

**MURGUL, FABRİKA VE HATİLA DERELERİNDE MEVCUT SU VE SEDİMENT
KALİTESİ PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE HAVZA BAZINDA
KARŞILAŞTIRILMASI**

Burcu BERK

**Yüksek Lisans Tezi
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet ÖZALP**

2019

Artvin

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MURGUL, FABRİKA VE HATİLA DERELERİNDE MEVCUT SU VE SEDİMENT
KALİTESİ PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE HAVZA BAZINDA
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu BERK

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet ÖZALP**

Artvin 2019

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Murgul, Fabrika ve Hatila Derelerinde Mevcut Su ve Sediment Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi ve Havza Bazında Karşılaştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Mehmet ÖZALP'in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 20/06/2019.

Burcu BERK

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MURGUL, FABRİKA VE HATILA DERELERİNDE MEVCUT SU VE
SEDİMENT KALİTESİ PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE
HAVZA BAZINDA KARŞILAŞTIRILMASI**

Burcu BERK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : ../05/2019

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : ../06/2019

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet ÖZALP

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından ../../2019 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun ../...../..... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

../...../.....

Doç. Dr. Hilal TURGUT
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Murgul, Fabrika ve Hatila Derelerinde Mevcut Su ve Sediment Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi ve Havza Bazında Karşılaştırılması başlıklı bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle, tez konusunun belirlenmesinden sonlandırılmasına kadar her aşamada emeği olan, bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, çalışmanın yürütülmesinde çok önemli katkıları olan, büyük bir özveri ve sabırla tezimin neticelendirilmesini sağlayan çok değerli Sayın Hocam Doç. Dr. Mehmet ÖZALP'e en derin teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın her safhasında yakın ilgi ve önerileriyle beni yönlendiren, görüş ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Yusuf SERENGİL'e ve tez çalışmamdaki istatistik analizlerinin yapılmasında destek sağlayan Sayın Hocam Doç. Dr. Bülent TURGUT'a en içten dileklerle teşekkür ediyorum.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında sürekli yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Dr. Arş. Gör. Saim YILDIRIMER'e çok teşekkür ediyorum.

Çalışmanın yürütülmesinde maddi katkı sağlayan Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederim. Yine çalışmanın laboratuvarında yapılan bazı analizlerinde yardımcı olan Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Umut KONANÇ ile Bilim - Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi çalışanlarına içten teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, hayatım boyunca desteğini esirgemeyen annem Zübeyde TAŞ'a teşekkürü borç bilirim.

Bu çalışmanın ilgililer ve bilim dünyasına faydalı olmasını temenni ederim.

Burcu BERK

Artvin 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEZ BEYANNAMESİ.....	I
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET.....	V
SUMMARY	VI
TABLolar DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
KISALTMALAR DİZİNİ	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Su Kalitesi	4
1.1.1. Su Kalitesi Parametreleri.....	7
1.1.1.1. Tuzluluk	7
1.1.1.2. Sıcaklık.....	7
1.1.1.3. İletkenlik	8
1.1.1.4. Çözünmüş Oksijen (DO).....	8
1.1.1.5. Toplam Çözünmüş Madde (TDS).....	8
1.1.1.6. pH.....	8
1.1.1.7. Amonyum (NH ₄ -N).....	9
1.1.1.8. Nitrat (NO ₃ -N)	9
1.1.1.9. Askıda Katı Madde (AKM)	9
1.2. Sediment Kalitesi	9
1.2.1. Sediment Kalitesi Parametreleri.....	10
1.2.1.1. Demir (Fe).....	12
1.2.1.2. Çinko (Zn).....	12
1.2.1.3. Bakır (Cu)	12
1.2.1.4. Kurşun (Pb)	12
1.2.1.5. Arsenik (As)	13
1.2.1.6. Kadmiyum (Cd)	13
1.2.1.7. Civa (Hg).....	13

1.2.1.8. Toplam Karbon, Azot, Hidrojen, Kükürt (CHNS).....	13
1.2.1.9. Tekstür	14
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
2.1. Materyal	15
2.1.1. Çalışma Alanı.....	15
2.1.2. Topografik Durum	16
2.1.3. Arazi Kullanımı.....	18
2.1.4. Jeolojik Yapı ve Genel Toprak Özellikleri	18
2.1.5. İklim Özellikleri.....	19
2.2. Yöntem.....	21
2.2.1. Arazi Yöntemleri.....	21
2.2.1.1. Su Parametrelerinin Yersel Ölçümü ve Su Örneklerinin Alınması	22
2.2.1.2. Sediment Örneklerinin Alınması.....	23
2.2.2. Laboratuvar Yöntemleri	24
2.2.2.1. Sediment Örneklerinin Hazırlanması.....	24
2.2.2.2. Tekstür Tayini	25
2.2.2.3. pH ve Elektriksel İletkenlik Tayini.....	26
2.2.2.4. Ağır Metal Analizi	27
2.2.2.5. CHNS Analizi	27
2.2.2.6. Askıda Katı Madde Analizi.....	27
2.2.3. İstatiksel Değerlendirme Yöntemleri	28
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	30
3.1. Havza Bazında Su ve Sediment Kalitesinin Değerlendirilmesi.....	30
3.1.1. Su Kalitesi Parametreleri.....	30
3.1.1.1. Fabrika Dere Havzası.....	30
3.1.1.2. Hatıla Dere Havzası	46
3.1.1.3. Murgul Dere Havzası	59
3.1.2. Sediment Parametreleri	73
3.1.2.1. Fabrika Deresi	73
3.1.2.2. Hatıla Deresi.....	79
3.1.2.3. Murgul Deresi	84
3.2. Havzalar Arası Su ve Sediment Kalitesinin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	90

3.2.1. Su Kalitesi Parametreleri.....	90
3.2.1.1. Fabrika, Hatila ve Murgul Dereleri.....	90
3.2.2. Sediment Kalitesi Parametreleri.....	102
3.2.2.1. Fabrika, Hatila ve Murgul Dereleri.....	103
4. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	115
EKLER.....	119
KAYNAKLAR	138
ÖZGEÇMİŞ.....	145



ÖZET

MURGUL, FABRİKA VE HATILA DERELERİNDE MEVCUT SU VE SEDİMENT KALİTESİ PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE HAVZA BAZINDA KARŞILAŞTIRILMASI

Bu çalışmada, Çoruh Nehri ana havzasında, farklı arazi kullanımlarına sahip üç alt-havza olan Murgul Dere Havzası (MDH), Fabrika Deresi Havzası (FDH) ve Hatila Deresi Havzası (HDH) araştırma alanı olarak seçilmişlerdir. Son yıllarda, ana havzanın, büyük baraj ve yol inşaatları, madencilik faaliyetleri ve yerleşim alanlarının genişlemesi gibi nedenlerle önemli değişimlere uğramasından dolayı, bu havzaların her birinde üretilen su ve sedimentin kalitesinin belirlenmesi ve havza-bazlı karşılaştırılması bu araştırmanın ana amacı olarak tespit edilmiştir. Bu amaçla, toplam 21 örnekleme noktasından (her bir havzadan 7'şer nokta) taşınabilir YSI (Professional Plus) cihazı ile pH, çözülmüş oksijen (DO), toplam çözülmüş madde (TDS), amonyum (NH₄-N), nitrat (NO₃-N), tuzluluk, iletkenlik ve sıcaklık değerleri yersel olarak, askıda katı madde (AKM) miktarları ise laboratuvarında tespit edilmiştir. Ayrıca, alınan sediment örnekleri üzerinde tekstür, pH, elektriksel iletkenlik ve bazı ağır metal değerleri de belirlenmiştir. Sonuç olarak, bazı parametreler açısından karşılaştırıldığında, MDH ile FDH yüzey suları kalitesinin, HDH'ye nazaran anlamlı seviyede düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Örneğin, Murgul, Fabrika ve Hatila derelerinde ortalama amonyum değerleri, sırasıyla, 1.15 mg/l, 0.15 mg/l ve 0.06 mg/l olurken, ortalama nitrat ise sırasıyla, 2.51 mg/l, 3,25 mg/l ve 1.79 mg/l olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, madencilik faaliyetleri, nehir tipi hidroelektrik santraller, yerleşim ve yol inşaatları ile ciddi müdahalelere maruz kalan MDH, yoğun yerleşim ve tarım faaliyetlerinin etkilediği FDH ve tamamı ormanlık alan olan HDH arasında sediment örneklerinin içerdiği ağır metal miktarları açısından da ciddi farklılıklar belirlenmiştir. Örneğin, dere yatağındaki sedimentlerde ortalama bakır miktarları, sırasıyla, 926.77 mg/l, 3.97 mg/l ve 0.15 mg/l olurken, kurşun değerleri ise sırasıyla 34.78 mg/l, 1.20 mg/l ve 0.005 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu farklılıkların oluşmasında her bir havzanın sahip olduğu arazi kullanımı yanında havzaların bünyesinde yapılan insan kaynaklı müdahalelerin de etkisi olduğu açıktır.

Anahtar Kelimeler: Su Kalitesi, Askıda Sediment, Arazi Kullanımı, Ağır Metal, Havza.

SUMMARY

DETERMINING CURRENT WATER AND SEDIMENT QUALITY PARAMETERS IN HATILA, FABRIKA AND MURGUL CREEKS AND THEIR WATERSHED-BASED COMPARISON

In this study, the three sub-watersheds -Murgul Creek Watershed (MCW), Fabrika Creek Watershed (FCW) and Hatila Creek Watershed (HCW)- with different land uses within the main basin of Coruh River have been selected as the research area. Since the main basin has recently undergone significant changes due to the constructions of large dams and roads, mining activities and expansion of settlement areas, the main goal of this research was specified as determining the quality of water and sediment produced in each watershed and doing a watershed-based comparison. For this purpose, from 21 sampling points in total (7 points from each watershed), pH, dissolved oxygen (DO), total dissolved substance (TDS), ammonium (NH_4^+), nitrate ($\text{NO}_3\text{-N}$), salinity, conductivity, and temperature were measured in the field using YSI (Professional Plus) portable instrument while the total suspended sediment (TSS) amounts were estimated in the laboratory. In addition, texture, pH, electrical conductivity and some heavy metal values were determined on sediment samples. As a result, when comparing among some parameters, the surface water quality of MCW and FCW were significantly lower than the waters of HCW. For example, the average ammonium amounts were 1.15 mg/l, 0.15 mg/l ve 0.06 mg/l for Murgul, Fabrika and Hatila Creeks, respectively, while the mean nitrate was as 2.51 mg/l, 3,25 mg/l and 1.79 mg/l, respectively. In addition, there were significant differences determined for heavy metal amounts in sediment samples between MCW (exposed to serious interventions such as mining operations, small hydroelectric power plants, settlement and road constructions), FCW (affected by dense settlements) and HCW (all forested). For example, the amount of copper in sediments for Murgul, Fabrika and Hatila Creeks were 926.77 mg/l, 3.97 mg/l and 0.15 mg/l, respectively, while the lead values were measured as 34.78 mg/l, 1.20 mg/l and 0.005 mg/l. It was clear that besides the land use types; the human-induced interventions occurring within each watershed were also effective in these arisen differences.

Key Words: Water Quality, Suspended Sediment, Land Use, Heavy Metal, Watershed.

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. YSKY ve SÇD' ye göre su kalitesi parametreleri sınır değerleri.....	6
Tablo 2. Bu çalışmada, sediment örneklerinin ağır metal analizlerinde kullanılan sınır değerleri (MacDonald ve ark., 2000'e göre).	11
Tablo 3. Örnekleme noktalarının arazi kullanım durumu.....	18
Tablo 4. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Artvin İstasyonunda 1949-2017 yılları arasında kaydedilen bazı iklim parametrelerinin ortalama değerleri.	20
Tablo 5. Hatıla ve Fabrika Derelerinde örnekleme zamanına göre günlük ortalama sıcaklık ve yağış değerleri	20
Tablo 6. Murgul Deresinde örnekleme zamanına göre günlük ortalama sıcaklık ve yağış değerleri.	20
Tablo 7. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tuzluluk değerleri.....	30
Tablo 8. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında tespit edilen en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık değerleri.....	32
Tablo 9. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama iletkenlik değerleri.....	34
Tablo 10. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama DO değerleri.	36
Tablo 11. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama TDS değerleri.	37
Tablo 12. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.	40
Tablo 13. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama amonyum değerleri.....	41
Tablo 14. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama nitrat değerleri.....	43
Tablo 15. Fabrika Deresi sularında YSi parametrelerinin korelasyon analizi.	44
Tablo 16. Hatıla Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tuzluluk değerleri.....	46
Tablo 17. Hatıla Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama sıcak değerleri.....	48
Tablo 18. Hatıla Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama iletkenlik değerleri.....	49
Tablo 19. Hatıla Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama DO değerleri.	51

Tablo 20. Hatila Deresi ölçüm noktaların en düşük, en yüksek ve ortalama TDS değerleri.	52
Tablo 21. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.	54
Tablo 22. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama amonyum değerleri.	55
Tablo 23. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama nitrat değerleri.	56
Tablo 24. HDH sularında YSI parametrelerinin korelasyon analizi.	57
Tablo 25. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tuzluluk değerleri.	59
Tablo 26. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık değerleri.	61
Tablo 27. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama iletkenlik değerleri.	63
Tablo 28. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama DO değerleri.	65
Tablo 29. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama TDS değerleri.	66
Tablo 30. Murgul Deresi ölçüm noktalarındaki pH değerlerinin en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.	67
Tablo 31. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama amonyum değerleri.	68
Tablo 32. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama nitrat değerleri.	70
Tablo 33. Murgul Deresi sularında YSI parametrelerinin korelasyon analizi.	71
Tablo 34. Havza bazında su kalitesi parametrelerinin varyans analiz değerleri (p ve f).	73
Tablo 35. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.	74
Tablo 36. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama Eİ değerleri.	74
Tablo 37. Fabrika Deresi sularında pH ve Elektriksel İletkenlik parametrelerinin korelasyon analizi.	75
Tablo 38. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tekstür değerleri.	75
Tablo 39. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama ağır metal değerleri.	76
Tablo 40. Fabrika Deresi sularında Ağır Metal parametrelerinin korelasyon analizi.	78

Tablo 41. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama CHNS değerleri.	78
Tablo 42. Fabrika Deresi sularında CHNS parametrelerinin korelasyon analizi.....	79
Tablo 43. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.	79
Tablo 44. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama Eİ değerleri.	80
Tablo 45. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tekstür değerleri.	80
Tablo 46. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama ağır metal değerleri.	81
Tablo 47. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama CHNS değerleri.	83
Tablo 48. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.	84
Tablo 49. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama Eİ değerleri.	84
Tablo 50. Murgul Deresi sularında pH ve Eİ parametrelerinin korelasyon analizi.	85
Tablo 51. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tekstür değerleri.	85
Tablo 52. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama ağır metal değerleri.	86
Tablo 53. Murgul Deresi sularında Ağır Metal parametrelerinin korelasyon analizi.	88
Tablo 54. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama CHNS değerleri.	89
Tablo 55. Murgul Deresi sularında CHNS parametrelerinin korelasyon analizi.	90
Tablo 56. Havza bazında sediment kalitesi parametrelerinin varyans analiz değerleri (p ve f).	90
Tablo 57. Havzalar arası AKM parametresinin Debi ile Regresyon analizi.....	101
Tablo 58. Havzalar Arası su kalitesi parametrelerinin varyans analiz değerleri (p ve f).	102
Tablo 59. Havzalar arası dere sularında pH ve Elektriksel İletkenlik parametrelerinin korelasyon analizi.	105
Tablo 60. Havzalar arası dere sularında Ağır Metal parametrelerinin korelasyon analizi.	111
Tablo 61. Havzalar arası dere sularında CHNS parametrelerinin korelasyon analizi.	113

Tablo 62. Havzalar Arası sediment kalitesi parametrelerinin varyans analiz değerleri (p ve f).	114
Tablo 63. Fabrika, Hatıla ve Murgul Derelerinde ölçülen parametrelerin minimum, maksimum ve ortalama değerleri.	117



ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Hatıla, Fabrika ve Murgul Derelerine ait havza sınırları ve coğrafi konumları.....	15
Şekil 2. Murgul, Fabrika ve Hatıla Deresi Havzaları eğim grupları haritası.	17
Şekil 3. Murgul, Fabrika ve Hatıla Deresi Havzaları yükseklik grupları haritası....	17
Şekil 4. Murgul, Fabrika ve Hatıla Deresi Havzaları arazi kullanımı haritası.....	18
Şekil 5. Murgul, Fabrika ve Hatıla Deresi Havzaları jeoloji haritası.....	19
Şekil 6. Fabrika, Hatıla ve Murgul Deresi Havzaları örnekleme noktaları haritası .21	
Şekil 7. Su kalitesi parametrelerinin YSI cihazı ile yersel ölçümü.....	22
Şekil 8. Askıda Katı Madde analizi için su örneklerinin alınmasında kullanılan plastik kaplar	22
Şekil 9. Hach-Lange HQ40D cihazı ile suların pH değerlerinin belirlenmesi.....	23
Şekil 10. Sediment örneklerinin alınma aşaması.	24
Şekil 11. Sedimentlerin hava kurusu durumuna getirilme aşamasından bir kesit.	25
Şekil 12. Tekstür tayini için karıştırıcıda karıştırılan sediment örnekleri.....	26
Şekil 13. Bouyoucos silindirinde tekstür tayini aşaması.....	26
Şekil 14. WTW pH 330/i/SET cihazı ile pH ölçümü.....	27
Şekil 15. Askıda katı madde analizi için kullanılan vakum-filtrasyon seti.....	28
Şekil 16. Süzme işleminden sonra filtrelerde tutulan askıda katı maddeler.	28
Şekil 17. FDH sularında ortalama tuzluluk değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	31
Şekil 18. FDH sularında ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	31
Şekil 19. Fabrika Deresi sularında ortalama sıcaklık değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	33
Şekil 20. Fabrika Deresi sularında ortalama iletkenliğin değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi	35
Şekil 21. Fabrika Deresi sularında ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi	35
Şekil 22. Fabrika Deresi sularında ortalama çözünmüş oksijen değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi	36
Şekil 23. Fabrika Deresi sularında ortalama toplam çözünmüş madde değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi	38
Şekil 24. Fabrika Deresi sularında ortalama toplam çözünmüş madde değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.....	39

Şekil 25. Fabrika Deresi sularında ortalama pH değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	40
Şekil 26. Fabrika Deresi sularında ortalama amonyum değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	42
Şekil 27. Fabrika Deresi sularında ortalama amonyum değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi	42
Şekil 28. Fabrika Deresi sularında ortalama nitrat değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi	44
Şekil 29. Fabrika deresi sularında regresyon analizi sonucu AKM'nin debiye bağlı değişimi.	45
Şekil 30. Fabrika Deresi AKM örnekleri alınan örnekleme noktasına ait bazı görüntüler.	46
Şekil 31. Hatila Deresi sularında ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	47
Şekil 32. Hatila Deresi sularında ortalama sıcaklık değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	48
Şekil 33. Hatila Deresi sularında ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	50
Şekil 34. Hatila Deresi sularında ortalama çözünmüş oksijen değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	51
Şekil 35. Hatila Deresi sularında ortalama toplam çözünmüş madde değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	53
Şekil 36. Hatila Deresi sularında ortalama pH değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	54
Şekil 37. Hatila Deresi sularında ortalama nitrat değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	57
Şekil 38. Hatila deresi sularında regresyon analizi sonucu AKM'nin debiye bağlı değişimi.	58
Şekil 39. Hatila Deresi AKM örnekleri alınan örnekleme noktasına ait bazı görüntüler.	59
Şekil 40. Murgul Deresi sularında ortalama tuzluluk değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	60
Şekil 41. Murgul Deresi sularında ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.	60
Şekil 42. Murgul Deresi sularında ortalama sıcaklık değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	62
Şekil 43. Murgul Deresi sularında ortalama iletkenlik değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	64
Şekil 44. Murgul Deresi sularında ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi	64

Şekil 45. Murgul Deresi sularında ortalama çözülmüş oksijen değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	66
Şekil 46. Murgul dere sularında amonyum değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.	69
Şekil 47. Murgul Deresi sularında ortalama nitrat değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	70
Şekil 48. Murgul deresi sularında regresyon analizi sonucu AKM'nin debiye bağlı değişimi.	72
Şekil 49. Murgul Deresi AKM örnekleri alınan örnekleme noktasına ait bazı görüntüler.	72
Şekil 50. Fabrika Deresi sularında ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	74
Şekil 51. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama tuzluluk değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	91
Şekil 52. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.	91
Şekil 53. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	92
Şekil 54. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama sıcaklık değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	92
Şekil 55. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama iletkenlik değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	93
Şekil 56. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama iletkenlik değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	94
Şekil 57. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.	94
Şekil 58. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	94
Şekil 59. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama DO değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	95
Şekil 60. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama TDS değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	96
Şekil 61. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama TDS değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	96
Şekil 62. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama TDS değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.	96
Şekil 63. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama TDS değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	97
Şekil 64. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	97

Şekil 65. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	98
Şekil 66. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.	98
Şekil 67. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	98
Şekil 68. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama amonyum değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	99
Şekil 69. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama amonyum değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.	99
Şekil 70. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama amonyum değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	100
Şekil 71. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama nitrat değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	101
Şekil 72. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama nitrat değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.	101
Şekil 73. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	103
Şekil 74. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	104
Şekil 75. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama Eİ değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	104
Şekil 76. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama bakır değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	105
Şekil 77. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama civa değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	106
Şekil 78. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama civa değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	106
Şekil 79. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama çinko değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	107
Şekil 80. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama çinko değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	107
Şekil 81. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama demir değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	108
Şekil 82. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama demir değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	108
Şekil 83. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama kadmiyum değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	109
Şekil 84. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama kurşun değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	109

Şekil 85. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama kurşun değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	110
Şekil 86. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam azot değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	111
Şekil 87. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam azot değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	112
Şekil 88. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam karbon değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	112
Şekil 89. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam kükürt değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.	113
Şekil 90. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam kükürt değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.	113



KISALTMALAR DİZİNİ

° AKM	Askıda katı madde
NH ₄ -N	Amonyum azotu
ppt	Binde birlik birim
mg/l	Bir litredeki mikrogram
mg/l	Bir litredeki miligram
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DO	Çözünmüş oksijen
DSİ	Devlet Su İşleri
FDH	Fabrika Dere Havzası
GPS	Global Positioning System (Küresel Konum Belirleme Sistemi)
HDH	Hatila Dere Havzası
pH	H iyonu derişiminin 10 tabanında (-) logaritması
L	Litre
MTA	Maden Tetkik Arama ve Genel Müdürlüğü
MDH	Murgul Dere Havzası
ppm	Milyonda birlik birim
m	Metre
NT-HES	Nehir Tipi Hidroelektrik Santrali
NO ₃ -N	Nitrat azotu
CHNS	Toplam Karbon, Azot, Hidrojen, Kükürt
°C	Santigrat derece
SÇD	Su Çerçeve Direktifi
TDS	Toplam Çözünmüş Madde
YSKY	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği

1. GİRİŞ

Su, biyolojik yaşam formları ve insan faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlayan ekosistemimizin en önemli varlığıdır. Dünya yüzey alanının %70'i sularla kaplıdır ancak dünyada var olan suyun %97,5'i okyanus ve denizlerde tuzlu sular halindedir ve mevcut suların ancak %2,5 gibi çok az bir miktarı kullanılabilir tatlı su durumundadır. Bunun da önemli bir kısmına kolay ulaşılamamaktadır. Günümüzde pek çok ülkede sağlıklı ve temiz suya ulaşmada çeşitli sorunlar bulunmaktadır ve birçok ülkede su kıtlığı yaşanmaktadır (USGS, 1999).

Sucul ortamlar içerisinde yüzeysel su kaynakları, kirlenmeye en müsait kaynaklardır. Dünya nüfusunun hızlı artışı ve yaşam standartlarının yükselmesine bağlı olarak endüstri ve sanayi atıklarından kaynaklanan kirliliğin göl ve nehir gibi alıcı ortamlara ulaşması ile içilebilir ve kullanılabilir su miktarında azalmalar ve su kalitesinde bozulmalar görülmektedir (Akın ve Akın, 2007). Bununla birlikte son yıllarda tüm doğal kaynaklar gibi tatlı su kaynakları üzerinde de ciddi etkileri olduğu/olacağı düşünülen iklim değişikliği olgusu da göz önünde bulundurulduğunda (Ertürk, 2012), sorunun boyutunun yakın gelecekte daha da artacağı açıktır. Böylelikle temiz suya erişim, dünyanın değişen koşullarında ve özellikle de artan nüfus ile birlikte güncelliğini kaybetmeyen bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu durum ülkemizde de dünyada görülen su problemleriyle aynı düzeyde yaşanmaktadır. Günümüzde, 1.519 m³ olan kişi başına düşen yıllık su miktarı ile Türkiye su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1.120 m³/yıl civarında olacağını söylemektedir (DSİ,2014). Su senaryolarında, su kaynaklarının korunması ve yönetimi konusunda yeterli önlem alınmadığı ve iyileştirme yöntemleri uygulanmadığı takdirde ülkemizin orta vadede su kıtlığı çeken bir ülke durumuna gelmesinin kaçınılmaz olacağı tahmin edilmektedir (OSİB, 2012; KB, 2014).

Yüzeysel su kaynaklarının günden güne artarak kirlenmesi, su kalitesi izleme ve yönetimi çalışmalarının yapılmasını zaruri kılmıştır. Su kalitesi izleme, temel değerleri izleme, neden-sonuç izleme, uygunluk izleme ve envantere yönelik izleme aşamasından meydana gelmektedir (Brooks ve ark. 1991). Bu izlemelerdeki kirliliğin kaynakları noktasal ve noktasal olmayan (dağınık veya yayılı) kaynaklar olarak ikiye ayrılmaktadır (Serengil 2003). Bununla birlikte, noktasal kaynakların kontrol edilebilir ve denetiminin uygun olması, noktasal olmayan kaynakların ise denetim ve kontrolünün zor veya mümkün olmaması söz konusu olmaktadır (Çiftçi, 2015).

Akarsuları temel alan su kalitesi yönetimi çalışmalarında o akarsuya ait havza sistemi bir bütün olarak ele alınmalıdır ki bu sayede kümülatif etki ve sonuçlar ışığında bazı durumları değerlendirmek, tek başına bir akarsuyun etkilerini değerlendirmeye çalışıp genel sonuçlar elde etmekten daha fazla kolay olacaktır (Serengil 2003). Kümülatif etki ise, geçmişte, günümüzde ve yakın gelecekteki etkiler üzerinde yükselme, artış veya etkileşim yaratan insan etkileridir (Bolstad ve Swank 1997).

Su kirliliği, su kalitesinin değişmesi ile meydana gelen doğal dengesinin bozulması olarak tanımlanır (Uğurluoğlu 2013) ve su kaynaklarının ve sucul ortamların kalitesini evsel atıklar, petrol, metaller, tarımsal gübreler (doğal olmayan), pestisitler, deterjanlar, inorganik tuzlar gibi kirleticiler düşürmektedir (Arslan ve ark. 2011; Yarsan ve ark. 2000; Bat ve ark. 2006).

Aktif su kirleticileri; patojenler (protozoalar, bakteri ve virüs), inorganik kirleticiler (asitler, tuzlar ve toksik maddeler), anyonlar ve katyonlar (fosfat, nitrat, sülfat, Ca^{+2} , F^- , Mg^{+2}) ve suda çözünebilir radyoaktif maddeler olarak sınıflandırılır (Azizullah ve ark. 2010). Burada su kalitesine etkisi için özellikle metallerin birikebilirliği, uzun süre ortamda kalabilmesi ve besin zinciriyle canlı dokularında birikip toksik etkilere yol açması nedeniyle dikkatle izlenmesi gereklidir (Shrivasta ve ark. 2009). Söz konusu bu metaller (kirleticiler) belirlenen limit değerlerin üzerinde olduklarında organizmalar için toksik olurlar. Özellikle asidik özellikteki asit yağmurları ve asidik atıklar ağır metallerin su ortamlarındaki etkisini artırma ve bunun sonucunda suyun pH değerini düşürerek toprakta bulunan alüminyum, civa ve kadmiyum gibi zehirli metallerin topraktan yıkanması ile sucul ortama dahil olmasına neden olmaktadır (Köse 2012; Özdemir 2005). Sucul ekosistemlerde madencilik, endüstriyel atıklar,

kömür kullanımı ve pestisit üretilmesi gibi faaliyetler sonucunda sularda ağır metal kirliliği meydana gelmektedir (Landis ve Yu 1999).

Akarsu sistemlerinde çok önemli role sahip olan elemanlardan birisi de o akarsuyun taşıdığı sediment miktarı ve kalitesidir. Sedimentler sucul sistemde yaşayan canlılar için beslenme, barınma ve üreme alanlarıdır. Sedimentin kirliliğine sebep olan ağır metaller sucul sistem içerisinde mikro boyutlu taneciklere tutunarak çökmesi ile sedimentlerde birikmektedirler. Sedimentlerin birikme süreci ise nehrin akış rejimi ve akış oranına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kamarudin, 2009). Yüksek oranda sediment içeren sular bulanıktır ve bu durum suda yaşamakta olan canlılar için beslenme problemi yaratmaktadır. Örneğin balıkların hayatını devam ettirebilmesi için gelişmesini sağlayan gözenekleri tıkayarak balık popülasyonu üzerinde olumsuz etki yapabilir. Diğer bir yandan, yoğun sediment tabakalarında biriken besin maddeleri, su yapısına toksin madde salarak, suda bulunan mavi-yeşil algleri etkin hale getirerek su kalitesini düşürür (Anonymous 2006).

Sediment tabakaları incelendiğinde, sedimentlerin çeşitli kaynaklardan geldiği görülmüş ve kaynaklarına göre sediment çeşitleri 4 gruba ayrılmıştır. Bunlar; litojenik, hidrojenik biyojenik ve kozmojenik kökenli sedimentlerdir (Uğur, 1998). Nehirlerle en çok taşınan sediment çeşidi litojenik kökenli sedimentlerdir ve en çok kayaların aşınması sonucu meydana gelirler (İçhedef, 2006). Litojenik kökenli sedimentlerin taşınması askıda katı madde, sıçrama ve sürüklenme şekilleriyle meydana gelmektedir.

Sedimentlerin su kalitesine olduğu gibi suda yaşamakta olan canlılar üzerinde de etkileri vardır. Dolayısı ile sediment kalitesi, biyolojik çeşitlilik ve su kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir (Köse 2012; Gale ve ark. 2006). Dahası ağır metal fazlalığı bulunan sularda, su kalitesinde ve suda yaşayan organizmalarda olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. Buda dolaylı olarak insan sağlığını ve ekosistemi etkilemektedir. Bu sebepten dolayıdır ki su kalitesi kontrolü çalışmalarında su kalitesinin belirlemenin yanında sediment kalitesini de belirlemek önemli bir yer tutmaktadır (Carman ve ark. 2000). Bununla birlikte sediment kalitesi su kalitesinin önemli bir parçası olarak kabul edilmelidir.

Bu tez çalışmasının ana amaçları arasında;

- farklı arazi kullanım şekillerine sahip olan Fabrika Deresi Havzası (FDH), Hatila Deresi Havzası (HDH) ve Murgul Deresi Havzası (MDH) yüzey sularında bazı su kalitesi parametreleri ile askıda katı madde (AKM) miktarları bağlamında güncel durumlarının belirlenmesi,
- her bir havzaya ait dere sularında toprak erozyonu sonucunda taşınan ve/veya biriktirilen sedimentin kalitesinin ağır metal içerikleri, karbon, azot, hidrojen ve kükürt değerleri ile tespit edilmesi,
- ve elde edilen su ve sediment kalitesi verilerinin hem her bir havza bazında hem de tüm havzalar bağlamında irdelenmesi bulunmaktadır.

Bu amaçlara ek olarak, bu araştırma sonucunda, özellikle FDH ve HDH sınırlarının yukarı kısımlarında bulunan doğal yaşlı orman alanlarında (Cerattepe mevki) yapılmaya başlanan kapalı (galeri) madencilik faaliyetleri ile zamanla bu alandaki dere kaynaklarının su ve sediment kalitesinde meydana gelebilecek olası değişimlerin izlenmesi ve karşılaştırma yapılabilme olanağı sağlaması da bu çalışmanın özgün değerlerinden ve kapsamlarından biridir.

1.1. Su Kalitesi

Kullanılabilir suyun azlığının yanı sıra kalitesi de önemli bir ölçüt olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, su kaynaklarını tehdit eden ve kullanılabilirliğini kısıtlayan faktörlerden biri de su kirliliğidir. Su kirliliği, insan müdahalesi ile ortaya çıkan, su kaynaklarının kullanımını kısıtlayan veya engelleyen ve ekonomik olumsuzluklar ortaya çıkaran bir kalite değişimidir (Şengün, 2013). Su kirliliğine sebep olan unsurlar arasında hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve sanayileşme gibi etmenlerin neden olduğu noktasal kirletici kaynaklar ile tarım ve zirai uygulamalarla ilaç ve gübreler ile birlikte sediment ve bazı besin maddelerinin dağınık kirlilik kaynakları ilk akla gelen sebeplerdir. Bunlarla birlikte, farklı amaçlar için yolların inşa edilmesi, madencilik faaliyetleri, büyük barajların kurulması, arazi kullanım değişimleri vb. bazı büyük yatırım ve projelerin hem inşası hem de işletilmesi sırasında ortaya çıkan kirlilik kaynakları da mevcuttur. Bu sebeplerle su kaynaklarının belirlenerek, korunması ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi oldukça önem kazanmıştır (Harmancıoğlu ve ark., 2002; OSİB, 2012).

Avrupa Birliği ÷lkeleri, su kaynaklarının yönetiminde “bütünleşik su kaynakları yönetimi” yaklaşımını benimsemiş ve ne çıkar mıştır. Avrupa Birliği bu bağlamda su politikalarını biçimlendirmiş ve 2000 yılında yürürlüğe giren “Su ereve Direktifi (SD)” (2000/60/EC) ile havza bazlı yönetim yaklaşımını benimsediğini ilan etmiştir (KB, 2014). Ülkemizin Avrupa Birliği (AB) uyum süreci çerçevesinde yürüttüğü önemli çalışma alanlarından biri de çevredir. Uyum programı kapsamında planlanan yasal düzenlemelerden biriside, Avrupa Birliğinin Su ereve Direktifi (SD) doğrultusunda yapılacak olan su mevzuatı çalışmaları olmuştur (Dalkılıç ve Harmancıoğlu, 2008). Bu alışmalar, Avrupa düzeyinde sürdürülebilir su yönetimine bir ereve oluşturmak amacı ile yürürlüğe giren, su kaynaklarının ve sucul hayatın sürdürülebilir şekilde korunması, kullanılması, iyileştirilmesi, geliştirilmesi, havza bazında etüt ve planlamaların yapılması maksadıyla nehir havzalarının entegre yönetimini hedefleyen Su ereve Direktifine uyumlu biçimde sürdürülmektedir (DPT, 2007). Bu direktifle getirilen “Nehir Havzası Yönetimi” kavramı çerçevesinde Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü koordinatörlüğünde yapılması gereken çalışmalar devam etmektedir (OSİB, 2012; KB, 2014). Nehir Havzası Yönetim Planları (NHYP)’na göre, su kaynakları idari veya politik sınırlara göre değil, havza sınırları ve hidrolojik esaslara göre belirlenecek “nehir havza bölgelerine” ayrılarak yönetilecektir (Coşkun, 2010). Bu doğrultuda havza modellerinin geliştirilmesi gerek AB adaylık sürecinde gerekse su kaynaklarının planlanmasında oldukça önemli bir role sahiptir. Bu nedenle yapılacak hidrolojik modelleme çalışmaları su kaynaklarının sürdürülebilir olarak, havza bazında bütüncül yönetim planlanması ve kullanımının temelini oluşturmakla gerçeğe oldukça yakın sonuçlar vererek bilim adamları, mühendisler ve karar vericilere önemli yararlar sağlamaktadır (Cüce ve Bakan, 2009; Karaş, 2005).

Amerika’da ise su kalitesinin kontrolü olarak atılan ilk adımlardan biri olan evre Koruma Ajansının yayınladığı Su Kalite Standartları (1986) el kitabı ile su kalitesi ciddi anlamda öneme sahip olmuştur.

Ülkemizde bu bağlamda çıkarılan yönetmelik ise Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğidir. Bu yönetmeliğe göre yerüstü sular, “yeraltı suları haricindeki bütün i sular, geçiş suları ve kıyı suları” olarak tanımlanmıştır (YSKY, 2015).

Tablo 1. YSKY ve SÇD' ye göre su kalitesi parametreleri sınır değerleri.

Su Kalitesi Parametresi	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (2016) (TR)				Su Çerçeve Direktifi (2000) (AB)
	I.	II.	III.	IV.	
Tuzluluk (ppt)	-	-	-	-	-
Sıcaklık (°C)	≤25	≤25	≤30	>30	12-25
İletkenlik (µS/cm)	<400	1000	3000	>3000	400
DO (mg/l)	> 8	6	3	< 3	7
TDS (mg/l)	-	-	-	-	-
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	< 6.0 veya > 9.0	6.5-8.5
Amonyum (mg/l)	< 0,2	1	2	> 2	0.3
Nitrat(mg/l)	< 5	10	20	> 20	-

Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

I. Sınıf - Yüksek kaliteli su (Tüm parametrelerin I. sınıf su kalitesi değerinde olması “Çok İyi” su durumunu ifade etmektedir);

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

II. Sınıf - Az kirlenmiş su (I. ve II. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “İyi” su durumunu ifade etmektedir);

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

III. Sınıf - Kirlenmiş su (II. ve III. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “Orta” su durumunu ifade etmektedir). Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

IV. Sınıf - Çok kirlenmiş su (III. ve IV. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “Zayıf” su durumunu ve tüm parametrelerin IV. Sınıf su kalitesi değerinde olması “Kötü” su durumunu ifade etmektedir) (YSKY, 2015).

1.1.1. Su Kalitesi Parametreleri

Suya olan gereksinimin artmasıyla beraber su kaynaklarının kalitesinin izlenmesi büyük önem taşımaktadır (Uğurluoğlu 2013). Yüzeysel su kaynaklarının kalitesinin (fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri) tespit edilmesiyle, suların içme, insani ve ticari amaçlar için kullanılması ve sulamaya uygunluğunun belirlenmesi ve mevcut kalitesinin korunmasında en önemli kriterlerdendir. Suyun kalitesini, suda çözülmüş halde olan çözünenler ve gazlarla birlikte suyun içerisinde bulunan ve yüzen maddeler belirlemektedir (Demer 2008).

Bu tez çalışması kapsamında alınan su örneklerinde pH, çözülmüş oksijen (DO), toplam çözülmüş madde (TDS), amonyum ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), tuzluluk, iletkenlik, sıcaklık ve askıda katı madde (AKM) parametreleri incelenmiştir ve bu parametrelerle ilgili genel bilgiler aşağıda alt başlıklar halinde sıralanmıştır.

1.1.1.1. Tuzluluk

Tuzluluk; sodyum klorür, kalsiyum, magnezyum, sülfat ve bi karbonatların su, toprak ve bitkilerin dağılışında ki niceliğe denir ve tuzluluk anyon ve katyonların bileşiminden oluşmaktadır. Tuzluluk bakımından fazlalığı olan topraklar, tarımsal açıdan önemli problemlere sebep olmaktadır (Çiftçi, 2015).

1.1.1.2. Sıcaklık

Suyun en önemli parametresi olan sıcaklık, su içerisinde gelişen her türlü faaliyet için önemlidir. Örneğin canlı organizmaların yaşamını, mikroorganizmaların faaliyetlerini önemli oranda etkilemektedir. Sulardaki su sıcaklığı; iklim, atmosfer şartları, deniz seviyesinden yükseklik, akıntı hızı, mevcut su yatağının yapısı ve bitki örtüsü gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Barlas ve Kiriş, 2004, Erdinç, 2010). Akarsuların su sıcaklıkları iklim değişikliği, endüstrileşme, tarım vb. faaliyetlerden büyük oranda etkilenmektedir. Özellikle hidroelektrik

santralleri nehir yatağındaki regülatörler suyun doğal sıcaklığı ve yapısını büyük ölçüde etkilemektedir (Küçük 1997).

1.1.1.3. İletkenlik

İletkenlik, su içerisinde bulunan iyonların derişimine bağılı olarak elektrik akımını iletebilmesidir. Suyun içerisinde bulunan iyonların derişimi iyonların elektrik iletkenliğini etkiler. Diğer bir etken olarak sıcaklık artışı da suda çözünebilen iyonların miktarını arttırdığından dolayı elektrik iletkenliği de artmaktadır (Tepe, 2009).

1.1.1.4. Çözünmüş Oksijen (DO)

Suda çözünebilen gaz olan oksijen, hava ile temas eden sularda bulunur. Suda çözülmüş durumda bulunan oksijenin, sıcaklığın düşmesiyle yaz aylarında suda çözülmüş oksijen miktarı kritik seviyelere iner. Suda oksijen olmadığı zamanlarda anaerobik mikroorganizmalar gelişme gösterirler ve çevrede zararın oluşmasına sebep olurlar (Özyuvacı, 1993).

1.1.1.5. Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Erimiş halde bulunan organik ve inorganik maddelerin suyun içinde ki varlığına TDS denir. Su da bulunan anyon, katyon, katı maddeler, bitki ve toprak kalıntıları, organik ve inorganik maddelerin çoğu ve endüstriyel atıklar, drenaj suları, evsel atıklar TDS'yi oluşturur (Güler, 1997).

1.1.1.6. pH

Suyun pH değeri herhangi bir çözeltilinin asitlik veya bazlık durumunu ifade eden ölçü birimidir. Suyun içerisinde bulunan çözeltilerin pH değeri 0 ile 14 arası değişmektedir. 0 - 7 arası asidik, 7- 14 arası ise bazik çözelti anlamına gelmekte olup, 7 nötrdür (Güler, 1997). Doğada bulunan su kaynaklarının pH değerleri içerdikleri maddelere göre farklılık göstermektedir. Suyun pH derecesi ise içerdığı hidrojen iyonu derişimine bağılıdır. Hidrojen iyonu derişiminin on kat değişmesi, pH

değerinin bir birimlik değişimine karşılık gelir. Buna bağlı olarak doğal sularda pH değeri 6,5- 8,5 aralığında olmalıdır (YSKY, 2015).

1.1.1.7. Amonyum (NH₄-N)

Amonyum iyonu NH₄⁺ su içinde bulunan bir katyondur. Tabiatta bulunan birçok organik malzemenin ve bitkisel proteinin çürümesi ve bozulması ile de “Amonyum” meydana gelir. İnsan ve hayvan vücudu da Amonyumu idrar yolu ile vücuttan dışarı atar (Burkut, 2018).

1.1.1.8. Nitrat (NO₃-N)

Doğada azotun formu olarak bulunur. Nitratların suda çözünmeleri yüksek olduğundan dolayı doğada fazla bulunurlar. Nitrat kaynağı gübrelerdir ve nitrat fazlalığı ile kanser gibi ciddi sağlık problemleri görülebilmekle birlikte bu durum en fazla bebekleri etkilemektedir. (Güler, 1997).

1.1.1.9. Askıda Katı Madde (AKM)

Sularda bulunan askıda ve çözülmüş haldeki maddelerdir. Çoğunlukla erozyonla verimli toprağın üst katmanlardan taşınması ile suya karışırlar bununla birlikte özellikle şehir yerleşiminden evsel atıkların derelere sızmasıyla da suyun içerisinde ki askıda katı madde miktarı artmaktadır (Yang, 1996). AKM fazlalığı ile suyun bulanıklığı artar ve ışık geçirgenliği azalır ve bununla birlikte güneş ışınlarının suya ulaşması engellenerek sudaki çözülmüş oksijenin azalmasına neden olur (Yıldırım, 2019; Sivakumar, 2006).

1.2. Sediment Kalitesi

Sediment, kum, toz, kil ve diğer katı partiküllerin parçalanarak su yapısının dibine çökmeleri sonucu oluşturdukları bir tabakadır. Sedimentin meydana gelmesi, toprak erozyonu ve bitki, hayvan kalıntılarının bozulması ile oluşur. Amerika’da yapılan bir araştırma sonucunda, nehirlerde bulunan sedimentin % 30 kadarı doğal erozyon ile geriye kalan % 70’lik kısmı ise insan faaliyetleri sebebiyle ortaya çıkan erozyondan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Anonymous, 2006). Özellikle inşaat, madencilik,

endüstriyel ve beşeri faaliyetlerle meydana gelen atık ve artıkların, suya karışmasıyla dipte çökerek tabaka oluştururlar ve bununla birlikte ağır metal kirliliği baş göstermektedir.

Ağır metaller, biyolojik olarak ayrışmamaları, toksik olmaları ve son yıllarda yayılım kaynaklarının hızla artması nedeniyle başta sucul ekosistemler olmak üzere çevre için ciddi bir kirlilik tehdidi meydana getirirler. Çevreye yayılmaları çoğunlukla jeolojik ayrışma, yanardağlar, erozyon, motorlu taşıtlar, maden sahaları, metal içeren gübreler, pestisitler, yüzeysel yağmur suları, kimyasal kaynaklı çeşitli kentsel, endüstriyel ve sanayi faaliyetleri yoluyla olmaktadır (Stresty ve Madhava Rao, 1999; Hanif ve ark., 2016). Bu kaynaklardan yayılan ağır metaller zamanla su ve sedimenti de kirletir ve kalitesinin bozulmasına sebep olurlar (Tepe ve Boyd, 2002; Bagheri ve ark., 2011). Uzun yıllar bozulmadan kalabilen ve sedimentte birikebilen ağır metaller sucul canlılar ve insan sağlığını için potansiyel tehlike oluştururlar (Tepe ve Boyd, 2003). Çünkü sucul organizmaların çoğu yaşamlarının büyük bir kısmını sedimentte geçirdiklerinden kirlenmiş sedimentteki kimyasallar organizmalar tarafından besin zinciri yoluyla aktarılırlar ve en nihayetinde insanlara ulaşır (Song ve Müller, 1999; USEPA, 2001; Varol ve ark., 2012).

Sedimentler, aynı zamanda akuatik yaşam kaynaklarının temelini oluşturan mikro ve makro flora ile faunanın başlıca besin kaynağını oluşturdukları için sucul ekosistemler için önemli bir role sahiptirler (Guo ve ark., 2010). Bu nedenle akarsu tarafından taşınan sedimentlerdeki ağır metal miktarının belirlenmesi çevre kirliliğinin değerlendirilmesinde önde gelen göstergelerden biridir (Soylak ve ark., 1999).

1.2.1. Sediment Kalitesi Parametreleri

Özellikle sanayi ve madencilik kökenli atık sular ile toprak katmanına ulaşan ağır metaller ve/veya iz elementler, toprak/sediment tarafından tutulmaktadır. Bu metallerin toprak içindeki çözünürlüğü (hareketliliği) özellikle toprağın asitlik derecesi olan pH'sı tarafından kontrol edilmektedir ki ağır metaller toprakta genellikle düşük pH'larda daha fazla çözünmektedir (Agca, 1998). Bu nedenle de

toprağın ve/veya erozyon sonucu yerinden edilen sediment taneciklerinin hem hidrofiziksel yapısının hem de ağır metal içeriklerinin bilinmesi önemlidir.

Bu araştırmada, çalışma alanı olarak seçilen MDH sınırları içerisinde yer alan Murgul Bakır işletmesi ve şehirleşme etmenleri ile FDH’nda yer alan yoğun yerleşim ve az orandaki sanayi ve tarımsal faaliyetleri nedeniyle söz konusu bu havzalardaki su kaynaklarında meydana gelen kirlenme şehir, endüstriyel ve zirai atıklardan ileri geldiği gibi herhangi bir yolla atmosfere verilen veya doğrudan derelere ulaşan metalik maddelerden de gelebilir (Uzunoğlu, 1999). Civa, kadmiyum ve çinko gibi metaller kirletici özelliklerine göre ilk sırada yer almaktadır çünkü kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle birinci düzeyde önem arz etmektedir (Dökmeci, 2000).

Tablo 2. Bu çalışmada, sediment örneklerinin ağır metal analizlerinde kullanılan sınır değerleri (MacDonald ve ark., 2000’e göre).

Ağır Metaller	Toksik Etki Eşik Seviyesi (TET) (mg/kg)
Arsenik	17
Kadmiyum	3
Bakır	86
Kurşun	170
Civa	1
Çinko	540

Ulusal ve uluslararası mevzuatta sediment kalitesini belirlemeye yönelik herhangi bir kalite sınıflandırması bulunmamaktadır. Bu sebepten dolayı, Fabrika, Hatıla ve Murgul Derelerinden alınan sediment örneklerinin değerlendirilmesinde MacDonald ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada kullanılan sediment kalite kriterleri göz önüne alınmıştır. Bu kriterler ise, tatlı su ekosistemlerinde bulunabilecek bazı ağır metaller için belirlenen etki eşik seviyeleri mevcuttur (Tablo 2). Örnekleme noktalarından alınan sediment örneklerinde ölçülen ağır metal değerleri, TET değeri üzerindeyse zararlı etkilere sebebiyet verebilir.

1.2.1.1. Demir (Fe)

Sanayinin ham maddesini oluşturan Demir ağır metali, özellikle su altında kalan çeltik topraklarda problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Demir minör elementler arasında sayılmakla beraber, yer kabuğunda en fazla bulunan elementler arasında dördüncü sıradadır (Seven ve ark.,2018).

1.2.1.2. Çinko (Zn)

Metal kaplama ve alaşımlarda kullanılan çinko sık karşılaştığımız ve tehlikeli olabilecek bir ağır metaldir. Çinko gerek hayvanlar ve gerekse de bitkiler için gerekli bir elementtir. Özellikle enzim faaliyetlerinde rol oynamakta ve enzimlerin yapısında yer almaktadır. Çinko sadece yüksek derişimler de toksiktir. Kanalizasyon atıkları 50000 ppm'e kadar çinko içerebilir. Bu tip bir materyal toprağa ilave edildiği zaman, toprakta çinko birikimi oluşabilmektedir (Dökmeci, 2005).

1.2.1.3. Bakır (Cu)

Bakır doğada oldukça yaygın bir maddedir. Bakır yerkabuğundaki kayaçlarda doğal bakır veya bakır içeren sülfür (kalkopirit, kalkosit) ve karbonat mineralleri halinde (malahit, azurit) bulunur. Bununla birlikte, bakır minerallerinin çözünürlükleri düşük olduğundan, sulardaki bakırın çok az kısmı doğal kökenlidir (Dökmeci,2005). Çok çeşitli kullanım alanları olan bakır, çevreye endüstri tozları, fungusitler ve atık sular ile bırakılmaktadır. Özellikle Bakır sülfat (CuSO₄), tarımsal amaçlı olarak yaygın miktarda kullanılmaktadır (Bebek, 2001).

1.2.1.4. Kurşun (Pb)

Çevre kirliliğine sebep olan kurşun, çoğunlukla endüstriyel atıklardan, motorlu taşıtların akaryakıtlarından, metal ve boya endüstrilerinden kaynaklanmaktadır (Çiftçi, 2015). Endüstriyel atıkların su ile birlikte taşınması sonucu deniz canlılarında da kurşun bulaşması görülmektedir.

1.2.1.5. Arsenik (As)

Arsenik ağır metali sağlık açısından oldukça zararlı, kanser yapıcı bir maddedir. Doğal su kaynakları ve denizlerde değişen oranlarda arsenik bulunmaktadır (Yağmur ve Hancı 2002). Doğal olarak bulunan arsenik özellikle tütün ve pamuk tarımında, ahşapların kullanılmasında ve cam endüstrisinde kullanılmaktadır.

1.2.1.6. Kadmiyum (Cd)

Doğada zararlı etkiye sahip olan ağır metallere biri olan Kadmiyum, Kadmiyumun doğada yayılım miktarı yıllık 25,000 – 30,000 tondur ve bunun 4000 – 13.000 tonu insan faaliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkar (Seven ve ark.,2018). Önemli kadmiyum kaynakları; endüstriyel üretimden salınan baca gazları, su boruları, sigara dumanı, kabuklu deniz ürünleri, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, kahve, çay, kömür yakılması ve gübrelerdir. Kadmiyum gübre ve pestisitler de bulunduğu için kolayca topraklara karışabilmektedir (Seven ve ark.,2018).

1.2.1.7. Civa (Hg)

Doğada zararlı etkiye sahip olan ağır metallere biri olan Civa, yaygın kullanımıyla birlikte toprakta hareketsiz duruma geçerek bitkiler tarafından alınamayan bu durumda çevresel sorunlara sebebiyet vermektedir. Civanın yaygın kullanımı olarak, elektrik ve kimya endüstrisinde, kağıt üretiminde, tarımda ve bazı dolgu maddesi olarak diş hekimliğidir.

1.2.1.8. Toplam Karbon, Azot, Hidrojen, Kükürt (CHNS)

Toplam karbonunun kaynaklarını bitki ve hayvanların ayrışması veya topraklara ilave edilen organik kaynaklı materyaller oluşturmaktadır (Avramidis et al., 2015) Karasal ekosistemlerde toprakların depolayabildikleri karbon miktarında atmosferik karbonun rolü önemli düzeydedir, bu sebeple karasal biyosfer organik karbonun temel bir kaynağı olarak kabul toprakta bulunmaktadır (Cadisch and Giller, 2001).

Bitki gelişimi için önemli olan üç temel makro besin elementinden (fosfor, azot, potasyum) biri olan azot, toprak verimliliğini sağlamakta ve kalitesinin bir

göstergesidir. Azot atmosferdeki %78'lik bulunma oranıyla doğada en fazla bulunan bitki besin elementidir (Karaman, 2012).

Bitkiler için mutlak gerekli mikro besin elementlerinden bir olan kükürt, toprakta organik ve inorganik kükürt bileşikleri halinde bulunmaktadır (Turan ve Horuz, 2012). Toprakta bulunan organik kükürt, toprak organizmalarıyla kısmen ayrılmış bitki, hayvan ve mikrobiyal kalıntılarının bir karışımıdır ve toprakta fazla bulunması, bitkiler için istenen bir durum değildir.

1.2.1.9. Tekstür

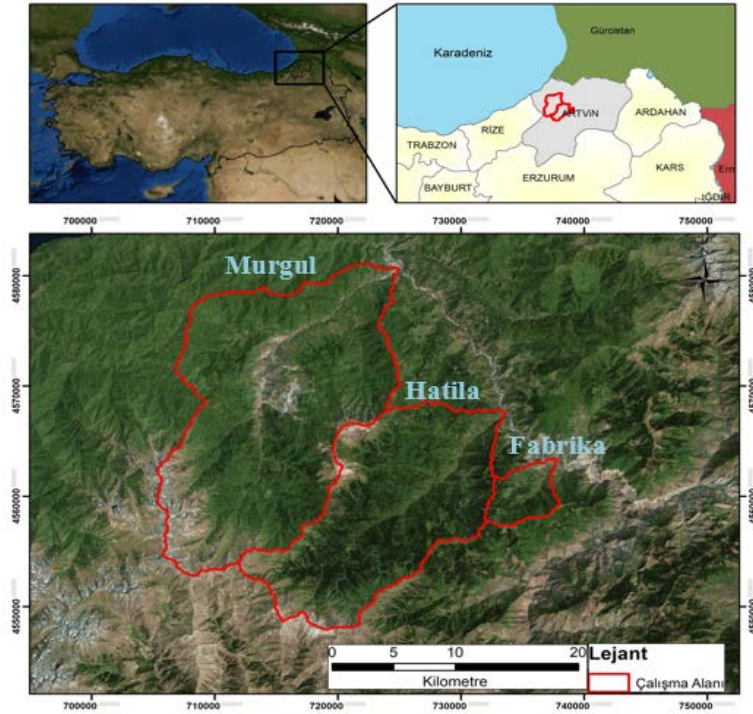
Tekstür, toprağın birim kütlesi içerisindeki toprak fraksiyonlarının göreceli dağılımını ifade etmektedir (Scott, 2000). Toprak tekstürü toprak yönetim uygulamalarından en az düzeyde etkilenen ve en stabil toprak özelliğidir (Karaman, 2007).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Alanı

Bu araştırmada, ülkemizin 25 ana havzasından biri olan Çoruh Nehri Havzasının üç büyük alt kolu çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bunlardan biri 2331,5 ha büyüklüğünde olan Hatila Deresi Havzasıdır ve $41^{\circ}3'12''$ - $41^{\circ}13'53''$ kuzey enlemleri ile $41^{\circ}31'25''$ - $41^{\circ}47'17''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Artvin il merkezinin de içerisinde yer aldığı 241,9 ha büyüklüğünde olan Fabrika Deresi Havzasıdır ki $41^{\circ}7'55''$ - $41^{\circ}11'11''$ kuzey enlemleri ile $41^{\circ}45'47''$ - $41^{\circ}50'7''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Son havzamız ise Artvin Borçka ilçesinde yer alan Murgul Dere Havzasıdır ve $41^{\circ}20'35''$ Kuzey ile $41^{\circ}41'9''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır (URL-1).



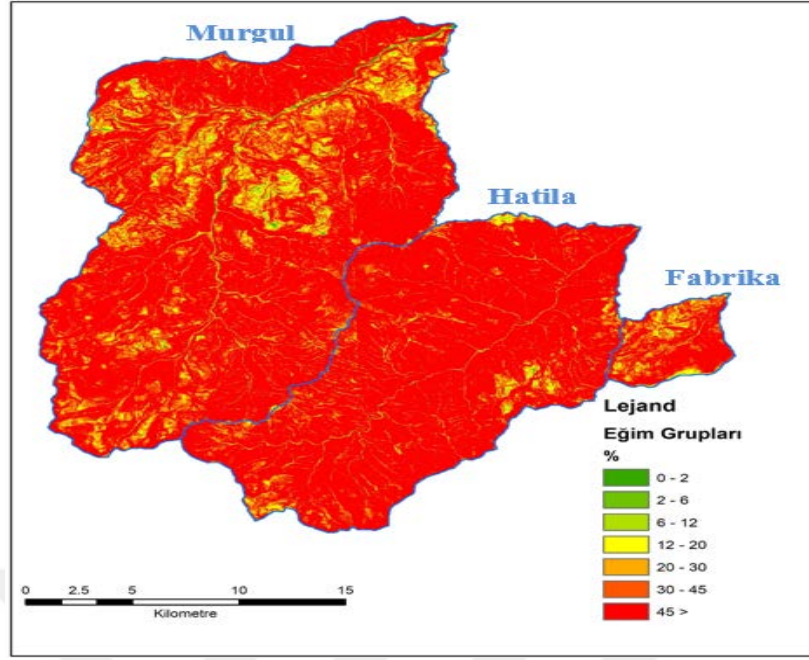
Şekil 1. Hatila, Fabrika ve Murgul Derelerine ait havza sınırları ve coğrafi konumları.

Havzalar, Çoruh Nehri ana koluna ulaştıkları mansap noktasından başlayarak, rakım bakımından en yüksek noktalar olan HDH için 3220 m, FDH için 1970 m ve MDH için ise 3371 m'ye kadar uzanmaktadırlar.

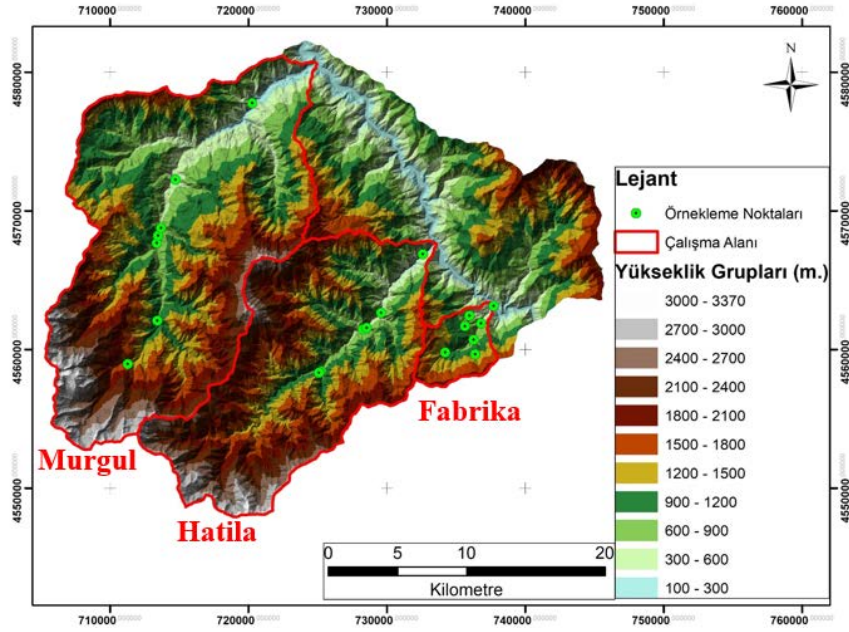
MDH, FDH ve HDH havzaları farklı arazi kullanım alanlarından oluşmaktadır. MDH çok sayıda NT-HES tesisi ve 1950'lerden bu yana devam eden maden işletmeciliği etkisi altında olan bir havzadır (Şekil 1) (URL-2). FDH, Artvin İl merkezinin bulunduğu ve yapılaşmanın ağırlıklı olduğu bir havzadır. Şehirleşme havzanın %10,5'ini teşkil ederek mansaptan başlayıp 800 metre rakıma kadar uzanmaktadır. HDH ise içerisinde Hatila Milli Parkı (havzanın %70'ini kapsayarak çok büyük bir kısmını teşkil etmektedir) bulunan ve dolayısıyla insan faaliyetlerinin oldukça sınırlı olduğu bir havzadır (URL-3).

2.1.2. Topografik Durum

Artvin ili genel özelliği olarak konum itibariyle farklı arazi koşullarına sahip ilçelerden oluşmaktadır. Karadeniz kıyısındaki ilçeleri kıyı özeliği taşıırken iç kesimlere doğru yüksek ve engebeli bir topografik durumdadır. Çalışma alanı olan Fabrika, Hatila ve Murgul dere havzaları ise Artvin ilinin iç kesimlerinde yer almasından dolayı yüksek ve engebeli bir yapıya sahiptir. Topografik yapıyı etkileyen parametreler yükseklik alan bazında %15,95'inin 1250-1500 m yükseklik, eğim olarak alan bazında %65,14'ünün %45 üzeri eğime sahip olduğu bilinmektedir (URL-4).



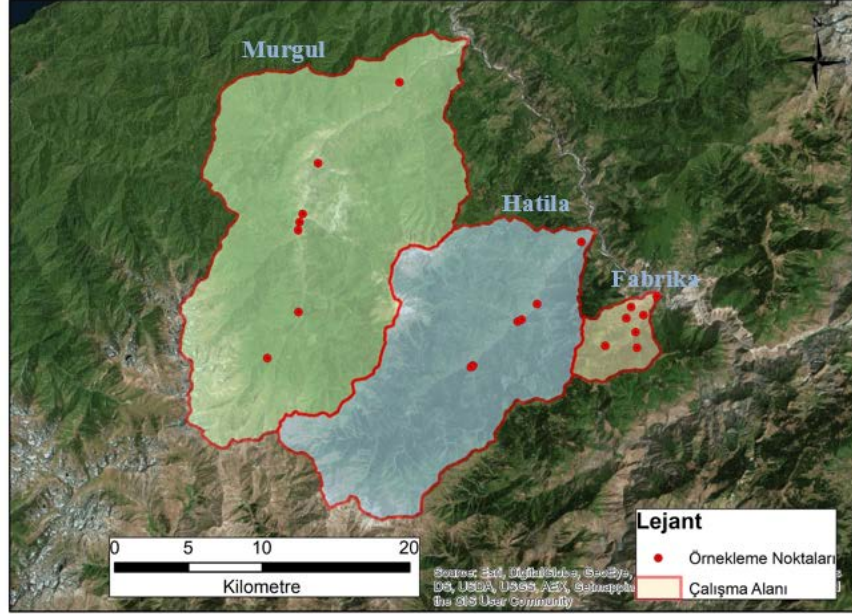
Şekil 2. Murgul, Fabrika ve Hatila Deresi Havzaları eğim grupları haritası.



Şekil 3. Murgul, Fabrika ve Hatila Deresi Havzaları yükseklik grupları haritası.

2.1.3. Arazi Kullanımı

Artvin ili, arazi kullanımına göre çeşitlilik gösteren bir yapıya sahiptir. Çalışma alanımızın lokasyonunda orman, verimsiz orman, mera, su, ziraat, yerleşim, maden sahası bulunmaktadır (URL-5).



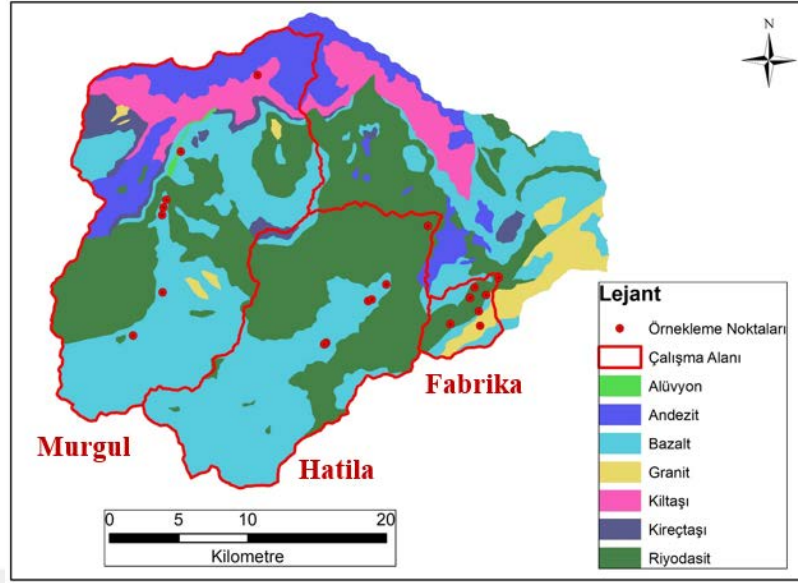
Şekil 4. Murgul, Fabrika ve Hatila Deresi Havzaları arazi kullanımı haritası.

Tablo 3. Örneklem noktalarının arazi kullanım durumu.

	Fabrika Deresi	Hatila Deresi	Murgul Deresi
1. Nokta	Orman	Orman	Orman
2. Nokta	Orman	Orman	Orman
3. Nokta	Ziraat	Orman	Maden
4. Nokta	Ziraat	Orman	Maden
5. Nokta	Ziraat	Orman	Maden
6. Nokta	Yerleşim	Orman	Yerleşim
7. Nokta	Yerleşim	Orman	Yerleşim

2.1.4. Jeolojik Yapı ve Genel Toprak Özellikleri

Artvin ilinin jeolojik yapısı Paleozoik, Kretase ve Eosen kayaları oluşturmaktadır. İlin en büyük nehri olan Çoruh Nehri ise andezit, lav, aglomera ve nadir olarak bulunan bazalt kayalarının birleşimi olan kayalar arasından akmaktadır (MTA, 2002).



Şekil 5. Murgul, Fabrika ve Hatila Deresi Havzaları jeoloji haritası.

Jeoloji haritasında çalışma alanı çevrelendiği üzere, Fabrika, Hatila ve Murgul dere havzalarının çoğunlukla Bazalt ve Riyodasit kayaları oluşturmaktadır. Çeşitlilik gösteren Hatila dere havzasında yer yer Kiltası, Andezit, Granit ve yer yer Alüvyon kayalarından oluşmaktadır. Fabrika ve Murgul Dere havzaları ise çoğunlukla Bazalt ve Riyodasit kayalarından meydana gelmiştir (MTA, 2002).

2.1.5. İklim Özellikleri

Erinç iklim sınıflandırmasına göre nemli (yağış etkinlik indisi %43,23) statüde yer alan Artvin ili, kıyı kesimlerinden Cankurtaran dağlarını içine alan her mevsim yağışlı olması sebebiyle Karadeniz iklimi etkisi altındadır. İklim, yer yer değişiklik göstererek, iç kesimleri daha soğuk ve daha az yağışlı ve karasal iklimin de etkilerini göstermektedir. Çeşitlilik gösteren Artvin ikliminde kıyı kesimlerinde ılıman deniz ikliminin yanı sıra iç kesimlere doğru Karasal ve Karadeniz iklimi yüz göstermektedir (URL-6). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Artvin istasyonunda 1949-2017 yılları arasında kaydettiği bazı iklim verilerine (yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama en düşük sıcaklık, yıllık ortalama yağış, yıllık ortalama rüzgar hızı, yıllık ortalama karla örtülü gün sayısı, yıllık ortalama bağıl nem) ait ortalamaları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Artvin İstasyonunda 1949-2017 yılları arasında kaydedilen bazı iklim parametrelerinin ortalama değerleri.

Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	12,3
Yıllık ortalama en yüksek sıcaklık (°C)	17,2
Ortalama en düşük sıcaklık (°C)	8,4
Yıllık ortalama yağış (mm)	723,6
Yıllık ortalama rüzgar hızı (m/s)	1,6
Yıllık ortalama karla örtülü gün sayısı	54,2 gün
Yıllık ortalama bağıl nem	% 64

1949-2017 yılları genel iklim verilerine ek olarak, bu tez çalışmasındaki örnekleme noktalarından yapılan ölçümler sırasında örnekleme zamanını da kapsayan 1 haftalık günlük ortalama sıcaklık ve yağış verileri de Tablo 5 ve Tablo 6'da yer almaktadır. Bu verilerin, yağış ve sıcaklıkla doğrudan ilişkisi olan bazı su ve sediment kalitesi parametrelerine ait sonuçların daha iyi açıklanması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Tablo 5. Hatila ve Fabrika Derelerinde örnekleme zamanına göre günlük ortalama sıcaklık ve yağış değerleri

Hatila ve Fabrika Deresi	Günlük Ortalama Sıcaklık (°C)	Günlük Ortalama Yağış (mm)
Mayıs (2017)	14,67	2,07
Ağustos (2017)	19,7	0,1
Kasım (2017)	13,13	0,57
Şubat (2018)	5,94	6,47

Tablo 6. Murgul Deresinde örnekleme zamanına göre günlük ortalama sıcaklık ve yağış değerleri.

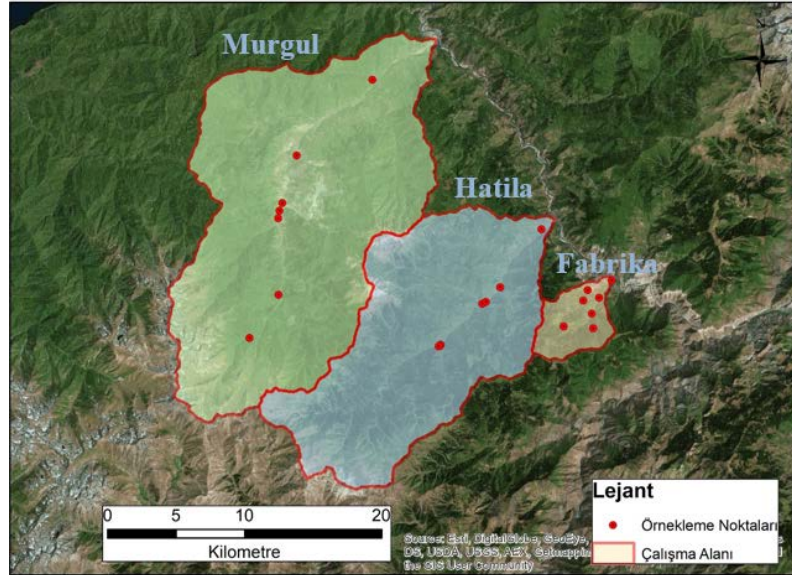
Murgul Deresi	Günlük Ortalama Sıcaklık (°C)	Günlük Toplam Yağış (mm)
Mayıs (2017)	8,03	1,39
Ağustos (2017)	19,74	0,01
Kasım (2017)	3,9	0,29
Şubat (2018)	4,93	13,29

2.2. Yöntem

Bu tezde kullanılan araştırma yöntemleri arazi, laboratuvar ve değerlendirme olmak üzere üç ana başlık altında aşağıda detaylandırılmıştır.

2.2.1. Arazi Yöntemleri

Havza bazlı araştırmalarda örnek alma noktalarının seçiminde hem tüm havzayı tanımlayabilmek hem de gereksiz zaman ve iş gücü kaybına neden olmamak için örnek sayısı önem taşımaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen MDH, FDH ve HDH üzerinde su kalitesi ölçümlerinin arazide yersel olarak yapılabilmesi ve askıda sediment miktarı için su örneklerinin alınabileceği noktaların tespit edilmesi sürecinde 1/25000'lik memleket haritaları, GoogleEarth, ArcGIS programı kullanılmış ve uygun noktalar ilk aşamada tahmini olarak belirlenmiştir (Şekil 5). Bu noktalar, insan kaynaklı hiçbir faaliyetin bulunmadığı yüksek rakımlardan başlayarak bu üç havzanın çıkışına doğru belirli aralıklarla ve farklı arazi kullanımlarının etkisini tespit edebilmemize olanak sağlayacak şekilde seçilmiştir. Belirlenen örnek alma noktalarının GPS koordinatları EK-1'de listelenmiş ve örnek alma noktalarının gösterildiği harita ise Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Fabrika, Hatila ve Murgul Deresi Havzaları örnekleme noktaları haritası .

2.2.1.1. Su Parametrelerinin Yersel Ölçümü ve Su Örneklerinin Alınması

“YSI/Professional-Plus” marka taşınabilir su kalitesi ölçüm cihazı ile her bir dere havzasından 7’şer olmak üzere yukarıda listelenen toplam 21 örnekleme noktasından 4 mevsimi temsil edecek şekilde Mayıs, Ağustos, Kasım (2017) ve Şubat (2018) aylarında örnekler alınmıştır. Bu noktalarda pH, çözünmüş oksijen (DO), toplam çözünmüş madde (TDS), amonyum (NH₄-N), nitrat (NO₃-N), tuzluluk, iletkenlik, sıcaklık değerleri yersel olarak ölçülerek ofis çalışması için kaydedilmiştir.



Şekil 7. Su kalitesi parametrelerinin YSI cihazı ile yersel ölçümü

Askıda katı madde analizi için ise her bir derenin Borçka Barajı rezervuarına çıkış yapmadan önceki son noktasından 4 mevsimi temsil edecek şekilde plastik kaplar ile alınan su örnekleri laboratuvar ortamına taşınarak analizi yapılmıştır (Detaylı bilgi için bkz Laboratuvar Yöntemleri).



Şekil 8. Askıda Katı Madde analizi için su örneklerinin alınmasında kullanılan plastik kaplar

Su kalitesi için belirtilen pH parametresi ise yine yersel olarak 21 noktada Hach-Lange HQ40D cihazı ile ölçülerek kayıt edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Hach-Lange HQ40D cihazı ile suların pH değerlerinin belirlenmesi.

2.2.1.2. Sediment Örneklerinin Alınması

Çalışma alanı olarak seçilen her bir dereден 7’şer olmak üzere toplam 21 noktadan bir defa Mayıs (2017) ayında sediment örnekleri “Yer Üstü Suları, Yer Altı Suları Ve Sedimentten Numune Alma Ve Biyolojik Örnekleme Tebliği’ne” göre alınmıştır (URL-7). Örnekleme işlemi sırasında derenin 3 ile 5 farklı birikim noktasından kürek yardımıyla alınan sediment örneklerinde öncelikle fazla su uzaklaştırılmış ve daha sonra alınan örnek 750 ml’lik polietilen kaplara konularak laboratuvar ortamına taşınmıştır (Şekil 10). Diğer bir ifade ile hem örnekleme noktalarının (dolayısı ile havzaların) daha iyi temsil edilmesi hem de hata payının azaltılması için kompozit (birleşik, karma) örnekleme yapılmıştır. Sediment içine koyulan kaplar 2 poşet iç içe geçirilmiş şekilde kullanıldı ve ikinci poşetin içine nokta bilgilerini belirtir etiket koyuldu (URL-8). Alınan bu örnekler ağır metal, pH, tekstür ve toplam karbon, hidrojen, azot ve kükürt (CHNS) analizleri için hazır duruma getirildi (Detaylı bilgi için bkz Laboratuvar Yöntemleri).



Şekil 10. Sediment örneklerinin alınma aşaması.

2.2.2. Laboratuvar Yöntemleri

Alınan örnekler için laboratuvar çalışmalarının bir kısmı AÇÜ Orman Fakültesi Havza Yönetimi Laboratuvarında yapılmış olup, bu çalışmalar tekstür, pH, elektriksel iletkenliktir. Diğer yandan sediment örneklerinin ağır metal ve CHNS içeriğine yönelik analizler ise AÇÜ Merkezi Laboratuvarında yaptırılmıştır.

2.2.2.1. Sediment Örneklerinin Hazırlanması

Araştırma sahasından alınan 7'şer toplam 21 adet olan sediment örnekleri plastik kutularla ve numaraları ile poşetlenerek analiz için laboratuvar ortamına taşındı. Analize hazırlanana kadar buzdolabı soğukluğunda 4°C'de bekletildi. Daha sonra kompozit örnekler önce karıştırıldı ve kuruması için toprak kurutma çekmecelerinde gazete üzerine numaraları ile birlikte yerleştirildi. Yaklaşık 10 günlük kuruma süresinde kuruma durumuna göre karıştırılarak kurumasına yardım edildi. Kuruma

işlemi gerçekleşen sediment örnekleri tekrar plastik kurularına numaraları ile birlikte koyularak laboratuvar çalışmalarına hazır hale getirildi.



Şekil 11. Sedimentlerin hava kurusu durumuna getirilme aşamasından bir kesit.

2.2.2.2. Tekstür Tayini

Toprak örneklerinin tekstür tayini Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre belirlendi. Fırın kurusu duruma getirilen 50 gr sediment örnekleri, 10 gr calgon pipet yardımıyla 400 ml'lik beherlere koyuldu ve üzerine 200 ml saf su ilave edilip karıştırıldı. Ardından çalkalayıcıya koyulup yarım saat çalkatıldıktan sonra süspansiyon mekanik karıştırıcıya aktararak 5 dakika daha karıştırılmış ve ardından pipet yardımıyla Bouyoucos silindirine aktararak 1.000 mm'ye kadar saf su ile doldurulmuş. Daha sonra hidrometre silindire koyulup hidrometre silindirin içindeyken karışım 1300 mm'ye tamamlanmış. Ardından silindirdeki karışım tablası delikli mekanik karıştırıcı çubukla 20 kez aşağı yukarı hareketlerle süspansiyon karıştırılmış ve ilk okuma 40. sn ikinci okuma ise 120 dakika sonunda yapılmış ve

not edilmiştir (Karaöz,1989). Aynı zamanda üç okuma esnasında da termometre ile sıcaklık ölçülerek de kaydedilmiştir.



Şekil 12. Tekstür tayini için karıştırıcıda karıştırılan sediment örnekleri.



Şekil 13. Bouyoucos silindirinde tekstür tayini aşaması.

2.2.2.3. pH ve Elektriksel İletkenlik Tayini

Sedimentin pH değerini belirlerken, 10 gr hava kurusu 2 mm'lik elekten geçirilen sediment tartılarak erlenmayerin içine koyuldu ve üzerine 25 ml saf su eklendi ve erlenmayerin ağzı kapatılarak çalkalandı ve bir gece bekletildi. Ardından WTW pH 330/i/SET cihazı ile 21 örnekte pH ve elektriksel iletkenlik ölçümleri yapıldı ve not edildi.



Şekil 14. WTW pH 330/i/SET cihazı ile pH ölçümü.

2.2.2.4. Ağır Metal Analizi

Ağır metal analizi için hava kurusu durumundaki sediment 2 gr tartılarak plastik poşetlere numaralı bir şekilde hazırlanmıştır. Analizde 7 adet elementin bulunma durumuna bakılmıştır, bu elementler; demir, bakır, çinko, kurşun, arsenik, kadmiyum ve civadır. Bu analiz ICP_OES cihazı ile Mikro dalga yakma yöntemi ile yakılarak ve daha sonrasında direkt ölçülerek yapılmıştır. Bütün ağır metal analizleri Artvin Çoruh Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde yaptırılmıştır.

2.2.2.5. CHNS Analizi

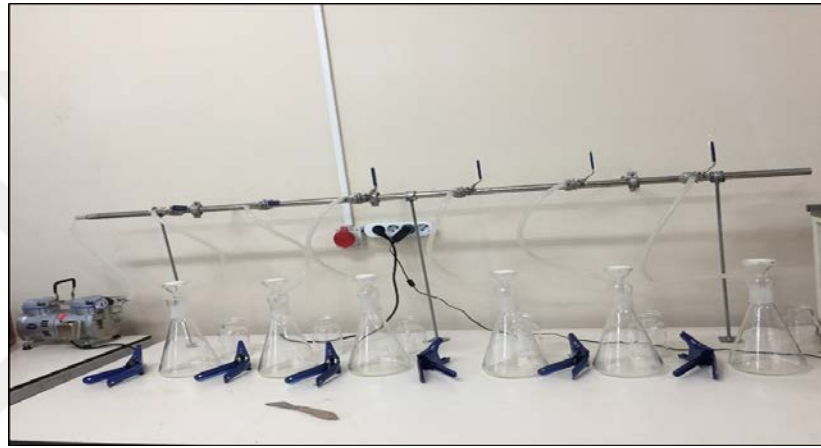
Hava kurusu durumundaki sedimentten 2 gr tartılarak plastik poşetlere numaralı bir şekilde koyulmuştur. CHNS analizi ile toplam azot, karbon, hidrojen ve kükürt bulunma değerlerine vario MACRO cube cihazı ile Artvin Çoruh Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde yaptırılmıştır.

2.2.2.6. Askıda Katı Madde Analizi

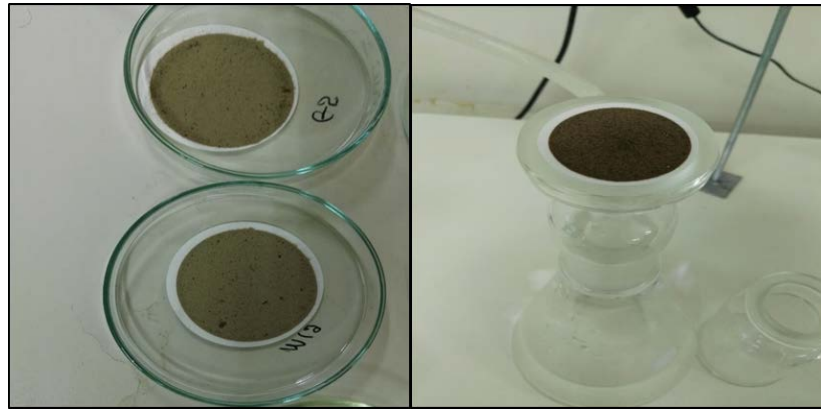
Askıda madde tayini için gravimetrik yöntem kullanılmıştır (EPA, 1989). 1 litrelik su örnekleme (taşınma) kapları ile araziden alınan su örnekleri buzdolabında (+4 °C) 24 saat süreyi aşmamak şartıyla muhafaza edildi. İlk olarak filtre kağıdı (cam mikrofiber (elyaf) filtre (Ø47mm) 100ad/pk) 30 dakika 105 °C'de etüvde kurutuldu. Kurutmadan sonra filtre kağıdı 30 dakika desikatörde bekletildi, kurumuş olan filtre kağıdı temiz ve kuru cımbızla dikkatlice alınarak hassas tartıya yerleştirildi ve

tartıldı. Bu tartma işlemindeki ağırlık not edildi. Daha sonra filtre kağıdı süzme hunisine yerleştirildi, arazi çalışmasından aldığımız su örneği kabında iyice çalkalanarak huniye boşaltıldı ve süzme işlemi yapıldı. Süzme işlemi bittikten sonra filtre kâğıdı dikkatlice huniden alınarak 24 saat süreliğine fırında kurutuldu ve kurumuş filtre kağıtları soğuyuncaya kadar desikatörde bekletildi. Bu işlemler de bittikten sonra tekrar hassas tartıya koyuldu ve ikinci ölçüm yapıldı. Son olarak, AKM miktarını belirlemek için aşağıda formül kullanıldı;

$$\text{AKM (mg/L)} = \frac{\text{İkinci tartım} - \text{İlk tartım} \times 1000}{V}$$



Şekil 15. Askıda katı madde analizi için kullanılan vakum-filtrasyon seti.



Şekil 16. Süzme işleminden sonra filtrelerde tutulan askıda katı maddeler.

2.2.3. İstatiksel Değerlendirme Yöntemleri

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin örnekleme zamanı, örnekleme noktaları, arazi kullanımı ve havza bazında farklılıklar gösterip

göstermediğini ortaya koymak için ilk olarak ANOVA (Analyses of Variance) testi yapılmıştır. Bu test sonucunda istatistiksel anlamda ortaya çıkan önemli farklılıkların örnekleme zamanı, örnekleme noktaları, arazi kullanımı ve havzalar bakımından dağılımını belirlemek için ise TUKEY testi kullanılmıştır. Ayrıca, su ve sediment örneklerinde tespit edilen kalite parametrelerinin birbirleriyle olası doğrusal ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla korelasyon analizine başvurulmuştur. Son olarak, askıda katı maddenin debi ile arasındaki ilişkiyi ölçmek için ise regresyon analizi yapılmıştır. Elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizleri JMP 5.0.1 paket programlarından yararlanılmıştır.



3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Havza Bazında Su ve Sediment Kalitesinin Değerlendirilmesi

3.1.1. Su Kalitesi Parametreleri

Fabrika, Hatila ve Murgul Derelerinden alınan su örneklerine ait bazı su kalitesi parametre değerlerinin her bir havzadaki arazi kullanımı, örnekleme noktaları ve örnekleme zamanına göre istatistiksel anlamda farklılık gösterip göstermediğini ortaya koymak amacıyla uygulanan ANOVA ve korelasyon testi sonuçları aşağıda havza bazında verilmiştir.

3.1.1.1. Fabrika Dere Havzası

Tuzluluk

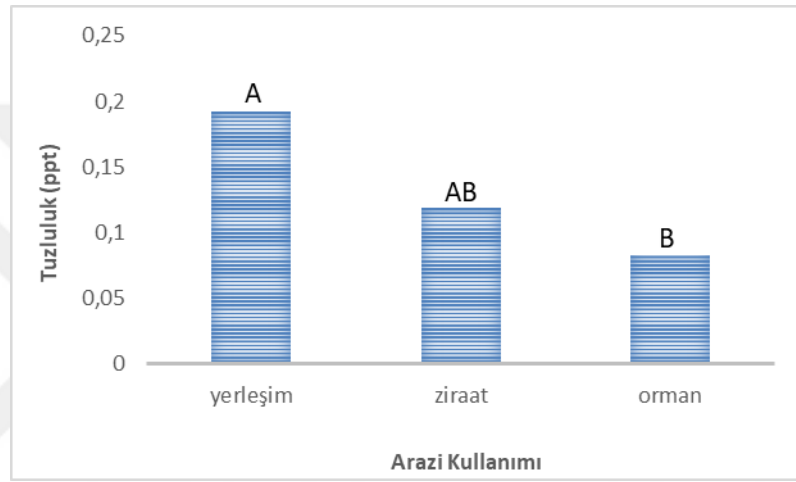
Doğal sularda bulunan tuzluluk değerlerinin, YSKY ve SÇD'ye göre sınır değeri bulunmamaktadır. FDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tuzluluk değerleri.

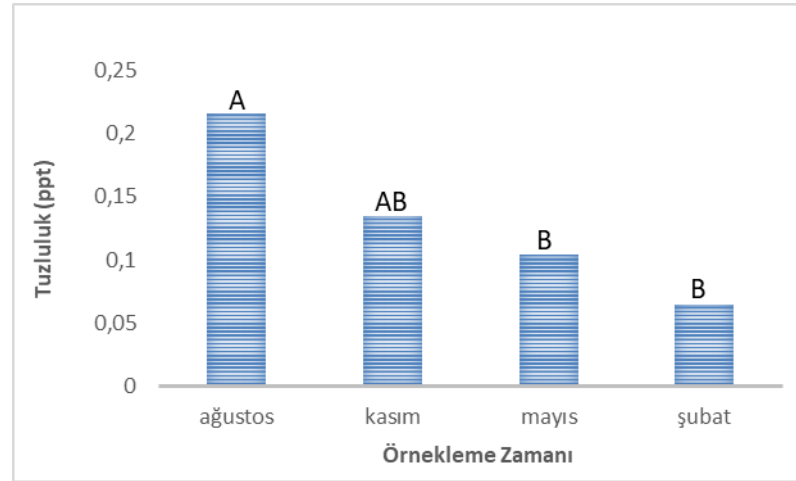
	Min. Tuzluluk	Maks. Tuzluluk	Ortalama Tuzluluk
Fabrika Deresi Havzası	0.05	0.37	0.13

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre tuzluluk değerlerinde arazi kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildiği (Tablo 34) ve en yüksek tuzluluk oranının şehirleşmenin yoğun olduğu noktalardan elde edildiği görülmüştür (Şekil 17). Bunun sebeplerinden biri yerleşim alanında özellikle evsel ve bazı küçük sanayi tesislerinden kaynaklanan atıkların suya karışması ve dolayısıyla deredeki tuzluluğu arttırması olabilir. Bununla birlikte doğal sulardaki tuzluluk değeri özellikle arazi kullanımı (orman, tarım, yerleşim, maden vs.) ve jeolojik yapıya bağlı olarak değişmektedir (Ayers ve Wescot, 1985). Ayrıca, istatistik analiz sonuçları,

tuzluluğun örnekleme zamanları (mevsimsel) açısından da anlamlı olarak farklı olduğunu göstermiş (Tablo 34) ve Ağustos ayında en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur (Şekil 18). Ortaya çıkan bu mevsimsel farklılık ise yaz aylarında yağışın azalmasına bağlı olarak dere içerisindeki su miktarının nispeten azalmasına ve dolayısıyla da tuzluluk oranının artmasına neden olan bazı tuz (sodyum, vb.) konsantrasyonlarındaki artışla açıklanabilir. Son olarak, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde ise Fabrika Deresi sularında tuzluluk oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).



Şekil 17. FDH sularında ortalama tuzluluk değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 18. FDH sularında ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, tuzluluğun iletkenlik ile pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$) (Tablo 15).

Yıldırım (2019) tarafından su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Murgul, Hatıla, Fabrika, Godrahav Havzaları ile Borçka baraj rezervuarında yapılan benzer bir çalışmada FDH’de ortalama tuzluluk değeri 0.13 ppt olarak bulunmuş ve bu değerin bizim çalışmamızdaki sonuçlara yakın olduğu görülmektedir.

Bir diğer araştırmada ise Çiftçi (2015), Seydisuyu (Eskişehir) Havzası’nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, ortalama tuzluluk değerlerinin mevsimsel bazda sonbaharda 0.28 g/L, kışın 0.24 ppt, ilkbaharda 0.27 ppt ve yaz aylarında ise 0.3 ppt şeklinde bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere Seydisu Havzasında tuzluluk oranları mevsimlere göre ciddi bir değişiklik göstermezken, FDH sularında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Son olarak, Gökpınar ve Çürüksu çaylarının su kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ortalama tuzluluk değerleri 0.04-1.65 g/L arasında bulunmuştur (Turan ve Ülkü, 2012) ki bu değerlerin FDH’de ölçülen değerlere daha yakın oldukları söylenebilir.

Sıcaklık

Doğal sularda sıcaklık değerleri, YSKY’ya göre ≤ 25 ve SÇD’ye göre ise 12-25 °C olması ön görülmektedir (Tablo 1). FDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 8’de gösterilmektedir.

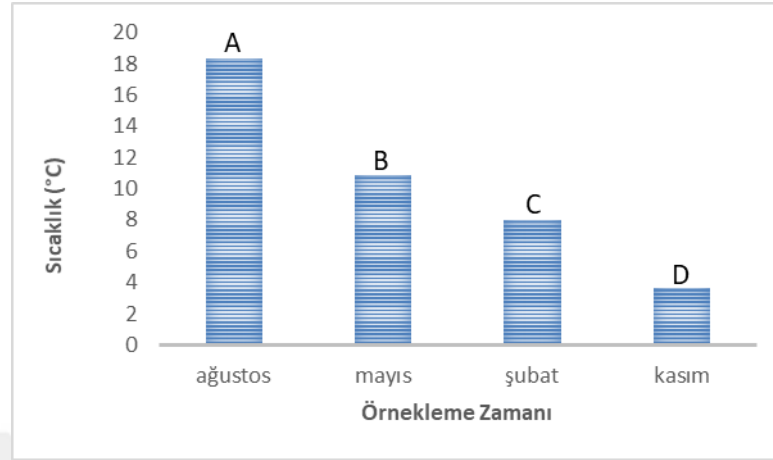
Tablo 8. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında tespit edilen en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık değerleri.

	Min. Sıcaklık	Maks. Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
Fabrika Deresi Havzası	1.1	22.1	10.2

Tablo 5’teki bu değerler baz alındığında, FDH’deki ortalama sıcaklık değerlerinin hem YSKY hem de SÇD’ye göre sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, arazi kullanımı ve örnekleme noktaları arasında su sıcaklığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Buna karşılık, örnekleme zamanları açısından değerlendirildiğinde, FDH sularında sıcaklık parametresinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı olduğu bulunmuştur (Tablo 34). Burada beklendiği üzere Ağustos

ayında suyun en sıcak, Kasım ve Şubat aylarında ise en soğuk olduğu belirlenmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. Fabrika Deresi sularında ortalama sıcaklık değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre sıcaklığın iletkenlik, tuzluluk, TDS ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Buna karşılık, sıcaklığın, DO ve NO_3 ($p<0.05$) ile de negatif yönde anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır ($p<0.01$) (Tablo 15).

Yıldırım (2019) tarafından su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Murgul, Hatıla, Fabrika, Godrahav Havzaları ile Borçka baraj rezervuarında yapılan benzer bir çalışmada sıcaklık değerleri bakımından FDH’de ortalama $9.8\text{ }^\circ\text{C}$ olarak bulunmuş ve bizim çalışmamızdaki değerlere yakın sonuçlar elde etmiştir.

Diğer bir çalışmada ise Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz Havzasında su kalitesinin mevsimsel değişimini belirlemeye yönelik, 11 farklı akarsuyun mansabından ölçüm yapılmış ve yıllık ortalama sıcaklıkları Melet $15.98\text{ }^\circ\text{C}$, Pazarsuyu $16.83\text{ }^\circ\text{C}$, Aksu $16.73\text{ }^\circ\text{C}$, Harşit $14.99\text{ }^\circ\text{C}$, Değirmendere $15.06\text{ }^\circ\text{C}$, Solaklı $14.64\text{ }^\circ\text{C}$, İyidere $14.02\text{ }^\circ\text{C}$, Büyükdere $15.42\text{ }^\circ\text{C}$, Fırtına $13.95\text{ }^\circ\text{C}$, Çağlayan $15.39\text{ }^\circ\text{C}$, Kapistre $15.50\text{ }^\circ\text{C}$ olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere bakıldığında FDH mansabında ölçülen su sıcaklığı mevsimlere bağlı değişim göstermekle birlikte ortalama $12.25\text{ }^\circ\text{C}$ olduğu tespit edilmiş ve Doğu Karadeniz Havzasında belirlenen değerlere, yakın olduğu görülmektedir. Diğer bir çalışmada ise Çiftçi (2015) tarafından Seydisuyu (Eskişehir) Havzası’nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi

amacıyla ölçülen değerlerin mevsimsel bazda ortalamaları kış mevsimi, 8.83 °C, sonbahar ve ilkbahar mevsimleri 18.95 °C ve yaz mevsimi ise ortalama 21.13 °C olduğu tespit edilmiştir, FDH’de mevsimler bazında kış mevsiminde ortalama 7.97 °C olduğu ve çok az düzeyde düşük sıcaklıkta olduğu, sonbahar mevsiminde 3.67 °C, ilkbahar mevsiminde ise 10.86 °C olduğu tespit edilmiş ve Seydisuyu Havzasında ki değerlerden oldukça düşük olduğu, yaz mevsimi bakımından FDH’de 18.34 °C olan sıcaklık değeri ise yakın düzeyde olduğu gözlenmektedir.

İletkenlik

Doğal sularda iletkenlik değerleri, YSKY’ya göre <400 µs/cm ve SÇD’ye göre ise 400 µs/cm olması ön görülmektedir (Tablo 1). FDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 9’da gösterilmektedir.

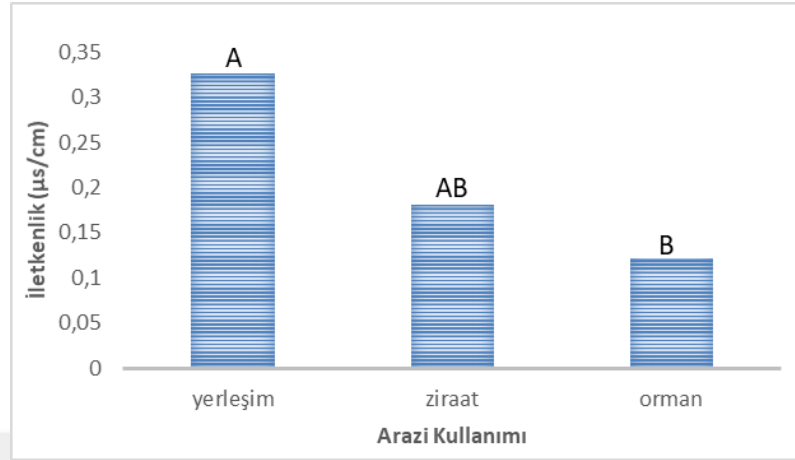
Tablo 9. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama iletkenlik değerleri.

	Min. İletkenlik	Maks. İletkenlik	Ortalama İletkenlik
Fabrika Deresi Havzası	65	750	205.64

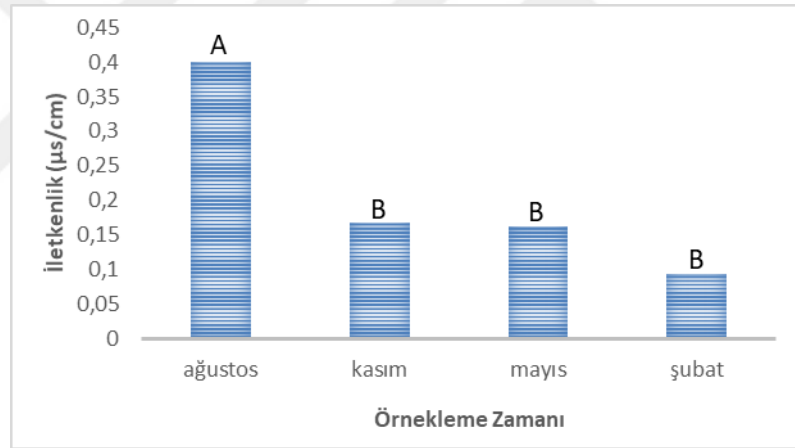
FDH’deki iletkenlik değeri YSKY ve SÇD’ye göre minimum ve ortalama iletkenlik değerleri sınır değerinin altında kalmaktadır, diğer bir yandan maksimum iletkenlik parametresi ise sınır değerinin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, iletkenlik değerlerinde arazi kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildiği (Tablo 34) ve en yüksek iletkenlik oranının şehirleşmenin yoğun olduğu arazi kullanımlarında elde edildiği görülmüştür (Şekil 20). Ayrıca iletkenliğin örnekleme zamanları (mevsimsel) açısından da anlamlı olarak farklı olduğunu göstermiş (Tablo 34) ve Ağustos ayında en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur (Şekil 21). Görüldüğü üzere iletkenlik hem şehirleşmenin yoğun olduğu arazi kullanımlarında hem de sıcaklığın fazla olduğu mevsimde artmıştır. Şehir yerleşiminden suya karışan maddeler su içerisinde ki çözülmüş madde derişimini arttırarak iletkenliğin de artmasına sebebiyet vermiştir ki Chapman (1996)’ya göre iletkenlik ve çözülmüş madde arasında doğrudan bir ilişki vardır. Son olarak örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde ise FDH

sularında iletkenlik oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).



Şekil 20. Fabrika Deresi sularında ortalama iletkenliğin değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi



Şekil 21. Fabrika Deresi sularında ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi

Yapılan çalışmalarda, Çiftçi (2015) tarafından Seydisuyu Havzası'nda yapılan çalışmada 3 ve 5 no.lu istasyonlar olan Çatören ve Kunduzlar baraj göllerinde ölçülen ortalama iletkenlik değerleri sırayla 534 ve 573 µs/cm, Turan ve Ülkü (2012) tarafından yapılan çalışmada Gökpınar ve Çürüksu çaylarının iletkenlik değerleri 663-3313 µs/cm arasında olduğu, Tunca ve ark., (2012) Yeniçağa Gölü'nde yapılan bir çalışmada iletkenlik değeri, 439 µs/cm ve son olarak Elmacı ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada Uluabat Gölü'nde iletkenlik değeri 555,75 µs/cm olarak bulunmuş ve FDH'deki ortalama iletkenlik değerinin benzer çalışmalardan oldukça düşük olduğu gözlenmiştir.

Çözünmüş Oksijen (DO)

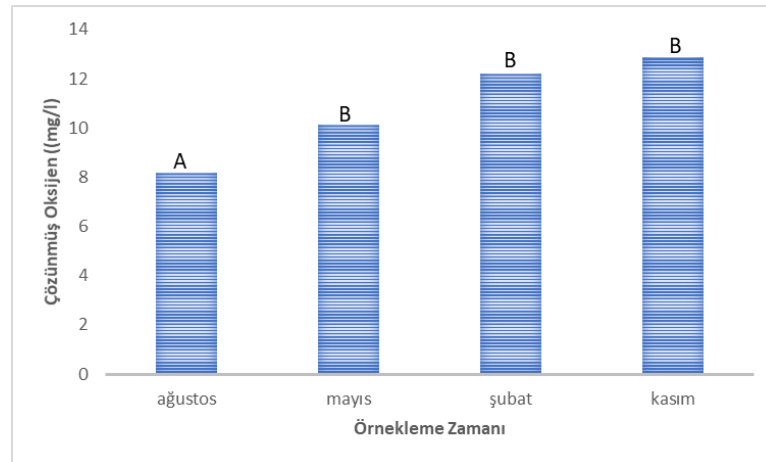
Doğal sulara çözünmüş oksijen değerleri, YSKY'ya göre >8 mg/l ve SÇD'ye göre ise 7 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). FDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama DO değerleri.

	Min. DO	Maks. DO	Ortalama DO
Fabrika Dere Havzası	7.45	14.47	11

FDH'deki çözünmüş oksijen değeri YSKY ve SÇD'ye göre minimum çözünmüş oksijen sınır değerdedir, maksimum ve ortalama değerler ise sınır değerler üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, çözünmüş oksijen değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme noktası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Buna karşı, örnekleme zamanına göre değerlendirildiğinde ise FDH sularında çözünmüş oksijen oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 34) ve Şubat ayında en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur. Ortaya çıkan bu mevsimsel farklılık, çözünmüş oksijenin basınç ile artması, sıcaklık ile azalması gerçeği ile açıklanabilmektedir (Şekil 22).



Şekil 22. Fabrika Deresi sularında ortalama çözünmüş oksijen değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, DO'nun iletkenlik ($p<0.05$) ve tuzluluk ($p<0.01$) ile negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır (Tablo 15).

Yapılan çalışmalarda, Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, FDH'de ortalama DO değeri 10.7 olduğu tespit edilmiş ve bizim çalışmamızla oldukça yakın sonuç olduğu görülmektedir.

Benzer diğer çalışmalarda ise Koralay (2015) tarafından Solaklı Deresi (Trabzon) Havzası'nda bulunan NT-HES'lerin su kalitesine etkilerinin araştırıldığı, çözülmüş oksijen değerlerinin 6.2 – 13.6 mg/l arasında olduğu, Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz Havzasında su kalitesinin mevsimsel değişimini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada, 11 farklı akarsuyun mansabından ölçüm yapılmış ve yıllık ortalama çözülmüş oksijen 7.8 ile 11.44 mg/l arasında değiştiği, Sönmez (2015) tarafından Karmuç Çayı (Van gölüne çıkı yapan) su kalitesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada çözülmüş oksijen değerlerinin 7.02 ile 9.77 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiş ve bizim çalışmamızda ki ortalama çözülmüş oksijen değerinin bu çalışmalara yakın olduğu görülmektedir.

Toplam Çözülmüş Madde (TDS)

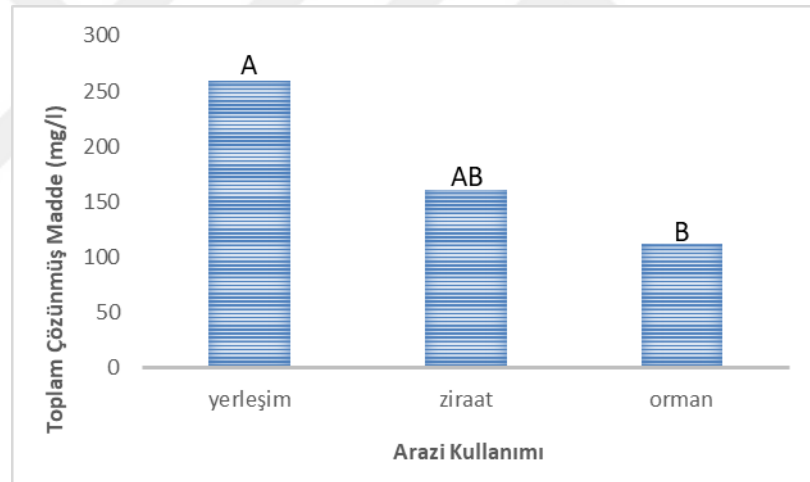
Doğal sularda toplam çözülmüş madde değerleri, YSKY ve SÇD'ye göre belirlenen bir kriter bulunmamaktadır. Literatüre bakıldığında, TDS konsantrasyonunun dağlık alanlarda ki akarsularda değerlerin 200 mg/l olduğu belirlenmiştir (Kent ve Belitz, 2004). FDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama TDS değerleri.

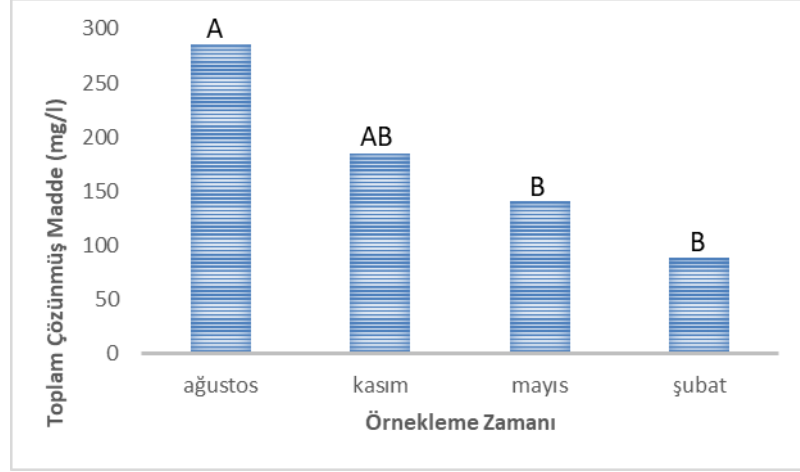
	Min. TDS	Maks. TDS	Ortalama TDS
Fabrika Dere Havzası	65	495	175

FDH'deki minimum ve ortalama TDS değerleri, Kent ve Belitz (2004) tarafından bulunan sınır değerinin altında kalmaktayken, maksimum TDS değerinin ise sınır değerinin üstünde olduğu görülmüştür.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, toplam çözünmüş madde değerlerinde arazi kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildiği (Tablo 34) ve en yüksek TDS oranının şehirleşmenin ve ziraat alanının yoğun olduğu arazi kullanımlarında elde edildiği görülmüştür (Şekil 23). Şehir yerleşiminden ve ziraat alanlardan akarsuya karışan evsel atıklar, zirai ilaçlar suya karışarak TDS'nin yoğunluğunu arttırmaktadır. Ayrıca, istatistik analiz sonuçları, TDS'nin örnekleme zamanları (mevsimsel) açısından da anlamlı olarak farklı olduğunu göstermiş (Tablo 34) ve Ağustos ve Kasım aylarında en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur (Şekil 24). Ortaya çıkan bu mevsimsel farklılık ise sıcaklığın fazla olduğu zamanlarda su içerisindeki erimiş halde bulunan organik ve inorganik maddelerin artmış olmasıyla açıklanabilir. Son olarak örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde ise FDH sularında çözünmüş madde oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).



Şekil 23. Fabrika Deresi sularında ortalama toplam çözünmüş madde değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi



Şekil 24. Fabrika Deresi sularında ortalama toplam çözünmüş madde değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, TDS'nin hiçbir parametre ile ilişkisi tespit edilmemiştir (Tablo 15).

Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, FDH'de ölçülen TDS değerleri ortalama 177 mg/l olduğu tespit edilmiş ve bizim çalışmamızla oldukça yakın olduğu görülmektedir.

Yapılan diğer çalışmalarda ise Gültekin ve ark., (2012) tarafından Trabzon İl sınırları içerisindeki akarsularda TDS değerlerinin 21-319 mg/l arasında değiştiği, Turan ve Ülkü (2012) tarafından Gökpinar ve Çürüksu çaylarının su kalitesini belirlemeye yönelik bir çalışmada ise çözünmüş katı madde derişimleri 305-1682 mg/L arasında bulunmuş ve sonuç olarak bizim çalışmamızdaki TDS değerlerinden oldukça yüksek değerlerin elde edildiği görülmektedir. Bunun sebebi olarak şehir yerleşiminin su kalitesine etkisi söz konusu olmaktadır.

pH

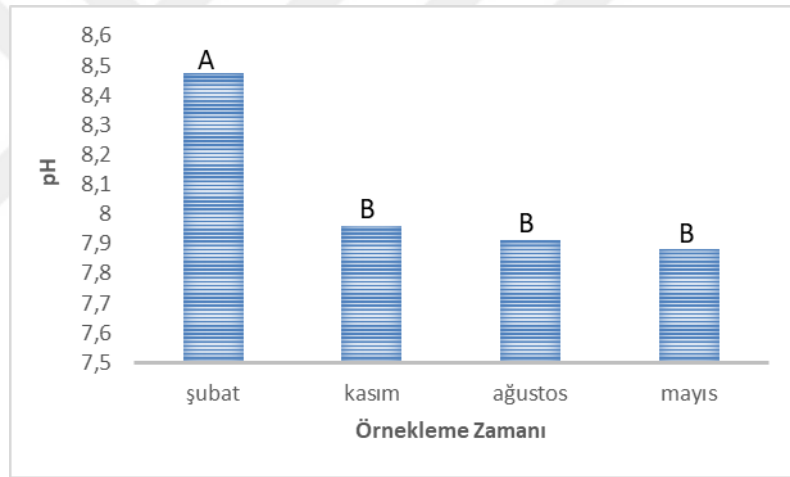
Doğal sularda pH değerleri, YSKY ve SÇD'ye göre 6,5- 8,5 olması ön görülmektedir (Tablo 1). FDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 12. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.

	Min. TDS	Maks. TDS	Ortalama TDS
Fabrika Dere Havzası	7.2	8.6	8.06

FDH'deki toplam çözünmüş oksijen değeri YSK ve SÇD'ye göre minimum, maksimum ve ortalama pH değerleri sınır değerler arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, pH'ın arazi kullanımı ve örnekleme noktaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Buna karşın pH'ın örnekleme zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ve en yüksek değer Şubat ayında olduğu görülmüştür (Şekil 25).



Şekil 25. Fabrika Deresi sularında ortalama pH değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, pH'ın TDS ile ise negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$) (Tablo 15).

Yapılan benzer çalışmalarda, Zeybek ve Kalyoncu (2016) tarafından Antalya'nın Kargı Çayı'nda yapılan bir çalışmada pH değerler ortalama 7.87–8.26 arasında, Taş ve Çetin (2011) tarafından Gökgöl'de yapılan bir çalışmada ortalama pH değeri 6 – 6.31 ve son olarak Akçay ve ark. (2003) tarafından Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinde yapılan bir çalışmada alınan su örneklerinde saptanan pH değerleri sırasıyla 7.9-8,2 ve 8-8.3 arasında olduğu belirlenmiş ve bizim çalışmamızın ortalama pH değeri ile oldukça yakın sonuçlarda olduğu tespit edilmiştir.

Amonyum (NH₄-N)

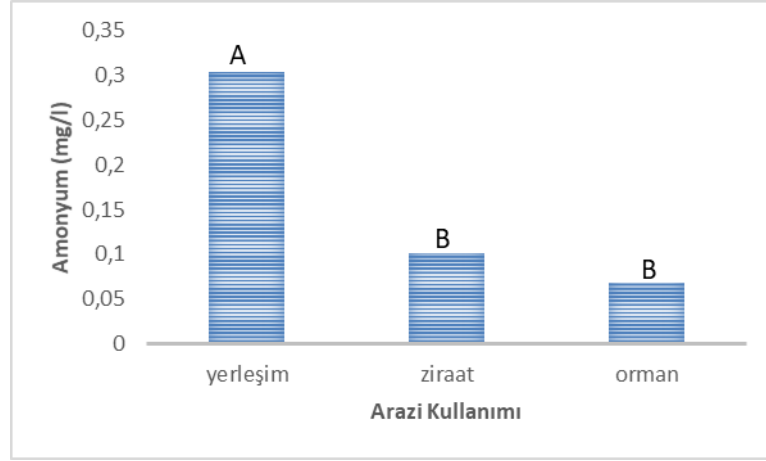
Doğal sularda amonyum değerleri, YSKY'ya göre <0.2 mg/l, SÇD'ye göre ise 0.3 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). FDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 13'de gösterilmektedir.

Tablo 13. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama amonyum değerleri.

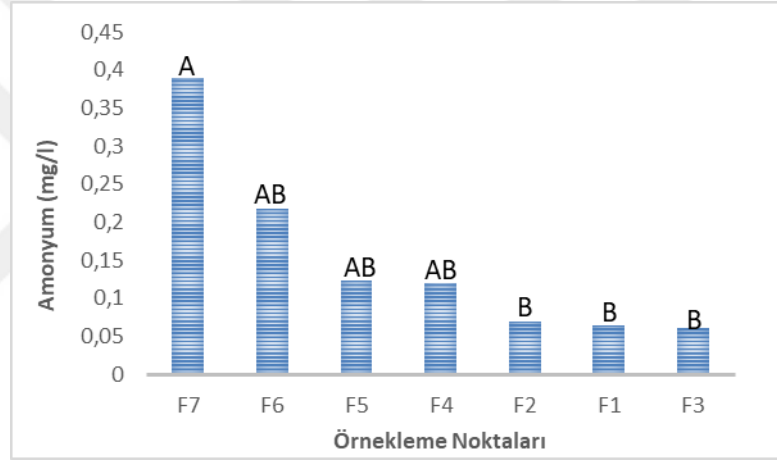
	Min. Amonyum	Maks. Amonyum	Ortalama Amonyum
Fabrika Dere Havzası	0.02	0.75	0.15

FDH'deki amonyum değeri YSKY ve SÇDY'ye göre minimum değer sınır değer arasında yer almaktadır. Diğer bir yandan maksimum ve ortalama amonyum değerleri ise sınır değerlerden fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, amonyum değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme noktaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir.(Tablo 34). Burada örnekleme noktaları bakımından amonyumun en yüksek derenin en son örnek aldığımız F7 noktasında yani mansabında fazla olduğu görülmüştür (Şekil 27). Amonyum, kanalizasyon, katı atık gibi sebeplerle suda fazlaştığından dolayı F7 noktası da derenin son noktası ve şehir ile tarım alanlarından gelen suyun Çoruh Nehrine birleşmeden olan noktası olduğundan dolayı, amonyumun en yüksek değerde görülmektedir. Son olarak, örnekleme zamanı açısından değerlendirildiğinde ise FDH sularında amonyum oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).



Şekil 26. Fabrika Deresi sularında ortalama amonyum değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 27. Fabrika Deresi sularında ortalama amonyum değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, amonyum'un tuzluluk ($p < 0.05$) ve TDS ($p < 0.01$) ile pozitif yönde, diğer yandan ise DO ile negatif yönde ($p < 0.05$) anlamlı bir ilişkisi vardır (Tablo 15).

Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, FDH'sında amonyum değerleri ortalama 0.23 mg/l olduğu tespit edilmiş ve çalışmamızda tespit edilen sonuçlarla çok yakın olduğu görülmektedir.

Yapılan diğer çalışmalarda ise Taş ve Çetin (2011) tarafından Gököl'de amonyum değerleri 0.22-1.2 mg/L arasında olduğu, Elmacı ve ark. (2010) tarafından Uluabat Gölü'nde 0.56 mg/L, ve son olarak Akçay ve ark. (2003) tarafından Büyük Menderes

nehirinde yapılan bir çalışmada 0.05-0.55 mg/L; Gediz Nehri'nde ise 0.05-0.46 mg/L arasında NH₃ + (amonyak) değeri tespit edilmiş ve çalışmamızla yakın sonuçlar olduğu görülmektedir.

Nitrat (NO₃-N)

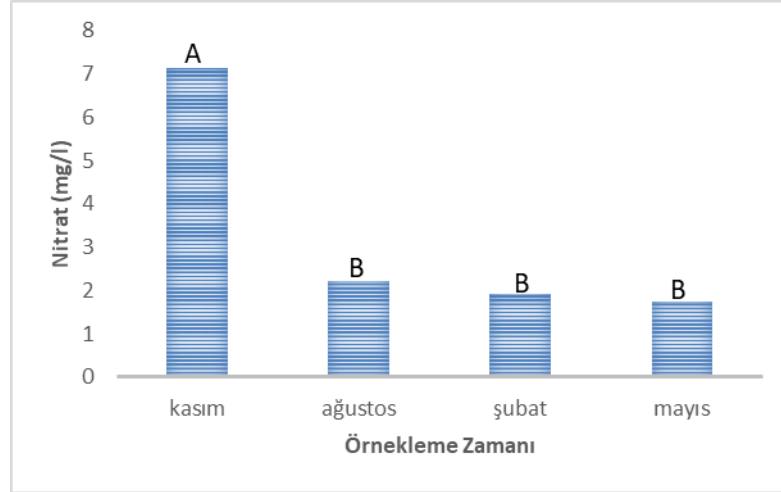
Doğal sularda nitrat değerleri, YSKY'ye göre <5 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). FDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 14'te gösterilmektedir.

Tablo 14. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama nitrat değerleri.

	Min. Nitrat	Maks. Nitrat	Ortalama Nitrat
Fabrika Dere Havzası	0.7	12.5	3.25

FDH'deki nitrat değeri YSKY'ye göre minimum, maksimum ve ortalama değerler sınır değerinin altında yer almaktadır ve literatüre uyumlu olduğu görülmektedir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, nitrat değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme noktaları açısından istatistiksel olarak bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan örnekleme zamanı açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 34) ve en fazla değere Kasım ayında sahip olduğu bulunmuştur (Şekil 28). Bunun sebebi olarak, Kasım ayında yağışın başlaması ile en çok tarım alanlarından suya karışan nitrat, FDH'nin üst bölümlerinde ki ziraat alanlarından taşınarak fazlalığa sebebiyet verdiği düşünülmektedir.



Şekil 28. Fabrika Deresi sularında ortalama nitrat değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, nitrat'ın hiçbir parametre ile ilişkisi tespit edilmemiştir (Tablo 15).

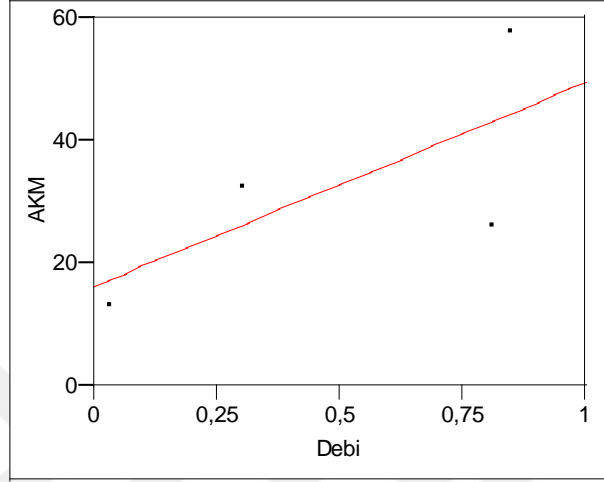
Yapılan çalışmalarda, Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz'de $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin yıl boyunca 0.094 – 2.396 mg/l arasında olduğu, Kibena ve ark., (2014) tarafından Zimbabve'de Manyame Nehri Havzası'nın üst kısımlarında yapılan bir çalışmada $\text{NO}_3\text{-N}$ ölçümlerinin yağışın olduğu dönemde 0.020 – 1.890 mg/l arasında, kuru dönemde ise 0.006 – 2.870 mg/l arasında olduğu, Lalchhingpui ve ark. (2011) tarafından Hindistan'da bulunan Tlawng Nehri'nde yapılan bir çalışmada ise nitrat değeri 0,02-0,32 mg/L arasında değişmekte olduğu tespit edilmiş ve çalışmamızda elde edilen nitrat değerinin bu değerlerden yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 15. Fabrika Deresi sularında YSi parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler	Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
tuzluluk iletkenlik	0,9713	0,0000	
TDS iletkenlik	0,9699	0,0000	
TDS tuzluluk	0,9993	0,0000	
DO iletkenlik	-0,6746	0,0001	
DO tuzluluk	-0,5835	0,0011	
DO TDS	-0,5677	0,0016	
NO3 DO	0,4106	0,0300	
sicaklik iletkenlik	0,7503	0,0000	
sicaklik tuzluluk	0,6379	0,0003	
sicaklik TDS	0,6232	0,0004	
sicaklik DO	-0,9355	0,0000	
sicaklik NO3	-0,4611	0,0135	

Askıda Katı Madde (AKM)

4 mevsim olarak örnekleme noktalarının son noktasından alınan AKM için yine aynı şekilde alınan Debi örneklemleri arasında yapılan Regresyon analizine göre, AKM ve Debi arasında %50.5 oranında bir ilişki vardır ($R^2=0,504532$) (Şekil 29).



Şekil 29. Fabrika deresi sularında regresyon analizi sonucu AKM'nin debiye bağlı değişimi.

Burada beklendiği üzere, Fabrika deresinin üst kısımlarında bulunan tarım alanlarıyla, alt kısmında bulunan şehir yerleşkesinin etkisiyle AKM fazlalığı söz konusudur. Burada suya karışan yerleşim kaynaklı evsel artıklar, tarımsal kaynaklı zirai ilaçlar vb. maddelerin dere boyunca birikerek, AKM fazlalığına sebep olduğu tespit edilmiştir. (EK- 3.) Buna ek olarak ise yapılan birçok çalışmada akım-sediment arasında pozitif anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir (Çelebi ve ark., 1997; Shugar ve ark, 2010; Koralay ve ark., 2014). Doğan Demir ve Demir tarafından (2016) yapılan bir çalışmada ise debi ve sediment değerleri arasındaki ilişki incelenmiş ve debi artışına paralel olarak taşınan sediment miktarının arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 30. Fabrika Deresi AKM örnekleri alınan örnekleme noktasına ait bazı görüntüler.

3.1.1.2. Hatila Dere Havzası

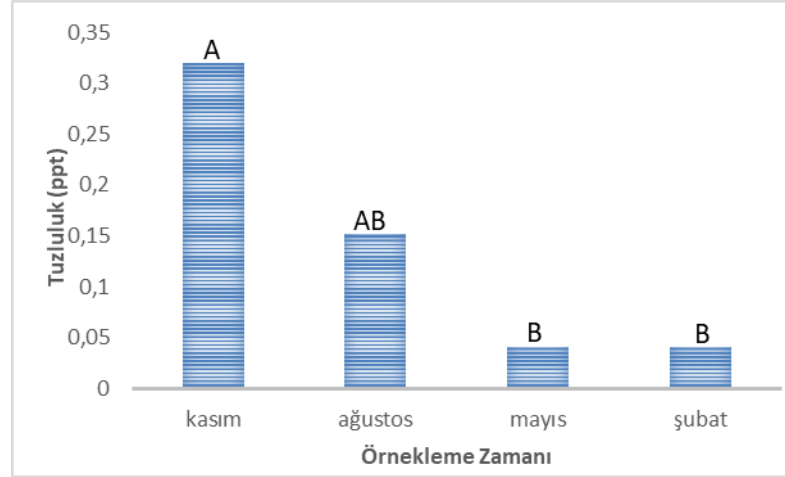
Tuzluluk

Doğal sularında tuzluluk değerleri, YSKY ve SÇD'ye göre sınır değeri bulunmamaktadır. HDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 16'da gösterilmektedir.

Tablo 16. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tuzluluk değerleri.

	Min. Tuzluluk	Maks. Tuzluluk	Ortalama Tuzluluk
Hatila Dere Havzası	0.04	0.9	0.14

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde HDH sularında tuzluluk oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan, istatistik analiz sonuçları, tuzluluğun örnekleme zamanları (mevsimsel) açısından anlamlı olarak farklı olduğunu göstermiş (Tablo 34) olup ve Kasım ve Ağustos ayında en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur (Şekil 31). Ortaya çıkan bu mevsimsel farklılık ise yaz aylarında yağışın azalmasına bağlı olarak dere içerisindeki su miktarının nispeten azalmasına ve dolayısıyla da tuzluluk oranının artmasına neden olan bazı tuz (sodyum, vb.) konsantrasyonlarındaki artışla açıklanabilir.



Şekil 31. Hatıla Deresi sularında ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, tuzluluğun hiçbir parametre ile ilişkisi tespit edilmemiştir (Tablo 24).

Yıldırım (2019) tarafından su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Murgul, Hatıla, Fabrika, Godrahav Havzaları ile Borçka baraj rezervuarında yapılan benzer bir çalışmada da tuzluluk değerleri bakımından HDH’de 0.08 ppt olarak bulunmuş ve bizim çalışmamızdaki değerlerden oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bir diğer araştırmada ise Çiftçi (2015), Seydisuyu (Eskişehir) Havzası’nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, ortalama tuzluluk değerlerinin mevsimsel bazda sonbaharda 0.28 g/L, kışın 0.24 ppt, ilkbaharda 0.27 ppt ve yaz aylarında ise 0.3 ppt şeklinde bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere Seydisu Havzasında sudaki tuzluluk oranları mevsimlere göre ciddi bir değişiklik göstermezken, HDH sularında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Son olarak, Gökpinar ve Çürüksu çaylarının su kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ortalama tuzluluk değerleri 0.04-1.65 g/L arasında bulunmuştur (Turan ve Ülkü, 2012) ki bu değerlerin HDH’de ölçülen değerlere daha yakın oldukları söylenebilir.

Sıcaklık

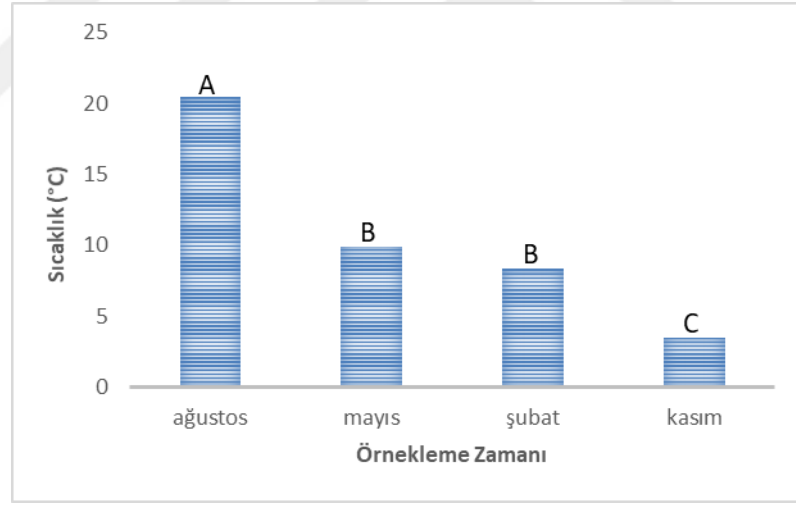
Doğal sularda sıcaklık değerleri, YSKY’ya göre ≤ 25 ve SÇD’ye göre ise 12-25 °C olması ön görülmektedir (Tablo 1). HDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 17’de gösterilmektedir.

Tablo 17. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama sıcak değerleri.

	Min. Sıcaklık	Maks. Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
Hatila Dere Havzası	1.1	22.1	10.21

HDH'deki sıcaklık değerleri YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin altında olduğu izlenmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde HDH sularında sıcaklık oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan, istatistik analiz sonuçları, sıcaklığın örnekleme zamanları (mevsimsel) açısından anlamlı olarak farklı olduğunu göstermiş (Tablo 34) ve beklendiği üzere Ağustos ayında en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur (Şekil 32).



Şekil 32. Hatila Deresi sularında ortalama sıcaklık değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, sıcaklığın iletkenlik ve TDS ile pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$) Bununla birlikte sıcaklığın DO ile de negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$) (Tablo 24).

Yıldırım (2019) tarafından su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Murgul, Hatila, Fabrika, Godrahav Havzaları ile Borçka baraj rezervuarında yapılan benzer bir

çalışmada sıcaklık değerleri bakımından HDH’de ortalama 9.4 °C olarak bulunmuş ve bizim çalışmamızdaki değerlere yakın sonuçlar elde etmiştir.

Diğer bir çalışmada ise Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz Havzasında su kalitesinin mevsimsel değişimini belirlemeye yönelik, 11 farklı akarsuyun mansabından ölçüm yapılmış ve yıllık ortalama sıcaklıkları Melet 15.98 °C, Pazarsuyu 16.83 °C, Aksu 16,73 °C, Harşit 14.99 °C, Değirmendere 15.06 °C, Solaklı 14.64 °C, İyidere 14.02 °C, Büyükdere 15.42 °C, Fırtına 13.95 °C, Çağlayan 15.39 °C, Kapistre 15.50 °C olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere bakıldığında HDH mansabında ölçülen su sıcaklığı mevsimlere bağlı değişim göstermekle birlikte ortalama 11.52 °C olduğu tespit edilmiş ve Doğu Karadeniz Havzasında belirlenen değerlere, yakın olduğu görülmektedir. Diğer bir çalışmada ise Çiftçi (2015) tarafından Seydisuyu (Eskişehir) Havzası’nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin mevsimsel bazda ortalamaları kış mevsimi, 8.83 °C, sonbahar ve ilkbahar mevsimleri 18.95 °C ve yaz mevsimi ise ortalama 21.13 °C olduğu tespit edilmiştir, HDH’de mevsimler bazında kış mevsiminde ortalama 8.35 °C ve birbiri ile yakın sonuçlar olduğu, sonbahar mevsiminde 3.47 °C, ilkbahar mevsiminde ise 9.84 °C olduğu tespit edilmiş ve Seydisuyu Havzasında ki değerlerden oldukça düşük olduğu, yaz mevsimi bakımından HDH’de 20.45 °C olan sıcaklık değeri ise yakın düzeyde olduğu gözlenmektedir.

İletkenlik

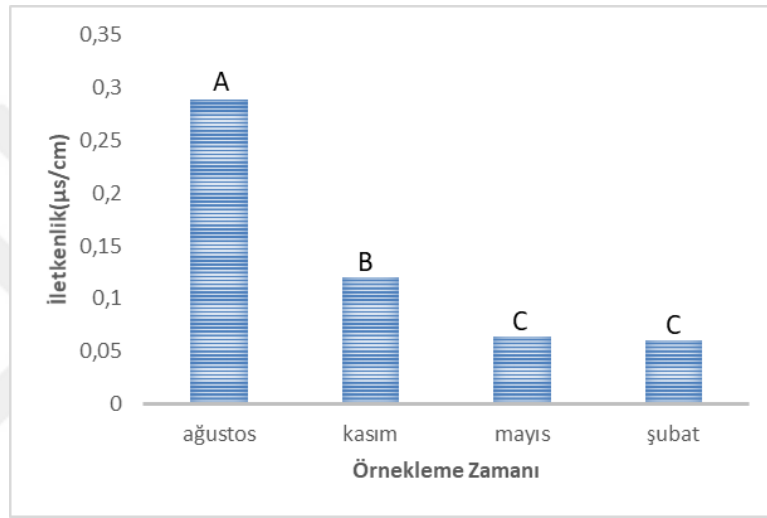
Doğal sularda iletkenlik değerleri, YSKY’ya göre <400 µs/cm ve SÇD’ye göre ise 400 µs/cm olması ön görülmektedir (Tablo 1). HDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 18’de gösterilmektedir.

Tablo 18. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama iletkenlik değerleri.

	Min. İletkenlik	Maks. İletkenlik	Ortalama İletkenlik
Hatila Dere Havzası	54	308	133.43

HDH’deki iletkenlik değeri YSKY ve SÇD’ye göre minimum, maksimum ve ortalama iletkenlik değerleri sınır değerinin altında kalmaktadır.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde HDH sularında iletkenlik oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan, istatistik analiz sonuçları, iletkenliğin örnekleme zamanları (mevsimsel) açısından anlamlı olarak farklı olduğunu göstermiş (Tablo 34) ve en yüksek değer Ağustos ayında görülmüştür (Şekil 33). Bunun sebebi olarak, sıcaklığın yüksek olmasıyla birlikte suyun içerisinde bulunan iyonların çözülmesinin artması ve beraberinde iletkenliğinde artması gösterilebilir.



Şekil 33. Hatila Deresi sularında ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan çalışmalarda, Çiftçi (2015) tarafından Seydisuyu Havzası'nda yapılan çalışmada 3 ve 5 no.lu istasyonlar olan Çatören ve Kunduzlar baraj göllerinde ölçülen ortalama iletkenlik değerleri sırayla 534 ve 573 µs/cm, Turan ve Ülkü (2012) tarafından yapılan çalışmada Gökpınar ve Çürüksu çaylarının iletkenlik değerleri 663-3313 µs/cm arasında olduğu, Tunca ve ark., (2012) Yeniçağa Gölü'nde yapılan bir çalışmada iletkenlik değeri, 439 µs/cm ve son olarak Elmacı ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada Uluabat Gölü'nde iletkenlik değeri 555,75 µs/cm olarak bulunmuş ve HDH'deki ortalama iletkenlik değerinin benzer çalışmalardan oldukça düşük olduğu gözlenmiştir.

Çözünmüş Oksijen (DO)

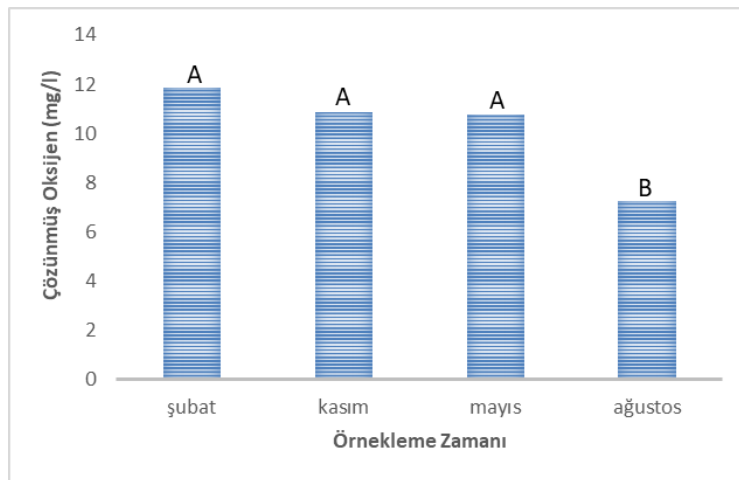
Doğal sularda çözünmüş oksijen değerleri, YSKY'ya göre >8 mg/l ve SÇD'ye göre ise 7 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). HDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 19'da gösterilmektedir.

Tablo 19. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama DO değerleri.

	Min. DO	Maks. DO	Ortalama DO
Hatila Dere Havzası	1.52	13	10.18

HDH'deki çözünmüş oksijen değeri YSKY ve SÇD'ye göre minimum çözünmüş oksijen sınır değerlerin altındadır diğer bir yandan ise maksimum ve ortalama değerler ise sınır değerler üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde HDH sularında çözünmüş oksijen oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan istatistik analiz sonuçları, örnekleme zamanı bakımından anlamlı bir fark tespit olduğunu göstermiştir (Tablo 34) ve en yüksek değerler ise Şubat ve ardından Kasım ve Mayıs olduğu görülmektedir (Şekil 34). Ortaya çıkan bu mevsimsel farklılık, çözünmüş oksijen basınç ile artar ve sıcaklık ile azalır durumu ile açıklanabilmektedir.



Şekil 34. Hatila Deresi sularında ortalama çözünmüş oksijen değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, DO'nun iletkenlik, tuzluluk ($p<0.05$) ve TDS ile negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$) (Tablo 24).

Yapılan çalışmalarda, Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, HDH'de ortalama DO değeri 11.5 olduğu tespit edilmiş ve bizim çalışmamızla oldukça yakın sonuç olduğu görülmektedir.

Benzer diğer çalışmalarda ise Koralay (2015) tarafından Solaklı Deresi (Trabzon) Havzası'nda bulunan NT-HES'lerin su kalitesine etkilerinin araştırıldığı, çözülmüş oksijen değerlerinin 6.2 – 13.6 mg/l arasında olduğu, Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz Havzasında su kalitesinin mevsimsel değişimini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada, 11 farklı akarsuyun mansabından ölçüm yapılmış ve yıllık ortalama çözülmüş oksijen 7.8 ile 11.44 mg/l arasında değiştiği, Sönmez (2015) tarafından Karmuç Çayı (Van gölüne çıkı yapan) su kalitesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada çözülmüş oksijen değerlerinin 7.02 ile 9.77 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiş ve bizim çalışmamızda ki ortalama iletkenlik değerinin bu çalışmalara yakın olduğu görülmektedir.

Toplam Çözülmüş Madde (TDS)

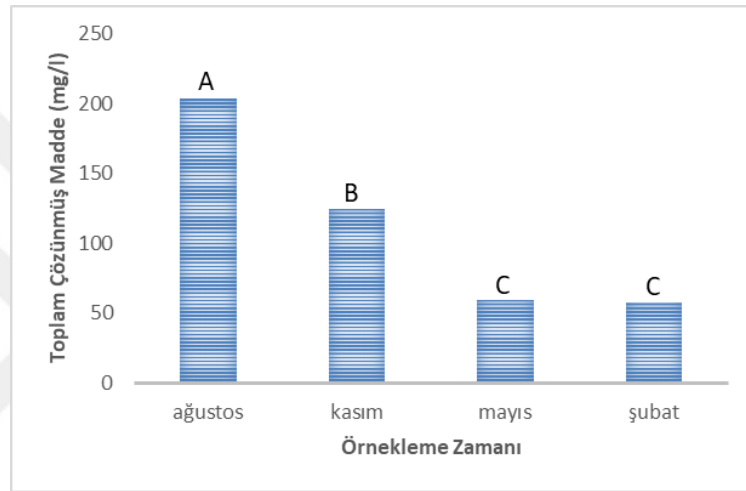
Doğal sularda toplam çözülmüş madde değerleri, YSKY ve SÇD'ye göre belirlenen bir kriter bulunmamaktadır. Literatüre bakıldığında ise TDS konsantrasyonunun dağlık alanlarda ki akarsularda ortalama değerin 200 mg/l olduğu belirlenmiştir (Kent ve Belitz, 2004). HDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 20'de gösterilmektedir.

Tablo 20. Hatila Deresi ölçüm noktalarının en düşük, en yüksek ve ortalama TDS değerleri.

	Min. TDS	Maks. TDS	Ortalama TDS
Hatila Dere Havzası	50	215.2	111.35

HDH'deki minimum ve ortalama TDS değerleri Kent ve Belitz sınır değerinin altında kalmaktadır. Maksimum TDS değeri için sınır değerinin çok az üstünde olduğu görülmüştür.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde HDH sularında toplam çözünmüş madde oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan, istatistik analiz sonuçları, toplam çözünmüş maddenin örnekleme zamanları (mevsimsel) açısından anlamlı olarak farklı olduğunu göstermiş (Tablo 34) ve en yüksek değer Ağustos ayında görülmektedir (Şekil 35). Ortaya çıkan bu mevsimsel farklılık ise sıcaklığın fazla olduğu zamanlarda su içerisindeki erimiş halde bulunan organik ve inorganik maddelerin artmış olmasıyla açıklanabilir.



Şekil 35. Hatila Deresi sularında ortalama toplam çözünmüş madde değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, TDS'nin iletkenlik ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisi vardır ($p < 0.01$) (Tablo 24).

Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, HDH'de ölçülen TDS değerleri ortalama 120 mg/l olduğu tespit edilmiş ve bizim çalışmamızda ki TDS değerinin daha düşük olduğu görülmektedir.

Yapılan diğer çalışmalarda ise Gültekin ve ark., (2012) tarafından Trabzon İl sınırları içerisindeki akarsularda TDS değerlerinin 21-319 mg/l arasında değiştiği, Turan ve Ülkü (2012) tarafından Gökpınar ve Çürüksu çaylarının su kalitesini belirlemeye yönelik bir çalışmada ise çözünmüş katı madde derişimleri 305-1682 mg/L arasında bulunmuş ve sonuç olarak bizim çalışmamızdaki TDS değerlerinden oldukça yüksek değerlerin elde edildiği görülmektedir.

pH

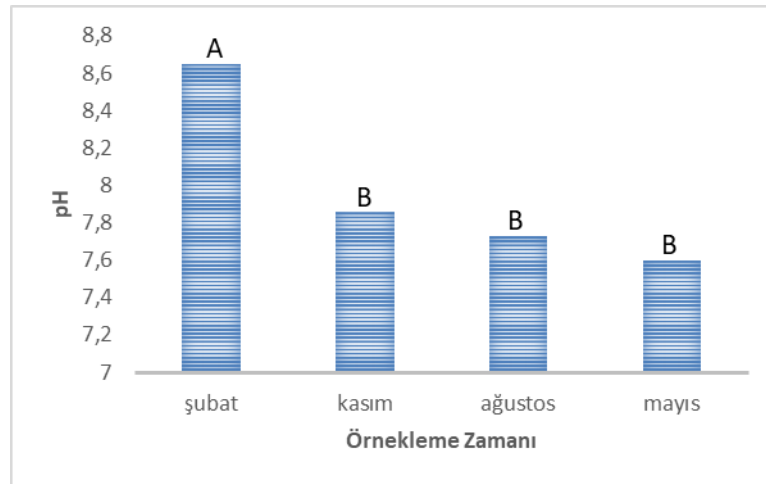
Doğal sularda pH değerleri, YSKY ve SÇD'ye göre 6,5- 8,5 olması ön görülmektedir (Tablo 1). HDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 21'de gösterilmektedir.

Tablo 21. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.

	Min. pH	Maks. pH	Ortalama pH
Hatila Dere Havzası	7.3	8.9	7.96

HDH'deki toplam çözülmüş oksijen değeri YSKY ve SÇD'ye göre minimum, maksimum ve ortalama pH değerleri sınır değerler arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre pH'ın örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde HDH sularında pH oranları bağlamında istatistik olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan, istatistik analiz sonuçları, pH'ın örnekleme zamanları (mevsimsel) açısından anlamlı olarak farklı olduğunu göstermiş (Tablo 34) ve en yüksek değer Şubat ayında görülmektedir (Şekil 36).



Şekil 36. Hatila Deresi sularında ortalama pH değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, pH'ın TDS ve NH₄ ile negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır (p<0.05) (Tablo 24).

Yapılan benzer çalışmalarda, Zeybek ve Kalyoncu (2016) tarafından Antalya'nın Kargı Çayı'nda yapılan bir çalışmada pH değerler ortalama 7.87–8.26 arasında, Taş ve Çetin (2011) tarafından Gökgöl'de yapılan bir çalışmada ortalama pH değeri 6 – 6.31 ve son olarak Akçay ve ark. (2003) tarafından Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinde yapılan bir çalışmada alınan su örneklerinde saptanan pH değerleri sırasıyla 7.9-8,2 ve 8-8.3 arasında olduğu belirlenmiş ve bizim çalışmamızın ortalama pH değeri ile oldukça yakın sonuçlarda olduğu tespit edilmiştir.

Amonyum (NH₄-N)

Doğal sularda amonyum değerleri, YSKY'ya göre <0.2 mg/l, SÇD'ye göre ise 0.3 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). HDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 22'de gösterilmektedir.

Tablo 22. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama amonyum değerleri.

	Min. Amonyum	Maks. Amonyum	Ortalama Amonyum
Hatila Dere Havzası	0.01	0.3	0.06

HDH'deki amonyum değeri YSKY ve SÇD'ye minimum, maksimum ve ortalama değerler sınır değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre örnekleme noktaları ve örnekleme zamanı açısından değerlendirildiğinde HDH sularında amonyum oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, amonyum'un iletkenlik ve TDS ile negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.05$) (Tablo 24).

Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, FDH'sında amonyum değerleri ortalama 0.11 mg/l olduğu tespit edilmiş ve çalışmamızda tespit edilen sonuçlarla yakın olduğu görülmektedir.

Yapılan diğer çalışmalarda ise Taş ve Çetin (2011) tarafından Gököl'de amonyum değerleri 0.22-1.2 mg/L arasında olduğu, Elmacı ve ark. (2010) tarafından Uluabat Gölü'nde 0.56 mg/L, ve son olarak Akçay ve ark. (2003) tarafından Büyük Menderes nehrinde yapılan bir çalışmada 0.05-0.55 mg/L; Gediz Nehri'nde ise 0.05-0.46 mg/L arasında NH_3 + (amonyak) değeri tespit edilmiş ve çalışmamızda elde edilen amonyum sonuçlarının daha düşük değerde olduğu görülmektedir.

Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)

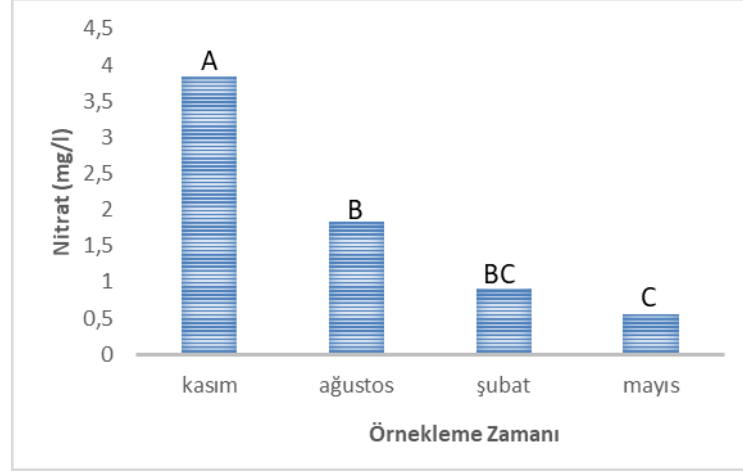
Doğal sularda nitrat değerleri, YSKY'ya göre <5 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). HDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 23'de gösterilmektedir.

Tablo 23. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama nitrat değerleri.

	Min. Nitrat	Maks. Nitrat	Ortalama Nitrat
Hatila Dere Havzası	0.3	5.4	1.79

HDH'deki nitrat değeri YSKY'ya göre minimum, maksimum ve ortalama değerler sınır değerinin altında yer almaktadır.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde HDH sularında nitrat oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan örnekleme zamanı açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 34) ve en fazla değere Kasım ayında sahip olduğu bulunmuştur (Şekil 37). Bunun sebebi olarak, Kasım ayında yağışın başlamasıyla özellikle toprağın üst kısmında bir taşınım meydana gelmesiyle, nitrat fazlalığı görülmüştür.



Şekil 37. Hatila Deresi sularında ortalama nitrat değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, nitrat'ın tuzluluk ($p < 0.01$) ve TDS ($p < 0.05$) ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisi vardır (Tablo 24).

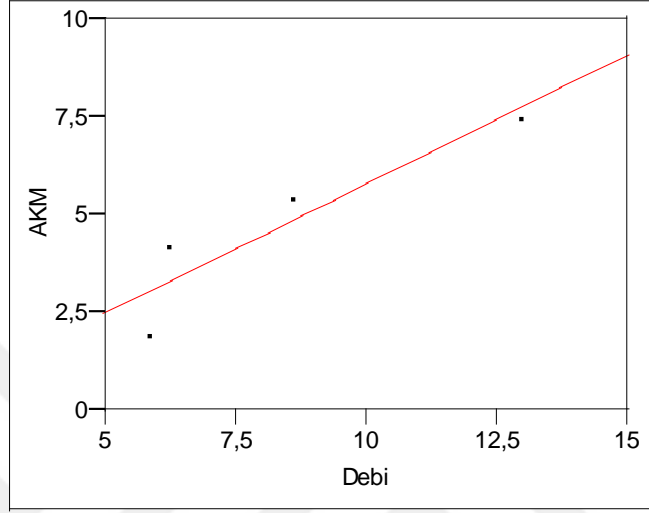
Yapılan çalışmalarda, Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz'de $\text{NO}_3\text{-N}$ değerlerinin yıl boyunca 0.094 – 2.396 mg/l arasında olduğu, Kibena ve ark., (2014) tarafından Zimbabve'de Manyame Nehri Havzası'nın üst kısımlarında yapılan bir çalışmada $\text{NO}_3\text{-N}$ ölçümlerinin yağışın olduğu dönemde 0.020 – 1.890 mg/l arasında, kuru dönemde ise 0.006 – 2.870 mg/l arasında olduğu, Lalchhingpui ve ark. (2011) tarafından Hindistan'da bulunan Tlawng Nehri'nde yapılan bir çalışmada ise nitrat değeri 0.02-0.32 mg/L arasında değişmekte olduğu tespit edilmiş ve çalışmamızda elde edilen nitrat değerinin bu değerlerle yakın sonuçlar olduğu görülmektedir.

Tablo 24. HDH sularında YSI parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler	Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
TDS iletkenlik	0,9711	0,0000	
DO iletkenlik	-0,6432	0,0002	
DO tuzluluk	-0,4448	0,0177	
DO TDS	-0,6089	0,0006	
NH4 iletkenlik	0,3802	0,0460	
NH4 TDS	0,3854	0,0428	
NO3 tuzluluk	0,5697	0,0016	
NO3 TDS	0,4399	0,0192	
sicaklik iletkenlik	0,7925	0,0000	
sicaklik TDS	0,6401	0,0002	
sicaklik DO	-0,5884	0,0010	
pH TDS	-0,3778	0,0475	
pH NH4	-0,3809	0,0455	

Askıda Katı Madde (AKM)

4 mevsim olarak örnekleme noktalarının son noktasından alınan AKM için yine aynı şekilde alınan Debi örneklemleri arasında yapılan Regresyon analizine göre, AKM ve Debi arasında %85 oranında bir ilişki vardır ($R^2=0,847284$) (Şekil 38).



Şekil 38. Hatila deresi sularında regresyon analizi sonucu AKM'nin debiye bağlı değişimi.

Burada beklendiği üzere, Hatila deresinin arazi kullanımının sadece orman olmasından kaynaklı dere boyunca akarsuya her hangi bir müdahale olmadığından dolayı AKM fazlalığına sebep olmamıştır. (EK-9.) Buna ek olarak ise yapılan birçok çalışmada akım-sediment arasında pozitif anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir (Çelebi ve ark., 1997; Shugar et al., 2010; Koralay ve ark., 2014). Doğan Demir ve Demir tarafından (2016) yapılan bir çalışmada ise debi ve sediment değerleri arasındaki ilişki incelenmiş ve debi artışına paralel olarak taşınan sediment miktarının arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 39.Hatila Deresi AKM örnekleri alınan örnekleme noktasına ait bazı görüntüler.

3.1.1.3. Murgul Dere Havzası

Tuzluluk

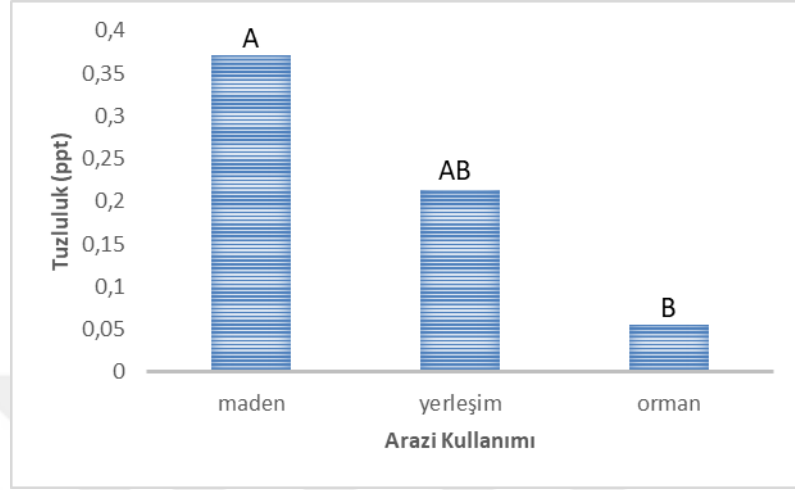
Doğal sulara tuzluluk değerleri, YSKY ve SÇD'ye göre sınır değeri bulunmamaktadır. MDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 25'te gösterilmektedir.

Tablo 25. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tuzluluk değerleri.

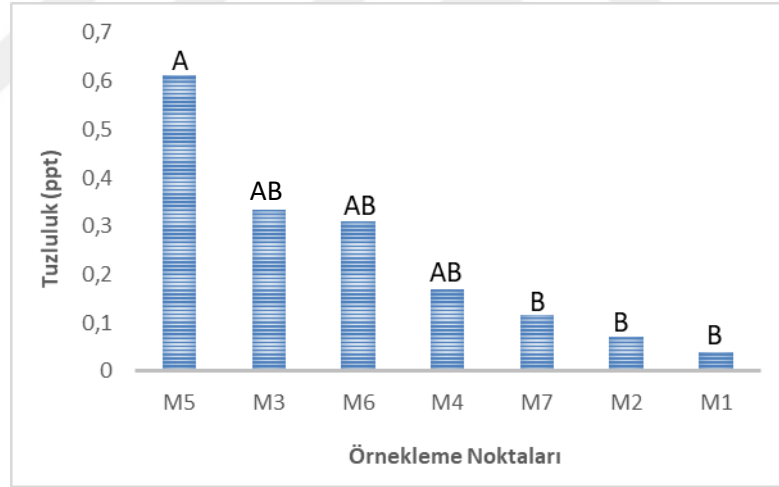
	Min. Tuzluluk	Maks. Tuzluluk	Ortalama Tuzluluk
Murgul Dere Havzası	0.02	0.9	0.24

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, tuzluluk değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme noktaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 34) ve tuzluluk en fazla maden ve yerleşim arazi kullanımında (Şekil 40), örnekleme noktalarına göre ise tuzluluk M5 noktasında en fazla olduğu görülmüştür (Şekil 41). Bu nokta da en fazla tuzluluk görülmesinin sebebi, Murgul'da işletilen maden ocağından gelen sudan alınan örnekleme noktası olduğundan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Arazi kullanımı açısından, yerleşim arazi kullanımında (Mutfak çöpleri, ambalaj atıkları, (Sayar, 2012), boyalar, kanalizasyon vb.) maden arazi kullanımında (taş ocağı çukuruna doldurulan kirletici atıklar yeraltı sularına sızması (Kantarıcı, 2015), ağır metallerden kaynaklanan tuz vb. (Sütlaş,2003) akarsuya çeşitli atıkların karışmasıyla suda kirliliğin artması ve kalitesinin düşmesiyle tuzluluk

parametresi değeri artmış olduğu görülmektedir. Son olarak, örnekleme zamanı açısından değerlendirildiğinde ise MDH sularında tuzluluk oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).



Şekil 40. Murgul Deresi sularında ortalama tuzluluk değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 41. Murgul Deresi sularında ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, tuzluluğun iletkenlik ile pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$) (Tablo 33).

Yıldırım (2019) tarafından su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Murgul, Hatıla, Fabrika, Godrahav Havzaları ile Borçka baraj rezervuarında yapılan benzer bir çalışmada da tuzluluk değerleri bakımından MDH'de ise 0.15 ppt olarak bulunmuş ve bizim çalışmamızdaki değerlerden oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bir diğ er araştırmada ise ifti (2015), Seydisuyu (Eskişehir) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, ortalama tuzluluk değerlerinin mevsimsel bazda sonbaharda 0.28 g/L, kışın 0.24 ppt, ilkbaharda 0.27 ppt ve yaz aylarında ise 0.3 ppt şeklinde bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere Seydisu Havzasında sudaki tuzluluk oranları mevsimlere göre ciddi bir değerlik göstermemiş olup MDH'da ise aynı şekilde mevsimsel bazda değerlik göstermediği tespit edilmiştir. Son olarak, Gökpınar ve Çürüksu aylarının su kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ortalama tuzluluk değerleri 0.04-1.65 g/L arasında bulunmuştur (Turan ve Ülkü, 2012) ki bu değerlerin FDH'nda ölçülen değere daha yakın oldukları söylenebilir.

Sıcaklık

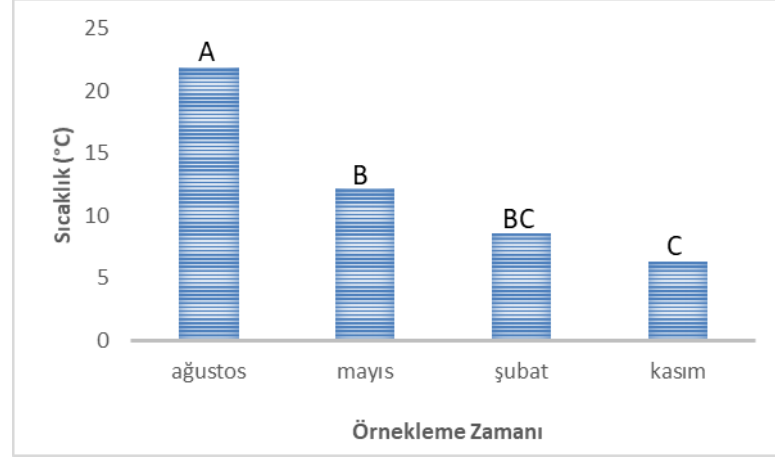
Doğal sularda sıcaklık değerleri, YSKY'ya göre ≤ 25 ve SD'ye göre ise 12-25 °C olması ön görülmektedir (Tablo 1). MDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 26'da gösterilmektedir.

Tablo 26. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama sıcaklık değerleri.

	Min. Sıcaklık	Maks. Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
Murgul Dere Havzası	2.8	27	12.25

MDH'deki sıcaklık değerleri YSKY ve SD'ye göre minimum ve ortalama sıcaklık değerleri sınır değerlerinin altında, maksimum sıcaklık ise sınır değerlerin üstünde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, sıcaklık değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme noktaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Son olarak örnekleme zamanı açısından değerlendirdiğinde ise MDH sularında sıcaklık oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 34) ve sıcaklık beklendiği üzere en yüksek Ağustos ayında olduğu görülmektedir (şekil 42).



Şekil 42. Murgul Deresi sularında ortalama sıcaklık değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, sıcaklığın tuzluluk ile pozitif yönde ($p < 0.01$) ve DO ile ise negatif yönde ($p < 0.05$) anlamlı bir ilişki vardır (Tablo 33).

Yıldırım (2019) tarafından su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Murgul, Hatıla, Fabrika, Godrahav Havzaları ile Borçka baraj rezervuarında yapılan benzer bir çalışmada sıcaklık değerleri bakımından MDH’da ortalama 9.3 °C olarak bulunmuş ve bizim çalışmamızdaki değerlere yakın sonuçlar elde etmiştir.

Diğer bir çalışmada ise Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz Havzasında su kalitesinin mevsimsel değişimini belirlemeye yönelik, 11 farklı akarsuyun mansabından ölçüm yapılmış ve yıllık ortalama sıcaklıkları Melet 15.98 °C, Pazarsuyu 16.83 °C, Aksu 16,73 °C, Harşit 14.99 °C, Değirmendere 15.06 °C, Solaklı 14.64 °C, İyidere 14.02 °C, Büyükdere 15.42 °C, Fırtına 13.95 °C, Çağlayan 15.39 °C, Kapistre 15.50 °C olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere bakıldığında MDH mansabında ölçülen su sıcaklığı mevsimlere bağlı değişim göstermekle birlikte ortalama 14.82 °C olduğu tespit edilmiş ve Doğu Karadeniz Havzasında belirlenen değerlere, yakın olduğu görülmektedir. Diğer bir çalışmada ise Çiftçi (2015) tarafından Seydisuyu (Eskişehir) Havzası’nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin mevsimsel bazda ortalamaları kış mevsimi, 8.83 °C, sonbahar ve ilkbahar mevsimleri 18.95 °C ve yaz mevsimi ise ortalama 21.13 °C olduğu tespit edilmiştir, MDH’de mevsimler bazında kış mevsiminde ortalama 8.31 °C ve benzer düzeyde olduğu, sonbahar mevsiminde 6.31 °C, ilkbahar mevsiminde ise 12.16 °C olduğu tespit edilmiş ve Seydisuyu Havzasında ki değerlerden oldukça

düşük olduğu, yaz mevsimi bakımından MDH’de 21.91 °C olan sıcaklık değeri ise oldukça yakın düzeyde olduğu gözlenmektedir.

İletkenlik

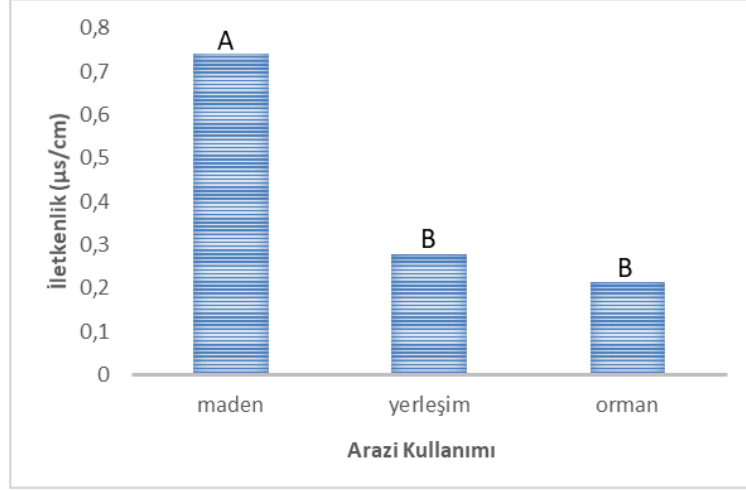
Doğal sularda iletkenlik değerleri, YSKY’ya göre <400 µs/cm ve SÇD’ye göre ise 400 µs/cm olması ön görülmektedir (Tablo 1). MDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 27’de gösterilmektedir.

Tablo 27. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama iletkenlik değerleri.

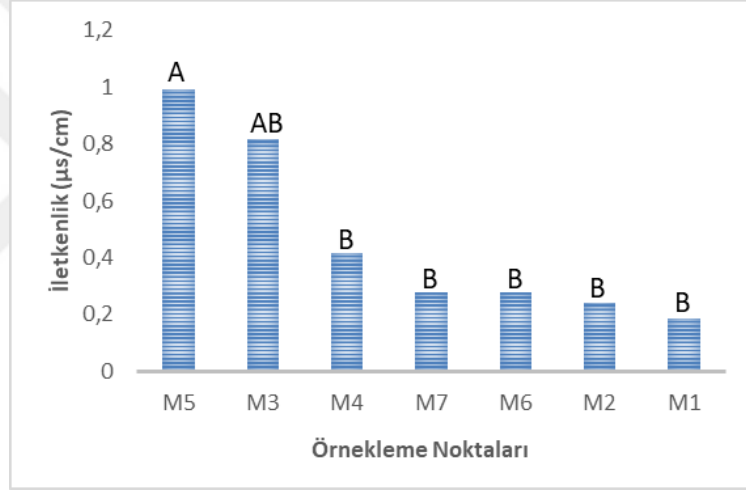
	Min. İletkenlik	Maks. İletkenlik	Ortalama İletkenlik
Murgul Dere Havzası	20	1638	443.89

MDH’deki iletkenlik değeri YSKY ve SÇD’ye göre minimum iletkenlik değeri sınır değerinin altında kalmaktadır, diğer bir yandan maksimum ve ortalama iletkenlik değerleri ise sınır değerinin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, iletkenlik değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme noktaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 34) ve iletkenlik en fazla maden ve yerleşim arazi kullanımında (Şekil 43), örnekleme noktalarına göre ise tuzluluk M5 noktasında en fazla olduğu görülmüştür (Şekil 44). Şehir yerleşiminden suya karışan maddeler su içerisinde ki çözülmüş madde derişimini arttırarak iletkenliğin de artmasına sebebiyet vermiştir. İletkenlik ve çözülmüş madde arasında doğrudan bir ilişki vardır (Chapman, 1996). (bknz. Sayfa 75-76. maden arazi kullanımının su kalitesine etkisi) Son olarak örnekleme zamanı açısından değerlendirildiğinde ise MDH sularında iletkenlik oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).



Şekil 43. Murgul Deresi sularında ortalama iletkenlik değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 44. Murgul Deresi sularında ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi

Yapılan çalışmalarda, Çiftçi (2015) tarafından Seydisuyu Havzası'nda yapılan çalışmada 3 ve 5 no.lu istasyonlar olan Çatören ve Kunduzlar baraj göllerinde ölçülen ortalama iletkenlik değerleri sırayla 534 ve 573 µs/cm, Turan ve Ülkü (2012) tarafından yapılan çalışmada Gökpınar ve Çürüksu çaylarının iletkenlik değerleri 663-3313 µs/cm arasında olduğu, Tunca ve ark., (2012) Yeniçağa Gölü'nde yapılan bir çalışmada iletkenlik değeri, 439 µs/cm ve son olarak Elmacı ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada Uluabat Gölü'nde iletkenlik değeri 555.75 µs/cm olarak bulunmuş ve MDH'deki ortalama iletkenlik değerinin benzer çalışmalara yakın düzeyde olduğu gözlenmiştir.

Çözünmüş Oksijen (DO)

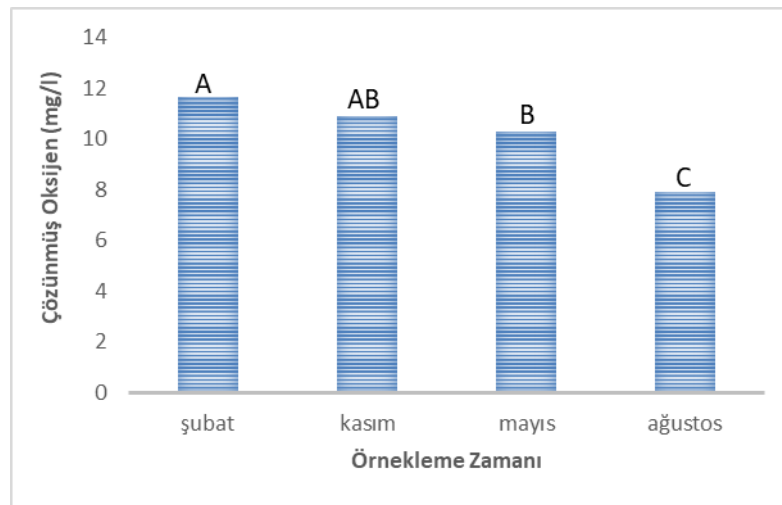
Doğal sulara çözünmüş oksijen değerleri, YSKY'ya göre >8 mg/l ve SÇD'ye göre ise 7 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). MDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 28'de gösterilmektedir.

Tablo 28. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama DO değerleri.

	Min. DO	Maks. DO	Ortalama DO
Murgul Dere Havzası	6.74	12.13	10.20

MDH'deki çözünmüş oksijen değeri YSKY ve SÇD'ye göre minimum çözünmüş oksijen sınır değerlerin altındadır diğer bir yandan ise maksimum ve ortalama değerler ise sınır değerler üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, çözünmüş oksijen değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme noktaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Son olarak örnekleme zamanı açısından değerlendirdiğinde ise MDH sularında çözünmüş oksijen oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 34) ve çözünmüş oksijen en yüksek Şubat, Kasım ve Mayıs ayında görülmüştür (Şekil 45). Ortaya çıkan bu mevsimsel farklılık, çözünmüş oksijen basınç ile artar ve sıcaklık ile azalır durumu ile açıklanabilmektedir.



Şekil 45. Murgul Deresi sularında ortalama çözünmüş oksijen değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, DO'nun iletkenlik ($p < 0.05$) ve tuzluluk ($p < 0.01$) ile negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır (Tablo 33).

Yapılan çalışmalarda, Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, MDH'de ortalama DO değeri 11.1 olduğu tespit edilmiş ve bizim çalışmamızla oldukça yakın sonuç olduğu görülmektedir.

Benzer diğer çalışmalarda ise Koralay (2015) tarafından Solaklı Deresi (Trabzon) Havzası'nda bulunan NT-HES'lerin su kalitesine etkilerinin araştırıldığı, çözünmüş oksijen değerlerinin 6.2 – 13.6 mg/l arasında olduğu, Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz Havzasında su kalitesinin mevsimsel değişimini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada, 11 farklı akarsuyun mansabından ölçüm yapılmış ve yıllık ortalama çözünmüş oksijen 7.8 ile 11.44 mg/l arasında değiştiği, Sönmez (2015) tarafından Karmuç Çayı (Van gölüne çıkı yapan) su kalitesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada çözünmüş oksijen değerlerinin 7.02 ile 9.77 mg/l arasında değiştiği tespit edilmiş ve bizim çalışmamızda ki ortalama iletkenlik değerinin bu çalışmalara yakın olduğu görülmektedir.

Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

Doğal sularda toplam çözünmüş madde değerleri, YSKY ve SÇD'ye göre belirlenen bir kriter bulunmamaktadır. Literatüre bakıldığında ise TDS konsantrasyonunun dağlık alanlarda ki akarsularda ortalama değerin 200 mg/l olduğu belirlenmiştir (Kent ve Belitz, 2004). MDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 29'da gösterilmektedir.

Tablo 29. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama TDS değerleri.

	Min. TDS	Maks. TDS	Ortalama TDS
Murgul Dere Havzası	40.3	877.5	216.40

MDH'deki minimum TDS değeri Kent ve Belitz sınır değerinin altında kalmaktadır. Diğer bir yandan maksimum ve ortalama TDS değerleri ise sınır değerinin çok üstünde olduğu görülmüştür.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, toplam çözünmüş madde değerlerinde arazi kullanımı, örnekleme noktaları ve zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, TDS'nin hiçbir parametre ile ilişkisi tespit edilmemiştir (Tablo 33).

Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, MDH'da ölçülen TDS değerleri ortalama 209 mg/l olduğu tespit edilmiş ve bizim çalışmamızla oldukça yakın sonuçlar olduğu görülmektedir. Yapılan diğer çalışmalarda ise Gültekin ve ark., (2012) tarafından Trabzon İl sınırları içerisindeki akarsularda TDS değerlerinin 21-319 mg/l arasında değiştiği, Turan ve Ülkü (2012) tarafından Gökpınar ve Çürüksu çaylarının su kalitesini belirlemeye yönelik bir çalışmada ise çözünmüş katı madde derişimleri 305-1682 mg/L arasında bulunmuş ve sonuç olarak bizim çalışmamızdaki TDS değerlerinden oldukça yüksek değerlerin elde edildiği görülmektedir.

pH

Doğal sularda pH değerleri, YSKY ve SÇD'ye göre 6,5- 8,5 olması ön görülmektedir (Tablo 1). MDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 30'da gösterilmektedir.

Tablo 30. Murgul Deresi ölçüm noktalarındaki pH değerlerinin en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.

	Min. pH	Maks. pH	Ortalama pH
Murgul Dere Havzası	3.26	8.32	7.32

MDH'deki TDS değeri YSKY ve SÇD'ye göre minimum değer sınır değerinin altındadır ve asidik özellik göstermektedir bununla birlikte maksimum ve ortalama pH değerleri sınır değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, pH değerlerinde arazi kullanımı, örnekleme noktaları ve zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, pH'ın TDS ile ise negatif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$) (Tablo 33).

Yapılan benzer çalışmalarda, Zeybek ve Kalyoncu (2016) tarafından Antalya'nın Kargı Çayı'nda yapılan bir çalışmada pH değerler ortalama 7.87– 8.26 arasında, Akçay ve ark. (2003) tarafından Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinde yapılan bir çalışmada alınan su örneklerinde saptanan pH değerleri sırasıyla 7.9- 8.2 ve 8- 8.3 arasında olduğu belirlenmiş ve bizim çalışmamızın ortalama pH değeri ile oldukça yakın sonuçlarda olduğu tespit edilmiştir. Son olarak Taş ve Çetin (2011) tarafından Gököl'de yapılan bir çalışmada ortalama pH değeri 6 – 6.31 olduğu belirlenmiş ve bizim yaptığımız çalışmadan daha düşük sonuçlar olduğu tespit edilmiştir.

Amonyum ($\text{NH}_4\text{-N}$)

Doğal sularda amonyum değerleri, YSKY'ya göre < 0.2 mg/l, SÇD'ye göre ise 0.3 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). MDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri Tablo 31'de gösterilmektedir.

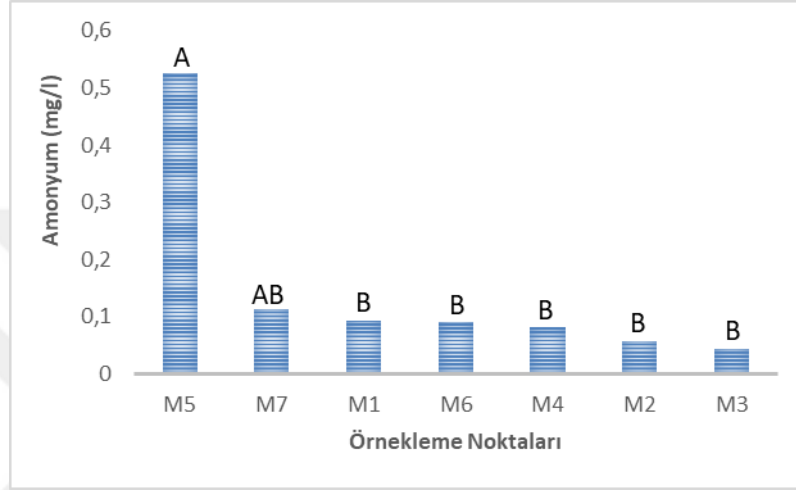
Tablo 31. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama amonyum değerleri.

	Min. Amonyum	Maks. Amonyum	Ortalama Amonyum
Murgul Dere Havzası	0.01	1.21	1.15

MDH'deki amonyum değeri YSKY ve SÇD'ye göre minimum değer sınır değerinin altındadır, diğer yandan, maksimum ve ortalama değerler ise sınır değerlerinin oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, amonyum değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan örnekleme noktaları açısından değerlendirdiğinde ise MDH sularında amonyum oranları bağlamında istatistiksel

olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 34) ve amonyumun en yüksek değerleri M5 ve M7 noktalarında görülmüştür (Şekil 46). Detaylı incelendiğinde M5 noktası maden arazi kullanımında, M7 noktanın ise yerleşim arazi kullanımında olduğu görülmektedir. Amonyum, kanalizasyon, katı atık, ağır metal fazlalığı gibi sebeplerle suda fazlalaştığından dolayı M5 ve M7 noktalarında bu gibi sebeplerden dolayı fazla görüldüğü tespit edilmiştir.



Şekil 46. Murgul dere sularında amonyum değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, amonyum'un tuzluluk ($p < 0.05$) ve TDS ($p < 0.01$) ile pozitif yönde, diğer yandan ise DO ile negatif yönde ($p < 0.05$) anlamlı bir ilişkisi vardır (Tablo 33).

Yıldırım (2019) tarafından Borçka Barajı (Artvin) Havzası'nda su ve sediment kalitesinin belirlenmesi amacıyla ölçülen değerlerin, FDH'de amonyum değerleri ortalama 0.11 mg/l olduğu tespit edilmiş ve çalışmamızda tespit edilen sonuçlarda amonyum değerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Yapılan diğer çalışmalarda ise Taş ve Çetin (2011) tarafından Gökgöl'de amonyum değerleri 0.22- 1.2 mg/L arasında olduğu, Elmacı ve ark. (2010) tarafından Uluabat Gölü'nde 0.56 mg/L, ve son olarak Akçay ve ark. (2003) tarafından Büyük Menderes nehrinde yapılan bir çalışmada 0.05- 0.55 mg/L; Gediz Nehri'nde ise 0.05- 0.46 mg/L arasında $\text{NH}_3 +$ (amonyak) değeri tespit edilmiş ve çalışmamızla yakın sonuçlar olduğu görülmektedir.

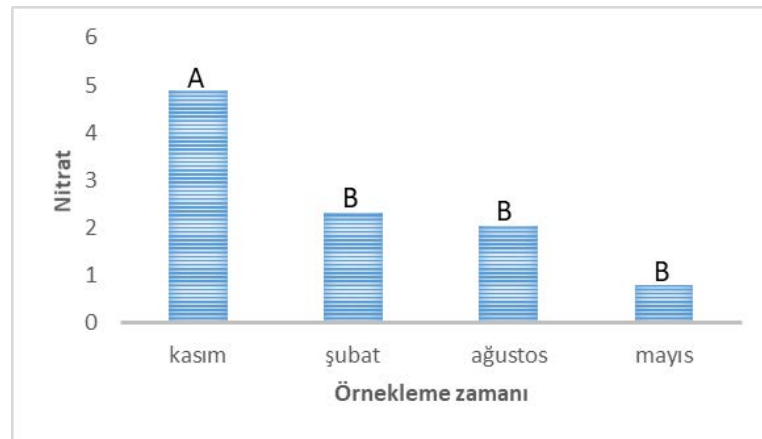
Nitrat (NO₃-N)

Doğal sularda nitrat değerleri, YSKY'ya göre <5 mg/l olması ön görülmektedir (Tablo 1). MDH ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 32'de gösterilmektedir.

Tablo 32. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama nitrat değerleri.

	Min. Nitrat	Maks. Nitrat	Ortalama Nitrat
Murgul Dere Havzası	0.1	8.1	2.51

MDH'deki nitrat değeri YSKY'ya göre minimum ve ortalama değerler sınır değerinin altındadır, diğer yandan maksimum değer ise sınır değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, nitrat değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 34). Diğer bir yandan örnekleme zamanı açısından değerlendirdiğinde ise MDH sularında nitrat oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 34) ve nitratın en yüksek değerleri Kasım ayında görülmüştür (Şekil 47). Bunun sebebi olarak, Kasım ayında yağışın başlaması ile derenin üst bölümlerinde ki maden alanlarından, alt bölümündeki yerleşim alanından kalitesi bozulmuş toprağın taşınarak dereye karışması ile su' da nitrat fazlalığına sebebiyet verdiği düşünülmektedir.



Şekil 47. Murgul Deresi sularında ortalama nitrat değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, nitrat'ın hiçbir parametre ile ilişkisi tespit edilmemiştir (Tablo 33).

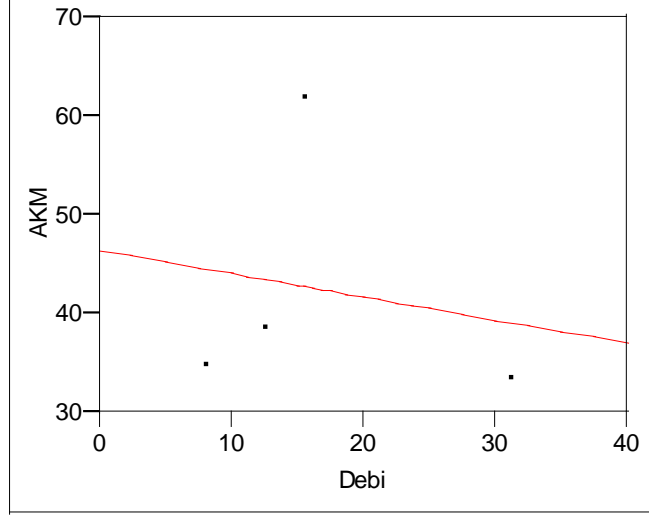
Yapılan çalışmalarda, Serdar (2015) tarafından Doğu Karadeniz'de NO₃-N değerlerinin yıl boyunca 0.094 – 2.396 mg/l arasında olduğu, Kibena ve ark., (2014) tarafından Zimbabve'de Manyame Nehri Havzası'nın üst kısımlarında yapılan bir çalışmada NO₃-N ölçümlerinin yağışın olduğu dönemde 0.020 – 1.890 mg/l arasında, kuru dönemde ise 0.006 – 2.870 mg/l arasında olduğu, Lalchhingpui ve ark. (2011) tarafından Hindistan'da bulunan Tlawng Nehri'nde yapılan bir çalışmada ise nitrat değeri 0.02- 0.32 mg/L arasında değişmekte olduğu tespit edilmiş ve çalışmamızda elde edilen nitrat değerinin bu değerlerle yakın sonuçlar olduğu görülmektedir.

Tablo 33. Murgul Deresi sularında YSİ parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler	Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları	
tuzluluk	iletkenlik	0,6474	0,0002	
DO	iletkenlik	-0,4667	0,0123	
DO	tuzluluk	-0,5568	0,0021	
NH4	tuzluluk	0,4679	0,0120	
NH4	TDS	0,6582	0,0001	
NH4	DO	-0,3786	0,0470	
sicaklik	tuzluluk	0,4409	0,0189	
sicaklik	DO	-0,8732	0,0000	
pH	TDS	-0,6118	0,0005	

Askıda Katı Madde (AKM)

4 mevsim olarak örnekleme noktalarının son noktasından alınan AKM için yine aynı şekilde alınan Debi örnekleme noktaları arasında yapılan Regresyon analizine göre, AKM ve Debi arasında %3.1 oranında bir ilişki vardır ($R^2=0,031008$) (Şekil 48).



Şekil 48. Murgul deresi sularında regresyon analizi sonucu AKM'nin debiye bağlı değişimi.

Burada beklendiği üzere, Murgul deresinin üst kısmında bulunan ve 68 yıldır işletilmekte olan bakır maden ocağının, alt kısmında bulunan şehir yerleşkesinin etkisiyle AKM fazlalığı söz konusudur. Burada suya karışan yerleşim kaynaklı evsel artıklar, maden ocağından karışan toksik maddeler, hafriyat, atık sular vb. maddelerin dere boyunca birikerek, AKM fazlalığına sebep olduğu tespit edilmiştir. (EK-15.) Buna ek olarak ise yapılan birçok çalışmada akım-sediment arasında pozitif anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir (Çelebi ve ark., 1997; Shugar et al., 2010; Koralay ve ark., 2014). Doğan Demir ve Demir tarafından (2016) yapılan bir çalışmada ise debi ve sediment değerleri arasındaki ilişki incelenmiş ve debi artışına paralel olaraktan taşınan sediment miktarının arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 49. Murgul Deresi AKM örnekleri alınan örnekleme noktasına ait bazı görüntüler.

Tablo 34. Havza bazında su kalitesi parametrelerinin varyans analiz değerleri (p ve f).

Arazi Kullanımı	F Değeri Fabrika	P Değeri	F Değeri Murgul	P Değeri
DO	0,2479	0,7823	0,4977	0,6138
İletkenlik	4,2942	0,0249	6,3512	0,0059
NH4	8,3868	0,0016	1,0585	0,3620
NO3	0,4606	0,8294	0,2582	0,7745
PH	0,8927	0,4222	1,8169	0,1443
Sıcaklık	0,7657	0,4756	1,9229	0,1672
Tuzluluk	5,5214	0,0103	4,5819	0,0202
TDS	5,7710	0,0087	0,9040	0,4178

Örnekleme Noktası	F Değeri Fabrika	P Değeri	F Değeri Hatıla	P Değeri	F Değeri Murgul	P Değeri
DO	0,1221	0,9924	0,7458	0,6193	0,2827	0,9387
İletkenlik	1,2961	0,3018	0,0073	1,0000	3,1565	0,0229
NH4	3,5570	0,0137	1,7256	0,1643	3,3096	0,0188
NO3	1,0990	0,3488	0,2378	0,9590	0,5969	0,7295
PH	0,4711	0,8220	0,0214	0,9999	1,7353	0,1969
Sıcaklık	0,2369	0,9594	0,0591	0,9990	0,7007	0,6522
Tuzluluk	1,7101	0,1680	0,7557	0,6122	3,9604	0,0083
TDS	1,7751	0,1531	0,0109	1,0000	2,3920	0,0642

Örnekleme Zamanı	F Değeri Fabrika	P Değeri	F Değeri Hatıla	P Değeri	F Değeri Murgul	P Değeri
DO	101,1776	<.0001	6,4205	0,0024	34,1818	<.0001
İletkenlik	9,3531	0,0003	1114,357	<.0001	2,5999	0,0755
NH4	1,8722	0,1613	2,7904	0,0622	1,2123	0,3267
NO3	20,1442	<.0001	26,3955	<.0001	7,8485	0,0008
PH	10,7049	0,0001	33,9290	<.0001	2,5612	0,0786
Sıcaklık	74,6683	<.0001	303,3842	<.0001	25,8659	<.0001
Tuzluluk	8,7410	0,0004	3,0832	0,0464	0,8701	0,4702
TDS	8,3964	0,0005	422,5765	<.0001	0,1980	0,8967

3.1.2. Sediment Parametreleri

3.1.2.1. Fabrika Deresi

pH

FDH ölçüm noktalarında pH parametresine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 35'te gösterilmektedir.

Tablo 35. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.

	Min. pH	Maks. pH	Ortalama pH
Fabrika Dere Havzası	7.43	7.7	7.54

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre pH değerlerinde arazi kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 56).

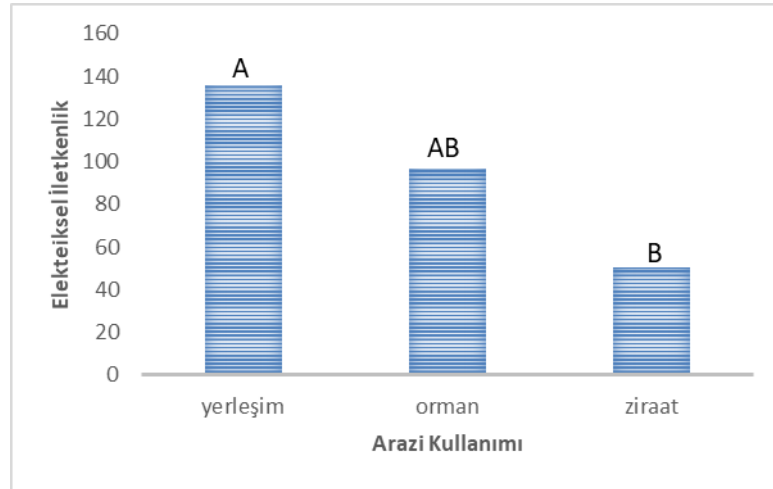
Elektriksel İletkenlik (Eİ)

FDH ölçüm noktalarında elektriksel iletkenlik parametresine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 36'da gösterilmektedir.

Tablo 36. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama Eİ değerleri.

	Min. Eİ.	Maks. Eİ.	Ortalama Eİ.
Fabrika Dere Havzası	35.9	156.9	88.09


Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre elektriksel iletkenlik değerlerinde arazi kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 56) ve elektriksel iletkenliğin en yüksek değerleri yerleşim alanında olduğu görülmüştür (Şekil 50).



Şekil 50. Fabrika Deresi sularında ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, elektriksel iletkenliğin pH ile ilişkisi tespit edilmemiştir (Tablo 37).

Tablo 37. Fabrika Deresi sularında pH ve Elektriksel İletkenlik parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler	Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları	
EI	pH	-0,6384	0,1228	

Tekstür

Fabrika Deresi ölçüm noktalarında tekstür parametresine bağlı kum, toz ve kile ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 38’de gösterilmektedir.

Tablo 38. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tekstür değerleri.

	Min. Tekstür.	Maks. Tekstür	Ortalama Tekstür
Fabrika Dere Havzası	%	%	%
Kum	73.63	86.47	79.37
Silt	10.71	24.16	17.60
Kil	2.21	3.92	3.03

FDH tekstür değerleri, kum ortalama %79.37, silt % 17.60, kil değeri ise %3.03 olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda Karakoca (2013) tarafından alınan sediment örneklerinde tekstür değerleri I. (Eylül) % 23,08 (kum), % 45,22 (silt), % 20,01 (kil) olduğu, II. Değerler ise (Nisan) % 15,43 (kum), % 55,16 (silt), % 27,45 (kil) oranında olduğu tespit edilmiş ve yapılan çalışmamızdaki tekstür değerleri benzer sonuçlar olmadığı tespit edilmiştir.

Ağır Metaller

FDH ölçüm noktalarında ağır metal parametrelerine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 39’da gösterilmektedir.

Tablo 39. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama ağır metal değerleri.

	Min. Ağır Metal	Maks.	Ortalama
Fabrika Dere Havzası			
As	0	0	0
Pb	0	8.31	1.20
Cd	0	0	0
Hg	0	143.3	20.86
Fe	0	20970	3029,09
Zn	0	52.02	7.55
Cu	0	27.53	3.95

Fabrika Deresi arazi noktalarında ölçülen ağır metal değerleri sırayla,

Pb, MacDonald ve ark. (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (170 mg/l) toksik etki seviyesinin çok altında olduğu ve literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Milenkovic ve ark. (2005) Danube Nehri'nde (Sırbistan) alınan sediment örneklerinde ölçülen kurşun değerleri 2.85-43.6 arasında olduğu ve Kim ve ark. (2011) tarafından Han Nehri'nde (Kore) yapılan diğer bir çalışmada ise, sediment örneklerinde kurşun değerleri 14.2-96.6 mg/kg aralığında tespit edilmiş olup yapmış olduğumuz çalışmamızda ki kurşun değerleri bu çalışmalardan düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Diğer bir yandan Aprile ve Bouvy (2008) tarafından Tapacura Nehri'nde (Brezilya) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde kurşun değerleri <0.01-1.31 mg/g aralığında olduğunu tespit edilmiş ve çalışmamızla benzer sonuçlar içerdiği görülmektedir.

Hg, MacDonald ve ark. (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (1 mg/l) toksik etki seviyesinin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, He ve ark. (2019) tarafından Yangtze Nehrinde (Çin) yapılan sediment kalitesine yönelik çalışmada, Civa değerleri minimum 0.02 mg/kg, maksimum 2.42 mg/kg aralığında olduğu, diğer bir çalışmada ise Ma. Ve ark. (2019) tarafından nehir sedimentinin ağır metal bakımından Civa değerlerinin minimum 0.045 mg/kg, maksimum 1.98 mg/kg aralığında olduğu tespit edilmiş bu çalışmalara kıyasla yapmış olduğumuz çalışmamızla belirlenen civa değerlerinin yüksek seyirde olduğu tespit edilmiştir. Civa, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından halk sağlığı ile ilgili en önemli 10 kimyasaldan biri olarak listelenmiştir ve sulu bir ortam içinde olduğunda çok daha tehlikeli olduğunu tespit etmişlerdir. (Ullrich ve ark., 2001).

Zn, MacDonalds ve arkadaşlarının (2000) belirlediği maksimum ve ortalama çinko değerleri (540 mg/l) toksik etki seviyesinin çok az altında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Greaney (2005) tarafından Panama Körfezi'nde yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde çinko değerleri 5.6-224.8 mg/kg aralığında, Ghrefat ve Yusuf (2006) tarafından Wadi Al-Arab Barajı'nda (Ürdün) yapılan bir çalışmada çinko değerleri 170-960 mg/kg aralığında ve son olarak Barakat ve ark. (2012) tarafından Day Nehri'nde (Fas) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde çinko değerleri 49.84-149.19 mg/kg aralığında olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmada ki çinko değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Cu, MacDonalds ve arkadaşlarının (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (86 mg/l) toksik etki seviyesinin çok altında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Bellucci ve ark. (2003) tarafından Martil Nehri'nde (Fas) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde bakır değerleri 10.4-732 aralığında olduğu, Greaney (2005) tarafından Panama Körfezi'nde yapılan bir çalışmada ise, bakır değerleri 1.75-94 mg/kg aralığında olduğu, son olarak Rodríguez-Barroso ve ark. (2009) tarafından Suani Nehri'nde (Fas) sediment örneklerinde bakır değerleri 6.5-65.3 mg/kg olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmada ki bakır değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

(**Cd ve As** örnekleme noktalarında saptanamadı; **Fe**, MacDonalds ve arkadaşlarının (2000) tarafından sınır değeri tespit edilmemiştir.)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre bakır, civa, çinko, demir, kadmiyum ve kurşun değerlerinde arazi kullanımını açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 56). Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, Hg ile Pb arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Fe ile Pb arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Zn ile Pb, Hg ve Fe arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$). Son olarak Cu ile Hg, Fe ve Zn arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p<0.01$) (Tablo 40).

Tablo 40. Fabrika Deresi sularında Ağır Metal parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler		Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
Hg	Pb	1,0000	0,0000	
Fe	Pb	1,0000	0,0000	
Fe	Hg	1,0000	0,0000	
Zn	Pb	1,0000	0,0000	
Zn	Hg	1,0000	0,0000	
Zn	Fe	1,0000	0,0000	
Cu	Pb	1,0000	0,0000	
Cu	Hg	1,0000	0,0000	
Cu	Fe	1,0000	0,0000	
Cu	Zn	1,0000	0,0000	

Toplam Karbon, Hidrojen, Azot, Kükürt (CHNS)

FDH ölçüm noktalarında CHNS parametrelerine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 41’de gösterilmektedir.

Tablo 41. Fabrika Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama CHNS değerleri.

	Min. CHNS.	Maks. CHNS	Ortalama CHNS
Fabrika Dere Havzası	%	%	%
Karbon	0.36	1	0.69
Hidrojen	0.375	0.61	0.46
Azot	0.05	0.07	0.06
Kükürt	0.01	0.17	0.05

Toprakta bulunan toplam karbon, hidrojen, azot ve kükürt için belli bir sınır değeri literatürde mevcut değildir.

Yapılan çalışmalarda Temporetti vd. (2001) tarafından Alicura Rezervuar'ında sediment kalitesine yönelik bir araştırmada, toplam azot oranı ise % 0,10 ile % 0,80, toplam karbon değeri ise % 0,90 ile % 2,80 arasında olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmamızla yakın sonuçlar olduğu görülmektedir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre karbon, hidrojen, azot ve kükürt değerlerinde arazi kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 56).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, azot ile karbon ($p < 0.01$), kükürt ile hidrojen ($p < 0.05$) arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 42).

Tablo 42. Fabrika Deresi sularında CHNS parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler		Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
Azot	Karbon	0,9649	0,0004	
Kükürt	Hidrojen	0,7601	0,0473	

3.1.2.2. Hatila Deresi

pH

HDH ölçüm noktalarında pH parametresine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 43'te gösterilmektedir.

Tablo 43. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.

	Min. pH	Maks. pH	Ortalama pH
Hatila Dere Havzası	7.27	7.47	7.40

Elektriksel İletkenlik (Eİ)

HDH ölçüm noktalarında elektriksel iletkenlik parametresine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 44'te gösterilmektedir.

Tablo 44. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama Eİ değerleri.

	Min. Eİ.	Maks. Eİ.	Ortalama Eİ.
Hatila Dere Havzası	27.5	47.2	33.01

Tekstür

HDH ölçüm noktalarında tekstür parametresine bağlı kum, toz ve kile ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 45'te gösterilmektedir.

Tablo 45. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tekstür değerleri.

	Min. Tekstür.	Maks. Tekstür	Ortalama Tekstür
Fabrika Dere Havzası	%	%	%
Kum	90.76	96.87	94.76
Silt	0.73	8.51	3.48
Kil	0.36	3.76	1.76

Hatila Dere Havzasında tekstür değerleri, kum ortalama %94.76, silt % 3.48, kil değeri ise %1.76 olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda Karakoca (2013) tarafından alınan sediment örneklerinde tekstür değerleri I. (Eylül) % 23.08 (kum), % 45.22 (silt), % 20.01 (kil) olduğu, II. Değerler ise (Nisan) % 15.43 (kum), % 55.16 (silt), % 27.45 (kil) oranında olduğu tespit edilmiş ve yapılan çalışmamızdaki tekstür değerleri benzer sonuçlar olmadığı tespit edilmiştir.

Ağır Metaller

HDH ölçüm noktalarında ağır metal parametrelerine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 46’da gösterilmektedir.

Tablo 46. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama ağır metal değerleri.

	Min. Ağır Metal	Maks.	Ortalama
Hatila Dere Havzası			
As	0	0	0
Pb	0	0.03	0.05
Cd	0	0	0
Hg	0.97	1.23	1.07
Fe	129	174.9	149.88
Zn	0.22	0.31	0.27
Cu	0.06	0.21	0.15

HDH arazi noktalarında ölçülen ağır metal değerleri sırayla,

Pb, MacDonald ve ark. (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (170 mg/l) toksik etki seviyesinin çok altında olduğu ve literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Milenkovic ve ark. (2005) Danube Nehri’nde (Sırbistan) alınan sediment örneklerinde ölçülen kurşun değerleri 2.85-43.6 arasında olduğu ve Kim ve ark. (2011) tarafından Han Nehri’nde (Kore) yapılan diğer bir çalışmada ise, sediment örneklerinde kurşun değerleri 14.2-96.6 mg/kg aralığında tespit edilmiş olup yapmış olduğumuz çalışmamızda ki kurşun değerleri bu çalışmalardan düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Diğer bir yandan Aprile ve Bouvy (2008) tarafından Tapacura Nehri’nde (Brezilya) yapılan bir çalışmada, sediment

örneklerinde kurşun değerleri <0.01-1.31 mg/g aralığında olduğunu tespit edilmiş ve çalışmamızla benzer sonuçlar içerdiği görülmektedir.

Hg, MacDonald ve ark. (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (1 mg/l) toksik etki seviyesinin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, He ve ark. (2019) tarafından Yangtze Nehrinde (Çin) yapılan sediment kalitesine yönelik çalışmada, Civa değerleri minimum 0.02 mg/kg, maksimum 2.42 mg/kg aralığında olduğu, diğer bir çalışmada ise Ma. Ve ark. (2019) tarafından nehir sedimentinin ağır metal bakımından Civa değerlerinin minimum 0.045 mg/kg, maksimum 1.98 mg/kg aralığında olduğu tespit edilmiş bu çalışmalara kıyasla yapmış olduğumuz çalışmamızla belirlenen civa değerlerinin yüksek seyirde olduğu tespit edilmiştir. Civa, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından halk sağlığı ile ilgili en önemli 10 kimyasaldan biri olarak listelenmiştir ve sulu bir ortam içinde olduğunda çok daha en tehlikeli olduğunu tespit etmişlerdir. (Ullrich ve ark., 2001).

Zn, MacDonalds ve arkadaşlarının (2000) belirlediği maksimum ve ortalama çinko değerleri (540 mg/l) toksik etki seviyesinin çok az altında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Greaney (2005) tarafından Panama Körfezi'nde yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde çinko değerleri 5,6-224,8 mg/kg aralığında, Ghrefat ve Yusuf (2006) tarafından Wadi Al-Arab Barajı'nda (Ürdün) yapılan bir çalışmada çinko değerleri 170-960 mg/kg aralığında ve son olarak Barakat ve ark. (2012) tarafından Day Nehri'nde (Fas) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde çinko değerleri 49.84-149.19 mg/kg aralığında olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmada ki çinko değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Cu, MacDonalds ve arkadaşlarının (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (86 mg/l) toksik etki seviyesinin çok altında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Bellucci ve ark. (2003) tarafından Martil Nehri'nde (Fas) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde bakır değerleri 10.4-732 aralığında olduğu, Greaney (2005) tarafından Panama Körfezi'nde yapılan bir çalışmada ise, bakır değerleri 1.75-94 mg/kg aralığında olduğu, son olarak Rodríguez-Barroso ve

ark. (2009) tarafından Suani Nehri'nde (Fas) sediment örneklerinde bakır değerleri 6.5-65.3 mg/kg olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmada ki bakır değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

(**As ve Cd**, ağır metalleri alanda tespit edilmemiştir; **Fe**, MacDonals ve arkadaşlarının (2000) tarafından sınır değeri tespit edilmemiştir.)

Toplam Karbon, Hidrojen, Azot, Kükürt (CHNS)

HDH ölçüm noktalarında CHNS parametrelerine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 47'de gösterilmektedir.

Tablo 47. Hatila Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama CHNS değerleri.

	Min. CHNS.	Maks. CHNS	Ortalama CHNS
Hatila Dere Havzası	%	%	%
Karbon	0.14	0.67	0.3
Hidrojen	0.33	0.49	0.40
Azot	0.02	0.04	0.03
Kükürt	0.16	3.42	1.09

Toprakta bulunan toplam karbon, hidrojen, azot ve kükürt için belli bir sınır değeri literatürde mevcut değildir.

Yapılan çalışmalarda Temporetti vd. (2001) tarafından Alicura Rezervuar'ında sediment kalitesine yönelik bir araştırmada, toplam azot oranı ise % 0.10 ile % 0.80, toplam karbon değeri ise % 0.90 ile % 2.80 arasında olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmamızda elde edilen sonuçların daha düşük değere sahip olduğu görülmektedir.

Hatila Deresi Havzasında arazi kullanımını sadece orman olduğundan dolayı istatistiksel olarak parametreler değerlendirilemedi.

3.1.2.3. Murgul Deresi

pH

MDH ölçüm noktalarında pH parametresine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 48’de gösterilmektedir.

Tablo 48. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama pH değerleri.

	Min. pH	Maks. pH	Ortalama pH
Murgul Dere Havzası	7.14	7.46	7.30

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre pH değerlerinde arazi kullanımını açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 56).

Elektriksel İletkenlik (Eİ)

MDH ölçüm noktalarında elektriksel iletkenlik parametresine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 49’da gösterilmektedir.

Tablo 49. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama Eİ değerleri.

	Min. Eİ.	Maks. Eİ.	Ortalama Eİ.
Murgul Dere Havzası	16.87	184.1	67.16

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre pH değerlerinde arazi kullanımını açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 56).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, elektriksel iletkenlik ile pH arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Tablo 50).

Tablo 50. Murgul Deresi sularında pH ve Eİ parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler	Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
Eİ	Ph	-0,8360	0,0191

Tekstür

Murgul Deresi ölçüm noktalarında tekstür parametresine bağlı kum, toz ve kile ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 51’de gösterilmektedir.

Tablo 51. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama tekstür değerleri.

	Min. Tekstür.	Maks. Tekstür	Ortalama Tekstür
Murgul Dere Havzası	%	%	%
Kum	71.91	98.33	85.90
Silt	0.37	28.09	12.90
Kil	0	2.04	1.19

MDH tekstür değerleri, kum ortalama %85.90, silt % 12.90, kil değeri ise %1.19 olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda Karakoca (2013) tarafından alınan sediment örneklerinde tekstür değerleri I. (Eylül) % 23.08 (kum), % 45.22 (silt), % 20.01 (kil) olduğu, II. Değerler ise (Nisan) % 15.43 (kum), % 55.16 (silt), % 27.45 (kil) oranında olduğu tespit edilmiş ve yapılan çalışmamızdaki tekstür değerleri benzer sonuçlar olmadığı tespit edilmiştir.

Ağır Metaller

MDH ölçüm noktalarında ağır metal parametrelerine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 52’de gösterilmektedir.

Tablo 52. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama ağır metal değerleri.

	Min. Ağır Metal	Maks.	Ortalama
Murgul Dere Havzası			
As	0	0	0
Pb	0	107.8	34.78
Cd	0	3.91	0.79
Hg	0.93	419.3	212.06
Fe	0	60570	40351.67
Zn	0	1176	294.14
Cu	0	4657	926.77

MDH örnekleme noktalarında ölçülen ağır metal değerleri sırayla,

Pb, MacDonald ve ark. (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (170 mg/l) toksik etki seviyesinin altında olduğu ve literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Milenkovic ve ark. (2005) Danube Nehri'nde (Sırbistan) alınan sediment örneklerinde ölçülen kurşun değerleri 2.85-43.6 arasında olduğu ve Kim ve ark. (2011) tarafından Han Nehri'nde (Kore) yapılan diğer bir çalışmada ise, sediment örneklerinde kurşun değerleri 14.2-96.6 mg/kg aralığında tespit edilmiş olup tespit edilmiş ve çalışmamızla benzer sonuçlar içerdiği görülmektedir. Diğer bir yandan Aprile ve Bouvy (2008) tarafından Tapacura Nehri'nde (Brezilya) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde kurşun değerleri <0.01-1.31 mg/g aralığında olduğunu tespit edilmiş ve çalışmamızdan düşük sonuçlar olduğu görülmektedir.

Hg, MacDonald ve ark. (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (1 mg/l) toksik etki seviyesinin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, He ve ark. (2019) tarafından Yangtze Nehrinde (Çin) yapılan sediment kalitesine yönelik çalışmada, Civa değerleri minimum 0.02 mg/kg, maksimum 2.42 mg/kg aralığında olduğu, diğer bir çalışmada ise Ma. Ve ark. (2019) tarafından nehir sedimentinin ağır metal bakımından Civa değerlerinin minimum 0.045 mg/kg, maksimum 1.98 mg/kg aralığında olduğu tespit edilmiş bu çalışmalara kıyasla yapmış olduğumuz çalışmamızla belirlenen civa değerlerinin yüksek seyirde olduğu tespit edilmiştir. Civa, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından halk sağlığı ile ilgili en önemli 10 kimyasaldan biri olarak listelenmiştir ve sulu bir ortam içinde olduğunda çok daha tehlikeli olduğunu tespit etmişlerdir. (Ullrich ve ark., 2001).

Zn, MacDonalds ve arkadaşlarının (2000) belirlediği maksimum ve ortalama çinko değerleri (540 mg/l) toksik etki seviyesinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Greaney (2005) tarafından Panama Körfezi'nde yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde çinko değerleri 5.6-224.8 mg/kg aralığında, Ghrefat ve Yusuf (2006) tarafından Wadi Al-Arab Barajı'nda (Ürdün) yapılan bir çalışmada çinko değerleri 170-960 mg/kg aralığında ve son olarak Barakat ve ark. (2012) tarafından Day Nehri'nde (Fas) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde çinko değerleri 49.84-149.19 mg/kg aralığında olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmada ki çinko değerlerinin yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerden çok fazla olduğu görülmektedir.

Cu, MacDonalds ve arkadaşlarının (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (86 mg/l) toksik etki seviyesinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Bellucci ve ark. (2003) tarafından Martil Nehri'nde (Fas) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde bakır değerleri 10,4-732 aralığında olduğu, Greaney (2005) tarafından Panama Körfezi'nde yapılan bir çalışmada ise, bakır değerleri 1.75- 94 mg/kg aralığında olduğu, son olarak Rodríguez-Barroso ve ark. (2009) tarafından Suani Nehri'nde (Fas) sediment örneklerinde bakır değerleri 6.5-65.3 mg/kg olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmada ki bakır değerlerinin yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerden çok fazla olduğu görülmektedir.

Cd, MacDonald ve ark. (2000) belirlediği maksimum ve ortalama değerlere göre (3 mg/l) toksik etki seviyesinin sınırında ve literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Amri ve ark. (2007) tarafından Sebou Nehri'nde (Fas) yapılan bir çalışmada, sediment örneklerinde kadmiyum değerleri 0.08-0.57 mg/kg aralığında olmuş olup, çalışmamızla uyumlu olduğu görülmektedir. Diğer bir yandan Aprile ve Bouvy (2008) Tapacura Nehri'nde (Brezilya) yapılan bir çalışmada ise kadmiyum değerleri <0.0005- 3.30 mg/g ve son olarak Barakat ve ark. (2012) Day Nehri'nde (Fas) yapılan bir çalışmada ise sediment örneklerinde kadmiyum 0.6-6.27 mg/kg aralığında tespit edilmiş olup, çalışmamızda ki kadmiyum değeri bu çalışmalarda ki parametrelerden daha az olduğu görülmektedir.

(**As** ağır metali alanda tespit edilmemiştir; **Fe**, MacDonals ve arkadaşlarının (2000) tarafından sınır değeri tespit edilmemiştir.)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre bakır, civa, çinko, demir, kadmiyum ve kurşun değerlerinde arazi kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 56).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, Cd ile Pb arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$). Fe ile Hg arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$). Zn ile Pb ($p < 0.05$) ve Cd ($p < 0.01$) arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. Son olarak Cu ile Pb, Hg ve Zn arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$) (Tablo 53).

Tablo 53. Murgul Deresi sularında Ağır Metal parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler		Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
Cd	Pb	0,8830	0,0084	
Fe	Hg	0,9811	0,0001	
Zn	Pb	0,8603	0,0130	
Zn	Cd	0,9871	0,0000	
Cu	Pb	0,8958	0,0064	
Cu	Cd	0,9994	0,0000	
Cu	Zn	0,9877	0,0000	

Toplam Karbon, Hidrojen, Azot, Kükürt (CHNS)

MDH ölçüm noktalarında CHNS parametrelerine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ise Tablo 54'te gösterilmektedir.

Tablo 54. Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük, en yüksek ve ortalama CHNS değerleri.

	Min. CHNS.	Maks. CHNS	Ortalama CHNS
Murgul Dere Havzası	%	%	%
Karbon	0.14	0.67	0.3
Hidrojen	0.33	0.49	0.40
Azot	0.02	0.04	0.03
Kükürt	0.16	3.42	1.09

Toprakta bulunan toplam karbon, hidrojen, azot ve kükürt için belli bir sınır değeri literatürde mevcut değildir.

Yapılan çalışmalarda Temporetti vd. (2001) tarafından Alicura Rezervuar'ında sediment kalitesine yönelik bir araştırmada, toplam azot oranı ise % 0.10 ile % 0.80, toplam karbon değeri ise % 0.90 ile % 2.80 arasında olduğu tespit edilmiş olup, yapmış olduğumuz çalışmamızda elde edilen sonuçların daha düşük değere sahip olduğu görülmektedir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre karbon, hidrojen, azot ve kükürt değerlerinde arazi kullanımını açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 56).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, parametreler arasında ilişki tespit edilmemiştir (Tablo 55).

Tablo 55. Murgul Deresi sularında CHNS parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler		Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
Hidrojen	Karbon	-0,6022	0,1525	
Azot	Karbon	-0,2468	0,5936	
Azot	Hidrojen	-0,0213	0,9638	
Kükürt	Karbon	0,6413	0,1206	
Kükürt	Hidrojen	-0,3022	0,5101	
Kükürt	Azot	-0,4223	0,3453	

Tablo 56. Havza bazında sediment kalitesi parametrelerinin varyans analiz değerleri (p ve f).

Arazi Kullanımı	F Değeri Fabrika	P Değeri	F Değeri Murgul	P Değeri
Azot	1,6429	0,3014	2,3429	0,2121
Hidrojen	0,2250	0,8080	1,3941	0,3472
Karbon	1,8082	0,2758	0,9333	0,4649
Kükürt	2,3294	0,2134	1,6281	0,3039
Eİ	15,3068	0,0134	1,6066	0,3075
PH	4,7873	0,0868	1,8409	0,2711
Arsenik	0	0	0	0
Bakır	0,5630	0,6089	1,0601	0,4272
Cıva	0,5590	0,6108	5,4741	0,0716
Çinko	0,5585	0,6111	0,8694	0,4858
Demir	0,5620	0,6094	0,2174	0,8163
Kadmiyum	0	0	0,9819	0,4498
Kurşun	0,5635	0,6087	2,1310	0,2344

3.2. Havzalar Arası Su ve Sediment Kalitesinin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

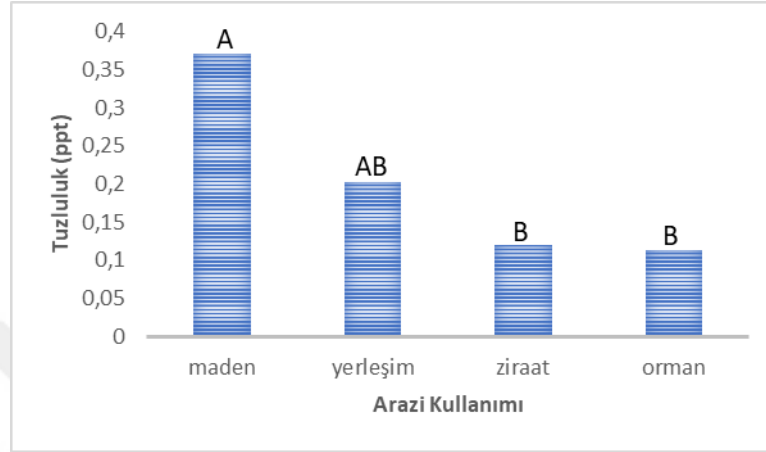
3.2.1. Su Kalitesi Parametreleri

3.2.1.1. Fabrika, Hatıla ve Murgul Dereleri

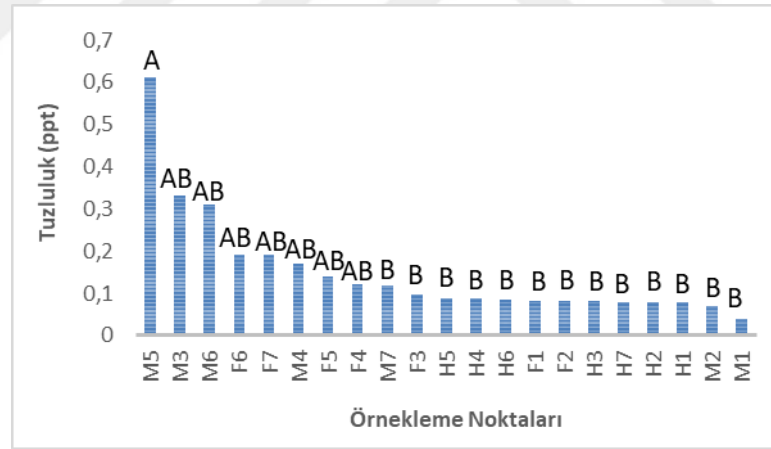
Tuzluluk

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de tuzluluk değerlerinde arazi kullanımı, örnekleme noktaları ve zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 58). Burada arazi kullanımına göre en yüksek maden ve yerleşim arazilerinde fazla görülmüş (Şekil 51) ve örnekleme noktalarına göre en yüksek değer ise M5 ve ardından aynı anlam değeriyle (A)

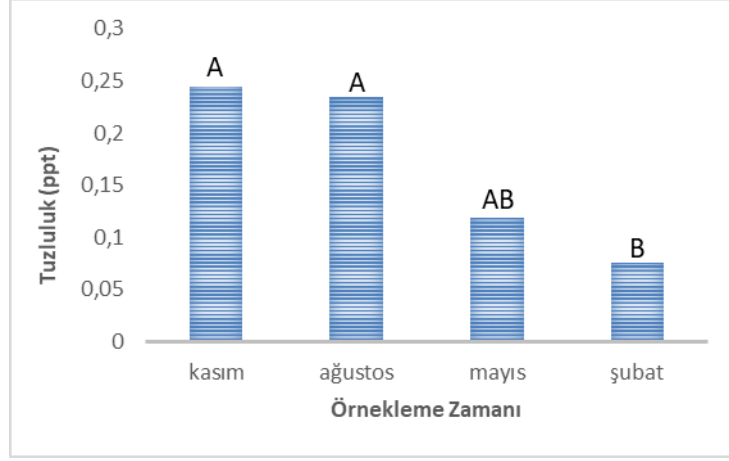
Fabrika deresinin mansap noktalarında tespit edilmiştir (Şekil 52). Tuzluluğun zamana göre ise en yüksek olduğu ay, Kasım, Ağustos ve Mayıs olduğu görülmüştür (Şekil 53). Son olarak havzalar açısından değerlendirildiğinde ise tuzluluk oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 58).



Şekil 51. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama tuzluluk değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



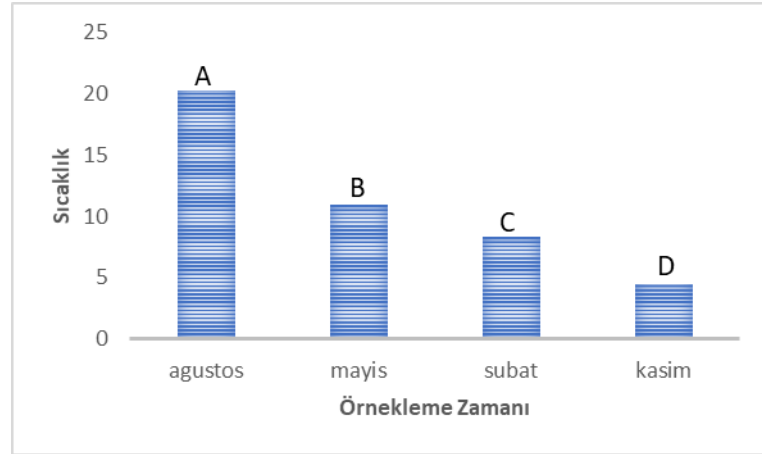
Şekil 52. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.



Şekil 53. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Sıcaklık

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de sıcaklık değerlerinde arazi kullanımı, örnekleme noktaları ve havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 58). Diğer yandan örnekleme zamanı açısından değerlendirildiğinde ise sıcaklık oranları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 58) ve burada beklendiği üzere en yüksek sıcaklık Ağustos ayında olduğu görülmüştür (Şekil 54).



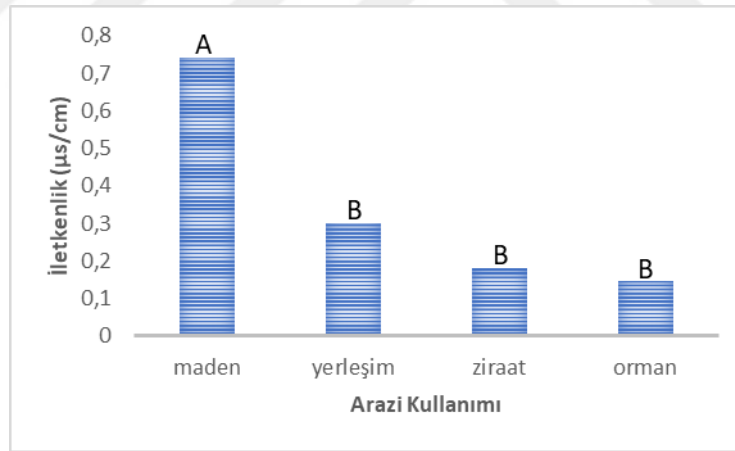
Şekil 54. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama sıcaklık değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Burada üç havzada arazi kullanımı, örnekleme noktaları ve havzalar arası bakımından istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiş olup, örnekleme noktaları

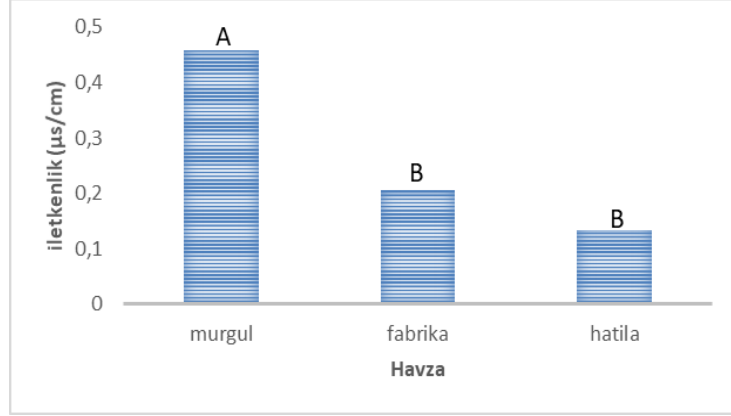
bazında istatistiksel olarak bir fark tespit edilmiş ve havza bazında bu farklılıklar detaylı şekilde açıklanmıştır.

İletkenlik

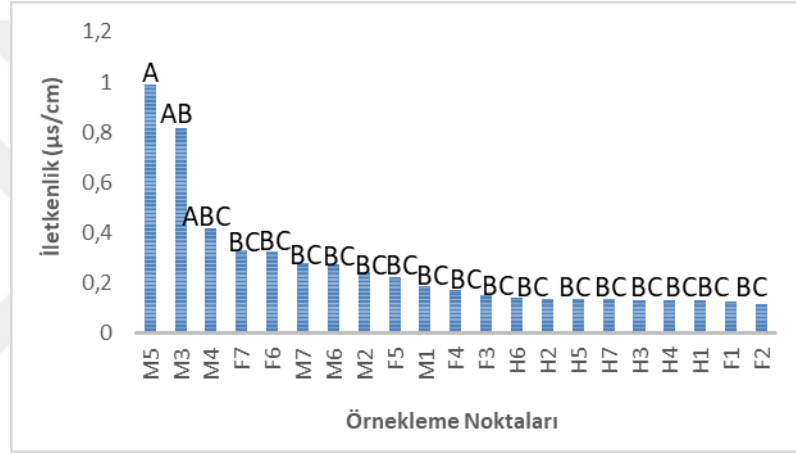
Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de iletkenlik değerlerinde arazi kullanımı, havzalar arası, örnekleme noktaları ve örnekleme zamanı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 58). İletkenlik arazi kullanımına göre en fazla maden işletmesinin bulunduğu arazide olduğu görülmüştür (Şekil 55). Havza bazında ise MDH’da iletkenlik diğer havzalara göre en fazla bulunmuştur (Şekil 56). Örnekleme noktalarına göre ise M5,M3 ve M4 noktalarında en fazla tuzluluk değerine sahip bulunmuştur (Şekil 57). Burada arazi kullanımı, havzalar arası ve örnekleme noktaların açısından bakıldığında maden işletmesinin su kalitesine olumsuz etkisi görülmektedir. Son olarak iletkenliğin zamana göre ise en fazla olduğu aylar Ağustos ve Kasım olarak tespit edilmiştir (Şekil 58).



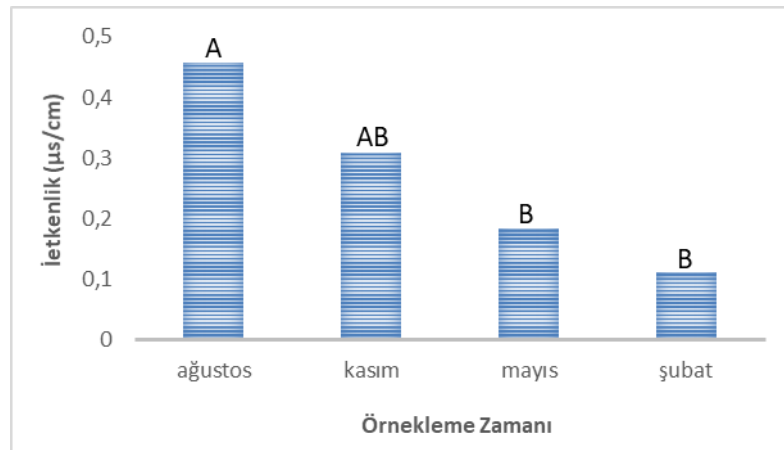
Şekil 55. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama iletkenlik değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 56. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama iletkenlik değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.



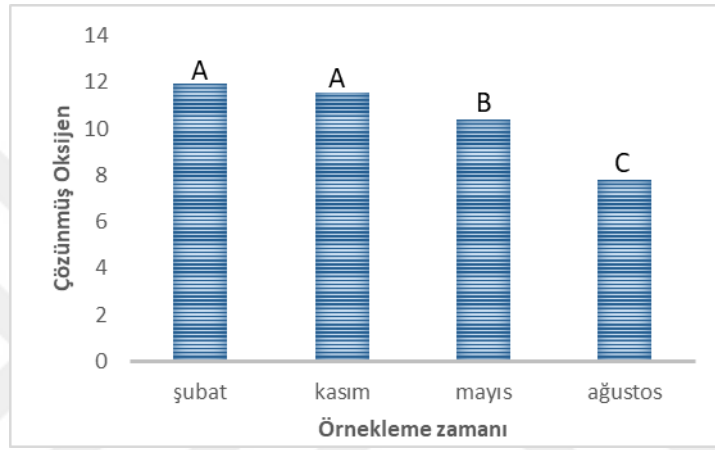
Şekil 57. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.



Şekil 58. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama iletkenlik değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Çözünmüş Oksijen (DO)

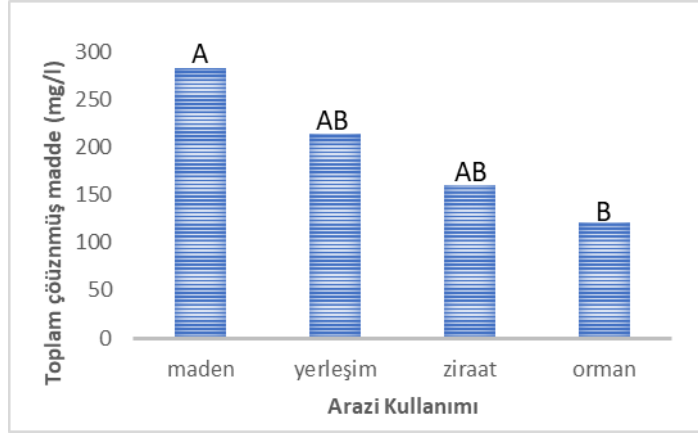
Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de DO değerlerinde arazi kullanımı, havzalar arası ve örnekleme noktaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit olmadığı edilmiştir (Tablo 58). Diğer bir yandan örnekleme zamanına göre çözünmüş oksijen bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 58) ve en yüksek değer Şubat ve Kasım ayında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 59).



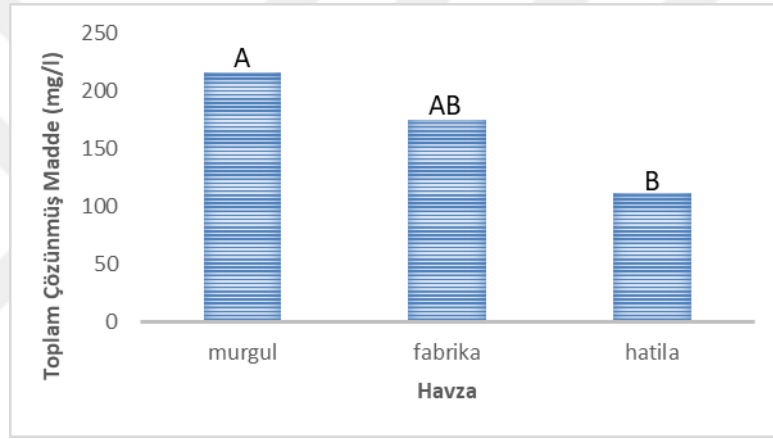
Şekil 59. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama DO değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Toplam Çözünmüş Madde (TDS)

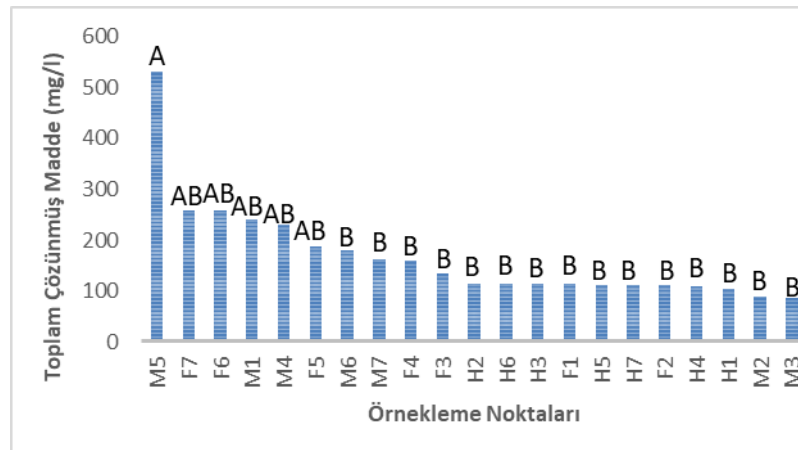
Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de TDS değerlerinde arazi kullanımı, havzalar arası, örnekleme noktaları ve örnekleme zamanı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 58). Burada en yüksek toplam çözünmüş madde, maden, yerleşim ve ziraat alanlarında görülmüş (Şekil 60) ve havzalar arası ise MDH’da en yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 61). Bununla birlikte örnekleme noktası bakımından M5 noktasında en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiş (Şekil 62) ve örnekleme zamanına göre ise Ağustos, Kasım ve Mayıs aylarında en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 63).



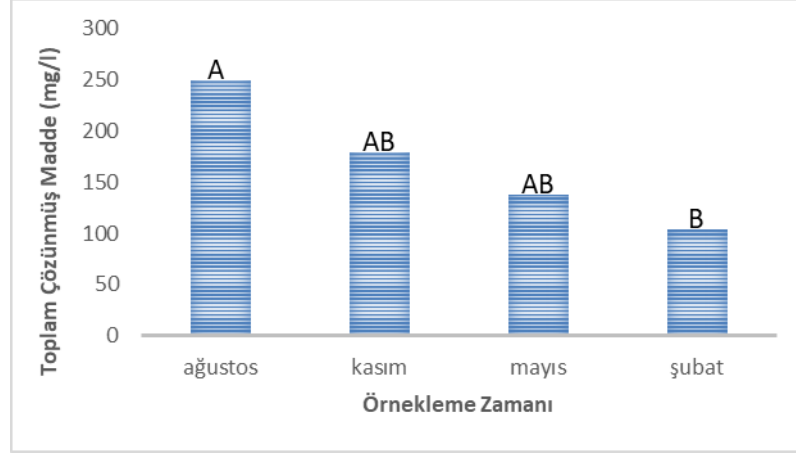
Şekil 60. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama TDS değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 61. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama TDS değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.



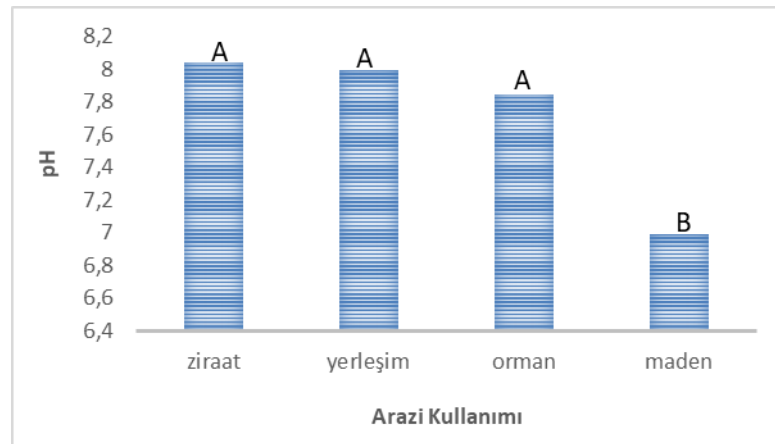
Şekil 62. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama TDS değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.



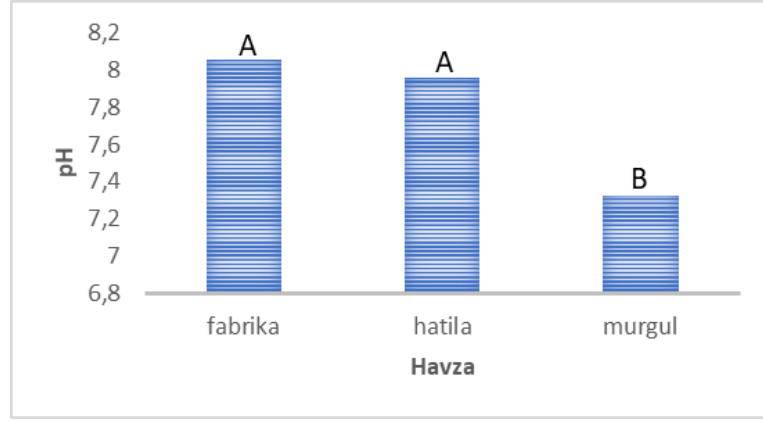
Şekil 63. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama TDS değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

pH

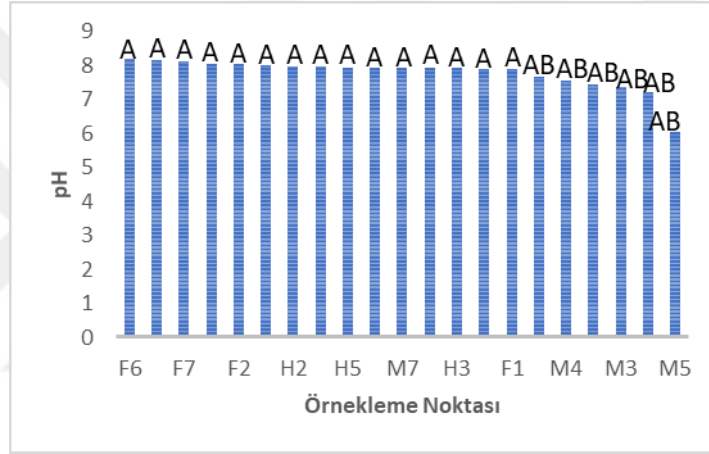
Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de pH değerlerinde arazi kullanımı, havzalar arası, örnekleme noktaları ve örnekleme zamanı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 58). Burada en yüksek pH, (baziklik durumu) ziraat, yerleşim ve orman arazi kullanımında görülmüş (Şekil 64) ve havzalar arası ise FDH ve HDH’de en yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 65). Bununla birlikte örnekleme noktası bakımından F6 noktasında en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiş (Şekil 66) ve örnekleme zamanına göre ise Şubat ve Ağustos aylarında en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 67). Burada görülmektedir ki, maden işletmesi arazisinin bulunduğu arazi kullanımı ve örnekleme noktaları pH değeri bakımından en düşük (asidik) değerlerdedir.



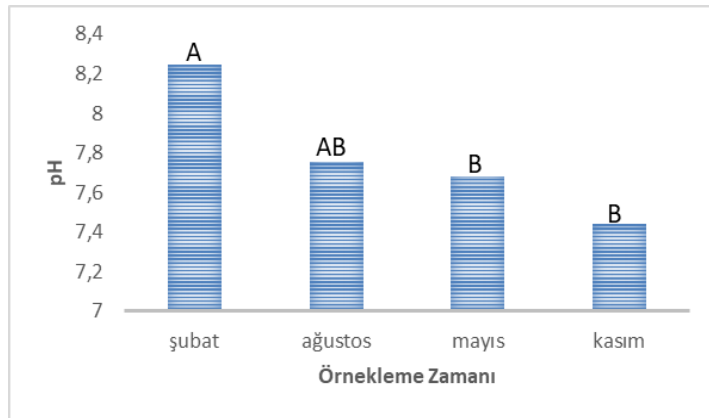
Şekil 64. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 65. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.



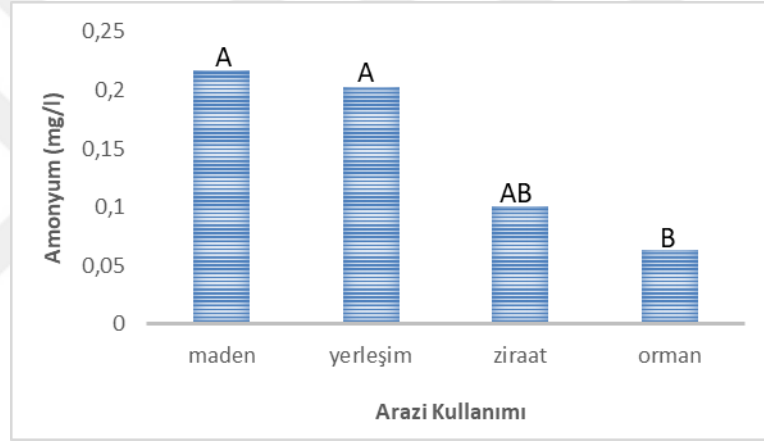
Şekil 66. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.



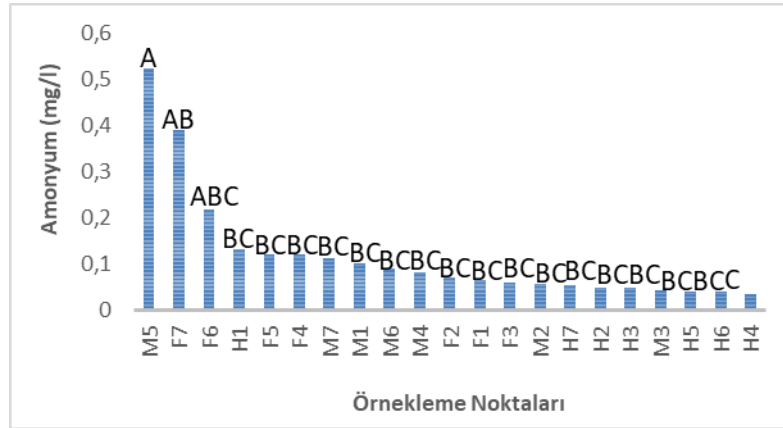
Şekil 67. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Amonyum (NH₄-N)

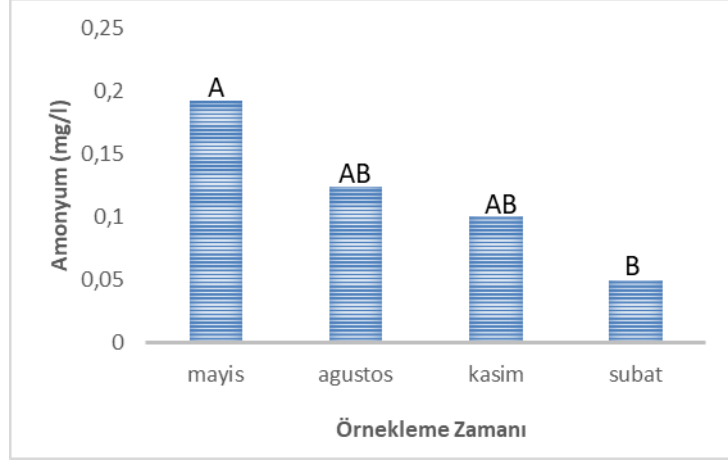
Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de amonyum değerlerinde arazi kullanımı, örnekleme noktaları ve örnekleme zamanı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 58). Burada en yüksek amonyum değerleri arazi kullanımına göre maden, yerleşim ve ziraat alanlarında olduğu görülmüş (Şekil 68), örnekleme noktalarına göre ise en yüksek M5, F7 ve F6 noktalarında (Şekil 69) son olarak zamana göre ise amonyumun en yüksek değerleri Mayıs, Ağustos ve Kasım aylarında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 70). Son olarak amonyumun havzalar arası değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 58).



Şekil 68. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama amonyum değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



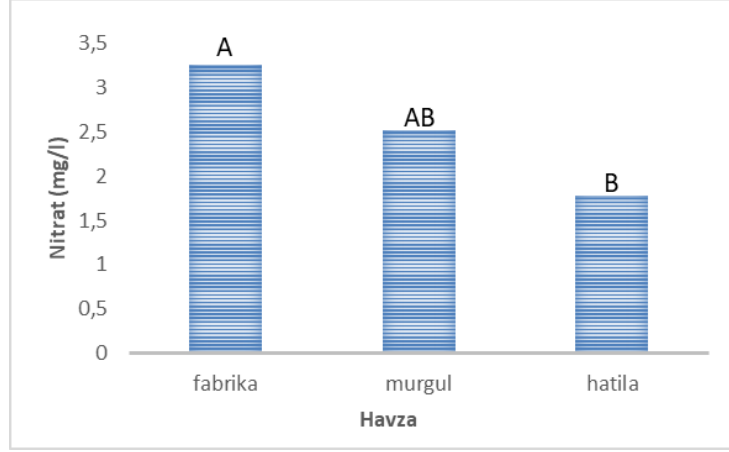
Şekil 69. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama amonyum değerlerinin örnekleme noktalarına bağlı değişimi.



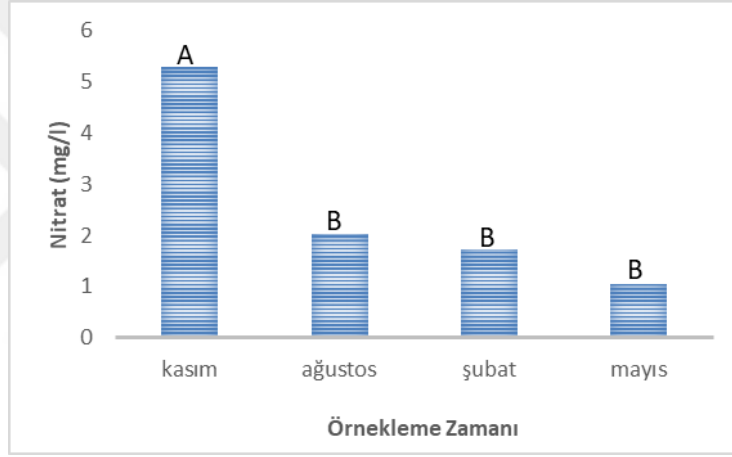
Şekil 70. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama amonyum değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Nitrat (NO₃-N)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de nitrat değerlerinde arazi kullanımı ve örnekleme noktaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 58). Diğer yandan amonyum değerlerinde havzalar arası ve örnekleme zamanı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 58). Nitratın havzalar arası en yüksek değerleri FDH ve MDH’de olduğu gözlemlenmiş (Şekil 71) ve örnekleme zamanına göre ise en yüksek değerleri Kasım ayında olduğu görülmüştür (Şekil 72). Buna bağlı en çok nitrat kaynağı olan tarım alanları FDH ve MDH’nin arazi kullanımında bulunmuş olup bu sebeple bu havzalarda nitrat fazlalığının kaynağı tarımsal kirlilikten kaynaklı olduğu düşünülmektedir ve diğer yandan yağışın başlamasıyla en çok tarım alanlarından suya karışan nitrat MDH ve FDH derelerinin üst bölümlerinde ki ziraat alanlarının varlığı ile yağışların başlamasıyla taşınarak nitrat fazlalığına sebebiyet vermiş olabilir.



Şekil 71. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama nitrat değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.



Şekil 72. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama nitrat değerlerinin örnekleme zamanına bağlı değişimi.

Askıda Katı Madde (AKM)

Havza bazında yapılan regresyon analizi sonucunda bu üç havzada FDH, MDH ve HDH'de sırayla R^2 açısından en yüksekte en aza ilişkili çıkmıştır (Tablo 57).

Tablo 57. Havzalar arası AKM parametresinin Debi ile Regresyon analizi.

Havzalar	Belirtme Katsayısı (R2)	%
Murgul Dere Havzası	0,031008	3.1
Fabrika Dere Havzası	0,504532	50.5
Hatila Dere Havzası	0,847284	85

Tablo 58. Havzalar Arası su kalitesi parametrelerinin varyans analiz değerleri (p ve f).

Arazi Kullanımı	F Değeri	P değeri
DO	0,6034	0,6147
İletkenlik	22,0833	0.0001
NH4	4,9638	0,0033
NO3	2,4279	0,0715
PH	7,0653	0,0003
Sıcaklık	1,8825	0,1392
Tuzluluk	6,4490	0,0006
TDS	4,7657	0,0042

Havzalar Arası	F Değeri	P Değeri
DO	0,9161	0,4042
İletkenlik	10,9915	0.001
NH4	2,7807	0,0679
NO3	3,2108	0,0455
PH	10,3113	0,0001
Sıcaklık	0,8276	0,4407
Tuzluluk	2,4042	0,0968
TDS	3,6134	0,0314

Örnekleme Noktaları	F Değeri	P Değeri
DO	0,4969	0,9583
İletkenlik	3,8933	0.001
NH4	3,3953	0,0001
NO3	0,7035	0,8077
PH	2,2468	0,0079
Sıcaklık	0,3766	0,9912
Tuzluluk	2,2339	0,0082
TDS	2,3057	0,0063

Örnekleme Zamanı	F Değeri	P Değeri
DO	38.4781	0.001
İletkenlik	6,2302	0,0007
NH4	2,8051	0,0450
NO3	32,3834	0.001
PH	5,2693	0,0023
Sıcaklık	144,9264	0.001
Tuzluluk	3,8867	0,0120
TDS	3,9887	0,0106

Tablo 57'e göre bu üç havzada AKM ve Debi arasında en fazla ilişki Hatıla ardından Fabrika ve Murgul Dere Havzaları gelmektedir. Bunun sebebi ise HDH'de arazi

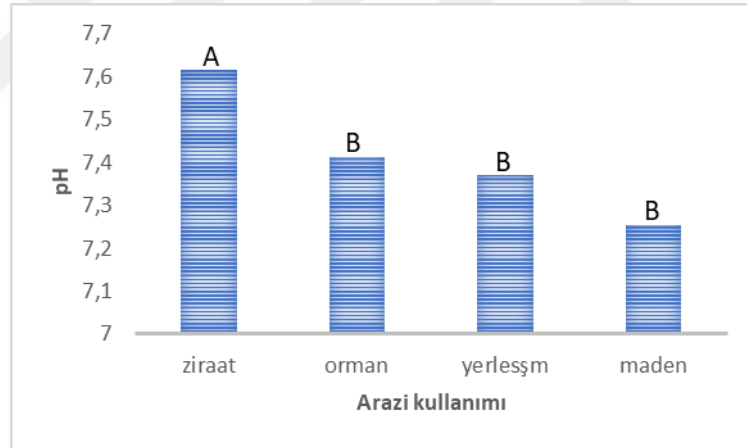
kullanımı orman, FDH’de orman, tarım ve yerleşim, MDH’de ise orman, maden ve yerleşim arazi kullanımını görmekteyiz. Burada doğaya müdahale arttıkça AKM’nin arttığını görmekteyiz. Diğer bir yandan bu müdahale sonucunda debiyle birlikte akarsuyun mansabına taşınan AKM fazla sediment birikimine neden olmaktadır.

3.2.2. Sediment Kalitesi Parametreleri

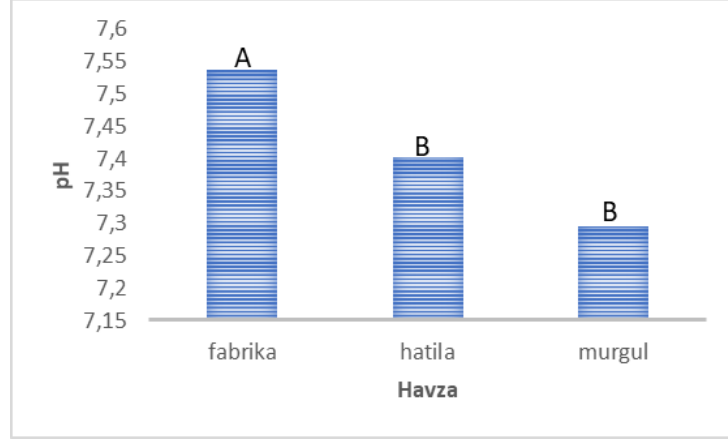
3.2.2.1. Fabrika, Hatıla ve Murgul Dereleri

pH

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de pH değerlerinde arazi kullanımı ve havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve en yüksek değerler arazi kullanımı açısından ziraat, havzalar arası ise FDH olduğu görülmüştür (Şekil 73) (Şekil 74).



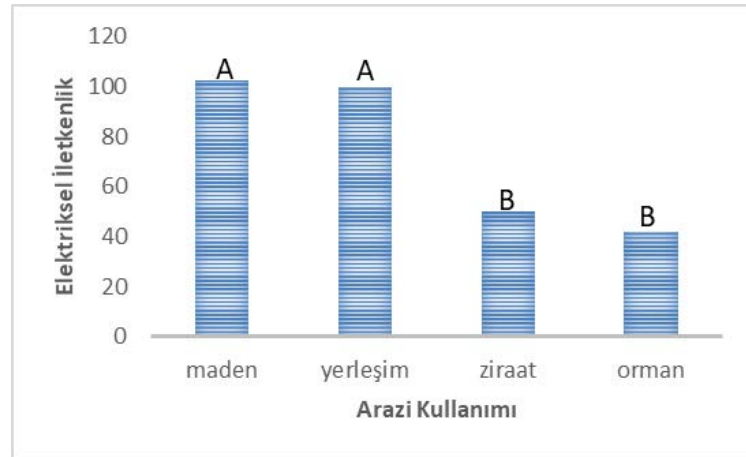
Şekil 73. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 74. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama pH değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.

Elektriksel İletkenlik (Eİ)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de Eİ değerlerinde arazi kullanımı istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve en yüksek değerler maden ve yerleşim arazi kullanımında olduğu görülmüştür (Şekil 75). Diğer bir yandan elektriksel iletkenlik değerleri havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 62).



Şekil 75. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama Eİ değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, elektriksel iletkenliğin pH ile ilişkisi tespit edilmemiştir (Tablo 59).

Tablo 59. Havzalar arası dere sularında pH ve Elektriksel İletkenlik parametrelerinin korelasyon analizi.

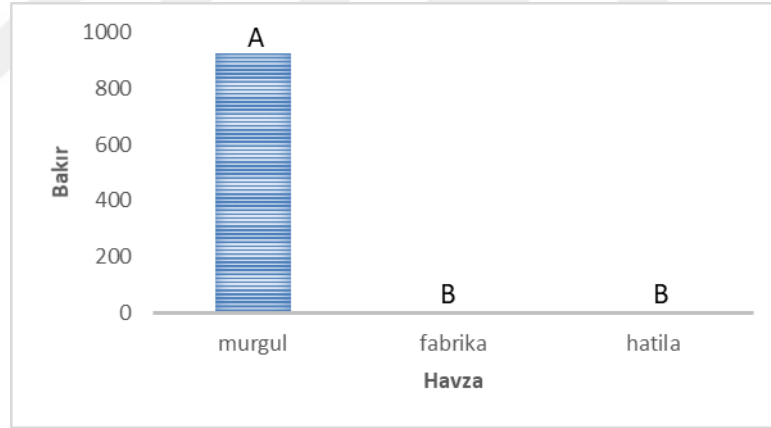
Değişkenler	Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
EI Ph	-0,2395	0,2957	

Ağır Metaller

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, FDH, MDH ve HDH’de;

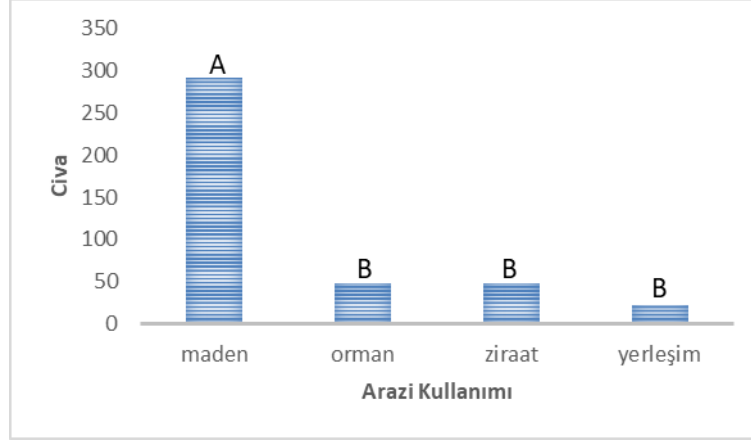
Arsenik değerlerinde arazi kullanımı ve havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 62).

Bakır değerlerinde arazi kullanımı açısından bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 62). Diğer yandan havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve en yüksek değer MDH olduğu görülmüştür (Şekil 76).

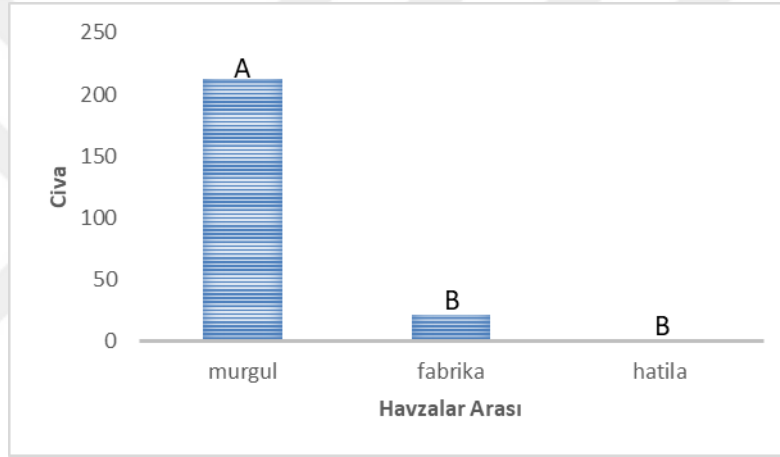


Şekil 76. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama bakır değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.

Civa değerlerinde arazi kullanımı ve havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve bununla birlikte en yüksek değerler maden arazi kullanımında (Şekil 77) ve MDH havzasında olduğu görülmüştür (Şekil 78).

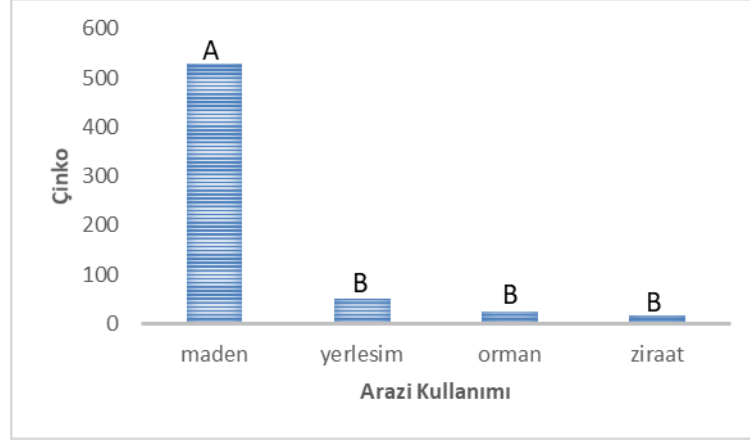


Şekil 77. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama civa değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.

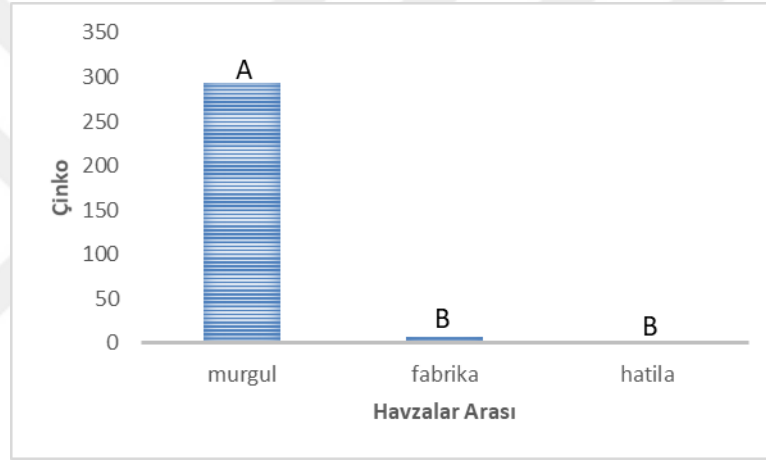


Şekil 78. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama civa değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.

Çinko değerlerinde arazi kullanımı ve havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve bununla birlikte en yüksek değerler maden arazi kullanımında (Şekil 79) ve MDH havzasında olduğu görülmüştür (Şekil 80).

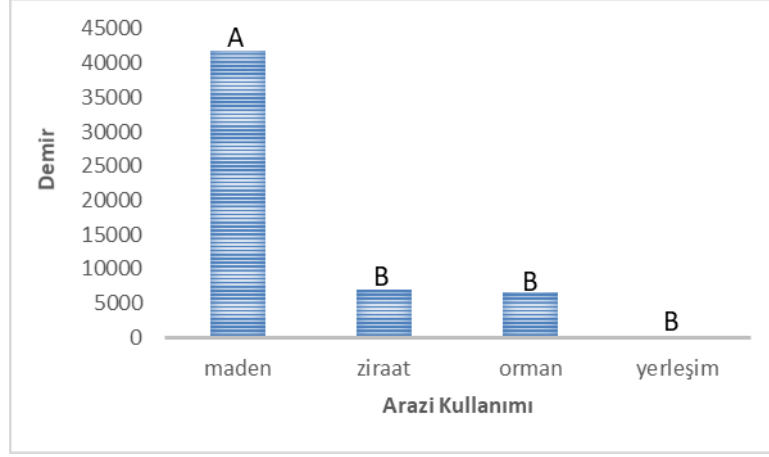


Şekil 79. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama çinko değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.

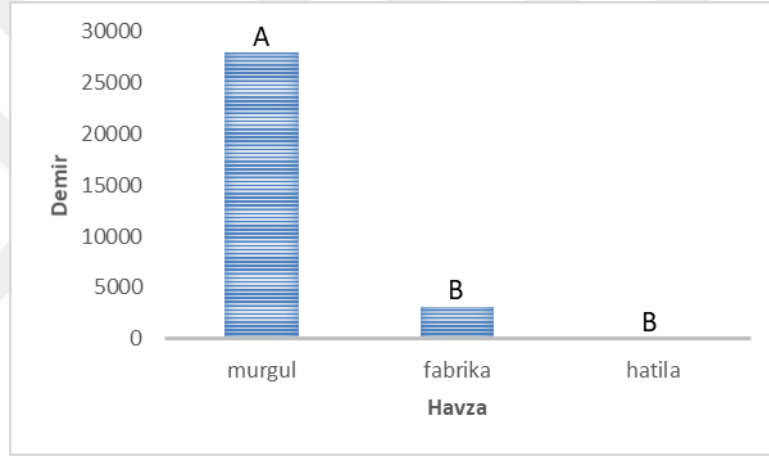


Şekil 80. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama çinko değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.

Demir değerlerinde arazi kullanımı ve havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve bununla birlikte en yüksek değerler maden arazi kullanımında (Şekil 81) ve MDH havzasında olduğu görülmüştür (Şekil 82).

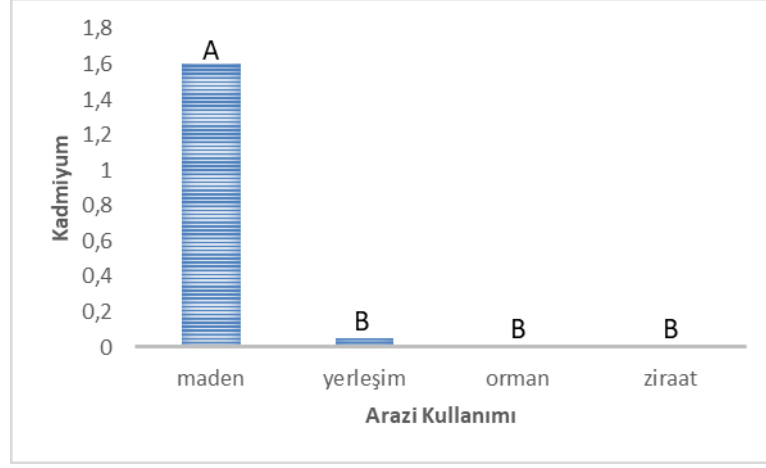


Şekil 81. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama demir değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



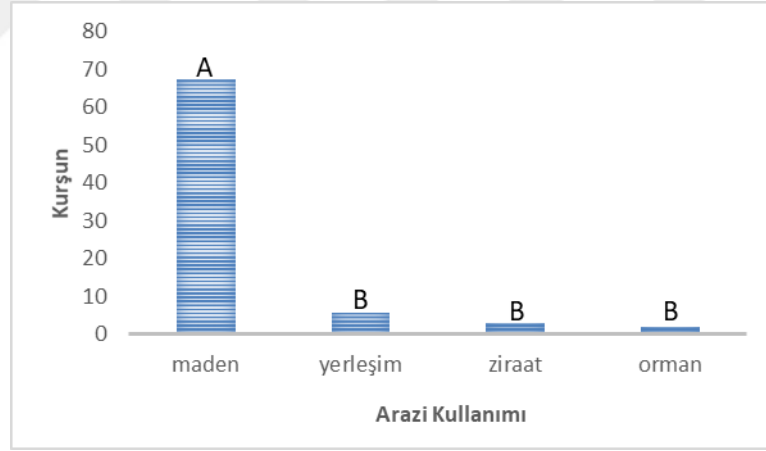
Şekil 82. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama demir değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.

Kadmiyum değerlerinde arazi kullanımı açısından bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve en yüksek değerler maden arazi kullanımında olduğu görülmüştür (Şekil 83). Diğer yandan havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 62).

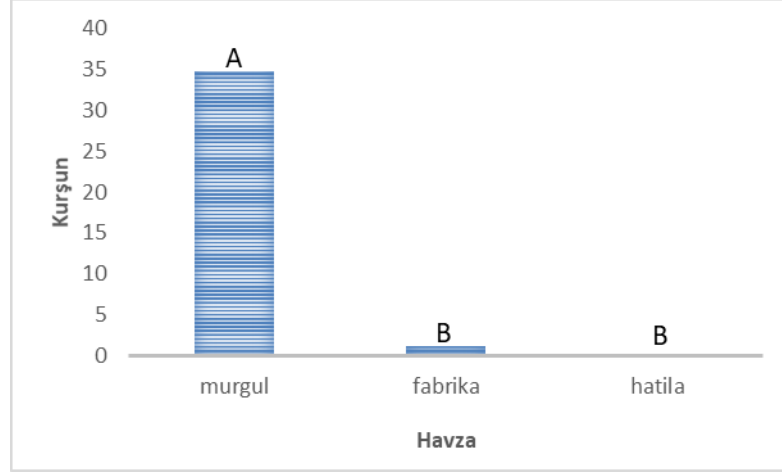


Şekil 83. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama kadmiyum değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.

Kurşun değerlerinde arazi kullanımı ve havzalar arası bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve bununla birlikte en yüksek değerler maden arazi kullanımında (Şekil 84) ve MDH havzasında olduğu görülmüştür (Şekil 85).



Şekil 84. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama kurşun değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 85. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama kurşun değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.

Varyans analizi sonuçlarına göre, Bakır, Civa, Çinko, Demir, Kadmiyum ve Kurşun ağır metallerinin arazi kullanımı bakımından hepsinin maden arazi kullanımında fazla çıktığı ve havzalar arası incelemede MDH yani maden ocağının işletildiği arazi olduğu tespit edilmiştir. Literatürde ağır metal kirliliğinin özellikle yağmurlarıyla taşınmasıyla (Cai ve ark., 2015, 2017) ve maden ocağının bulunduğu arazi kullanımlarında ince taneli sedimentler ve kil mineralleri sedimentte adsorpsiyonla kirliliğe neden olduğu belirtilmektedir (Roussiez et al., 2005).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre,

Cd ve Pb arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. ($p < 0.01$)

Hg ile Pb ve Cd arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. ($p < 0.01$)

Fe ile Pb, Cd ve Hg arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. ($p < 0.01$)

Zn ile Fe, Pb, Hg ve Cd arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır. ($p < 0.01$)

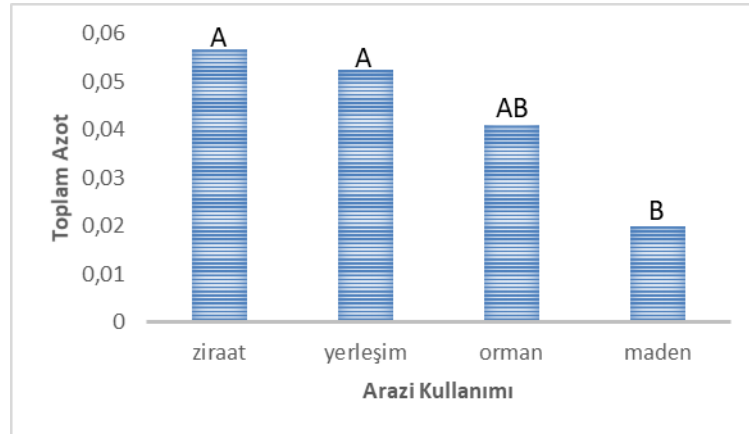
Cu ile Pb, Cd, Hg, Fe ve Zn arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0.01$) (Tablo 60).

Tablo 60. Havzalar arası dere sularında Ağır Metal parametrelerinin korelasyon analizi.

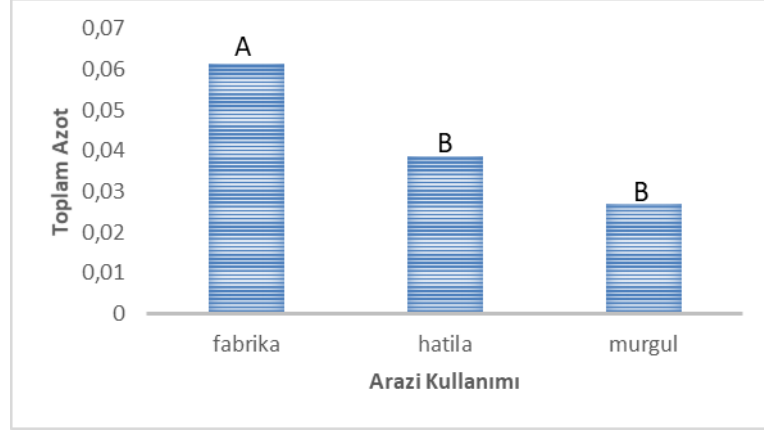
Değişkenler		Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
Cd	Pb	0,8893	0,0000	
Hg	Pb	0,7795	0,0000	
Hg	Cd	0,6826	0,0007	
Fe	Pb	0,7831	0,0000	
Fe	Cd	0,6989	0,0004	
Fe	Hg	0,9880	0,0000	
Zn	Pb	0,9032	0,0000	
Zn	Cd	0,9763	0,0000	
Zn	Hg	0,7915	0,0000	
Zn	Fe	0,7846	0,0000	
Cu	Pb	0,9074	0,0000	
Cu	Cd	0,9988	0,0000	
Cu	Hg	0,7115	0,0003	
Cu	Fe	0,7260	0,0002	
Cu	Zn	0,9824	0,0000	

Toplam Karbon, Hidrojen, Azot, Kükürt (CHNS)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre toplam azot değerlerinin hem arazi kullanımı bakımından hem de havzalar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı seviyede farklı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 62). En yüksek toplam azot değerlerinin ziraat, yerleşim ve orman arazi kullanımlarında olduğu (Şekil 86), havzalar arasındaki karşılaştırmada ise FDH'de belirlenmiştir (Şekil 87).



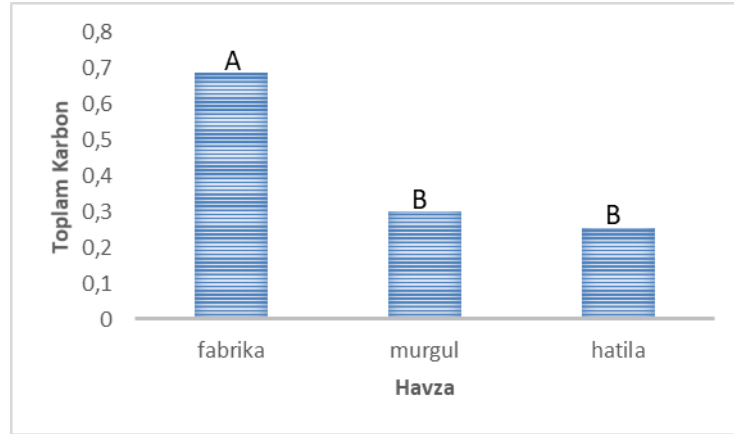
Şekil 86. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam azot değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 87. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam azot değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.

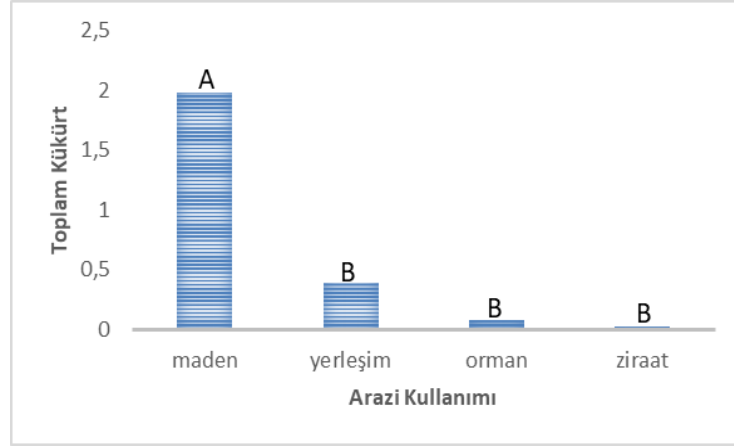
Toplam hidrojen değerlerinde arazi kullanımı bakımından ve havzalar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 62).

Toplam karbon değerlerinde arazi kullanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 62). Diğer bir yandan ise havzalar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve en yüksek değer FDH’de görülmüştür (Şekil 88).

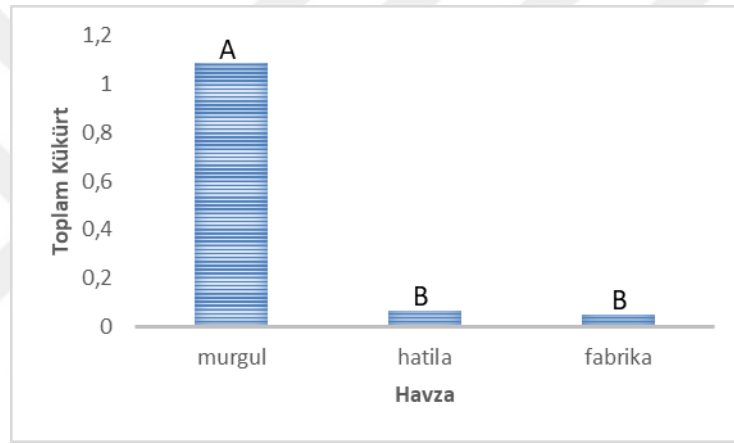


Şekil 88. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam karbon değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.

Toplam kükürt değerlerinde arazi kullanımı bakımından ve havzalar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş (Tablo 62) ve en yüksek toplam kükürt değerleri arazi kullanımı açısından maden arazi kullanımında (Şekil 89) ve diğer yandan bir havzalar arası bakımından ise MDH’de görülmüştür (Şekil 90).



Şekil 89. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam kükürt değerlerinin arazi kullanımına bağlı değişimi.



Şekil 90. Havzalar arası karşılaştırmada dere sularındaki ortalama toplam kükürt değerlerinin havza bazına bağlı değişimi.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, toplam azot ile toplam karbon ($p < 0.01$) ve toplam kükürt ile toplam azot arasında ($p < 0.05$) arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır (Tablo 61).

Tablo 61. Havzalar arası dere sularında CHNS parametrelerinin korelasyon analizi.

Değişkenler		Korelasyon katsayısı (C)	Önem seviyesi (p)	İlişki yön ve alan diyagramları
Azot	Karbon	0,7183	0,0002	
Azot	Hidrojen	0,4605	0,0357	
Kükürt	Azot	-0,4721	0,0307	

Tablo 62. Havzalar Arası sediment kalitesi parametrelerinin varyans analiz değerleri(p ve f).

Arazi Kullanımı	F Değeri	P Değeri
Azot	4,2070	0,0213
Hidrojen	0,6844	0,5738
Karbon	1,3548	0,2901
Kükürt	8,8962	0,0009
Eİ	3,4797	0,0391
PH	7,5854	0,0020
Arsenik	0,2193	0,8816
Bakır	4,9662	0,0118
Civa	5,9484	0,0058
Çinko	5,1547	0,0102
Demir	6,9133	0,0030
Kadmiyum	4,3746	0,0186
Kurşun	11,0140	0,0003

Havzalar Arası	F Değeri	P Değeri
Azot	22,4000	0,001
Hidrojen	0,8084	0,4611
Karbon	11,1878	0,0007
Kükürt	4,5319	0,0255
Eİ	3,2419	0,0627
PH	11,6216	0,0006
Arsenik	2,1613	0,1441
Bakır	2,0757	0,1545
Civa	13,3699	0,0003
Çinko	3,7105	0,0447
Demir	9,1565	0,0018
Kadmiyum	1,7091	0,2091
Kurşun	4,5484	0,0252

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile Fabrika, Hatıla ve Murgul Dere Havzalarındaki su ve sediment kalitesinin güncel durumu yersel ölçümler, laboratuvar çalışmaları ve istatistiksel analizler yardımıyla belirlenmiş ve yoğun yerleşim alanları ile kısmen tarımsal faaliyetlerin olduğu Fabrika Deresi, uzun dönemli madencilik işletmeciliğine sahip Murgul Deresi ve neredeyse tamamı ormanlık alanlardan oluşan bir Milli Park olan Hatıla Deresi birbiri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın yapılmasındaki bir diğer amaç ise bu çalışma için seçilen derelerdeki su ve sediment kalitesi değerlerinin, yönetmeliklerde ve literatürde belirtilen sınır değerleriyle karşılaştırılmasıdır. Bu amaçlara ek olarak, bu araştırma sonucunda, özellikle FDH ve HDH sınırlarının yukarı kısımlarında bulunan doğal yaşlı orman alanlarında (Cerattepe mevki) yapılmaya başlanan kapalı (galeri) madencilik faaliyetleri ile zamanla dere kaynaklarının su ve sediment kalitesinde meydana gelebilecek değişimlerin izlenmesi ve karşılaştırma yapılabilme olanağı sağlanması da bu projenin özgün değerlerinden ve kapsamlarından biridir.

Bu çalışmada elde edilen su kalitesi parametrelerine ait ölçüm sonuçları ve analizleri YSKY'ya (Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği) ve SÇD 'ye (Su Çerçeve Direktifi) göre değerlendirilmiştir. (Sınır değerler olarak YKSK'ya göre I. Ve II. Sınıf su kalite değerleri baz alınmıştır.) Ölçüm sonuçları dâhilinde Fabrika, Hatıla ve Murgul Deresi Havzaları su ve sediment kalitesi bakımından değerlendirilmiş ve ardından havzalar arası farklılıklar karşılaştırılmıştır. Bu araştırmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, elde edilen su ve sediment kalitesi değerlerinin hem havza bazında hem de havzalar arası karşılaştırması aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Fabrika Deresi Havzası
 - Su kalitesi parametreleri bağlamında değerlendirildiğinde;

arazi kullanımı açısından, tuzluluk, iletkenlik, toplam çözünmüş madde ve amonyum derenin yerleşim olan (F6, F7) arazi kullanımlarında yüksek olduğu tespit edilmiş ve YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Örnekleme noktaları açısından ise, amonyum F7 noktasında fazla olduğu görülmüş ve ve YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

- Sediment kalitesi parametreleri bağlamında değerlendirildiğinde;

arazi kullanımı açısından, elektriksel iletkenlik, en yüksek orman ve yerleşim arazi kullanımında ve YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

- Hatila Dere Havzası;

- Su kalitesi ve sediment parametrelerinde arazi kullanımı açısından bir farklılık tespit edilememiştir, çünkü daha önce de belirtildiği üzere HDH çok büyük bir oranda ormanlık bir arazi yapısına ve kullanımına sahiptir.

- Murgul Dere Havzası;

- Su kalitesi parametreleri bağlamında değerlendirildiğinde;

Arazi kullanımı açısından tuzluluk, iletkenlik derenin maden ve yerleşim olan arazi kullanımlarında yüksek olduğu tespit edilmiş ve YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme noktaları açısından tuzluluk, iletkenlik M5, amonyum ise M5 ve M7 noktasında yüksek olduğu tespit edilmiş ve YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

- Sediment kalitesi parametreleri bağlamında değerlendirildiğinde;

Arazi kullanımı açısından, demir ağır metali en yüksek maden arazi kullanımında olduğu ve YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

- Havzalar arası karşılaştırmada;

- Su kalitesi parametreleri bağlamında değerlendirildiğinde;

Arazi kullanımı açısından tuzluluk parametresi maden ve yerleşim, iletkenlik parametresi maden, pH parametresi ziraat, yerleşim ve orman (baziklik), amonyum parametresi maden, yerleşim, ziraat arazi kullanımlarında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme noktası açısından tuzluluk parametresi M5 ve F7, İletkenlik parametresi M5, M3, M4, pH parametresi F6, amonyum parametresi M5, F7, F6 noktalarında en yüksek değere sahip olup YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Havzalar arası bakımından iletkenlik parametresi MDH, pH parametresi FDH ve MDH, nitrat parametresi FDH ve MDH'de en yüksek değere sahip olup YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

- Sediment kalitesi parametreleri bağlamında değerlendirildiğinde;

Arazi kullanımını açısından, pH parametresi ziraat, elektriksel iletkenlik parametresi maden ve yerleşim, bakır, civa, çinko, kadmiyum, kurşun ağır metalleri maden, toplam azot parametresi ziraat, yerleşim ve orman, toplam kükürt parametresi ise maden arazi kullanımlarında yüksek değerde olduğu tespit edilmiş olup YSKY ve SÇD'ye göre sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 63. Fabrika, Hatıla ve Murgul Derelerinde ölçülen parametrelerin minimum, maksimum ve ortalama değerleri.

Parametreler	Fabrika Deresi			Hatıla Deresi			Murgul Deresi		
	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Tuzluluk (ppt)	0.05	0.37	0.13	0.04	0.9	0.14	0.02	0.9	0.24
Sıcaklık (°C)	1.1	22.1	10.2	1.1	22.1	10.21	2.8	27	12.25
İletkenlik (µS/cm)	65	750	205.64	54	308	133.43	20	1638	443.89
DO (mg/l)	7.45	14.47	11	1.52	13	10.18	6.74	12.13	10.20
TDS (mg/l)	65	495	175	50	215.2	111.35	40.3	877.5	216.40
pH	7.2	8.6	8.06	7.3	8.9	7.96	3.26	8.32	7.32
Amonyum (mg/l)	0.02	0.75	0.15	0.01	0.3	0.06	0.01	1.21	1.15
Nitrat (mg/l)	0.7	12.5	3.25	0.3	5.4	1.79	0.1	8.1	2.51
pH	7.43	7.7	7.54	7.27	7.47	7.40	7.14	7.46	7.30
Eİ (µS/cm)	35.9	156.9	88.09	27.5	47.2	33.01	16.87	184.1	67.16
As (mg/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pb (mg/kg)	0	8.31	1.20	0	0.03	0.05	0	107.8	34.78
Cd (mg/kg)	0	0	0	0	0	0	0	3.91	0.79
Hg (mg/kg)	0	143.3	20.86	0.97	1.23	1.07	0.93	419.3	212.06
Fe (mg/kg)	0	20970	3029,09	129	174.9	149.88	0	60570	40351.67
Zn (mg/kg)	0	52.02	7.55	0.22	0.31	0.27	0	1176	294.14
Cu (mg/kg)	0	27.53	3.95	0.06	0.21	0.15	0	4657	926.77
Toplam Karbon (%)	0.36	1	0.69	0.14	0.67	0.3	0.14	0.67	0.3
Toplam Hidrojen (%)	0.375	0.61	0.46	0.33	0.49	0.40	0.33	0.49	0.40
Toplam Azot (%)	0.05	0.07	0.06	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03
Toplam Kükürt (%)	0.01	0.17	0.05	0.16	3.42	1.09	0.16	3.42	1.09

Havza bazında ve havzalar arası yapılan su ve sediment kalitesi analizleri sonucunda maden arazisine sahip Murgul Deresi Havzasında özellikle ağır metal değerlerinde ciddi yükseklik gözlenmiş olup, yerleşim ve tarım kullanımlarına sahip olan Fabrika Deresi Havzasında ise özellikle su kalitesi parametrelerinin bazı ölçüm noktaları ve zamanlarında sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Diğer bir yandan tek bir arazi kullanımı (orman) olan Hatıla Deresi Havzasında ise su ve sediment

parametrelerinin tümünün normal seviyelerde çıktığı ve YSKY ile SÇD'ye göre sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Bütün bu çalışmalar ışığında, FDH için havzanın yukarı bölümlerinde rekreasyonel (örn. kayak, yaylacılık vb.) faaliyetlerin artması ile havzanın büyük çoğunluğunda yer alan şehir yerleşimi arazi kullanımıyla akarsuya karışan şehir atıkları (evsel atıklar, deterjanlar, kanalizasyon vb.) ile birlikte havzada meydana gelen kalite standartlarının düşmesi söz konusu olmaktadır. Bu bağlamda FDH için atık yönetiminin kuvvetlendirilmesine ve ziraat alanlarında özellikle tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai ilaçların kullanımının azaltılmasına yönelik tedbirler alınmalıdır.

MDH irdelendiğinde, özellikle 68 yıldır işletmede olan bakır madenciliği faaliyetlerinden dolayı gelişigüzel atılan hafriyatın, arıtıma tabi tutulmadan salınan kimyasalların, asitlerin, sülfürün ve sıvı atıkların havzadaki su kaynaklarına karışması ile yıllardır söz konusu olan su ve sediment kirliliği, bu çalışma kapsamında da teyit edilmiş olup, maden ocağının özellikle ağır metal bakımından sediment üzerinde etkisi ortaya koyulmuştur. Bu zararların tamamen kaldırılması söz konusu olmamakla birlikte, azaltılması bakımından maden ocağında atıkların depolanması, bertaraf edilmesi ve drenaj yapılırken önemli düzeyde dikkat edilmesi gerektiği önerilmektedir.

HDH'nın yukarı kısımlarında bulunan doğal yaşlı orman alanlarında (Cerattepe mevki) yapılmaya başlanan kapalı (galeri) madencilik faaliyetleri ile zamanla dere kaynaklarının su ve sediment kalitesinde meydana gelebilecek değişimlerin izlenmesi gerekmektedir ve ileride yapılacak bu incelemelerin sonuçları ile karşılaştırma yapılabilme olanağı sağlaması açısından bu projenin gelecekte bir altlık olarak kullanılması da büyük önem arz etmektedir.

Son olarak, başta yerel yönetimler olmak üzere, su ve sediment kalitesini izlemekle ve denetimler yapmakla yükümlü kurum ve kuruluşların görevlerini titizlikle yerine getirmeleri, söz konusu bu kaynaklarımızı korumaları ve bu amaçla koordineli bir şekilde çalışmaları önerilmektedir.

EKLER

Ek Tablo 1. Çalışma alanlarına ait örnekleme noktalarının koordinatları.

Örnek No	Nokta Adı	X	Y
1	Fabrika 1	737750.4527	4563351.7461
2	Fabrika 2	737359.1025	4562645.5501
3	Fabrika 3	736752.9509	4561771.6326
4	Fabrika 4	736030.6485	4562343.0855
5	Fabrika 5	735552.1236	4561670.8894
6	Fabrika 6	736016.5491	4560379.0993
7	Fabrika 7	737416.7268	4569543.4341
8	Hatila 1	725149.4395	4558461.8347
9	Hatila 2	72518.1181	4558343.0726
10	Hatila 3	725097.6779	4558326.1392
11	Hatila 4	728280.7539	4561445.7119
12	Hatila 5	728552.3985	4561566.0377
13	Hatila 6	729599.4262	4562641.6582
14	Hatila 7	732612.7087	4566873.2593
15	Murgul 1	711304.6824	4566873.2593
16	Murgul 2	713420.9730	4762079.8465
17	Murgul 3	713397.6047	4567664.8835
18	Murgul 4	713487.1834	4568214.0398
19	Murgul 5	713689.7091	4568767.0909
20	Murgul 6	714752.1247	7572239.0672
21	Murgul 7	720278.0821	4577762.8110

Ek Tablo 2. Fabrika Deresi örnekleme noktalarına ait su kalitesi YSİ parametreleri

Zaman	Noktalar	Arazi	İletkenlik	Tuzluluk	TDS	DO	NH4	NO3	Sıcaklık	pH
Mayıs	F1	orman	94	0,06	89	10,09	0,09	2,7	8,6	7,2
Mayıs	F2	orman	89	0,06	83,2	10,42	0,1	0,7	9,1	7,93
Mayıs	F3	ziraat	106	0,07	96,2	10,32	0,09	1,7	10,2	7,87
Mayıs	F4	ziraat	166	0,11	148,2	10,14	0,18	2,1	10,7	7,58
Mayıs	F5	ziraat	243	0,15	198,3	10,06	0,1	1,4	12,4	8,32
Mayıs	F6	yerleşim	284	0,18	239,2	9,72	0,42	1,7	13	8,21
Mayıs	F7	yerleşim	155	0,1	135,9	10,06	0,75	1,9	12	8,07
Ağustos	F1	orman	254	0,14	185,2	7,58	0,03	2,7	19,3	7,78
Ağustos	F2	orman	206	0,13	170,1	9,15	0,02	0,7	13,6	7,81
Ağustos	F3	ziraat	298	0,17	225,6	8,27	0,04	2,4	17,6	7,84
Ağustos	F4	ziraat	302	0,19	244,6	8,33	0,05	2,7	17,4	7,73
Ağustos	F5	ziraat	371	0,21	281,5	8,5	0,06	2,9	17,5	7,96
Ağustos	F6	yerleşim	620	0,3	398,9	8	0,24	2,8	20,9	7,98
Ağustos	F7	yerleşim	750	0,37	494	7,45	0,41	1,4	22,1	8,28
Kasım	F1	orman	94	0,08	112,4	12,85	0,12	5,3	1,1	8,12
Kasım	F2	orman	102	0,09	122,8	13,01	0,12	5,4	1,9	8
Kasım	F3	ziraat	126	0,1	141,1	13,57	0,09	5,8	3,1	7,97
Kasım	F4	ziraat	140	0,12	167,4	12,1	0,21	7,1	4,8	8,01
Kasım	F5	ziraat	170	0,13	181,4	14,47	0,22	5,8	4,6	7,83
Kasım	F6	yerleşim	260	0,21	280,2	12,31	0,18	8	4,2	8,04
Kasım	F7	yerleşim	278	0,21	284,1	11,87	0,23	12,5	6	7,74
Şubat	F1	orman	65	0,05	65	12,13	0,02	1,1	6,6	8,44
Şubat	F2	orman	70	0,05	70	12,04	0,04	1,1	7	8,4
Şubat	F3	ziraat	76	0,05	72,8	12,6	0,02	1,1	7,8	8,48
Şubat	F4	ziraat	82	0,06	82,4	12,2	0,04	1,5	8,2	8,41
Şubat	F5	ziraat	97	0,07	91,7	12,37	0,11	1,8	8,6	8,5
Şubat	F6	yerleşim	129	0,08	116,4	12,01	0,03	2,1	8,7	8,6
Şubat	F7	yerleşim	131	0,09	122,8	12,09	0,17	4,7	8,9	8,49

Ek Tablo 3 Fabrika Deresi rnekleme noktalarına ait su kalitesi AKM- Debi parametreleri

Numara	Zaman	Noktalar	Havza	AKM	Debi
1	Mayıs	F7	Fabrika	58,1	0,85
4	Ağustos	F7	Fabrika	13,6	0,03
7	Kasım	F7	Fabrika	32,8	0,3
10	Şubat	F7	Fabrika	26,5	0,81

Ek Tablo 4. Fabrika Deresi rnekleme noktalarına ait sediment kalitesi pH – Eİ parametreleri

Nokta	Zaman	Arazi	pH	Eİ
F1	Mayıs	orman	7,43	96
F2	Mayıs	orman	7,48	98
F3	Mayıs	ziraat	7,7	35,9
F4	Mayıs	ziraat	7,6	59,4
F5	Mayıs	ziraat	7,55	55,2
F6	Mayıs	yerlesim	7,47	115,2
F7	Mayıs	yerlesim	7,53	156,9

Ek Tablo 5. Fabrika Deresi rnekleme noktalarına ait sediment kalitesi Tekstür parametreleri

Nokta	Arazi	Kil	Kum	Silt
F1	orman	2,812371	86,47581	10,71182
F2	orman	3,857944	80,83211	15,30994
F3	ziraat	2,211106	73,63052	24,15838
F4	ziraat	3,918624	75,66328	20,41809
F5	ziraat	3,156225	83,80898	13,0348
F6	yerleşim	2,83685	77,26348	19,89967
F7	yerleşim	2,432031	77,90562	19,66235



Ek Tablo 6. Fabrika Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi CHNS parametreleri

Nokta	Zaman	Arazi	Karbon	Hidrojen	Azot	Kükürt
F1	Mayıs	orman	1	0,549	0,07	0,031
F2	Mayıs	orman	0,46	0,375	0,05	0,018
F3	Mayıs	ziraat	0,36	0,417	0,05	0,012
F4	Mayıs	ziraat	0,64	0,459	0,06	0,034
F5	Mayıs	ziraat	0,57	0,417	0,06	0,016
F6	Mayıs	yerleşim	0,85	0,609	0,07	0,173
F7	Mayıs	yerleşim	0,95	0,379	0,07	0,042

Ek Tablo 7. Fabrika Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi Ağır Metal parametreleri

Nokta	Arazi	As	Pb	Cd	Hg	Fe	Zn	Cu
F1	orman	0	0	0	0,616	0	0	0
F2	orman	0	0	0	0,248	0	0	0
F3	ziraat	0	8,309	0	143,3	20970	52,02	27,53
F4	ziraat	0	0	0	0,201	0	0	0
F5	ziraat	0	0	0	0	0	0	0
F6	yerleşim	0	0	0	1,081	151,6	0,528	0
F7	yerleşim	0	0,05	0	0,549	81,95	0,273	0,102

Ek Tablo 8. Hatila Deresi örnekleme noktalarına ait su kalitesi YSİ parametreleri

Zaman	Noktalar	Arazi	İletkenlik	Tuzluluk	TDS	DO	NH4	NO3	Sıcaklık	pH
Mayıs	H1	orman	60	0,04	55,9	10,75	0,13	0,3	9,2	7,36
Mayıs	H2	orman	72	0,05	66,3	10,85	0,05	1,2	9,6	7,4
Mayıs	H3	orman	60	0,04	55,9	10,75	0,05	0,5	9,2	7,38
Mayıs	H4	orman	62	0,04	57,2	10,5	0,04	0,4	9,5	7,3
Mayıs	H5	orman	62	0,04	55,9	10,94	0,04	0,5	10,6	7,65
Mayıs	H6	orman	65	0,04	58,5	10,84	0,05	0,5	10,3	7,84
Mayıs	H7	orman	70	0,04	62,4	10,63	0,06	0,5	10,5	8,25
Ağustos	H1	orman	277	0,15	200,2	7,67	0,3	1,6	19,7	7,77
Ağustos	H2	orman	283	0,16	215,2	8,09	0,05	2,2	17,4	7,8
Ağustos	H3	orman	280	0,15	203,5	6,65	0,05	1,2	19,4	7,65
Ağustos	H4	orman	292	0,15	208,7	7,3	0,05	2,3	20,3	7,7
Ağustos	H5	orman	306	0,15	211,2	5,9	0,06	1,9	21,9	7,73
Ağustos	H6	orman	308	0,16	203,2	7,81	0,05	1,1	21,8	7,74
Ağustos	H7	orman	275	0,14	187,2	7,22	0,08	2,5	22,7	7,73
Kasım	H1	orman	119	0,08	106,4	11,57	0,09	2,4	2,9	8,04
Kasım	H2	orman	120	0,06	108,9	12	0,09	2,5	3	8,01
Kasım	H3	orman	121	0,1	135,9	12,3	0,09	2,7	3	7,89
Kasım	H4	orman	108	0,9	117,7	12,59	0,03	3,5	3,7	7,85
Kasım	H5	orman	119	0,9	129,3	1,52	0,04	5,3	3,8	7,81
Kasım	H6	orman	123	0,1	133,9	12,95	0,05	5,1	3,9	7,78
Kasım	H7	orman	130	0,1	140,1	13	0,06	5,4	4	7,64
Şubat	H1	orman	56	0,04	55,3	12,21	0,01	0,7	7,3	8,89
Şubat	H2	orman	71	0,05	68,9	11,58	0,01	1,1	7,7	8,75
Şubat	H3	orman	57	0,04	56,5	11,62	0,01	0,9	7,3	8,8
Şubat	H4	orman	54	0,04	50	11,72	0,02	0,9	9,4	8,76
Şubat	H5	orman	58	0,04	53,9	11,7	0,02	0,8	9	8,61
Şubat	H6	orman	64	0,04	59,8	12,31	0,01	0,9	8,9	8,44
Şubat	H7	orman	64	0,04	59,8	11,89	0,02	1	8,9	8,31

Ek Tablo 9. Hatila Deresi rnekleme noktalarına ait su kalitesi AKM- Debi parametreleri

Numara	Zaman	Noktalar	Havza	AKM	Debi
2	Mayıs	H7	Hatila	7,5	12,98
5	Ağustos	H7	Hatila	1,9	5,87
8	Kasım	H7	Hatila	4,2	6,23
11	Şubat	H7	Hatila	5,4	8,61

Ek Tablo 10. Hatila Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi pH – Eİ parametreleri

Nokta	Zaman	Arazi	pH	Eİ
F1	Mayıs	orman	7,47	36,2
F2	Mayıs	orman	7,45	33,1
F3	Mayıs	orman	7,41	28,6
F4	Mayıs	orman	7,41	27,5
F5	Mayıs	orman	7,27	48,2
F6	Mayıs	orman	7,38	28,8
F7	Mayıs	orman	7,42	28,7

Ek Tablo 11. Hatila Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi Tekstür parametreleri

Nokta	Arazi	Kil	Kum	Silt
H1	orman	2,766635	96,50102	0,732345
H2	orman	0,74556	96,43788	2,816561
H3	orman	0,732956	90,75662	8,510428
H4	orman	0,730349	96,87573	2,393922
H5	orman	0,365784	94,83839	4,795831
H6	orman	3,288607	95,24979	1,461603
H7	orman	3,658579	92,68284	3,658579

Ek Tablo 12. Hatila Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi CHNS parametreleri

Nokta	Zaman	Arazi	Karbon	Hidrojen	Azot	Kükürt
F1	Mayıs	orman	0,29	0,452	0,04	0,057
F2	Mayıs	orman	0,44	0,615	0,04	0,039
F3	Mayıs	orman	0,35	0,506	0,05	0,07
F4	Mayıs	orman	0,18	0,465	0,05	0,076
F5	Mayıs	orman	0,22	0,365	0,04	0,053
F6	Mayıs	orman	0,15	0,331	0,02	0,058
F7	Mayıs	orman	0,15	0,359	0,03	0,095

Ek Tablo 13. Hatila Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi Ağır Metal parametreleri

Nokta	Arazi	As	Pb	Cd	Hg	Fe	Zn	Cu
H1	orman	0	0	0	1,234	174,8	0,312	0,209
H2	orman	0	0	0	0,968	128,9	0,221	0,062
H3	orman	0	0	0	1,173	156,4	0,297	0,135
H4	orman	0	0	0	1,037	163,2	0,269	0,178
H5	orman	0	0,01	0	0,971	134,3	0,263	0,169
H6	orman	0	0	0	1,115	146,5	0,276	0,121
H7	orman	0	0,027	0	0,972	145	0,288	0,154

Ek Tablo 14. Murgul Deresi örnekleme noktalarına ait su kalitesi YSİ parametreleri

Zaman	Noktalar	Arazi	İletkenlik	Tuzluluk	TDS	DO	NH4	NO3	Sıcaklık	pH
Mayıs	M1	orman	38	0,03	40,3	10,99	0,19	0,9	5,5	8,04
Mayıs	M2	orman	45	0,03	44,2	10,89	0,08	0,4	7,9	7,94
Mayıs	M3	maden	581	0,38	50,7	10,49	0,05	0,9	15,3	7,19
Mayıs	M4	maden	20	0,14	184,6	10,49	0,17	0,6	11,3	7,84
Mayıs	M5	maden	1079	0,68	877,5	8,64	1,21	1,3	15,2	5,98
Mayıs	M6	yerleşim	181	0,12	159,9	10,21	0,12	0,9	13,9	7,84
Mayıs	M7	yerleşim	164	0,09	129,3	10,38	0,08	0,6	16	8,08
Ağustos	M1	orman	120	0,06	813	8,14	0,16	1	14,65	6,62
Ağustos	M2	orman	254	0,15	165,2	8,99	0,08	2,5	21,7	7,19
Ağustos	M3	maden	1533	0,08	107,3	8,91	0,05	1	16,3	8,32
Ağustos	M4	maden	362	0,18	247	8	0,05	1,1	22,5	7,62
Ağustos	M5	maden	1638	0,9	102,7	6,74	0,38	4,1	27	7,57
Ağustos	M6	yerleşim	447	0,78	107,5	7,53	0,11	3,2	24,4	7,87
Ağustos	M7	yerleşim	428	0,2	268,5	7,11	0,3	1,3	26,8	8,15
Kasım	M1	orman	560	0,05	63,1	11,12	0,05	5,4	2,8	7,43
Kasım	M2	orman	610	0,06	87,1	11,46	0,04	5,8	4,1	6,9
Kasım	M3	maden	1066	0,81	104	9,22	0,02	4,2	7,6	6,85
Kasım	M4	maden	860	0,19	261,3	11,8	0,06	5,3	6,4	7,1
Kasım	M5	maden	686	0,51	669,5	10,92	0,2	3,3	7,6	3,26
Kasım	M6	yerleşim	301	0,22	292,5	10,92	0,08	6,5	7,7	6,68
Kasım	M7	yerleşim	405	0,1	134,5	10,94	0,05	3,8	8	7,25
Şubat	M1	orman	29	0,02	41,2	11,84	0,01	0,1	4,8	6,82
Şubat	M2	orman	58	0,04	52,7	11,9	0,03	0,2	5,5	7,72
Şubat	M3	maden	93	0,06	80,6	11,77	0,05	1,2	9,3	7,13
Şubat	M4	maden	25	0,17	225,6	11,3	0,05	1,4	10,4	7,7
Şubat	M5	maden	557	0,36	481	11,15	0,31	8,1	12	7,33
Şubat	M6	yerleşim	172	0,12	158	11,43	0,05	2,2	9,8	8,3
Şubat	M7	yerleşim	117	0,08	110,5	12,13	0,02	3,1	8,5	8,3

Ek Tablo 15. Murgul Deresi rnekleme noktalarına ait su kalitesi AKM- Debi parametreleri

Numara	Zaman	Noktalar	Havza	AKM	Debi
1	Mayıs	M7	Murgul	38,8	12,57
2	Ağustos	M7	Murgul	35	8,14
3	Kasım	M7	Murgul	62,2	15,62
4	Şubat	M7	Murgul	33,6	31,22

Ek Tablo 16. Murgul Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi pH – Eİ parametreleri

Nokta	Zaman	Arazi	pH	Eİ
M1	Mayıs	orman	7,46	18,28
M2	Mayıs	orman	7,37	16,87
M3	Mayıs	maden	7,21	81,2
M4	Mayıs	maden	7,41	41,9
M5	Mayıs	maden	7,14	184,1
M6	Mayıs	yerleşim	7,25	63,8
M7	Mayıs	yerleşim	7,23	64

**Ek Tablo 17. Murgul Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi
Tekstür parametreleri**

Nokta	Arazi	Kil	Kum	Silt
M1	orman	0,36578	93,90366	5,730556
M2	orman	2,035943	98,33053	0,36647
M3	maden	1,30136	90,56514	8,133498
M4	maden	2,037213	80,36127	17,60152
M5	maden	0	71,90782	28,09218
M6	yerlesim	1,68046	76,14567	22,17387
M7	yerlesim	0,944922	90,09886	8,95622

Ek Tablo 18. MurgulDeresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi CHNS parametreleri

Nokta	Zaman	Arazi	Karbon	Hidrojen	Azot	Kükürt
M1	Mayıs	orman	0,17	0,393	0,04	0,158
M2	Mayıs	orman	0,14	0,487	0,02	0,187
M3	Mayıs	maden	0,67	0,332	0,02	2,347
M4	Mayıs	maden	0,16	0,372	0,02	0,181
M5	Mayıs	maden	0,33	0,414	0,02	3,42
M6	Mayıs	yerlesim	0,27	0,399	0,04	0,706
M7	Mayıs	yerlesim	0,36	0,428	0,03	0,624

Ek Tablo 19. Murgul Deresi örnekleme noktalarına ait sediment kalitesi Ağır Metal parametreleri

Nokta	Arazi	As	Pb	Cd	Hg	Fe	Zn	Cu
M1	orman	0	19,3	0	237,4	31210	176,1	134,5
M2	orman	0	0	0	283,3	39500	95,87	72,89
M3	maden	0	80,88	0,892	247,9	37250	273,2	1227
M4	maden	0	13,1	0	209,8	27530	134,8	101,2
M5	maden	0	107,8	3,909	419,3	60570	1176	4657
M6	yerlesim	0	0	0,541	0,932	46050	0	0

KAYNAKLAR

- Agca, Y., Liu, J., Peter, A. T., Critser, E. S., Critser, J. K., 1998. Effect of developmental stage on bovine oocyte plasma membrane water and cryoprotectant permeability characteristics. *Molecular Reproduction and Development: Incorporating Gamete Research*, 49(4), 408-415.
- Akın, M., Akın, G., 2007. Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2), 105-118.
- Akiner, M. E., Akkoyunlu, A., 2012. Modeling and forecasting river flow rate from the Melen Watershed, Turkey, *Journal of Hydrology*, 456-457(0), 121-129.
- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z., 2010. Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 67-74.
- Anonymous, 2006. Population statistics: historical demography of all countries, their divisions and towns.
- Ayers, R. S., Westcot, D. W., 1985. *Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29, Rev 1.*Rome, FAO.
- Azizullah, A., Khattak, M. N. K., Richter, P., Häder, D. P., 2011. Water pollution in Pakistan and its impact on public health—a review. *Environment international*, 37(2), 479-497.
- Bagheri H, Alinejad S, Bastami KD., 2011. Heavy Metals (Co, Cr, Cd, Ni, Ph and Zn) in Sediment of Gorganrud River, Iran. *Research Journal of Environmental Toxicology* 5(2): 147-151.
- Bolstad, P. V., Swank, W. T., 1997. Cumulative Impacts Of Landuse On Water Quality In A Southern Appalachian Watershed 1. *Jawra Journal of the American Water Resources Association*, 33(3), 519-533.
- Brooks., 1991. Indoor air pollution: an edifice complex. *Clinical Toxicology*. 29(3):315-374.
- Cadisch, G., Palm, C. A., Gachengo, C. N., Delve, R. J., Cadisch, G., Giller, K. E., 2001. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 83(1-2), 27-42.

- Carman, R., Edlund, G., Damberg, C., 2000. Distribution of organic and inorganic phosphorus compounds in marine and lacustrine sediments: a ^{31}P NMR study. *Chemical geology*, 163(1-4), 101-114.
- Coşkun, A. A., 2010. AB Su Çerçeve Direktifi Açısından Türk Hukukunda Nehir Havza Yönetim Planlaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt A, Sayı 1, s43-55.
- Cüce, H., Bakan, G., 2009. Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetimi Açısından Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 02-06.
- Cüce, H., Bakan, G., 2009. Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetimi Açısından Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 02-06.
- Çetin, S., 2013. Havza Bazında Evapotranspirasyonun Tahmininde Uzaktan Algılama Tekniklerinin Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Çiçek, A., Bakış, R., Uğurluoğlu, A., Köse, E., Tokatlı, C., 2013. The Effects of Large Borate Deposits on Groundwater Quality. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(4).
- Çiçek, N. L., Ertan, Ö. O., 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nın Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 21, 84, 54-65.
- Çiçek, N. L., Yamuç, F., 2017. Using Epilithic Algae Assemblages to Assess Water Quality in Lake Kovada and Kovada Channel (Turkey), and in Relation to Environmental Factors. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(4), 701-711.
- Çiftçi, M., 2015. Seydisuyu (Eskişehir) Havzasında Su ve Sediment Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Dalkılıç, Y., Harmancıoğlu, N., 2008. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifinin Türkiye'de Uygulama Olanakları. *TMMOB, 2. Su Politikaları Kongresi*, Ankara.
- Demir, S., 2008. Isparta ve Yakın Çevresi Yeraltısularının Hidrojeolojik, Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal İncelenmesi ve İçme Suyu Kalitesinin İzlenmesi, SDU Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (yayınlanmamış), 171 s., Isparta.
- Dökmeci, A. H., Yıldız, T., Ongen, A., Sivri, N., 2014. Heavy metal concentration in deepwater rose shrimp species (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846)

collected from the Marmara Sea Coast in Tekirdağ. Environmental monitoring and assessment, 186(4), 2449-2454.

DPT, 2007. Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması. Özel İhtisas Komisyon Raporu, 2007 – 2013, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.

Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F.O., Özengin, N., Kurtoğlu, S., Başkaya, H.S., 2007. Assessment of heavy metals in Lake Uluabat, Turkey. Afr. J. Biotechnol., 6: 2236-2244.

Ertürk, A., 2012. Managing the Effects of the Climate Change on Water Resources and Watershed Ecology. Studies on Water Management Issues, USA.

EPHA, 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, APHA, AWWA, WEF, 2 540.

Gale, S. A., King, C. K., Hyne, R. V., 2006. Chronic sublethal sediment toxicity testing using the estuarine amphipod, *Melita plumulosa* (Zeidler): Evaluation using metal-spiked and field-contaminated sediments. Environmental Toxicology and Chemistry, 25(7), 1887-1898.

Gultekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E., Celep, S., 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. Ekoloji Dergisi, 21(82).

Guo, W., Liu, X., Liu, Z., Li, G., 2010. Pollution and potential ecological risk evaluation of heavy metals in the sediments around Dongjiang Harbor, Tianjin. Procedia Environmental Sciences, 2, 729-736.

Güler, Ç., 1997. Su Kalitesi. Ankara: Sağlık Bakanlığı.

Harmancıoğlu, B. N., Gül, A., Fıstıklıoğlu, O., 2002. "Entegre Su Kaynakları Yönetimi". Türkiye Mühendislik Haberleri, (419):29-39.

Hızal, A., Serengil, Y., Özcan, M., 2008. Ekosistem Tabanlı Havza Planlama Metodolojisi ve Havza Çalışmalarında Yapılan Yanlış Uygulamalar. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008, Ankara.

İçhedef, M., 2006. İzmir Körfezi'nde sedimentasyon hızının radyometrik yöntemlerle tayini.

Kaçan, E., Ülkü, G., 2013. Gümüşçay ve Çürüksu Çayları'nın Denizli Sınırları İçinde Büyük Menderes Nehri'ne Verdiği Kirlilik Yüklerinin Saptanması. Ekoloji 22, 87, 24-34.

- Kalyoncu, H., Serbetci, B., 2013. Applicability of diatom-based water quality assessment indices in Dari stream, Isparta-Turkey. In Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology (No. 78, p. 1873). World Academy of Science, Engineering and Technology (Waset).
- Karaş, E., 2005. Küçükemalı ve Güvenç Havzalarının Su ve Sediment Verimlerine Göre Sürdürülebilir Yönetimi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kibena, J., Nhapi, I., Gumindoga, W., 2014. Assessing the relationship between water quality parameters and changes in landuse patterns in the Upper Manyame River, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 67, 153-163.
- Koralay, N., 2015. Solaklı Deresi Havzasında Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Su Kalitesine Etkileri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Trabzon.
- Köse, E., Uysal, K., Tokatlı, C., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., 2012. Assessment of boron in water, sediment and fish tissues of Porsuk Stream, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(5), 1446-1449.
- Küçük, S., 2007. Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi.
- Lalchhingpuii, H. L., Mishra, B. P., 2011. Sulphate, phosphate-P and nitrate-N contents of Tlawng river, near Aizawl City, India. *Science Vision*, 11, 198-202.
- Landis, W., Sofield, R., Yu, M. H., Landis, W. G., 2003. Introduction to environmental toxicology: impacts of chemicals upon ecological systems. Crc Press.
- MacDonald, D. D., Ingersoll, C. G., Berger, T. A., 2000. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 39(1), 20-31.
- Mutlu, E., Yanık, T., Demir, T., 2014. Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri/Horohon Stream (Hafik-Sivas) Water Quality Characteristics and Monthly Variations. *Alınteri Zirai Bilimler Dergisi*, 25 (2), 45-57.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2012. Ulusal Su Kalitesi Yönetimi Strateji Belgesi (2012 – 2023), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Özdemir, A. D., 2010. İstanbul İçme Suyu Havzalarında Arazi Kullanımlarının Su Kalitesine Olan Etkisinin Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özhan, S., 1982. Belgrad ormanındaki Bazı Meşcerelerde Evapotranspirasyonun Deneysel Olarak Saptanması ve Sonuçların Ampirik Modellerle Karşılaştırılması. 1.Baskı İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2906, Orman Fakültesi Yayın No: 311, İstanbul.
- Özyuvacı, N., Hızal, A., Gökbülak, F., 2001. Su Üretimine Tahsis Edilen Yağış Havzalarını Planlama ve Kullanım İlkeleri. I. Türkiye Su Kongresi, 8-10 Ocak, Cilt I, s. 7-15, İstanbul.
- Serdar, S., 2015. Doğu Karadeniz Havzası Akarsularının Fizikokimyasal Su Kalitesi Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesi, Rize.
- Shugar, D. H., Kostaschuk, R., Best, J. L., Parsons, D. R., Lane, S. N., Orfeo, O., Hardy., R. J., 2010. On the relationship between flow and suspended sediment transport over the crest of a sand dune, Río Paraná, Argentina. *Sedimentology*, 57(1), 252-272.
- Sivakumar, B., 2006. Suspended sediment load estimation and the problem of inadequate data sampling: a fractal view. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31(4), 414-427.
- Song, Y., Müller, G., 1999. Sediment-water interactions in anoxic freshwater sediments: mobility of heavy metals and nutrients (p. 111). Berlin: Springer.
- Soylak M., Narin I., Elci L., Dogan M., 1999. Investigation of some trace element pollution in Karasu, Sarmisakli Cayi and Kizilirmak Rivers, Kayseri-Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 8: 014–017.
- Şen, B., Gölbaşı, S., 2008. Hazar Gölü'ne Dökülen Kürk Çayı'nın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 25(4), 353-358.
- Şengün, E., 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Giresun.
- Taş, B., 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Ekoloji* 15, 61, 6-15.
- Taş, B., Çetin, M., 2011. Gökgöl (Ordu-Türkiye)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. *Ordu Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 73-82.

- Tepe, Y., 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 18, 70, 38-46.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y., 2006. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri. *EÜ Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1), 149-154.
- Tokatlı, C., Esengül, K. Ö. S. E., Uysal, K., Çiçek, A., Arslan, N., 2011. Porsuk Baraj Gölü Epipelik Diyatome Frustullerinde Makro ve Mikro Element Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (2), 1-6.
- Tunca, E., Atasagun, S., Saygı, Y., 2012. Yeniçağa Gölü'nde (Bolu-Türkiye) su, sediment ve kerevitteki (*Astacus leptodactylus*) bazı ağır metallerin birikimi üzerine bir ön çalışma. *Ekoloji*, 21(83), 68-76.
- Turan, F., Ülkü, G., 2013. Gökpınar ve Çürüksu Çaylarının kirlilik parametre ve yüklerinin izlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 133-144.
- TVS, S., 1999. Rao ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cekks of Pigeonpea/TVS Stresty, KV Madhava. *Environ. Exp. Bot*, 41, 3-13.
- Uğur, A., 1998. Gökova Körfezi Deniz Sediment Korlarında Radyoaktif Pb, Po, Ra, Cs, Am ve Pu izotoplarının dağılımının incelenmesi, sedimentasyon hızı ve tarihleme çalışmalarında kullanılması.
- URL-1. <http://www.artvin.gov.tr/cografı-durum>, 5 Mayıs 2019, 17:53.
- URL-2. http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden_potansiyel_2010/Artvin_Madenler.pdf, 4 Mayıs 2018, 19:59.
- URL-3. <http://hattilavadisi.tabiat.gov.tr/>, 4 Mayıs 2018, 19:00.
- URL-4. <http://www.artvin.gov.tr/cografı-durum>, 4 Mayıs 2018, 20:30
- URL-5. <http://www.artvin.gov.tr/cografı-durum>, 4 Mayıs 2018, 21:20.
- URL-6. <http://www.artvin.gov.tr/cografı-durum>, 5 Mayıs 2018, 18:15.
- URL-7. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150221-11.htm>, 2 Mart 2018
- URL-8. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150221-11.htm>, 6 Şubat 2018, 20:11.

- Uzunoğlu, O., 1999. Gediz Nehrinde Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Varol M., Şen B., 2012. Assessment of nutrient and heavy metal contamination in surface water and sediments of the upper Tigris River, Turkey. *Catena*, 92: 1–10.
- Yağmur, F., Hancı, İ. H., 2002. Arsenik, *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi* (sted), 11 (7), 250-251.
- Yarsan 2000., Heavy metal levels in mussels (*Unio stevenianus krynicki*) obtained from Van Lake. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24(1), 93-96.
- YSKY, 2015. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Resmi Gazete, 30.11.2012, Sayı: 28483.
- Serengil, Y., 2003. Water Quality Monitoring In Watershed Scale, Anadolu Üniversitesi, *Journal of Science and Technology*, ss. 275-282.
- Yıldırım, S., 2019. Borçka Barajı Havzasında Su Rejimi, Su Kalitesi ve Sediment Veriminin SWAT Kullanarak Belirlenmesi ve Modellenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Yüksel, E. E., 2009. Artvin- Saçınka Yöresinde Orman ve Otlak Arazilerinde Bazı Toprak Özelliklerinin Yükselti ve Derinlik Kademelerine Göre Değişimin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Zeybek, M., Kalyoncu, H., 2016. Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi The determination of water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey) in terms of physicochemical parameters. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 223-231.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı BERK, Burcu
Uyruğu T.C.
Doğum tarihi ve Yeri 01/09/1994, Maltepe
Medeni Hali Bekar
Telefon 0 (541) 654 53 22
e-mail burcuuberkk@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Başlangıç-Bitiş
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Üniversitesi/Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2016-2019
Lisans	İstanbul Üniversitesi/ Orman Mühendisliği Bölümü	2012-2016
Lise	Çağdaşkent Anadolu Lisesi/Eşit Ağırlık	2008-2012
İş Deneyimi	Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Orman Mühendisi	2019, halen
Yabancı Dil	İngilizce / C1	