

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İŞLETMEDE OLAN BİR HİDRO ELEKTRİK SANTRALİN NEHİR
SUYU KALİTESİNE ETKİSİ**

Hayati AKYÜZ

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Aziz ŞENCAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016**



© 2012 [Hayati AKYÜZ]

TEZ ONAYI

Hayati AKYÜZ tarafından hazırlanan “İşletmede Olan Bir Hidro Elektrik Santralin Nehir Suyu Kalitesine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Yrd.Doç.Dr. Aziz ŞENCAN



Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Mehmet KILIÇ



Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr. Murat SOLAK



Düzce Üniversitesi

Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Hayati AKYÜZ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Su Kalitesi Kavramı.....	2
1.2. Akarsularda Kalite İzleme Çalışmaları.....	4
1.3. Su Kalite Parametreleri.....	7
1.3.1. Sıcaklık.....	7
1.3.2. pH.....	7
1.3.3. Toplam çözünmüş madde.....	8
1.3.4. Sodyum (Na).....	8
1.3.5. Klorür iyonu (Cl).....	8
1.3.6. Nitrat ve Nitrit (NO ₃ – NO ₂).....	9
1.3.7. Florür (F).....	9
1.3.8. Sülfat iyonu (SO ₄ ²⁻).....	9
1.3.9. Çözünmüş oksijen.....	10
1.3.10. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ).....	10
1.3.11. Renk.....	11
1.3.12. Yüzey aktif maddeler.....	11
1.3.13. Kimyasal oksijen ihtiyacı.....	11
1.3.14. Fenolik maddeler.....	12
1.3.15. Toplam fosfor (P).....	12
1.3.16. Amonyum (NH ₄).....	12
1.3.17. Kurşun (Pb).....	13
1.3.18. Çinko (Zn).....	13
1.3.19. Krom (Cr).....	13
1.3.20. Mangan (Mn).....	14
1.3.21. Demir (Fe).....	14
1.3.22. Bakır (Cu).....	14
1.3.23. Kadmiyum (Cd).....	15
1.3.24. Kobalt (Co).....	15
1.3.25. Nikel (Ni).....	15
1.3.26. Alüminyum (Al).....	16
1.3.27. Arsenik (Ar).....	16
1.3.28. Selenyum (Se).....	16
1.3.29. Bor (B).....	16
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	17
3. MATERYAL VE METOT.....	23
3.1. Araştırma Alanı ve Örnekleme Noktalarının tanımlanması.....	23
3.2. Deneysel Çalışmalar.....	26
3.3. İstatistiksel Veri Değerlendirme Yöntemleri.....	27
3.3.1. Hazen yönteminin uygulama adımları.....	27

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Sıcaklık.....	30
4.2. pH.....	31
4.3. Toplam Çözünmüş Katı Madde.....	32
4.4. Sodyum (Na).....	33
4.5. Klorür (Cl).....	34
4.6. Sülfat (SO ₄).....	36
4.7. Nitrat Azotu (NO ₃ -N).....	37
4.8. Nitrit Azotu (NO ₂ -N).....	38
4.9. Amonyum Azotu(NH ₄ -N).....	39
4.10. Florür (F).....	40
4.11. Çözünmüş Oksijen (O ₂).....	41
4.12. Biyolojik Oksijen İhtiyacı.....	42
4.13. Renk (Pt-Co).....	43
4.14. Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	45
4.15. Fenol (C ₆ H ₆ O).....	46
4.16. Toplam Fosfor (P).....	47
4.17. Anyonik Sürfaktanlar.....	48
4.18. Toplam Kurşun (Pb).....	49
4.19. Toplam Çinko (Zn).....	50
4.20. Toplam Krom (Cr).....	51
4.21. Toplam Mangan (Mn).....	52
4.22. Toplam Demir (Fe).....	53
4.23. Toplam Bakır (Cu).....	54
4.24. Toplam Kadmiyum (Kd).....	55
4.25. Toplam Kobalt (Co).....	56
4.26. Toplam Nikel (Ni).....	57
4.27. Toplam Alüminyum (Al).....	58
4.28. Toplam Arsenik (Ar).....	59
4.29. Toplam Selenyum (Se).....	60
4.30. Toplam Bor (B).....	61
4.31. HES'lerin İnşaat ve İşletme Aşamasındaki Çevresel Durumları.....	64
4.31.1. Hidro elektrik santrallerinde inşaat aşamasında yapılan çalışmalar.....	65
4.31.1.1. Su alma yapısı (Regülatör) inşaatı.....	65
4.31.1.2. Su iletim hattı inşaatı.....	66
4.31.1.3. Yükleme havuzu inşaatı.....	67
4.31.1.4. Cebri boru inşaatı.....	68
4.31.1.5. Santral binası inşaatı.....	68
4.31.2. İnşaat ve işletme aşamasındaki çevresel etkiler.....	70
4.31.2.1. Bitki örtüsü (Flora) üzerindeki etkileri.....	70
4.31.2.2. Hayvan toplulukları (Fauna) üzerindeki etkileri.....	72
4.31.2.3. Su ve sucul sistem üzerindeki etkisi.....	73
4.31.2.4. Doğal yaşamın devamı için bırakılan su (cansuyu) etkisi.....	74
4.31.2.5. Çevresel akış takibi.....	76
4.31.2.6. Rekreasyon alanların oluşturulması.....	79
4.31.2.7. İnşaatı bitmiş ve işletmede olan bazı HES'lerin zaman içerisindeki durumları.....	80
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	83

KAYNAKLAR	88
EKLER.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	94



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İŞLETMEDE OLAN BİR HİDRO ELEKTRİK SANTRALİN NEHİR SUYU KALİTESİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ

Hayati AKYÜZ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Aziz ŞENCAN

Bu tez çalışmasında; Giresun ili Dereli ilçesinde işletmede bulunan Dereli Regülatörü ve HES'in su kalitesine olan etkisi incelenmiştir. Dereli HES'in su alma yapısı membasından ve santral binasının çıkış suyundan olmak üzere iki örnekleme noktasından düzenli su numunesi alınarak yapılan çalışmalar Trabzon'da bulunan Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğü'nün Akredite olmuş laboratuvarlarında yapılmıştır.

Sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katı madde, sodyum, amonyum azotu, klorür, nitrat azotu, nitrit azotu, florür, sülfat, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, renk, anyonik sülfaktanlar, kimyasal oksijen ihtiyacı, fenol, çözünmüş oksijen, toplam fosfor, nitrat, nitrit, ağır metaller (Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B) gibi su kalite parametreleri incelenmiştir.

Yapılan değerlendirmede 2. istasyondaki (HES Çıkış) kalite parametreleri analiz sonuçlarının 1. istasyondaki (HES Giriş) kalite parametreleri analiz sonuçlarına çok yakın olduğu görülmüş, su kalite parametrelerinden, toplam çözünmüş katı madde, klorür ve çözünmüş oksijen, 1. istasyonda II. sınıf olan değerler 2. istasyonda I. sınıf kalitesine, renk parametresine ise III. sınıf kalitesinden I. sınıf kalitesine geçiş yaptığı saptanmıştır.

İşletmede olan Dereli HES'in su kalitesine, toplam çözünmüş katı madde, klorür, çözünmüş oksijen ve renk parametreleri açısından olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katı madde, sodyum, amonyum azotu, klorür, nitrat azotu, nitrit azotu, florür, sülfat, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, renk, anyonik sülfaktanlar, kimyasal oksijen ihtiyacı, fenol, çözünmüş oksijen, toplam fosfor, nitrat, nitrit, ağır metaller (Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B) gibi incelenen diğer parametreler yönünden ise alıcı ortama bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Giresun, Trabzon, Dereli Regülatörü ve HES, Su Kalitesi,
2016, 94 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EFFECTS OF AN OPERATING HYDROELECTRIC PLANT ON THE RIVER WATER QUALITY

Hayati Akyüz

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences**

Department of Environmental Engineering

Advisor: Assistant Professor Aziz SENCAN

In this study, the effects of the Dereli regulator and HPP in Province Dereli in the city of Giresun on water quality has been examined. Water samples were regularly taken from Dereli HPP spring and central building effluence were analyzed in accredited labs at the State of Water Supply Administration Trabzon Headquarters.

In this thesis study, the probable effects of water quality parameters such as Temperature, pH, Total Decomposed Solid Materials, Sodium, Ammonium nitrogen, Chloride, Nitrate Nitrogen, Nitrite Nitrogen, Flouride, Sulfate, Decomposed Oxygen, Biological Oxygen Need, Color, anionic ssörfaktan, Chemical Oxygen Demand, Total PHospHate, Nitrate, Nitrite, Heavy Metals (Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B) on water quality were measured.

Anlaysia showed that, quality parameters analysis results of Station 2 (HPP effluence) were very close to the results of quality parameter analyses of Station 1 (hydroelectric power plant inlet) and, of all the water quality parameters measured; Total Decomposed Materials, Chloride, and Decomposed Oxygen in Station 1 were found to be second quality while, they were found to be first quality in Station 2 whereas; color was found to switch from third quality to second quality.

Operating Dereli Hydroelectric plant was found to have positive effects on water quality in terms of Total Decomposed Materials, Chloride, Decomposed Oxygen, and Color paramenteres. No effects were found in terms of the parameters such as; Temperature, PH, Total Decomposed Solid Materials, Sodium, Ammonium Nitrate, Chloride, Nitrate Nitrogen, Nitrite Nitrogen, Flouride, Sulfate, Decomposed oxygen, Biological Oxygen Need, Color, Anionic ssörfaktan, Chemical Oxygen need, PHenols, Decomposed Oxygen, Total PHospHor, Nitrate, Nitrite, Heavy Metals ((Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B).

Keywords; Giresun, Trabzon, Dereli Regulator and HPP, Water Quality
2016, 94 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında kıymetli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösterici olan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Aziz ŞENCAN'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleri ile yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Mehmet KILIÇ'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında verilerin kullanılmasında bana yardımcı olan DSİ 22. Bölge Müdürü Sayın Mahmut BERBER'e çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında bilgilerinden yararlandığım mesai arkadaşım Kimyager Perihan KONAKOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan annem, babama ve eşime çok teşekkür ederim.

Hayati AKYÜZ
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Dereli Regulatorü ve HES vaziyet planı.....	23
Şekil 3.2. Dereli Regulatorü ve HES istasyon vaziyet planı	24
Şekil 4.1. Giriş ve çıkış ölçüm sıcaklığı karşılaştırması	30
Şekil 4.2. Giriş ve çıkış pH karşılaştırması	32
Şekil 4.3. Giriş ve çıkış toplam çözünmüş katı madde karşılaştırması.....	33
Şekil 4.4. Giriş ve çıkış sodyum karşılaştırması.....	34
Şekil 4.5. Giriş ve çıkış klorür karşılaştırması	35
Şekil 4.6. Giriş ve çıkış sülfat karşılaştırması.....	36
Şekil 4.7. Giriş ve çıkış nitrat azotu karşılaştırması.....	37
Şekil 4.8. Giriş ve çıkış nitrit azotu karşılaştırması.....	38
Şekil 4.9. Giriş ve çıkış amonyum azotu karşılaştırması.....	39
Şekil 4.10. Giriş ve çıkış florür karşılaştırması	41
Şekil 4.11. Giriş ve çıkış çözünmüş oksijen karşılaştırması	42
Şekil 4.12. Giriş ve çıkış BOİ karşılaştırması.....	43
Şekil 4.13. Giriş ve çıkış renk (Pt-Co) karşılaştırması.....	44
Şekil 4.14. Giriş ve çıkış kimyasal oksijen ihtiyacı karşılaştırması	46
Şekil 4.15. Giriş ve çıkış fenol karşılaştırması	47
Şekil 4.16. Giriş ve çıkış toplam fosfor karşılaştırması.....	48
Şekil 4.17. Giriş ve çıkış anyonik sürfaktanlar karşılaştırması.....	49
Şekil 4.18. Giriş ve çıkış toplam kurşun karşılaştırması.....	50
Şekil 4.19. Giriş ve çıkış toplam çinko karşılaştırması	51
Şekil 4.20. Giriş ve çıkış toplam krom karşılaştırması.....	52
Şekil 4.21. Giriş ve çıkış toplam mangan karşılaştırması	53
Şekil 4.22. Giriş ve çıkış toplam demir karşılaştırması	54
Şekil 4.23. Giriş ve çıkış toplam bakır karşılaştırması.....	55
Şekil 4.24. Giriş ve çıkış toplam kadmiyum karşılaştırması	56
Şekil 4.25. Giriş ve çıkış toplam kobalt karşılaştırması.....	57
Şekil 4.26. Giriş ve çıkış toplam nikel karşılaştırması	58
Şekil 4.27. Giriş ve çıkış toplam alüminyum karşılaştırması	59
Şekil 4.28. Giriş ve çıkış toplam arsenik karşılaştırması	60
Şekil 4.29. Giriş ve çıkış toplam selenyum karşılaştırması.....	61
Şekil 4.30. Giriş ve çıkış toplam bor karşılaştırması	62
Şekil 4.31. Hidroelektrik santralinin vaziyet planı tamamlanmış hali	65
Şekil 4.32. Su alma yapısı (Regulator) yapım aşaması	66
Şekil 4.33. Regulator yapısının bitmiş hali	66
Şekil 4.34. Tünelden çıkan bulanık suyun dinlendirilmeden dere yatağına bırakılması.....	67
Şekil 4.35. Su iletim hattının kanal yapımı esnasında yamaçtan akan malzeme.....	67
Şekil 4.36. Yükleme havuzunun yapılmış hali	68
Şekil 4.37. Cebri boru yapımı için yapılan kazı ve cebri boru imalatı.....	68
Şekil 4.38. Santral binası inşaatı (Çiğdem HES ve Akköy Espiye HES).....	69
Şekil 4.39. Giresun Pazarsuyu Vadisi'nde yapılmakta olan HES için yapılan iletim kanalı inşaatının oluşturduğu tahribat.....	71
Şekil 4.40. Gelevera Vadisi'nde HES için yapılan yol inşaatından çıkan hafriyatın tamamen dereye verilmesi ve derenin kapatılması...	71

Şekil 4.41. Açılan şev aynaları nedeni ile oluşmuş heyelan.....	72
Şekil 4.42. Bir HES firmasının taşkırmaya şantiyesinin oluşturduğu toz	72
Şekil 4.43. HES inşaatı sırasında dere yataklarında yapılan çalışma	73
Şekil 4.44. Giresun Gelevera Deresi'nde kurulan HES in balık geçidi	75
Şekil 4.45. Trabzon Solaklı Vadisi'nde kurulan Arca HES' e ait balık geçidi	76
Şekil 4.46. DSİ tarafından HES firmalarına yaptırılan cansuyu ölçüm kanalı ve CAGI'si.....	78
Şekil 4.47. Modem ve seviye ölçer	78
Şekil 4.48. Sümer HES/Giresun anlık cansuyu ölçümü	79
Şekil 4.49. Çaykara Solaklı Vadisi rekreasyon yapılmadan önceki hali	79
Şekil 4.50. Çaykara Solaklı Vadisi reaksiyon yapılmış hali	80
Şekil 4.51. Trabzon Çaykara Solaklı Vadisi rekreasyon yapılmış hali	80
Şekil 4.52. Espiye Akköy HES'in açılışından 1 yıl sonraki hali	81
Şekil 4.53. Gülüç Barajı Ereğli/Zonguldak.....	81
Şekil 4.54. Cevher HES cebri boru inşaat aşaması (yazın çekilmiş fotoğraf).....	81
Şekil 4.55. Cevher Hes cebri boru inşaatı 3 yıl sonrası (kışın çekilmiş fotoğraf)	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Kirlilik durumuna göre akarsu sınıfları.....	5
Çizelge 1.2. Kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	6
Çizelge 3.1. Deneysel çalışmalarda kullanılan cihaz ve metotlar.....	26
Çizelge 3.2. İstatistiksel veri değerlendirme formülleri	27
Çizelge 4.1. İncelenen su kalite parametrelerinin ortalama değerleri	29
Çizelge 4.2. Ölçüm sıcaklığı için aylık analiz değerleri	30
Çizelge 4.3. pH için aylık analiz değerleri.....	31
Çizelge 4.4. Toplam çözünmüş katı madde için aylık analiz değerleri	33
Çizelge 4.5. Sodyum için aylık analiz değerleri.....	34
Çizelge 4.6. Klorür için aylık analiz değerleri	35
Çizelge 4.7. Sülfat için aylık analiz değerleri.....	36
Çizelge 4.8. Nitrat azotu için aylık analiz değerleri.....	37
Çizelge 4.9. Nitrit azotu için aylık analiz değerleri.....	38
Çizelge 4.10. Amonyum azotu için aylık analiz değerleri.....	39
Çizelge 4.11. Florür için aylık analiz değerleri.....	40
Çizelge 4.12. Çözünmüş oksijen için aylık analiz değerleri	42
Çizelge 4.13. BOİ için aylık analiz değerleri	43
Çizelge 4.14. Renk (Pt-Co) için aylık analiz değerleri	44
Çizelge 4.15. Kimyasal oksijen ihtiyacı için aylık analiz değerleri	45
Çizelge 4.16. Fenol için aylık analiz değerleri	46
Çizelge 4.17. Toplam fosfor için aylık analiz değerleri.....	48
Çizelge 4.18. Anyonik sürfaktanlar için aylık analiz değerleri.....	49
Çizelge 4.19. Toplam kurşun için aylık analiz değerleri	50
Çizelge 4.20. Toplam çinko için aylık analiz değerleri.....	51
Çizelge 4.21. Toplam krom için aylık analiz değerleri.....	52
Çizelge 4.22. Toplam mangan için aylık analiz değerleri	53
Çizelge 4.23. Toplam demir için aylık analiz değerleri	54
Çizelge 4.24. Toplam bakır için aylık analiz değerleri	55
Çizelge 4.25. Toplam kadmiyum için aylık analiz değerleri.....	56
Çizelge 4.26. Toplam kobalt için aylık analiz değerleri.....	57
Çizelge 4.27. Toplam nikel için aylık analiz değerleri.....	58
Çizelge 4.28. Toplam alüminyum için aylık analiz değerleri	59
Çizelge 4.29. Toplam arsenik için aylık analiz değerleri	60
Çizelge 4.30. Toplam selenyum için aylık analiz değerleri.....	61
Çizelge 4.31. Toplam bor için aylık analiz değerleri.....	62
Çizelge 4.32. Analizleri yapılan su kalite parametrelerinin, istatistiksel yöntemlerle bulunan karakteristik değerlere göre kalite sınıflandırması	63
Çizelge A.1. Su kalite parametreleri analiz sonuçları.....	93

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
AKM	Askıda Katı Madde
Al	Alüminyum
Ar	Arsenik
B	Bor
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
CAGİ	Cansuyu Akım Gözlem İstasyonu
Cd	Kadmiyum
Cl	Klorür
CN	Siyanür
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇKM	Çözünmüş Katı Madde
ÇO	Çözünmüş oksijen
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektriksel İletkenlik
Fe	Demir
HES	Hidroelektrksantrali
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
L	Litre
m	Metre
mg	Miligram
Mn	Mangan
Na	Sodyum
n.d	Ölçüm Sonucu Cihazın Tayin Sınırından Daha Küçük
NH ₄	Amonyum
NH ₄ +N	Amonyum azotu
Ni	Nikel
NO ₂ -N	Nitrit azotu
NO ₃ -N	Nitrat azotu
O ₂	Oksijen
ORP	Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli
Pb	Kurşun
Se	Selenyum
SKKY	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
SO ₄	Sülfat
SRP	Çözünebilir Reaktif Fosfor
TAN	Toplam Amonyak Nitrojeni
TDS	Toplam Çözünmüş Madde
TSS	Askıda Katı Madde
Zn	Çinko
µg	Mikrogram

1. GİRİŞ

Son yıllarda hızlı bir artış seyri izleyen elektrik enerjisi talebinin karşılanması, Türkiye'nin kısa ve orta vadede çözmesi gereken temel sorunlarından biridir. Sorunun çözümü kapsamında üzerinde durulan önemli seçeneklerden biri, su gücü potansiyelinden daha etkin ve yaygın bir şekilde yararlanmaktır. Bu çerçevede yakın zamana kadar pek dikkate alınmayan küçük ve orta ölçekli hidrolik kaynakların nehir tipi santrallerle değerlendirilmesi ön plâna çıkmıştır. HES'ler çevre üzerinde olumsuz etkileri çok daha az olan tesislerdir. Ancak Türkiye genelinde proje, işletme sürecinde olan pek çok santral, nehir suyunun su kalitesine verdiği veya gelecekte vereceğinden endişe edilen zararlar nedeniyle sürekli gündemdedir.

Doğada suya bağımlılık giderek artarken ve aynı zamanda doğadaki canlı miktarı artış gösterirken su kaynakları sabit kalmaktadır. İnsanlar yaşamsal ve diğer ihtiyaçları için gereken suyu hidrolojik döngü olarak adlandırılan bu döngüden alır ve tekrar aynı döngüye geri verirler. Ancak bu süreç içerisinde suya karışan maddeler suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişmesine neden olur ve su kirliliği meydana gelir. Su kirliliği; sularda insan etkisiyle oluşan suyun kullanımını kısıtlayan veya tamamen engelleyen ve çevre dengesinin bozulmasına sebep olan değişimler şeklinde tanımlanabilir (Dinçer, 2014).

İnsanlar, yaşamlarını sürdürebilmeleri için başta günlük yaşamları ve enerji olmak üzere her alanda suyu kullanma ihtiyacı duymaktadırlar. Kullanılan suların tekrar doğaya dönüş sürecinde kirlilik unsuru oluşmaktadır. Suyun kullanılma ihtiyacının artması ile birlikte sudaki kirliliğinde ihtiyaçla doğru orantılı bir şekilde artış gösterdiği bilinmektedir. Canlıların hayati fonksiyonlarını etkileyen bu durumun yaşam alanlarında ciddi sorunlara neden olması sonucu suların kalitesinin bilinmesi gerektiğini zorunlu hale gelmiştir. Bu sebeple halkın sürekli söz konusu bu HES'lerin suları kirlettiği, kirlenen suyun suda yaşayan canlıya zarar verdiği ve hatta kirlenen nehir sularının sulamalarda zararlara yol açabileceği, ileri sürülmektedir. Halkın ve insanların bu şüphelerinde haklı olup olmadıklarını tespit etmek için yapılan literatür

araştırmasında akarsuların (Bulut, 2005), havzaların (Çakırsoy S., 2007) ve göllerin (Dönmez, 2010) su kalitesinin belirlenmesi yönünde çok fazla çalışma varken, HES'lerin su kalitesine olan etkileri için literatür çalışması daha azdır. Mevcut olan literatürlerin bir kısmı da Türkiye'de mevcut ve muhtemel HES potansiyelini ortaya koymak yönünde yapılan çalışmalardır (Balat, H., 2007; Yüksel, İ. 2010; Akpınar vd. 2008). Söz konusu çalışma halkın kuşku ve şüphelerine de cevap verecektir. İşletmede olan HES'lerin nehir suyu kalitesine nasıl etkileri olabileceği hem günümüzde hem de gelecekte hangi boyutlara ulaşacağı konusunda bilgi edinilecektir.

Çalışma kapsamında incelenen Dereli Regülatörü ve HES, ülkemizin kuzeyinde Doğu Karadeniz Bölgesinde Giresun ili Dereli ilçesinde bulunan Aksu Çayı üzerinde yer almaktadır. Dereli HES Regülatörü, Dereli ilçe merkezinin yaklaşık 13 km güneyinde Maslak mahallesi mevkiinde Aksu Deresi ile Göksu Deresi birleşim yerinin 150 m mansabında bulunmaktadır.

Çalışma sahasında halkın en önemli geçim kaynağı fındık bahçeleridir. Yükseklerle çıkıldıkça sıcaklık ve toprak şartlarına bağlı olarak fındık veriminin ve kalitesinin düşmesi sebebiyle ormanlık alanlar ve yaylalar bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde hali hazırda çalışmakta olan bir nehir tipi hidroelektrik santralının su kalitesinde ne gibi bir değişime sebep olduğunu ortaya koymaktır. Bunun yanısıra meydana gelen su kalitesi değişimlerinin sebepleri bilimsel olarak değerlendirilerek sunulmuştur.

1.1. Su Kalitesi Kavramı

Su kalitesi, suyun faydalı kullanımını etkileyen tüm fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik özelliklerin toplamıdır. Suyun belirli bir amaç için kullanımı söz konusu olduğunda su kalite özelliklerinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Suyun kalitesi fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin analizleriyle açıklanmaktadır. Özel kullanımlar için değişik kalite özelliklerine ihtiyaç duyulabilmektedir.

Su kalitesi; su kaynağındaki canlılar üzerine türlerin bileşimini, verimliliğini, bolluk durumlarını ve sucul türlerin fizyolojik durumlarını etkilemektedir. Çeşitli nedenlerle su kalitesinin bozulması, akarsulardaki besleyici element dinamiği ve su kalitesi üzerine yapılan araştırmalar her geçen gün daha fazla önem kazandırmaktadır (Dinçer, 2014).

Su kalitesi ölçütleri ile su kalitesi standartları arasında ayırım yapmak çok önemlidir. Kriterler suyun güvenli olarak kullanımını sağlayan ve suyun kalitesini bozan değişik maddeler üzerinde getirilen kalitatif ve kantitatif sınırlamalardır. Standartlar ise, bu kriterlerle beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesini koruyabilecek şekilde planlanmış gerekli arıtmalar ile denetim yollarıdır. Kriterler bilimsel kararlardır, standartlar su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsayan uygulanabilir açıklamalardır (Güler, 1997).

Suyun belli bir amaç için kullanımı söz konusu olduğunda, suda o amaca uygun kalite özelliklerinin bulunması istenir. Öncelikle su kirliliğine neden olacak ve kirlilik etmeni veya tehdidi olabilecek problemlerin tespit edilmesi gerekir. Çeşitli nedenlerle kirlenen su kaynaklarının ıslah edilmesi, kirlenme sorunlarının oluşmasını önleyecek şekilde doğal kaynaklarının korunması için, su kalitesinin izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarına hız verilmesi gerekir.

Dünyada suya olan ihtiyacın artması, su kaynakları kalitesinin bilimsel yöntemlerle tespit edilmesini ve sürekli olarak izlenmesini son derece önemli kılmıştır. Su kalitesinin bilinmesi; suyun kullanım amacının belirlenmesini sağladığı gibi mevcut kalitenin korunması ya da iyileştirilmesi açısından en önemli veridir.

Yurdumuz akarsuyu bol olan ülkeler arasında sayılmaktadır. Ancak hızla kalkınmakta ve gelişmekte olan ülkemizde, akarsularımız, göl ve denizlerimizle diğer tüm su kaynaklarımızda görülen kirlenmenin önemi; büyüyen şehirlerin içme suyu ve gelişen endüstrinin su talebini karşılamak durumunda kalacağı düşünüldüğünde, bir kat daha artmaktadır. Türkiye, kişi başına düşen

kullanılabilir su varlığı bakımından diğer bazı ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında su sıkıntısı bulunan ülkeler arasında yer almaktadır

Su kalitesi ölçütlerinin tespit edilmesindeki temel amaçlardan ilki suyun kirlenmekten korunmasıdır, çünkü ne kadar özenle kirlilikten arındırılırsa arındırılsın, suyun kirlenmesine neden olabilecek depolama, taşıma, kullanma kurallarına uyulmadıkça ve bu koşullar sağlanmadıkça su kolay kirlenebilir bir maddedir. Halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek sonuçların engellenebilmesi açısından özellikle önem taşımaktadır.

1.2. Akarsularda Kalite İzleme Çalışmaları

Su kaynaklarının kalite açısından izlenmesi; su kaynağının kullanım amacı için gerekli olan su kalitesinin sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek ve su kaynağının kalite açısından hangi kullanımlara uygun olduğunu belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Bu amaçla, su kaynaklarının kalitesini değerlendirmek için; fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyolojik ve diğer parametreler için aşılması gereken üstlimitler yani standartlar tanımlanmıştır. Ülkemizde, su kaynaklarının korunması amacıyla, su kirlilik standartlarını belirleyen Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği 31 Aralık 2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmış olup, kirlilik kontrolünün etkin bir şekilde yürütülmesi için öncelikle tüm suların kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması yapılmış, bu sınıfların kirlilik sınırları her bir parametre açısından belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği’ne göre; kıta içi yüzeysel su kategorisine giren akarsular 4 ana sınıfa ayrılmıştır (Çakırsoy Şen, 2007). Buna göre:

- 1- Sınıf I – Yüksek kaliteli su
- 2- Sınıf II – Az kirlenmiş su
- 3- Sınıf III – Kirlenmiş su
- 4- Sınıf IV – Çok kirlenmiş su

Belirtilen kalite sınıflarının uygun olduğu kullanım alanları her sınıf için aşağıda Çizelge 1.1’ de açıklanmaktadır.

Çizelge 1.1. Kirlilik durumuna göre akarsu sınıfları

Sınıf I: Yüksek Kaliteli Su	<ul style="list-style-type: none">— Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini.—Yüzme sporları,—Alabalık üretimi,—Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı,—Diğer amaçlar.
Sınıf II: Az Kirlenmiş Su	<ul style="list-style-type: none">—İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini,—Rekreasyonel amaçlar,—Alabalık dışında balık üretimi,—Teknik Usuller Tebliği'nde verilecek olan sulama suyu kalite sınırlarını sağlamak şartıyla sulama suyu olarak,—Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar.
Sınıf III: Kirlenmiş Su	<ul style="list-style-type: none">—Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılır
Sınıf IV: Çok Kirlenmiş Su	<ul style="list-style-type: none">—I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynaklarının kalitesine göre sınıflandırılması Çizelge 1.2' de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	SINIF -1	SINIF-2	SINIF-3	SINIF-4
Toplam pestisit µg/L	1	10	100	>100
Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar(PAH), µg/L				
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
Elektriksel İletkenlik, µs/cm (25 ' C)				
Sodyum, mg/L	125	125	250	>250
Amonyum Azotu (NH ₄ -N), mg/L	0,2	1	2	>2
Klorür, mg/L	25	200	400	>400
Nitrat Azotu (NO ₃ -N), mg/L	5	10	20	>20
Nitrit Azotu (NO ₂ -N), mg/L	0,002	0,01	0,05	>0,05
Florür, mg/L	1	1,5	2	>2
Sülfat, mg/L	200	200	400	>400
Çözünmüş Oksijen Doygunluk Oranı, % O ₂	90	70	40	<40
Çözünmüş Oksijen Doygunluk Oranı, mg/L	8	6	3	<3
Biyolojik Oksijen İhtiyacı, mg/L	4	8	20	>20
Renk (Pt-Co)	5	50	300	>300
Anyonik Sürfaktanlar, mg/L	0,05	0,2	1	>1,5
Kimyasal Oksijen İhtiyacı, mg/L	25	50	70	>70
Fenol, mg/L	0,002	0,01	0,1	>0,1
Toplam Fosfor, mg/L	0,02	0,16	0,65	>0,65
Toplam Çözünmüş Katı Madde, mg/L	500	1500	5000	>5000
Toplam Kurşun, µg/L	10	20	50	>50
Toplam Çinko, µg/L	200	500	2000	>2000
Toplam Krom, µg/L	20	50	200	>200
Toplam Mangan, µg/L	100	500	3000	>3000
Toplam Demir, µg/L	300	1000	5000	>5000
Toplam Bakır, µg/L	20	50	200	>200
Toplam Kadmiyum, µg/L	3	5	10	>10
Toplam Kobalt, µg/L	10	20	200	>200
Toplam Nikel, µg/L	20	50	200	>200
Toplam Alüminyum, µg/L	300	300	1000	>1000
Toplam Civa, µg/L	0,1	0,5	2	>2
Toplam Arsenik, µg/L	20	50	100	>100
Toplam Baryum, µg/L				
Toplam Selenyum, µg/L	10	10	20	20000
Toplam Bor, mg/L	1	1	1	>1

1.3. Su Kalite Parametreleri

1.3.1. Sıcaklık

Yüzey sularının sıcaklığı, coğrafi konum, yükselti mevsim, günün değişik saatleri, akarsu debisi, derinlik ve kirletici kaynaklardan karışan atık özelliklerine bağlı olarak değişir. Su ortamındaki fiziksel, biyolojik ve kimyasal süreçler sıcaklığın etkisi altındadır. Örneğin, su sıcaklığının yükselmesi oksijenin suda çözünürlüğünü azaltırken balıkların oksijen gereksinimini yükseltmektedir (Özakkoyuncu, 2007).

Termik santraller, metal işleyen fabrikalar, kanalizasyon arıtma tesisleri ve soğutma suyu kullanan diğer sanayi kollarının akarsu, göl ve denizlere deşarj ettiği soğutma suları, bu su kaynaklarında sıcaklık artışına neden olur.

Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel işlemleri etkiler. Böylece pek çok parametrenin konsantrasyonu değişir. Suyun sıcaklığı arttığında kimyasal reaksiyonların hızı ve sudaki maddelerin buharlaşması da artar. Suyun sıcaklığının artması ayrıca O₂, CO₂, N₂, CH₄ gibi gazların suda çözünürlüğünü azaltır. Sucul organizmaların metabolik hızı sıcaklığa bağlıdır. Sıcak sularda organizmaların solunum hızının artması oksijen tüketimini artırır ve organik maddelerin bozunmasına neden olur. Besleyici koşullar uygun olduğunda, çok kısa sürede hızla artan bakteri ve fitoplanktonlar suyun bulanıklığının artmasına neden olurlar (Tayhan, 2012).

1.3.2. pH

Sularda hidrojen iyonu eksi logaritması olan pH, suyun asidik veya bazik durumunu göstermektedir. pH'sı 7 olan sular nötr sular olarak tanımlanmaktadır. Bunlarda H⁺ ve OH⁻ iyonları denge halindedir. Bu tür sularda asidik veya bazik reaksiyonlar gerçekleşmemektedir. Suyun pH'sının 7'nin altına düşmesi demek H⁺ iyonu konsantrasyonunun artması anlamına gelmektedir ve suya asidik karakter kazandırmaktadır. OH⁻ iyonu miktarının artması ise pH'nın 7'nin üzerinde bir değer alması ve suyun bazik karakterde olması şeklinde ifade edilmektedir (Şengün, 2013).

1.3.3. Toplam çözünmüş madde

Toplam çözünmüş madde, Sularda ışık geçirgenliğini azaltıp tabanda birikintiler meydana getirerek canlılara zarar verebilir. Suların mineral ve iyon zenginliğini gösteren önemli parametrelerden bir tanesidir. Toplam çözünmüş madde sudaki iletkenlik değerinin 0,55 ile 0,75 arasındaki bir katsayı ile çarpılmasıyla yaklaşık olarak bulunur. Sudaki iyon sayısı hakkında bilgiyi iletkenlik verir. Suyun çözünmüş katımadde miktarı sudaki iletkenlik ölçümleri ile bulunur.

1.3.4. Sodyum (Na)

Yeryüzünde en fazla bulunan ve pek çok sularda rastlanan elementlerden bir tanesidir. Yüksek miktarda sodyum içeriğinin olması toprağın geçirgenliğinde ve yapısında önemli derecede rol oynar. Tuzlu ve evsel atıklar sonucu da oluştuğu görülebilir. İnsan sağlığı açısından yüksek sodyum konsantrasyonları çeşitli hastalıklara sebebiyet vermektedir.

1.3.5. Klorür iyonu (Cl)

Klorür içeriği, sularda mineral içeriğinin fazla olması anlamına gelir. Aslında, klorür anyonu, hemen tüm doğal sularda çeşitli konsantrasyonlarda bulunur. Ancak, genellikle dağlık bölgelerdeki su kaynakları çok düşük klorür konsantrasyonları içermektedir. Buna karşılık, nehir ve yeraltı su kaynaklarında daha belirgin miktarlarda klorür konsantrasyonları görülür (Çakırsoy Şen, 2007).

Klorür anyonları, doğal sulara çeşitli yollarla karışabilir. Suyun çeşitli katı maddeleri iyi çözme özelliği, toprağın üst tabakalarındaki ve daha derindeki toprak oluşumlarında bulunan klorürlerin suya geçmesine yol açar. İnsan dışkı maddeleri, özellikle de idrar da klorür içermektedir. Bu nedenle, evsel atıksular da alıcı su ortamına karıştıklarında, alıcı suların klorür içeriğinde artış görülür. Ayrıca, endüstriyel atıkların birçoğunda da belli miktarda klorür bulunur. Genelde, klorürler insan sağlığı için zararlı değildir. Ancak, yüksek konsantrasyonlar suya tuzlu bir lezzet verir (Çakırsoy Şen, 2007).

1.3.6. Nitrat ve Nitrit (NO₃ - NO₂)

Nitrat iyonu, doğal sulara azotun çok rastlanan şeklidir. Nitrat genellikle anaerobik koşullar altında denitrifikasyon işlemiyle nitrite indirgenir. Nitrit iyonu da çok hızlı bir şekilde oksitlenerek nitrata dönüşür. Su kaynağında nitrit ve nitratın toplamı besleyicilerin durumunu ve organik kirlenmenin seviyesini verir. Tarım alanlarında kullanılan güpreler önemli bir NO₃-N kaynağıdır. Sonuç olarak besleyiciler ve organik kirlenme temel kalitesi etütlerini, suyun hangi amaçlarla kullanılabileceğini ve ayrıntılı olarak organik veya önemli endüstriyel girdilerin etkilerini belirleyen programlara yön verir (Polat,1997).

1.3.7. Florür (F)

Alüminyum üretiminde solvent olarak kullanılan kriyolit (Na₃AlF₆) maddesinden kaynaklanan fazla miktarda florlu madde, tesislerin baca gazlarıyla birlikte atmosfere atılır. Florürler, havada tozluluk oluşturmak üzere yoğunlaşır ve tozların büyük bir kısmı bitki örtüsüne, toprağa ve akarsulara taşınır (Çakırsoy Şen, 2007).

1.3.8. Sülfat iyonu (SO₄²⁻)

Kükürt; kentsel atıksular, endüstriyel atıksular, maden ocaklarından gelen sular, tarım alanlarından gelen kükürtlü gübre içeren sular ve atmosferden fosil ve katı atıkların yakılması sonucu çökeltme yoluyla akarsulara karışmaktadır (Göksu, 2003).

Kükürt, sulara daha çok SO₄²⁻ halinde bulunur. Organik madde bakımından zengin bir ortamda; O₂ ve nitrat bulunmuyorsa, anaerobik bakteriler sülfat iyonunu parçalayarak oksijeninden yararlanırlar. Bu sırada sülfat içindeki kükürt de, sülfür iyonu(S⁻²) haline indirgenir. İkinci aşamada ise sülfür kötü kokulu ve zehirli bir gaz olan H₂S (Hidrojen sülfür)'e dönüşür. Zehirli olan H₂S çıkışı, kötü kokulu durumların ortaya çıkmasına neden olur. Sulardaki sülfat içeriği, sülfatların hidrojen sülfüre indirgenmesi nedeniyle ortaya çıkacak problemleri belirleme açısından önemli bir unsurdur. Ayrıca, doğal suların sülfat içerikleri

kaynakların içme suyu ve endüstriyel su teminine uygun olup olmadıklarını belirlemede önemli bir faktördür (Şengül ve Müezzinoğlu, 1997).

1.3.9. Çözünmüş oksijen

Doğal sularda çözünmüş oksijen ve sıcaklık, biyolojik faaliyetleri düzenleyen en önemli faktörlerdir. Çözünmüş oksijen değerleri basınç ile artar ve sıcaklıkla azalır. Sıcaklıkla ters orantılı olan çözünmüş oksijen, sıcaklık arttıkça azalır ve sıcaklığın azalmasıyla birlikte artar.

Su kaynaklarında çözünmüş oksijen miktarı fazlalığı tüm canlılar için daha faydalı bir durum teşkil etmektedir. Oksijen doğal sularda suyun kendini yenilemesini sağlamanın yanında biyokimyasal reaksiyonlar için gereklidir. Sudaki oksijen kaynağı, atmosferden suya olan geçişler ve fotosentez sonucunda üretilen oksijenin suya kazanımıyla gerçekleşmektedir. Doğal sularda oksijen miktarı; sıcaklık, tuzluluk, türbülans, alglerin ve bitkilerin fotosentez aktiviteleri ve atmosferik basınçla değişir. Yüksek organik madde ve nutrientler içeren atık deşarjları, organik maddelerin parçalanması süresince meydana gelen mikrobiyal aktivitenin artmasına neden olur ve ortamdaki çözünmüş oksijen derişimini düşürür. Oksijen derişiminin doğal ya da antropojenik sebeplerle aşırı düştüğü durumlarda, çöken maddelerin çürümesinin bir sonucu olarak sediment su yüzeyinde anaerobik koşullar meydana gelebilir.

Sudaki çözünmüş oksijen derişimini azaltan faktörlerin başında ise, bitki ve hayvanların solunumu, oksidasyon olaylarını içeren çeşitli kimyasal ve biyolojik olaylarla atmosferle ilişkide olan ve oksijence daha zengin yüzey sularından oksijen kaybı söylenebilir. Genellikle yaz aylarındaki sıcaklık artışı oksijen miktarının azalmasına neden olmaktadır (Dinçer, 2014).

1.3.10. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ)

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı aerobik koşullarda mikroorganizmaların sudaki organik maddeleri ayrıştırmaları için gerekli oksijen miktarı olarak

tanımlanmaktadır. Alıcı ortamlara verildiklerinde evsel ve endüstriyel atıksularının tüketilecekleri çözünmüş oksijen miktarının belirlenmesiyle, kirlenme potansiyelinin ve alıcı ortamın özümleme kapasitesinin tayininde kullanılan bir parametredir (Dönmez, 2006).

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), bakterilerin aerobik şartlarda organik maddeleri parçalayarak stabilize etmeleri için gereken oksijen miktarı şeklinde tanımlanır. Organik kirliliğin bir ölçüsüdür. Mikroorganizmaların, biyokimyasal süreçle sudaki organik maddelerin tam ayrıştırma işlemini yapmaları için birim hacim başına gereksinim duydukları oksijen miktarıdır.

1.3.11. Renk

Yüzeysel suların rengini, taşıdıkları çözünmüş veya askıda maddelerin türü ve miktarları belirler. Suda bulunan maddelerin yoğun olması renk artışına sebep olur ve ışık yoğunluğunu olumsuz yönde etkiler ve ışığın derinlere inmesi etkilenir. Işığın daha alt tabakalara ulaşmaması sonucu oksijen üretimi zorlaşarak suda yaşayan canlılar için solunum sorunu ortaya çıkar.

1.3.12. Yüzey aktif maddeler

Yüzey aktif maddeler, su ortamına evsel veya endüstriyel atıklar yoluyla ulaşmaktadır. Yüzey sularında ince tabaka halinde absorbe olmuş veya çözünmüş halde bulunur ve yüzeyde köpük oluşumuna neden olurlar. Oluşan köpük nedeni ile suyun hava almasını zorlaştırır ve oksijen seviyesini düşürür. Suyun kokusunda ve renginde değişiklik meydana getirirler.

1.3.13. Kimyasal oksijen ihtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı, su örneğinin asidik ortamda kuvvetli bir kimyasal oksitleyici ile oksitlenebilen organik madde miktarının oksijen eşdeğeri cinsinden ifadesidir (Dönmez, 2006). KOİ organik maddelerin türleri arasında ayırım yapmadığı için kollektif bir parametredir.

KOİ, su ve atıksuların karakterizasyonunda önemli ve çabuk sonuç veren bir parametredir. Bir suya ait KOİ değeri BOİ den farklı olarak biyolojik yollarla ayrışmayan bazı maddeleri de içerebilmektedir. Bu sebeple KOİ değeri her zaman BOİ' den büyüktür. KOİ organik maddelerin oksidasyon basamağının bir göstergesi olduğu için, biyokimyasal reaksiyonlardaki bileşenler arasında elektron eşdeğeri açısından bir denge kurulmasını sağlamaktadır (Tayhan, 2012).

1.3.14. Fenolik maddeler

Fenol farklı endüstriyel atıklar vasıtası ile su ortamına ulaşan önemli bir kirlilik kaynağıdır. Fenoller su kaynağının hem ekolojik yapısını hem de renk ve koku gibi özelliklerini olumsuz olarak etkilediğinden izlenmesi önemli olan bir parametredir (Polat, 1997).

1.3.15. Toplam fosfor (P)

Sucul ortamlarda toplam fosfor miktarı, inorganik ve organik fosfat gruplarının toplamı anlamına gelmektedir. Ortofosfat olarak bilinen inorganik fosfatlar çözünebilir reaktif fosforlar (SRP) şeklinde de tanımlanabilmektedir. SRP'ler sucul canlıların hayatsal faaliyetlerinde kullandıkları bileşiklerdir. Polifosfatlar ise, birden fazla ortofosfat molekülünden su çıkması ile elde edilen, su ortamında zamanla hidrolize uğrayıp tekrar orto hallerine dönen fosfor gruplarıdır. Fosfor su ortamında oluşan ötrofikasyonun en temel elementidir (Harper, 1992). Çeşitli yollarla alıcı ortama giren fosfor büyük nehirler ve denizlere ulaştığında su içerisindeki alglerin gelişimini hızlandırır. Bunun neticesinde daha çok üreme meydana gelerek su kalitesi parametrelerinde büyük değişiklikler meydana getirir (Dinçer, 2014).

1.3.16. Amonyum (NH₄)

Yüzeysel sularda bulunan azot bileşiklerinden bir tanesi amonyumdur. Suda yüksek konsantrasyonda amonyak görülmesi evsel, tarımsal ve endüstriyel kaynaklı organik kirleticiler vasıtası ile olur. Ayrıca, su da yaşayan hayvanların

dışıkları da amonyum içermektedir. Ancak, bu durum diğer kirleticilere kıyasla çok az miktardadır.

1.3.17. Kurşun (Pb)

Bol bulunması ve kolay işlenebilmesi nedeniyle; gıda maddeleri muhafazası, yiyecek kapları ve su boruları yapımında kullanılmıştır. Kurşun, kullanıldığı kaynaklardan, havaya ve suya geçmektedir. Benzin istasyonlarında ve depolarda yere dökülen ve buharlaşarak havaya karışan benzin, boya sanayi emisyonları ve atıksuları, taşıt araçlarıegzos emisyonları, akü üretim tesisleri, tekstil sanayi, tarım ilacı üretimi ve kullanımı kurşunun ortama yayılmasında belirlenmiş başlıca kaynaklardır. Benzinli motoregzoslarından yayılan kurşun, kullanılan kurşunun yaklaşık % 70'idir. Benzindeki kurşun değişime uğramadan, karter yağı ve eksoz yoluyla ortama dönmektedir. Ortama yayılan kurşun, atmosfere yayılmakta ve atıksulara karışmaktadır (Çakırsoy Şen, 2007).

1.3.18. Çinko (Zn)

Çinko doğada daha çok Sülfür ve karbonat filizleri halinde bulunur. Atmaosferik olayların etkisiyle çinkonun çözünebilen bileşikleri suya geçerler. Çinko klorür ve çinko sülfat tuzları hidroliz olarak suya süt görünümü verir (Gamsız ve Ağacık, 1981).

Çinko, suya galvanezli borulardan geçebilir, çevrenin bitki örtüsü, volkanik faaliyetler ve orman yangınlarından kaynaklanabilmektedir. Tıbbi ve tarımsal ürünlerde ayrıca sanayi gibi çeşitli alanlarda kullanılır. Çinko insan sağlığına faydalı bir elementtir. Balıklar üzerinde ise yüksek toksiteyeye sahiptir.

1.3.19. Krom (Cr)

Cr⁺³ sağlığa etkisi yoktur. Cr⁺⁶, toksiktir ve sağlığa zararlıdır (Baltacı, 1997). Bazı ciddi hastalıklara sebep olur. Doğada çeşitli formlarda bulunur ve paslanmayı engelleyici olarakta kullanılabilir.

1.3.20. Mangan (Mn)

Toprakta minerallerden geçmiş mangana rastlanır. Toprak veya tortul kütlelerdeki mangan atmosferik olayların etkisiyle çözünerek suya geçer. Demiri fazla olan sularda, çok defa mangana rastlanır. Fakat miktarı çok az olup; litrede 0,3 mg'ı geçmez. Yeraltı sularında bulunan mangan ortamda oksijenin bulunmayışı nedeniyle iki değerliklidir. Yüzeysel sularda, özellikle göl ve baraj gibi rezervuarların dip çökeltisi çamurları içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamda çamurdan suya geçer (Güler, 1997).

1.3.21. Demir (Fe)

Son derece yaygın bir metal olup, toprak ve kayalarda bol miktarda bulunur. Bitkiler, hayvanlar ve insanlar tarafından ihtiyaç duyulan bir elementtir. Fa, toprakta; suda çözünmeyen bileşikler halinde bol miktarda bulunur. Bu bileşikler, Fe⁺³ oksit ve pirit (FeS₂)'dir. Fe⁺³ bileşikleri, anaerobik şartlarda Fe⁺²'ye indirgenebilirse, suda çözünebilir. Bu nedenle, oksijenden yoksun ama karbondioksitce zengin sularda demir bulunur. Fe iyonlarının insan üzerine zararlı etkileri yoktur. Ancak, sudaki Fe'in hava ile teması halinde, su bulanık ve renkli bir hal alır. Bunun nedeni, Fe⁺²'nin Fe⁺³'e oksitlenmesi ve suda çözünmeyen bir kısım renkli kolloidler oluşturmasıdır. Bu reaksiyon özellikle pH 6'dan daha küçük ise, daha büyük boyutlarda meydana gelir.

Ayrıca, demir suya karakteristik bir tat verir. Bunların yanı sıra, demir bakterisinin büyümesini geliştirir. Bu bakteriler; ferro demirinin ferri demirine oksidasyonunda, kendileri için gerekli enerjiyi çıkarırlar ve bunun sonucunda buldukları ortamda kaygan bir tabaka halinde birikirler (Çakırsoy Şen, 2007).

1.3.22. Bakır (Cu)

Doğal sularda bakır çok az bulunur. Bakırın geniş bir kullanım alanı vardır. Kablo ve bakır eşya yapımı, boru yapımı, elektrolitik kaplama, bakır ve pirinç üretim tesisleri gibi işlemlerde kullanılır.

Bakır, Kullanıldığı sanayilerde meydana gelen atıklardan alıcı ortama ulaşır. Maden sularında bazı durumlarda çok miktarda bakır bulunur ve bakırın yüksek konsantrasyonlardaki miktarı karaciğere zarar verebilir yani insan ve hayvanlar için yüksek konsantrasyonları zararlıdır.

1.3.23. Kadmiyum (Cd)

Doğal sularda çok az kadmiyum vardır. Endüstriyel atıklardan ve galvanizli boruların bozulmasından suya geçebilir. Karbonat ve hidroksitinin çözünürlüğü az olduğundan alkali ortamdan suda çok az çözünür ve çok zehirli bir elementtir ve çok azı bile böbreklere zarar vermektedir. Bazı balıklar için de zehirlidir (Gamsız ve Ağacık, 1981).

1.3.24. Kobalt (Co)

Sert, kırılğan, demir ve nikel benzeyen metal kimyasal bir elementtir. Metal elektrokaplama ve cam, porselen, emayenin alaşımı olarak kullanılmaktadır. Antropojenik kaynaklar olarak; fosil yakıtların yanması, atıksu çamuru, fosfat gübreleri, madencilik ve kobalt bileşiklerini işleyen endüstriler sayılabilir.

Kobalt insan sağlığı için gerekli bir element olup, insan yaşamı için elzem olan vitamin B₁₂'nin de bir bileşenidir. İnsan sağlığına olumsuz etkisi ise 1 mg/kg miktarın üzerinde başlamaktadır. Yüksek kobalt seviyelerinde sindirim sisteminde (bulantı, kusma ve ishal) rahatsızlıklar ile karaciğer hasarı gibi olumsuz etkiler görülebilmektedir (Oğuz, 2015).

1.3.25. Nikel (Ni)

Esas olarak, çevrede oksijen ve sülfürle bileşik oluşturan bir element olup, volkanlardan kaynaklanır ve bütün topraklarda bolca bulunur. Ayrıca, metal işleme ve kaplama işlemlerinde kullanılır ve atıksulara geçer. Nikel kaplama işlemlerinde kullanılan banyolar; sülfat, borat ve klorürlü asidik çözeltiler içermektedir. Yüksek dozlarda kansere neden olduğu bilinmektedir (Çakırsoy Şen, 2007).

1.3.26. Alüminyum (Al)

Alüminyum yer kabuğunda en çok bulunan elementlerden üçüncüsü olmasına rağmen suyun kapsamında az bulunur. Suda çok az bulunduğu zaman bile renk değişimine neden olabilir. Alüminyum birçok endüstriyel ve evsel kullanım biçimine sahiptir. Antasitler, ter kesiciler, gıda katkı maddeleri, aşı adjuvam olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Su arıtım işlemlerinde flokülan olarak ta yaygın olarak kullanılmaktadır (Güler, 1997).

1.3.27. Arsenik (Ar)

Doğada arsenik sülfür ve oksit halinde bulunur. Doğal sularda çok az bulunur. Endüstri atıklarından veya tarımsal ilaçların suya karışması sonucu ortaya çıkar. Deri kanserlerine yol açmaktadır (Baltacı, 1997). Diğer canlılar üzerinde ciddi tahribatlar oluşturur.

1.3.28. Selenyum (Se)

Selen bileşiklerine doğada nadir rastlanır. Doğal sularda genellikle bulunmaz veya çok az konsantrasyonda bulunur. Yüksek değerlikli sular endüstriyel atık sulardan gelebilir. İçme sularının çoğunda 0.01 mg/lt den daha az konsantrasyonlarda selenyum bulunur (Güler, 1997).

1.3.29. Bor (B)

Nikel arıtımında, çeşitli metallerin işleme banyolarında borik asit olarak, deterjan üretiminde ağartıcı katkı maddesi ve fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda; beyin, kalp, karaciğer üzerinde etkili olur, kemiklerde birikimi görülür (Çakırsoy Şen, 2007).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülgen ve arkadaşları, Türkiye’de bulunan HES’lerin ekolojik etkisi üzerine bir rapor hazırlamışlardır. Bu raporda, HES’lerin çevreye verdikleri hava ve ses kirliliği gibi olumsuz etkiler incelenmiş ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Ayrıca çalışmada, kazı sırasında oluşan harfiyatın nehirlere karışması ile nehirdeki çözülmüş oksijen seviyesinin azalacağından ve sıcaklığın yükseleceğinden bahsedilerek, bu olumsuz durumların canlılar üzerindeki etkisine ve çözüm önerilerine de vurgu yapılmıştır (Ülgen vd., 2011).

Berkün ve arkadaşları, Barajların ve HES’lerin nehir ekolojisi üzerine oluşturduğu etkileri incelemişler ve bu etkilerin; su kalitesi ve fiziksel değişimler, balıklar üzerine etkiler, gölde oluşan etkiler, balıkların göçleri üzerine olan etkiler ve sosyoekonomik etkiler olarak sıralamışlardır. Planlama aşamasında tesis tipi seçimi, ÇED raporlarının hazırlanışı ve tesislerin işletmelerindeki yetersizlikten kaynaklandığını belirttikleri bu etkilerin ortadan kaldırılması için çözüm önerilerinde bulunmuşlardır (Berkün vd., 2008).

Küçükali, Türkiye’nin kuzeybatısında bulunan Filyos Nehri üzerinde kurulmuş Tefen HES’in çevresel etkisini 2006 ve 2012 yılları arasında incelemiştir. Ocak 2011’de işletmeye alınan HES’in sediment miktarı üzerinde yaptığı değişim belirlenmiş ve uluslararası olarak kabul görmüş çevresel kriterleri kullanarak risk skorlaması yapmıştır (Kucükali, 2014)

Brezilya’da bulunan Tucurui HES’in depolama alanının su kalitesi Labato ve arkadaşları tarafından çalışılmıştır. Depolama alanının 11 farklı noktasından alınan numunelerin sıcaklık, elektriksel iletkenlik, PH, toplam askıda katı, klorofil, bulanıklık, çözülmüş oksijen, Cl, NH₄, NO₃, PO₄, Toplam fosfor, Ca, Fe, K, Mg, Na gibi fizikokimyasal ve kimyasal analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, depolama alanının su kalitesi bölgesel olarak belirlemiştir (Lobato vd., 2015).

Depolama alanında toplanan su miktarının az olduğu yani su alıkonma zamanının düşük olduğu Brezilya'da Monte Claro HES'ini seçerek çalışmalarını gerçekleştiren Pimenta ve arkadaşları 2005 ile 2008 yılları arasında 3 farklı istasyondan numune alarak depolama alanının su kalitesini belirlemeye çalışmışlardır. EC, renk, bulanıklık, alkalinite, pH, BOD, COD, toplam fosfor, DO, SO₄, NO₃, NO₂, NH₄, TDS, Klorofil-a, E-coli, T-coli ve sıcaklık parametreleri kullanmışlardır. Büyük depolama alanlarında; azalan su akış hızı, artan su alıkonma zamanı, sıcaklık değişimi, artan sedimentasyon miktarı ve azalan DO nedeniyle karşılaşılan su kalitesindeki olumsuz değişimlere rastlamamışlardır (Pimenta vd., 2012).

Valero ve arkadaşları Galicia'da Mandeo Nehri üzerinde kurulmuş Gomil HES'in suyun kalitesine olan etkisini belirlemek için 3 yıl inceleme yapmışlardır. HES'in giriş akımından, kuyruk suyundan ve HES çıkış akımının 50 m ilerisinden olmak üzere toplam 3 istasyonda sıcaklık, EC, DO ve pH deneylerini gerçekleştirmişler ve suyun biyolojik kalitesini belirlemek için IBMWP indeksini kullanmışlardır. Çalışmaların sonunda, suyun kalitesinde hem kimyasal hem de biyolojik olarak bir değişime olmadığı görülmüşler (Valero vd., 2014).

Ardena Nehri üzerinde bulunan Vila Viçosa HES'in su kalitesine ve bentik omurgasızlar üzerine olan etkisi 2 yıl boyunca Jesus ve arkadaşları tarafından incelenmiştir. Araştırmacılar, hava ve su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, pH, alkalinite, toplam sertlik, çözülmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, amonyum, nitrit, nitrat, fosfat, askıda katı madde parametrelerini kullanarak suyun fizikokimyasal olan etkisini belirlenmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, HES'in su kalitesine ve bentik omurgasızlar üzerine önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır (Jesus vd., 2004).

Atılğan ve arkadaşları HES lerin çevreye olan etkileri ve bu etkilerin azaltılmasına dair öneriler üzerine bir makale hazırlamış, yapılan bu çalışmada HES'lerin Özellikle sucul çevreye olan etkileri ve bazı çözüm önerileri irdelenmiş ÇED süreci hakkında ve Trabzon ilinde kurulan veya kurulma aşamasında olan santraller hakkında kısa istatistiki bilgiler derlemişler (Atılğan, 2000).

Akkaya ve arkadaşları Baraj ve HES lerin çevresel etkilerinin analizi: Ilisu Örneği üzerine bildiri hazırlamış ve bu bildiride baraj ve hidrolik santrallerin bölgesel ölçekte sebep oldukları çevresel etkileri ilisu barajı örneğinde analiz etmişler (Akkaya vd., 2009).

Yılmaz ve arkadaşları nehir tipi HES'lerin coğrafi ortam üzerine etkilerine bir örnek: Ayancık HES üzerine bir çalışma yapmış ve bu çalışmada nehir tipi HES projelerinin ekolojik ve sosyal açıdan oluşturduğu ve oluşturacağı sorunlar Ayancık HES örneğinde tartışılmıştır. Ayancık Çayı sularını kullanacak olan santralin devreye girmesi ile akarsu yatağında su azalacağından gelecekte başka balık varlığı olmak üzere faunanın da bu müdahalelerden etkileneceği hedeflemişler (Yılmaz vd., 2012).

Karadeniz ve arkadaşları nehir tipi hidro elektrik santraller ve çevresel etkileri (Reşadiye HES Örneği) adı altında çalışma yapmışlar ve sonuç olarak genelde enerji, özelde ise elektrik enerjisi sıkıntısı yaşayan Türkiye için küçük ve orta ölçekli nehir tipi santraller kısa vadede önemli bir olanak sunmaktadır. Bu kapsamda Tokat'ın Reşadiye ilçesi yakınlarında Kelkit Çayı üzerinde kurulan Reşadiye HES, 450 milyon kwh/yıl üretim kapasitesi ve 65 MW kurulu gücüyle dikkate değer bir enerji ünitesidir. Karbon emisyonlarını sınırlamanın zorunluluk haline geldiği günümüzde, temiz enerji üretiyor olması başlı başına bir üstünlük sebebidir. Bununla birlikte büyük ölçüde proje ve kurulum sürecinde yapılan yanlışlıklar, başta Kelkit Çayı ekosistemi olmak üzere yörede ciddi çevre sorunlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Mevcut planlamalardan kısa ve orta vadede Türkiye genelinde yüzlerce yeni nehir tipi santral kurulacağı anlaşılmaktadır. Bunların projelendirilmesinde ve kuruluşunda Reşadiye HES'i konu alan bu çalışmamızda elde edilen bulgu ve sonuçların dikkate alınması yararlı olacağı kanısına varmışlardır (Karadeniz vd., 2011).

Aksungur ve arkadaşları nehir tipi elektrik santrallerinin sucul ekosisteme etkisi: Trabzon örneği bu çalışmada, bölgesi Trabzon ili sınırları içerisinde bulunan 19 HES projesinin çevresel etki değerlendirme (ÇED) raporlarının uygulamadaki eksiklikleri inşaat ve işletme aşamalarında yerinde inceleme yapılarak

değerlendirilmiş ve görülen aksaklıklar fotoğraflanmıştır. ÇED raporlarında sucul canlılar ve sucul ekosisteme etkiler literatür üzerinden verilirken sadece iki projede bölgesel saha çalışması yapılmıştır. İnşaat aşamasında; özellikle hafriyatların gelişigüzel dere yataklarına bırakılması, su kotu altındaki çalışmaların uzun süreli bulanıklık yaratması ve atık suların dinlendirilmeden dere yatağına verilmesi inşaat aşamasındaki en büyük tehlikelerdir. İşletme aşamasında ise dere yatağına bırakılması gereken can suyu miktarının yeterli miktarda bırakılmaması ve balık geçitlerinin gelişigüzel inşa edilerek işlevlerini tam olarak yerine getirememesi sürdürülebilir bir sucul ekosistem açısından önemli bir tehdit oluşturduğu sonucuna varmışlar (Aksungur vd., 2011).

Büyük Melen Havzası'nın su kalitesinin belirlenmesi çalışmasında; Büyük Melen Havzası'ndaki akarsuları etkileyen önemli kirletici kaynaklar tespit edilmiş; akarsular üzerinde kirletici kaynaklara bağlı olarak 6 farklı numune alma noktası (2 nokta Büyük Melen üzerinde, 3 nokta Küçük Melen üzerinde, 1 nokta Asar Suyu üzerinde) belirlenmiştir. Nehirler üzerinde belirlenen noktalardan, Kasım 2005 ve Eylül 2006 tarihleri arasında ikişer aylık periyotlarla su numuneleri alınmış ve SKKY Çizelge 1.1'de yer alan parametrelerden bazılarının analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları grafiksel olarak gösterilerek, akarsuların su kalitesi belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu akarsularda su kalitesinin korunması ve kontrolü için gerekli olan önlemler ortaya koymuştur (Çakırsoy Şen, 2007).

Tayhan; Temmuz 2011 ile Mart 2012 arasında Munzur ve Pülümür nehirlerinin oluşturduğu Uzunçayır Baraj Gölü üzerinde fiziksel ve kimyasal parametreler incelemiştir. Örnek alınan istasyonlardan ikisi, barajın Munzur kısmında, ikisi Pülümür, dördü iki nehrin birleşiminden sonra ve iki adeti ise baraj bitim sahasında olmak üzere toplamda on adet örnekleme yapmıştır.

Mevsimsel değişimler araştırılarak atıksuların ve diğer kaynakların baraj gölü sahasına etkisi araştırılmıştır. Buna ek olarak baraj gölündeki mevcut su seviyesindeki değişimlerde incelenmiştir. Sıcaklık ve çözünmüş oksijen parametrelerinin yanı sıra ölçülen tüm parametrelerde mevsimsel değişiklikler kaydedilmiştir. İncelenen bütün parametreler ayrı ayrı değerlendirilerek baraj

gölü suyunun fizikokimyasal elde edilen verilerden, su kalitesi belirlenmiştir. Uzunçayır Baraj Gölü'nün, Su Kalitesi Kontrolü Yönetmeliği dikkate alındığında, I ve II. Sınıf su kalitesi grubuna girdiği tespit edilmiştir. Yapılan tespitler ışığında Uzunçayır Baraj Gölü'nün geleceğine dair öneriler sunmuştur (Tayhan,2012).

Bulut Trabzon kentine içme ve kullanma suyu sağlayacak olan Atası Barajı sularını taşıyan kalyan akarsuyunun su örneklerini 3 ayrı noktada yaklaşık bir yıl boyunca ayda 1 örnek alarak akarsuyun su kalitesini belirlemiştir.

Çalışma süresince, BOİ, KOİ, ÇO, Debi Sıcaklık, pH, N, NO₂, NO₃, NH₄, Fe, Zn, Al, Cu, Pb, Cr, Bulanıklık, toplam sertlik, toplam pestisit gibi bazı su kalite parametreleri üzerinde çalışma yapılmış ve su kirliliği kontrol yönetmeliği içme suyu standartları ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen standartlarla karşılaştırılıp içme suyu olarak akarsuyun kalitesi belirlemiştir. Sonuç olarak bazı aylarda ölçülen toplam sertlik, bulanıklık, orto-fosfat, deterjan, toplam krom değerleri standart değerler üzerinde çıkmış, diğer parametreler ise normal kalite değerleri seviyesinde bulmuştur (Bulut, 2005).

Boztuğ ve arkadaşları, Tunceli İlinde bulunan Uzunçayır Baraj Gölü'nün, fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Elektrik üretimi amacıyla DSİ tarafından yapılan Uzunçayır Barajı, yörenin enerji ihtiyacını karşılamada katkı sağlamaktadır. Çalışma süresince tespit edilen on istasyondan iki ayda bir su örnekleri alınmış ve elde edilen sekiz aylık ortalama değerler (minimum, ortalama, maksimum) şu şekilde bulunmuştur: Su sıcaklığı (1,1-12,8-29,4 °C), pH (7,7-8,1-8,6), çözünmüş oksijen (5,5-9,7-14,7 mg/L), BOİ (1-1,5-2 mg/L), asidite (101-154,3-285 mg/L), toplam sertlik (12,5-26,4-67,6 mg/L), toplam alkanite (66-132,1-198 mg/l), iletkenlik (148-276,9-381 µS/cm), askıda katı madde (0,03-1,04-3,03 mg/L).

Çalışma sonunda karasal bir tatlı su gölü olan barajın iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu, önemli bir kirlilik problemi olmadığı anlaşılar. Bu durumu korumak için fizikokimyasal parametrelerin statik seviyede tutulması gerektiği sonucuna varmışlar (Boztuğ vd., 2012).

Durhasan, baraj göllerinden su temininde derinligin su kalitesine etkileri incelemiştir. Bu amaçla Çatalan Barajı göl suyundan Aralık 2004-Ekim 2005 tarihleri arasında 2 farklı istasyondan toplam 8 numune alınmıştır. Çalışma süresince Çatalan Barajı göl suyundan alınan numunelerin pH' ının 5,90-8,30, elektriksel iletkenliğinin 365-470 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Toplam Sertliğinin 175-220 mg/l CaCO_3 , Alkalinitesinin 120-192 mg/l CaCO_3 , ÇKM'nin 256,20-329mg/lt, Sıcaklığının 0,9-30 C0, Rüzgar hızının 0-6,5 m/s, derinlik göstergesinin 1-4,5 m arasında değiştiği tespit etmiştir. Farklı noktalardan alınan su numunelerinde su kalitesi yönünden fazla fark gözlememiştir (Durhasan, 2006).

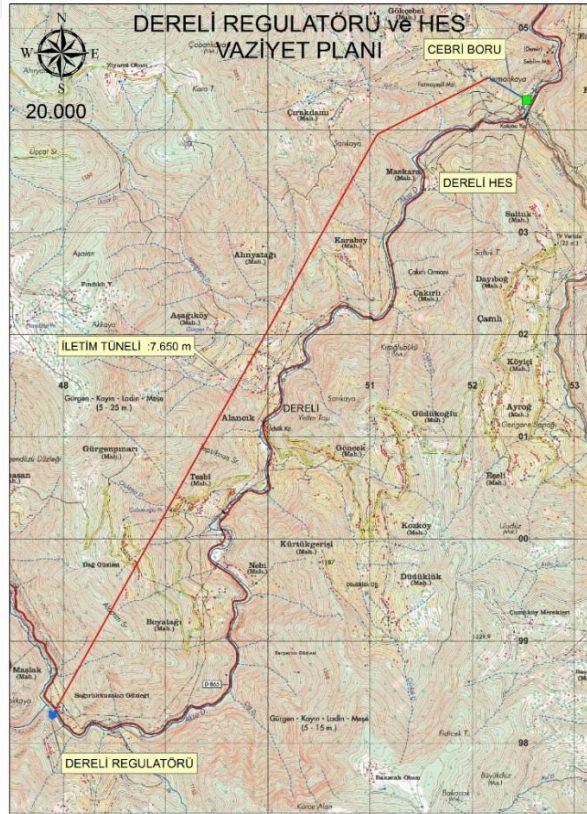
Dinçer, Giresun ili Görele ilçesinde denize dökülen Çanakçı Deresi'nin bazı su kalitesi parametreleri ve kirlilik durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışma 12 ay boyunca yürütülmüş olup, tespit edilen 3 istasyondan su örnekleri aylık olarak toplanmıştır. Su kalitesi parametrelerinden; çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, pH, sıcaklık, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde (TDS), iletkenlik, klorofil, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak nitrojeni (TAN), amonyum (NH_4), amonyak (NH_3), toplam fosfor, çözünebilir reaktif fosfor (SRP), askıda katı madde (TSS) tayinleri yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda Çanakçı Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için kullanılabilir, sucul canlılar için uygun yaşam ortamı olabileceği ancak toplam fosfor $0,46 \text{ mgL}^{-1}$ ve oksijen doygunluğu %67,68 bakımından kirlenmiş su sınıfına girdiği, amonyum $0,65 \text{ mgL}^{-1}$ ve çözünmüş oksijen $7,11 \text{ mgL}^{-1}$ bakımından az kirlenmiş su sınıfına girmektedir. Diğer parametrelerin kirlilik tehdidi yaratmayacak düzeyde olduğu tespit etmiştir (Dinçer, 2014).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırma Alanı ve Örneklemeye Noktalarının tanımlanması

Çalışma kapsamında incelenecek olan Dereli Regülatörü ve HES, Ülkemizin Kuzeyinde Doğu Karadeniz Bölgesinde Giresun ilinin 10 km Güney Doğusunda Dereli ilçesi sınırları içerisinde ve Aksu deresi havzasında yer almaktadır. Dereli HES Regülatörü Dereli ilçe merkezinin yaklaşık 13 km membasında UTM 6⁰ Y:447915, X:4498454 koordinatlarında ve 780 m kotunda bulunmaktadır. Ortalama akım 8,76 m³/s ve drenaj alanı 455 km² dir. Dereli HES in santral binası ise Dereli ilçe merkezinin yaklaşık 5 km membasında UTM 6⁰ Y:452534, X:4504472 koordinatlarındadır. Yıllık üretimi 152,13 GWh/yıl dır ve 2 adet Francis düşey eksenli türbin ile hizmet vermektedir.

Dereli Regülatörü ve HES, regülatörden (su alma yapısı) suyu, 7650 m uzunluğunda bir tünelle taşıyıp 281 m yükseklikten 550 m uzunluğunda bir cebri boru vasıtası ile santrale bırakarak enerji üretmektedir (Şekil 3.1).

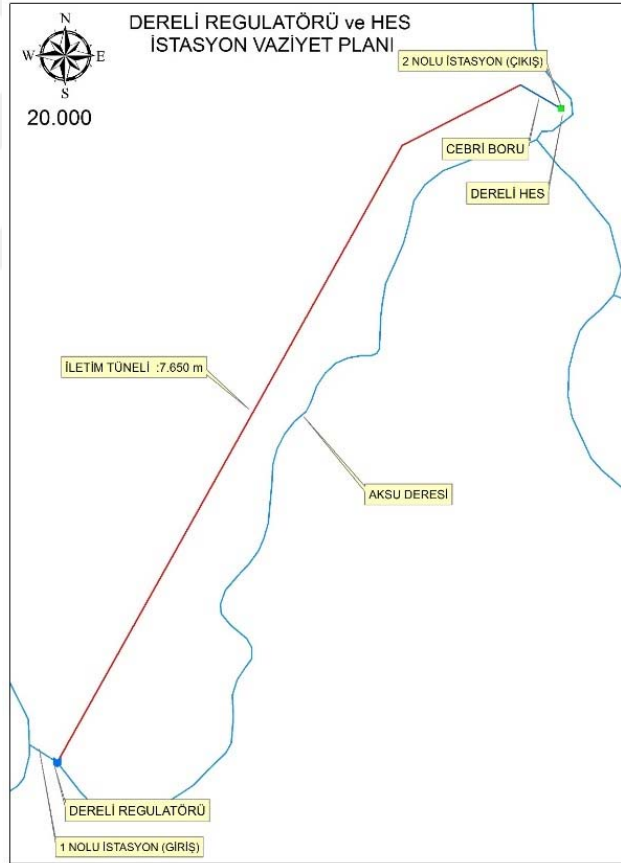


Şekil 3.1. Dereli Regülatörü ve HES vaziyet planı

İşletmede olan bir HES'in su kalitesine etkisinin belirlenebilmesi için ayda bir su örnekleri alınmıştır. Bu amaçla 2 adet istasyon belirlenmiştir (Şekil 3.2). Bu çalışma için tespit edilen istasyonlardan.

Birinci istasyon HES'in girişinde, Dereli Regülatörünün (Su alma yapısı) 150 m membasında Aksu Deresi ile Göksü deresi birleşiminden hemen sonra UTM 6⁰ Y:447838, X:4498547 Koordinatlarında oluşturulmuştur (Şekil 3.2).

İkinci istasyon HES'in çıkışında, UTM 6⁰ Y:452558, X:4504469 Koordinatlarında Dereli HES'in türbin çıkışından doğal yatağa karışmadan oluşturulmuştur. Bu iki istasyonlar arasında analizi yapılan suya herhangi bir su karışmamaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Dereli Regülatörü ve HES istasyon vaziyet planı

Birinci istasyondan geçen su direk su toplama yapısına oradan su iletim tüneli vasıtası ile yükleme havuzu ve cebri boru üzerinden direk Dereli Regülatörü ve

HES'in Türbinlerine girmektedir. Santralin türbinlerinden çıkan su HES' in çıkışında olan 2. İstasyondan geçmekte ve oradanda mansapta bulunan Çırakdamı HES'in iletim kanalına ulaşmaktadır.

Çalışma için incelenecek olan parametreler; sıcaklık, pH, toplam çözünmüş katı madde, sodyum, amonyum azotu, klorür, nitrat azotu, nitrit azotu, florür, sülfat, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, renk, anyonik sülfaktanlar, kimyasal oksijen ihtiyacı, fenol, çözünmüş oksijen doyum oranı, toplam fosfor, ağır metaller (Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B) dir.

Çalışma için tespit edilen 2 ayrı örnekleme istasyonda 2015-2016 yıllarında, Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B parametreleri için 9 ar analiz, sıcaklık, BOİ için 10 ar analiz, pH, ÇO, Toplam fosfor için 11 er analiz ve Toplam çözünmüş katı madde, Na, klorür, sülfat, nitrat, nitrit, amonyum, florür, renk, KOİ, fenol ve anyonik sülfaktanlar parametreleri için ise 12 şer analiz yapılmıştır. HES'in girişinde ve çıkışından alınan bu numune analizleri DSİ Trabzon Bölge Müdürlüğünün akredite laboratuvarlarında yapılmıştır.

Su kalite sınıflarının belirlenmesi için, su kalite sınıflandırmasında karakteristik değerlerin bulunması için istatiksel yöntemlerden olan Hazen ve aritmetik ortalama yöntemleri kullanılarak bulunan karakteristik değerlere göre sınıflandırma yapılmıştır.

İşletmede olan bir HES'in su kalitesine etkisinin belirlenebilmesi için her iki istasyonda incelenen su kalite parametrelerinden, pH, toplam çözünmüş katı madde, sodyum, amonyum azotu, klorür, nitrat azotu, nitrit azotu, florür, sülfat, çözünmüş oksijen, renk, anyonik sülfaktanlar, kimyasal oksijen ihtiyacı, fenol, çözünmüş oksijen, toplam fosfor istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemi ile biyolojik oksijen ihtiyacı, sıcaklık ve ağır metaller (Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B) gibi parametreler ise aritmetik ortalama kullanılarak bulunan değerlerin, Çizelge 5.1' de kıta içi yüzeysel su kaynaklarının kalite kriterlerine göre kalite sınıfları belirlenmiştir (Çizelge 5.1). Belirlenen bu kalite sınıfları, iki

farklı noktadaki istasyonlar arasında birbirleri ile karşılaştırılıp, işletmede olan bir HES'in nehir suyu kalitesi üzerine olan etkisi belirlenecektir.

3.2. Deneysel Çalışmalar

Çalışma kapsamında, Santral girişinden ve çıkışından 5 lt lik bidonlarla alınan su örneklerinin deneysel çalışmaları DSİ'nin Trabzon şehrinde akredite laboratuvarında yapılmıştır. Yapılan çalışmada kullanılan cihaz ve metotlar Çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Deneysel çalışmalarda kullanılan cihaz ve metotlar

ADI	KULLANILAN CİHAZ VE METOTLAR (ULUSAL VE ULUSLARARASI STANDARTLAR)
Sıcaklık	WTW Multi 340i
pH	WTW Multi 340i TS EN ISO 10523:2012(EN)
Elektriksel İletkenlik, mS/m	WTW Multi 340i TS 9748 EN 27888/TI
Toplam Çözünmüş Katı Mad, mg/L	Hesapla, TS 8108
Sodyum, mg/L	Metrohm 882 Compact IC Plus marka iyon kromatografi, TS EN ISO 14911
Klorür, mg/L	Metrohm 882 Compact IC Plus marka iyon kromatografi, TS EN ISO 10304-
Sülfat, mg/L	Metrohm 882 Compact IC Plus marka iyon kromatografi, TS EN ISO 10304-1
Nitrat Azotu, mg/L	Hesapla, TS EN ISO 10304-1
Nitrit Azotu, mg/L	Hesapla, TS EN ISO 10304-1
Amonyum Azotu, mg/L	Hesapla, TS EN ISO 14911
Florür, mg/L	Metrohm 882 Compact IC Plus marka iyon kromatografi, TS EN ISO 10304-1
Çözünmüş Oksijen Doyum Oranı, %O ₂	WTW Multi 340i, TS 5677 EN 25814
Biyolojik Oksijen İhtiyacı, mg/L	WTW OxiTOP marka ölçüm setleri, STMD 2005
Renk (Pt-Co)	TS 6392 EN ISO 7887 / Lovibond Nessleriser 2250 marka renk komparatörü, TS 6392 EN ISO 7887
Kimyasal Oksijen İhtiyacı, mg/L	Hach Lange LCK 414 marka küvet testler, KİT
Fenol, mg/L	Hach Lange 4-Aminoantipirin Metodu,
Toplam Fosfor, mg/L	Hach Lange LCK 349,
Anyonik Sürfaktanlar, mg/L	Hach Lange LCK 332 küvet testleri,
Ağır Metaller	Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometrisi (ICP-MS) Metodu, Bruker Aurora M90 ICP-MS Cihazı, EPA 200.8

3.3. İstatistiksel Veri Değerlendirme Yöntemleri

Yüzelik değer hesaplamalarında, seçilen istatistiksel yönleme bağı olarak gerekli asgari veri sayısı ile sıra numarası formülleri farklılık göstermektedir. Bu yöntemlerde kullanılan yüzde kesri ve yüzelik değer formülleri Çizelge 3.2’de verilmektedir (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2012). Veri sayısı 10’dan az olduğunda yüzde değer hesabı yapılmaz, verilerin aritmetik ortalaması alınarak kategori belirlenir. Veri sayısı 10 ve daha üstü olan parametrelerde Hazen Yöntemi uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. İstatistiksel veri değerlendirme formülleri

Yöntem	Yüzde Kesri	Yüzelik Değer	%95’lik değer için Gerekli Minimum Veri Sayısı
Hazen	$p = \frac{r - \frac{1}{2}}{n}$	$P = 100 \cdot \left(\frac{n - \frac{1}{2}}{n} \right) = 100 - \frac{50}{n}$	10

Yukarıda Çizelge 3.2’deki denklemlerde **r**, sıra no (küçükten büyüğe doğru), **p**, yüzde kesri, **P**, yüzelik değer, **n** ise veri sayısıdır.

3.3.1. Hazen yönteminin uygulama adımları

1. n adet su kalitesi verisi küçükten büyüğe doğru sıralanır. Sıralanmış veri seti X_i : $i = 1, 2, \dots, n$ olarak adlandırılır.
2. Seçilen yöntemin gerektirdiği asgari veri sayısı kontrol edilir. Yeterli veri mevcutsa, Hazen Yöntemi’nin uygulanmasına geçilir.
3. Aşağıdaki ifadeler kullanılarak yüzde kesri (**p**) ve sıra numarası (**r**) hesaplanır; sıra numarası genellikle kesirli bir sayıdır.

$$p = \frac{P}{100} \quad (3.1)$$

Yukarıdaki denklemde (3.1) **p** yüzelik kesri, **P** yüzelik değeri ifade etmektedir.

$$r = pn + \frac{1}{2} \quad (3.2)$$

Yukarıdaki denklemde (3.2) r sıra numarasını, p yüzdelik kesri ve n ise veri sayısını ifade etmektedir.

4. Kesirli sıra numarasının bir altı ve üstündeki tam sayılara karşı gelen veriler arasında doğrusal enterpolasyon yapılarak, aşağıdaki ifade yardımıyla r 'ye karşı gelen su kalitesi değeri (X_r) hesaplanır.

$$X_r = (1 - f) \cdot X_i + f \cdot X_{i+1} \quad (3.3)$$

Yukarıdaki denklemde (3.3) X_i , r 'nin tam kısmı, f ise r 'nin ondalık kısmıdır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışma için tespit edilen 2 ayrı örnekleme istasyonlarından periyodik su örnekleri alınmış ve Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B parametreleri için 9, sıcaklık, BOİ için 10, pH, ÇO, toplam fosfor için 11 ve toplam çözünmüş katı madde, sodyum, klorür, sülfat, nitrat, nitrit, amonyum, florür, renk, KOİ, fenol ve anyonik sülfaktanlar parametreleri için ise 12 adet analiz yapılmıştır. Bu parametrelerin her bir istasyon için analiz sonuçları verilmiştir (Çizelge A.1), 2 ayrı istasyonda her bir parametre için analiz ve istatistiksel yöntemlerle bulunan ortalama değerleri sırası ile (Çizelge 4.1-4.30) de ve her iki istasyondaki parametre karşılaştırmaları verilmiştir (Şekil 4.1-4.30).

Çizelge 4.1. İncelenen su kalite parametrelerinin ortalama değerleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	ORTALAMA	
	1. İSTASYON	2. İSTASYON
Ölçüm Sıcaklığı	22,66	22,34
pH	8,86	8,52
Top. Çözünmüş Katı Mad. mg/L	555,83	402,92
Sodyum mg/L	28,78	35,85
Klorür, mg/L	55,72	39,84
Sülfat, mg/L	51,69	55,60
Nitrat Azotu, mg/L	0,730	1,220
Nitrit Azotu, mg/L	0,250	0,300
Amonyum Azotu, mg/L	0,740	0,290
Florür, mg/L	0,610	0,610
Çözünmüş Oksijen, mg/L	6,830	8,070
Biyolojik Oksijen İhtiyacı, mg/L	0,980	1,270
Renk (Pt-Co)	66,500	35,000
Kimyasal Oksijen İhtiyacı, mg/L	19,970	13,490
Fenol, mg/L	0,009	0,006
Toplam Fosfor, mg/L	0,078	0,089
Anyonik Sülfaktanlar, mg/L	0,250	0,270
Toplam Kurşun, µg/L	0,49	2,03
Toplam Çinko, µg/L	<2,75	4,48
Toplam Krom, µg/L	<12,4	12,4
Toplam Mangan, µg/L	17,79	18,76
Toplam Demir, µg/L	110,04	127,48
Toplam Bakır, µg/L	2,78	3
Toplam Kadmiyum, µg/L	0,16	0,18
Toplam Kobalt, µg/L	0,40	0,45
Toplam Nikel, µg/L	1,59	2,04
Toplam Alüminyum, µg/L	112,36	128,15
Toplam Arsenik, µg/L	0,87	0,92
Toplam Selenyum, µg/L	0,22	0,19
Toplam Bor, mg/L	0,15	0,051

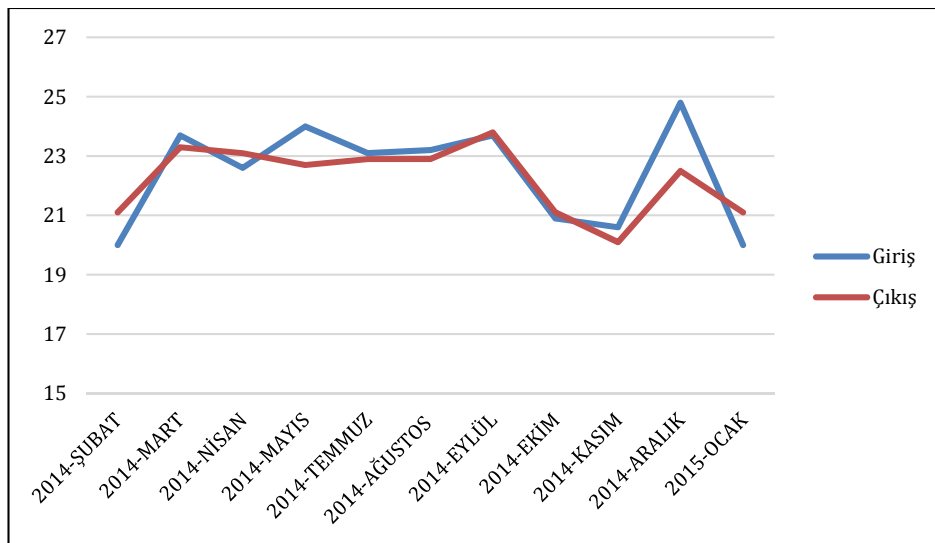
4.1. Sıcaklık

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1’de verilen ölçüm sıcaklığı analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 24,8 °C – 20 °C ve 2. istasyonda ise 23,3 °C – 20.1 °C arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için sıcaklık ortalaması 22,66 °C, 2. istasyon için ise 22,34 °C olarak bulunmuştur. Ölçüm sıcaklığı kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. kalite sınıfında olan su, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerinden çıkan suyun kalitesinin, sıcaklık yönünden olumsuz etkilenmediği saptanmıştır.

Şengün (2013) Giresun Aksu deresi üzerinde yapmış olduğu çalışmada ortalama su sıcaklığını 12,52 °C bulmuş, Tepe ve Mutlu (2004), Hatay Harbiye kaynak suyu çalışmasında ortalama sıcaklık değerini 15,73 °C olarak bulmuştur.

Çizelge 4.2. Ölçüm sıcaklığı için aylık ve ortalama analiz değerleri

Ölçüm sıcaklığı	İST. 1	İST. 2	İST. 1	İST. 2	KALİTE SINIFI	KALİTE SINIFI
			ORTALAMA	ORTALAMA	İST. 1	İST. 2
2014-ŞUBAT	20,00	21,10	22,660	22,340	1	1
2014-MART	23,70	23,30				
2014-NİSAN	22,60	23,10				
2014-MAYIS	24,00	22,70				
2014-TEMMUZ	23,10	22,90				
2014-AĞUSTOS	23,20	22,90				
2014-EYLÜL	23,70	23,80				
2014-EKİM	20,90	21,10				
2014-KASIM	20,60	20,10				
2014-ARALIK	24,80	22,50				
2015-OCAK	20,00	21,10				



Şekil 4.1. Giriş ve çıkış ölçüm sıcaklığı karşılaştırması

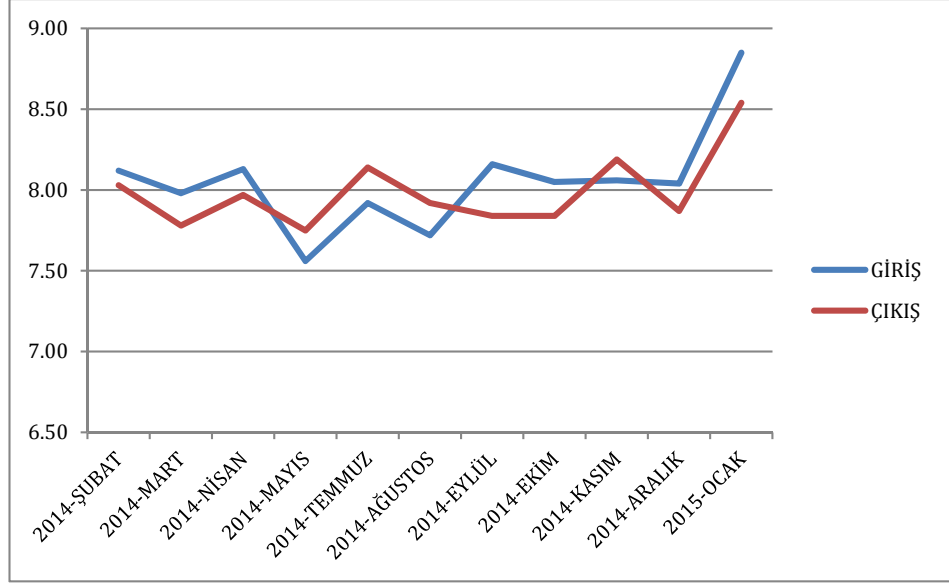
4.2. pH

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2' de verilen pH analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 7,56 – 8,85 ve 2. istasyonda ise 7,75 – 8,54 arasında değiştiği görülmüş, 1. istasyon için pH ortalaması 8,82, 2. istasyon için ise 8,52 olarak bulunmuştur. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. pH, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda III. kalite sınıfında olan su, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, pH yönünden etkilenmediği görülmüştür.

Bozkurt ve Tepe (2011) Hatay Gölbaşı Gölü'nde yapmış oldukları çalışmalarda ortalama pH değerini 7,52 olarak tespit etmişlerdir. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (2013) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 7,43, Yıldız (2013) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 7,70 olarak bulmuştur.

Çizelge 4.3. pH için aylık ve ortalama analiz değerleri

pH	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	8,12	8,03	8,820	8,520	III	III
2014-MART	7,98	7,78				
2014-NİSAN	8,13	7,97				
2014-MAYIS	7,56	7,75				
2014-TEMMUZ	7,92	8,14				
2014-AĞUSTOS	7,72	7,92				
2014-EYLÜL	8,16	7,84				
2014-EKİM	8,05	7,84				
2014-KASIM	8,06	8,19				
2014-ARALIK	8,04	7,87				
2015-OCAK	8,85	8,54				



Şekil 4.2. Giriş ve çıkış pH karşılaştırması

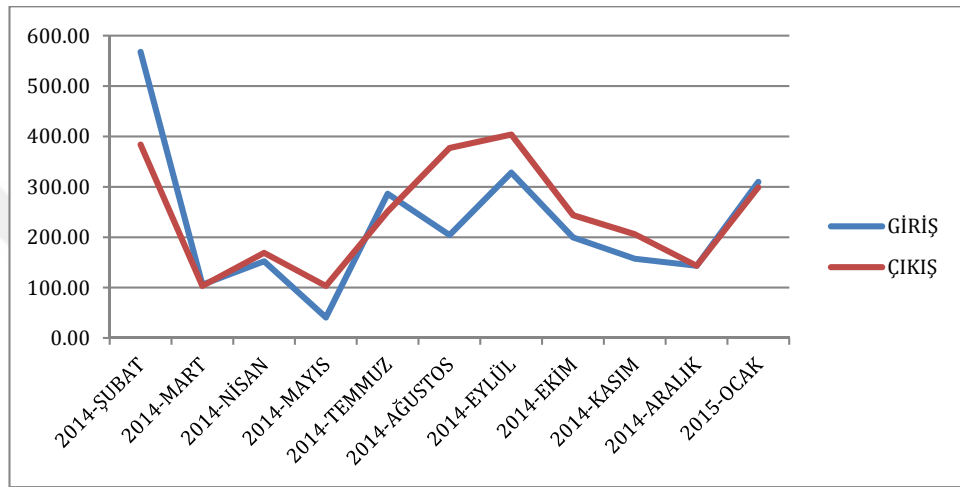
4.3. Toplam Çözünmüş Katı Madde

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3' de verilen TDS analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 41,040 mg/L – 567,800 mg/L ve 2. istasyonda ise 103,430 mg/L – 403,920 mg/L arasında değiştiği görülmüş 1. istasyon için TDS ortalaması 555,83 mg/L, 2. istasyon için ise 402,92 mg/L olarak hesaplanmıştır. TDS, kıta içi su kalite sınıflarına göre, 1. istasyonda II. sınıfta olan su, 2. istasyonda I. kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, TDS yönünden olumlu etkilendiği saptanmıştır.

Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara bakıldığında Şengün (2013) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 0,191 g/L, Yıldız (2013) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 0,086 g/L olarak bulmuştur. Kıvrak ve arkadaşları (2012) Afyonkarahisar Akarçayı'nda yaptıkları çalışmada ortalama TDS'yi 701 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.4. Toplam çözünmüş katı madde için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Çözünmüş Katı Madde mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	567,80	384,00	555,830	402,920	II	I
2014-MART	105,94	103,43				
2014-NİSAN	152,32	169,32				
2014-MAYIS	41,04	103,50				
2014-TEMMUZ	286,28	251,60				
2014-AĞUSTOS	204,48	377,40				
2014-EYLÜL	328,44	403,92				
2014-EKİM	199,72	243,92				
2014-KASIM	157,56	206,04				
2014-ARALIK	143,48	143,48				
2015-OCAK	309,86	299,00				



Şekil 4.3. Giriş ve çıkış toplam çözünmüş katı madde karşılaştırması

4.4. Sodyum (Na)

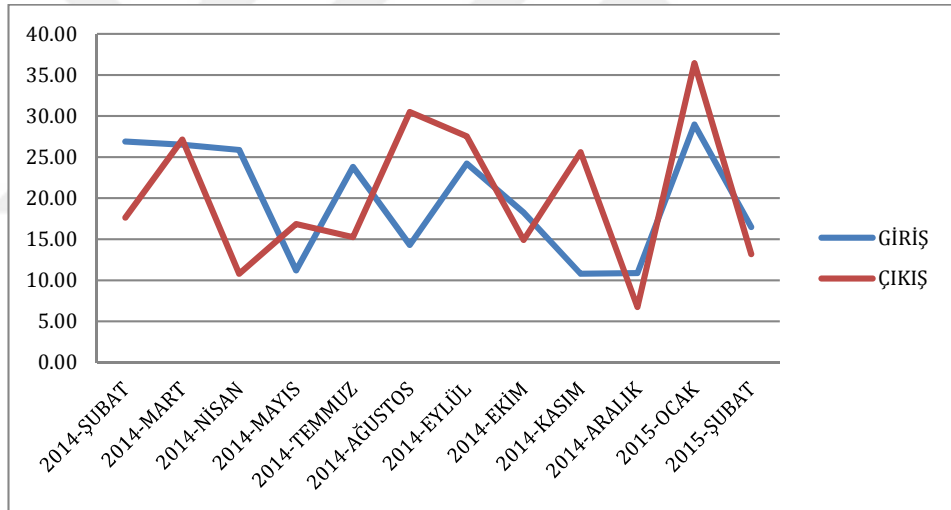
Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4' de verilen sodyum analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 10,79 mg/L–28,99 mg/L ve 2. istasyonda ise 6,75 mg/L–36,45 mg/L arasında değiştiği görülmüş, sodyum'un ortalama değerleri 1. istasyon için 28,78 mg/L, 2. istasyon için 35,85 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Sodyum, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyon ise aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin Sodyum yönünden olumsuz etkilenmediği saptanmıştır.

Mert ve arkadaşları (2008) Apa baraj gölünde (Konya) yapmış oldukları çalışmalarda sodyum için minimum, maksimum ve ortalama değerleri sırası ile 4,60 mg/L, 9,20 mg/L ve 6,79 mg/L olarak bulmuşlardır. Yapılan bir diğer

çalışmada ise Belirtürk ve arkadaşları (2013) sulama suyu örneklerinde belirlenen bazı elementlerin çevre kirliliği açısından iki farklı dönemdeki değişim seyri Kırıkkale örneğinde sodyum değerlerini 31,6582 mg/L ile 13,697 mg/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.5. Sodyum için aylık ve ortalama analiz değerleri

Sodyum mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	26,90	17,65	28,780	35,850	I	I
2014-MART	26,50	27,15				
2014-NİSAN	25,88	10,80				
2014-MAYIS	11,20	16,86				
2014-TEMMUZ	23,82	15,27				
2014-AĞUSTOS	14,30	30,50				
2014-EYLÜL	24,23	27,55				
2014-EKİM	18,26	14,91				
2014-KASIM	10,79	25,62				
2014-ARALIK	10,87	6,75				
2015-OCAK	28,99	36,45				
2015-ŞUBAT	16,49	13,2				



Şekil 4.4. Giriş ve çıkış sodyum karşılaştırması

4.5. Klorür (Cl)

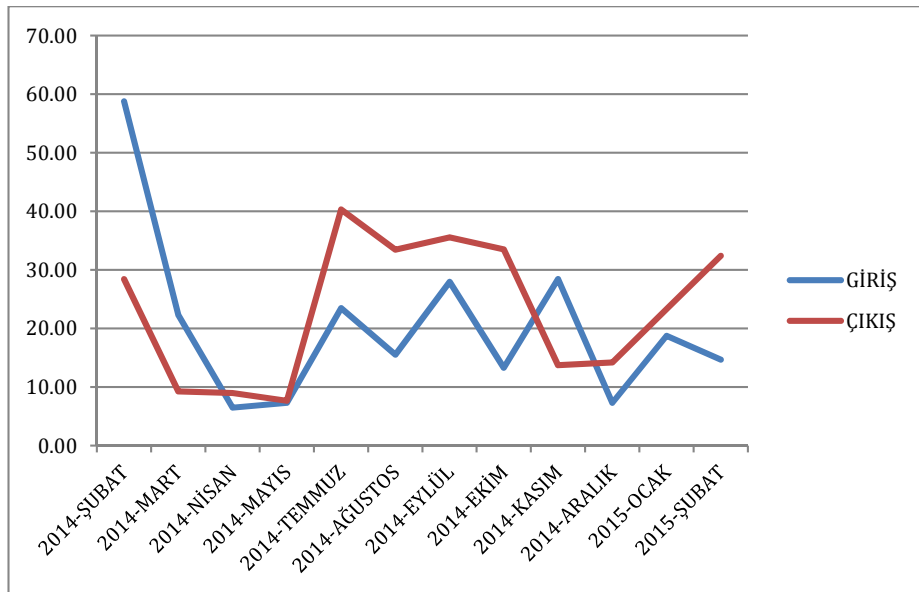
Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5' de verilen klorür analiz ve ortalama sonuç değerlerinin 1. istasyonda 7,31 mg/L–58,79 mg/L ve 2. istasyonda ise 7,65 mg/L – 40,31 mg/L arasında değiştiği görülmüş, klorür'ün ortalama değerleri 1. istasyon için 55,72 mg/L, 2. istasyon için 39,84 mg/L olarak hesaplanmıştır. Klorür, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda II. sınıf su kalitesinden, 2. istasyonda aynı sınıfsu

kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, klorür yönünden etkilenmediği saptanmıştır.

HES'in çıkışındaki Klorür değerlerinin azalması su toplama alanında yüzeyin genişlemesi ve türbinden geçen suyun türbülans etkisi ile ilişkili olduğu söylenebilir. Tepe ve arkadaşları (2006) Hatay Karagöl'de yaptıkları çalışmada klorürü ortalama 0,126 mg/L olarak bulmuşlardır. Taş ve arkadaşları (2010) Ordu Ulugöl'de yaptıkları çalışmada klorürü ortalama olarak 4,25 mg/L ve Abdel (2005) ise Nil Nehri üzerindeki çalışmasında yıllık ortalama klorür miktarını 20,9 mg/L olarak saptamışlardır.

Çizelge 4.6. Klorür için aylık ve ortalama analiz değerleri

Klorür, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	58,79	28,43	55,720	39,840	II	II
2014-MART	22,32	9,26				
2014-NİSAN	6,48	8,98				
2014-MAYIS	7,31	7,65				
2014-TEMMUZ	23,49	40,31				
2014-AĞUSTOS	15,52	33,46				
2014-EYLÜL	27,98	35,56				
2014-EKİM	13,30	33,51				
2014-KASIM	28,45	13,72				
2014-ARALIK	7,32	14,20				
2015-OCAK	18,75	23,31				
2015-ŞUBAT	4,68	32,41				



Şekil 4.5. Giriş ve çıkış klorür karşılaştırması

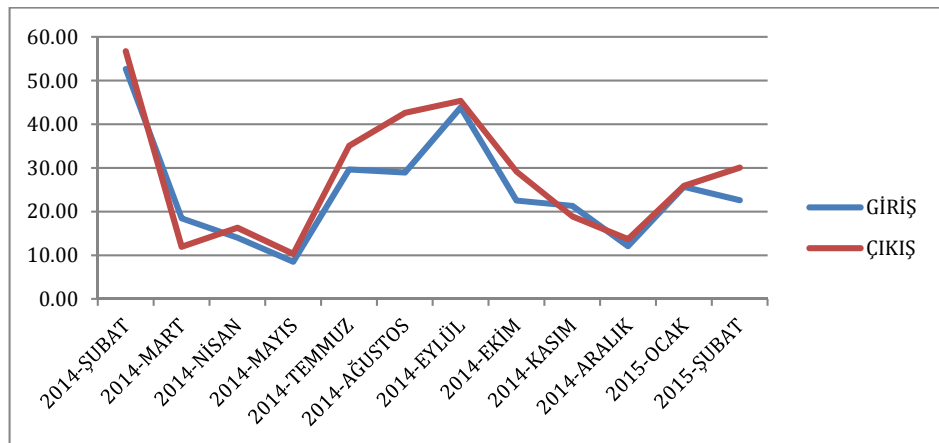
4.6. Sülfat (SO₄)

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6' da verilen sülfat analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 8,540 mg/L –52,660 mg/L ve 2. istasyonda ise 10,320 mg/L – 56,740 mg/L arasında değiştiği görülmüş, sülfatın ortalama değerler 1. istasyon için 51,69 mg/L ve 2. istasyon için 55,60 mg/L hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Sülfat, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, sülfat yönünden olumsuz etkilenmediği saptanmıştır.

Mert ve arkadaşları (2008) Apa baraj gölünde (Konya) yapmış oldukları çalışmada sülfat için minimum, maksimum ve ortalama değerleri sırası ile 5,8 mg/L, 12,4 mg/L ve 90,22 mg/L olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.7. Sülfat için aylık ve ortalama analiz değerleri

Sülfat, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	52,66	56,74	51,690	55,600	I	I
2014-MART	18,45	11,94				
2014-NİSAN	14,02	16,31				
2014-MAYIS	8,54	10,32				
2014-TEMMUZ	29,65	35,08				
2014-AĞUSTOS	28,94	42,61				
2014-EYLÜL	43,87	45,36				
2014-EKİM	22,52	29,15				
2014-KASIM	21,33	18,89				
2014-ARALIK	12,08	13,69				
2015-OCAK	25,68	25,91				
2015-ŞUBAT	22,6	30,09				



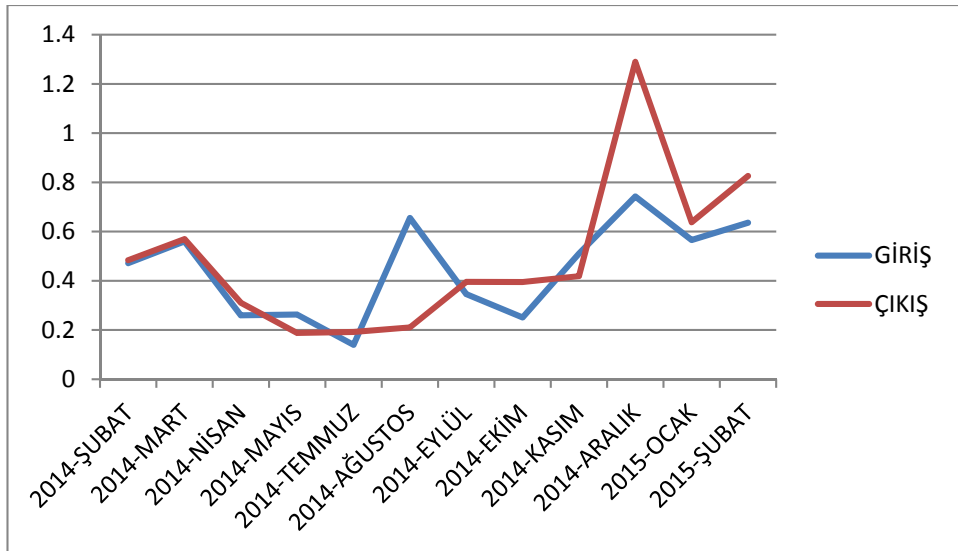
Şekil 4.6. Giriş ve çıkış Sülfat karşılaştırması

4.7. Nitrat Azotu (NO₃-N)

Çizelge 4.8 ve Şekil 4.7’ de verilen nitrat azotu analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 0,142 mg/L –0,743 mg/L ve 2. istasyonda ise 0,188 mg/L – 1,29 mg/L arasında değiştiği görülmüş, nitrat azotunun ortalama değerleri 1. istasyonda 0,73 mg/L, 2. istasyonda ise 1,22 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Nitrat azotu, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin nitrat azotu yönünden olumsuz etkilenmediği saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Nitrat azotu için aylık ve ortalama analiz değerleri

Nitrat Azotu, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,472	0,484	0,730	1,220	I	I
2014-MART	0,56	0,57				
2014-NİSAN	0,26	0,31				
2014-MAYIS	0,26	0,19				
2014-TEMMUZ	0,14	0,19				
2014-AĞUSTOS	0,66	0,21				
2014-EYLÜL	0,35	0,40				
2014-EKİM	0,25	0,40				
2014-KASIM	0,51	0,42				
2014-ARALIK	0,74	1,29				
2015-OCAK	0,57	0,64				
2015-ŞUBAT	0,636	0,826				



Şekil 4.7. Giriş ve çıkış nitrat azotu karşılaştırması

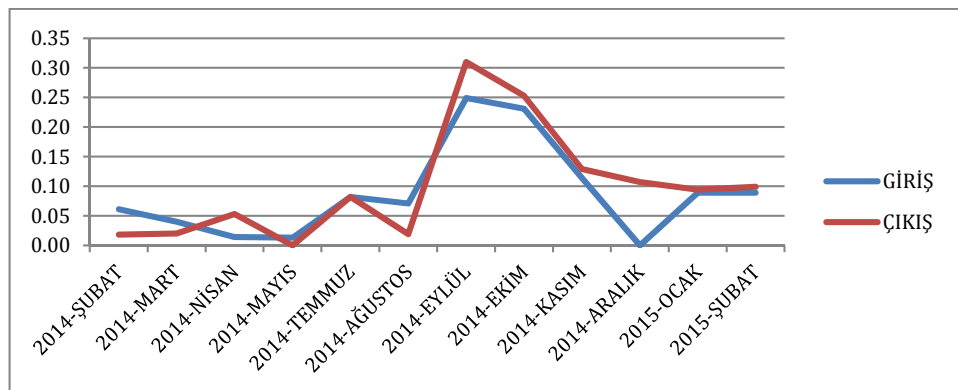
4.8. Nitrit Azotu (NO₂-N)

Çizelge 4.9 ve Şekil 4.8' de verilen nitrit azotu analiz sonuç değerlerinin 1.istasyonda <0,000061 mg/L – 0,249 mg/L ve 2. istasyonda ise 0,00007 mg/L – 0,310 mg/L arasında değiştiği görülmüş, nitrit azotu ortalama değerler 1. istasyon için 0,25 mg/L, 2. istasyon için 0,30 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Nitrit azotu, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda IV. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, nitrit azotu yönünden olumsuz etkilenmediği saptanmıştır.

Gültekin ve arkadaşları (2012) ise Trabzon ili akarsularında yaptıkları çalışmada sudaki en yüksek nitrit miktarı 0,1 mg/L, en yüksek nitrat miktarı ise 4,7 mg/L olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.9. Nitrit azotu için aylık ve ortalama analiz değerleri

Nitrit Azotu, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,06	0,02	0,250	0,300	IV	IV
2014-MART	0,04	0,02				
2014-NİSAN	0,01	0,05				
2014-MAYIS	0,01	0,00				
2014-TEMMUZ	0,08	0,08				
2014-AĞUSTOS	0,07	0,02				
2014-EYLÜL	0,25	0,31				
2014-EKİM	0,23	0,25				
2014-KASIM	0,11	0,13				
2014-ARALIK	0,00	0,11				
2015-OCAK	0,09	0,09				
2015-ŞUBAT	0,089	0,099				



Şekil 4.8. Giriş ve çıkış nitrit azotu karşılaştırması

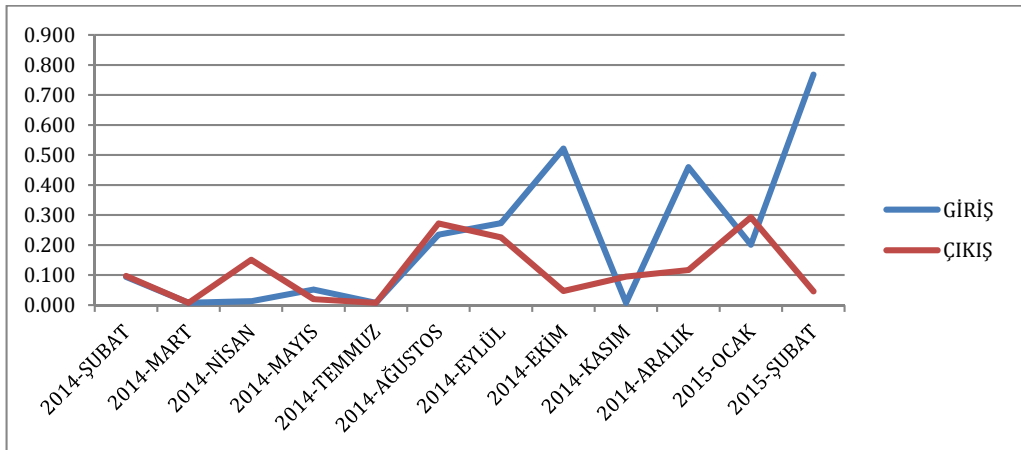
4.9. Amonyum Azotu(NH₄-N)

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9' da verilen amonyum azotu analiz değerlerinin 1. istasyonda <0,0076 mg/L – 0,769 mg/L ve 2. istasyonda ise <0,0076 mg/L – 0,293 mg/L arasında değiştiği görülmüş, amonyum azotu ortalama değerler 1. istasyon için 0,74 mg/L, 2. istasyon için 0,29 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Amonyum azotu, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda II. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş ve amonyum azotu yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Tepe ve arkadaşları (2004), Karagöl Göleti'nde yaptıkları çalışmada sırasıyla ortalama 0,16 mg/L, Taş ve arkadaşları (2010) Ordu Ulugöl' de yaptıkları çalışmada ortalama 0,35 mg/L olarak elde etmişlerdir.

Çizelge 4.10. Amonyum azotu için aylık ve ortalama analiz değerleri

Amonyum Azotu mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,094	0,097	0,740	0,290	II	II
2014-MART	0,0076	0,01				
2014-NİSAN	0,013	0,151				
2014-MAYIS	0,052	0,020				
2014-TEMMUZ	0,0076	0,0076				
2014-AĞUSTOS	0,235	0,272				
2014-EYLÜL	0,273	0,226				
2014-EKİM	0,522	0,047				
2014-KASIM	0,01	0,095				
2014-ARALIK	0,46	0,117				
2015-OCAK	0,201	0,293				
2015-ŞUBAT	0,768	0,046				



Şekil 4.9. Giriş ve çıkış amonyum azotu karşılaştırması

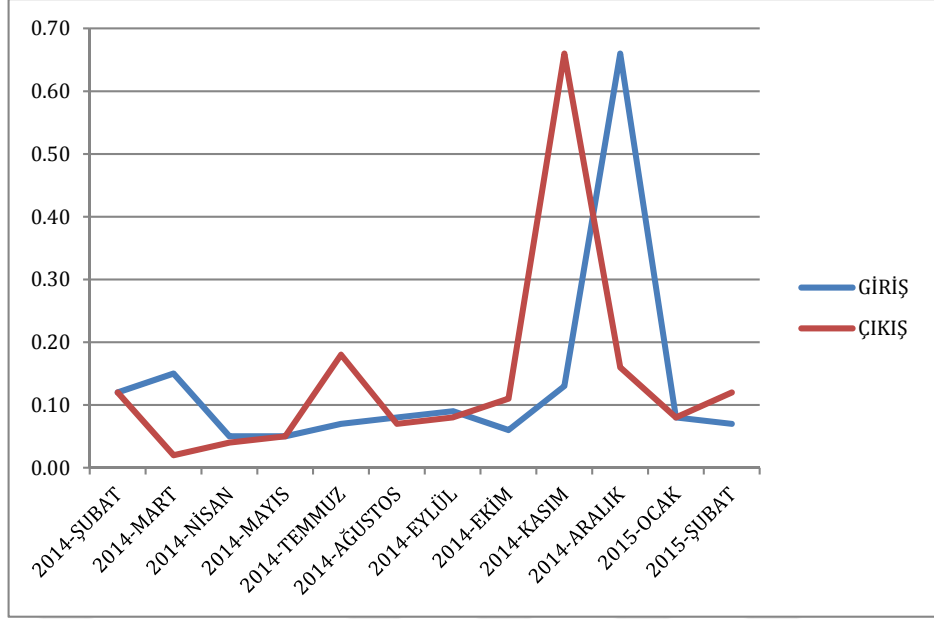
4.10. Florür (F)

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.10' da verilen florür analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 0,050 mg/L –0,660 mg/L ve 2. istasyonda ise 0,020 mg/L – 0,660 mg/L arasında değiştiği görülmüş, florürün ortalama değerleri 1. istasyon için 0,61 mg/L, 2. istasyon için 0,61 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Florür, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, florür yönünden olumsuz etkilenmediği saptanmıştır.

Beyhan (2003), Isparta şehrinde bazı içme suyu kaynaklarında yaptığı çalışmada florür iyonu konsantrasyonlarını, Karpuz çeşmesinde 0,78 Yeniçe mahallesi Çeşmesinde 2,63mg/L, Bezirgan suyunda 0,68mg/L, Kumlusu Çeşmesi'nde 2,70 mg/L ve üniversite şebekesinde 0,58 mg/L olarak bulmuştur. Ağaoğlu ve arkadaşları (2007), Van merkez ve ilçelerinde bulunan ortalama flor düzeylerinin belirlenmesi için yaptıkları çalışmada sırası ile 0,586 ppm ve 0,367 ppm (kuyu), 0,758 ppm ve 0,490 ppm (dere), 0,475 ppm ve 0,305 ppm (Kaynak/Çeşme) olarak saptamıştır.

Çizelge 4.11. Florür için aylık ve ortalama analiz değerleri

Florür, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,120	0,120	0,610	0,610	I	I
2014-MART	0,150	0,020				
2014-NİSAN	0,050	0,040				
2014-MAYIS	0,050	0,050				
2014-TEMMUZ	0,070	0,180				
2014-AĞUSTOS	0,080	0,070				
2014-EYLÜL	0,090	0,080				
2014-EKİM	0,060	0,110				
2014-KASIM	0,130	0,660				
2014-ARALIK	0,660	0,160				
2015-OCAK	0,080	0,080				
2015-ŞUBAT	0,07	0,12				



Şekil 4.10. Giriş ve çıkış florür karşılaştırması

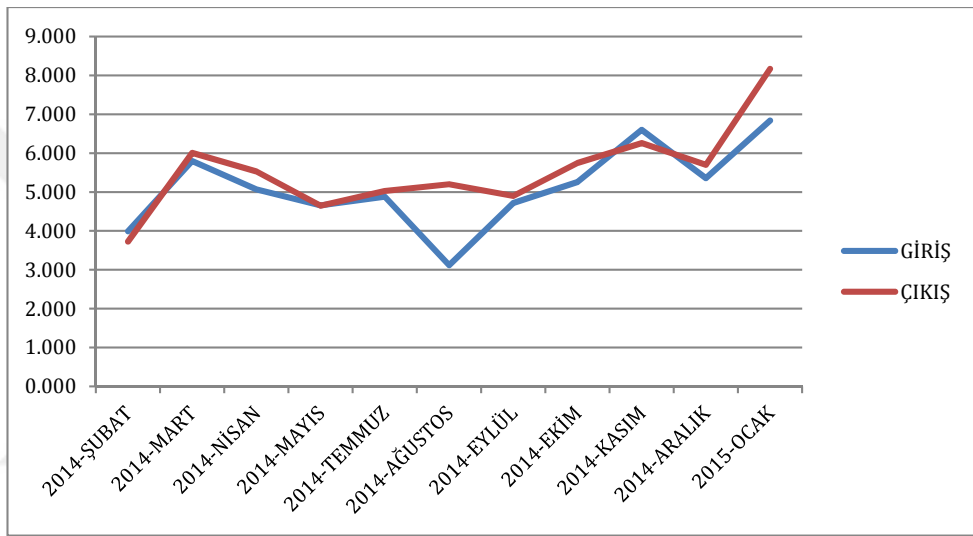
4.11. Çözünmüş Oksijen (O₂)

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.11' de verilen çözünmüş oksijen doygunluk oranı analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 3,12 mg/L – 6,84 mg/L ve 2. istasyonda ise 3,73 mg/L – 8,17 mg/L arasında değiştiği görülmüş, çözünmüş oksijen ortalama değerleri 1. istasyon için 6,83 mg/L, 2. istasyon için 8,07 mg/L olarak hesaplanmıştır. Çözünmüş oksijen doygunluk oranı, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda II. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda ise I. sınıf su kalitesine yükseldiği tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, çözünmüş oksijen yönünden olumlu etkilendiği saptanmıştır.

Taşdemir ve Göksu (2001), Hatay Asi Nehri'nde yaptıkları çalışmada çözünmüş oksijen değerini 7,77 mg/L olarak bulmuşlardır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (103), Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 9,85 mg/L, Yıldız (2013), Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 8,84 mg/L olarak bulmuştur.

Çizelge 4.12. Çözünmüş oksijen için aylık ve ortalama analiz değerleri

Çözünmüş Oksijen, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	3,990	3,730	6,830	8,070	II	I
2014-MART	5,800	6,010				
2014-NİSAN	5,070	5,530				
2014-MAYIS	4,660	4,650				
2014-TEMMUZ	4,880	5,030				
2014-AĞUSTOS	3,120	5,200				
2014-EYLÜL	4,720	4,900				
2014-EKİM	5,260	5,750				
2014-KASIM	6,600	6,260				
2014-ARALIK	5,360	5,700				
2015-OCAK	6,840	8,170				



Şekil 4.11. Giriş ve çıkış çözünmüş oksijen karşılaştırması

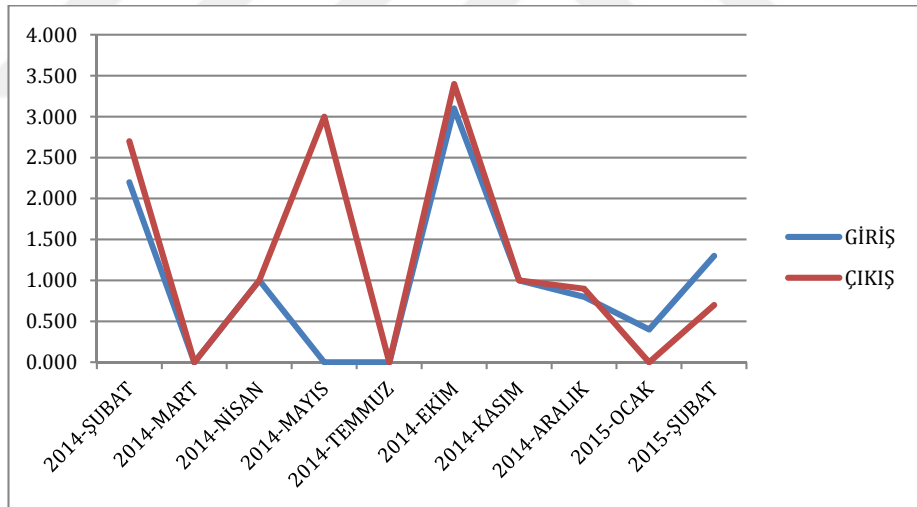
4.12. Biyolojik Oksijen İhtiyacı

Çizelge 4.13 ve Şekil 4.12' de verilen biyolojik oksijen ihtiyacı analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 0,00 mg/L –3,1 mg/L ve 2. istasyonda ise 0,00 mg/L – 3,4 mg/L arasında değiştiği görülmüş, biyolojik oksijen ihtiyacı ortalama değerleri 1. istasyon için 0,98 mg/L, 2. istasyon için 1,27 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Biyolojik oksijen ihtiyacı, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, biyolojik oksijen ihtiyacı yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Abdo ve El-Nasharty (2010), Mısır İsmailiye Kanalı'nda yaptıkları çalışmada ortalama BOİ değerini 4,03 mg/L, Dirican ve Barlas (2005) Muğla Dipsiz ve Çine Çayı'nda yaptıkları çalışmalarında BOİ'nin ortalama değerini 3,92 mg/L, olarak saptamıştır. Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalara baktığımızda Şengün (2013) Aksu Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 2,7 mg/L, Yıldız (2013) Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada 4,38 mg/L olarak bulmuştur.

Çizelge 4.13. BOİ için aylık ve ortalama analiz değerleri

Biyolojik Oksijen İhtiyacı, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	2,200	2,700	0,980	1,270	I	I
2014-MART	0,000	0,000				
2014-NİSAN	1,000	1,000				
2014-MAYIS	0,000	3,000				
2014-TEMMUZ	0,000	0,000				
2014-EKİM	3,100	3,400				
2014-KASIM	1,000	1,000				
2014-ARALIK	0,800	0,900				
2015-OCAK	0,400	0,000				
2015-ŞUBAT	1,30	0,70				



Şekil 4.12. Giriş ve çıkış BOİ karşılaştırması

4.13. Renk (Pt-Co)

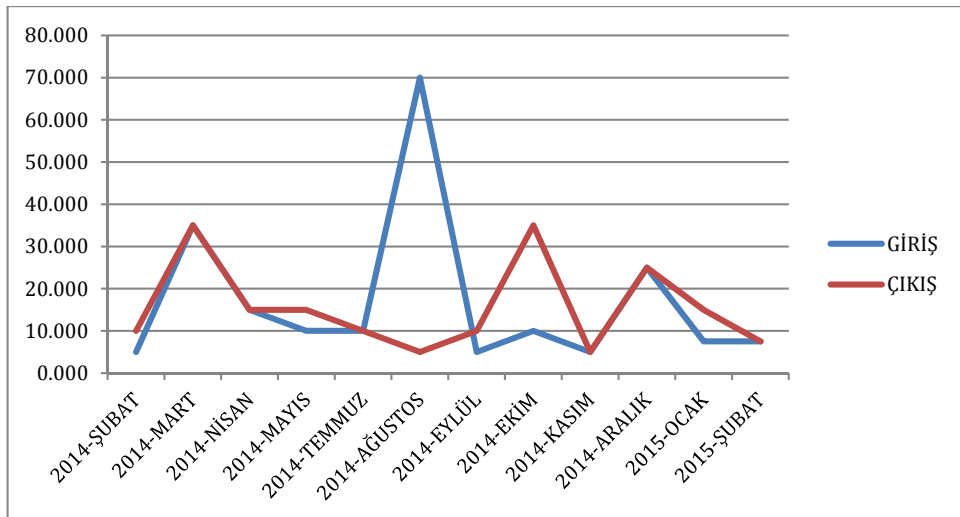
Çizelge 4.14 ve Şekil 4.13' de verilen renk analiz ve ortalama sonuç değerlerinin 1. istasyonda 5,00–70,00 ve 2. istasyonda ise 5,00 – 35,00 arasında değiştiği görülmüş, rengin ortalama değerleri 1. istasyon için 66,5 ve 2. istasyon için 35 olarak hesaplanmıştır. Renk, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda III.

sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda ise II. kalite sınıfına yükseldiği tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, renk yönünden olumlu etkilendiği görülmüştür.

Döndereci ve arkadaşları (2010), kaynak sularının Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri üzerine yaptıkları 59 kaynak suyunun renk analizinde, tamamının renksiz olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, Ağaoğlu ve arkadaşları (1999), Van ve yöresindeki 15 ayrı kaynaktan aldıkları 30 adet su örneğinde yaptıkları çalışmada, kaynak sularının tamamının renksiz olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 4.14. Renk (Pt-Co) için aylık ve ortalama analiz değerleri

Renk (Pt-Co)	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	5,000	10,000	66,500	35,000	III	II
2014-MART	35,000	35,000				
2014-NİSAN	15,000	15,000				
2014-MAYIS	10,000	15,000				
2014-TEMMUZ	10,000	10,000				
2014-AĞUSTOS	70,000	5,000				
2014-EYLÜL	5,000	10,000				
2014-EKİM	10,000	35,000				
2014-KASIM	5,000	5,000				
2014-ARALIK	25,000	25,000				
2015-OCAK	7,500	15,000				
2015-ŞUBAT	7,50	7,50				



Şekil 4.13. Giriş ve çıkış renk (Pt-Co) karşılaştırması

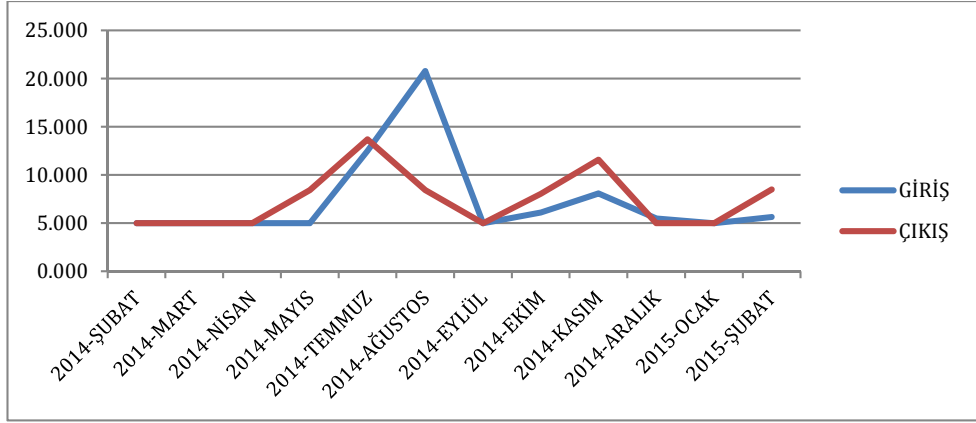
4.14. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.14' de verilen kimyasal oksijen ihtiyacı analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda <5–20,80 mg/L ve 2. istasyonda ise <5 mg/L – 13,70 mg/L arasında değiştiği görülmüş, kimyasal oksijen ihtiyacı ortalama değerleri 1. istasyon için 19,97 mg/L ve 2. istasyon için 13,49 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Kimyasal oksijen ihtiyacı, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, KOİ yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Boztuğ ve arkadaşları (2012), Uzunçayır baraj gölünde yaptıkları çalışmada ortalama KOİ değerini 144 mg/L Tayhan (2012) ise 163 mg/L olarak bulmuşlardır. Bulut Trabzon Kalyan vadisinde yapmış olduğu çalışmada KOİ maksimum 10,6 mg/L ve minimum 1,1 mg/L olarak bulmuştur.

Çizelge 4.15. Kimyasal oksijen ihtiyacı için aylık ve ortalama analiz değerleri

Kimyasal Oksijen İhtiyacı, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	5,000	5,000	19,970	13,490	I	I
2014-MART	5,000	5,000				
2014-NİSAN	5,000	5,000				
2014-MAYIS	5,000	8,430				
2014-TEMMUZ	12,500	13,700				
2014-AĞUSTOS	20,800	8,430				
2014-EYLÜL	5,000	5,000				
2014-EKİM	6,110	8,060				
2014-KASIM	8,080	11,600				
2014-ARALIK	5,490	5,000				
2015-OCAK	5,000	5,000				
2015-ŞUBAT	5,650	8,500				



Şekil 4.14. Giriş ve çıkış kimyasal oksijen ihtiyacı karşılaştırması

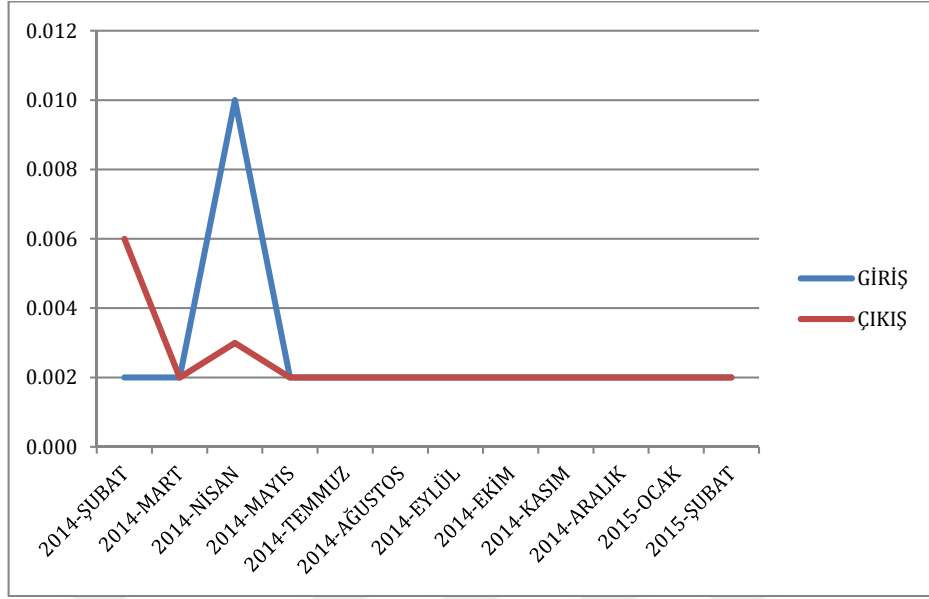
4.15. Fenol (C₆H₆O)

Çizelge 4.16 ve Şekil 4.15' de verilen fenol analiz ve ortalama sonuç değerlerinin 1. istasyonda <0,002 mg/L –0,010 mg/L ve 2. istasyonda ise <0,002 mg/L – 0,006 mg/L arasında değiştiği görülmüş, fenol ortalama değerleri 1. istasyon için 0,0092 mg/L ve 2. istasyon için ise 0,0057 mg/L olarak hesaplanmıştır Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Fenol, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda III. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, fenol yönünden olumsuz etkilenmediği saptanmıştır.

Tan (2016), Çorlu deresinden alınan numunelerde yapılan fenol ölçüm değerleri 0,0607 ile 3,2178 mg/L arasında olduğunu saptamıştır.

Çizelge 4.16. Fenol için aylık ve ortalama analiz değerleri

Fenol, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,002	0,006	0,009	0,006	III	III
2014-MART	0,002	0,002				
2014-NİSAN	0,010	0,003				
2014-MAYIS	0,002	0,002				
2014-TEMMUZ	0,002	0,002				
2014-AĞUSTOS	0,002	0,002				
2014-EYLÜL	0,002	0,002				
2014-EKİM	0,002	0,002				
2014-KASIM	0,002	0,002				
2014-ARALIK	0,002	0,002				
2015-OCAK	0,002	0,002				
2015-ŞUBAT	0,002	0,002				



Şekil 4.15. Giriş ve çıkış fenol karşılaştırması

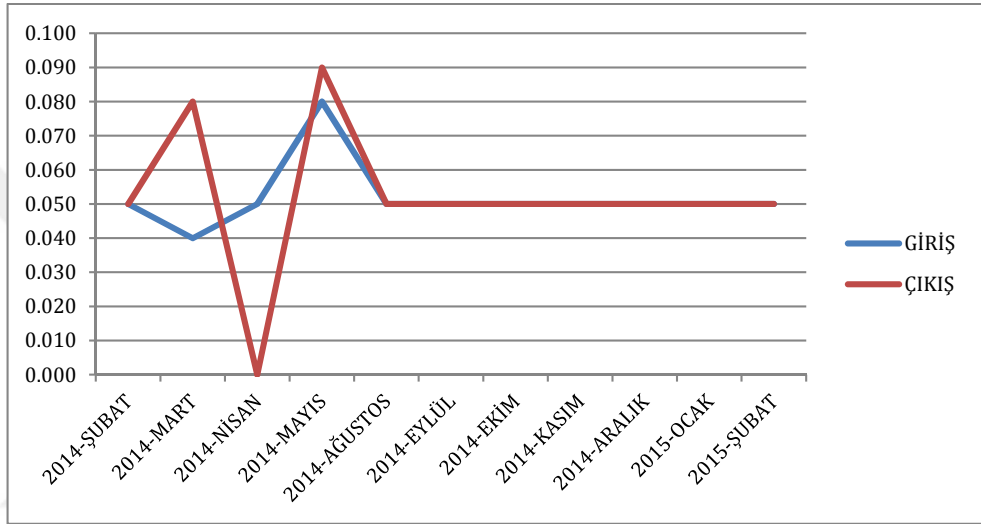
4.16. Toplam Fosfor (P)

Çizelge 4.17 ve Şekil 4.16' da verilen toplam fosfor analiz sonuç ve ortalama değerlerinin 1. istasyonda 0,040 mg/L –0,080 mg/L ve 2. istasyonda ise <0,050 mg/L – 0,090 mg/L arasında değiştiği görülmüş, toplam fosfor ortalama değerleri 1. istasyon için 0,078 mg/L ve 2. istasyon için ise 0,089 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam fosfor, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda II. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam fosfor yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Katip ve arkadaşları (2013), Akçalar Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama fosfor değerini 0,48 mg/L, Mert ve arkadaşları (2008), Konya Apa Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama fosfor değerini 0,24 mg/L olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.17. Toplam fosfor için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Fosfor, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,050	0,050	0,078	0,089	II	II
2014-MART	0,040	0,080				
2014-NİSAN	0,050	<0,05				
2014-MAYIS	0,080	0,090				
2014-TEMMUZ	0,050	0,050				
2014-EYLÜL	0,050	0,050				
2014-EKİM	0,050	0,050				
2014-KASIM	0,050	0,050				
2014-ARALIK	0,050	0,050				
2015-OCAK	0,050	0,050				
2015-ŞUBAT	0,05	0,05				



Şekil 4.16. Giriş ve çıkış toplam fosfor karşılaştırması

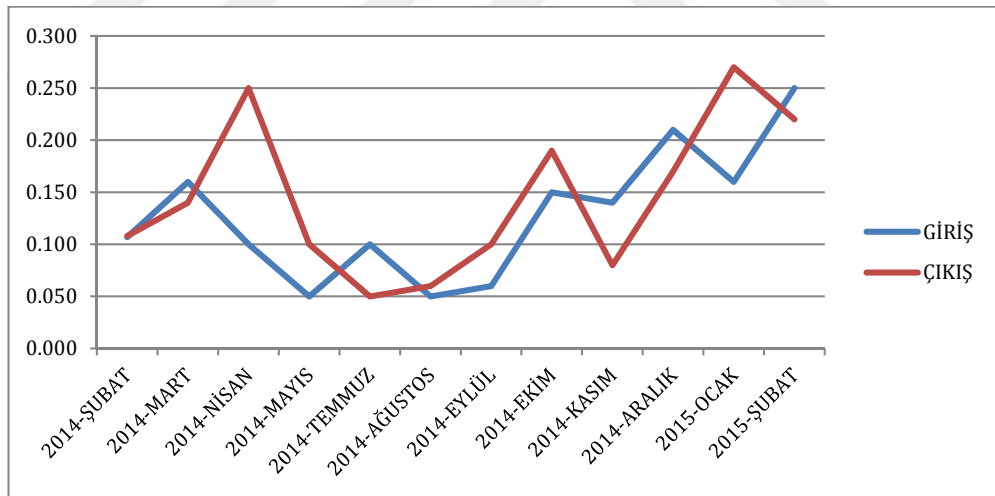
4.17. Anyonik Sürfaktanlar

Çizelge 4.18 ve Şekil 4.17' de verilen anyonik sürfaktanlar analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda <0,05 mg/L -0,250 mg/L ve 2. istasyonda ise <0,05 mg/L - 0,270 mg/L arasında değiştiği görülmüş, anyonik sürfaktanlar ortalama değerleri ise 1. istasyon için 0,25 mg/L ve 2. istasyon için 0,27 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Anyonik sürfaktanlar, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda II. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, anyonik sürfaktanlar yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çınar ve Minareci (2015) Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı'nda kirliliği belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada Anyonik deterjan konsantrasyonlarını Işıklı Gölü'nde 0,107 ile 0,402 arasında Işıklı Çayı'nda ise 0,085 ile 0,414 mg/L arasında saptamışlardır. Minareci ve arkadaşları (2009) Gediz Nehri'nin deterjan ve fosfat kirliliğinin saptandığı bir çalışmada anyonik deterjan 0,084 ile 5,592 mg/L arasında değişen değerlerde bulmuşlardır.

Çizelge 4.18. Anyonik sürfaktanlar için aylık ve ortalama analiz değerleri

Anyonik Sürfaktanlar, mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,107	0,108	0,250	0,270	II	II
2014-MART	0,160	0,140				
2014-NİSAN	0,100	0,250				
2014-MAYIS	0,050	0,100				
2014-TEMMUZ	0,100	0,050				
2014-AĞUSTOS	0,050	0,060				
2014-EYLÜL	0,060	0,100				
2014-EKİM	0,150	0,190				
2014-KASIM	0,140	0,080				
2014-ARALIK	0,210	0,170				
2015-OCAK	0,160	0,270				
2015-ŞUBAT	0,250	0,220				



Şekil 4.17. Giriş ve çıkış anyonik sürfaktanlar karşılaştırması

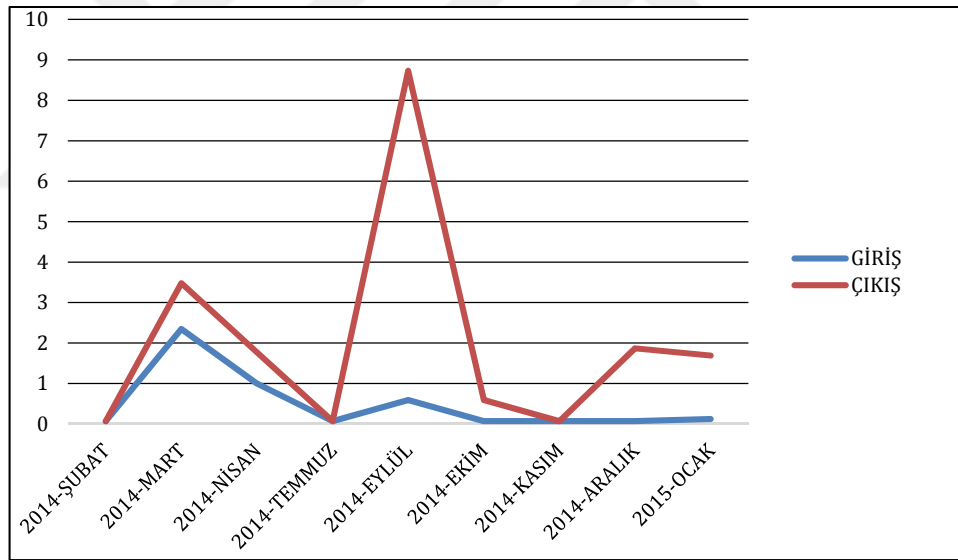
4.18. Toplam Kurşun (Pb)

Çizelge 4.19 ve Şekil 4.18' de verilen toplam kurşun analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda $<0,07 \mu\text{g/L}$ - $2,35 \mu\text{g/L}$ ve 2. istasyonda ise $<0,07 \mu\text{g/L}$ - $8,73 \mu\text{g/L}$ arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama $0,49 \mu\text{g/L}$, 2. istasyon için ise $2,03 \mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur. Farklı noktalardan alınan numunelerin su

kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam kurşun, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam kurşun yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.19. Toplam kurşun için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam kurşun μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1	İST. 2	KALİTE SINIFI	KALİTE SINIFI
			ORTALAMA	ORTALAMA	İST. 1	İST. 2
2014-ŞUBAT	0,07	0,07	0,49	2,03	I	I
2014-MART	2,35	3,48				
2014-NİSAN	1	1,77				
2014-TEMMUZ	0,07	0,07				
2014-EYLÜL	0,59	8,73				
2014-EKİM	0,07	0,59				
2014-KASIM	0,07	0,07				
2014-ARALIK	0,07	1,87				
2015-OCAK	0,12	1,69				



Şekil 4.18. Giriş ve çıkış toplam kurşun karşılaştırması

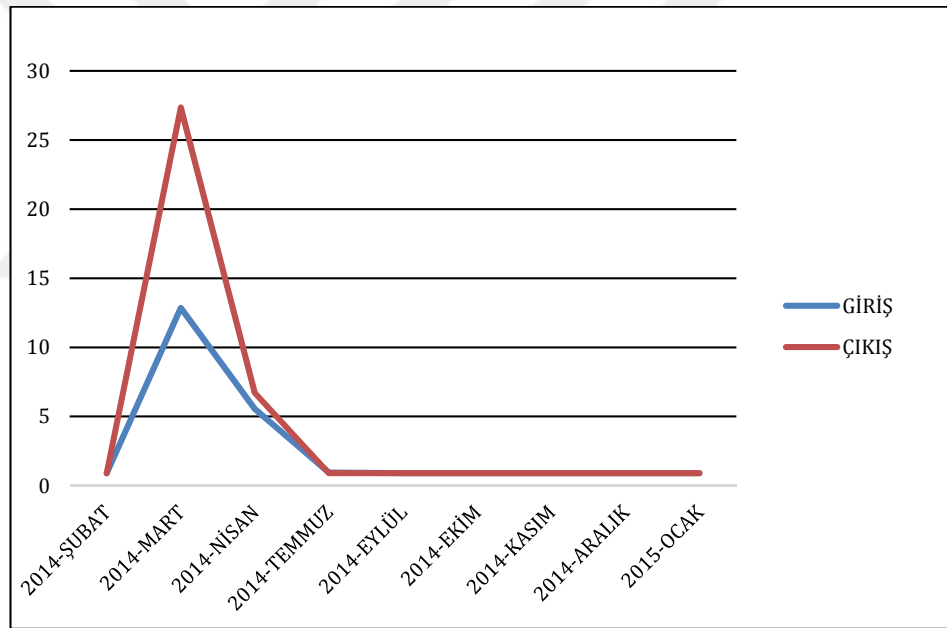
4.19. Toplam Çinko (Zn)

Çizelge 4.20 ve Şekil 4.19' da verilen toplam çinko analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda $<0,90 \mu\text{g/L} - 12,860 \mu\text{g/L}$ ve 2. istasyonda ise $<0,90 \mu\text{g/L} - 27,360 \mu\text{g/L}$ arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama $0,49 \mu\text{g/L}$, 2. istasyon için ise $2,03 \mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur. Farklı noktalardan alınan numunelerin su

kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam çinko, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam çinko yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.20. Toplam çinko için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Çinko μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,9	0,9	<2,75	4,48	I	I
2014-MART	12,86	27,36				
2014-NİSAN	5,55	6,71				
2014-TEMMUZ	0,95	0,9				
2014-EYLÜL	0,9	0,9				
2014-EKİM	0,9	0,9				
2014-KASIM	0,9	0,9				
2014-ARALIK	0,9	0,9				
2015-OCAK	0,9	0,9				



Şekil 4.19. Giriş ve çıkış toplam çinko karşılaştırması

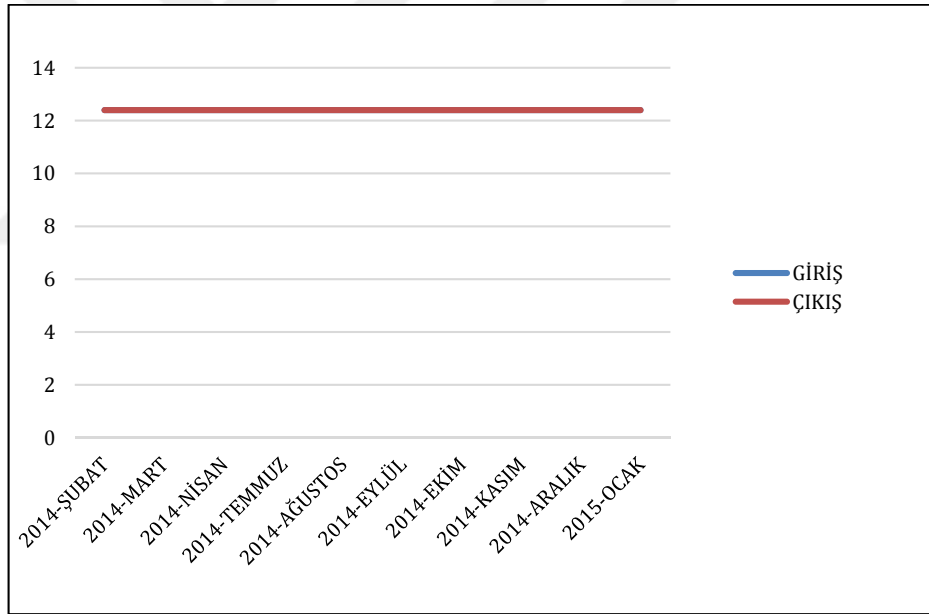
4.20. Toplam Krom (Cr)

Çizelge 4.21 ve Şekil 4.20' de toplam krom analiz sonuç değerleri 1. ve 2. istasyon için analiz yapılan ICP-MS cihazının tayin sınırı olan $12,40 \mu\text{g/L}$ tan küçük olduğu görülmüştür. Toplam krom, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş.

Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam krom yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.21. Toplam krom için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Krom μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	12,4	12,4	<12,4	12,4	I	I
2014-MART	12,4	12,4				
2014-NİSAN	12,4	12,4				
2014-TEMMUZ	12,4	12,4				
2014-AĞUSTOS	12,4	12,4				
2014-EYLÜL	12,4	12,4				
2014-EKİM	12,4	12,4				
2014-KASIM	12,4	12,4				
2014-ARALIK	12,4	12,4				
2015-OCAK	12,4	12,4				



Şekil 4.20. Giriş ve çıkış toplam krom karşılaştırması

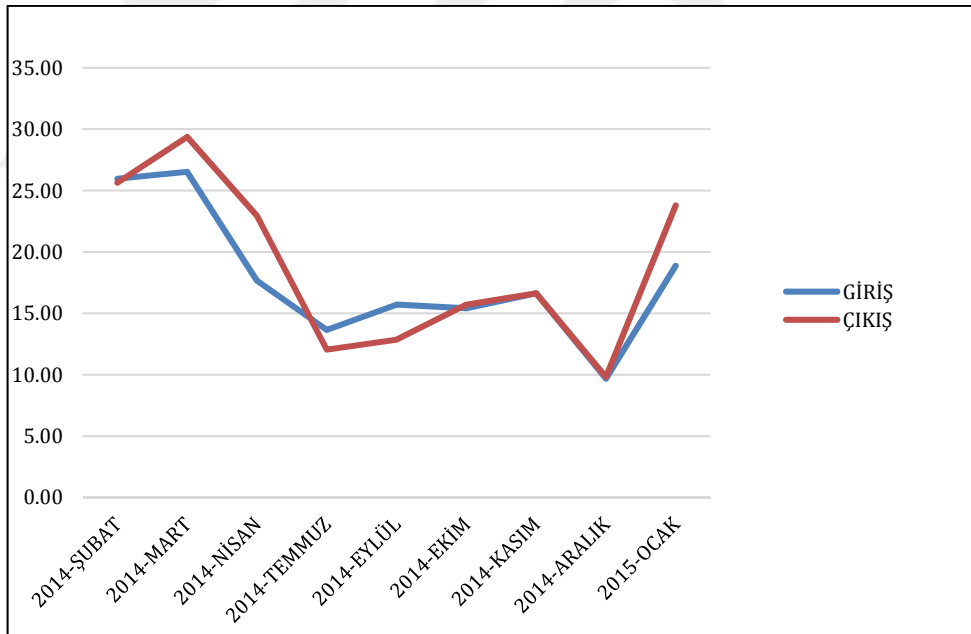
4.21. Toplam Mangan (Mn)

Çizelge 4.22 ve Şekil 4.21’de verilen toplam mangan analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 9,68 $\mu\text{g/L}$ –26,53 $\mu\text{g/L}$ ve 2. istasyonda ise 9,82 $\mu\text{g/L}$ –29,37 $\mu\text{g/L}$ arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama 17,79 $\mu\text{g/L}$, 2. istasyon için ise 18,76 $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin

su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam mangan, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam mangan yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.22. Toplam mangan için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Mangan μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	25,97	25,65	17,79	18,76	I	I
2014-MART	26,53	29,37				
2014-NİSAN	17,67	22,95				
2014-TEMMUZ	13,66	12,05				
2014-EYLÜL	15,71	12,86				
2014-EKİM	15,41	15,71				
2014-KASIM	16,64	16,64				
2014-ARALIK	9,68	9,82				
2015-OCAK	18,88	23,79				



Şekil 4.21. Giriş ve çıkış toplam mangan karşılaştırması

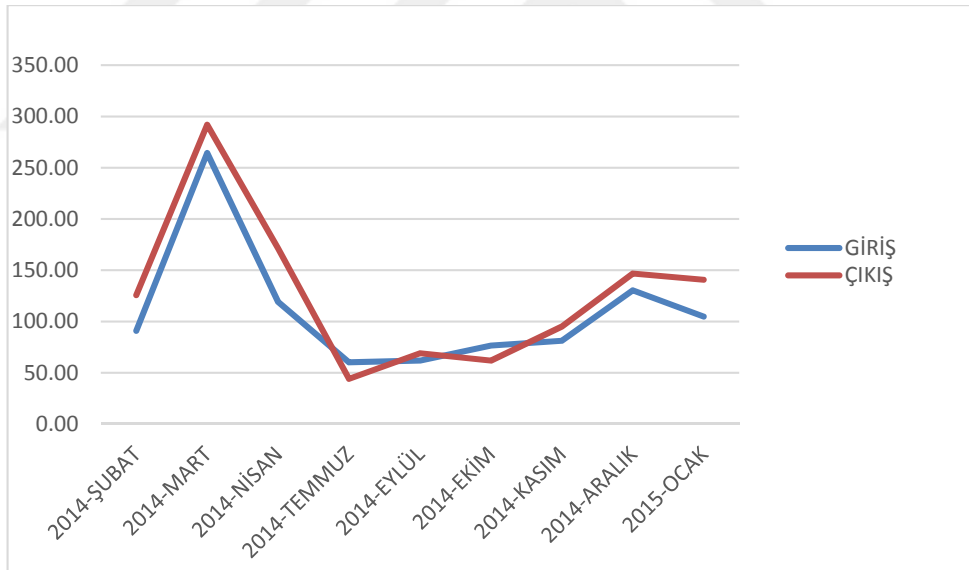
4.22. Toplam Demir (Fe)

Çizelge 4.23 ve Şekil 4.22' de verilen toplam demir analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 60,23 $\mu\text{g/L}$ -264,45 $\mu\text{g/L}$ ve 2. istasyonda ise 44,16 $\mu\text{g/L}$ -292,12 $\mu\text{g/L}$ arasında değiştii görülmüş ve 1. istasyon için ortalama 110,04 $\mu\text{g/L}$, 2. istasyon

için ise 127,48 µg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam demir, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam demir yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.23. Toplam demir için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Demir µg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	91,01	125,8	110,04	127,48	I	I
2014-MART	264,45	292,12				
2014-NİSAN	119,29	171,44				
2014-TEMMUZ	60,23	44,16				
2014-EYLÜL	61,97	69,12				
2014-EKİM	76,67	61,97				
2014-KASIM	81,35	95,1				
2014-ARALIK	130,5	146,83				
2015-OCAK	104,88	140,81				



Şekil 4.22. Giriş ve çıkış toplam demir karşılaştırması

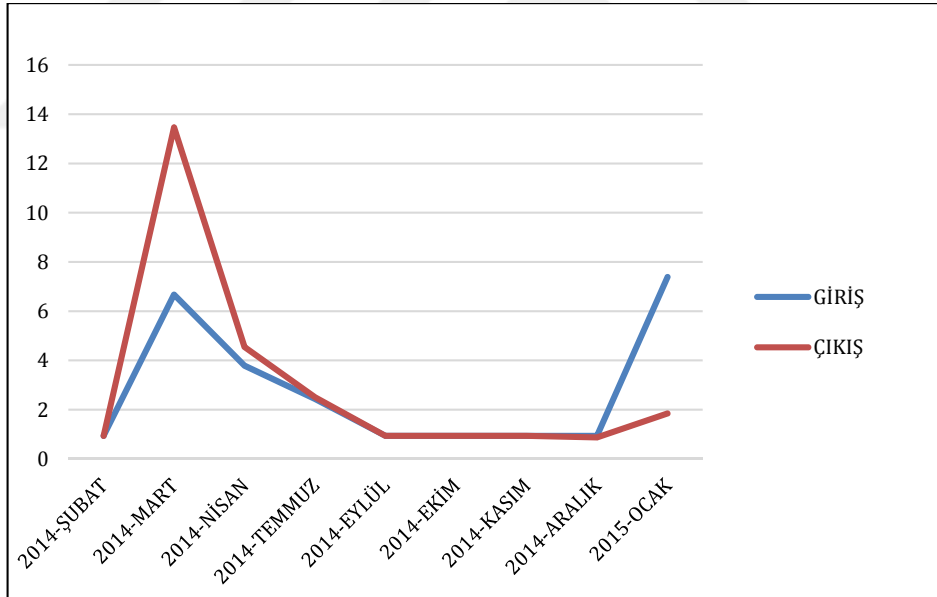
4.23. Toplam Bakır (Cu)

Çizelge 4.24 ve Şekil 4.23' de verilen toplam bakır analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda <0,94 µg/L -7,39 µg/L ve 2. istasyonda ise <0,94 µg/L -13,47 µg/L arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama, 2,78 µg/L, 2. istasyon

için ise 3,0 µg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam bakır, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam bakır yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.24. Toplam bakır için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Bakır µg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,94	0,94	2,78	3	I	I
2014-MART	6,68	13,47				
2014-NİSAN	3,79	4,55				
2014-TEMMUZ	2,44	2,51				
2014-EYLÜL	0,94	0,94				
2014-EKİM	0,94	0,94				
2014-KASIM	0,94	0,94				
2014-ARALIK	0,94	0,87				
2015-OCAK	7,39	1,85				



Şekil 4.23. Giriş ve çıkış toplam bakır karşılaştırması

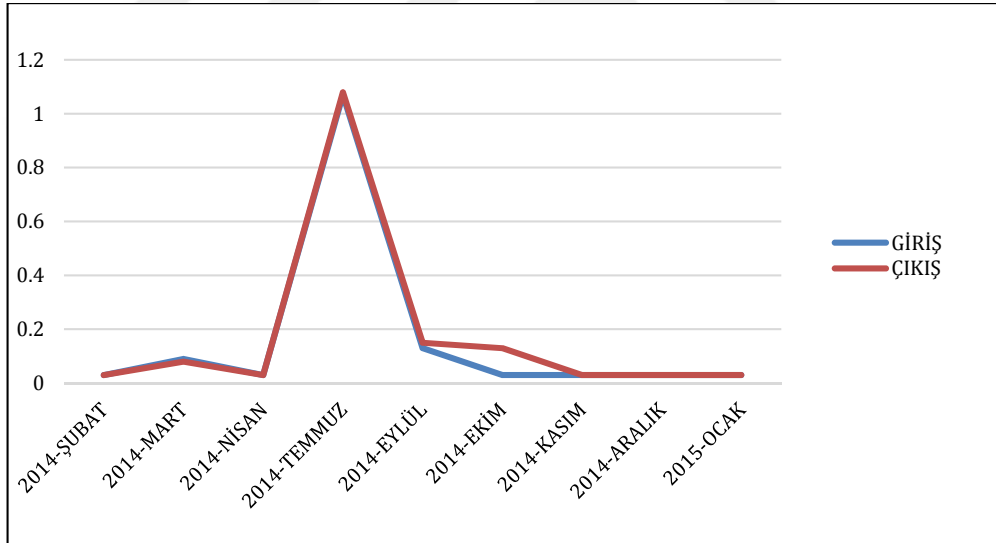
4.24. Toplam Kadmiyum (Kd)

Çizelge 4.25 ve Şekil 4.24' de verilen toplam kadmiyum analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda <0,03 µg/L –1,07 µg/L ve 2. istasyonda ise <0,03 µg/L –1,08 µg/L arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama, 0,16 µg/L, 2. istasyon

için ise 0,18 µg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam kadmiyum, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam kadmiyum yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.25. Toplam kadmiyum için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Kadmiyum µg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,03	0,03	0,16	0,18	I	I
2014-MART	0,09	0,08				
2014-NİSAN	0,03	0,03				
2014-TEMMUZ	1,07	1,08				
2014-EYLÜL	0,13	0,15				
2014-EKİM	0,03	0,13				
2014-KASIM	0,03	0,03				
2014-ARALIK	0,03	0,03				
2015-OCAK	0,03	0,03				



Şekil 4.24. Giriş ve çıkış toplam kadmiyum karşılaştırması

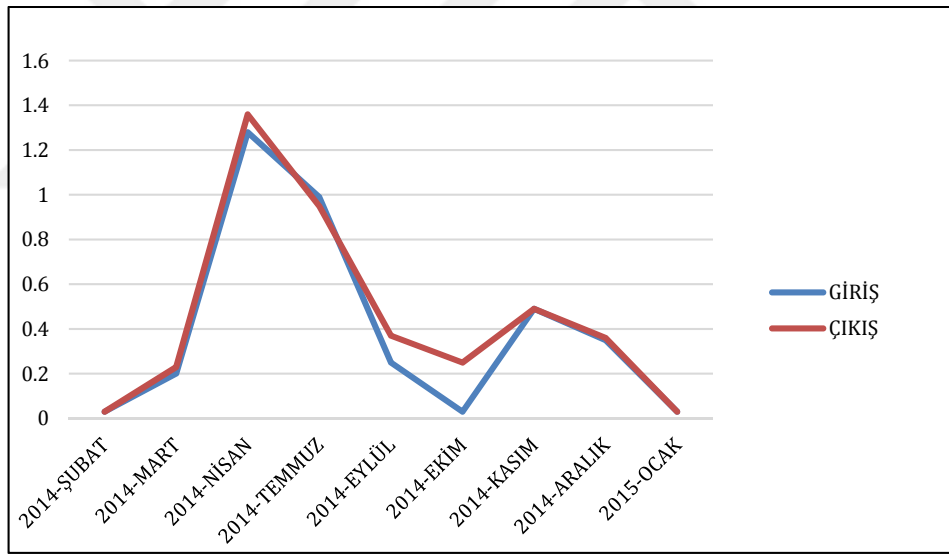
4.25. Toplam Kobalt (Co)

Çizelge 4.26 ve Şekil 4.25' de verilen toplam kobalt analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda <0,03 µg/L -1,28 µg/L ve 2. istasyonda ise <0,03 µg/L -1,36 µg/L arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama, 0,40 µg/L, 2. istasyon için ise 0,45 µg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin

su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam kobalt, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam kobalt yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.26. Toplam kobalt için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Kobalt μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,03	0,03	0,40	0,45	I	I
2014-MART	0,2	0,23				
2014-NİSAN	1,28	1,36				
2014-TEMMUZ	0,99	0,95				
2014-EYLÜL	0,25	0,37				
2014-EKİM	0,03	0,25				
2014-KASIM	0,49	0,49				
2014-ARALIK	0,35	0,36				
2015-OCAK	0,03	0,03				



Şekil 4.25. Giriş ve çıkış toplam kobalt karşılaştırması

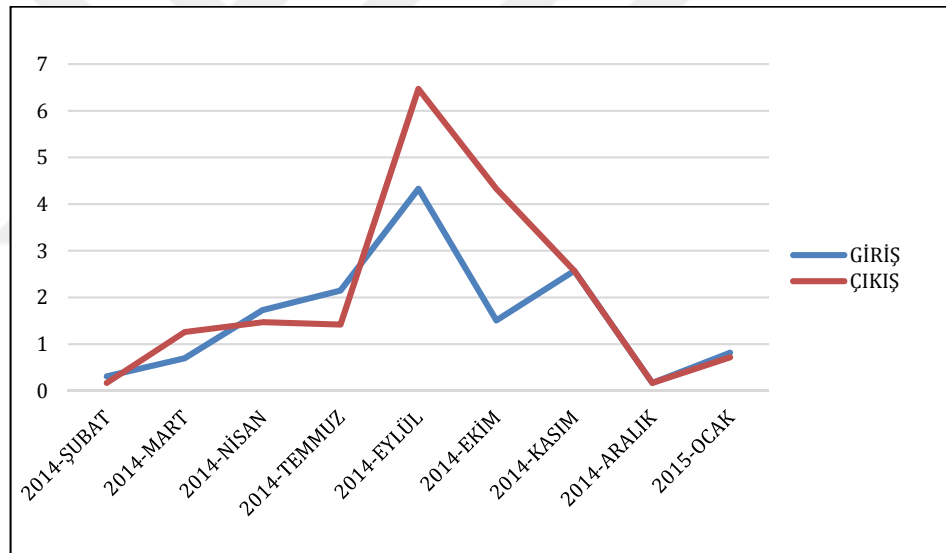
4.26. Toplam Nikel (Ni)

Çizelge 4.27 ve Şekil 4.26' da verilen toplam nikel analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda $<0,17 \mu\text{g/L}$ - $4,33 \mu\text{g/L}$ ve 2. istasyonda ise $<0,17 \mu\text{g/L}$ - $6,47 \mu\text{g/L}$ arasında değiştiiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama $1,59 \mu\text{g/L}$, 2. istasyon için ise $2,04 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam nikel, kıta içi

su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam nikel yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.27. Toplam nikel için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Nikel μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,31	0,17	1,59	2,04	I	I
2014-MART	0,7	1,26				
2014-NİSAN	1,73	1,47				
2014-TEMMUZ	2,15	1,42				
2014-EYLÜL	4,33	6,47				
2014-EKİM	1,51	4,33				
2014-KASIM	2,57	2,57				
2014-ARALIK	0,17	0,17				
2015-OCAK	0,82	0,72				



Şekil 4.26. Giriş ve çıkış toplam nikel karşılaştırması

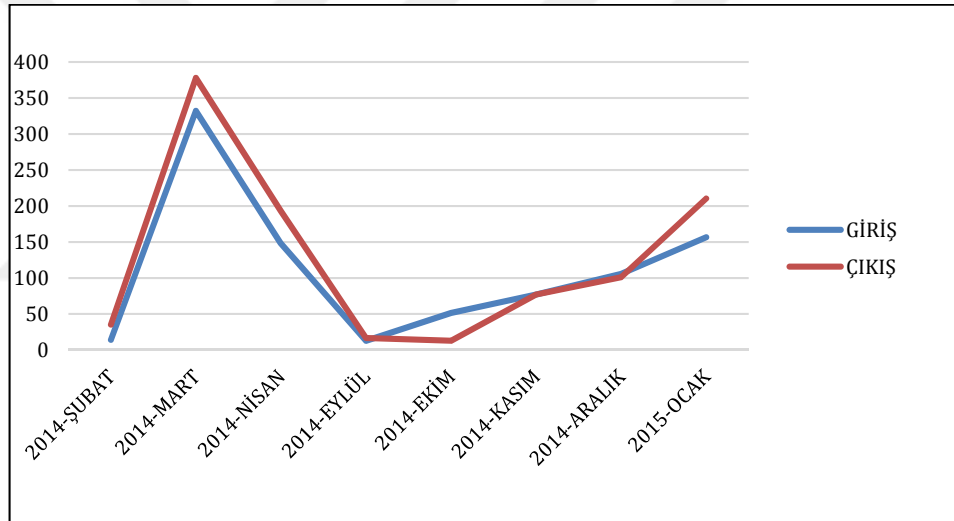
4.27. Toplam Alüminyum (Al)

Çizelge 4.28 ve Şekil 4.27' de verilen toplam alüminyum analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 12,9 $\mu\text{g/L}$ –332,37 $\mu\text{g/L}$ ve 2. istasyonda ise 12,9 $\mu\text{g/L}$ –378,13 $\mu\text{g/L}$ arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama, 112,36 $\mu\text{g/L}$, 2. istasyon için ise 128,15 $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam alüminyum, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su

kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıflarında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, Toplam alüminyum yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.28. Toplam alüminyum için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Alüminyum μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	14,29	35,32	112,36	128,15	I	I
2014-MART	332,37	378,13				
2014-NİSAN	147,96	193,19				
2014-EYLÜL	12,9	16,74				
2014-EKİM	51,56	12,9				
2014-KASIM	77,23	77,23				
2014-ARALIK	105,91	101,09				
2015-OCAK	156,66	210,61				



Şekil 4.27. Giriş ve çıkış toplam alüminyum karşılaştırması

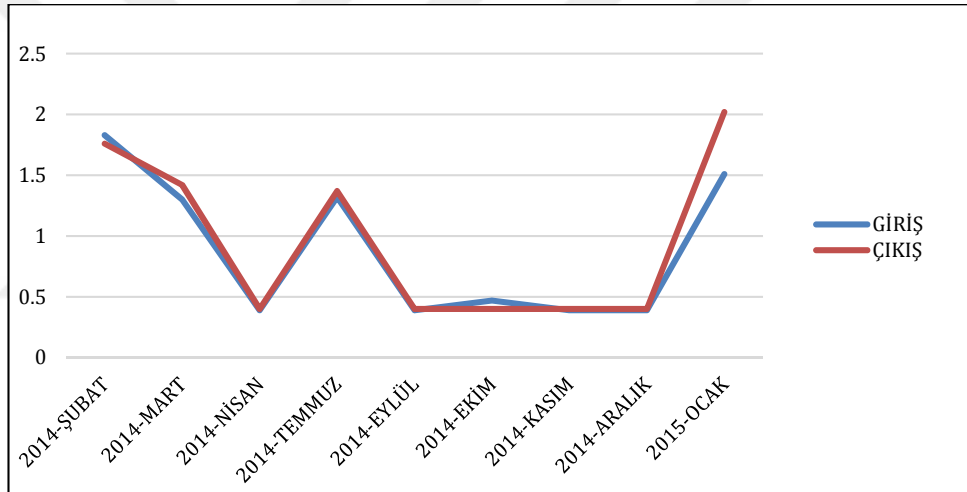
4.28. Toplam Arsenik (Ar)

Çizelge 4.29 ve Şekil 4.28' de verilen toplam arsenik analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 0,39 $\mu\text{g/L}$ –1,83 $\mu\text{g/L}$ ve 2. istasyonda ise 0,40 $\mu\text{g/L}$ –2,020 $\mu\text{g/L}$ arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama, 0,87 $\mu\text{g/L}$, 2. istasyon için ise 0,92 $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam arsenik, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda

da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam arsenik yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.29. Toplam arsenik için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Arsenik μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	1,83	1,76	0,87	0,92	I	I
2014-MART	1,3	1,42				
2014-NİSAN	0,39	0,4				
2014-TEMMUZ	1,32	1,37				
2014-EYLÜL	0,39	0,4				
2014-EKİM	0,47	0,4				
2014-KASIM	0,39	0,4				
2014-ARALIK	0,39	0,4				
2015-OCAK	1,51	2,02				



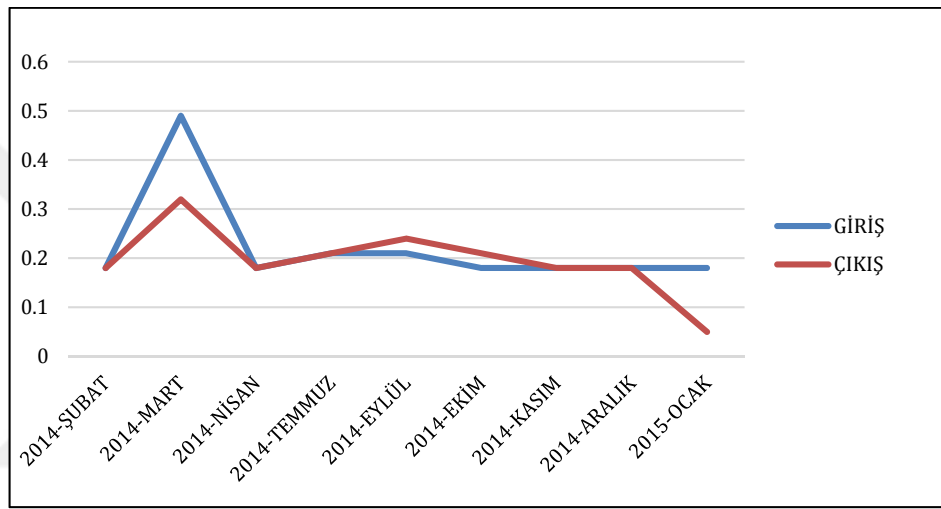
Şekil 4.28. Giriş ve çıkış toplam arsenik karşılaştırması

4.29. Toplam Selenyum (Se)

Çizelge 4.30 ve Şekil 4.29' da verilen toplam selenyum analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda $<0,18 \mu\text{g/L}$ - $0,49 \mu\text{g/L}$ ve 2. istasyonda ise $<0,18 \mu\text{g/L}$ - $0,32 \mu\text{g/L}$ arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama $0,22 \mu\text{g/L}$, 2. istasyon için ise $0,19 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam selenyum, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiş. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam selenyum yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.30. Toplam selenyum için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Selenyum μg	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,18	0,18	0,22	0,19	I	I
2014-MART	0,49	0,32				
2014-NİSAN	0,18	0,18				
2014-TEMMUZ	0,21	0,21				
2014-EYLÜL	0,21	0,24				
2014-EKİM	0,18	0,21				
2014-KASIM	0,18	0,18				
2014-ARALIK	0,18	0,18				
2015-OCAK	0,18	0,05				



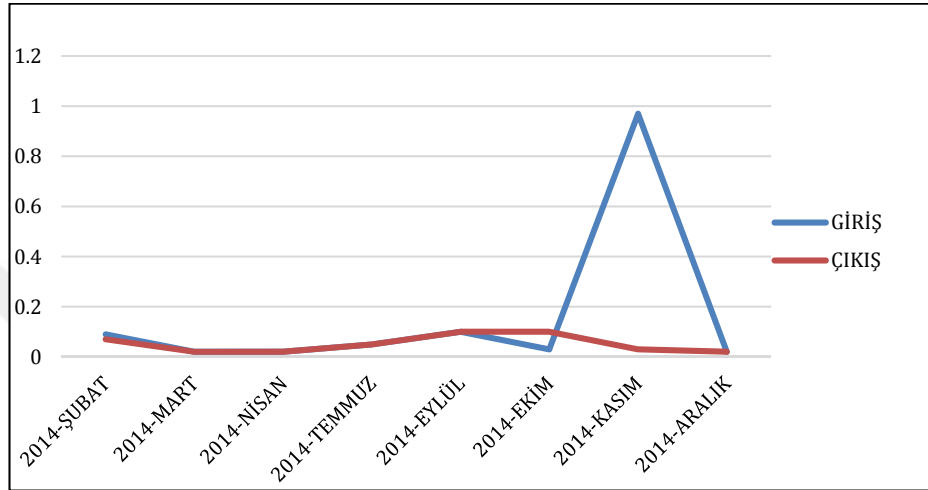
Şekil 4.29. Giriş ve çıkış toplam selenyum karşılaştırması

4.30. Toplam Bor (B)

Çizelge 4.31 ve Şekil 4.30' da verilen toplam bor analiz sonuç değerlerinin 1. istasyonda 0,02 mg/L – 0,1 mg/L ve 2. istasyonda ise 0,02 mg/L – 0,1 mg/L arasında değiştiği görülmüş ve 1. istasyon için ortalama, 0,15 mg/L, 2. istasyon için ise 0,051 mg/L olarak hesaplanmıştır. Farklı noktalardan alınan numunelerin su kalite değerleri arasında fazla bir fark gözlemlenmemiştir. Toplam bor, kıta içi su kalite sınıflarına göre 1. istasyonda I. sınıf su kalitesinde, 2. istasyonda da aynı kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Türbinlerden çıkan suyun kalitesinin, toplam bor yönünden olumsuz etkilenmediği görülmüştür.

Çizelge 4.31. Toplam bor için aylık ve ortalama analiz değerleri

Toplam Bor mg/L	İST. 1	İST. 2	İST. 1 ORTALAMA	İST. 2 ORTALAMA	KALİTE SINIFI İST. 1	KALİTE SINIFI İST. 2
2014-ŞUBAT	0,09	0,07	0,15	0,051	I	I
2014-MART	0,02	0,02				
2014-NİSAN	0,02	0,02				
2014-TEMMUZ	0,05	0,05				
2014-EYLÜL	0,1	0,1				
2014-EKİM	0,03	0,1				
2014-KASIM	0,97	0,03				
2014-ARALIK	0,02	0,02				



Şekil 4.30. Giriş ve çıkış toplam bor karşılaştırması

Şen (2007), Büyük Melen Havzası'nda yapmış olduğu çalışmada belirlemiş olduğu 1 nolu istasyonda alüminyum değeri IV. sınıf, demir değeri III. sınıf, kurşun değeri II. sınıf, bakır, toplam krom, arsenik, çinko ve mangan değerleri I. sınıf olarak saptamıştır.

Yapılan çalışma sonucunda; Dereli Reğülatorü ve HES'in girişinde 1 nolu örnekleme istasyonunda yapılan analiz sonuçlarının istatistiksel veri değerlendirme yöntemleri ile elde edilen karakteristik değerlere göre yapılan sınıflandırmada: Sıcaklık, sodyum (Na), sülfat (SO₄), nitrat azotu, florür (F), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B değerleri I. sınıf; pH, toplam çözünmüş katı madde, klorür, amonyum azotu, çözünmüş oksijen (ÇO), toplam fosfor, anyonik sülfaktanlar değerleri II. sınıf; renk Pt-Co ve fenol değerleri III. sınıf; nitrit azotu değerleri IV. sınıf olarak saptanmıştır (Çizelge 5.1).

Dereli Regülatörü ve HES'in çıkışında 2 nolu örnekleme istasyonunda yapılan analiz sonuçlarının, istatistiksel veri değerlendirme yöntemleri ile elde edilen karakteristik değerlere göre yapılan sınıflandırmada: Sıcaklık, sodyum (Na), sülfat (SO₄), nitrat azotu, florür (F), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) , toplam çözülmüş katı madde, klorür, çözülmüş oksijen (ÇO), Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B değerleri I. sınıf pH, amonyum azotu, toplam fosfor, anyonik sülfaktanlar, renk (Pt-Co) değerleri II. sınıf; fenol değerleri III. sınıf; nitrit azotu değerleri IV. sınıf olarak saptanmıştır (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Analizleri yapılan su kalite parametrelerinin, istatistiksel yöntemlerle bulunan karakteristik değerlere göre kalite sınıflandırması

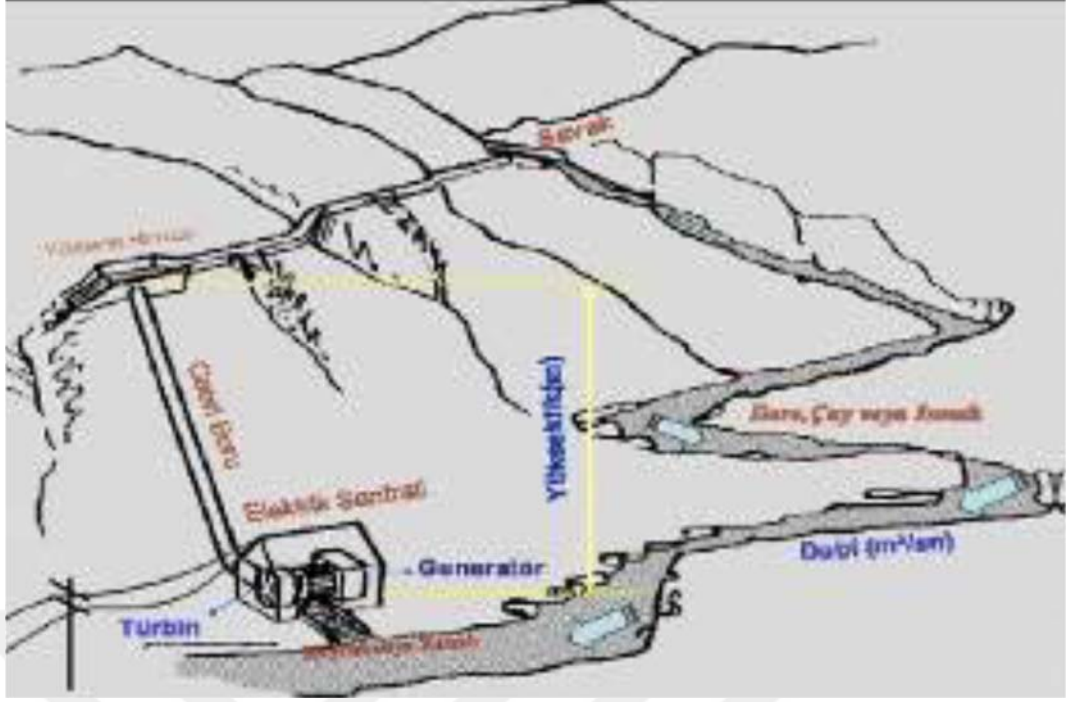
SU KALİTE PARAMETRELERİ	ORTALAMA		KALİTE SINIFI	
	1. İSTASYON	2. İSTASYON	1. İSTASYON	2. İSTASYON
Ölçüm Sıcaklığı	22,660	22,340	I	I
pH	8,860	8,520	III	III
Top. Çözülmüş Katı Mad. mg/L	555,830	402,920	II	I
Sodyum mg/L	28,780	35,850	I	I
Klorür, mg/L	55,720	39,840	II	II
Sülfat, mg/L	51,690	55,600	I	I
Nitrat Azotu, mg/L	0,730	1,220	I	I
Nitrit Azotu, mg/L	0,250	0,300	IV	IV
Amonyum Azotu mg/L	0,740	0,290	II	II
Florür, mg/L	0,610	0,610	I	I
Çözülmüş Oksijen, mg/L	6,830	8,070	II	I
Biyolojik Oksijen İhtiyacı mg/L	0,980	1,270	I	I
Renk (Pt-Co)	66,500	35,000	III	II
Kimyasal Oksijen İhtiyacı, mg/L	19,970	13,490	I	I
Fenol, mg/L	0,009	0,006	III	III
Toplam Fosfor, mg/L	0,078	0,089	II	II
Anyonik Sülfaktanlar, mg/L	0,250	0,270	II	II
Toplam Kurşun, µg/L	0,49	2,03	I	I
Toplam Çinko, µg/L	<2,75	4,48	I	I
Toplam Krom, µg/L	<12,4	12,4	I	I
Toplam Mangan, µg/L	17,79	18,76	I	I
Toplam Demir, µg/L	110,04	127,48	I	I
Toplam Bakır, µg/L	2,78	3	I	I
Toplam Kadmiyum, µg/L	0,16	0,18	I	I
Toplam Kobalt, µg/L	0,40	0,45	I	I
Toplam Nikel, µg/L	1,59	2,04	I	I
Toplam Alüminyum, µg/L	112,36	128,15	I	I
Toplam Arsenik, µg/L	0,87	0,92	I	I
Toplam Selenyum, µg/L	0,22	0,19	I	I
Toplam Bor, mg/L	0,15	0,051	I	I
Toplam Baryum, µg/L				

İşletmede olan Dereli HES'in girişi ve çıkışında oluşturulan 2 ayrı örnekleme istasyonunda yapılan ölçümler ve değerlendirmeler sonucunda, Dereli HES'in, çıkışında 2 nolu örnekleme istasyonunda, su kalite parametrelerinden olan toplam çözünmüş katı madde, klorür ve çözünmüş oksijen değerleri II. sınıf olan az kirlenmiş sudan I. sınıf olan yüksek kaliteli suya, renk (Pt-Co) ise III. sınıf olan kirlenmiş sudan II. sınıf olan az kirlenmiş suya geçiş yapmıştır. Bu durumda işletmede olan Dereli HES'in toplam çözünmüş katı madde, klorür, çözünmüş oksijen ve renk (Pt-Co) parametreleri üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 4.32).

İşletmede olan Dereli HES'in girişi ve çıkışında oluşturulan 2 ayrı örnekleme istasyonunda diğer incelenmiş parametreler olan sıcaklık, sodyum (Na), sülfat (SO₄), nitrat azotu, florür (F), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B, pH, amonyum azotu, toplam fosfor, anyonik sülfaktanlar, fenol ve nitrit azotu parametre kalite sınıfları, HES girişi olan 1. istasyonda ne ise, HES çıkışı olan 2. istasyonda da aynı olduğu görülmüştür.

4.31. HES'lerin İnşaat ve İşletme Aşamasındaki Çevresel Durumları

Bir hidroelektrik santral projesi, su alma yapısı (regülatör), su iletim hattı, yükleme havuzu, cebri boru ve santral'den oluşmaktadır. Ayrıca inşaat sırasında beton santrali, konkasör tesisi (taş kırma tesisi), depo sahası, şantiye gibi yapıları da gerektirmektedir. Konkasör tesislerinde genelde arazi hazırlama çalışmaları sırasında oluşacak hafriyatın kullanılacağı belirtilmektedir. Regülatör ve HES projelerinin ömürleri yaklaşık 50 yıl olarak öngörülmektedir.



Şekil 4.31. Hidroelektrik santralinin vaziyet planı tamamlanmış hali

4.31.1. Hidro elektrik santrallerinde inşaat aşamasında yapılan çalışmalar

HES'lerin inşaat aşamalarında yapılan çalışmalar beş ana başlıkta toplanabilir.

- Su alma (Regülatör) yapısı
- Su iletim hattı ve yollar
- Yükleme havuzu
- Cebri boru
- Santral binası

4.31.1.1. Su alma yapısı (Regülatör) inşaatı

Bu aşamadaki çalışma; dere yatağı içinde olduğundan çalışma başlangıcından çalışma son bulana kadar suyun bulanıklığına ve suyun kirliliğine sebep olur (Şekil 4.32). Çalışma esnasında oluşan kirlilik ve beton dökülmesi sırasında betondaki bazı kimyasallar canlılara zarar verebilmekte ve bazı durumlarda ise balık ölümlerine rastlanılabilmektedir. Su alma yapısı çalışmaları bittiğinde suda herhangi bir kirlilik sorunu ile karşılaşılmamaktadır (Şekil 4.33).



Şekil 4.32. Su alma yapısı (Regülatör) yapım aşaması



Şekil 4.33. Regülatör yapısının bitmiş hali

4.31.1.2. Su iletim hattı inşaatı

Su iletim hattı kanal ve tünel olmak üzere iki şekilde yapılmakta fakat son zamanlarda kanal yapılarının, çevreye vermiş olduğu zararın ve kirliliğinin fazla olması nedeni ile (Şekil 4.35) yasaklanmasından dolayı ormanlık alanların fazla olduğu yerlerde tüneller tercih edilmektedir. Fakat tünel çalışması yaparken de tünelden çıkan kirli sular akarsuya karışıp canlılara zarar verebilmekte (Şekil

4.34). Tünelden çıkan sert malzeme ise konkosör tesislerinde kırılarak çakıl üretilmekte ayrıca bu malzeme yol yapımlarında kullanılmaktadır.



Şekil 4.34. Tünelden çıkan bulanık suyun dinlendirilmeden dere yatağına bırakılması



Şekil 4.35. Su iletim hattının kanal yapımı esnasında yamaçtan akan malzeme

4.31.1.3. Yükleme havuzu inşaatı

Yükleme havuzu çalışmaları genelde yüksek ve dik arazilerde çalışılması nedeni ile harfiyatın yamaçlardan akmasına ağaçlara ve dere yataklarına zarar vermektedir. Ayrıca bu yerlerdeki çalışmalar müthiş bir görüntü kirliliğine sebep olmaktadır (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Yükleme havuzunun yapılmış hali

4.31.1.4. Cebri boru inşaatı

Cebri boru yeri yükleme havuzu inşaatının devamı olduğundan yükleme havuzu inşaatı ile çevreye olan etkisi aynı şekildedir. Genelde yüksek ve dik arazilerdeki kazılar nedeni ile hafriyatın yamaçlardan akmasına ağaçlara ve dere yataklarına zarar vermesine (Şekil 4.37) sebep olmaktadır. Ayrıca bu yerlerdeki çalışmalar müthiş bir görüntü kirliliğine de sebep olmaktadır.



Şekil 4.37. Cebri boru yapımı için yapılan kazı ve cebri boru imalatı

4.31.1.5. Santral binası inşaatı

Genelde dere yatağında veya dere yatağına çok yakın çalışma yapıldığından (Şekil 4.38) regülatör yapımında olduğu gibi su kirliliğine ve beton ile imalat yapılması nedeni ile canlılar üzerinde olumsuz etkisi olabilmektedir.



Şekil 4.38. Santral binası inşaatı (Çiğdem HES ve Akköy Espiye HES)

İnşaat aşamasında; özellikle hafriyatların gelişi güzel dere yataklarına bırakılması, su kotu altındaki çalışmaların uzun süreli bulanıklık yaratması ve atık suların dinlendirilmeden dere yatağına verilmesi inşaat aşamasındaki en büyük tehlikelerdir. İşletme aşamasında ise dere yatağına bırakılması gereken can suyu miktarının yeterli miktarda bırakılmaması ve balık geçitlerinin gelişigüzel inşa edilerek işlevlerini tam olarak yerine getirememesi durumunda sürdürülebilir bir sucul ekosistem açısından önemli bir tehdittir.

Genel olarak su alma yapıları (regülatörler) nehrin bütünlüğünü bozarak balık geçitlerinin yapılmadığı takdirde balıkların geçişlerini ve göç hareketlerini etkilemekte, açık kanal biçiminde yapılan su iletim hatları hayvan geçişlerini etkileyerek habitat bölünmesine yol açabilmekte, inşaat yapılan tüm alanlarda toprak yüzeyi sıyrıldığından arazide geçici tahribatlar oluşabilmekte ve erozyona maruz kalabilmektedir. Su tutulmasına bağlı olarak da mikro klima değişmektedir. Ayrıca proje alanlarında ağaçların kesilmesine bağlı olarak orman kalitesinde düşüşler yaşanmakta, su miktarındaki değişimle ilişkili veda patlatmalara bağlı olarak taban suyu ve yer altı su seviyelerinde değişimler yaşanmakta bu da hem jeolojik yapıyı hem de ormanları etkilemektedir.

Hidro elektrik santrallerinin çevreye olan etkileri aşağıdaki gibi iki başlıkta sıralanabilir.

- İnşaat aşamasında oluşan çevresel etkiler
- İşletme aşamasında oluşan çevresel etkiler

Baraj ve hidroelektrik santral projelerin yukarıda belirtilen iki aşamasında da değerlendirilmesi gereken başlıca konular aşağıda verilmektedir.

4.31.2. İnşaat ve işletme aşamasındaki çevresel etkiler

4.31.2.1. Bitki örtüsü (Flora) üzerindeki etkileri

Ülkemizin Kuzey doğu Bölümü bitki zenginliği bakımından sadece ulusal değil uluslararası anlamda önemli bir coğrafyadır. Nehir Tipi HES tesislerinin yapılma aşamasında ve sonraki işletme aşamasında, bitki örtüsü üzerinde oluşturduğu veya oluşturacağı olumsuz etkiler, bitki örtüsünün doğrudan tahribi, orman ve diğer doğal ekosistemlerin bölünmesi (fragmentasyon) ve akarsu sistemlerine doğrudan bağlı olarak varlığını sürdüren dere kenarı (aluvial/riperian) vejetasyonunun tahrip edilmesidir.

Topoğrafyanın genel durumu itibariyle, inşaat alanlarının çok sarp ve dik, vadilerin dar oluşu, nehir tipi HES tesislerinin inşaatı sırasında özellikle de tünel yaklaşım ve yeni ulaşım yolları ile iletim tüneli ve kanallarının yapımı aşamasında ortaya çıkan büyük miktarlardaki hafriyatın düzenli bir şekilde depolanması söz konusu olamamaktadır. Gerçekten de en küçük çaplı ve 10 km uzunluğundaki bir tünelden yaklaşık 120 bin m³ (yaklaşık 300 bin ton) kaya çıkarılmakta, yeni açılan yollarla birlikte bu miktar bazen iki katına ulaşmaktadır.

Ortaya çıkan bu hafriyatların bir kısmı konkrasör tesislerine işlenmek üzere, bir kısmı depo alanlarına gönderilmekte. Fakat bazı firmalar işin kolayına kaçıp bu hafriyatları şevlerden aşağı dökülmektedir (Şekil 4.39, 4.40).



Şekil 4.39. Giresun Pazarsuyu Vadisi'nde yapılmakta olan HES için yapılan iletim kanalı inşaatının oluşturduğu tahribat



Şekil 4.40. Gelevera Vadisi'nde HES için yapılan yol inşaatından çıkan hafriyatın tamamen dereye verilmesi ve derenin kapatılması

Bu uygulama dereye kadar olan bölümdeki bitki örtüsünün geçici yok olmasına, habitatların geniş alanlarda ayrılmasına, dere yatağının dolarak sucul sistemin de bozulmasına neden olmaktadır.

Ormanlık alanlarda meydana gelen bu tahribatın şiddeti ve büyüklüğü, doğaldır ki o vadide yapılmakta olan HES sayısı ile doğru orantılı olarak artacaktır. Özellikle yukarı havza bölümleri, bozulmamış ekosistemler olarak, kaliteli suyun üretildiği, toprak ve su koruma işlevi yüksek olan alanlardır. Bu alanlardaki ormanların, yeterli büyüklük ve sağlıklı olması, suyun miktarı ve sürekliliği diğer bir deyişle sağlıklı ekosistemlerin varlığı ile doğrudan ilişkilidir. Bu etkilerin

yanında açılan şev aynaları ve yol altı şevlerin tahribi, heyelanları da tetikleyerek tahribatı ve hafriyat yükünü arttıracaktır (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Açılan şev aynaları nedeni ile oluşmuş heyelan

4.31.2.2. Hayvan toplulukları (Fauna) üzerindeki etkileri

Proje alanındaki inşaat ve habitat bölünmeleri nedeniyle beslenme ve üreme alanlarının tahribi, hayvan topluluklarının doğrudan zarar görmesi anlamına gelmektedir. Yıllardır süren inşaat, patlatma, iş makineleri ve taş kırma şantiyelerinin oluşturduğu yüksek toz miktarı (Şekil 4.42), titreşim ve gürültüler, yaban hayvanlarını bu etkilerin olmadığı benzer başka alanlara yönlendirmektedir.



Şekil 4.42. Bir HES firmasının taşkıрма şantiyesinin oluşturduğu toz

4.31.2.3. Su ve sucul sistem üzerindeki etkisi

İnşaat sırasında dere yataklarına yapılan çalışmaların, sularda bulanıklık, sıcaklık değişimi ve yumurtlama alanlarının tahribi gibi etkileri olmaktadır (Şekil 4.43). Yapılan bir araştırmada, 2007 yılındaki kuraklık nedeniyle suyun debisinde düşme meydana geldiğinde, ergin ve yavru balıkların dere içinde oluşan küçük gölcüklerde mahsur kalmalarına ve yüksek sıcaklık ile oksijen azalması sonucu öldükleri ortaya konmuştur (Ak ve Ark. 2008). Yine aynı araştırma, suyun azaldığı yaz aylarında temizlik suları ve kanalizasyon atıkları ile deterjanlardan fosfat ve suni gübrelerden azot bileşikleri, fauna üzerinde olumsuz etki göstermektedir. Su debisinin az olduğu yaz aylarında meydana gelen ötrofikasyon fazla miktarda oksijene ve temiz sulara ihtiyaç gösteren alabalıkların azalmasına yol açmaktadır. Yine benzeri faaliyetlerin bölgede yayılış gösteren amfibi ve sürüngen habitatlarını tahrip edeceği, bunlardan bazılarının koruma altına alınması gereken türler olduğu bildirilmektedir (Muluk vd, 2009).

Yine son yirmi yılda tatlı su balıkçılığının ülkemizde ve dünyada geldiği düzey ve oluşturduğu katma değer dikkate alındığında, dere ekosistemleri ile su miktarı ve kalitesinin, balıkçılık konusundaki potansiyelinin asla göz ardı edilemeyeceği ve mutlaka korunması gerektiği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.43. HES inşaatı sırasında dere yataklarında yapılan çalışma

4.31.2.4. Doğal yaşamın devamı için bırakılan su (cansuyu) etkisi

HES projelerindeki en temel tartışma konusunu, derelerdeki su miktarının ne kadarının kullanılacağı oluşturmaktadır. Kadim su haklarının ve alışlagelmiş kullanımların değişeceği endişesi, özellikle yerel halkın nehir tipi HES' lere karşı ciddi direnç oluşturmaya neden olmuştur. Ayrıca inşaat faaliyetlerinin oluşturduğu doğa tahribatı ve çevresel kirliliğin yakın yerleşimleri etkilemeye başlaması var olan tartışmaları arttırmaktadır. Can suyu, derelerdeki doğal yaşamın sürdürülmesini engellemeyecek ekolojik bir eşik olarak düşünülen ancak herkesçe kabul edilmiş geçerli bir miktarı belirlenmemiş olan su miktarıdır. Can suyu, hem ekolojik işleyişi kesintiye uğratmayacak hem de içme suyu, kullanma suyu ve varsa balık çiftliği ve sulama suyu ihtiyaçlarını da karşılayacak miktarlarda olmalıdır. Su Kullanım Hakkı Anlaşması Yönetmeliği'nin Ek 1, 4. Maddesinin 2. fıkrasında "şirket, dere yatağının su alma yeri mansabında doğal hayatın idamesini sağlayacak ve bu kesimde su haklarını karşılayacak miktardaki suyu yatağa bırakacaktır" (Anonim, 2009b) ifadesi kullanılmıştır. Son düzenlemelerle, "Ancak, doğal hayatın devamı için mansaba bırakılacak su miktarı projeye esas alınan son on yıllık ortalama akımın en az %10 u olacaktır" ibaresi eklenmiş ve bırakılacak su miktarı oransal olarak belirlenmiştir. Oysa herhangi bir nehir ekosisteminin ihtiyaç duyduğu su miktarı literatürde "çevresel su ihtiyacı" olarak tanımlanmakta ve bu ihtiyaç çeşitli metotlarla hesaplanabilmektedir. Genellikle ekonomik açıdan değeri olan (balıkçılık faaliyeti) akarsularda çevresel/ekosistem su ihtiyacının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmış ve bu nedenle balıkların yaşamları için gerekli olan su miktarı tüm nehir ekosisteminin ihtiyacı olarak tanımlanmıştır. Ancak son yıllarda diğer canlı gruplarını (omurgasızlar, su kuşları vb.), ekosistemin yapısını (su kanalının formu, bitki örtüsü ve taşkın alanları), dikkate alan yeni metotlar geliştirilmiştir. Ülkemizde ise Tennant (Montana) Yöntemi yaygın olarak kullanılmakta ve bu yöntemde önerilen su miktarları dikkate alınmaktadır. Bu yöntemde Ekim-Mart (su yılının ilk yarısı) ve Nisan-Eylül (su yılının ikinci yarısı) dönemleri için bir nehir sisteminde bulunması gereken su miktarı farklı ekosistem kalite sınıfları için hesaplanabilmektedir (Karakaya ve Gönenç, 2006).

HES inşaatı işletmeye açıldıktan sonra regülatörden dere yatağına, doğal yaşamın devamı için bırakılacak su miktarı başka bir ifadeyle can suyu olarak ifade edilen su miktarı Su Kullanım Hakkı Anlaşması Yönetmeliğine göre yukarıda bahsedildiği gibi projeye esas alınan son on yıllık ortalama akımın en az %10'u olarak belirlenmiştir. Fakat bu durum uygulamaya konulduğunda, cansuyu olarak verilen su miktarının halk tarafından yetersiz olduğu sürekli ifade edilmiştir. Ayrıca, sıcak yaz günlerinde dere doğal yatağına bırakılan bu suyun az olması nedeni ile su belirli mesafede ısınan taşlara çarparak ilerlediğinden su ısınmakta ve taşıdığı oksijen azalmaktadır. Ayrıca, regülatörlerde yapılan balık geçitlerinin sorunlu olması durumunda (Şekil 4.44) balıklar ve diğer canlılar için tehlike oluşturmaktadır. Firmaların cansuyu miktarlarını eksiksiz bırakıp bırakmadıklarını DSİ Bölge Müdürlükleri takip etmektedir. DSİ tarafından firmalara Mansap Su Hakları Raporu hazırlanmakta ve bu raporda belirlenen su miktarı (sulama suyu, balık çiftliği, değirmen vb. gibi) can suyuna ilave edilerek regülatörden bırakılmaktadır. Ayrıca HES inşaatı bitiminde ve işletme aşamasında ağaçlandırma çalışmaları, depo ve dolgu alanlarının tarıma ve çevreye kazandırma ve Trabzon İli Çaykara İlçesi Solaklı dere vadisinde olduğu gibi rekreasyon çalışmaları yapılmaktadır.



Şekil 4.44. Giresun Gelevera deresinde kurulan HES in balık geçidi



Şekil 4.45. Trabzon Solaklı Vadisi'nde kurulan Arca HES' e ait balık geçidi

4.31.2.5. Çevresel akış takibi

6446 sayılı “Elektrik Piyasası Kanunu” ve ilgili yönetmelikler kapsamında Bölge Müdürlüğümüz sınırları dahilinde tesis edilen HES projelerinin, regülatör çıkışlarına hiçbir yan dere katılımı olmadığı bir yere doğal yaşamın devamını sağlamak için, regülatörlerden bırakılacak su miktarını tespit amaçlı Orman ve Su İşleri Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü tarafından AGİ (Akım Gözlem İstasyonları) lisans sahibi firmalara kurdurulmaktadır. Bu cansuyu akım gözlem istasyonları (CAGİ) ile ilgili, kurum, kuruluş ve şahıslar tarafından Havza Yönetimi, İzleme ve Tahsisler Şube Müdürlüğüne bağlı Rasatlar servisinden sürekli geriye dönük günlük bilgi talep edilmektedir. Taleplerin karşılanması, doğal kesitli can suyu AGİ'lerinde aşağıda belirtilen sorunlardan dolayı mümkün olamamaktadır.

- CAGİ en kesitlerinde sürekli dolma ve oyulmalar olmakta
- CAGİ'ler kuruda kalmakta ve işlevini yerine getirememektedir.
- Alüvyon altı su kaçaqları olmakta ve düzgün bir akış sağlanamamaktadır.
- Kısıtlı sahalarda CAGİ kurulacak uygun bir yer bulunamamaktadır.
- Akım anahtar eğrileri çıkartılamamaktadır.

Bu sorunların çözümüne yönelik düzgün akışın sağlanabilmesi ve ölçünün yapılabilmesi için DSİ tarafından firmalara cansuyu akım gözlem istasyonları için bazı hidrolik kanallar yaptırılmakta (Şekil 4.46) ve DSİ tarafından 24 saat değerler takip edilmeye çalışılmaktadır (Şekil 4.47). Düzgün akışın sağlanabilmesi için yapılması istenen hidrolik kanalların özelliklerini de aşağıdaki gibi belirtmiştir.

- Düzgün akışın sağlanabilmesi için Yapılan bu hidrolik yapıların uzunlukları kanal genişliğinin en az 10 katı olmalı. Ayrıca CAGİ ler kanalın membasına yakın kurulmaması gerektiği.
- CAGİ de nap ve türbülans oluşumunu engellemek için yaptırılan hidrolik yapılarda, limnigraf borusunun gizleneceği "TRAPEZ" veya "U" şeklinde yapı yapılmalı ve bu yapı malzeme birikimine karşı firma elemanlarınca sürekli temizlenmesi gerektiği.
- Yapılan hidrolik kanalın eğimi sıfır olmalı
- CAGİ'nin mansabına kanal çıkışına kalıcı kontrol eşiği yaptırılmalıdır.
- CAGİ lerde akım anahtar eğrisi oluşturulması gerekli,

Yukarıda belirtilen durumların herhangi birinin eksik olması durumunda DSİ tarafından HES kabulü yapılmayacağı ve dolayısı ile HES tarafından üretim sağlanamayacağı firmalara bildirilmiştir.



Şekil 4.46. DSİ tarafından HES firmalarına yaptırılan cansuyu ölçüm kanalı ve CAGİ'si

Şekil 4.46 ve Şekil 4.47'de görüldüğü şekilde kanallar yapıldıktan sonra cansuyu takibi için gerekli AGİ kurulmakta ve bu CAGİ ler sürekli takip edilmeye çalışılmaktadır.



Şekil 4.47. Modem ve seviye ölçer



Şekil 4.48. Sümer HES/Giresun anlık cansuyu ölçümü

4.31.2.6. Rekreasyon alanların oluşturulması

Özellikle depolamalı HES tesisleri inşa edildikleri yörelerde rekreasyon alanları oluşturulmaktadır. Ayrıca Nehir tipi HES projelerinin de inşa edildikleri yörelerde rekreasyon çalışmaları ile güzel bir görüntü sağlanmaktadır (Şekil 4.50, 4.51). Bu konuda yatırımcı, DSİ ve mahalli idarelerle işbirliği yapmaktadırlar. Aşağıdaresimlerde Trabzon ili Çaykara ilçesi Solaklı Vadisi'nde yapılan rekreasyon çalışmaları verilmiştir.



Şekil 4.49. Çaykara Solaklı Vadisi rekreasyon yapılmadan önceki hali



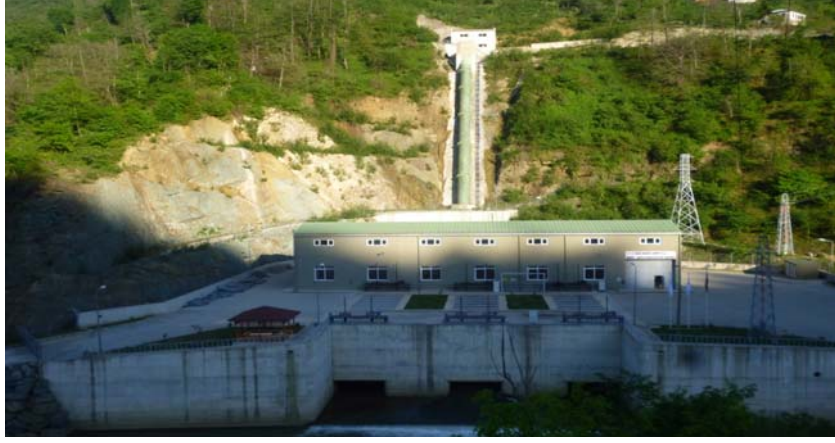
Şekil 4.50. Çaykara Solaklı Vadisi reaksiyon yapılmış hali



Şekil 4.51. Trabzon Çaykara Solaklı Vadisi rekreasyon yapılmış hali

4.31.2.7. İnşaatı bitmiş ve işletmede olan bazı HES'lerin zaman içerisindeki durumları

Aşağıda görüldüğü gibi HES'ler de inşaat çalışmaları bittiğinde ve şantiyeler kaldırıldığında belli bir süre içerisinde doğa kendini yenilemekte ve eski görünümüne yaklaşmaktadır. Bu durum artık dere yatakları içerisinde çalışmalar olmadığından su kirliliği olmamakta ve de çalışma yapılan yerlerde ağaçlandırma çalışmaları yapılmakta ve depo sahaları tarıma ve çevreye kazandırılmaktadır. Ayrıca HES'ler sürekli aktif olduğundan yüksek yerlerdeki köy yolları sürekli açık ve temiz tutulmakta böylelikle daha önceleri özellikle kış aylarında Merkezle ilişkisi kesilen halk, Merkezlerle sürekli ulaşım sağlamaktadır.



Şekil 4.52. Espiye Akköy HES'in açılışından 1 yıl sonraki hali



Şekil 4.53. Güllüç Barajı Ereğli/Zonguldak



Şekil 4.54. Cevher HES cebri boru inşaat aşaması (yaz ayında çekilmiş fotoğraf)



Şekil 4.55. Cevher Hes cebri boru inşaatı 3 yıl sonrası (kış ayında çekilmiş fotoğraf)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

HES'lerin inşaat yapımı aşamasında çevreye verilmiş olan olumsuz etkilerin zaman içerisinde doğa tarafından, işletmeye geçiş aşamasında ise firma tarafından regreasyon çalışmaları yapıp tolere edildiği gözlemlenmiştir.

Örnekleme periyodu boyunca tespit edilen ortalama sıcaklık değerleri 1 nolu noktadaki istasyonda 22,66 °C 2 nolu noktadaki istasyonda ise 22,34 °C olarak ölçülmüştür. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra sıcaklık yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

İşletmede olan bir HES'in belirlenen iki ayrı noktadaki örnek alma istasyonlarından alınan örneklerle tespit edilen ortalama pH değerleri 1. istasyon için 8,82, 2. İstasyon için ise 8,52 olarak saptanmıştır. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra pH yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

İşletmede olan bir HES'in belirlenen iki ayrı noktadaki örnek alma istasyonlarından alınan örneklerle tespit edilen ortalama sodyum değerleri 1. istasyon için 28,78 mg/L, 2. istasyon için ise 35,85 mg/L olarak istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemine göre bulunmuştur. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra sodyum yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

HES'in çıkışında sudaki klorür değerlerinin su toplama yapısında su yüzeyinin genişlemesi ve suyun türbinlerden geçişlerde türbülans etkisiyle ilişkili olduğu söylenebilir. Su toplama yapısında su yüzeyinin genişlemesi ve suyun türbinlerden yüksek basınçla türbülanslı bir şekilde geçmesi sebebi ile sudaki klorürün bir kısmının uçtuğu düşünülmektedir. İşletmede olan bir HES'in belirlenen iki ayrı noktadaki örnek alma istasyonlarından alınan örneklerle tespit edilen ortalama klorür değerleri 1. istasyon için 55,72 mg/L, 2. istasyon için ise 39,84 mg/L olarak saptanmıştır. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra

klorür yönünden kalite sınıfının II. sınıftan I. sınıfa geçiş yaptığı saptanmış ve klorür yönünden su kalitesi artmıştır.

İşletmede olan bir HES'in belirlenen iki ayrı noktadaki örnek alma istasyonlarından alınan örneklerle tespit edilen ortalama sülfat değerleri 1. istasyon için 28,78 mg/L, 2. istasyon için ise 35,85 mg/L olarak istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemine göre bulunmuştur. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra sülfat yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

Ortalama nitrat azotu değerleri 1. istasyon için 0,73 mg/L, 2. istasyon için ise 1,72 mg/L olarak saptanmıştır. Nitrit azotu ortalama değerleri ise 1. istasyon için 0,25 mg/L, 2. istasyon için 0,30 mg/L olarak saptanmıştır. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra nitrit ve nitrat yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır. Tepe ve arkadaşlarının Hatay Yayladığı Görentas Göleti'nde yaptıkları çalışmada ortalama nitrit konsantrasyonunu 0,034 mg/L, ortalama nitrat konsantrasyonunu 7,6 mg/L olarak bulmuşlardır.

Örnekleme periyodu boyunca tespit edilen ortalama amonyum azotu değerleri 1 nolu noktadaki istasyonda 0,74 mg/L, 2 nolu noktadaki istasyonda ise 0,29 mg/L olarak ölçülmüştür. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra amonyum azotu yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

HES'in çıkışında sudaki çözülmüş oksijen değerlerinin sudaki katı maddelerin çökmesi ve suyun türbinlerden geçişlerde türbilans etkisiyle ilişkili olduğu söylenebilir. Ortalama çözülmüş oksijen değerleri 1. istasyon için 6,83 mg/L, 2. istasyon için ise 8,07 mg/L olarak saptanmıştır. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra çözülmüş oksijen yönünden kalite sınıfının II. sınıftan I. sınıfa geçiş yaptığı saptanmış ve çözülmüş oksijen yönünden su kalitesi artmıştır.

HES'in çıkışında sudaki toplam çözünmüş katı madde değerlerinin, sudaki katı maddelerin çökmesi etkisiyle ilişkili olduğu söylenebilir. TDS değerleri yağışlarla yüzeysel sularda artar, santrale alınan su kanalda çok düşük hızlarla ilerlemesi ve çökeltim havuzunda ise katı maddeler çökmesinden dolayı türbinden çıkan su daki katı madde değerlerinde azalmanın görüldüğü düşünülmektedir. Ortalama değerleri 1. istasyon için 555,83 mg/L, 2. istasyon için ise 402,92 mg/L olarak saptanmıştır. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra Toplam çözünmüş katı madde yönünden kalite sınıfının II. sınıftan I. sınıfa geçiş yaptığı ve toplam çözünmüş katı yönünden su kalitesinin arttığı saptanmıştır.

HES'in çıkışında sudaki renk değerlerinin, sudaki katı maddelerin çökmesi etkisiyle ilişkili olduğu söylenebilir. Renk değerleri yağışlarla su kirlendikçe yüzeysel sularda artar, santrale alınan su kanalda çok düşük hızlarla ilerlerken bir kısım maddeler kanalda, bir kısmında çökeltim havuzunda suyun dibine çökmesi ile türbinden çıkan su daki katı madde değerlerinde azalma ve renkte iyileşme görülür. Ortalama değerleri 1. istasyon için 66,5 mg/L, 2. istasyon için ise 35 mg/L olarak saptanmıştır. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra renk yönünden kalite sınıfının III. sınıftan II. sınıfa geçiş yaptığı saptanmış ve renk yönünden su kalitesi artmıştır.

İşletmede olan bir HES'in belirlenen iki ayrı noktadaki örnek alma istasyonlarından alınan örneklerle BOİ tayin sonuçlarına göre ortalama BOİ değerleri 1. istasyon için 0,98 mg/L, 2. istasyon için ise 1,27 mg/L olarak istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemi ile bulunmuştur. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra BOİ yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

Ortalama toplam fosfor değerleri 1. istasyon için 0,078 mg/L, 2. istasyon için ise 0,089 mg/L olarak istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemine göre bulunmuştur. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra Toplam fosfor yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

Ortalama KOİ değerleri 1. istasyon için 19,97 mg/L, 2. istasyon için ise 13,49 mg/L olarak istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemine göre bulunmuştur. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra KOİ yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

İşletmede olan bir HES'in belirlenen iki ayrı noktadaki örnek alma istasyonlarından alınan örneklerle tespit edilen ortalama florür değerleri 1. istasyon için 0,61 mg/L, 2. istasyon için ise 0,61 mg/L olarak istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemine göre bulunmuştur. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra fülörür yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

İşletmede olan bir HES'in belirlenen iki ayrı noktadaki örnek alma istasyonlarından alınan örneklerle fenol tayin sonuçlarına göre ortalama fenol değerleri 1. istasyon için 0,0092 mg/L, 2. istasyon için ise 0,0057 mg/L olarak istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemi ile bulunmuştur. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra fenol yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

İşletmede olan bir HES'in belirlenen iki ayrı noktadaki örnek alma istasyonlarından alınan örneklerle anyonik sülfaktanlar tayin sonuçlarına göre ortalama anyonik sülfaktanlar değerleri 1. istasyon için 0,25 mg/L, 2. istasyon için ise 0,27 mg/L olarak istatistiksel yöntemlerden olan hazen yöntemi ile bulunmuştur. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra anyonik sülfaktanlar yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

Örnekleme periyodu boyunca, İşletmede olan bir hes (Dereli HES)'in belirlenen iki ayrı noktadaki numune alma istasyonlarından alınan numunelerle ağır metallerin tayin sonuçlarına göre tespit edilen kalite sınıfları; kurşun (Pb), çinko (Zn), krom (Cr), mangan (Mn), demir (Fe), bakır (Cu), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), nikel (Ni) alüminyum (Al), arsenik (As), selenyum (Se), ve bor (B) için 1 nolu noktadaki istasyonla 2 nolu noktadaki istasyonda aynı sınıf yani I. kalite sınıfı

çıkmiştir. Santrale gelen suyun, türbinlendikten sonra Analizleri yapılan ağır metaller yönünden kalite sınıfının değişmediği saptanmış ve canlı yaşamını etkileyecek bir durum olmamıştır.

Sonuç olarak, İşletmede olan bir HES'in (Dereli HES), çözünmüş oksijen (ÇO), toplam çözünmüş katı madde, klorür ve renk Pt-Co parametreleri açısından su kalitesini arttırdığı, sıcaklık, sodyum (Na), sülfat (SO₄), nitrat azotu, florür (F), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ,Pb, Zn, Cr, Mn, Fe, Cu, Cd, Co, Ni, Al, Ar, Se, B, pH, amonyum azotu, toplam fosfor, anyonik sülfaktanlar, fenol ve nitrit azotu parametreleri açısından ise su kalitesine herhangi bir etki yapmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple incelenmiş parametreler yönünden işletmede olan bir HES (Dereli HES)'in su kalitesine olumsuz yönde hiçbir etkisi yoktur. Aksine bazı parametrelerin su kalitesi üzerinde olumlu etkileri vardır.

KAYNAKLAR

- Abdel, A. M., 2005. Water Quality Assessment Of River Nile From Idfo To Cairo Egyption Journal Of Aquatik Research, 31(2): 200-223.
- Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S., 2007. Van Bölgesi Su Kaynaklarında Florür Düzeylerinin Belirlenmesi, Y. Y. Ü. Veterinerlik Fakültesi Dergisi 2007, 18(1), 59-65.
- Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S., Dede, S., Van ve Yöresi Kaynak Sularının Mikrobiyolojik Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Araştırmalar, Van Tıp Dergisi, 6(2): 3-30.
- Ak, O., Çakmak, E., Aksungur, M., Çavdar, Y., 2008. Akarsu Üzerinde Faaliyetlerin Sucul Ekosisteme Etkisine Bir Örnek, Yanbolu Deresi (Arsin-Trabzon), Su ve Enerji Konferansı Bildiriler Kitabı, 22-23 Ekim, Artvin, 334-340.
- Akkaya, U., Gültekin, A. B., Dikmen, Ç. B., Durmuş, G., 2009. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 13-15 Mayıs, Karabük.
- Akpınar, A., Kömürcü, M. İ., Kankal, M., Özölçer, İ. H., Kaygusuz, K., 2008. Energy Situation and Renewables In Turkey and Environmental Effect Of Energy Use, Renewable & Sustainable energy Reiews. 12, 2013-20309.
- Aksungur, M., Ak, O., Özdemir, A., 2011. Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Sucul Ekosisteme Etkisi: Trabzon Örneği, Journal Of Fisheries Sciences.com, 5(1), 70-92s.
- Atılğan, E., 2000. Nehir Tipi Hidroelektrik Santralleri ve Çevresel Etkileri, Yunus Arasına Bülteni, 2011(4), 7-14.
- Atılğan, E., Soğuksulu, Ş., Aslan, H., 2011. Hidroelektrik Santrallerinin Çevresel etkileri ve Bu Etkilerin Azalmasına Dair Örnekler, Yunus Arasına Bülteni, 2011(4), 7-14.
- Balat, H., 2007. A Renevabe Perspective For Sustainable Energy Development In Turkey: The Case Of Small Hydropower Plants, 11, 2152-2165, Renewable & Sustainable energy Reiews.
- Baltacı, F., 1997. DSİ Su Kalitesi Yönetimi Semaheri, DSİ Genel Müdürlüğü İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ekin, Ankara, 19-44.
- Bellitürk, K., Bağdatlı, M.C., Polat, S., Metinoğlu, M., Bac, A., Kanarya, G., Karabulut, Ö., 2013. Sulama Suyu Örneklerinde Belirlenen Bazı Makro ve Mikro Elementlerin Çevre Kirliliği Açısından İki Farklı Dönemdeki Değişim Seyri: Kırıkkale Örneği, Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 4(2):82-93.
- Berkün, M., Aras, E., Koç, T., 2008. Barajların ve Hidroelektrik Santrallerin Nehir Ekolojisi Üzerine oluşturduğu Etkiler, Türkiye Mühendislik Rehberi, 452s.

- Beyhan, M., 2003. Atık Çamurlar ve Doğal Malzemeler İle Sulardan Florür İyonu Gideriminin Araştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 141s.
- Bozkurt, A., Tepe, Y., 2011. Zooplankton Composition and Water Quality Of Lake, Gölbaşı (Hatay-Türkiye) Frensenius Environmental Bulletin, Volume Zo-No, La, pp.166-174.
- Boztuğ, D., Dere, T., Taylan, N., Yıldırım, N., Danabaş, D., Cıkıkoğlu, N., Öztüfekçi, A., Danabaş, S., Engin, C., Uslu, G., 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko Kimyasal Özellikleri ve Kalitesinin Değerlendirilmesi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 2(2), 93-106s.
- Bulut, V., 2005. Trabzon Kalyan Akarsuyunun Su Kalitesinin Araştırılması ve Modellemesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Trabzon.
- Çağatay, G., 1997. Çevre sağlığı Temel Kaynaklar Dizisi, 43, Ankara.
- Çakır, M., Minareci, O., 2015. Işıklı Gölü ve Işıklı Çayında (Civril-Denizli) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması, İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi 2015, 30-1: 23-34.
- Çakırsoy, S., 2007. Büyük Melen Havzasının Su Kalitesinin Belirlenmesi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Dinçer, S., 2014. Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 72s., Giresun.
- Dinçer, S., 2014. Çanatçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Biyolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Giresun.
- Dirican, S., Barlas, M., 2005. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Balıkları Ekoloji, 14(54): 25-30.
- Döndereci, Z. S., Döndereci, A., 2010. Başarı, Fesem Kaynak Sularının Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma, TürkHijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 67(4):167-172.
- Dönmez, Z., 2010. İlgin Çavuşlu Gölü Sulama Kanalında Su Kalitesi Parametrelerinin İncelenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Durhasan, Z., 2006. Baraj Göllerinden Su Temininden Derinliğin Su Kalitesine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 56s.

- Gamsız, E., Ağacık, G., 1981. Su ve Analiz Metodları, DSİ Basım ve Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, 158s, Ankara.
- Göksu, L. Z., 2003. Su Kirliliği Ders Kitabı, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- Harper, D., 1992. Eutrophication Of Fresh Waters: Principles, Problems and Restoration, Chapman and Hall, London UK.
- Jesus, T., Formigo, N., Santos, P., Tavares, G. R., 2004. Impact Evaluation Of The Vila Viçosa Small Hydroelectric Power Plant (Portugal) On The Water Quality and On The Dynamics Of The Benthic Macroinvertebrate Communities Of The Ardena River, *Limnetica*, 23(3-4): 241-256.
- Karadeniz, V., Akpınar, E., Başbüyük, A., 2011. Nehir Tipi Hidroelektrik Santraller ve Çevresel Etkileri (Reşadiye Hidroelektrik Santralleri Örneği), *Doğu Coğrafya Dergisi*, Erzincan.
- Karakaya, N., Gönenç, İ. E., 2006. Türkiye’de Havzalar Arası Su Transferi İçin Bir Kemer Destek Sistemi Önerisi, *İTÜ dergisi, Su Kirlenmesi ve Kontrolü*, 16(1-3), 79-90, İstanbul.
- Katip, A., Karaer, F., İleri, S., Onur, S., 2013. Akçalar (Musa) Dergisi Azot ve Fosfor Yüklerinin Mevsimsel Değişimi ve Ulubat Gölüne Etkisi, *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 18, Sayı2.
- Kıvrak, E., Uygum, A., Kalyoncu, H., 2012. Akarçay’ın (Afyonkarahisar) Su Kalitesinin Değerlendirmek İçin Diyatome İndekslerinin Kullanılması, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi* 12, 021003(27-38).
- Kucukali, S., 2014. Environmental Risk Assessment Of Small Hydropower (SHP) Plants: A Case Study For Tefen SHP Plants On Filyos River, *Energy For Sustainable Development*, 19, 102-110.
- Lobato, T. C., Davis, R. A. H., Oliveira, T. F., Maciel, M. C., Tavers, M. R. M., Silveira, A. M., Saraiva, A. C. F., 2015. Categorization Of the Tropic Status Of A hydroelectric Power Plant Reservoir In The Brazilian Amazon By Statistical Analyses and Fuzzy Approaches, *Science Of The Total Environment*, 506-570, 613-620.
- Mert, R., Bulut, S., Solak, K., 2008. Apa Baraj Gölünün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması, *A. K. Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 2008-2, 1-10.
- Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö., Minareci, E., 2009. Detergent and pHosphate Pollution İn Gediz River, Turkey, *African Journal Of Biotechnology*, 8, 3568-3575.

- Oğuz, T.C., 2015. İçme Suyu Arıtımında Yaygın Olarak Karşılaşılan Su Kalite Problemleri ve Arıtımı İçin Çözüm Önerileri, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 92s.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği, Resmi Gazete, 30 Kasım 2012 Cuma, 284483
- Özakkoyuncu, S., 2007. Gölünyazı Gölü'nün (Çorum) Su Kalitesinin Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Tespit Edilmesi ve Göl Civarında Yaşayan Bazı Hayvanların Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, s:4.
- Pimenta, A. M., Albertoni, E. F., Palma-Silva, C., 2012. Characterization Of Water Quality In A Small Hydropower Plant Reservoir In Southern Brazil, Lakes & Reservoirs: Research and Management, 17, 243-251.
- Polat, M., 1997. DSİ Su Kalitesi Yönetimi Semaheri, DSİ Genel Müdürlüğü İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ekin, Ankara, 45-57.
- Şegül, F., Müezzinoğlu, A., 1997. Çevre Kimyası, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları.
- Tan, A., 2006. Atık Sularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Anorganik Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 85s.
- Taş, B., Candan, A. X., Can, Ö., Topkara, 2010. Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri, Journal Of Fisheries Sciences.com, 4(3): 254-263.
- Taşdemir, M., Göksu, Y. L., 2001. Asi Nehri'nin (Hatay- Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri, E. Ü. Su Ürünleri dergisi, 18(1-2):55-64.
- Tayhan, N., 2012. Uzun Çayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko Kimyasal Su Kalitesinin Peryodik İzlenmesi, Tunceli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 79s.,Tunceli.
- Tepe, Y., Mutlu, E., 2004. Hatay Habiye Kaynak Suyunun Fiziko-Kimyasal Özellikleri, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6, 77-78.
- Ülgen, H., Alp, E., Zeydanlı, U., Kurt, B., Balkız, Ö., 2011. Report on The Ecological Impacts Of Small Hydropower Plants In Turkey and Recommendations To The Gold Standard Foundation, Nature Conservation Centre.
- Valero, E., Alvarez, X., Picos, J., 2014. Influence Of A Small hydroelectric Power Station On The River Ecosystem, European Journal Of Sustainable Development, 3, 4, 175-180.
- Yıldız, D., 2007. Su Raporu, Ulusal Su Politikası, USİAD Yayını, Ulusal Sanayici ve İşadamları Dergisi, Ankara.

Yıldız, İ., 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Giresun, 92s.

Yılmaz, C., Uzun, A., Zeybek, H. İ., Kaya, M., 2012. Nehir Tipi Hidoelektrik Santrallerinin Coğrafi Ortam Üzerine Etkilerine Bir Örnek, Journal Of New World Sciences Academy, NWSA-Nature Sciences, 4A0049, 7 (3), 50-67s.

Yüksel, I., 2010. Hydropower For Sustainable Water and Energy Development, Renewable & Sustainable energy Reiew, 14, 462-469.



	GİRİŞ / ÇIKIŞ	2014										2015	
		SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	SUBAT
Ölçüm Sıcaklığı	Giris	20,00	23,70	22,6	24,0	23,10	23,2	23,7	20,9	20,60	24,80		
	Çıkış	21,1	23,3	23,10	22,7	22,9	22,9	23,8	21,1	20,1	22,5		
Ph (*)	Giris	8,12	7,98	8,13	7,56	7,92	7,72	8,16	8,05	8,06	8,04	8,85	
	Çıkış	8,03	7,78	7,97	7,75	8,14	7,92	7,84	7,84	8,19	7,87	8,54	
Top. Çözünmüş Katı Mad. mg/L	Giris	567,80	105,94	152,32	41,04	286,28	204,48	328,44	199,72	157,56	143,48	309,86	
	Çıkış	384,00	103,43	169,32	103,5	251,60	377,4	403,92	243,92	206,04	143,48	299,00	
Sodyum mg/L (*)	Giris	26,90	26,50	25,88	11,20	23,82	14,3	24,23	18,26	10,79	10,87	28,99	16,49
	Çıkış	17,65	27,15	10,80	16,86	15,27	30,5	27,55	14,91	25,62	6,75	36,45	13,2
Klorür, mg/L (*)	Giris	58,79	22,32	<6,48	7,31	23,49	15,52	27,98	13,3	28,45	7,32	18,75	14,68
	Çıkış	28,43	9,26	8,98	7,65	40,31	33,46	35,56	33,51	13,72	14,2	23,31	32,41
Sülfat, mg/L (*)	Giris	52,66	18,45	14,02	8,54	29,65	28,94	43,87	22,52	21,33	12,08	25,68	22,6
	Çıkış	56,74	11,94	16,31	10,32	35,08	42,61	45,36	29,15	18,89	13,69	25,91	30,09
Nitrat Azotu, mg/L	Giris	0,472	0,56	0,26	0,263	0,142	0,656	0,346	0,251	0,511	0,743	0,566	0,636
	Çıkış	0,484	0,57	0,311	0,188	0,192	0,211	0,396	0,395	0,419	1,29	0,638	0,826
Nitrit Azotu, mg/L	Giris	0,061	0,04	0,014	0,013	0,082	0,071	0,249	0,231	0,114	<0,000061	0,089	0,089
	Çıkış	0,018	0,02	0,053	<0,00007	0,082	0,019	0,31	0,253	0,129	0,107	0,094	0,099
Amonyum Azotu mg/L	Giris	0,094	<0,0076	0,013	0,052	<0,0076	0,235	0,273	0,522	<0,0076	0,46	0,201	0,768
	Çıkış	0,097	<0,0076	0,151	0,020	<0,0076	0,272	0,226	0,047	0,095	0,117	0,293	0,046
Florür, mg/L	Giris	0,12	0,15	0,05	0,05	0,07	0,08	0,09	0,06	0,13	0,66	0,08	0,07
	Çıkış	0,12	0,02	0,04	0,05	0,18	0,07	0,08	0,11	0,66	0,16	0,08	0,12
Çözünmüş Oksijen, mg/L	Giris	3,99	5,80	5,07	4,66	4,88	3,12	4,72	5,26	6,60	5,36	6,84	
	Çıkış	3,73	6,01	5,53	4,65	5,03	5,2	4,9	5,75	6,26	5,7	8,17	
Biyolojik Oksijen İhtiyacı mg/L / Yağ-Gres (çıkış)	Giris	2,20	0,00	1	0,00	0,00	-	-	3,1	1,00	0,80	0,40	1,30
	Çıkış	2,70	0	1,00	3,00	0,00	-	-	3,4	1	0,9	0,00	0,70
Renk, PT-Co	Giris	5,00	35,00	15,00	10,00	10,00	70,00	5,00	10,00	5,00	25,00	7,50	7,50
	Çıkış	10,00	35,00	15,00	15,00	10,00	5,00	10,00	35,00	5,00	25,00	15,00	7,50
Kimyasal Oksijen İhtiyacı, mg/L	Giris	<5,00	<5,00	<5	<5,00	12,50	20,8	<5,00	6,11	8,08	5,49	<5,00	5,65
	Çıkış	<5,00	<5,00	<5,00	8,43	13,70	8,43	<5,00	8,06	11,6	<5,00	<5,00	8,5
Fenol, mg/L	Giris	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	Çıkış	0,006	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Toplam Fosfor, mg/L	Giris	<0,05	0,04	<0,05	0,08	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Çıkış	<0,05	0,08	<0,05	0,09	-	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anyonik Sürfaktanlar, mg/L	Giris	0,107	0,16	0,1	<0,05	0,10	<0,05	0,06	0,15	0,14	0,21	0,160	0,25
	Çıkış	0,108	0,14	0,25	0,10	<0,05	0,06	0,1	0,19	0,08	0,17	0,27	0,22
TOPLAM KURŞUN (I) (µg/L)	Giris	n.d.	2,35	1	n.d.	1,52	0,59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	
	Çıkış	n.d.	3,48	1,77	n.d.	8,73	0,59	n.d.	n.d.	1,87	1,69		
TOPLAM ÇİNKO (1) (fig/L)	Giris	n.d.	12,86	5,55	0,95	1,89	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Çıkış	n.d.	27,36	6,71	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
TOPLAM KROM (1) (ug/L)	Giris	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Çıkış	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
TOPLAM MANGAN (1) (ug/L)	Giris	25,97	26,53	17,67	13,66	36,96	15,71	15,41	16,64	9,68	18,88		
	Çıkış	25,65	29,37	22,95	12,05	12,86	15,71	16,64	9,82	23,79			
TOPLAM DEMİR (I) (µg/L)	Giris	91,01	264,45	119,29	60,23	953,47	61,97	76,67	81,35	130,5	104,88		
	Çıkış	125,8	292,12	171,44	44,16	69,12	61,97	61,97	95,1	146,83	140,81		
TOPLAM BAKIR (1) (µg/L)	Giris	n.d.	6,68	3,79	2,44	5,84	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,39	
	Çıkış	n.d.	13,47	4,55	2,51	nd	nd	nd	nd	0,87	1,85		
TOPLAM KADMİYUM m (>ii?/L)	Giris	n.d.	0,09	n.d.	1,07	n.d.	0,13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Çıkış	n.d.	0,08	n.d.	1,08	0,15	0,13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
TOPLAM KOBALT (I) (µg/L)	Giris	n.d.	0,2	1,28	0,99	1,56	0,25	n.d.	0,49	0,35	n.d.	n.d.	
	Çıkış	n.d.	0,23	1,36	0,95	0,37	0,25	0,49	0,36	n.d.	n.d.	n.d.	
TOPLAM NİKEL (1) (µg/L)	Giris	0,31	0,7	1,73	2,15	8,49	4,33	1,51	2,57	n.d.	0,82		
	Çıkış	n.d.	1,26	1,47	1,42	6,47	4,33	2,57	n.d.	0,72			
TOPLAM ALUMİNYUM (1) (ug/L)	Giris	14,29	332,37	147,96	26,15	1280,62	12,9	51,56	77,23	105,91	156,66		
	Çıkış	35,32	378,13	193,19	-	16,74	12,9	77,23	101,09	210,61			
TOPLAM ARSENİK (I) (µg/L)	Giris	1,83	1,3	n.d.	1,32	n.d.	n.d.	0,47	n.d.	0,39	1,51		
	Çıkış	1,76	1,42	n.d.	1,37	n	n.d.	n.d.	0,4	2,02			
TOPLAM SELENYUM (1) (µg/L)	Giris	n.d.	0,49	n.d.	0,21	n.d.	0,21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Çıkış	n.d.	0,32	n.d.	0,21	0,24	0,21	n.d.	n.d.	n.d.	0,05		
TOPLAM BOR (I) (mg/L)	Giris	0,09	0,02	0,02	0,05	0,05	0,1	0,03	0,97	0,02	0,05		
	Çıkış	0,07	0,02	0,02	0,05	0,05	0,1	0,1	0,03	0,02	-		

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hayati AKYÜZ

Doğum Yeri ve Yılı : Trabzon, 1972

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : akyuzhayati@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Trabzon Esiroğlu M. Akif Ersoy Lisesi, 1988

Lisans : İTÜ, Uçak Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği

Mesleki Deneyim

DSİ Diyarbakır Bölge Müdürlüğü 2007-2008

DSİ 22. Bölge Müdürlüğü 2008-(halen)