH bir çözeltildeki hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritmasıdır ve ölçümü sıvının asit veya baz olma özelliğini gösterir. Açılımı “Power of Hydrogen” yani hidrojenin gücüdür [11].

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

Saf suda hidronyum iyonu ve hidroksil iyonu konsantrasyonları birbirine eşittir.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ (25}^\circ\text{C)}$$

pH = 7.00 Nötr çözeltiler

pH < 7.00 Asidik çözeltiler

pH > 7.00 Bazik çözeltiler [10].

1.3.3. Renk

İçme suları görünür renk içermemelidir. Renk, içme sularında genellikle toprağın humus fraksiyonlarıyla ilişkili olan renkli organik maddelerin (özellikle hümik ve fulvik asitler) varlığına bağlıdır. Suda demir ve diğer ağır metallerin olması da kuvvetle muhtemel rengin varlığını etkiler. Ayrıca, su kaynaklarına endüstriyel deşarjlardan gelen bileşenlerin tehlikeli bir durum oluşturabileceğinin ilk göstergesi olabilir [9].

Rengin ölçü birimi genellikle Platin-Kobalt (Pt-Co) olarak kullanılır. Çoğu insan, içeceği bir bardak suyun renkli olduğunu 15 Pt-Co'dan yüksek renk içerirse anlayabilir. Genellikle 15 Pt-Co suyun tüketimi için uygundur ancak tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği zordur. Yüksek renk değeri dezenfeksiyon sonucu oluşan yan ürünlerinde bir göstergesi olabilir [9].

1.3.4. Elektriksel İletkenlik (EC)

Suyun elektriksel iletkenliği, elektrik akımına karşı olan davranışının bir ifadesidir. Bu ifade, çözünmüş katı konsantrasyonundan dönüşen iyon içeriğiyle ilgilidir. Çözünmüş katıların iyon halini almasının kesin bir oranı yoktur ancak yüzey sularında tahmini olarak elektriksel iletkenliğin üçte ikisi oranında kabul edilir. (Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) * 2/3 = Toplam Çözünmüş Katılar (mg/L)) [11].

1.3.5. Çözünmüş Oksijen Doygunluk Konsantrasyonu (DO)

Canlı organizmalar yaşamlarını sürdürebilmeleri için oksijene gereksinim duyarlar. Sularda mevcut organizmalar yaşama ve üreme için gereken enerjiyi oksijenden faydalanarak üretirler. Çözünmüş Oksijen (DO) su içinde çözünmüş halde bulunan oksijen derişimini ifade eder ve mg/L ile ifade edilir.

Yüzey sularında 1 atm basınçta hava oksijeninin çözünürlüğü 0 °C'da 14,6 mg/L ve 35 °C'da ise 7 mg/L'dir. Oksijen suda çok az çözünen bir gaz olduğundan çözünürlüğü verilen sıcaklıkta atmosfer basıncı ile doğrudan değişmektedir.

Çözünmüş Oksijen Doygunluk Konsantrasyonu da sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunun, kararlı haldeki basınç ve sıcaklıktaki suda maksimum çözünebilecek oksijen miktarına oranıdır [10].

1.3.6. Koku

Koku suyun tadıyla ilişkilidir ve içme ve kullanma sularındaki güçlü kokular insanlarda güçlü şekilde iğrenme ve istememeye neden olur. Çoğunluğu duyu organlarına etkisi olan uçucu organik bileşiklerin düşük konsantrasyonları buna neden olur. Bununla birlikte, genellikle kirli nehir sularındaki kokuya yüksek organik yükte kirlilik taşıyan deşarjlar sonrası oluşan anaerobik koşullarda sülfatın indirgenmesiyle oluşan hidrojen sülfür neden olur. Aynı şekilde, nehir yatağında çökelebilen organik katıların oluşturduğu çürüyebilen çamur sülfür kokusunun yükselmesine neden olur [11].

1.3.7. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Evsel ve endüstriyel atıksuların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biri de kimyasal oksijen ihtiyacıdır. Organik maddelerin redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanır. Oksidasyon ortamında karbonlu organik maddeler karbondioksit ve su; azotlu organik maddeler ise amonyak haline dönüşür. Elektron transferinin olmadığı reaksiyonlara giren maddelerin KOİ'sinden söz edilemez.

KOİ, su örneğinin asidik ortamda kuvvetli bir kimyasal oksitleyiciyle oksitlenebilen organik madde miktarının oksijen değeri cinsinden ifadesidir. KOİ, organik maddelerin türleri arasında ayırım yapmadığı için kolektif bir parametredir.

Ölçüm sonuçlarının teorik değerlere ne kadar yaklaşacağı, oksidasyonun hangi oranda tamamlandığına bağlıdır. Çok sayıda organik bileşik %90-100 oranında oksitlenebilmektedir. Bu gibi durumlarda KOİ, teorik oksijen ihtiyacının gerçekçi bir ifadesidir. Bu koşullar altında oksitlenmesi zor olan organik bileşikler içeren atıksularda ise KOİ, teorik oksijen ihtiyacının zayıf bir ölçütüdür. Bazı endüstriyel, atıksularda bu durumla karşılaşılabilir. Bu yüzden KOİ değerinin anlamı, incelenen suyun bileşimine bağlıdır. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar değerlendirilirken bu nokta göz önünde tutulmalıdır.

KOİ, su ve atıksuların karakterizasyonunda önemli ve çabuk sonuç veren bir parametredir. Bir suya ait KOİ değeri, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı'ndan (BOİ) farklı olarak biyolojik yollarla ayrışmayan bazı maddeleri de içerebilmektedir. Bu sebeple KOİ değeri her zaman BOİ'ye eşit veya büyüktür. KOİ, organik maddelerin oksidasyon basamağının bir göstergesi olduğu için, biyokimyasal reaksiyonlardaki bileşenler arasında elektron eşdeğeri açısından bir denge kurulmasını sağlamaktadır [10].

1.3.8. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Aerobik şartlar altında, ayrışabilen organik maddelerin stabilizasyonu sırasında bakteriler tarafından sarf edilen oksijen miktarı BOİ olarak tanımlanır. Organik maddelerin biyolojik olarak ayrışması, hava içeren suda zamana bağlı olarak iki kademe gerçekleşir. Birinci kademe karbonlu bileşikler, ikinci kademe azotlu bileşikler ayrışır. Birinci kademe hemen başlar ve 20 °C'deki suda yaklaşık 20. günde sonuçlanır. İkinci kademe 20 °C'deki suda 10. günden sonra başlar ve uzun süre devam eder.

Su hayatı için oksijen çok önemlidir. Çözünmüş oksijen miktarı yaklaşık 0,5-1,0 mg/L altına düştüğünde sulardaki tüm aerobik, yani hayvansal hayat durur ve ortamda fena kokulu sülfid, metan gibi gazlar oluşmaya başlar. Hem kullanılmış suların hem de yüzeysel suların organik madde içeriğinin tayini için en çok kullanılan parametre 5 günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacıdır. Bu kısaca BOİ₅ olarak gösterilir [10].

1.3.9. Toplam Organik Karbon (TOK)

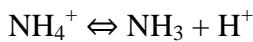
Son zamanlarda KOİ deneyi yerine çok daha hızlı, enstrümental Toplam Organik Karbon (TOK) deneyi geliştirilmiştir. Bu deneyde organikleri içeren sıvı içinde bakır tel bulunan 950 °C civarında ısıtılmış bir kolona şırınga vasıtasıyla basılır. Organikler kolonla yakılarak, karbondioksit ve suya dönüşür. Daha sonra hava akımı ile karbondioksit analizörüne gelen karbondioksit burada hissedilir. Böylelikle çözünmüş organik karbon miktarı kolaylıkla ölçülebilmektedir. Çözeltideki inorganik karbon ise ya daha önce ortam asit yapıp havalandırma yoluyla uzaklaştırılır veya orta ısıda ısıtılmış ikinci kolondan geçirilerek ölçülür. Bu değer toplam organik karbon değerinden çıkarılarak organik karbon miktarı bulunur [10].

1.3.10. Amonyak Azotu (NH₃-N)

Azot ve azotlu maddeler çevre kimyasında büyük öneme sahiptir. Hava ve su kirlenmesi olaylarının çoğunda azotlu maddeler ilk aranması gereken kirlilik unsurlarıdır. Azot bakteriler tarafından tüketilmek suretiyle veya kimyasal yollarla değişik oksidasyon kademelerinde bileşikler oluşturabilen bir maddedir. Nutrient adıyla belirlenen ve benzeri bazı elementlerin minimum miktarların üzerinde olması gerekir. Bu kural biyolojide Liebig'in minimumlar yasası olarak bilinir.

Yeni oluşmuş kirli sularda azot, genellikle proteinli maddelere ve üreye bağlı olarak bulunur. Bunların ayrışmasıyla azot hemen üreye döndürülür. Kullanılmış suyun tazelik derecesi amonyak miktarıyla ölçülür. Aerobik ortamda bakteri faaliyeti sonucu amonyak oksitlenerek nitrit ve nitrat haline gelir.

Sulu çözeltilerde, amonyak pH'a bağlı olarak aşağıdaki gibi amonyum ile denge halinde bulunur. pH < 7 ise, NH₄⁺ ortama hakimdir.



Amonyanın sulardaki varlığı metabolik, tarımsal, endüstriyel aktiviteler ile kloraminle dezenfeksiyon işlemlerinden kaynaklıdır. Yeraltı suları ile yüzey sularındaki oranı genellikle 0,2 mg/L seviyesinin altındadır. Anaerobik aktivitelerin olduğu zemin

sularında 3 mg/L üstünde olabilmektedir. Yoğun hayvansal yetiştiriciliğin olduğu bölgelerdeki yüzey sularında yüksek seviyelere ulaşabilmektedir.

Amonyanın içme sularında sağlığa birincil etkisi olmadığından sağlıklı ilgili bir oran getirilmemiştir. Ancak amonyak dezenfeksiyon verimini etkileyebilmekte, dağıtım şebekelerinde nitrit halinde bulunmakta, filtrelerle yapılan mangan giderimini etkilemekte ve tad ve koku problemlerine neden olmaktadır [9, 10].

1.3.11. Nitrat Azotu (NO₃⁻-N)

Sularda bulunma nedeni amonyanın oksitlenmesi ve tarımda kullanılan gübrelerdir. Doğal sularda bulunan nitratın küçük kısmı mineral kaynaklı büyük orandaki kısmı ise organik veya inorganik kaynaklıdır. Bakteriyel oksidasyon ve azotun bitkiler tarafından fiksasyonu nitrat oluşumunun kaynağıdır. Nitratın içme sularında yüksek oranda bulunması nitrit oluşumuna neden olacağından bebeklerde dolaylı olarak “mavi bebek sendromuna” (methemoglobinemiye) neden olabilmektedir.

Nitratların sağlık üzerine olumsuz etkileri nitrite dönüşüm göstermelerinden kaynaklanmaktadır. Ağız yoluyla alınan nitrat, tüm yaş gruplarında tükürkte, infantlarda ise buna ek olarak gastrointestinal sistemde nitrite dönüşüm göstermektedir. İnfantlarda sindirilen nitratın yaklaşık %10'u nitrite dönüşüm gösterirken diğer yaş gruplarında bunun yarısı yani sindirilen nitratın yaklaşık %5'i nitrite dönüşmektedir [9, 12].

1.3.12. Nitrit Azotu (NO₂⁻-N)

Nitrit doğada ve atık arıtma tesisleri deşarjlarında düşük konsantrasyonlarda bulunur. Bunun öncelikli nedeni, azotun indirgenmiş (NH₃) veya yükseltgenmiş (NO₃) formlarda bulunmaya eğilimli olmasıdır. Çünkü nitrit amonyanın nitrata yükseltgenmesinde ara üründür.

Kanda bulunan hemoglobin dokulara ihtiyaçları olan oksijeni taşıma görevi üstlenmektedir. Nitrit ise hemoglobin yapısında değişiklik meydana getirerek methemoglobine dönüşümüne neden olmakta, methemoglobin ise dokulara oksijen taşıyamamaktadır. Bu nedenle yüksek miktarlarda nitrat konsantrasyonları bebeklerde “mavi bebek sendromu” olarak da adlandırılabilen methemoglobinemiye yol açmaktadır.

Genellikle geçici olan bu kan hastalığı ciddi ve/veya tedavi edilmeyen vakalarda kalıcı beyin hasarına ve hatta ölüme yol açabilmektedir [9, 12].

1.3.13. Toplam Kjeldahl Azotu (TKN)

Kjeldahl azotu organik azot ile amonyak azotunun toplamıdır. Esasında Kjeldahl azotu, organik azotu ölçmenin bir yolu olarak kullanılmaktadır. Kjeldahl metodunda sudaki organik azot parçalanarak amonyağa dönüştürülür ve suda zaten bulunan amonyak ile birlikte ölçülerek Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) olarak anılır. Toplam Kjeldahl Azotu ile amonyak azotu tayininde elde edilen sonuçlar arasındaki fark organik azotu verir. Toplam Azot ile Toplam Kjeldahl Azotu genelde karıştırılır. Toplam Azot ayrıca nitrat ve nitriti de kapsar. Eğer bir suda nitrat ve nitrit yoksa o zaman Toplam Azot, Toplam Kjeldahl Azotu'na eşit olacaktır [13].

1.3.14. Toplam Fosfor (TP)

Fosfor elementinin eksiksiz tespitinin en zor kısmı olan toplam fosfor, bileşenlerine bakılmaksızın gerçekte sularda bulunur. Tüm fosfor türleri kimyasal reaksiyonların kullanıldığı analizlerle tespiti yapılan çözünebilir ortofosfata dönüştürülür.

Alg ve diğer organizmaların çoğalması bakımından fosfor da önemlidir. Evlerden gelen kullanılmış sular 4-15 mg/L fosfor içerebilirler. Doğal sular ve atıksularda fosfor genellikle fosfatlar halinde bulunur. Bunlar ortofosfatlar, kondanse fosfatlar (piro, meta ve diğer polifosfatlar) ve organik bağlı fosfatlardır. İçme suyu arıtımı sırasında küçük miktarlarda kondanse fosfatlar suya ilave edilir. Fosfat bileşikleri kazan sularının arıtımında yoğun bir şekilde kullanılır. Tarım alanlarında ortofosfatlar gübre olarak toprağa verilir. Yağmur drenajları ve sulamadan dönen sularda ortofosfat bileşikleri yüzey sularına taşınırlar. Organik fosfor bileşikleri ise biyolojik prosesler sonucu oluşur ve evsel atıksulara insan dışkıları ve gıda atıkları ile karışırlar. Biyolojik arıtma proseslerinde organik fosfatlar ve polifosfatlar ortofosfatlara dönüştürülür.

Yüzeysel sular bazı su mikroorganizmaların gelişmesi için ortam teşkil ederler. Serbest yüzebileen veya yüzdürülen organizmalar plankton olarak isimlendirilir. Planktonlar hayvanlardan (zooplankton) ve bitkilerden (fitoplankton) oluşurlar. Fitoplanktonlar esas

olarak alglerden oluşur. İnorganik fosfor değerleri, kritik mevsim olan yaz aylarında 0,005 mg/L veya 5 µg/L seviyesinde tutulabilirse, yüzeysel sularda ötrifikasyon olarak nitelendirilen kirlenme olayı meydana gelmez. Bir insanın bir günde atacağı fosfor miktarı tükettiği protein miktarına bağlı olarak 1,5 gram mertebelerindedir.

İçme ve kullanma sularında polifosfatlar korozyonu gidermek amacıyla suya eklenebilirler. Aynı zamanda bazı su yumuşatma işlemlerinde CaCO₃'ün ortamdaki çökeltme ile uzaklaştırılmasının kolaylaştırılması için fosfatlar eklenir. Fosfat bileşikler buhar kazanlarında büyük ölçüde kireç tabakası oluşumunu kontrol etmek için kullanılırlar [10, 11].

1.3.15. Florür (F⁻)

Yer kabuğunda yaygın olarak bulunan bir element olan flor, bir mineral olan florür halinde bulunur. Çoğu sularda eser olarak bulunmasına karşın yüksek bazende yer altı kaynaklarıyla ilişkili olan yüksek konsantrasyonlarına rastlanmaktadır. Hemen hemen tüm gıda maddeleri eser miktarda flor içermektedir. Tüm bitkiler topraktan veya sudan sağlanan florürü bünyesinde bulundurur. Özellikle çay yüksek konsantrasyonlarda flor içerebilir ve kuru çayda bu oran 100 mg/kg'a ulaşabilir.

Florür diş macunu, diş tozu, gargara ve ek vitaminler gibi bazı tüketim ürünlerine sık sık ilave edilmektedir. İçme sularında bulunması gereken florür miktarı 0,5-1,5 mg/L oranları arasındadır. Bu oran 0,5 mg/L'den aşağı seviyeye düşerse diş, kemik metabolizmasında önemli ölçüde bozukluklara yol açmaktadır. Aşırı florür alımlarında, diş minesinin yüzey düzgünlüğünün bozulduğu ve sarıdan kahverengiye varan noktacıkların ortaya çıktığı görülür.

Vücuttaki florürün yaklaşık %90'ı kemiklerde ve dişlerde bulunmaktadır. Florür, diş çürümesinin başlamasına neden olan asitlere karşı diş minesinin öz direncini artırır ve diş çürümelerini %40–50 kadar azaltır. Florür konsantrasyonu 2,4 mg/L'yi aştığında 4 yaşın altındaki çocuklar, florür derecesinin uygunluğunun bilindiği başka su kaynağından yada ters osmoz arıtma işleminden geçmiş bir sudan içmelidirler. Çeşitli numunelerle florür saptanmasında, potansiyometre (hassas florür elektrotları ile) veya spektrofotometre gibi farklı teknikler kullanılmaktadır [9, 14].

1.3.16. Sülfat (SO_4^{2-})

Sülfat sulara doğal yollardan karışan en önemli iyonlardan biridir. Bütün doğal sularda değişen miktarlarda sülfat bulunur. Bazı endüstriyel atık suların sülfat miktarı yüksektir ve doğal sulara karıştıklarında onların da sülfat miktarını artırır. Sülfat bileşikleri, çeşitli reaksiyonlar sonunda oluşturdukları tat, koku, toksitite ve korozyon gibi problemleriyle önemli kirletici durumundadırlar. Yüksek miktardaki sülfat laksatif özellik gösterdiğinden standartlarda belirtilen 250 mg/L değerinden fazla olmamalıdır [9, 15].

1.3.17. Klorür (Cl^-)

Klorür içme sularına doğal kaynaklar, kanalizasyon sistemleri, endüstriyel deşarjlar ve tuz içeren kentsel yüzey akışlardan karışmaktadır. İnsanların yiyeceklerinde kullandıkları tuz aldıkları klorürün esas nedenidir ve bu yolla aldıkları klorür miktarı içme suyundan aldıklarından oldukça fazladır.

Suyun alkalinitesine bağlı olarak yüksek klorür konsantrasyonları dağıtım şebekelerinde metallerin korozyonunda artışa neden olur. Buda şebekelerdeki metal konsantrasyonunda artışa neden olur.

250 mg/L değerinin üstündeki klorür konsantrasyonları fark edilebilir bir tad değişimine neden olur ve bu değer arttıkça suyun tadındaki değişimde belirginleşmeye başlar. Klorür suya tuzlu bir tad verir. Yüksek klorür konsantrasyonları içeren temiz sular tarımsal sulamaya da uygun değildir [9, 11].

1.3.18. Siyanür (CN^-)

Siyanür reaktif, aşırı dozda miktarı hızlıca insan ve balık ölümüne neden olacak kadar yüksek zehirlilik etkisine sahiptir. Özellikle metal kaplama endüstrisi ve elektronik parça üreten tesislerden kaynaklı deşarjlarda yaygın olarak bulunmaktadır.

Siyanürün akut zehirliliği yüksektir. Tiroid bezini ve özellikle sinir sistemini etkilemektedir [9, 11].

1.3.19. Anyonik Yüzey Aktif Maddeler (AYAM)

Deterjan terimi, çeşitli malzemelerin temizlenmesinde kullanılan kimyasal maddelerin genel adıdır. Deterjanlar yüzey aktif özelliklere sahip organik maddeler ile temizlik işlerinde yardımcı olan diğer maddelerden oluşur. Tüm yüzey aktif veya diğer bir ifadeyle yüzey gerilimli moleküller, yüksek molekül ağırlığında polar moleküllerdir.

1945 yılından beri sentetik deterjanlar, sabunun yerine temizlik amaçları ile kullanılmaktadırlar. En büyük avantajları, sert sular da bile fazla harcanmadan sonuç vermeleridir. Piyasada satılan deterjanların sadece %20-30'luk kısmı aktif madde ve %70-80'lik kısmı ise çeşitli katkı maddelerinden oluşmaktadır. Katkı maddeleri arasında; sodyum sülfat, sodyum tripolifosfat, sodyum pirofosfat, sodyum silikat v.b. gibi maddeler sayılabilir. Sentetik yüzey gerilimli maddeler üç ana gruba ayrılırlar: Anyonik, iyonik olmayan ve katyonik deterjanlar.

Genel olarak Yüzey Aktif Maddelerin çoğunluğu Anyonik Yüzey Aktif Madde tipinde olduğu için yönetmelik değerlerinde kısıtlanan parametre olarak Anyonik Yüzey Aktif Maddeler belirtilir [16].

1.3.20. Fenoller (C_6H_5OH)

Fenoller aromatik halkaya bir ya da daha fazla hidroksil grubunun bağlandığı aromatik bileşiklerdir. Otoyollardan veya endüstriyel deşarjlardan yüzey sularına karışırlar. Bazı fenolik bileşikler belirgin ölçüde koroziv ve zehirlidir fakat sudaki varlığı öncelikle hissedilebilir.

Kimyasal formülleri C_6H_5OH 'dır. Zayıf asidik özelliklere sahip alkol olmayan aromatik bileşiklerdir [11].

1.3.21. Hidrokarbonlar

Hidrokarbon başlığı petrol ürünleri, yağ, gres ve benzer maddeleri içermektedir. Sulara önlemsiz petrol deşarjlarından karışırlar. Oksijenin havada suya geçişini engellerler. Borularda tıkanmalara neden olurlar. Bitki ve hayvan yaşamlarının bozulmasına, tat, koku problemlerine ve birçok benzer probleme neden olurlar [11].

1.3.22. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)

Genel anlamda, organik bileşiklerin yanması sonucu oluşan ürünlerdeki karmaşık organik moleküllerdir. Yapay bileşikleri (duman), katran, taşıt egzozları ve hidrokarbonlu yakıtların yanması sonucu oluşan ürünlerde bulunmaktadır. Yüksek veya düşük oranda kanserojenik etkiye neden olabilecek potansiyelleri vardır [11].

PAH ifadesi birçok farklı bileşiği ifade etme de kullanılabilir olsa da altı çeşit özelleşmiş bileşik olarak tanımlanır. Bunlar; floranten, benzo (b) floranten, benzo (a) piren, benzo (ghi) perilen, benzo (k) floranten ve indeno (1,2,3) piren olarak ifade edilir [11].

1.3.23. Pestisitler

Bitki ve hayvanlara zarar veren canlı organizmalara karşı kullanılan kimyasal ilaçların tümüne pestisit adı verilmektedir. Pestisitler, kendi aralarında; böcek öldürücüler (insektisitler), yabancı otlara karşı kullanılanlar (herbisitler), fungus öldürücüler (fungusitler), akar öldürücüler (akarisitler), bakteri öldürücüler (bakterisitler), v.b. gibi birbirlerinden oldukça farklı kimyasal yapı ve özelliklere sahip yüzlerce bileşiklerden oluşurlar [17].

Pestisitler yapay bileşiklerdir. Sulara karışma yolları tarım alanlarından oluşan deşarjlar, sıvı akışları veya yüzeysel akışlardır. Bileşikleri akut ve kronik zehirlilik etkisine sahiptir. Fauna üzerinde ciddi ölüm veya üreme ve genetik problemlerine neden olurlar. Bu nedenle herhangi bir türü sularda kesinlikle istenmez. Nehir sularında çok düşük konsantrasyonda da bulunsalar balıklar veya diğer canlı türlerinde biyolojik birikime neden olurlar [11].

1.3.24. Civa (Hg)

Bazı boyalarda, döşeme ve mobilya cilalarında, mantarlara karşı kullanılan ilaçlarda civa bulunabilir. Plastik, kağıt, kumaş ve fotoğraf filmi yapımında yardımcı madde olarak kullanılır. Eğer buharlaşmaz ve nefesle ciğerlere çekilmez ise element olarak zehirli değildir [10].

Civa endüstriyel atıklarla veya hava yoluyla suya girer, nehir ve okyanus yollarıyla dağılır. Sudaki bakteriler kimyasal değişikliklere yol açar ve civa metil formuna dönüşebilir. Özellikle küçük balıklarla beslenen daha uzun yaşayan balıklarda birikime neden olabilir. Metil civa gibi dokularda biriken civa oldukça zehirlidir. Örneğin Japonya’da civa içeren endüstriyel deşarjların karıştığı bölgelerden sağlanan balık veya deniz kabuklularının tüketilmesinden dolayı ölüm veya kalıcı hasara neden olmuş birkaç olay olmuştur [9, 11].

1.3.25. Bor (B)

Doğal sularda bulunabilen eser (iz) elementlerden biridir. Temizlik maddelerinde ve benzer ürünlerden sulara karışabilir. Yüksek konsantrasyonları sinir sistemi problemlerine neden olmasına rağmen içme sularında bir problem olarak kabul edilmez. Sulama sularında 1-2 mg/L ‘den fazla bulunması ürünler için tehlikelidir. Deniz suyunda 5 mg/L civarında bulunur [11].

1.3.26. Alüminyum (Al)

Yer kabuğunda en fazla bulunan elementtir. Alüminyum tuzları içmesuyu arıtma tesislerinde koagülant olarak kullanılır ve bu içme suyunda bulunan alüminyumun en önemli kaynağıdır. Nörolojik problemlere neden olan alüminyumun Alzheimer hastalığına neden olduğundan bahsedilmektedir [9, 11].

Bir alüminyum bileşiği olan “alum” su arıtma tesislerinde ham sudaki renk ve filtre edilemeyen maddelerin uzaklaştırılması için yaygın olarak kullanılmaktadır [11].

1.3.27. Krom (Cr)

Sularda doğal olarak bulunmasının tek nedeni krom cevherleridir. Yüzey sularına elektro-kaplama, deri sanayindeki tabaklama işlemleri, boya ve boyama tesisleri atıksularıyla karışmaktadır [11].

Krom zehirli çok zehirli ve sularda Cr^{+3} ve Cr^{+6} şeklinde çeşitli formlarda bulunur. Cr^{+6} çok daha zehirli olmasına rağmen analizlemede ikisinin ayrılmasının zor olmasından yönetmeliklerde krom konsantrasyonları dikkate alınır [11].

Krom katalizör üretimi ve kullanımı, krom oksit, kaplama ve krom tuzları sanayisinde kullanılır. İçme sularında belirlenen sınırları aşması durumunda, deri hastalıkları ve karaciğer bozukluklarına neden olur [10].

1.3.28. Mangan (Mn)

Kaya ve cevherlerde yaygın olarak bulunmaktadır. Demirle beraber toprakta yaygın olarak bulunmakta ve çoğu yeraltı suyunda da bulunmaktadır. Demir için geçerli olan genel ifadeler mangan için de geçerli olmakta fakat ikisinin beraber olması çok daha zararlı olabilir.. Bu nedenle oldukça düşük sınırlar getirilmektedir. Manganın diğer bir etkisi de, limitlerin çok üstünde olması suda istenmeyen tatlara neden olur [11].

1.3.29. Kobalt (Co)

Kobalt cevherlerde bulunmaktadır. Suda bulunmasının esas nedeni önlemsiz deşarjlardır. Suda düşük konsantrasyonlarda bulunması önemini azaltmaktadır. Bu metal ve bileşikleri katılar ve güçlü bileşikleri kadar tehlikelidir [11].

Kobalt insanlar için gerekli bir metaldir. Öyle ki B12 vitamini metal içeren tek vitamindir. Suda çözünebilir bir vitamin olan B12, aynı zamanda kobalamin olarak ta adlandırılır. Beyin ile sinir sisteminin normal çalışma düzeninin sağlanmasında ve kan oluşumunda anahtar rol oynar [18].

1.3.30. Nikel (Ni)

Nikel-krom kaplama endüstrisinden kaynaklanan atıksu deşarjları nikel konsantrasyonunu yükseltebilir. Paslanmaz çelikten yapılmış boru ve bağlantı sistemleri de düşük konsantrasyonlarda nikel neden olabilir [9].

İçme sularında izin verilebilir konsantrasyonu çok düşüktür. İnsanlarda kanserojen etki gösterebilir. Sucul yaşam üzerinde ve de bitkiler üzerinde çok çeşitli zararlı etkileri vardır. Balıklar için çok zararlıdır [11].

1.3.31. Bakır (Cu)

Çok değişik alanlarda kullanılan bir metaldir. Yüzeysel sularda 1,0 mg/L' nin altında bile su bitkilerine zehirli etki yapabilir. Bağcılıkta pestisit olarak ve zaman zaman algerin yok edilmesi için bakır tuzları kullanılabilir [10].

Endüstriyel deşarjlar ve bakır cevheri olan alanlardan yüzey sularına karışabilir. Özellikle insanlarda toksik özellik göstermemekte, tıbbi müdahalelerde kanamayı durdurucu etkisi nedeniyle 20 mg/L' ye kadar ulaşan dozları kullanılmaktadır. Fakat içme suyunda 1 mg/L konsantrasyonlarda bulunması keskin (büzücü) tat oluşturmaktadır [10].

Yüksek konsantrasyonlarda bakır bulunması depolama tanklarında galvaniz korozyona neden olmaktadır [11].

1.3.32. Çinko (Zn)

Doğada jeolojik olarak bulunması ve önlemsiz endüstriyel deşarjlardan kaynaklanır. İçeriğinde çinko olan dumanın solunması çeşitli psikolojik etkiler göstermekte fakat sularda yüksek konsantrasyonlarda bulunmasının en önemli etkisi kusturucu etki göstermesidir [11].

Sudaki çözünürlüğü pH'ya ve toplam inorganik karbon konsantrasyonuna bağlıdır. Karbonat türevlerinin ve pH'ın yükselmesiyle bazik çinko karbonatın sudaki çözünürlüğü düşmektedir. Düşük alkaliniteye sahip sular için pH'nın 8,5 civarlarına yükseltilmesi çinkonun çözünürlüğünün kontrolünde faydalıdır [9].

İnsanlar için gerekli bir element olsa da yüksek miktarları kusturucu etki gösterir. Halbuki içme suyu dağıtım şebekelerindeki varlığı zehirli olmasıyla değil tadıyla belli olur ve yüksek konsantrasyonlarına izin verilebilir. Sucul yaşam üzerindeki zararlı etkisi suyun sertliğine bağlıdır. Çünkü suyun sertliğini düşürür [11].

1.3.33. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum ve çinko maden cevherlerinde beraber bulunur. Sulardaki esas varlığı elektolit kaplama, plastik üretimi, boyama gibi endüstrilerin deşarjlarından ve çöp depolama alanlarından kaynaklanmaktadır. Sucul hayat için oldukça zararlı etkileri vardır. Çamur, humus ve organik maddeler tarafından güçlü bir şekilde adsorbe edilmektedir. Balık, balık ürünlerinden gıda zincirine geçmekte ve dokularda birikme özelliği göstermektedir. Kansere, hipertansiyona, kronik eklem hastalıklarına ve kemik hasarına neden olmaktadır [11].

Kadmiyum zehirlenmesinden ileri gelen hastalıkta eklemlerde çok fazla ıstırap verici ağrılara neden olmakta ve kalsiyum kaybına sebep olarak kemikleri yavaş yavaş zayıflatmaktadır. Ayakta durmak hatta öksürmek bile kemik kırılmalarına neden olmakta ve hastanın bütün iskeleti ufalanarak sonuçta ölmektedir. Kadmiyum standartlarında belirtilen miktarlar aşılırsa yüksek tansiyon ve börek hastalıkları gelişebilmektedir [10].

1.3.34. Baryum (Ba)

Sulardaki iz elementlerden olan Baryum, volkanik taşlar ile tortulu kayaçlarda bulunmakta ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Sularda bulunmasının öncelikle nedeni doğal kaynaklardır. Gıdalar ile alınma ihtimali öncelikli nedendir [9].

Baryum tuzları genellikle boya ve kağıt sanayinde kullanılmaktadır. Sularda yüksek oranda bulunması insanlarda böbrek ve dolaşım bozukluklarına neden olur [10].

1.3.35. Kurşun (Pb)

Kaynakları metal cevherleri, önlemsiz endüstriye deşarjlar ve su borularından olan girişimlerdir. En yağın tespit edilen ağır metallerden biridir. Vücut dokularında birikme özelliği gösterdiğinden içme suları ile ham sularda katı sınırlar getirilmiştir [11].

Boru, boya, akü vb. sanayi dallarında kullanılmaktadır. Kurşun bilinen en eski zehirlerden birisidir. Kısırlık, ölü doğum, beyin ve böbrek rahatsızlıklarına yol açar. Atmosfer orjinli kurşun kirlenmesinin %98'den fazlası kurşunlu benzin yakılmasından ileri gelir. Her araba çevreye yılda 1-2 kg kurşun salınımı yapar. Özellikle karayolu

yakınlarında bulunan tarlalardaki ürünlere geçerek ve bezin zinciri yoluyla insan bünyesine birikir [10].

Kurşun zehirlenmesi iştah kaybı ve ağrılı karın kramplarıyla başlar. Son evrelerinde merkezi sinir sisteminde kısırlık, felç, titreme ve ölüm gibi rahatsızlıklara neden olur [10].

1.3.36. Demir (Fe)

Demir yer kabuğunda en fazla bulunan elementtir. Doğal kaynak sularında 0,5 ila 50 mg/L konsantrasyonlarında bulunabilmektedir. Ayrıca, çelik ve dökme demir boruların korozyonu, arıtma tesislerinde koagülant olarak kullanılan demir tuzlarını içme sularında bulunmasına neden olabilir [9].

İnsanların dengeli beslenmesi için gerekli bir elementtir. İnsanların günlük ihtiyaç duyacağı demir miktarı yaş, cinsiyet, fizyolojik aktivite ve metabolizmanın demirden ne kadar faydalandığına göre değişim göstermektedir. Ortalama günlük ihtiyaç aralığı 10 ila 50 mg'dır [9].

Normal durumlarda, insanlar için zararlı olabilecek demir konsantrasyonu sularda tanımlanmamıştır. Ancak demirin sularda yüksek konsantrasyonlarda varlığının birincil problemi estetikdir. Sularda çözünebilen +2 değerlikli demir iyonları (Fe^{++}) havadaki oksijenle birleşince suda çözünemeyen +3 değerlikli (Fe^{+++}) iyonlarına dönüşmekte, buda renk ve bulanıklık problemine neden olmaktadır. Yüksek konsantrasyonda demir bulunan sularla yıkanan çamaşırlar lekeli olur, pişirilen sebzeler ise rengini kaybeder. Ayrıca tad problemlerine neden olabilir [11].

1.3.37. Arsenik (As)

Doğal sularda yaygın olarak bulunabilen bir elementtir. Doğal seviyesi 5 μ g/L 'dir. Arseniğin zehirliliği diğer elementlerden biraz farklıdır. Arseniğe uyum sağlamamış bireylerde 100 mg gibi küçük bir dozun ciddi sorunlar yaratabilmesine karşın arseniğe alışkanlık kazanmış bireylerde olumsuz bir etki gözlenmemiştir. "Arsenin yiyici" olarak tanımlanan bu gibi kişilerin alabildiği günlük dozlar diğer insanlar için öldürücü doz "lethal dose" olabilmektedir [10].

Arsenik maden ve metalürji sanayinden kaynaklanır. Zaman zaman kullanılan arsenikli tarım ilaçları ile kimya sanayi artıkları ile çevreye verilir. Arsenik ayrıca fosil yakıtların yakılması ile de çevreye karışır. Arseniğin bazı şekillerinin kanser yaptığı bilindiğinden deşarj ve alıcı ortam standartlarında parametre olarak yer almaktadır [10].

1.3.38. Selenyum (Se)

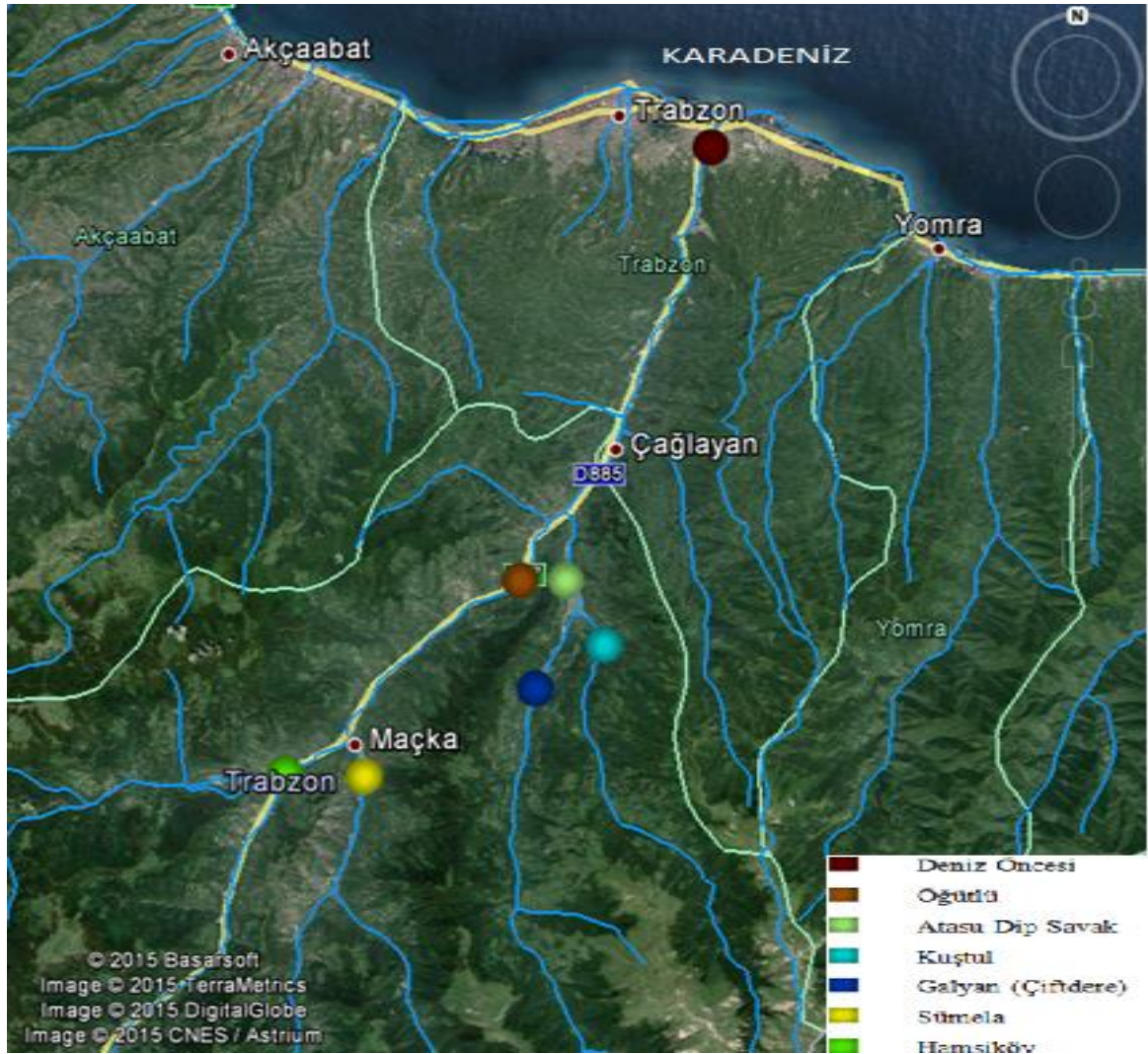
Toprakta eser miktarda bulunabilen bir elementtir. Bazı tahıllarda, çayır ve mera bitkilerinde birikim yapabilir ve bunları yiyen hayvanlarda doğrudan ve hayvanlardan da insanlara besin zinciri yoluyla dolaylı olarak gelebilir. Canlılar zararlı etkiler yapabilir. Hayvanlarda kemik gelişimini etkiler ve “alkali hastalığına” neden olur [10].

Yerel olarak bölgedeki hayvan, sebze ve meyveler yoluyla yöre halkında ciddi rahatsızlıklara sebep olabilir. Selenyum bazı araştırmalarda kanser yapıcı, bazı araştırmalarda ise kanser önleyici olarak bilinmektedir. Türkiyedeki kömür rezervlerinin bir kısmının yüksek selenyum içerdiği, bununda baca gazı yoluyla çevreye selenyum bileşikleri olarak saçılmasına neden olduğu bilinmektedir [10].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1.1. Gözlem İstasyonları

Değirmendere Havzası'nın Trabzon İli'ne içme suyu sağlanan kesimlerini temsil edici olması açısından 7 adet numune alım istasyonu belirlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 2.1. İstasyonların uydu görüntüsü (Google Earth, 2015)

Bu istasyonlar; Atasu Barajı membasındaki Kuştu Deresi üzerindeki $40^{\circ}50'25.28''K$ $39^{\circ}42'44.81''D$ koordinatlarındaki Kuştu istasyonu, Galyan Deresi üzerindeki

40°49'40.13''K 39°41'05.05''D koordinatlarındaki Galyan-Çiftdere istasyonu, Atasu Barajı dip savak çıkışındaki 40°51'37.26''K 39°41'49.97''D Atasu Dip Savak istasyonu, Değirmendere'nin Karadeniz'e dökülmeden önceki kısmındaki 40°59'32.03''K 39°45'17.37''D koordinatlarındaki Deniz Öncesi istasyonu, Değirmendere ana kolu üzerindeki, Trabzon İçmesuyu ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (TİSKİ) içme suyu arıtma tesislerine su alım noktası ve Değirmendere'nin Galyan akarsuyu ile birleşiminin membasında kalan 40°51'37.10''K 39°40'45.36''D koordinatlarındaki Öğütlü istasyonu, Sümela (Altındere) akarsuyu üzerindeki 40°48'02.21''K 39°37'04.69''D koordinatlarındaki Sümela istasyonu ile Zigana akarsuyu üzerindeki 40°48'05.35''K 39°35'12.00''D koordinatlarındaki Hamsiköy istasyonudur.

2.2. Numunelerin Alınması

Su numunelerinin alındığı bölgeyi temsil edici olması için uygun yöntem ve özenle alınması gereklidir. Numunelerin alındığı noktadaki su kalitesini ve bu kalitenin mevsimsel değişimini karakterize edecek şekilde ve sayıda alınmasına özen gösterilmiştir. Numunelerin alındığı bölgeyi temsil etmesi ve birbirleri arasında farkların oluşmaması için her bir numune alım noktasına ait farklı zamanlı numuneler aynı noktadan ve aynı yöntemle alınmıştır.

Numuneler su seviyesine bağlı olarak yüzeyin 25 ila 50 cm altına 1 litrelik plastik kaplar daldırılarak alınmış ve uygun numune kaplarına aktarılmıştır. Suyun yüzey tabakasından numune alınmamıştır. Numune alınan kaplar, numune alınacak noktadaki su ile en az 3 kez çalkalanmıştır. Yerinde ölçümü yapılan parametrelerin analizi arazide yapılmış, laboratuvarında analizi yapılacak parametreler ise her bir parametreye uygun numune kaplarına konularak mümkün olan en kısa sürede laboratuvara ulaştırılmıştır

PAH, Pestisit ve Hidrokarbon analizleri için, her bir noktadan 1 litrelik steril kahverengi cam şişeler ile iki numune alınmıştır. Laboratuvara ulaştırılan numunelerden deneyi yapılacak parametreler için uygun miktarda numuneler ayrılmıştır. Çalışma programına göre daha sonra deneyleri yapılacak parametreler için gerekli koruma önlemleri uygulanarak uygun saklama kaplarında numuneler ayrılmıştır. Numunelerin taşınması, saklanması, korunması ve analiz yöntemleri Tablo 2.1'de verilmektedir [19, 20, 21].

Tablo 2.1. Numune taşınması, saklanması, korunması ve analiz yöntemi

YAPILACAK ANALİZ	NUMUNE KABI	NUMUNE HACMİ (mL)	KORUMA VE SAKLAMA KOŞULLARI	ANALİZDEN ÖNCE AZAMİ SAKLAMA SÜRESİ (gün)	ANALİZ METODU	REFERANSLAR
Sıcaklık	-----	-----	-----	Yerinde Analiz	Enstrümental	Standart Methods 21th Edition 2005/2550
pH	-----	-----	-----	Yerinde Analiz	Enstrümental	TS EN ISO 10523:2012
EC	-----	-----	-----	Yerinde Analiz	Enstrümental	TS 9748 EN 27888
DO	-----	-----	-----	Yerinde Analiz	Enstrümental	TS EN ISO 5814
Renk	P veya C	300	Işıksız Ortam	5	Göreceli Karşılaştırma	TS 6392 EN ISO 7887
Koku	-----	-----	-----	Yerinde Analiz	Göreceli Hissetme	Standart Methods 21th Edition 2005/2150
KOİ	P veya C	50	H ₂ SO ₄ ile pH 1-2 asitlendirme	120	Spektrofotometre	Küvet Test
BOİ ₅	P veya C	300	Işıksız Ortam	1	Enstrümental (Çözülmüş Oksijen Farkından)	Standart Methods 21th Edition 2005/5210B

Tablo 2.1'in devamı

YAPILACAK ANALİZ	NUMUNE KABI	NUMUNE HACMİ (mL)	KORUMA VE SAKLAMA KOŞULLARI	ANALİZDEN ÖNCE AZAMİ SAKLAMA SÜRESİ (gün)	ANALİZ METODU	REFERANSLAR
TOK	P veya C	50	H ₂ SO ₄ ile pH 1-2 asitlendirme	7	Enstrümental	TS 8195 EN 1484
NH ₃ -N	P veya C	50	Filtrasyon sonrası H ₂ SO ₄ ile pH 1-2 asitlendirme	21	İyon Kromatografi	TS EN ISO 14911
NO ₃ ⁻ -N	P veya C	50	HCl ile pH 1-2 asitlendirme	7	İyon Kromatografi	TS EN ISO 10304-1
NO ₂ ⁻ -N	P veya C	50	En kısa sürede analiz	-----	İyon Kromatografi	TS EN ISO 10304-1
TP	P veya C	50	H ₂ SO ₄ veya HNO ₃ ile pH 1-2 asitlendirme	30	Spektrofotometre	Küvet Test
F ⁻	P	50	-----	30	İyon Kromatografi	TS EN ISO 10304-1
SO ₄ ²⁻	P veya C	50	-----	30	İyon Kromatografi	TS EN ISO 10304-1
Cl ⁻	P veya C	50	-----	30	İyon Kromatografi	TS EN ISO 10304-1
CN ⁻	P veya C	50	NaOH ile pH>12 ve ışıksız ortam	3	Spektrofotometre	Küvet Test

Tablo 2.1'in devamı

YAPILACAK ANALİZ	NUMUNE KABI	NUMUNE HACMİ (mL)	KORUMA VE SAKLAMA KOŞULLARI	ANALİZDEN ÖNCE AZAMİ SAKLAMA SÜRESİ (gün)	ANALİZ METODU	REFERANSLAR
Deterjan (YAM)	C	50	En kısa sürede analiz	-----	Spektrofotometre	Küvet Test
Fenoller	Koyu Renkli C	300	pH < 2	7	Spektrofotometre	Küvet Test
Hidrokarbonlar	Koyu Renkli C	1000	HCl, HNO ₃ veya H ₂ SO ₄ ile pH 1-2	4	GC-MS	TSE EN ISO 9377-2
PAH	Koyu Renkli C	1000	-----	4	HPLC	EPA 550.1
Pestisitler	Koyu Renkli C	1000	HCl, HNO ₃ veya H ₂ SO ₄ ile pH 1-2	14	GC-MS ve LC-MS-MS	In-House
Hg	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
B	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Al	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8

Tablo 2.1'in devamı

YAPILACAK ANALİZ	NUMUNE KABI	NUMUNE HACMİ (mL)	KORUMA VE SAKLAMA KOŞULLARI	ANALİZDEN ÖNCE AZAMİ SAKLAMA SÜRESİ (gün)	ANALİZ METODU	REFERANSLAR
Cr	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Mn	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Co	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Ni	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Cu	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Zn	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Cd	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Ba	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8

Tablo 2.1'in devamı

YAPILACAK ANALİZ	NUMUNE KABI	NUMUNE HACMİ (mL)	KORUMA VE SAKLAMA KOŞULLARI	ANALİZDEN ÖNCE AZAMİ SAKLAMA SÜRESİ (gün)	ANALİZ METODU	REFERANSLAR
Pb	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Fe	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
As	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
Se	P	50	%2 oranında HNO ₃ ilavesi	180	ICP-MS	EPA 200.8
<p>Kısaltmalar: P: Plastik, C: Cam GC: Gaz Kromatografisi MS: Kütle Spektrometrisi HPLC: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi LC-MS: Sıvı Kromatografisi Kütle Spektrometrisi ICP-MS: Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi In-House: Laboratuvar içi çalışma</p>						

2014 yılında gerçekleştirilen bu çalışma için, Trabzon İli'ne içme suyu sağlayan Atasu Barajı'nı besleyen dereler üzerindeki Kuştul ve Galyan-Çiftdere ile Atasu Barajı çıkışı Atasu Dip Savak istasyonlarıyla, özel durumlarda Atasu Barajı'na alternatif olacak Değirmendere üzerindeki Hamsiköy, Sümela, Öğütlü ve Deniz Öncesi istasyonlarından numuneler alınmış, Sıcaklık, pH, Elektriksel İletkenlik ve Çözünmüş Oksijen ölçümleri arazide yerinde yapılmıştır. Diğer parametrelerin analizleri ise Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'nde yapılmıştır. Numune alım dönemleri mevsimsel olacak şekilde planlanmış, Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında olmak üzere yıl boyunca 4 kez numune alınmıştır.

2.3. Deneysel Çalışmalar

2.3.1. Sıcaklık

Sıcaklık ölçümleri numune alım noktasında WTW Multi 340i marka pH, DO ve EC metre ölçüm cihazıyla yapılmıştır. Örnekleme çalışması yapılacağı noktada 3 kez ölçüm yapılarak ortalamaları alınmış ve kaydedilmiştir [22].

2.3.2. pH

pH ölçümleri numune alım noktasında WTW Multi 340i marka pH, DO ve EC metre ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Numune alınmadan önce cihaz açılarak ısınması sağlanmış, 7 ile 10 tampon çözeltileri kullanılarak cihaz kalibre edilmiştir.

pH elektrodu numuneye daldırılmadan önce her defasında saf su ile yıkanmış ve yumuşak bir kağıt mendil ile kurulanmıştır. Elektrodun ölçümde kullanılan kısmı numuneye ve tampon çözeltilere tamamen daldırılmıştır. Her numunede 3 kez pH tayini yapılmış ve ortalamaları alınarak kaydedilmiştir [23].

Ölçümler sonrası elektrot saf su ile yıkanmış, yumuşak bir kağıt mendil ile kurularak 3 mol/L'lik KCL çözeltisiyle muhafaza edilmiştir. Ölçümlerde kullanılan WTW Multi 340i marka pH, DO ve EC Metre Şekil 2.1.'de gösterilmektedir.

2.3.3. EC

EC ölçümleri numune alım noktasında WTW Multi 340i marka pH, DO ve EC metre ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Numune alınmadan önce cihaz açılarak ısınması sağlanmıştır. Cihaz arazide kalibre edilmemiş, laboratuvar en az 15 günde bir 0,01mol/L 'lik KCl çözeltisi kullanılarak kalibre edilmiştir.

EC elektrodu numuneye daldırılmadan önce her defasında saf su ile yıkanmış ve yumuşak bir kağıt mendil ile kurulanmıştır. Elektrodun ölçümde kullanılan kısmı numuneye daldırılmıştır. Her numunede 3 kez EC tayini yapılmış ve ortalamaları alınarak kaydedilmiştir. Ölçümlerde kullanılan WTW Multi 340i marka pH, DO ve EC Metre Şekil 2.1.'de gösterilmektedir [24].

2.3.4. DO

DO ölçümleri numune alım noktasında WTW Multi 340i marka pH, DO ve EC Metre ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Numune alınmadan önce cihaz açılarak ısınması sağlanmıştır. Her DO analizi öncesi cihaz hava ile kalibre edilmiştir.

DO elektrodu numuneye daldırılmadan önce her defasında saf su ile yıkanmış ve yumuşak bir kağıt mendil ile kurulanmıştır. Elektrodun ölçümde kullanılan kısmı numuneye tamamen daldırılmıştır. Her numunede 3 kez DO tayini yapılmış ve ortalamaları alınarak kaydedilmiştir [25].

Ölçümler sonrası elektrot saf su ile yıkanmış ve yumuşak bir kâğıt mendil ile kurularak kapağı takılmıştır. Ölçümlerde kullanılan WTW Multi 340i marka pH, DO ve EC Metre Şekil 2.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. WTW Multi 340i marka pH, DO, EC Metre

2.3.5. Renk

Renk tayinleri laboratuvar ortamında TS 6392 EN ISO 7887 standardının ön gördüğü şekilde Lovibond Nessleriser 2250 marka renk komparatörü kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 2.3. Lovibond Nessleriser 2250 marka renk komparatörü

Öncelikle suyun gerçek rengini ortaya çıkarmak için, numune 0,45 µm selülöz membran süzgeçten süzölmüştür. Karşılaştırma için komparatörün kılavuz haznesine şahit numune (saf su) diğler haznesine süzölen numune konmuştur. Komparatörün kapağı kapatılarak suyun rengine uygun düşecek renk aralığını içeren okuma diski disk yuvasına yerleştirilmiştir. Okuma işlemi için şahit numunenin rengine en uygun renk diskten çakıştırılmıştır. Disk üzerindeki renk hangi değere karşılık geliyor ise o değler kaydedilmiştir [26].

2.3.6. Koku

Koku analizleri numune alım noktasında yapılmıştır. Su numunesi alındıktan sonra koklanarak herhangi bir kokunun olup olmadığına bakılmıştır. Göreceli yapılan bu analizler sonrası kokusuz numuneler için sonuç uygun olarak kaydedilmiştir [27].

2.3.7. KOİ

KOİ analizleri laboratuvar ortamında Şekil 2.3.'de gösterilen Hach Lange LCK 414 marka küvet testler kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 2.4. KOİ analizleri için kullanılan küvet testler

Oda sıcaklığına gelen numuneden 2 mL alınarak küvet test talimatında belirtildiği şekilde analiz gerçekleştirilmiştir. Küvete eklenen numune elle çalkalanmış, 148 °C’de 2 saat boyunca termostatta tutulmuştur. Termostattan alınan numune oda sıcaklığına getirilmiş ardından spektrofotometrede ölçüm alınarak analiz sonlandırılmıştır. Termostat ve spektrofotometre Şekil 2.4’de gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Termostat ve spektrofotometre

Bu yöntemle ölçülebilen en düşük KOİ değeri 5 mg/L’dir.

2.3.8. BOİ₅

BOİ analizleri laboratuvar ortamında WTW OxiTOP marka ölçüm setleri kullanılarak yapılmıştır. BOİ analizi yapılacak numuneler ilgili standart kapsamında hazırlanarak ölçüm seti şişesine doldurulur. Ölçüm seti analize başlatılıp 20 °C’de inkübasyona yerleştirilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.6. BOİ₅ analizlerinde ölçüm seti ve inkübatör

BOİ₅ analizleri 5 günlük analiz sonucuna göre değerlendirildiği için inkübasyonun 5. günü sonunda analiz tamamlanarak sonuçlar kaydedilir [28].

2.3.9. TOK

TOK analizleri laboratuvar ortamında Teledyne Tekmar US12317002P marka analitik ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.6.). Bu cihaz karbonun ölçümünü yapabilmek için UV oksidasyon reaktörü ve basınçlandırılmış dispersif olmayan kızıl ötesi detektör kullanmaktadır. Cihaz ile ölçülebilen minimum TOK konsantrasyonu 0,2 µg/L 'dir.



Şekil 2.7. TOK analizlerinde analitik ölçüm cihazı

TOK analizleri öncesi cihaz analize hazır hale getirilir. Öncelikle cihazın analiz için kullandığı çözeltiler hazırlanır, ilgili şişelerine konur ve cihazla hortum bağlantıları yapılır. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan yüksek saflıktaki azot gazının olduğu tüpün cihazla bağlantıları kontrol edilir ve tüp açılır. Numune şişesi hızlıca çalkalanır ve beklemeksizin alınan numune herhangi süzme işlemine tabi tutulmadan analiz şişesine doldurulur ve cihaza verilir.

Yapılan TOK analizlerinin doğruluğundan emin olmak için numuneler sonrası cihazda içeriği bilinen “Sertifikalı Referans Numune” analiz edilir. Analiz sonucu sertifikada verilen aralıkta ise yapılan analizler doğru kabul edilerek sonuçlar kaydedilir [29].

2.3.10. $\text{NH}_3\text{-N}$

$\text{NH}_3\text{-N}$ analizleri laboratuvar ortamında Metrohm 882 Compact IC Plus marka iyon (katyon) kromatografi cihazı kullanılarak yapılmıştır. Kromatografi, bir karışımdaki iki ya da daha fazla bileşenin, kendilerini iki faz arasında dağıtarak fiziksel olarak ayrılmasını yöntemine verilen genel bir addır. Kromatografide amaç, anlamlı bir süre içinde iyi bir ayırma yapmaktır. Bu ayırma kimyasal yapıları birbirine benzeyen maddelerin birbiri ile etkileşimi esasına dayanır. Kromatografide ayırma olayı kolon içinde gerçekleşir. Ayırma işlemi, analizi yapılacak madde ile dolgu maddesinin arasındaki etkileşme sonucu gerçekleşir [30].

Yöntemin esası, bileşenlerin hareketli (taşıyıcı) faz yardımıyla bit (sabit durgun) faz arasından büyüklük, şekil, taşıdıkları yük, çözünürlük vb. özelliklerine göre değişik hızlarda hareket etmelerine ve böylece birbirlerinden ayrılmalarına dayanır [30].

Kromatografide durgun faz, bir katı veya katı yüzeyine kaplanmış bir sıvı fazdır. Durgun fazın üzerinden akan hareketli faz ise bir gaz veya bir sıvı fazdır [30].

Hareketli fazın sıvı olduğu kromatografi türüne sıvı kromatografi (SK); gaz olduğu kromatografi türüne ise gaz kromatografi (GK) denir. Bu isimlendirmede durgun faz da kullanılır. Örneğin, hareketli faz gaz, durgun faz katı olduğunda ise Gaz-Katı Kromatografi; hareketli faz gaz, durgun faz sıvı olduğunda ise Gaz-Sıvı Kromatografi ismi kullanılabilir [30].

SK'nın başlıca türleri Adsorpsiyon (Sıvı Katı) Kromatografi, Partitasyon (Sıvı-Sıvı) Kromatografi, İyon Değişimi Kromatografi (Sıvı-Katı) ve Jel Filtrasyon Kromatografi'dir [30].

Metrohm 882 Compact IC Plus marka iyon (katyon) kromatografi cihazı (Şekil 2.7.) İyon Değişimi Kromatografi prensibine göre çalışmaktadır. İyonların bir katı ve sıvı arasında tersinir bir şekilde değiştirildiği işleme iyon değiştirme denir. Katı, iyon değiştirici olarak bilinir. Kompleks inorganik maddeler ya da suda çözünmeyen organik polimerler iyon değiştirici olarak kullanılabilirler [30].



Şekil 2.8. İyon (katyon) kromatografi cihazı

İyon değiştirme reğineleri vasıtasıyla iyonları ayırma ve tayin etme metoduna ‘İyon Kromatografisi’ denir. Metotla anyonları ayırmak için anyon reğineleri, katyonları ayırmak için de katyon reğineleri kullanılır. Durgun faz zayıf ya da kuvvetli, katyon ya da anyon değiştirici bir reğinedir. Reğinenin sabit yükü (-) ise buna ‘katyon değiştirici reğine’, (+) ise de ‘anyon değiştirici reğine’ adı verilir. Bu kromatografi dalında iletkenlik ölçme dedektörleri kullanılmaktadır [30].

NH₃-N analizleri öncesi, analizde kullanılacak mobil faz cihaz kullanım talimatında gösterildiği şekilde hazırlanır. Cihaz analize hazır hale getirilir. Numune şişesi hızlıca çalkalanır ve beklemezsizin alınan numune kaba süzme işleme tabi tutularak analiz şişesine doldurulur ve cihaza verilir. Numunenin 0,45 µm’lik süzme kağıdından geçirilmesi işlemini cihaz kendi içinde yapmaktadır.

Yapılan NH₃-N analizlerinin doğruluğundan emin olmak için numuneler sonrası cihazda içeriği bilinen “Sertifikalı Referans Numune” analiz edilir. Analiz sonucu sertifikada verilen aralıkta ise yapılan analizler doğru kabul edilerek sonuçlar kaydedilir [31].

2.3.11. Anyonlar (NO₃⁻-N, NO₂⁻-N, F⁻, SO₄²⁻ ve Cl⁻)

Anyon analizleri laboratuvar ortamında Metrohm 882 Compact IC Plus marka iyon (anyon) kromatografi cihazı (Şekil 2.8.) kullanılarak yapılmıştır.

Anyon analizleri öncesi, analizde kullanılacak mobil fazlar cihaz kullanım talimatında gösterildiği şekilde hazırlanır. Cihaz analize hazır hale getirilir. Numune şişesi hızlıca çalkalanır ve beklemezsizin alınan numune kaba filtre işleme tabi tutularak analiz şişesine doldurulur ve cihaza verilir. Numunenin 0,45 µm’lik filtre kâğıdından geçirilmesi işlemini cihaz kendi içinde yapmaktadır.



Şekil 2.9. İyon (anyon) kromatografi cihazı

Yapılan anyon analizlerinin doğruluğundan emin olmak için numuneler sonrası cihazda içeriği bilinen “Sertifikalı Referans Numune” analiz edilir. Analiz sonucu sertifikada verilen aralıkta ise yapılan analizler doğru kabul edilerek sonuçlar kaydedilir [31].

NO_3^- -N, NO_2^- -N, F⁻, SO_4^{2-} ve Cl^- parametrelerinin ölçümleri bu yöntemle yapılmıştır.

2.3.12. TKN

TKN, organik azot ile amonyak azotunun toplamından oluşmaktadır. Laboratuvar ortamında azot türlerinden olan amonyak azotu, nitrat azotu, nitrit azotu ve toplam azot parametrelerinin analizleri yapılmaktadır. Laboratuvar ortamında yapılan bu analizlerin sonuçlarından yararlanılarak hesap yöntemi ile TKN sonuçları bulunmaktadır.

Toplam azot; organik azot, amonyak azotu, nitrat azotu ve nitrit azotunun toplamından oluşmaktadır [13]. Toplam azot analizleri laboratuvar ortamında Hach Lange LCK 138 marka küvet testler kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen toplam azot değerinden, iyon kromatografi yöntemi kullanılarak elde edilen nitrat ve nitrit azotu değerleri çıkarılarak TKN değerine ulaşılmıştır.

$$\text{TN} = \text{Organik Azot} + \text{Amonyak Azotu} + \text{Nitrat Azotu} + \text{Nitrit Azotu}$$

$$\text{TKN} = \text{Organik Azot} + \text{Amonyak Azotu olduğundan,}$$

$$\text{TKN} = \text{TN} - (\text{Nitrat Azotu} + \text{Nitrit Azotu}) \text{ şeklinde hesaplanabilir.}$$

2.3.13. TP

TP analizleri laboratuvar ortamında Hach Lange LCK 349 küvet testleri kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.9.).



Şekil 2.10. TP analizleri için kullanılan küvet testler

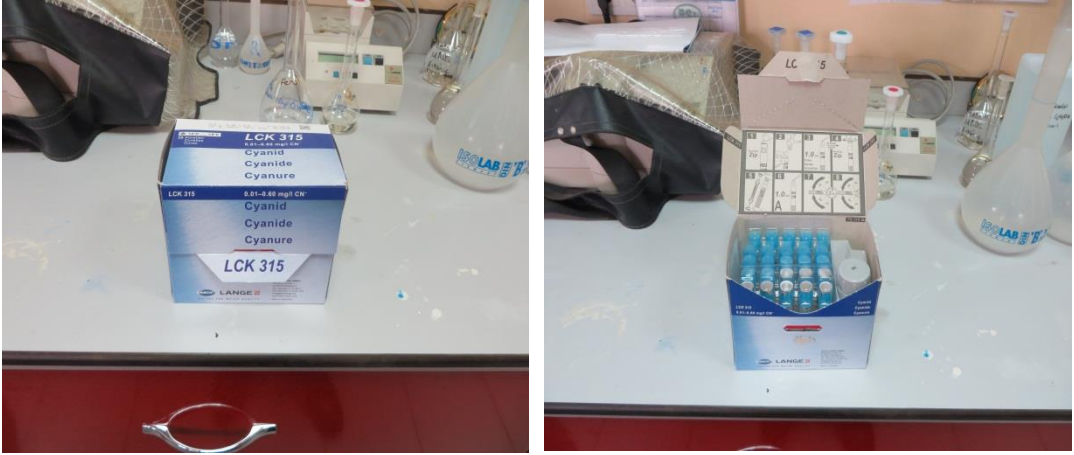
Oda sıcaklığına gelen numuneden 2 mL alınarak küvet test talimatında belirtildiği şekilde analiz gerçekleştirilmiştir. Küvete eklenen numune elle çalkalanmış, 15 dakika bekleme süresinden sonra 100 °C'de 1 saat boyunca termostatta tutulmuştur. Termostattan alınan numune oda sıcaklığına getirilmiş test talimatında belirtilen kimyasallar eklenmiş ve 10 dakika beklemenin ardından spektrofotometre'de ölçüm alınarak analiz sonlandırılmıştır. Termostat ve spektrofotometre Şekil 2.10. 'da gösterilmektedir.



Şekil 2.11. TP analizleri için kullanılan termostat ve spektrofotometre

2.3.14. CN⁻

CN⁻ analizleri laboratuvar ortamında Hach Lange LCK 315 küvet testleri (Şekil 2.11.) kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 2.12. CN⁻ analizleri için kullanılan küvet testler

Oda sıcaklığına gelen numuneden 2 mL alınarak küvet test talimatında belirtildiği şekilde analiz gerçekleştirilmiştir. Küvete eklenen numuneye talimatta belirtilen çözeltiler ilave edilerek 3 dakika boyunca elle çalkalandıktan sonra spektrofotometrede ölçüm alınarak analiz sonlandırılmıştır. Uygulanan yöntem ile yapılan CN⁻ analizlerinde

ölçülebilecek en düşük konsantrasyon 0,01 mg/L'dir. 2014 yılında yapılan analizlerde tüm istasyonlardaki CN⁻ sonuçları 0,01 mg/L'den düşük çıkmıştır.

2.3.15. AYAM

AYAM analizleri laboratuvar ortamında Hach Lange LCK 332 küvet testleri kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.12.).



Şekil 2.13. AYAM analizleri için kullanılan küvet testler

Oda sıcaklığına gelen numuneden 3,5 mL alınarak küvet test talimatında belirtildiği şekilde analiz gerçekleştirilmiştir. Küvete eklenen numuneye talimatta belirtilen çözeltiler ilave edilerek 1 dakika boyunca elle çalkalanmıştır. Ardından 30 saniye beklenilmiş, 1 dakika daha çalkalandıktan sonra da spektrofotometrede ölçüm alınarak analiz sonlandırılmıştır.

2.3.16. Fenol

Fenol analizleri laboratuvar ortamında Hach Lange 4-Aminoantipirin Metodu uygulanarak yapılmıştır. Oda sıcaklığına gelen numuneden 300 mL alınarak 500mL'lik ayırma hunisine aktarılmıştır. Ayırma hunisine sırasıyla 5 mL tampon çözelti, Hach Lange marka phenol reagent 1 ve phenol reagent 2 ve 30 mL kloroform eklenmiştir. Eklenen her bir çözelti sonrası ayırma hunisi 10 dakika boyunca karışması için sallanmıştır. En son

kariştırmadan sonra kloroformun çökmesi beklenererek spektrofotometrede ölçüm için kullanılacak numune alınmıştır. Analiz spektrofotometrede tamamlanarak sonuçlar kaydedilmiştir.

Uygulanan yöntem ile yapılan Fenol analizlerinde ölçülebilecek en düşük konsantrasyon 0,002 mg/L'dir.

2.3.17. Hidrokarbonlar

Hidrokarbonların analizleri laboratuvar ortamında DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol (TAKK) Dairesi Başkanlığı laboratuvarlarında gaz kromatografi-kütle spektrometresi (GC-MS) tekniği ile gerçekleştirilmiştir. GC-MS gaz kromatografi cihazında ayrılan maddelerin MS detektör sistemi ile tayininin yapılmasıdır.

Gaz kromatografi, hareketli fazın inert gaz, sabit fazın ise bir kolon içinde katı veya sıvı olduğu ayırma sistemidir. Bu nedenle, sabit faza bağlı olarak gaz-katı veya gaz-sıvı kromatografi ismini alır. Gaz sıvı kromatografi, gaz-katı kromatografiye göre çok daha önemlidir. Bu nedenle de buradaki esas konuyu oluşturmaktadır [32].

Gaz-sıvı kromatografide taşıyıcı gaz, kolon içinde örneğin sürüklenmesini sağlarken, karişımı oluşturan maddeler de katıya emdirilmiş sıvı sabit faz ile adsorpsiyon ve partitasyon nedeni ile giderek birbirinden ayrılırlar. Gaz kromatografide, sıvı kromatografide olduğu gibi hareketli fazın seçimliliği yoktur. Buna karşılık sıcaklık etkisi önemlidir [32].

Taşıyıcı gaz içeren tüp yüksek basınçlıdır. Bu nedenle gaz çıkışının kontrollü olabilmesi için tüp basıncına uygun basınç regülatörlerinin kullanılması gerekmektedir. Seçilen taşıyıcı gazın, kullanılan detektöre uygun olmasının yanında, ayrıca saf, inert, ucuz ve madde diffüzyonunu önlemek açısından molekül ağırlılığının mümkün olduğu kadar büyük olması gerekir. Kolonun ayırma gücünden ziyade süratli çalışmanın gerektiği zamanlarda ise He veya H₂ gibi düşük moleküllü gazlar taşıyıcı olarak kullanılabilir [32].

Bir numuneyi özel bir düzenele gaz halinde yüklü ve hareketli bileşenlerine dönüştürerek, bunları kütle/yük oranlarına göre ayırma ve ayırmadan yararlanarak da numuneyi teşhis ve tayin etme metodlarına kütle spektrometresi, bu amaçla kullanılan özel cihazlara da kütle spektrometresi (MS) denir [32].

Kütle spektrometrisinin veya kütlenin spektral yoldan ölçülmesinin prensibini anlamak kolay ama kullanılacak cihazı anlamak bir hayli güçtür. Çünkü cihaz elektronik, manyetik ve mekanik birçok parçadan meydana gelmektedir. Ayrıca bakım masrafı da oldukça fazladır. Ancak, bütün bunlara rağmen metod bilim âlemi için çok değerli olduğundan, cihazın her türlü masrafına katlanılır ve oldukça sık kullanılır [32].

Kütle spektrometrisi eskiden beri bilinen analiz metodlarından birisidir. İlk defa 191 yılında Thomson tarafından kullanılmış ve neonun iki izotopunun olduğu bulunmuştur (Ne-20 ve Ne-22). Metot 1920'li yıllarda Aston (UK) ve Demster (USA) tarafından geliştirilmiş ve kaydedicisi de olan hassas bir cihaz haline getirilmiştir. Geliştirilen bu cihaz sayesinde izotopların hem kütleleri hem de yüzdeleri gerçeğe daha yakın bir şekilde tayin edilmiştir. Ayrıca izotopların kütlelerinin daha iyi tayin edilmeleri sonucu elementlerin atom kütleleri tabloları da yeniden düzenlenmiştir. Bu çalışmalar sonucu atom kütlelerinin tam sayılar olmadığı gerçeği ortaya çıkmıştır [32].

Hidrokarbonların tayini için her istasyondan koyu renkli cam şişede 1000 mL numune alınmış ve aynı gün içinde kargoya verilerek analizlerin gerçekleştirileceği DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı'na gönderilmiştir. Burada hidrokarbon analizleri Agilent 7890A GC-MS marka gaz kromatografisi kütle spektrometresi cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Uygulanan yöntem ile yapılan Hidrokarbon analizlerinde ölçülebilecek en düşük konsantrasyon 0,00025 mg/L'dir [33].

2.3.18. PAH

PAH analizleri laboratuvar ortamında yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) tekniği ile gerçekleştirilmiştir. PAH analizleri Agilent 1200 Series marka HPLC cihazı (Şekil 2.13.) kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 2.14. PAH analizleri için kullanılan HPLC cihazı

Klasik sıvı kromatografisinde numune ve hareketli faz kolonun üstünden ilave edilir. Hareketli fazın kolondan aşağıya inmesi esnasında, numunedeki bileşenlerin bantlar halinde ayrılmaları sağlanır. Bantların iyi ayrılmamaları durumunda daha uzun kolonlar kullanılır. Böyle durumlarda da saatlerce beklemek gerekir. Alternatif olarak da kolondaki dolgu maddesi inceltir. Bu yapıldığı zaman da gene çok uzun süre beklemek gerekir. Bunları göre bilim adamları kolonu uygun uygun büyüklükte dolgu maddesiyle doldurmuşlar ve kolonun üstünden yüksek basınç uygulamışlardır. Böylece daha iyi sonuçlar almışlardır. Böylece daha iyi sonuçlar almışlardır. Böyle, küçük dolgu maddeleriyle doldurulup yüksek basınç altında bir kolonla yapılan kromatografi türlerine yüksek performans sıvı kromatografisi (HPLC) denilmektedir. Buna göre, HPLC daha çok eski kromatografi türlerinin iyileştirilmiş ve hızlandırılmış şekilleri de denilebilir [32].

Sıvı kromatografisi yönteminin özel bir uygulaması olan HPLC yönteminde, sabit faz olarak kullanılan dolgu maddelerinin tanecik boyutunun küçültülmesi sonucu hareketli faz ile etkileşen sabit faz yüzey alanı büyür ve böylece kolonun etkinliği arttırılmış olur. Çok sıkı olarak doldurulmuş kolondan hareketli fazın belirli bir hızla geçebilmesi için basınç uygulanması gerekir. Bu yöntemin avantajları da HPLC kolonunun yenileme gereksiz pek çok kez kullanılabilirliği, tekniğinin kullanıcının becerisine daha az

bağımlılığı ve tekrarlanabilirliğinin daha yüksek olması, nicel analizde kullanılabilir olması, analiz süresinin kısalığı ve duyarlılığının yüksek olmasıdır [34].

Uygulanan yöntem ile yapılan PAH analizlerinde ölçülebilecek en düşük konsantrasyon 0,0001 mg/L'dir [35].

2.3.19. Pestisitler

Pestisit analizleri laboratuvar ortamında TAKK Dairesi Başkanlığı laboratuvarlarında GC-MS ve sıvı kromatografisi kütle/kütle spektrometresi (LC-MS-MS) teknikleri ile gerçekleştirilmiştir.

LC-MS/MS'de, LC kısmında özelliklerine göre ayrımı yapılan moleküller kütle dedektörü ile analiz edilmektedir. Birinci MS'de kütle/yük oranına göre ayrılan moleküller yüksek saflıkta özel bir gaz ile parçalanmaya tabi tutulur. İkinci MS'de de parçalanma sonucu oluşan iyonların analizi yapılmaktadır. Bu sayede LC-MS/MS'lerde çok düşük konsantrasyonlarda analizler yapılmaktadır.

Pestisitlerin tayini için her istasyondan koyu renkli cam şişede 1000 mL numune alınmış ve aynı gün içinde kargoya verilerek analizlerin gerçekleştirileceği DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı'na gönderilmiştir. Burada pestisit analizleri Agilent 7890A marka GC-MS cihazı ve Agilent 6460 Triple Quad LC-MS/MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Uygulanan yöntem ile yapılan Pestisit analizlerinde ölçülebilecek en düşük konsantrasyon 0,00025 mg/L'dir.

2.3.20. Ağır Metaller (Hg, B, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Ba, Pb, Fe, As, Se)

Ağır metal analizleri laboratuvar ortamında endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi (ICP-MS) tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Ağır metal analizleri Bruker Aurora M90 ICP-MS cihazı (Şekil 2.14.) ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.15. Ağır metal analizleri için kullanılan ICP-MS cihazı

ICP-MS katı ve sıvı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, hassas ve doğru biçimde ölçülmesine olanak sağlayan bir analiz tekniğidir. ICP-MS teknolojisi sayesinde katı veya sıvı örneklerde 76 element aynı anda ve çok düşük derişimlerde (nanogram-pikogram/L) hassas ve hızlı bir şekilde analiz edilebilmektedir. ICP-MS ile tek bir örnek içindeki 35 kadar elementin analizi üç dakika kadar az bir sürede ölçülebilir [36].

Endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi, örneklerin yüksek sıcaklıktaki bir plazmaya, genellikle argon gönderilerek moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı bir analitik tekniktir. Örnek, genel olarak bir solüsyon halinde örnek giriş sistemi aracılığıyla nebulizöre ve spreycemberine sunulur. Burada yüksek hızlı argon akışı sayesinde örnek solüsyonu sisleştirilir. Sadece çok küçük damlacıklar argon plazmasına taşınır, diğerleri doğrudan atığa gider. 6000 ila 10000 K arasındaki sıcaklıklarda plazma örneği buharlaştırır ve iyonize eder. İyon akışı atmosferik basınçtan örnekleyici (sampler) ve süzücü (skimmer) konlar aracılığıyla yüksek vakumlu bir ortama gider. Sonra iyon akımı iyon lensleri aracılığıyla quadropola odaklanarak kütle filtresine yönlendirilir. İyonlar kütle spektrometrede kütle yük oranına göre ayrılırlar ve detektör tarafından ölçülürler [36].

Ağır metal analizleri 6ncesi 6ncelikle numuneler ilgili standardın 6ng6rd6đđ Şekilde %2 oranında asitlendirilmiŐtir. Bunun i6in numunelerden bir miktar alınarak 6zerine 1 mL ultrasaflıktaki nitrik asitten ilave edilmiş ve 66zelti numune ile 50 mL'ye tamamlanmıŐtır. Analiz 6ncesi numuneler 0,45 μm'lik filtreden ge6irilmiŐtir. Analize hazır hale gelen numunelerdeki ağır metal analizleri ICP-MS cihazı ile ger6ekleŐtirilmiŐtir [37].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Arazide ve laboratuvarında yapılan analizler sonucu elde edilen veriler Türkiye yüzeysel su kaynakları mevzuatına göre değerlendirilmiştir. Ayrıca 2014 yılı boyunca ölçülen değerler 1991 yılı verileri karşılaştırılmıştır.

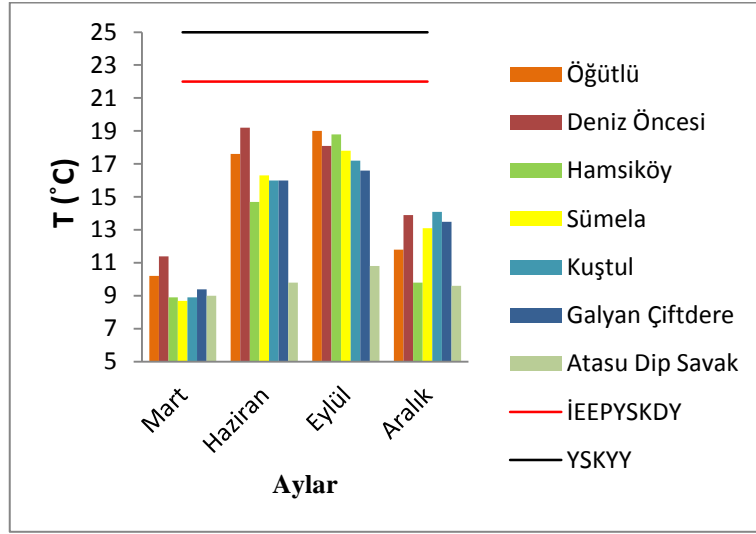
3.1. Sıcaklık Sonuçları ve Değerlendirilmesi

İstasyonlarda ölçülen sıcaklık değerlerinin dönemsel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Eylül ayında ölçülen sıcaklık değerlerinin en yüksek, Mart ayında ölçülen sıcaklık değerlerinin ise en düşük değerler olduğu saptanmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Sıcaklık sonuçları (°C)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	8,9	16,0	17,2	14,1
Galyan-Çiftdere	9,4	16,0	16,6	13,5
Atasu Dıp Savak	9,0	9,8	10,8	9,6
Hamsiköy	8,9	14,7	18,8	9,8
Sümela	8,7	16,3	17,8	13,1
Öğütlü	10,2	17,6	19	11,8
Deniz Öncesi	11,4	19,2	18,1	13,9

Tüm istasyonlarda elde edilen sıcaklık verileri “İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (İEEPYSKDY)” ve “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY)” kıstaslarıyla karşılaştırıldığında; İEEPYSKDY’ye göre A1 sınıfında, YSKYY’ye göre de I. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Sıcaklık değerleri (2014)

3.2. pH Sonuçları ve Değerlendirilmesi

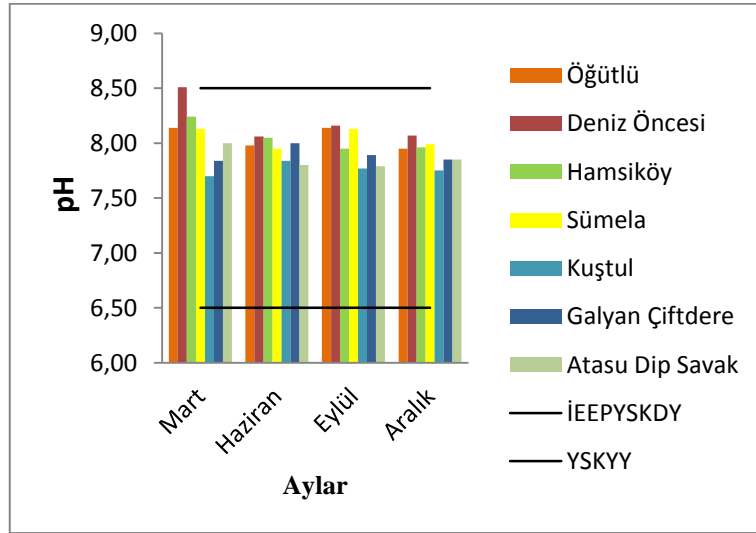
Tüm istasyonlardaki pH verileri Tablo 3.2.'de verilmektedir. Deniz Öncesi istasyonunda Mart ayında ölçülen pH değerinin (8,51) haricindeki veriler pH 6,5 ila 8,5 arasındadır.

Tablo 3.2. pH sonuçları

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	7,70	7,84	7,77	7,75
Galyan-Çiftdere	7,84	8,00	7,89	7,85
Atasu Dip Savak	8,00	7,80	7,79	7,85
Hamsiköy	8,24	8,05	7,95	7,96
Sümela	8,13	7,95	8,13	7,99
Öğütlü	8,14	7,98	8,14	7,95
Deniz Öncesi	8,51	8,06	8,16	8,07

pH'in 6,5-8,5 arasında olması İEEPYSKDY'ye göre A1, YSKYY'ne göre de I. Sınıf su kalite sınıfı kistasıdır. Tüm istasyonlarda elde edilen pH verileri İEEPYSKDY ve YSKYY kistaslarıyla karşılaştırıldığında; Deniz Öncesi istasyonunda Mart ayında ölçülen pH değerinin (8,51) İEEPYSKDY'ye göre A2 sınıfında, YSKYY'ye göre ise III. Sınıf su

kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir. Diğer pH verilerinin tümünün İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında, YSKYY'ye göre de I. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.2).



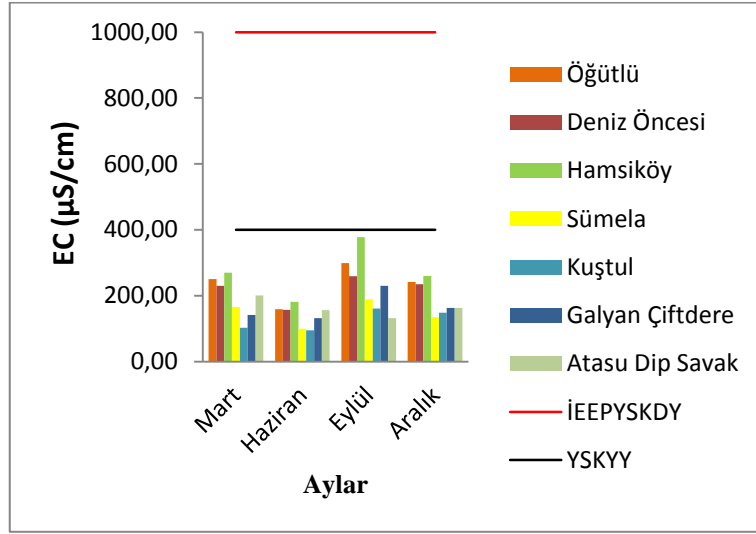
Şekil 3.2. pH değerleri (2014)

3.3. EC Sonuçları ve Değerlendirilmesi

EC ölçümleri (Tablo 3.3) İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarına göre değerlendirilmiştir. İEEPYSKDY göre değerlendirme yapıldığında ölçülen EC değerlerinin A1 sınıfı üst sınırı olan 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ çok altında olduğu, YSKYY göre değerlendirme yapıldığında da I. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 3.3. EC sonuçları ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	103,0	95,5	161,0	148,5
Galyan-Çiftdere	142,2	132,4	230,0	163,0
Atasu Dip Savak	201,3	156,1	132,1	163,0
Hamsiköy	270,0	181,7	377,6	260,7
Sümela	165,7	100,2	189,9	135,0
Öğütlü	250,3	159,5	299,6	241,6
Deniz Öncesi	230,3	157,0	259,3	235,3



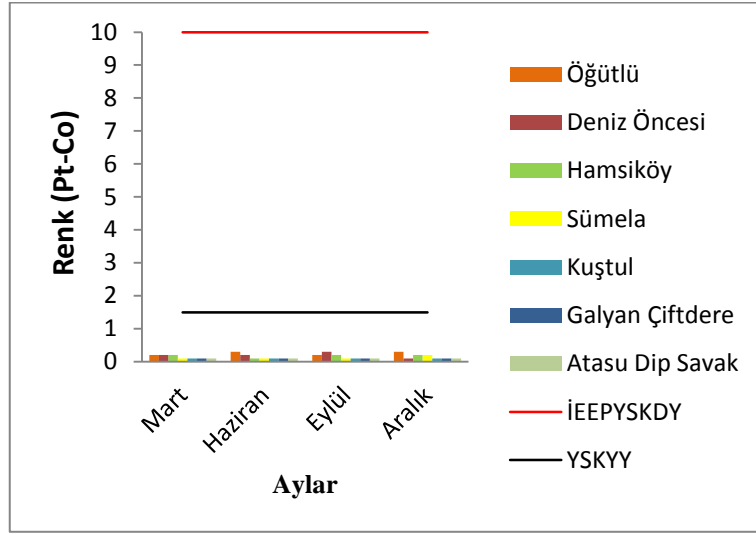
Şekil 3.3. EC değerleri (2014)

3.4. Renk Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Renk verileri (Tablo 3.4) İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırıldığında; İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu, YSKYY'ye göre de I. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.4).

Tablo 3.4. Renk sonuçları (Pt-Co)

	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	0,1	0,1	0,1	0,1
Galyan-Çiftdere	0,1	0,1	0,1	0,1
Atasu Dip Savak	0,1	0,1	0,1	0,1
Hamsiköy	0,2	0,1	0,2	0,2
Sümela	0,1	0,1	0,1	0,2
Öğütlü	0,2	0,3	0,2	0,3
Deniz Öncesi	0,2	0,2	0,3	0,1



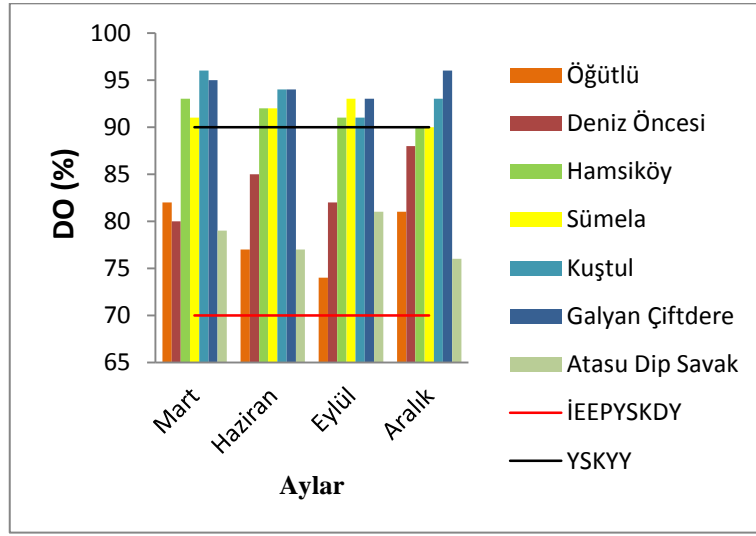
Şekil 3.4. Renk değerleri (2014)

3.5. DO Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen DO verileri (Tablo 3.5) İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırıldığında; tüm istasyonların İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir. YSKYY'ye göre ise 3 istasyonun (Öğütlü, Deniz Öncesi ve Atasu Dip Savak) II. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu, 4 istasyonun (Kuştu, Galyan-Çiftdere, Hamsiköy ve Sümela) I. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.5).

Tablo 3.5. DO sonuçları (%)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	96	94	91	93
Galyan-Çiftdere	95	94	93	96
Atasu Dip Savak	79	77	81	76
Hamsiköy	93	92	91	90
Sümela	91	92	93	90
Öğütlü	82	77	74	81
Deniz Öncesi	80	85	82	88



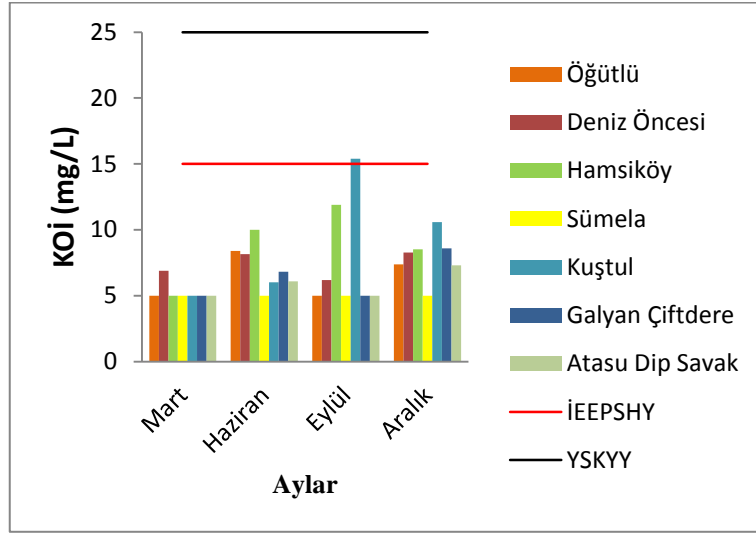
Şekil 3.5. DO değerleri (2014)

3.6. KOİ Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen KOİ verileri (Tablo 3.6) İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırıldığında; Kuştu istasyonunda Eylül ayında ölçülen KOİ değerinin (15,4 mg/L) İEEPYSKDY'ye göre A2 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir. Diğer istasyonlarda elde edilen KOİ verilerinin tümünün İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu, tüm istasyonlardan elde edilen verilerin de YSKYY'ye göre I. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.6).

Tablo 3.6. KOİ sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	<5	6,03	15,4	10,6
Galyan-Çiftdere	<5	6,82	<5	8,59
Atası Dip Savak	<5	6,1	<5	7,31
Hamsiköy	<5	10	11,9	8,53
Sümela	<5	<5	<5	<5
Öğütlü	<5	8,4	<5	7,38
Deniz Öncesi	6,9	8,16	6,2	8,27



Şekil 3.6. KOİ değerleri (2014)

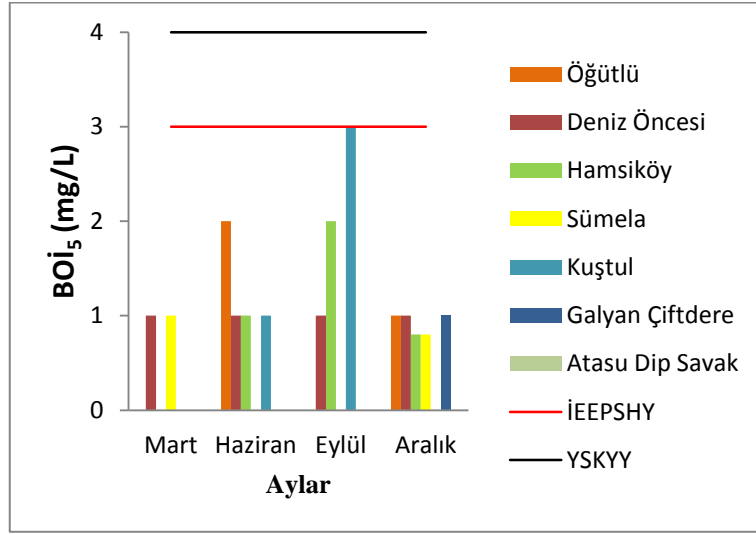
3.7. BOİ₅ Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen BOİ₅ verileri (Tablo 3.7) İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırıldığında; İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu, YSKYY'ye göre I. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir.

Atasu Dip Savak istasyonunda yapılan tüm analizlerde BOİ₅, uygulanan analiz yöntemiyle ölçülebilecek minimum değerinin altında çıkmıştır. Tüm istasyonlar içinde en yüksek değer Eylül ayında Kuştu istasyonu numunelerinde ölçülmüştür (Şekil 3.7).

Tablo 3.7. BOİ₅ tayini sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	<0,1	1	3	<0,1
Galyan-Çiftdere	<0,1	<0,1	<0,1	1
Atasu Dip Savak	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hamsiköy	<0,1	1	2	0,8
Sümela	1	<0,1	<0,1	0,8
Öğütlü	<0,1	2	<0,1	1
Deniz Öncesi	1	1	1	1

Şekil 3.7. BOI₅ değerleri (2014)

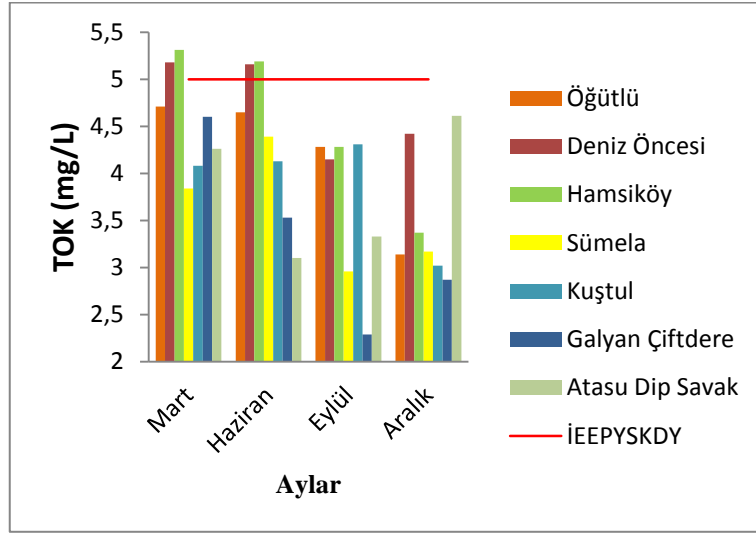
3.8. TOK Sonuçları ve Değerlendirilmesi

TOK parametresi, İEPPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Ölçülen TOK verileri (Tablo 3.8) İEPPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde, Deniz Öncesi ve Hamsiköy istasyonlarından Mart ve Haziran aylarında alınan numunelerin A2 sınıfında olduğu, Eylül ve Aralık aylarında alınan numunelerin ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir. 2014 yılı boyunca diğer istasyonlardan alınan numunelerin İEPPYSKDY'ne göre A1 sınıfında olduğu da gözlemlenmektedir (Şekil 3.8).

Tablo 3.8. TOK tayini sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	4,08	4,13	4,31	3,02
Galyan-Çiftdere	4,60	3,53	2,29	2,87
Atasu Dip Savak	4,26	3,1	3,33	4,61
Hamsiköy	5,31	5,19	4,28	3,37
Sümela	3,84	4,39	2,96	3,17
Öğütlü	4,71	4,65	4,28	3,14
Deniz Öncesi	5,18	5,16	4,15	4,42



Şekil 3.8. TOK değerleri (2014)

3.9. NH₃-N Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen NH₃-N verileri Tablo 3.9'da verilmektedir.

Tablo 3.9. NH₃-N sonuçları (mg/L)

	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	0,05	0,053	<0,0076	0,141
Galyan-Çiftdere	<0,0076	0,133	<0,0076	<0,0076
Atasu Dip Savak	0,018	0,1	<0,0076	0,064
Hamsiköy	0,023	0,081	0,108	0,184
Sümela	0,03	0,24	0,112	0,07
Öğütlü	<0,0076	0,153	0,367	0,23
Deniz Öncesi	0,76	0,102	<0,0076	0,184

Ölçülen veriler İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 3.9). İEEPYSKDY'ye göre istasyonlardan alınan numunelerin çoğunun A2 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Öğütlü istasyonundan alınan numunelerin Haziran, Eylül, Aralık aylarında A2 sınıfında, Mart ayında ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Deniz Öncesi istasyonundan alınan numunelerin Mart, Haziran, Aralık aylarında A2 sınıfında, Eylül ayında ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Hamsiköy istasyonundan alınan numunelerin Haziran, Eylül, Aralık aylarında A2 sınıfında, Mart ayında ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

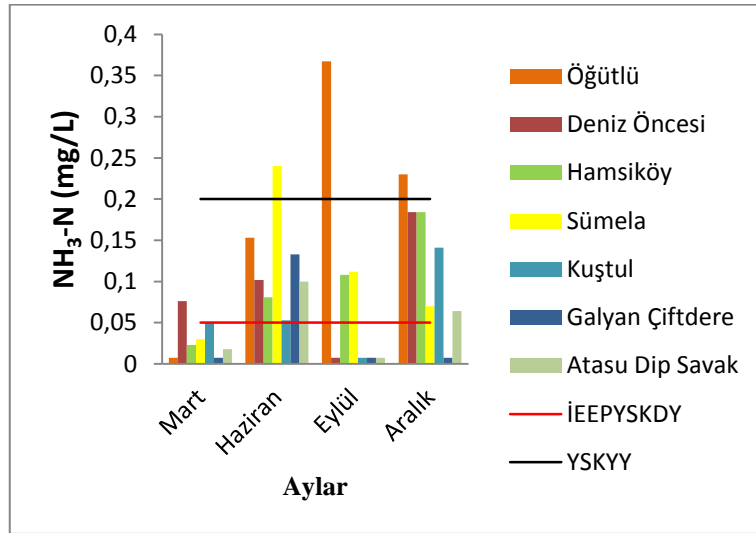
Sümela istasyonundan alınan numunelerin Haziran, Eylül, Aralık aylarında A2 sınıfında, Mart ayında ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Kuştul istasyonundan alınan numunelerin Haziran ve Aralık aylarında A2 sınıfında, Eylül ve Mart aylarında ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Galyan-Çiftdere istasyonundan alınan numunelerin Haziran ayında A2 sınıfında, Mart, Eylül ve Aralık aylarında ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Atasu Dip Savak istasyonundan alınan numunelerin Haziran ayında A2 sınıfında, Mart, Eylül ve Aralık aylarında ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

YSKYY'ne göre istasyonlardan alınan numunelerin çoğunun I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir. Haziran ayında Sümela istasyonundan alınan numunenin, Eylül ve Aralık aylarında Öğütlü istasyonundan alınan numunelerin II. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.



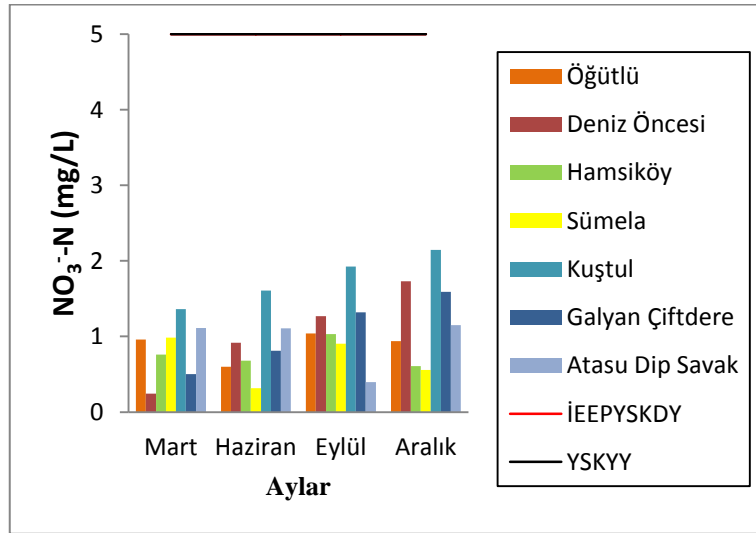
Şekil 3.9. NH₃-N değerleri (2014)

3.10. NO₃⁻-N Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen NO₃⁻-N verileri (Tablo 3.10), İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırıldığında; İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu, YSKYY'ye göre I. Sınıf su kalite sınırlarında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.10).

Tablo 3.10. NO₃⁻-N sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	1,36	1,61	1,93	2,14
Galyan-Çiftdere	0,50	0,81	1,32	1,59
Atasu Dip Savak	1,11	1,11	0,40	1,15
Hamsiköy	0,76	0,68	1,03	0,61
Sümela	0,98	0,32	0,90	0,56
Öğütlü	0,96	0,60	1,04	0,94
Deniz Öncesi	0,25	0,92	0,27	1,73



Şekil 3.10. NO₃⁻-N değerleri (2014)

3.11. NO₂⁻-N Sonuçlarının Değerlendirilmesi

NO₂⁻-N parametresi YSKYY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. İEEPYSKDY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tüm istasyonlarda ölçülen NO₂⁻-N verileri Tablo 3.11’de verilmiş ve YSKYY kıstaslarına göre de Şekil 3.11’de karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.11. NO₂⁻-N sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	0,05	0,014	0,04	0,001
Galyan-Çiftdere	0,046	0,016	0,04	0,001
Atasu Dip Savak	0,05	0,02	0,02	<0,0001
Hamsiköy	0,04	0,01	0,19	0,08
Sümela	0,05	0,02	0,06	<0,0001
Öğütlü	0,96	0,60	1,04	0,94
Deniz Öncesi	0,05	0,02	0,12	<0,0001

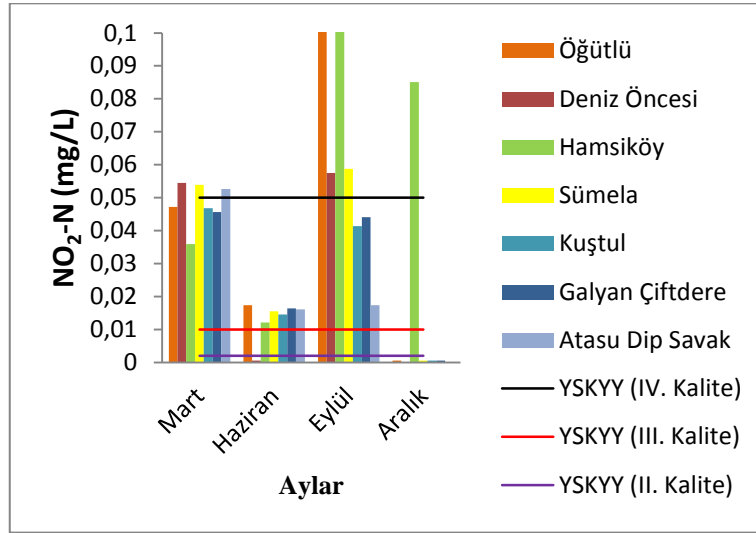
Öğütlü istasyonundan alınan numunelerin Eylül ayında IV. Sınıf su kalite sınıfında, Mart, Haziran aylarında III. Sınıf su kalite sınıfında ve Aralık ayında I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Deniz Öncesi istasyonundan alınan numunelerin Mart ve Eylül aylarında IV. Sınıf su kalite sınıfında, Haziran ve Aralık aylarında ise I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Hamsiköy istasyonundan alınan numunelerin Eylül ve Aralık aylarında IV. Sınıf su kalite sınıfında, Haziran ve Mart aylarında ise III. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Sümela istasyonundan alınan numunelerin Mart ve Eylül aylarında IV. Sınıf su kalite sınıfında, Haziran ayında III. Sınıf su kalite sınıfında ve Aralık ayında I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Kuştul, Galyan-Çiftdere ve Atasu Dip Savak istasyonlarından alınan numunelerin Mart, Haziran ve Eylül aylarında III. Sınıf su kalite sınıfında, Aralık ayında ise I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 3.11. NO₂⁻-N değerleri (2014)

3.12. TKN Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen TKN verileri Tablo 3.12’de verilmiş ve İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarına göre de Şekil 3.12’de karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.12. TKN tayini sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	0,86	0,62	0,05	0,02
Galyan-Çiftdere	0,97	0,63	0,06	0,14
Atasu Dip Savak	0,10	0,11	0,14	0,01
Hamsiköy	0,45	0,37	0,28	0,21
Sümela	0,80	0,67	0,44	0,15
Öğütlü	0,34	0,98	0,48	0,32
Deniz Öncesi	1,19	0,75	0,98	2,47

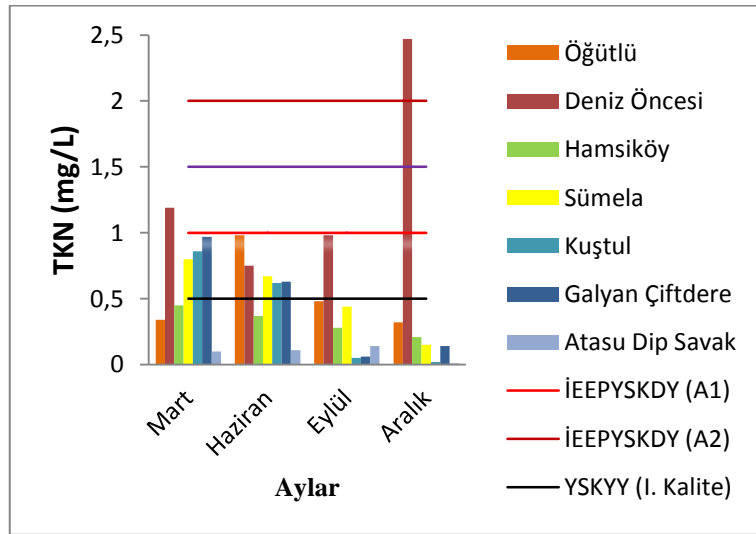
İEEPYSKDY’ye göre istasyonlardan alınan numunelerin çoğunun A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir. Yalnızca Mart ve Aralık aylarında Deniz Öncesi istasyonundan alınan numunelerin A2 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

YSKYY'ye göre, Deniz Öncesi istasyonundan alınan numunelerin Mart, Haziran ve Eylül aylarında II. Sınıf su kalite sınıfında olduğu, Aralık ayında alınan numunenin ise III. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Öğütlü istasyonundan Mart, Eylül ve Aralık aylarında alınan numunelerin I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu, Haziran ayında alınan numunenin ise II. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Sümela, Kuştu ve Galyan-Çiftdere istasyonlarından alınan numunelerin Mart, Haziran aylarında II. Sınıf su kalite sınıfında olduğu, Eylül ve Aralık aylarında alınan numunelerin ise I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Hamsiköy ve Atasu Dip Savak istasyonlarından yıl boyunca alınan numunelerin I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.12. TKN değerleri (2014)

3.13. TP Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen TP verileri Tablo 3.13'de verilmiş ve İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarına göre de Şekil 3.13'de karşılaştırılmıştır. 2014 yılı boyunca TP sonuçları Atasu Dip Savak ve Deniz Öncesi istasyonlarında diğer istasyonlara göre yüksek çıkmıştır. Atasu Barajı tabanında bulunan bitkilerin çürümesi ve çökelmeler, Atasu Dip Savak istasyonunda TP ölçümlerinin yüksek çıkmasının kaynağıdır [39].

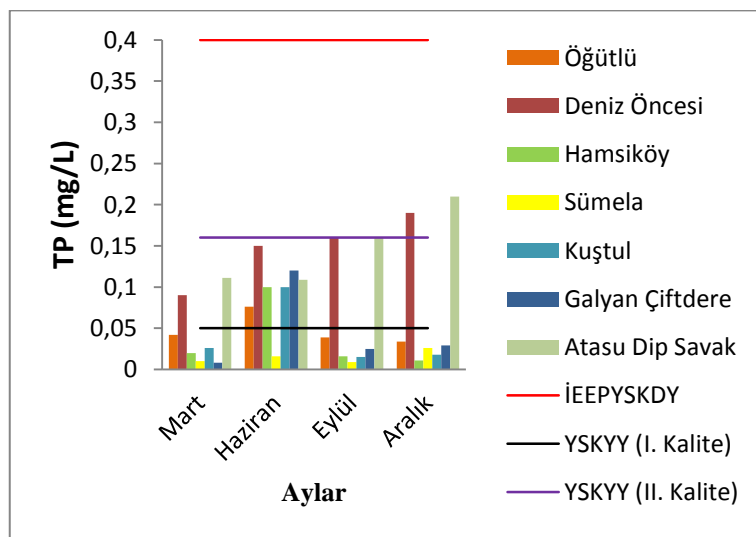
Tablo 3.13. TP sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	0,026	0,10	0,015	0,018
Galyan-Çiftdere	<0,01	0,12	0,025	0,029
Atasu Dip Savak	0,11	0,11	0,16	0,21
Hamsiköy	0,02	0,10	0,016	0,011
Sümela	<0,01	0,016	<0,01	0,026
Öğütlü	0,042	0,076	0,039	0,034
Deniz Öncesi	0,09	0,15	0,16	0,19

İEEPYSKDY'ye göre istasyonlardan alınan numunelerin tamamı A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

YSKYY'ye göre, Deniz Öncesi ve Atasu Dip Savak istasyonlarından alınan numunelerin Mart, Haziran ve Eylül aylarında II. Sınıf su kalite sınıfında olduğu, Aralık ayında alınan numunenin ise III. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Öğütlü, Hamsiköy, Sümela, Kuştul ve Galyan-Çiftdere istasyonlarından alınan numunelerin Mart, Eylül ve Aralık aylarında I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu, Haziran ayında ise alınan numunelerin ise II. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.13. TP değerleri (2014)

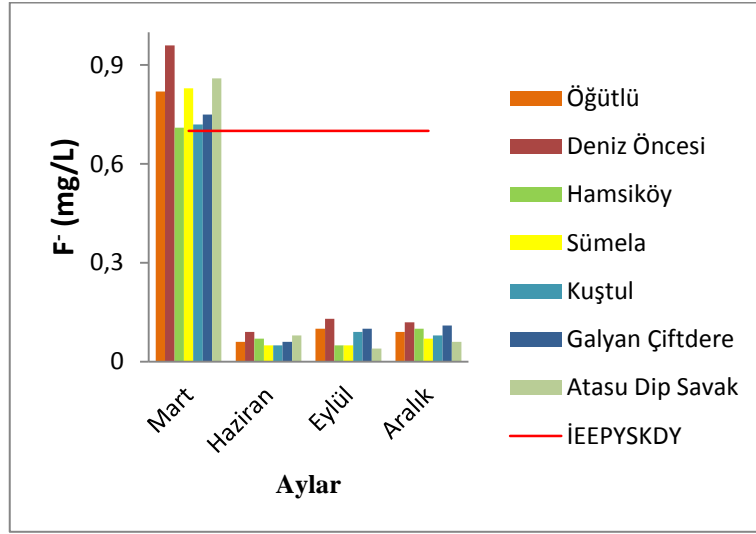
3.14. F⁻ Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen F⁻ verileri Tablo 3.14’de verilmektedir. F⁻ parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.14. F⁻ tayini sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	0,72	0,05	0,09	0,08
Galyan-Çiftdere	0,75	0,06	0,10	0,11
Atasu Dip Savak	0,86	0,08	0,04	0,06
Hamsiköy	0,71	0,07	0,05	0,10
Sümela	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Öğütlü	0,82	0,06	0,10	0,09
Deniz Öncesi	0,96	0,09	<0,01	<0,01

Ölçülen F⁻ verileri İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde (Şekil 3.14), yıl boyunca tüm istasyonlardan Mart ayında alınan numunelerin A2 sınıfında olduğu, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında alınan numunelerin ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 3.14. F⁻ değerleri (2014)

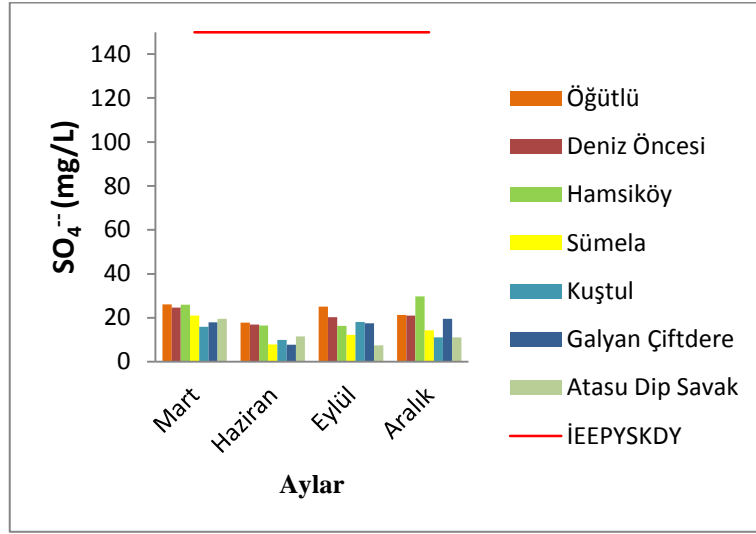
3.15. SO₄²⁻ Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen SO₄²⁻ verileri Tablo 3.15’de verilmektedir. SO₄²⁻ parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.15. SO₄²⁻ tayini sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	15,86	9,89	18,09	11,10
Galyan-Çiftdere	17,95	7,79	17,53	19,53
Atasu Dip Savak	19,48	11,47	7,44	11,05
Hamsiköy	25,92	16,54	16,32	29,67
Sümela	20,99	7,89	12,24	14,23
Öğütlü	26,03	17,85	25,05	21,28
Deniz Öncesi	24,58	16,95	20,20	20,95

Elde edilen SO₄²⁻ verileri İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde (Şekil 3.15), yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerin A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 3.15. SO₄²⁻ değerleri (2014)

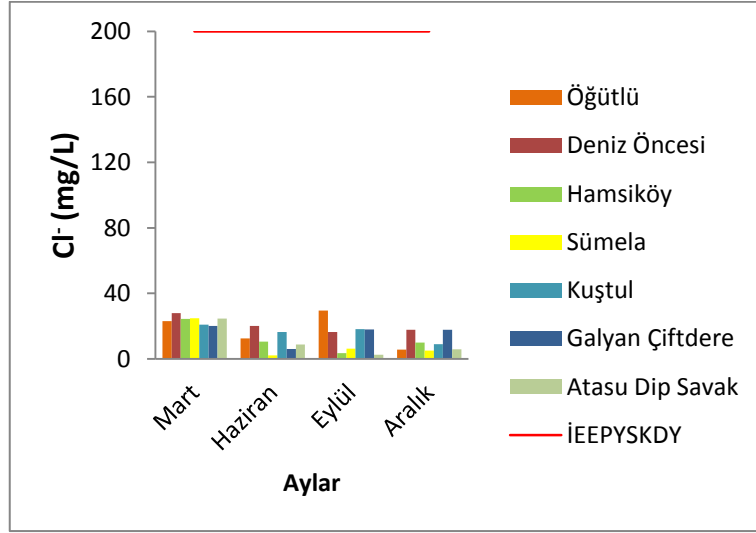
3.16. Cl⁻ Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Cl⁻ verileri Tablo 3.16'da verilmektedir. Cl⁻ parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.16. Cl⁻ tayini sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	21,01	16,38	18,12	9,02
Galyan-Çiftdere	20,16	6,07	17,94	17,88
Atasu Dip Savak	24,73	8,81	2,48	5,96
Hamsiköy	24,49	10,59	3,53	9,99
Sümela	24,93	2,24	6,37	5,21
Öğütlü	23,03	12,59	29,56	5,76
Deniz Öncesi	27,95	20,16	16,49	17,78

Elde edilen Cl^- verileri İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde, yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerin A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Cl^- değerleri (2014)

3.17. CN^- Sonuçları ve Değerlendirilmesi

CN^- parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük CN^- konsantrasyonu 0,01 mg/L'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen CN^- konsantrasyonu (Tablo 3.17) 0,01 mg/L'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği. İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum CN^- konsantrasyonu 0,05 mg/L olduğu için yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerin A1 sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.17. CN⁻ tayini sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Galyan-Çiftdere	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atasu Dip Savak	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hamsiköy	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sümela	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Öğütlü	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Deniz Öncesi	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

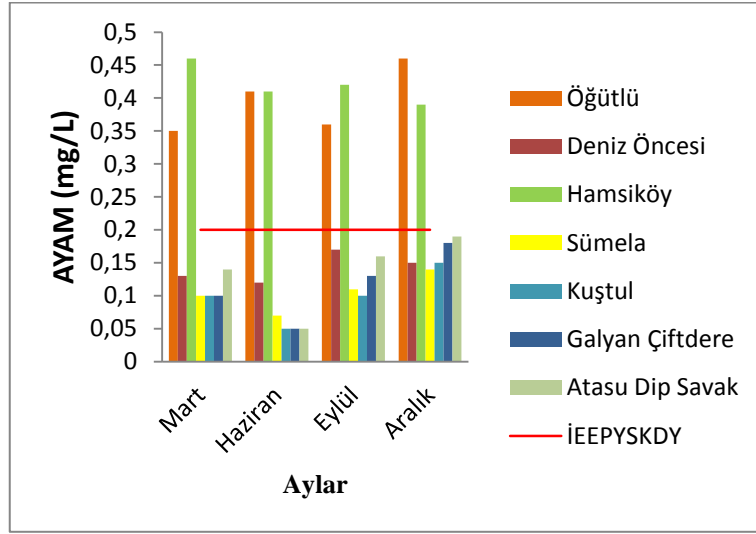
3.18. AYAM Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen AYAM verileri Tablo 3.18’de verilmektedir. AYAM parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.18. AYAM sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	0,1	<0,05	0,1	0,15
Galyan-Çiftdere	0,1	<0,05	0,13	0,18
Atasu Dip Savak	0,14	<0,05	0,16	0,19
Hamsiköy	0,46	0,41	0,42	0,39
Sümela	0,10	0,07	0,11	0,14
Öğütlü	0,35	0,41	0,36	0,46
Deniz Öncesi	0,13	0,12	0,17	0,15

Elde edilen Anyonik Yüzey Aktif Madde verileri İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde, yıl boyunca Hamsiköy ve Öğütlü istasyonlarından alınan numunelerin A2 sınıfında, diğer istasyonlardan alınan numunelerin ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. AYAM değerleri (2014)

3.19. Fenol Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Fenol (C_6H_5OH) parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük C_6H_5OH konsantrasyonu 0,001 mg/L'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen C_6H_5OH konsantrasyonu (Tablo 3.19), 0,001 mg/L'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği görülmüştür. İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum C_6H_5OH konsantrasyonu 0,001 mg/L olduğu için yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerin A1 sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.19. Fenol sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Galyan-Çiftdere	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Atasu Dip Savak	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Hamsiköy	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sümela	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Öğütlü	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Deniz Öncesi	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

3.20. Hidrokarbon Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Hidrokarbonlar parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük hidrokarbonlar konsantrasyonu 0,00025 mg/L'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen hidrokarbonlar konsantrasyonu (Tablo 3.20), 0,00025 mg/L'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği. İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum hidrokarbonlar konsantrasyonu 0,05 mg/L olduğu için yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerin A1 sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.20. Hidrokarbon sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Galyan-Çiftdere	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Atasu Dip Savak	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Hamsiköy	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Sümela	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Öğütlü	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Deniz Öncesi	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025

3.21. PAH Sonuçlarının Değerlendirilmesi

PAH parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük PAH konsantrasyonu 0,0001 mg/L'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen PAH konsantrasyonu (Tablo 3.21), 0,0001 mg/L'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği. İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği

maksimum PAH konsantrasyonu 0,0002 mg/L olduğu için yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerin A1 sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.21. PAH sonuçları (mg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Galyan-Çiftdere	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Atasu Dıp Savak	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Hamsiköy	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Sümela	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Öğütlü	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Deniz Öncesi	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

3.22. Pestisit Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Pestisit parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük pestisit konsantrasyonu 0,00025 mg/L'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen pestisit konsantrasyonu (Tablo 3.22), 0,00025 mg/L'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği. İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum pestisit konsantrasyonu 0,0001 mg/L olduğu için yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerin A1 sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.22. Pestisit sonuçları (mg/L)

	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Galyan-Çiftdere	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Atasu Dıp Savak	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Hamsiköy	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Sümela	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Öğütlü	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025
Deniz Öncesi	<0,00025	<0,00025	<0,00025	<0,00025

3.23. Hg Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda elde edilen Hg verileri İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırılmıştır.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük Hg konsantrasyonu 0,04 µg/L'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen Hg konsantrasyonu (Tablo 3.23), 0,04 µg/L'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği. İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum Hg konsantrasyonu 0,5 µg/L ve YSKYY kıstaslarına göre I. Sınıf su kalite sınıfındaki suyun içerebileceği maksimum Hg konsantrasyonu 0,1 µg/L olduğu için yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerin İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu ve YSKYY'ye göre de I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.23. Hg sonuçları (µg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Galyan-Çiftdere	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Atasu Dip Savak	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hamsiköy	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Sümela	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Öğütlü	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Deniz Öncesi	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04

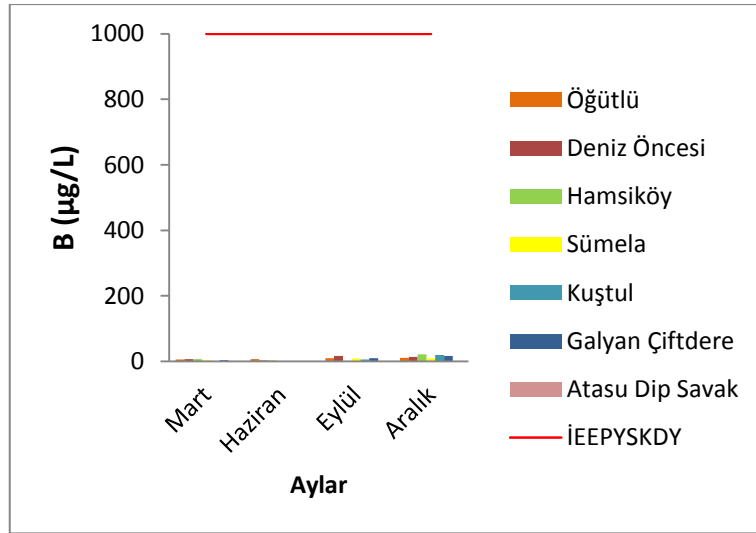
3.24. B Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen B verileri Tablo 3.24'de verilmektedir. B parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.24. B sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	1,17	1,35	6,18	19,69
Galyan-Çiftdere	4,32	1,44	10,06	16,81
Atasu Dip Savak	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Hamsiköy	6,68	2,77	0,02	21,83
Sümela	4,33	1,52	9,15	8,92
Öğütlü	6,34	6,92	10,06	10,84
Deniz Öncesi	6,87	3,40	16,81	14,31

Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen B konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum B konsantrasyonu olan $1000 \mu\text{g/L}$ 'nin oldukça altındadır. Bu nedenle tüm istasyonlardan alınan numunelerin İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmektedir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. B değerleri (2014)

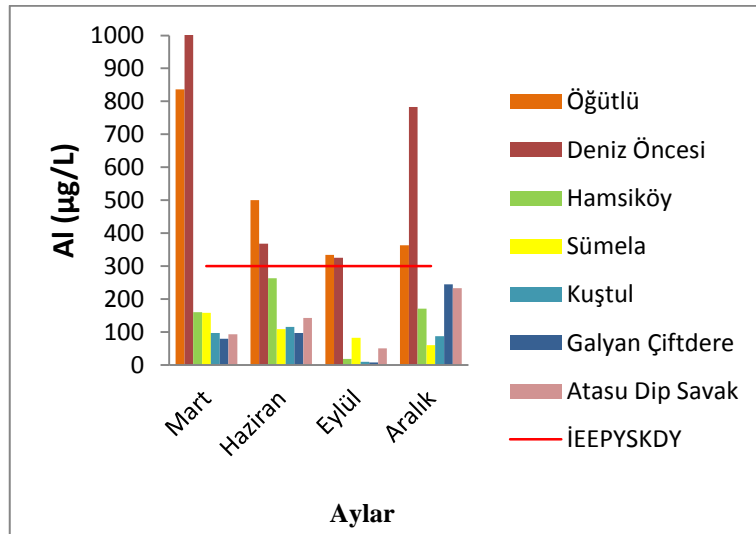
3.25. Al Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Al verileri Tablo 3.25’de verilmektedir. Al parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.25. Al sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	97,00	115,65	9,29	87,43
Galyan-Çiftdere	79,34	97,00	7,86	244,84
Atasu Dip Savak	93,77	142,88	50,16	233,06
Hamsiköy	160,55	262,91	18,69	171,36
Sümela	158,43	109,07	82,20	60,60
Öğütlü	835,88	500,28	334,47	363,79
Deniz Öncesi	1898,41	368,05	325,16	783,24

Ölçülen Al verileri İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde, yıl boyunca Öğütlü ve Deniz Öncesi istasyonlarından alınan numunelerin A2 sınıfında, diğer istasyonlardan alınan numunelerin ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Al değerleri (2014)

3.26. Cr Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Cr parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük Cr konsantrasyonu 1,62 µg/L'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen Cr konsantrasyonu (Tablo 3.26), 1,62 µg/L'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği. İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum Cr konsantrasyonu 50 µg/L'dir. Bu nedenle yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerdeki Cr konsantrasyonunun İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmiştir.

Tablo 3.26. Cr sonuçları (µg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<1,62	<1,62	<1,62	<1,62
Galyan-Çiftdere	<1,62	<1,62	<1,62	<1,62
Atasu Dip Savak	<1,62	<1,62	<1,62	<1,62
Hamsiköy	<1,62	<1,62	<1,62	<1,62
Sümela	<1,62	<1,62	<1,62	<1,62
Öğütlü	<1,62	<1,62	<1,62	<1,62
Deniz Öncesi	<1,62	<1,62	<1,62	<1,62

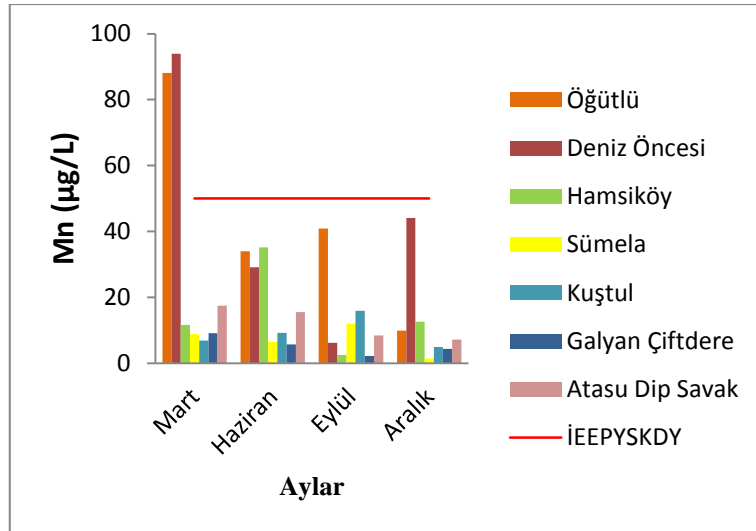
3.27. Mn Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Mn verileri Tablo 3.27'de verilmektedir. Mn parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.27. Mn sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	6,87	9,21	15,94	4,92
Galyan-Çiftdere	9,09	5,78	2,23	4,34
Atasu Dip Savak	17,47	15,51	8,42	7,19
Hamsiköy	11,69	35,12	2,58	12,61
Sümela	8,84	6,52	12,04	1,48
Öğütlü	88,10	33,96	40,94	9,88
Deniz Öncesi	93,91	29,19	6,19	44,15

Ölçülen Mn verileri İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde, Mart ayında Öğütlü ve Deniz Öncesi istasyonlarından alınan numunelerin A2 sınıfında, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında alınan numunelerin ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir. Diğer istasyonlardan yıl boyunca alınan numunelerin de A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Mn değerleri (2014)

3.28. Co Sonuçları ve Değerlendirilmesi

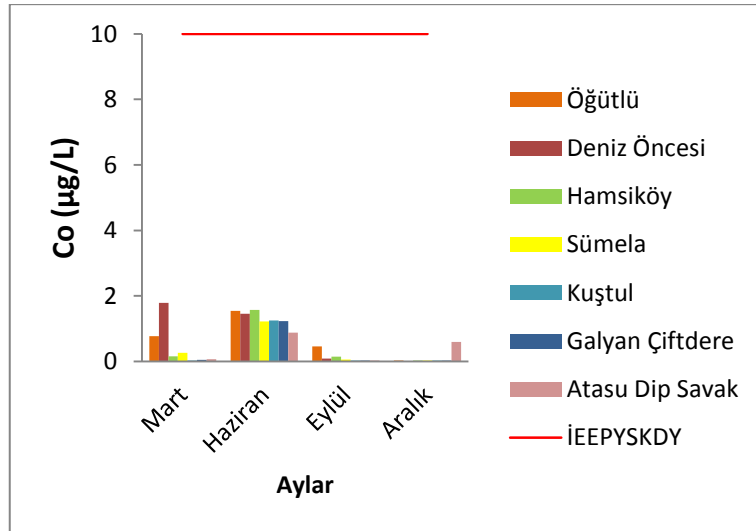
Tüm istasyonlarda ölçülen Co verileri Tablo 3.28’de verilmektedir. Co parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY

kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.28. Co sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<0,03	1,23	<0,03	<0,03
Galyan-Çiftdere	0,05	1,23	<0,03	<0,03
Atasu Dip Savak	0,07	0,88	<0,03	0,61
Hamsiköy	0,16	1,58	0,15	<0,03
Sümela	0,27	1,22	0,06	<0,03
Öğütlü	0,77	1,55	0,46	<0,03
Deniz Öncesi	1,79	1,45	0,09	<0,03

Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen Co konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum Co konsantrasyonu olan $10 \mu\text{g/L}$ 'nin oldukça altındadır. Bu nedenle tüm istasyonlardan alınan numunelerin İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmektedir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Co değerleri (2014)

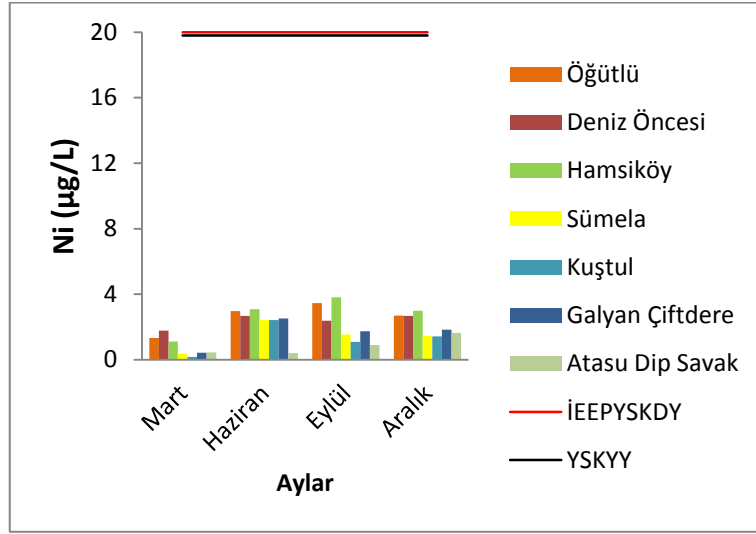
3.29. Ni Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Ni verileri Tablo 3.29’da verilmektedir. Ni verileri İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.29. Ni sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	0,17	2,42	1,09	1,44
Galyan-Çiftdere	0,44	2,52	1,74	1,83
Atasu Dip Savak	0,45	0,42	0,91	1,64
Hamsiköy	1,13	3,09	3,82	2,99
Sümela	0,37	2,42	1,55	1,44
Öğütlü	1,34	2,97	3,46	2,69
Deniz Öncesi	1,79	2,69	2,39	2,69

Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen Ni konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun ve YSKYY kıstaslarına göre I. Sınıf su kalite sınıfındaki suyun içerebileceği maksimum Ni konsantrasyonu olan $20 \mu\text{g/L}$ 'nin oldukça altındadır. Bu nedenle tüm istasyonlardan alınan numunelerin İEEPYSKDY’ye göre A1 sınıfında olduğu ve YSKYY’ne göre de I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmektedir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Ni değerleri (2014)

3.30. Cu Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Cu verileri Tablo 3.30'da verilmektedir. Cu verileri İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 3.23).

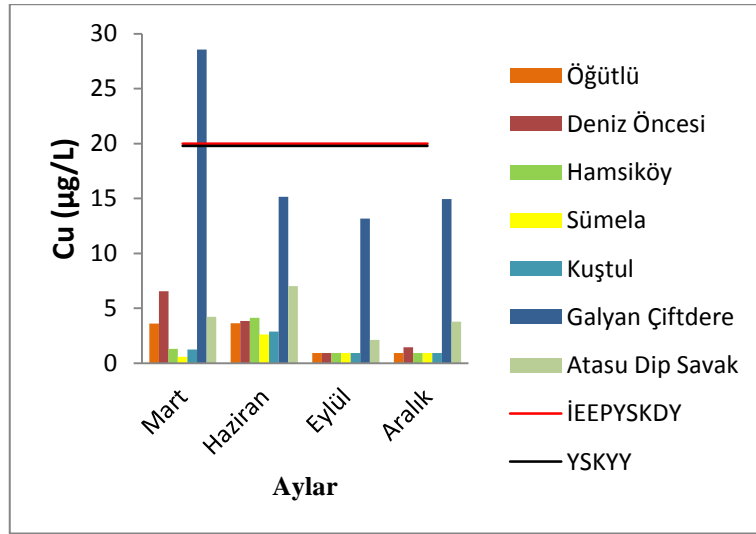
Tablo 3.30. Cu sonuçları (µg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	1,24	2,89	<0,94	<0,94
Galyan-Çiftdere	28,57	15,15	13,18	14,95
Atasu Dip Savak	4,24	7,03	2,14	3,8
Hamsiköy	1,32	4,14	<0,94	<0,94
Sümela	<0,94	2,64	<0,94	<0,94
Öğütlü	3,61	3,65	<0,94	<0,94
Deniz Öncesi	6,56	3,84	<0,94	1,47

Mart ayında Galyan-Çiftdere istasyonundan alınan numunede ölçülen Cu konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde A2 sınıfında ve YSKYY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde de II. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir. Haziran, Eylül ve Aralıkta alınan su numunelerinin ise İEEPYSKDY

kıstaslarına göre değerlendirildiğinde A1 sınıfında ve YSKYY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde de I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Diğer istasyonlardan yıl boyunca alınan numunelerde ölçülen Cu konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde A1 sınıfında ve YSKYY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde de I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmektedir.



Şekil 3.23. Cu değerleri (2014)

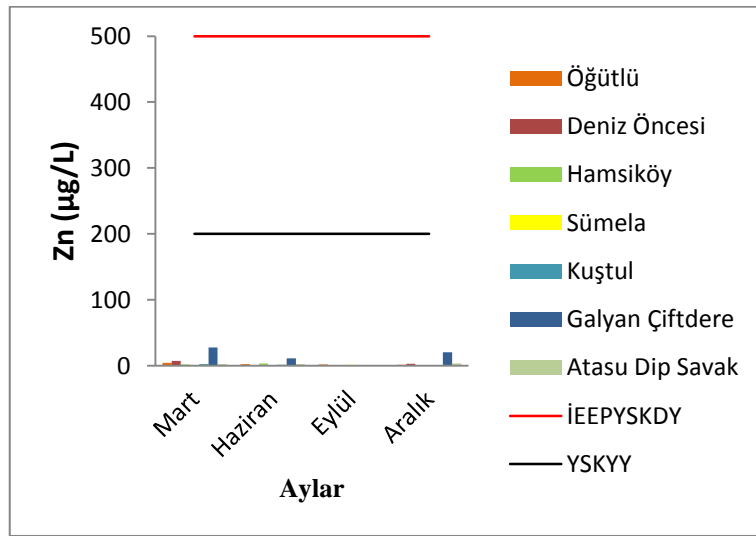
3.31. Zn Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Zn verileri Tablo 3.31'de verilmektedir. Zn verileri İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 3.24).

Tablo 3.31. Zn sonuçları (µg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	2,89	1,28	1,15	0,27
Galyan-Çiftdere	27,80	11,29	<0,90	20,22
Atasu Dip Savak	2,48	2,45	<0,90	3,54
Hamsiköy	1,75	3,34	<0,90	<0,90
Sümela	<0,90	<0,90	1,31	0,24
Öğütlü	4,55	2,40	1,99	1,39
Deniz Öncesi	7,13	<0,90	<0,90	3,02

Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen Zn konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum Zn konsantrasyonu olan 500 $\mu\text{g/L}$ 'nin ve YSKYY kıstaslarına göre I. Sınıf su kalite sınıfındaki suyun içerebileceği maksimum Zn konsantrasyonu olan 200 $\mu\text{g/L}$ 'nin oldukça altındadır. Bu nedenle tüm istasyonlardan alınan numunelerin İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu ve YSKYY'ne göre de I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmektedir.



Şekil 3.24. Zn değerleri (2014)

3.32. Cd Sonuçları ve Değerlendirilmesi

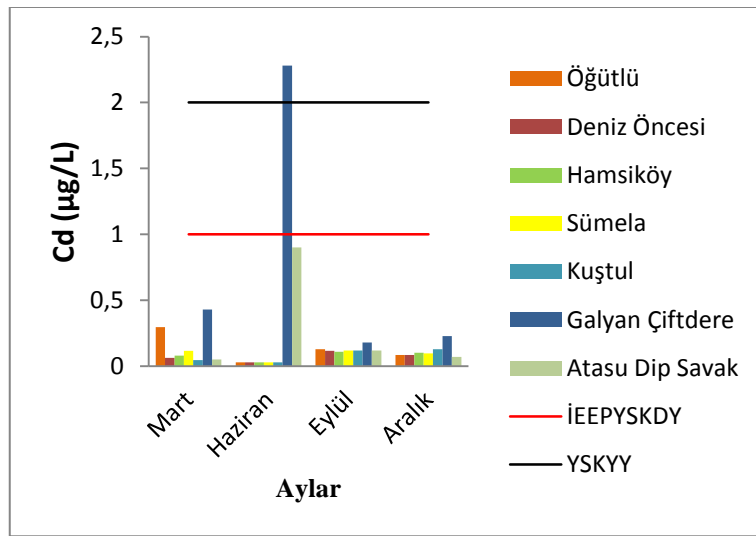
Tüm istasyonlarda ölçülen Cd verileri Tablo 3.32'de verilmektedir. Cd verileri İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 3.25).

Tablo 3.32. Cd sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	0,05	<0,03	0,12	0,13
Galyan-Çiftdere	0,43	2,28	0,18	0,23
Atasu Dip Savak	0,05	0,90	0,12	0,07
Hamsiköy	0,08	<0,03	0,11	0,10
Sümela	0,12	<0,03	0,12	0,09
Öğütlü	0,30	<0,03	0,13	0,08
Deniz Öncesi	0,06	<0,03	0,12	0,08

Haziran ayında Galyan-Çiftdere istasyonundan alınan numunede ölçülen Cd konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde A2 sınıfında ve YSKYY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde de II. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir. Haziran, Eylül ve Aralıkta alınan su numunelerinin ise İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde A1 sınıfında ve YSKYY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde de I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu gözlemlenmektedir.

Diğer istasyonlardan yıl boyunca alınan numunelerde ölçülen Cd konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde A1 sınıfında ve YSKYY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde de I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmektedir.



Şekil 3.25. Cd değerleri (2014)

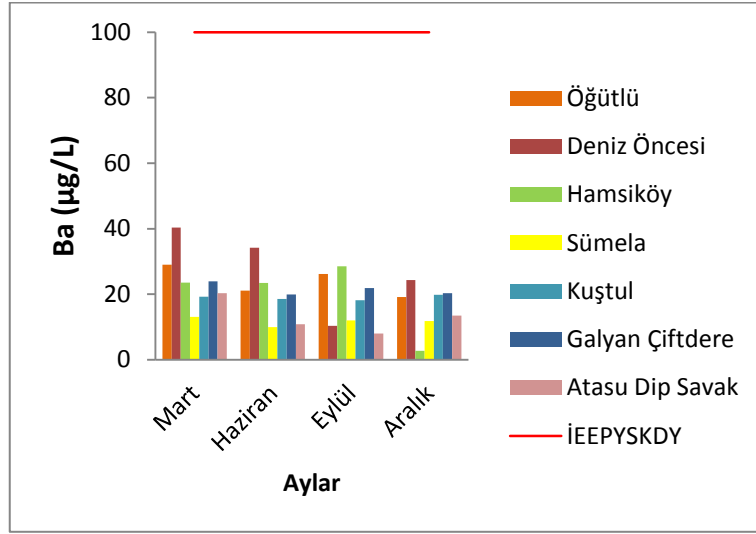
3.33. Ba Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Ba verileri Tablo 3.33’de verilmektedir. Ba parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.33. Ba sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	19,23	18,60	18,19	19,85
Galyan-Çiftdere	23,93	19,93	21,89	20,36
Atasu Dip Savak	20,31	10,88	8,03	13,53
Hamsiköy	23,58	23,47	28,58	2,74
Sümela	13,09	10,00	12,00	11,88
Öğütlü	28,98	21,16	26,15	19,19
Deniz Öncesi	40,37	34,19	10,38	24,34

Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen Ba konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında suyun içerebileceği maksimum Ba konsantrasyonu olan $100 \mu\text{g/L}$ ’nin oldukça altındadır. Bu nedenle tüm istasyonlardan alınan numunelerin İEEPYSKDY’ye göre A1 sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmektedir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Ba değerleri (2014)

3.34. Pb Sonuçları ve Değerlendirilmesi

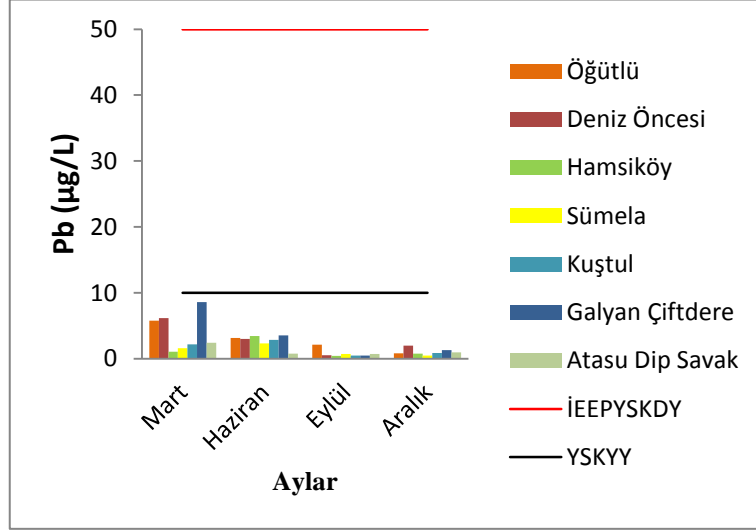
Tüm istasyonlarda ölçülen Pb verileri Tablo 3.34’de verilmektedir. Pb verileri İEEPYSKDY ve YSKYY kıstaslarıyla karşılaştırılmıştır (Şekil 3.27).

Tablo 3.34. Pb sonuçları (µg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	2,17	2,86	0,47	0,90
Galyan-Çiftdere	8,60	3,55	0,48	1,31
Atasu Dip Savak	2,41	0,77	0,73	0,97
Hamsiköy	1,08	3,46	0,43	0,76
Sümela	1,60	2,31	0,75	0,49
Öğütlü	5,79	3,18	2,14	0,81
Deniz Öncesi	6,18	3,01	0,56	2,02

Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen Pb konsantrasyonu İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında yüzeysel suyun içerebileceği maksimum Pb konsantrasyonu olan 10 µg/L’nin altında ve YSKYY kıstaslarına göre I. Sınıf su kalite sınıfındaki yüzeysel suyun içerebileceği maksimum Pb konsantrasyonu olan 50 µg/L’nin oldukça altındadır. Bu nedenle tüm istasyonlardan alınan numunelerin İEEPYSKDY’ye

göre A1 sınıfında olduğu ve YSKYY'ne göre de I. Sınıf su kalite sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmektedir.



Şekil 3.27. Pb değerleri (2014)

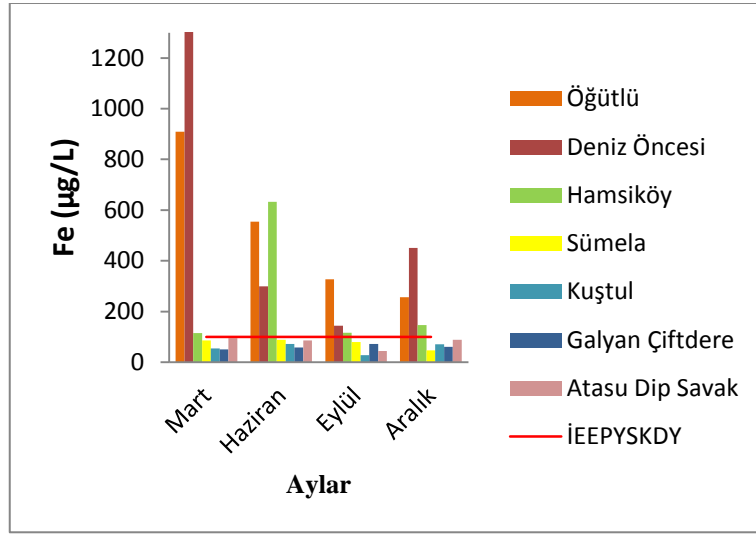
3.35. Fe Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Tüm istasyonlarda ölçülen Fe verileri Tablo 3.35'de verilmektedir. Fe parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Tablo 3.35. Fe sonuçları (µg/L)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştu	53,90	72,31	28,03	70,56
Galyan-Çiftdere	50,16	57,83	72,14	60,52
Atasu Dip Savak	94,68	85,47	44,47	88,09
Hamsiköy	115,11	633,15	116,56	147,06
Sümela	85,81	88,92	80,14	47,37
Öğütlü	909,36	554,98	326,98	257,00
Deniz Öncesi	1547,00	299,57	144,63	450,30

Elde edilen Fe verileri İEEPYSKDY kıstaslarına göre değerlendirildiğinde, yıl boyunca Öğütlü, Deniz Öncesi ve Hamsiköy istasyonlarından alınan numunelerin A2 sınıfında, diğer istasyonlardan alınan numunelerin ise A1 sınıfında olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Fe değerleri (2014)

3.36. As Sonuçları ve Değerlendirilmesi

As parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük As konsantrasyonu 0,34 µg/L'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen As konsantrasyonu (Tablo 3.36), 0,34 µg/L'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği. İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında yüzeysel suyun içerebileceği maksimum As konsantrasyonu 10 µg/L'dir. Bu nedenle yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerdeki As konsantrasyonunun İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmiştir.

Tablo 3.36. As sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<0,34	<0,34	<0,34	<0,34
Galyan-Çiftdere	<0,34	<0,34	<0,34	<0,34
Atasu Dip Savak	<0,34	<0,34	<0,34	<0,34
Hamsiköy	<0,34	<0,34	<0,34	<0,34
Sümela	<0,34	<0,34	<0,34	<0,34
Öğütlü	<0,34	<0,34	<0,34	<0,34
Deniz Öncesi	<0,34	<0,34	<0,34	<0,34

3.37. Se Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Se parametresi, İEEPYSKDY kıstaslarına göre suyun sınıfının belirlenmesi için kullanılmaktadır. YSKYY kıstaslarına göre yüzeysel suların kalitesinin belirlenmesi için kullanılan bir parametre değildir.

Uygulanan analiz yönteminde ölçülebilen en düşük Se konsantrasyonu 0,24 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerde ölçülen Se konsantrasyonu (Tablo 3.37) 0,24 $\mu\text{g/L}$ 'den düşük olduğu için kesin sonuç ölçülemediği için İEEPYSKDY kıstaslarına göre A1 sınıfında yüzeysel suyun içerebileceği maksimum Se konsantrasyonu 10 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Bu nedenle yıl boyunca tüm istasyonlardan alınan numunelerdeki Se konsantrasyonunun İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfında olduğu açıkça gözlemlenmiştir.

Tablo 3.37. Se sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

İstasyon	2014			
	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Kuştul	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24
Galyan-Çiftdere	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24
Atasu Dip Savak	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24
Hamsiköy	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24
Sümela	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24
Öğütlü	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24
Deniz Öncesi	<0,24	<0,24	<0,24	<0,24

3.38. 1991 Yılı ile 2014 Yılı Verilerinin Karşılaştırılması

2014 yılında elde edilen değerler Trabzon İli'ne içme ve kullanma suyu temini amacıyla kurulan Atasu Barajı'nın planlanma aşamasındaki su kalitesi değerleri ile karşılaştırılmıştır. Kuştul ve Galyan-Çiftdere istasyonları Atasu Barajı'nı besleyen kollar üzerinde olduğu için bu istasyonlardaki sonuçlar DSİ tarafından 1991 yılında hazırlanan "Trabzon Şehri İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temin Projesi Raporu"ndaki değerler ile karşılaştırılmıştır [40].

Atasu Barajı'nı besleyen sağ kol üzerinde Kuştul istasyonu, sol kol üzerinde Galyan-Çiftdere istasyonları bulunmaktadır. Bu kollardan 21.11.1991 ve 18.12.1991 tarihlerinde alınan numuneler analiz edilmiş ve tez kapsamı çalışmasında yapılan analizlerle karşılaştırılmıştır [40].

Kuştul istasyonundan Mart 2014, Haziran 2014, Eylül 2014 ve Aralık 2014'de alınan numunelerdeki analiz sonuçları, Kasım 1991 ve Aralık 1991'de alınan numunelerin sonuçları ile birlikte Tablo 3.1. 'de verilmiştir. Galyan-Çiftdere istasyonundan Mart 2014, Haziran 2014, Eylül 2014 ve Aralık 2014'de alınan numunelerin sonuçları da, Kasım 1991 ve Aralık 1991'deki sonuçlarla Tablo 3.2. 'de verilmiştir.

Tablo 3.38. Kuştul (Sağ Sahil) İstasyonu 1991-2014 yılları karşılaştırma değerleri

PARAMETRE VE BİRİMİ		Numune Dönemi					
		Kasım 1991	Aralık 1991	Mart 2014	Haziran 2014	Eylül 2014	Aralık 2014
pH	(-)	6,7	7,9	7,7	7,84	7,77	7,75
EC	µS/cm	143	145	103	96	161	148
KOİ	mg/L	0	0	<5	6,03	15,4	10,6
AKM	mg/L	30	0	4	41	5	6
NO ₃ ⁻ -N	mg/L	0,90	2,20	1,36	1,61	1,92	2,14
NO ₂ ⁻ -N	mg/L	0	0,0293	0,05	0,02	0,04	0,001
SO ₄ ⁻	mg/L	25,4	9,6	15,86	9,89	18,09	11,1
Fe	µg/L	100	50	53,90	72,31	28,03	70,56
Mn	µg/L	0	0	6,87	9,21	15,94	4,92

Atasu Barajı'nı besleyen sol koldan alınan numunedeki 1991 yılı değerleri ile 2014 yılı değerleri karşılaştırıldığında, KOİ değerlerinde fark edilebilir artışlar gerçekleşmiştir. Diğer parametrelerin sonuçlarında fark edilebilir değişimler gerçekleşmemiştir.

Tablo 3.39. Galyan-Çiftdere (Sol Sahil) istasyonu 1991-2014 yılları karşılaştırma değerleri

PARAMETRE VE BİRİMİ		Numune Dönemi					
		Kasım 1991	Aralık 1991	Mart 2014	Haziran 2014	Eylül 2014	Aralık 2014
pH	(-)	7,1	7,9	7,84	8,00	7,89	7,85
EC	µS/cm	234	223	142,2	132,4	230	163
KOİ	mg/L	0	0	<5	6,82	<5	8,59
AKM	mg/L	40	80	<2	11	<2	7
NO ₃ ⁻ -N	mg/L	0,55	1,45	0,50	0,81	1,32	1,59
NO ₂ ⁻ -N	mg/L	0	0,0153	0,05	0,02	0,04	0,0001
Sülfat	mg/L	11,5	27	17,95	7,79	17,53	19,53
Demir	µg/L	50	100	50,16	57,83	72,14	60,52
Mangan	µg/L	0	0	9,09	5,78	2,23	4,34

1991 yılı değerleri ile 2014 yılı değerleri karşılaştırıldığında, KOİ değerlerinde fark edilebilir artışlar gerçekleşmiştir. Diğer parametrelerin sonuçlarında fark edilebilir değişimler gerçekleşmemiştir.

4. SONUÇLAR

2014 yılında Değirmendere ve kollarında 7 istasyonda mevsimsel numunelerin sonuçları SÇD'ne göre yenilenen Türkiye yüzeysel su kaynakları mevzuatına göre değerlendirilmiştir. Tüm numunelerde İEEPYSKDY ve YSKYY'de belirtilen fizikokimyasal 38 parametrenin analizi yapılmıştır.

Sıcaklık, EC, Renk, Koku, BOI_5 , NO_3^- -N, SO_4^- , Cl⁻, CN⁻, Fenoller, Hidrokarbonlar, PAH, Pestisitler, Hg, B, Cr, Co, Ni, Zn, Cd, Ba, Pb, As ve Se'da ki analiz sonuçları İEEPYSKDY'ye göre A1 sınıfı, YSKYY'ye göre I. Sınıf su kalite sınıfındadır.

pH, DO, KOİ, TOK, NH_3 -N, NO_2^- -N, TKN, TP, F⁻, AYAM, Al, Mn, Cu, Cd ve Fe'de ki sonuçlar ise genellikle İEEPYSKDY'ye göre A2 ve YSKYY'ye göre II. Sınıf su kalitende, kısmen İEEPYSKDY'ye göre A3 ve YSKYY'ye göre III. veya IV. sınıf su kalite sınıfındadır.

pH'ya göre Deniz Öncesi'nden Mart 2014'deki numune İEEPYSKDY'ye göre A2, YSKYY'ye göre de III. Sınıf su kalitesindedir.

DO'ya göre Öğütlü, Deniz Öncesi ve Atasu Dip Savak istasyonlarında 2014 yılındaki numuneler YSKYY'ye göre II. Sınıf su kalitesindedir.

KOİ'ye göre Kuştu istasyonunda Eylül 2014'de ki numune İEEPYSKDY'ye göre A2, YSKYY'ye göre de II. Sınıf su kalitesindedir.

TOK'a göre Deniz Öncesi ve Hamsiköy istasyonlarında Mart 2014 ve Haziran 2014'deki numuneler İEEPYSKDY'ye göre A2 su kalitesi sınıfındadır.

NH_3 -N değerleri her istasyonda Haziran ayında, Hamsiköy ve Sümela'da Eylül 2014'de, Öğütlü, Deniz Öncesi, Hamsiköy, Sümela, Kuştu, ve Atasu Dip Savak'da Aralık 2014'de ve Deniz Öncesi'nde Mart 2014'de ki numuneler İEEPYSKDY'ye göre A2 su kalitesi sınıfındadır. Öğütlü'de Eylül 2014 ve Aralık 2014'de Sümela'da Haziran 2014'deki numuneler de YSKYY'ye göre II. Sınıf su kalitesindedir.

NO_2^- -N değerleri Deniz Öncesi, Sümela ve Atasu Dip Savak'da Mart 2014'de, Öğütlü, Deniz Öncesi, Hamsiköy ve Sümela'da Eylül 2014'de Hamsiköy'de Aralık 2014'deki numuneler YSKYY'ye göre IV. Sınıf su kalitesindedir. Öğütlü, Hamsiköy, Kuştu ve Galyan-Çiftdere'de Mart 2014'de Öğütlü, Hamsiköy, Sümela, Kuştu, Galyan-Çiftdere ve Atasu Dip Savak'da Haziran 2014'de Kuştu, Galyan-Çiftdere ve Atasu Dip Savak'da Eylül 2014'de ki numuneler YSKYY'ye göre III. Sınıf su kalitesindedir.

TKN sonuçlarına Deniz Öncesi'den Aralık ayında alınan numune İEEPYSKDY'ye göre A2 sınıfında, YSKYY'ye göre de III. Sınıf su kalite sınıfındadır. Deniz Öncesi, Sümela, Kuştul ve Galyan-Çiftdere'den Mart ayında Öğütlü, Deniz Öncesi, Sümela, Kuştul ve Galyan-Çiftdere'den Haziran ayında ve Deniz Öncesi'nden Eylül ayında alınan numuneler YSKYY'ye göre II. Sınıf su kalite sınıfındadır.

TP sonuçlarına göre Deniz Öncesi ve Atasu Dip Savak'dan Mart ayında, Öğütlü, Deniz Öncesi, Hamsiköy, Kuştul, Galyan-Çiftdere ve Atasu Dip Savak'dan Haziran ayında, Deniz Öncesi ve Atasu Dip Savak'dan Eylül ayında alınan numuneler YSKYY'ye göre II. Sınıf su kalite sınıfındadır. Deniz Öncesi ve Atasu Dip Savak'dan Aralık ayında alınan numuneler de III. Sınıf su kalite sınıfındadır.

F sonuçlarına göre Değirmendere ve kollarından Mart ayında alınan numuneler İEEPYSKDY'ye göre A2 sınıfındadır.

Anyonik yüzey aktif madde sonuçlarına göre Öğütlü ve Hamsiköy'den 2014 yılı boyunca alınan numuneler İEEPYSKDY'ye göre A2 sınıfındadır.

Al sonuçlarına göre Öğütlü ve Deniz Öncesi'nden 2014 yılı boyunca alınan numuneler İEEPYSKDY'ye göre A2 sınıfındadır.

Mn sonuçlarına göre Öğütlü ve Deniz Öncesi'nden Mart ayında alınan numuneler İEEPYSKDY'ye göre A2 sınıfındadır.

Cu sonuçlarına göre Galyan-Çiftdere'den Mart ayında alınan numune İEEPYSKDY'ye göre A2, YSKYY'ye göre de II. Sınıf su kalite sınıfındadır.

Cd sonuçlarına göre Galyan-Çiftdere'den Haziran ayında alınan numune İEEPYSKDY'ye göre A2, YSKYY'ye göre de II. Sınıf su kalite sınıfındadır.

Fe sonuçlarına göre Öğütlü, Deniz Öncesi ve Hamsiköy'den 2014 yılı boyunca alınan numuneler İEEPYSKDY'ye göre A2 sınıfındadır.

1991 yılı ile 2014 yılı analizlerinin karşılaştırılmasında KOİ'nin yıllar içerisinde daha da arttığı görülmüştür.

5. ÖNERİLER

Trabzon İli'ne içme suyu sağlayan Değirmendere Havzası üzerinde belirlenen 7 istasyondan 2014 yılı boyunca 3 ayda bir mevsimsel su numuneleri alınmıştır. Bu su numuneleri üzerinde İEEPYSKDY ve YSKYY'de kategorilere göre su kalite sınıfları için belirlenen fizikokimyasal parametrelerin tamamının analizi yapılmıştır. Ancak İEEPYSKDY'de kategorilere göre su kalite sınıfları için belirlenen mikrobiyolojik analizler ile YSKYY'de belirlenen biyolojik, hidromorfolojik, ve bazı genel kimyasal kalite unsurları parametrelerinin analizleri yapılmamıştır. Özellikle YSKYY kapsamında yüzeysel su kütlelerinin sınıflandırma şemasında kullanılan biyolojik, hidromorfolojik ve genel kimyasal kalite unsurlarının tamamının analizlerinin yapılması gereklidir. Hidrobiyolojik kalite unsurlarının belirlenebilmesi için konusunda uzman hidrobiyologlarla çalışma grupları oluşturulmalıdır.

Çalışma kapsamında analizleri yapılan 38 fizikokimyasal parametrenin 31'i uluslararası geçerliliği olan yöntemler ile yapılmıştır. KOİ, TP, CN⁻, AYAM ve Fenol analizleri küvet test yöntemi ile koku parametresinin analizi de kişinin hissetmesi şeklinde değerlendirilmiştir. Yapılan deneylerde en geçerli olan yöntem laboratuvar yöntemleridir. Türkiye için çok yeni sayılabilecek birçok genel kimyasal parametre analizinin yapılabilmesi için deney metodlarında uluslararası standartların referans olduğu su laboratuvarları kurulmalıdır.

Çalışma kapsamında, belirtilen her istasyondan 3 ayda 1 kez olmak üzere 2014 yılı boyunca her seferinde aynı noktadan olmak üzere 4 numune alınmıştır. Su kalite parametrelerin daha iyi takibi için akarsuyun bütüncül değerlendirmeye tabi tutulması, numune alımlarının akarsu üzerindeki deşarjlarının dikkate alınarak yapılması şarttır. Noktasal ve alansal kirlilik kaynaklarının çok iyi analiz edilmesi gereklidir. Bundan dolayı da akarsuların önem derecelerine göre online ölçüm istasyonlarının veya 24 saatlik kompozit numune alınabilecek istasyonlar kurulmalıdır.

2014 yılında yapılan çalışmanın bütününde azot miktarı değişken olup çok fazla zamanlarda yönetmeliklerdeki karşılaştırma değerlerinin üzerinde çıktığı ve su kalitesinin II, III ve IV. Sınıf olduğu tespit edilmiştir. Buda azotun kaynağının araştırılması ve sahanın da daha fazla kontrol altına alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu konuda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve diğer yönetmeliklere çok sıkı uyulması gerekmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen 7 istasyonda Cu ve Cd ağır metallerinin Galyan-Çiftdere istasyonunda diğer istasyonlardan oldukça yüksek olması sebebiyle, Galyan deresinin su toplama alanında Cu ve Cd'a neden olabilecek muhtemel kaynaklar daha hassas araştırılmalıdır.

Havza'daki muhtemel kirlilik kaynaklarından biri de karayolu ulaştırmasıdır. Ulaştırma araçlarından oluşan kirlilik kaynakları da araştırılmalıdır.

Değirmendere gibi debisi yüksek bir akarsuyun kirlilik parametrelerinin takip edilmesi ile bu akarsuyun sağ ve sol sahilindeki endüstri ve sanayi tesislerinin deşarjlarının da kontrol edilmesi sağlanır. Bu sayede bu akarsuyun döküldüğü Karadeniz'de kirliliğe neden olabilecek kirlilik parametreleri kontrol altına alınabilir ve Karadeniz'deki su kalitesi iyileşmeler sağlanır. Bu şekilde Trabzon sahili de eğlenme ve dinlenme maksadı ile su sporlarına açılabilir ve denizden ekonomik faydalar sağlanmalıdır.

Akarsu su kalitesinin korunması için uygulanacak yöntemler ile de içme ve kullanma suyu artırılması daha ekonomik ve sağlıklı hale getirilmelidir.

Akarsularda su kalitesinin iyileştirilmesi veya sürekliliğinin sürdürülebilir olması için, yapılan ıslah çalışmalarında kullanılan inşa malzemeleri hidrobiyolojik çalışmalar dikkate alınarak seçilmeli ve bu malzemelerin biyolojik olmasına dikkat edilmelidir.

1991 yılı ile 2014 yıllarında yapılan su analizi çalışmalarında KOİ değerinin arttığı görülmüş ve bu artışın bu yıllar arasında bölgedeki insan aktiviteleri sonucu olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla bölgedeki kirliliğe neden olan sebepler araştırılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

1. T.C. Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2014.
2. The United Nations World Water Development Report 2, Water: a shared responsibility, United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, 2006.
3. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ulusal Su Kalitesi Yönetimi Strateji Belgesi (2012-2023), Ankara, 2012.
4. T.C. Resmi Gazete, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, (28483), 30.11.2012.
5. Uçar, İ., Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
6. Bulut, N., V., Trabzon Kalyan Akarsuyunun Su Kalitesinin Araştırılması ve Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
7. T.C. Resmi Gazete, İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik. (28338), 29.06.2012.
8. <http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/%C3%87KL%20Yeni/Fiziksel%20%C3%96l%C3%A7%C3%BCm%20Y%C3%B6ntemleri.pdf> Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Çevre Kimyası Laboratuvarı Dersi Föyleri, 28.03.2014.
9. Guidelines for Drinking-Water Quality, World Health Organization, Geneva, 2008.
10. Peker, İ., Çevre Mühendisliği Kimyası, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2007
11. Parameters of Water Quality, Interpretation and Standards, Environmental Protection Agency, Ireland, 2001.
12. http://kanser.gov.tr/Dosya/Bilgi-Dokumanlari/raporlar/Nitrat_ve_Kanser.pdf Nitratlar ve Nitritler. 28.03.2015
13. http://www.yildiz.edu.tr/~filhan/Amonyak_Azotu_ve_TKN.pdf YTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, Amonyak ve TKN Deneyi Laboratuvar Föyleri. 28.03.2015

14. Dursun, Ş., Karataş, M. ve Öztürk, E., Konya İl Merkezindeki Kuyu İçme Sularının Florür Seviyelerinin Tespit Edilmesi.
fendergisi.selcuk.edu.tr/fen/article/download/154/153, 29.03.2015.
15. Köleli, M., İbrahim, B. ve Karadurmuş, E., İçme Sularında Sülfat Giderilmesi.
http://cevre.club.fatih.edu.tr/webyeni/konfreweb/2008_pdf/sayfa309.pdf, 29.03.2015
16. <http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userAnnouncementsFiles/dosyaf33e88b9793cf98ffe2a33fa94c840a6.pdf> YTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, Anyonik Yüzey Aktif Madde Tayini, 29.03.2015.
17. Karakaya, M. ve Boyraz, N., Gıda Kirlenmesinde Pestisitler ve Korunma Yolları.
<https://www.ekoloji.com.tr/resimler/4-3.pdf>, 30.03.2015
18. Yamada, K., Metal Ions in Life Sciences, Chapter 9: Cobalt: Its Role in Health and Disease, Springer Science+Business Media Dordrecht, 2013.
19. TS EN ISO 5667-1, Su kalitesi - numune alma - Bölüm 1: Numune alma programlarının ve numune alma tekniklerinin tasarımına dair kılavuz, Nisan 2008.
20. TS EN ISO 5667-3, Su kalitesi - numune alma - Bölüm:3 Su numunelerinin muhafaza, taşıma ve depolanması için kılavuz (ISO 5667-3:2012), Haziran 2013.
21. TS ISO 5667-6, Su kalitesi – akarsulardan numune alma – Bölüm 6 : Akarsulardan numune alma kılavuzu, Mart 1997.
22. Rice, W., E., Baird, B., R., Eaton, D., A. ve Clesceri, S., L., Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater 21th Edition 2005/2550, APHA, AWWA, WEF, 2005, 2-61.
23. TS EN ISO 10523, Su kalitesi – pH tayini (ISO 10523:2008), Haziran 2012.
24. TS 9748 EN 27888, Su kalitesi – elektriksel iletkenlik tayini, Nisan 1996.
25. TS EN ISO 5814, Su kalitesi – Çözünmüş oksijen tayini – Elektrokimyasal sonda metodu (ISO 5814:2012), Nisan 2013.
26. TS EN ISO 7887, Su kalitesi – Su renginin muayene ve tayini (ISO 7887:2011), Nisan 2012.
27. Rice, W., E., Baird, B., R., Eaton, D., A. ve Clesceri, S., L., Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater 21th Edition 2005/2150, APHA, AWWA, WEF, 2005, 2-11.

28. Rice, W., E., Baird, B., R., Eaton, D., A. ve Clesceri, S., L., Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater 21th Edition 2005/5210B, APHA, AWWA, WEF, 2005, 5-2.
29. TS 8195 EN 1484, Su kalitesi – toplam organik karbon (TOK) ve çözünmüş organik karbon (ÇOK) tayin kılavuzu, Nisan 2000.
30. Doğrul, T., İnrümental Analiz, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayın No:28, Ankara, 1995.
31. TS EN ISO 14911, Su kalitesi – Su ve atıksularda çözünmüş Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} ve Ba^{+2} nin tayini – İyon kromatografisi metodu, Nisan 2000.
32. Gündüz, T., İnrümental Analiz, Gazi Kitapevi, 7. Baskı, Ankara, 1227-1230, 2004.
33. TS EN ISO 9377-2, Su kalitesi – Hidrokarbon yağ indeksinin tayini – Bölüm 2: Çözücü ekstrasyon ve gaz kromatografisi yöntemi, Mart 2002.
34. <http://www.analitik.hacettepe.edu.tr/Demolar/kromatografi.pdf>
Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC), 09.04.2015.
35. Method 550.1, Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in drinking water by liquid-solid extraction and HPLC with coupled ultraviolet and fluorescence detection, Environmental Monitoring Systems Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio, July 1990.
36. https://www.selcuk.edu.tr/ileri_arge/birim/web/sayfa/ayrinti/5875/tr
Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürlüğü, ICP-MS, 13.04.2015
37. Method 200.8, Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma – Mass spectrometry, Revision 5.5, National Exposure Research Laboratory (Formerly Environmental Monitoring Systems Laboratory) Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, October 1999.
38. Wang, C., ve Morrison R. J., Phosphorus specification and changes with dept in the sediment of Lake Illawara, New South Wales, Australia, Environ Earth Sci, 71 (2014) 3529–3541
39. Tchobanoglous, G., Burton, F., L., Stensel, H., D., Wastewater Engineering Treatment and Reuse, Fourth Edition, McGraw-Hill Companies, New York, 2004, 63-65.

40. Trabzon Şehri İçme Kullanma ve Endüstri Suyu Temin Projesi, Planlama Raporu, DSİ 22. Bölge Müdürlüğü, Aralık, 1991.
41. T.C. Resmi Gazete, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. (25687), 31.12.2004.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Trabzon Of'ta doğdu. Hayrat İlçesi Yarı Köyü Hasan Umur İlkokulu'nda başladığı öğrenim hayatını, İsmetpaşa İlköğretim Okulu, Erdoğan İlköğretim Okulu, Kanuni Anadolu Lisesi ile devam ettirdi. 2002 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden 2007 yılında mezun oldu. 2007-2008 yıllarında evsel ve endüstriyel nitelikli atıksu arıtma tesisi projelendirme, inşaat, işletme ve danışmanlık konularında uzman İstanbul merkezli Çev-Ar Mühendislik Arıtım Tekn. İnş. San. Tic. Ltd. Şti'nin ulusal ve uluslararası projelerinde koordinatör olarak çalıştı. 2008 yılında tamamladığı askerlik görevi sonrası İstanbul merkezli Sistem Yapı İnşaat San. ve Tic. A.Ş.'nin Romanya, Bulgaristan ve Konya projelerinde arıtma tesisi işletme mühendisi olarak çalıştı. 2010 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı Rize İl Müdürlüğü'ne Çevre Mühendisi olarak atandı. 2011 yılında bakanlıkların yeniden yapılandırılması sonucu oluşan Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar 12. Bölge Müdürlüğü'ne (Rize) Çevre Mühendisi olarak atandı. Buradaki kısa süreli görevinin ardından 2012 yılında Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'ne (Trabzon) Çevre Mühendisi olarak atanan Serkan ÖZBEKTAŞ, halen görevine devam etmekte olup iyi derecede İngilizce bilmektedir.