

**ARTVİN'İN MURGUL DERESİ'NDE SU MİKTARI, SU KALİTESİ VE ASKIDA
SEDİMENT DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Şenol OSMANAOĞLU

**Yüksek Lisans
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet ÖZALP**

2019

Artvin

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

**ARTVİN'İN MURGUL DERESİ'NDE SU MİKTARI, SU KALİTESİ VE ASKIDA
SEDİMENT DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şenol OSMANAOĞLU

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet ÖZALP**

Artvin-2019

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Artvin’in Murgul Deresi’nde Su Miktarı, Su Kalitesi ve Askıda Sediment Değerlerinin Belirlenmesi’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Mehmet ÖZALP‘ın 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.

24/10/2019

şenol OSMANAOĞLU

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

ARTVİN'İN MURGUL DERESİ'NDE SU MİKTARI, SU KALİTESİ VE
ASKIDA SEDİMENT DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Şenol OSMANAOĞLU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :

Tezin Sözlü Savunma Tarihi :

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet ÖZALP

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

ONAY:

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

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

Doç. Dr. Hilal TURGUT
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Artvin’in Murgul Deresi’nde Su Miktarı, Su Kalitesi ve Askıda Sediment Değerlerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

İlk olarak, tez konusunun belirlenmesinden çalışmaların sonlandırılmasına kadar geçen sürede bilgi ve tecrübelerini paylaşıp, çalışmanın tamamlanabilmesi için elinden gelen her türlü desteği sağlayan Sayın Hocam Doç. Dr. Mehmet ÖZALP’e en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süresi boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, arazi ve laboratuvar çalışmaları süresince de desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Arş. Gör. Dr. Saim YILDIRIMER’e teşekkür ederim. Ayrıca, tezin özellikle istatistiksel analizlerinin yapılması ve yorumlanması aşamalarında gerekli bilgi ve düşüncelerini aktaran Sayın Hocam Doç. Dr. Bülent TURGUT’a ve merkezi laboratuvarında yapılan ölçümleri gerçekleştiren Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Umut KONANÇ’a da teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmaları süresince gerekli olan her türlü yardımı sağlayan Orman Yüksek Mühendisi Gözde ÖZAY arkadaşşıma ve arazi çalışmaları aşamasında özellikle ulaşım konusunda desteklerini aldığım Borçka Orman İşletme Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

Son olarak, yaşamım boyunca gerekli olan her türlü desteği sağlayan canım aileme teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Şenol OSMANAOĞLU

Artvin 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ BEYANNAMESİ	I
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	11
1.1. Dünya’da Suyun Miktarı ve Dağılımı.....	13
1.2. Türkiye’de Su Kaynaklarının Durumu	14
1.3. Su Kalitesi	16
1.3.1. Yüzeysel Su Kirliliği.....	16
1.3.2. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği	17
1.3.3. Su Kalitesi Parametreleri	19
1.3.4. Ağır Metaller.....	23
1.3.5. Sularda Ağır Metal Kirliliği.....	25
2. MATERYAL VE YÖNTEM	26
2.1. Materyal	26
2.1.1. Çalışma Alanı.....	26
2.1.2. Jeolojik Yapı Özellikleri	27
2.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü	28
2.2. Yöntem.....	29
2.2.1. Arazi Çalışmaları	29
2.2.1.1. Örnekleme Noktalarının Belirlenmesi	30
2.2.1.2. Su Numunelerinin Alınması	31
2.2.1.3. Akım Ölçümü.....	32
2.2.1.4. Su Kalitesi Parametrelerinin Ölçülmesi.....	33
2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	34

2.2.2.1. Askıda Katı Madde Tayini (AKM).....	34
2.2.2.2. Su Numunelerinin Ağır Metal Ölçümü İçin Hazırlanması	35
2.2.3. İstatiksel Analizler	36
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	37
3.1. Su Kalitesi Parametreleri	37
3.1.1. Su Sıcaklığı	38
3.1.2. pH.....	40
3.1.3. Elektriksel İletkenlik	42
3.1.4. Tuzluluk	46
3.1.5. Toplam Çözünmüş Madde.....	48
3.1.6. Çözünmüş Oksijen	51
3.1.7. Nitrat Azotu	54
3.1.8. Amonyum Azotu.....	56
3.1.9. Askıda Katı Madde	58
3.2. Debi Ölçümü	61
3.3. Ağır Metal Ölçümlerinin İstatiksel Analizi	64
3.3.1. Arsenik.....	64
3.3.2. Kadmiyum.....	66
3.3.3. Bakır.....	67
3.3.4. Demir	69
3.3.5. Kurşun.....	71
3.3.6. Çinko.....	72
4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR	78
ÖZGEÇMİŞ.....	82

ÖZET

ARTVİN'İN MURGUL DERESİ'NDE SU MİKTARI, SU KALİTESİ ve ASKIDA SEDİMENT DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Son yıllarda, ormanlık su havzalarında yapılan insan kaynaklı faaliyetlerin bu havzaların ürettiği suların kalitesi ve miktarı üzerinde olumsuzluklara neden olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda, üzerinde araştırmaların yapılması gereken havzalardan biri de madencilik, nehir tipi hidroelektrik santralleri (NT-HES), yol inşaatları ve şehirleşme gibi faaliyetlerden etkilenen Murgul Deresi Havzası (MDH)'dir. Buradan hareketle, MDH üzerinde belirlenen toplam 12 örnekleme noktasında, taşınabilir YSI (Professional Plus) cihazı ile su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, toplam çözülmüş madde (TDS), çözülmüş oksijen (ÇO), nitrat azotu (NO₃-N) ve amonyum azotu (NH₄-N) değerleri arazide ölçülmüştür. Buna ek olarak, askıda katı madde (AKM) miktarı laboratuvarında vakumlu filtreleme sistemiyle ölçülürken, aylık debi değerleri için gerekli olan akış hızı ise müliner tipi akımölçer ile belirlenmiştir. Son olarak, özellikle madencilik işletmeciliğinin yol açabileceği olası ağır metal kirliliğini tespit etmek için ise arsenik (As), kadmiyum (Cd), bakır (Cu), demir (Fe), kurşun (Pb) ve çinko (Zn) analizleri EPA3015 prosedürüne göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, maden sahası çıkışındaki sulara iletkenlik (438,82 µS/cm), tuzluluk (0,30 mg/L), TDS (400,25 mg/L), NH₄-N (0,19 mg/L), NO₃-N (5,20 mg/L) ve AKM (143,69 mg/L) parametrelerinin, ormanlık ve yerleşim alanı yakınından alınan su örneklerine göre istatistiksel anlamda daha yüksek çıktığını göstermiştir. Ayrıca, örnekleme zamanları açısından istatistiksel anlamda farklı bulunan ÇO değerlerinin su sıcaklığının arttığı yaz aylarında düştüğü de belirlenmiştir. Son olarak, ağır metal değerleri arazi kullanımı bakımından birbirine benzer ama örnekleme noktaları açısından ise istatistiksel anlamda farklı bulunmuş ve Cu (5669 ppb), Fe (4647 ppb), Pb (43 ppb) ve Zn (2837 ppb) için en yüksek değerler maden sahası çıkışında (M5 noktası) ölçülmüştür. Sonuç olarak, maden sahasından gelen suların, Murgul Deresi üzerinde su kalitesi parametreleri, AKM ve ağır metaller açısından genel olarak olumsuz etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, Debi, Askıda Sediment, Ağır Metal, Madencilik

SUMMARY

DETERMINING DISCHARGE, WATER QUALITY AND SUSPENDED SEDIMENT VALUES IN MURGUL CREEK OF ARTVIN

In recent years, it is known that human-induced activities within forest watersheds have been causing negativity on quality and amount of water produced by these watersheds. In this context, one of the watersheds for which scientific research should be carried out is Murgul Creek Watershed (MCW), affected by the activities of mining, establishment of small hydroelectric power plants (HEPP), road constructions and urbanization. From this point, on 12 sampling points determined along MCW, water temperature, pH, electrical conductivity, salinity, total dissolved substance (TDS), dissolved oxygen (DO), nitrate nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammonium nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$) values were measured in the field with YSI (Professional Plus) device. In addition, while amount of suspended solid particles (SSP) was measured by vacuum filtration in the laboratory, the flow rate required for monthly discharge values was determined by a muliner type flow meter. Lastly, to detect a possible heavy metal pollution particularly to be caused by mining operations, arsenic (As), cadmium (Cd), copper (Cu), iron (Fe), lead (Pb) and zinc (Zn) analyzes were carried out according to the EPA3015 procedure. The results demonstrated that the parameters of conductivity ($438.82 \mu\text{S/cm}$), salinity (0.30 mg/L), TDS (400.25 mg/L), $\text{NH}_4\text{-N}$ (0.19 mg/L), $\text{NO}_3\text{-N}$ (5.20 mg/L) and SSP (143.69 mg/L) in waters from the outlet of the mining area were found to be statistically higher than water samples taken near the forest and settlement areas. Moreover, it was determined that DO values decreased in summer months when the water temperature increased and there was a statistically significant difference in terms of sampling times. Finally, heavy metal values were found similar in terms of land use while it was determined that there was a statistical difference for sampling points and the highest values were Cu ($5669,70 \text{ ppb}$), Fe (4647.47 ppb), Pb ($42,99 \text{ ppb}$) Zn (2837.16 ppb) at the outlet of the mining area (M5 point). As a result, it was concluded that waters coming from the mining area have negative effects on Murgul Creek with respect to water quality parameters, SSP and heavy metals.

Key Words: Water Quality, Discharge, Suspended Sediment, Heavy Metal, Mining

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1. Türkiye'nin mevcut su kaynakları potansiyeli (DSİ, 2014).....	15
Tablo 2. Kıta İçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fiziko-kimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (YSKYY, 2016)	17
Tablo 4. Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler, Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartları*	19
Tablo 5. Murgul Deresinde su örnekleme tarihlerindeki günlük ortalama sıcaklık ve yağış değerleri.....	28
Tablo 6. MDH'da belirlenen örnekleme noktalarının tanımları ve koordinatları	30
Tablo 7. Su kalitesi parametrelerinin örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre elde edilen ANOVA analizi F ve P değerleri	37
Tablo 8. Çalışma alanına ait su kalitesi parametreleri değerlerinin korelasyon analizi	37
Tablo 9. AKM ölçümlerinin örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre elde edilen ANOVA analizi F ve P değerleri.....	58
Tablo 10. Çalışma alanına ait AKM değerlerinin korelasyon analizi	58
Tablo 11. Debi ölçümlerinin örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre elde edilen ANOVA analizi F ve P değerleri.....	61
Tablo 12. Çalışma alanına ait debi ölçümlerinin korelasyon analizi.....	61
Tablo 13. Ağır metal ölçümlerinin örnekleme zamanı ve örnekleme noktalarına göre elde edilen ANOVA analizi F ve P değerleri.....	64
Tablo 14. Çalışma alanına ait ağır metal ölçümlerinin korelasyon analizi	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Dünya’da suyun miktarı ve dağılımı (URL-2, 2019).....	13
Şekil 2. Toplam su varlığına göre kişi başına düşen su miktarı dağılımı (URL-2, 2019).....	14
Şekil 3. Çalışma alanına ait genel konum ve arazi kullanım durumuna göre sınıflandırılması.....	26
Şekil 4. Çalışma alanına ait jeolojik yapı haritası	27
Şekil 5. Çalışma alanına ait örnekleme noktalarının ve NT-HES alanlarının harita üzerindeki konumları	29
Şekil 6. Çalışma alanındaki örnekleme noktalarına ait fotoğraflar	31
Şekil 7. Dere en kesitinin ve akım hızının ölçümü.....	33
Şekil 8. Hach-Lange HQ40D ve YSI/Professional-Plus su kalitesi ölçüm cihazları	33
Şekil 9. Su numunelerinin AKM tayini için filtrasyon, fırınlanma ve tartım aşamaları	35
Şekil 10. ICP-OES cihazı ile ağır metal analizi	36
Şekil 11. Örnekleme noktalara ait aylık su sıcaklığı (°C) değerlerinin dağılımı	38
Şekil 12. Murgul Deresinde ortalama su sıcaklığının örnekleme zamanlarına (a), örnekleme noktalara (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	39
Şekil 13. Örnekleme noktalara ait aylık pH değerlerinin dağılımı.....	40
Şekil 14. Murgul Deresinde ortalama pH değerlerinin örnekleme zamanlarına (a), örnekleme noktalara (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	41
Şekil 15. Örnekleme noktalara ait aylık elektriksel iletkenlik (us/cm) değerlerinin dağılımı	43
Şekil 16. Murgul Deresinde ortalama elektriksel iletkenliğin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	44
Şekil 17. Elektriksel iletkenlik ve tuzluluk değerlerinin regresyon dağılımı	45
Şekil 18. Örnekleme noktalara ait aylık tuzluluk (ppt) değerlerinin dağılımı.....	46
Şekil 19. Murgul Deresi ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	47
Şekil 20. TDS ve tuzluluk değerlerinin regresyon dağılımı	48
Şekil 21. Örnekleme noktalara ait aylık TDS (mg/L) değerlerinin dağılımı.....	49

Şekil 22.	Murgul Deresinde ortalama TDS değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (c) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	50
Şekil 23.	TDS ve elektriksel iletkenlik değerlerinin regresyon dağılımı	51
Şekil 24.	Örnekleme noktalarına ait aylık ÇO (mg/L) değerlerinin dağılımı.....	52
Şekil 25.	Murgul Deresinde ÇO değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı.....	53
Şekil 26.	Örnekleme noktalarına ait aylık NO ₃ -N (mg/L) değerlerinin dağılımı	54
Şekil 27.	Murgul Deresinde ortalama NO ₃ -N değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	55
Şekil 28.	Örnekleme noktalarına ait aylık NH ₄ -N (mg/L) değerlerinin dağılımı	56
Şekil 29.	Murgul Deresinde ortalama NO ₄ -N değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	57
Şekil 30.	Örnekleme noktalarına ait aylık AKM (mg/L) değerlerinin dağılımı.....	59
Şekil 31.	Murgul Deresinde ortalama AKM değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	60
Şekil 32.	Örnekleme noktalarına ait aylık Debi (m ³ /sn) değerlerinin dağılımı.....	62
Şekil 33.	Murgul Deresinde ortalama debi değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı	63
Şekil 34.	Örnekleme noktalarına ait aylık As değerlerinin dağılımı	65
Şekil 35.	Murgul Deresinde ortalama As değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı	65
Şekil 36.	Örnekleme noktalarına ait aylık Cd değerlerinin dağılımı.....	66
Şekil 37.	Murgul Deresinde ortalama Cd değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı	67
Şekil 38.	Örnekleme noktalarına ait aylık Cu değerlerinin dağılımı.....	68
Şekil 39.	Murgul Deresinin ortalama Cu değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı	68
Şekil 40.	Cu ve Fe değerlerinin regresyon dağılımı	69
Şekil 41.	Örnekleme noktalarına ait aylık Fe değerlerinin dağılımı	70
Şekil 42.	Murgul Deresinin ortalama Fe değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı	70
Şekil 43.	Örnekleme noktalarına ait aylık Pb değerlerinin dağılımı	71
Şekil 44.	Murgul Deresinde ortalama Pb değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı	72
Şekil 45.	Örnekleme noktalarına ait aylık Zn değerlerinin dağılımı	73

Şekil 46. Murgul Deresinde Zn değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktaları (b) göre dağılımı.....	73
Şekil 47. Cu ve Zn değerlerinin regresyon dağılımı.....	74



KISALTMALAR DİZİNİ

NH ₄ –N	Amonyum Azotu
AKM	Askıda Katı Madde
ÇO	Çözünmüş Oksijen
DSİ	Devlet Su İşleri
pH	H İyonu Derişiminin 10 Tabanında (-) Logaritması
m ³ /sn	Metreküp/Saniye
µs/cm	Mikro Siemens/Santimetre
mg/L	Miligram/Litre
MDH	Murgul Deresi Havzası
NT-HES	Nehir Tipi Hidroelektrik Santral
NO ₃ -N	Nitrat Azotu
°C	Santigrat Derece
ppt	Toplam Madde Miktarının Binde Birlik Kısmı
YSKYY	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

1. GİRİŞ

Su canlıların en temel yaşam kaynağıdır ve bu nedenle de suyun kısıtlı olduğu yer ve zamanlarda canlı yaşamı da sekteye uğrar. İnsan yaşamı da temiz ve sürdürülebilir su kaynaklarına bağlı olduğundan, toplumların tarih boyunca bütün faaliyetleri suyun varlığına bağlı olarak gerçekleşmiş ve şekillenmiştir. Yerleşik hayata geçen ilk medeniyetlerin yeterli su kaynaklarının bulunduğu alanlarda kurulması suyun önemini açık bir şekilde göstermektedir (Ayboğa, 2010).

Karasal ekosistemlerde su kaynaklarının miktarını yağışlar belirlemektedir. Yeryüzüne düşen yıllık toplam yağışın 119,000 km³ olduğu, bu miktarın 42,600 km³'ünün yüzey üstü akış ile denizlere, nehirlere ve göllere ulaştığı, 2,200 km³'ünün ise yeraltı sularını beslediği ifade edilmektedir (Usta, 2016). Ancak, dünyada küresel hidrolojik döngü sonucunda oluşan tatlı su kaynakları, ne yazık ki yeryüzünün her tarafına dengeli bir şekilde dağılmamıştır. Su dağılımının dengeli olmamasının yanında nüfusun özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde bilinçsiz olarak artmaya devam etmesi, teknolojinin gelişmesi ile suyun diğer başka alanlarda da kullanılmaya başlanması, sanayinin su kaynaklarını kirletmeye başlaması ve küresel iklim değişikliğinin bazı bölgelerdeki su kaynakları varlığını olumsuz etkilemesi, dünya üzerinde birçok alanda su sıkıntılarının yaşanmasına sebep olmaktadır (Maden, 2012). Günümüzde nüfus artışı ile birlikte suya olan talep de artmakta ve buna bağlı olarak yanlış kullanım ve küresel ısınmayla birlikte temiz su kaynaklarının giderek azaldığı görülmektedir. Su miktarının düşmesi uluslararası gündemde suyun önemini arttırmıştır (Aküzüm ve ark., 2010). Diğer yandan da dünya üzerindeki yaklaşık 1,1 milyar insan kullanılabilir içme suyuna ulaşamamaktadır ki, bu durumun öncelikli sebepleri arasında suyun yönetimindeki tekniklerin eksik kalması ve kullanılabilir tatlı sularının yeryüzüne homojen bir şekilde dağılmaması gelmektedir (Ayboğa, 2010).

Su, ekosistemin ve yaşamın temel kaynağı olmasının yanında, üretim ve sermaye piyasasına yönelik faaliyetlerinde en önemli unsurlarından biridir. Hem endüstriyel hem de tarımsal anlamda çok büyük önem arz eder. İnsanların yiyecek ihtiyaçlarını karşılayacak buğday, pirinç gibi gıdaların yanı sıra kimya, tekstil ve otomotiv gibi

sanayinin birçok alanında da önem taşımaktadır (Şengül, 2013). Günümüzde çevre kirliliğinin artması ile birlikte, su kaynakları kullanımının, sadece miktarı değil kalite açısından da önemli olduğu gerekliliğini ortaya çıkarmış ve düzenli olarak su kalitesinin kontrol altına alınmasını zorunlu hale getirmiştir (M.E.B, 2011).

Ülkemizde de bazı akarsu sistemlerinin, insan kaynaklı faaliyetler sonucunda doğal yapılarını kaybettiği ve ürettikleri suların kirlendiği çok sayıda örnek mevcuttur ki bunlardan biri de Çoruh Nehri ve onun yan kollarıdır. Son yıllarda, özellikle de hidrolik enerji üretimi için Çoruh Nehri ana kolu üzerinde, 10 adet baraj ve yan kollar üzerinde de 21 adet baraj ve HES tesisinin yapımı işlemleri tamamlanmak üzeredir (Yıldırım, 2013). Aynı zamanda, Çoruh Nehrinin yan kollarından biri olan Murgul Deresi Havzası (MDH) üzerinde açık işletme yöntemiyle işletilen bakır madeni işletmeciliği (MTA tarafından ilk olarak 1935 yılında üretime açılmıştır) (URL-1, 2019) ile ciddi su kirliliği de halen önemli bir çevresel sorun olarak devam etmektedir. Yapılan bu maden çalışmalarının ilk zamanlarında bakır madeni yanında yan ürün olarak asit üretilmesi için kurulan Murgul bakır fabrikasının bacasından çıkan kükürt dioksit (SO_2) gazı özellikle MDH'nın orta ve yukarı bölümlerindeki orman ve mera alanlarına ciddi zararlar vermiştir. Bunun sonucunda tahrip olan bitki örtüsünün yok olması alanda şiddetli toprak erozyonu oluşmasına neden olmuş ve alanda yapılan ölçümler sonucunda toprak pH'sında düşüşler gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, bakır işletmeciliği sürecinde bırakılan atık sular yanında, atık cevher posalarının biriktiği alandan yağış ile birlikte gelen ağır metaller, Murgul deresindeki canlı yaşamını bitirmiş ve bu olumsuz etkiler sonucunda fabrika kapatılmış, fakat etkileri uzun yıllar devam etmiştir (Kalay ve ark., 1995).

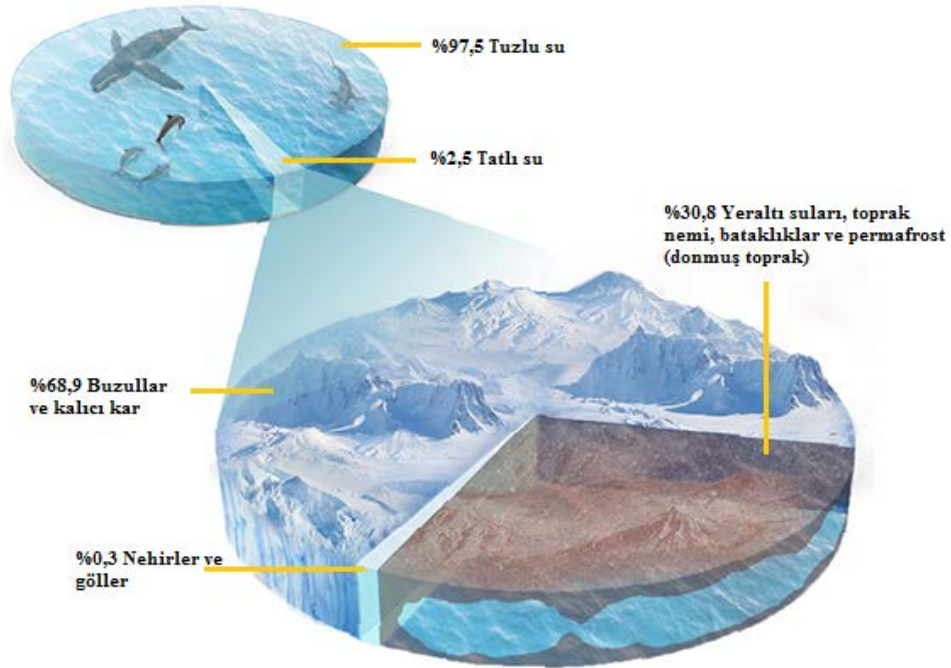
Bu araştırmanın çalışma alanı olarak seçilen MDH, çok farklı arazi kullanım alanlarına sahip olmakla birlikte, alanda maden çalışmalarının halen devam etmesi, dere üzerinde birbiri ardına birçok nehir tipi hidroelektrik santralin (NT-HES) işletiliyor olması, yeni yolların yapım çalışmaları ve çarpık yerleşimin devam etmesi havza üzerindeki su kalitesi ve su miktarı üzerinde olumsuz sonuçlara sebep olmaktadır.

Buradan yola çıkarak, önemli insan kaynaklı müdahalelere maruz kalmaya devam eden Murgul Deresi Havzasının; bazı su kalitesi parametreleri, sahip olduğu su rejimi, taşıdığı askıda katı madde (AKM) ve ağır metal miktarları bakımından mevcut

durumunun ortaya konulması bu tez çalışmasının ana amacı olarak belirlenmiştir. Söz konusu bu parametrelerin MDH için yıllık bazdaki değişimlerinin ele alındığı bu bilimsel çalışma ile özellikle derenin su kalitesinin ileriye yönelik izlenmesi konusunda bundan sonra yapılacak olan bilimsel çalışmalara altlık oluşturması da temel amaçlardan biridir.

1.1. Dünya’da Suyun Miktarı ve Dağılımı

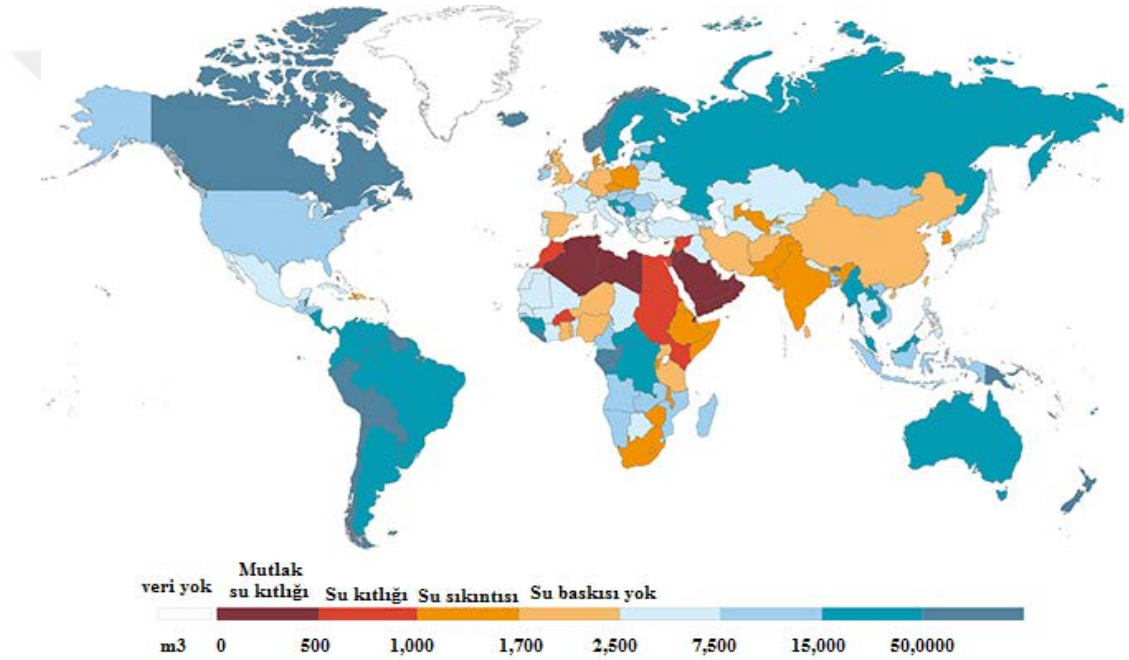
Yeryüzündeki toplam su miktarının tam olarak hesaplanması mümkün değildir, çünkü özellikle atmosfer katmanında bağlı olan su ve yer katmanının derinliklerinde ki su ancak tahmin edilebilir (Ayboğa, 2010). Yeryüzündeki toplam su miktarı Şekil 1’de gösterildiği gibi 1,4 milyar km³ civarında iken bu suların sadece %2,5’i göllerde ve nehirlerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Mevcut tatlı suların %90’ının kutuplarda ve yeraltında bulunması insanların faydalanabileceği tatlı su miktarının oldukça az olduğunu göstermektedir (DSİ, 2014).



Şekil 1. Dünya’da suyun miktarı ve dağılımı (URL-2, 2019).

Geçtiğimiz son yüz yılda su kaynakları üzerindeki talep dünya nüfusuna oranla iki kat hızlı artmıştır. Dünya’daki mevcut su tüketimi 1940’lı yıllarda 1000 km³ civarındayken, 90’lı yıllarda 4.130 km³’e kadar ulaşmaktadır. Su kaynaklarının

yeryüzüne dengeli bir şekilde dağılmaması ve nüfus yoğunluğunun artması ile birlikte yaklaşık olarak 80 ülkedeki toplam nüfusun %40'ında su arzı talep miktarını karşılayamamıştır. Su varlığına göre ülkeler arasında mevcut durumun belirlenmesi (Şekil 2) ve sınıflandırılmasında kullanılan birden fazla kriter mevcuttur. Bu kriterler göz önünde bulundurularak bir gruplandırma yapıldığında, yıllık kişi başına düşen su miktarının 1000 m³'ten az olduğu ülkeler "su fakiri" olarak tanımlanmakta, 1000 ile 2000 m³ arasında olanlar "su azlığı yaşayan" ve son olarak kişi başına düşen su miktarının 8000-10000 m³'ten fazla olan ülkelerde "su zengini" olarak tanımlanmaktadır (USİAD, 2007).



Şekil 2. Toplam su varlığına göre kişi başına düşen su miktarı dağılımı (URL-2, 2019).

1.2. Türkiye’de Su Kaynaklarının Durumu

Ülkemizde yeryüzüne ortalama olarak düşen yağış miktarı 643 mm civarındadır. Bu yağış yılda ortalama 501 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Bu yağışın yaklaşık olarak 274 milyar m³'ü buharlaşma yoluyla tekrardan atmosfere yükselmekte, 69 milyar m³'ü yeraltı sularını beslemekte ve geriye kalan yağış miktarının büyük bir kısmı da yüzeysel akışa geçerek denizler ve kapalı havzalarda ki göllere ulaşmaktadır. Yeraltı su kaynaklarının 28 milyar m³'ü doğal kaynak suları vasıtasıyla yerüstüne

tekrardan ulaşmaktadır. Ülkemizin su kaynakları potansiyeli Tablo 1’de gösterilmektedir.

Bu kaynakların dışında komşu ülkeler vasıtasıyla ülkemize ulaşan 7 milyar m³ civarında su mevcuttur. Toplamda ülkemizin yerüstü ve yeraltı su miktarı göz önünde bulundurulursa ülkemizin yenilenebilir su kaynakları potansiyeli 234 milyar m³ su miktarı 193 milyar m³’ü bulmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m³’lük su miktarını da dikkate alırsak, Türkiye’de toplam yenilenebilir su potansiyeli 234 milyar m³ civarında hesaplanmıştır. Günümüzde teknik ve ekonomik şartlar göz önünde bulundurulursa, çeşitli amaçlarla tüketilebilir su miktarımız yılda 112 milyar m³ civarında olup, bu miktarın sadece 44 milyar m³’lük kısmı kullanılabilirliktedir.

Su varlığı kriterleri göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye’de yıllık olarak kişi başına ortalama 1519 m³ Ülkemizde kişi başına düşen yıllık ortalama kullanılabilir su miktarı 1519 m³ olup, ‘su azlığı’ yaşayan ülkeler sınıfında yer almaktayız (DSİ, 2014).

Tablo 1. Türkiye’nin mevcut su kaynakları potansiyeli (DSİ, 2014)

Yıllık ortalama yağış	643 mm/yıl
Türkiye’nin yüzölçümü	783,577 km ²
Yıllık yağış miktarı	501 milyar m ³
Buharlaşma	274 milyar m ³
Yer altına sızma	41 milyar m ³
Yüzey suyu yıllık yüzey akışı	186 milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu ve yer altı suyu	98 milyar m ³
Yıllık çekilebilir su miktarı	14 milyar m ³
Toplam kullanılabilir su (net) Gelişme durumu	112 milyar m ³
DSİ Sulamalarında Kullanılan	32 milyar m ³
İçme Suyunda Kullanılan	7 milyar m ³
Sanayide Kullanılan	5 milyar m ³
Toplam Kullanılan Su	44 milyar m ³

TÜİK verilerine göre 2030 yılına kadar ülkemizin nüfus miktarının 100 milyon civarında olacağı düşünülmekte ve kişi başına düşen yıllık su miktarının 1120 m³ dolaylarında olacağı belirtilmiştir. Büyüme hızının fazla olması, mevcut su kullanım alışkanlıklarının değişmesi ile birlikte su kaynakları üzerindeki baskının giderek artacağı tahmin edilmektedir. Ülkemizin gelecek kuşaklara yeterli miktarda ve sağlıklı su aktarabilmesi için mevcut kaynakların iyi şekilde korunması ve sürdürülebilir yaklaşımla yönetilmesi gerekmektedir (DSİ, 2014).

1.3. Su Kalitesi

Su kaynakları zamanla azalmakta ve dünyadaki nüfusun hızla artması su sorunuyla karşılaşan toplumların da artmasına sebep olmaktadır. Zamanla yerüstü ve yer altı suyu kirlenmektedir. Su kalitesi; hidrolojik dolaşım, dağıtım sistemi ve uygulanan arıtma yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterir. Yerüstü suları, toprağa geçerken doğal olarak filtre uygulamasına maruz kaldığı için su içerisindeki bakteriler, mikroorganizmalar ve asılı maddeler de dâhil olmak üzere kısmen temizlenerek yeraltı sularını oluşturmaktadır. Fakat toprakta bulunan mineraller eriyerek suya karışır. Kalsiyum, flor gibi minerallerin suda bulunması istense bile diğer toksit olan maddelerin hiçbirinin suyun içerisinde bulunması istenmez. Doğal olarak bulunan bu kirlenmelerin dışında sanayileşmeden, şehirlerin pis su giderlerinden ve insanların tarımda kullandıkları gübreleme veya ilaçlamalardan kaynaklı olarak su kalitesi bozulabilmektedir. Genel olarak suyun kalitesi; uygun olmayan endüstriyel uygulamalar, tarımsal akıntılar, yeraltı depolama tanklarından sızıntı, atık kimyasalların yer altına sızması, madencilik işlemler gibi birçok faktör tarafından bozulabilir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

1.3.1. Yüzeysel Su Kirliliği

Genel olarak su kirliliği; sucul ortamının fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve radyoaktif özelliklerinin bozulması olarak tanımlanmaktadır. İnsan müdahalesi sonucu ortaya çıkan su kirliliği, canlı yaşamını doğrudan etkilemekte ve ekonomik olumsuzluklar ortaya çıkarmaktadır.

Türkiye’de su kirliliğine; sanayileşme, nüfus artışı, kontrolsüz şehirleşme, maden ve taş ocağı tesisleri, zirai ve kimyasal gübreler gibi birçok unsur sebep olabilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda çevreyi en fazla etkileyen unsurların başında sanayi kuruluşları bulunmaktadır. Türkiye’de fabrikaların sıvı atıkları ve baca gazlarından çıkan zehirli gazlar toprak, su ve bitki örtüsü üzerinde kirlenmelere sebep olmakta ve yağışlarla birlikte su kaynaklarına ulaşarak kirliliğe sebep olmaktadır (Şengün, 2013).

Çevresel kirleticilerden uzak doğal bir akarsuda canlı yaşamı ile ilgili olarak ekolojik bir denge bulunduğu göz ardı edilemeyecek bir gerçektir. Su kirliliğine sebep

olabilecek etmenler bu dengenin bozulmasına neden olur. Akarsuyun taşıdığı su miktarı kirleticilerin seyreltilmesi ve taşınım aşamasında önemli bir etmendir. Akarsularda uygun koşullarda doğal bir arıtım işlemi başlamakta, bu işlem iklim koşulları ve akarsuyun özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Akım hızı düşük olan akarsularda havalanma süresi yavaş olacağından doğal arıtım olayı uzun sürmekte, sığ ve akım hızı yüksek akarsularda havalanma süresi kısa olacağından doğal arıtım süresi kısalmaktadır. Yüksek su sıcaklığının yaşandığı yaz ve sonbahar mevsimlerinde su seviyelerinin de düşmesi ile birlikte akarsularda kirlilik oranı artmaktadır (Doğan ve Soylak, 2000).

1.3.2. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

Yerüstü su kalitesi yönetmeliğinin en temel ilkesi, yerüstü suları ile kıyı ve geçiş sularının fiziko-kimyasal, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ortaya çıkarılması, sınıflandırılması, su miktarının ve kalitesinin tespit edilmesidir. Bu suların kullanım amaçlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile uyumlu şekilde korunmasını ve bu suların iyileştirilmesi için yapılacak bütün çalışmalarda usul ve esasların belirlenmesidir (YSKYY, 2016). Yerüstü su kaynaklarında bazı su kalitesi parametreleri için çevresel kalite standartları ve kullanım maksatları Tablo 2’de gösterilmektedir. Aynı zamanda su kalitesini etkilen bir diğer etmen olan ağır metaller ve kalite standartları Tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Kıta İçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fiziko-kimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (YSKYY, 2016)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
Renk (m^{-1})	RES 436 nm: ≤ 1.5	RES 436 nm: 3	RES 436 nm: 4.3	RES 436 nm: >4.3
	RES 525 nm: ≤ 1.2	RES 525 nm: 2.4	RES 525 nm: 3.7	RES 525 nm: >3.7
	RES 620 nm: ≤ 0.8	RES 620 nm: 1.7	RES 620 nm: 2.5	RES 620 nm: >2.5
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik ($\mu S/cm$)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres (mg/L)	$<0,2$	0,3	0,5	$>0,5$
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOl) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Amonyum azotu ($mg NH_4^+-N/L$)	$< 0,2$	1	2	> 2

Tablo 2 (Devamı). Kıta İçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fiziko-kimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (YSKYY, 2016)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 3	10	20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L)	< 0,5	1,5	5	> 5
Toplam azot (mg N7L)	<3,5	11,5	25	>25
Orto fosfat fosforu (mg o-PO ₄ -P7L)	<0,05	0,16	0,65	>0,65
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,08	0,2	0,8	>0,8
Florür (µg F ⁻ /L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Mangan (µg Mn/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Selenyum (µg Se/L)	≤ 10	15	20	> 20
Sülfür (µg S/L)	≤ 2	5	10	> 10

Su kalitesi sınıflarına göre kullanım maksatları:

- ❖ Yüksek kaliteli su ‘‘I. Sınıf’’ olarak adlandırılmakta ve ‘‘çok iyi’’ su durumunu ifade etmektedir. İçme suyu olarak kullanma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları, yüzme, rekreasyonel aktiviteler, alabalık, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı gibi birçok farklı alanda kullanılabilir.
- ❖ Az kirlenmiş su ‘‘II. Sınıf’’ olarak adlandırılmakta ve ‘‘iyi’’ su durumunu ifade etmektedir. İçme suyu olarak kullanma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları, rekreasyonel aktiviteler için kullanılabilir niteliktedir, alabalık türü hariç diğer balık türlerinin üretimi için kullanılabilir, sulama suyu kalite standartlarını sağladığı takdirde sulama suyu olarak da kullanılabilir.
- ❖ Kirlenmiş su ‘‘III. Sınıf’’ olarak adlandırılmakta ve ‘‘orta kaliteli’’ su durumunu ifade etmektedir. Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç, uygun bir arıtma gerçekleştirildikten sonra sanayi kuruluşlarında kullanılabilir.
- ❖ Çok kirlenmiş su ‘‘IV. Sınıf’’ olarak adlandırılmakta ve ‘‘kötü kalite’’ su durumunu ifade etmektedir. Gerekli arıtma çalışmaları yapılmadan kullanılamayacak durumdadır (YSKYY, 2016).

Tablo 3. Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler, Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartları*

Kimyasal Adı	YO-ÇKS Nehirler/Göller (ug/L)	MAK-ÇKS Nehirler/Göller (ug/L)	YO-ÇKS Kıyı ve Geçiş Suları (ug/L)	Mak-ÇKS Kıyı ve Geçiş Suları (ug/L)
Alüminyum	2,2	27	2,2	22
Antimon	7,8	103	4,5	45
Arsenik	53	53	10	20
Bakır	1,6	3,1	1,3	5,7
Bor	707	1472	707	1472
Çinko	5,9	231	5,33	76
Demir	36	101	36	101
Gümüş	1,5	1,5	1,5	1,5
Kalay	13	13	13	13
Kobalt	0,3	2,6	0,3	2,6
Krom	1,6	142	4,2	88
Titanyum	26	42	26	42
Vanadyum	1,6	97	1,6	16
Kadmiyum ve bileşikleri	<0,08 (1. Sınıf) 0,08 (2. Sınıf) 0,09 (3. Sınıf) 0,015 (4. Sınıf) 0,25 (5. Sınıf)	<0,45 (1. Sınıf) 0,45 (2. Sınıf) 0,6 (3. Sınıf) 0,9 (4. Sınıf) 1,5 (5. Sınıf)	0,2	<0,45 (1.sınıf) 0,45 (2. Sınıf) 0,6 (3. Sınıf) 0,9 (4. Sınıf) 1,5 (5. Sınıf)
Kurşun ve bileşikleri	1,2	14	1,3	14

* 2013/39/EU sayılı Avrupa Birliği Direktifi'nde listelenen öncelikli maddeler ve çevresel kalite standartlarını ifade eder.

1.3.3. Su Kalitesi Parametreleri

Su Sıcaklığı

Su sıcaklığı, suyun içerisinde varlık gösteren maddelerin çözünme hızlarını ve oranlarını doğrudan etkileyen kalite parametrelerinden biridir. Ayrıca su ortamında yaşamını sürdüren canlıların metabolizma hızını, yaşam şekillerini ve su ortamında gerçekleşen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörleri etkisi altına almaktadır. Su sıcaklığına bağlı olarak diğer kalite parametrelerinin çoğunun etkilenmesi olası bir durumdur. İnsan müdahalesinin bulunmadığı doğal sularda su sıcaklığı birçok faktöre bağlı olarak değişim göstermektedir. Bunlar; mevsim şartları, yükselti, bakı, akım hızı, suyun derinliği ve hatta güneşin bakış açısına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Yüzeysel suların sıcaklığı, normal şartlarda 0 ile 30 °C arasında değişmektedir. Bilindiği gibi su sıcaklığı yaz aylarında en yüksek değerlere ulaşırken, kış aylarında ise en düşük sıcaklık değerleri görmektedir. İnsanlar tarafından gerçekleştirilen müdahaleler sonucunda su sıcaklığı etkilenmektedir. Endüstriyel faaliyetlerin yoğun olarak devam ettiği büyük kentlerde nehirlerin su sıcaklık değerlerini değiştirebilmektedir. Doğal şartlardan uzak bu değişimler su sıcaklığı üzerinde ve buna bağlı olarak diğer parametreler üzerinde olumsuz sonuçlara sebep olabilmektedir (Şengün, 2013).

pH

Su içerisindeki H⁺ iyonu yoğunluğunun 10 tabanına göre negatif logaritması pH olarak tanımlanmaktadır. pH değerleri 0 ile 14 arasında değer almakta ve pH değeri 7'ye eşit olan sular nötr olarak kabul edilmekte, bu sularda H⁺ ve OH⁻ iyonları dengededir. Nötr sularda asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H⁺ iyonu yoğunluğunun artması ile pH 7'nin altına düşmekte ve su asidik karakter kazanmaktadır. OH⁻ iyonu yoğunluğunun artması ile pH 7'nin üzerinde değer kazanmakta ve su bazik karakter taşımaktadır. İçme sularında pH değeri 6.5 ve 8.5 arasında uygun görülmektedir. Genel anlamda yüzeysel sularda pH genellikle 8'den büyük değer taşırken, yüzey altı sularda 7'den küçük asidik özellik taşımaktadırlar (Yerebakan, 1999).

Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik ölçümü suyun içerdiği tüm iyonların miktarını belirlemek amacıyla yapılır. Suyun iletkenliği, toplam çözünmüş madde miktarına ve içerisinde bulunan iyonların yoğunluğuna bağlıdır. Tuzluluk ve iletkenlik değerleri arasında doğrusal bir orantı vardır ve tuz miktarı arttıkça iletkenlik değerleri de artış gösterir. Elektriksel iletkenlik doğal sularda çok küçük değerlere sahiptir. Elektriksel iletkenlik $\mu\text{s/cm}$ birimi üzerinden minimum 400 $\mu\text{s/cm}$, maksimum 2000 $\mu\text{s/cm}$ olmalıdır.(M.E.B, 2012).

Tuzluluk

Tuzluluk parametresi özellikle tarımsal sulamalarda kullanılacak yüzeysel sularda büyük önem taşımaktadır. Kayaçların ve toprağın yapısında bulunan çözünebilir

tuzlar, yağmur ve yüzey akışıyla çözünerek yeraltı sularına karışmaktadır. Yüzeysel sulardaki buharlaşma ile birlikte suyun içerisindeki tuz toprak yüzeyinde kalmaktadır. Toprak yüzeyinde kalan tuz miktarının fazla olması tarımsal faaliyetler açısından ciddi zararlara yol açabilmektedir. Doğal sulara tuzluluk miktarı 5 ppt, deltalarda 5-30 ppt ve denizlerde 30 ppt seviyelerinde bulunmaktadır (Özkaldı ve ark., 2004)

Toplam Çözünmüş Madde

Su içerisindeki toplam çözünmüş madde, çözünmüş organik ve anorganik maddelerin açığa çıkması ile meydana gelmektedir. Çözünmüş madde içerisinde; sülfat, nitrat, karbonat, bikarbonat, potasyum, klorür, sodyum, kalsiyum ve magnezyumdan gibi birçok iyon bulunmaktadır. Çözünmüş maddeler suyun yapısında; sertlik, korozyon, tat gibi özelliklere etki etmektedirler. Toplam çözünmüş madde, madeni taşlardan, kanalizasyon giderlerinden, endüstriyel atıklardan ve drenaj sularından açığa çıkmaktadır. Bazı çalışmalar neticesinde çözünmüş maddelerin faydalı olabileceği söylenmektedir. Çözünmüş maddeler suyun lezzetine etki ederek, içme sularının yavan ve lezzetsiz olmasına neden olmaktadır. (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijenin yoğunluğu sulu ortamlar için verimlilik ve sucul yaşamın kalitesini gösteren, genellikle baraj rezervuar alanlarının ve nehirler, göller gibi su ortamlarının değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir parametredir (Ay, 2014). Çözünmüş oksijenin sucul canlılar için çok büyük önemi olmakla birlikte, çözünmüş oksijenin su içerisindeki miktarının fazla olması, suya ihtiyaç duyan bütün canlılar için faydalı bir durumdur. Su içerisindeki oksijen miktarı, kaynağını doğrudan atmosferden çözünerek geçişler ve su içerisindeki bitkilerin yaptıkları fotosentez sonucunda açığa çıkan oksijenin suya karışması ile oluşmaktadır (Şengün, 2013). Suyun içerisindeki çözünmüş oksijen yoğunluğu suyun derinliği, sıcaklığı, içerdiği madensel tuzlar, su ortamında yaşayan canlılar ve suyun dalgalı olup olmamasına göre değişim göstermektedir. İçme sularında çözünmüş oksijen varlığının sağlığa doğrudan etkisi bulunmamakla beraber suyun lezzetini etkilemektedir (Tayar, 2005).

Nitrat Azotu

Doğal sulardaki nitrat, bitkisel ve hayvansal atıklardan kaynaklı ayrışma aşamasında ortaya çıkan amonyağın oksitlenmesinden, tarım sektöründe kullanılan nitratlı gübrelere, azotun doğrudan azot oksitlere dönüşmesi ve azot oksitlerin su içerisindeki reaksiyonlarından açığa çıkmaktadır (Solak, 2003). Su içerisindeki nitrat oranı fazlasıyla değişkenlik gösterebilmektedir. Kurak geçen zamanlardan sonraki yağışlı günlerde nitrat miktarında artış gözlenebilir. Ayrıca nitrat, sularda kirlilik göstergesi olarak kabul edilebilir (WHO, 1984).

Amonyum Azotu

Sucul ortamlardaki amonyak, organik madde kirliliği ve su içerisindeki canlıların atıkları sonucunda ortaya çıkan toksit bir maddedir. Hidrojen iyonları ile bağ yapabilme özelliğine sahip olan amonyak, sularda genellikle amonyum iyonu (NH_4^+) halinde bulunmaktadır. Amonyumun (NH_4^+) iyonize olmamış hali olan amonyağa (NH_3) göre çok daha az toksit etki göstermektedir (Yıldız, 2013).

Askıda Katı Madde

Su içerisindeki askıda veya çözünmüş durumdaki maddeler katı madde olarak ifade edilmektedir. Katı maddelerin filtre edilemeyen kısmına ‘‘askıda katı madde’’ adı verilmektedir. Katı madde miktarı yüksek olan atık sular, alıcı ortamı olumsuz yönde etkilemektedirler (Akçadağ, 2014). Bitki örtüsünden yoksun olan alanların erozyona uğraması ve toprağın üst kısımlarının su ortamına taşınması, bunların yanı sıra madensel, evsel ve endüstriyel atık sularla da taşınan askıda katı maddeler, su ortamında askıda katı madde olarak açığa çıkmaktadır. AKM’ler suyun ışık geçirgenliğini ve bulanıklığını artırarak, güneş ışınlarının su bitkilerine ulaşmasını engellerler. Buna bağlı olarak su içerisindeki fotosentezi etkileyerek su içerisindeki çözünmüş oksijen oranının düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca askıda katı maddeler suyun tabanına çökerek, su içerisinde ve tabanında yaşayan canlıların yaşam alanlarını da olumsuz etkilemektedir (Ünlü ve ark., 2008).

Akım Ölçümü

Yerüstü su kaynaklarında önemli parametrelerden biri olan debi; bir akarsuyun taşıdığı su miktarını belirten büyüklüktür. Başka bir ifadeyle, suyun bir saniyede ait olduğu

kesitteki “m3” cinsinden miktarını ifade etmektedir. Su içerisindeki çözülmüş ve askıda katıların miktarı, debiye bağımlı olarak artış veya azalış gösterdiği bilinmektedir. Bu yüzden debi miktarındaki artış veya azalış su kalitesi parametrelerinin miktarlarında ya da yoğunluğunda değişikliğe sebep olabilmektedir (Ay, 2014).

1.3.4. Ağır Metaller

Arsenik

Arsenik, doğada oksit ve arsenik sülfür halinde bulunmakla birlikte doğal sularda çok az miktarda arsenik mevcuttur. Suda yüksek miktarda arsenik bulunması dolaşım sistemi problemlerine, doku bozukluklarına ve kanser riskinin artmasına sebep olabilmektedir. Arseniğin oluşum kaynakları; metal işleme tesisleri, cam ve deri sanayi, petro-kimya sanayi, zirai mücadele ilaçları, kereste koruyucu kullanımı vb. birçok sanayi tesisi ve maden tesislerinden çıkan atık sulardan ortaya çıkmaktadır (Ay, 2014)

Kadmiyum

Demir çelik, kadmiyum, çinko, kurşun ve bakır üretiminde saflaştırma ve ekstraksiyonunda kullanılan prosesler ana kadmiyum kaynaklarıdır. Kadmiyumun en temel kullanım alanları; elektrolitik kaplama, boya, mürekkep ve plastiklerde kullanılan pigmentlerin bileşimi, çoğunlukla PVC için kullanılan plastik stabilizatörler, alaşımlar, nikel kadmiyum pilleri'dir. Lastik sertleştirilmesi, fotoğrafçılık (CdBr₂, CdI₂), kaydırıcılar, özel aynalar fungusidlerin ve insektisidlerin (Cd pentakloro fenat, Cd antiranilat gibi kene uzaklaştırıcı) üretimi, nükleer santrallerde ve katı hal sistemlerinde de yaklaşık (% 8,5) oranında kadmiyum elementinin kullanım alanları bulunur. Çinko metalürjik proseslerinde kadmiyum daima birlikte bulunur (Gökdemir, 2006).

Bakır

Bakır ve bileşikleri yerüstü sularında bulunabilmekte, buna bağlı olarak su içerisindeki bakır, suyun pH'sı, karbonat yoğunluğu ve diğer anyonlarla alakalıdır. Musluk sularında Cu miktarı, arıtılmamış veya arıtılmış su kaynaklarında bulunan Cu

miktarından fazla bulunabilir. Bakır miktarı jeolojik konuma, endüstriyel faaliyetlere ve gübre kullanımına göre toprak değişik miktarlarda varlık gösterebilir ve yağışlar ile birlikte yerüstü sularına karışabilmektedir (WHO, 2004).

Suyun yapısında bulunan bakır zarar teşkil etmemektedir, ancak alüminyum, çinko gibi boruların korozyonunu artırır. Doğal sularda bakır miktarının 5 mg/L olması suyun acı bir tat almasını sağlar. Bakır, insanların metabolizmasında bulunan ana elementlerden biri olmakla birlikte, yetişkin bir insanın günlük 2 mg bakıra ihtiyacı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kanda ise litrede 0.8 mg bakır iyonun olduğu bilinmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Demir

Demir, ağır metaller arasında en zararsız metallere biri olup, genellikle volkanik kayalarda demir taşıyan kayaların suda çözülmesiyle birlikte yüzeysel sularda ve yer altı sularında bulunmaktadır. İçme sularında demirin aşırı bulunması metalik bir tat verir ve suya renklilik katar (Ay, 2014). Demir yer kabuğunda ağırlık bakımından en bol miktarda bulunan elementlerden biridir. İçme ve kullanma sularında demir miktarının 0,3 mg/L'den fazla olması durumunda suyun tadı bozulmaktadır (WHO, 1984).

Kurşun

Doğal kaynaklardan çözünen kurşun, musluk sularında nadiren de olsa bulunur. Bunun nedeni su tesisatlarında bulunan lehim veya bağlantı noktalarında bulunan kurşunun değişik yollarla suya karışması ile meydana gelir. Su tesisatlarının sisteminden kaynaklı çözümlerde kurşun miktarı, pH, sıcaklık ve su sertliği gibi çeşitli faktörlere bağlıdır; yumuşak, asitli su en iyi kurşunlu eriyiktir. İçme suyundaki serbest klor kalıntıları daha çözünmez halde olma eğilimindedir. Kurşun içeren sedimentler, kloramin kalıntıları kurşun borusunda daha çözünür sedimanlar oluşturabilir (Bayram, 2011).

Çinko

Çinko, yaklaşık 4 mg/L'lik bir tat eşik konsantrasyonunda (çinko sülfat olarak) suda istenmeyen bir tat oluşturur. 3-5 mg/l'den fazla konsantrasyon da çinko içeren suda kaynama noktasında su yüzeyinde yağlı tabaka oluşabilir. İçme suyu, 0,1 mg/l'nin

üzerindeki konsantrasyonlarda nadiren çinko içerse de, pis su giderlerinin yapısında kullanılan çinko sebebiyle musluk suyundaki çinko seviyesi önemli ölçüde artabilir. İçme sularında sağlık açısından herhangi bir çinko değeri önerilmemiştir (Bayram, 2011).

1.3.5. Sularda Ağır Metal Kirliliği

Sularda ağır metal kirliliği çok az miktarda da olsa sakıncalı maddelerdir. İz elementler olarak adlandırılan bu metaller; As, Sb, Ag, Be, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Hg, Se, U, Zn, Al olarak belirlenmiştir. Bunların bazıları periyodik tabloda metaller grubunda bile yer almamaktadır. Ancak, bu elementler, ağır metal grubuna dâhil edilmektedir (Ciszewski ve Malik, 2004).

Ağır metaller canlılarda ve su ortamlarında önemli sorunlara sebep olabilmektedir. Özellikle, besin zinciri yoluyla canlılarda birikmekte ve insana kadar ulaşan süreçte zararlı olmaktadır. Buna bağlı olarak ağır metaller için de, bazı standartlar getirilmiştir. Doğal sularda olması gereken ağır metal standartları Tablo 3'de gösterilmektedir.

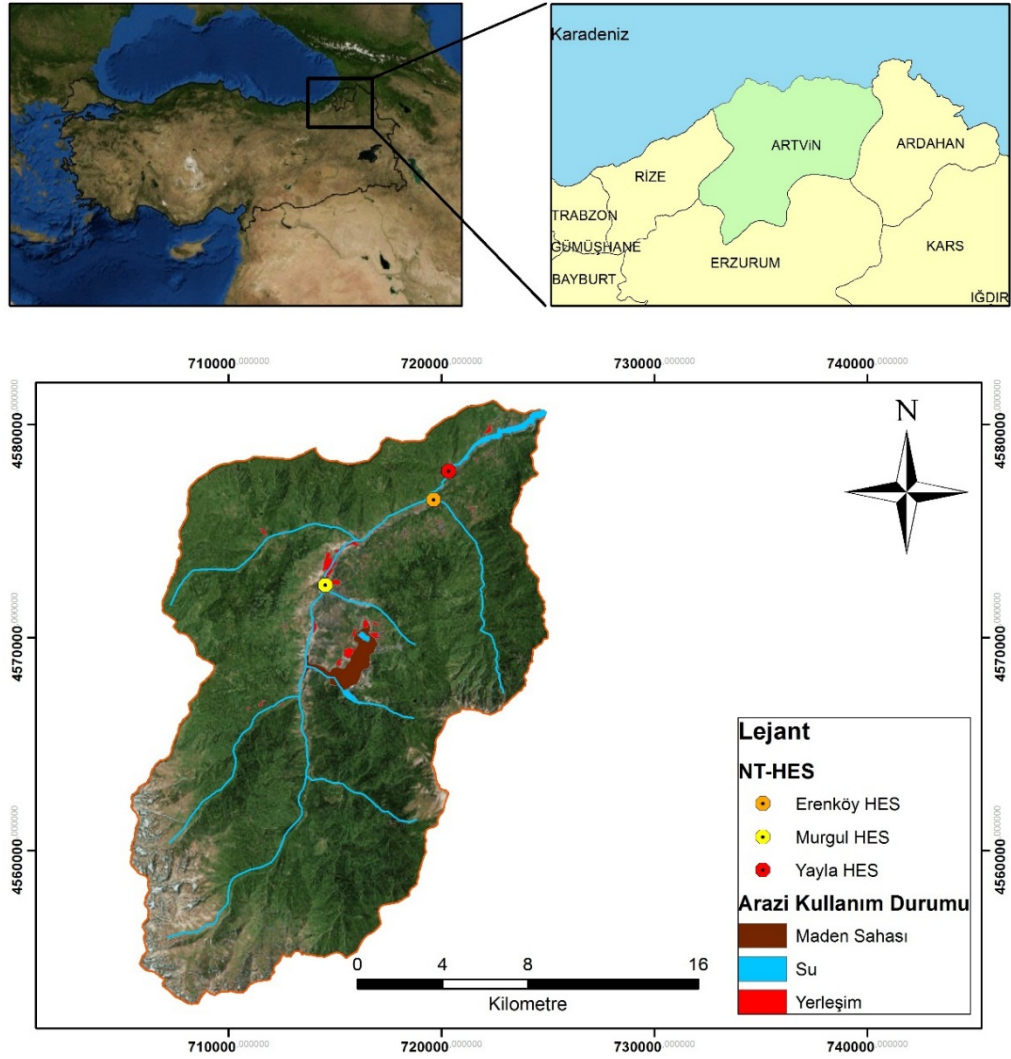
Doğal kaynaklar ve insan faaliyetleri sonucunda ağır metaller, sucul ortamlara karışmaktadır. Başlıca kaynaklar arasında; maden ocakları, erozyon, orman yangınları, ayrışma olayları, yanardağ faaliyetleri, evsel, endüstriyel ve tarımsal kökenli atıklar bulunmaktadır (Gökdemir, 2006).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Murgul Deresi Havzası (MDH), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölge'sinde Artvin ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. Toplam alanı 362 km² olan MDH'nın konumu ve sınırları Şekil 3'de gösterilmektedir.

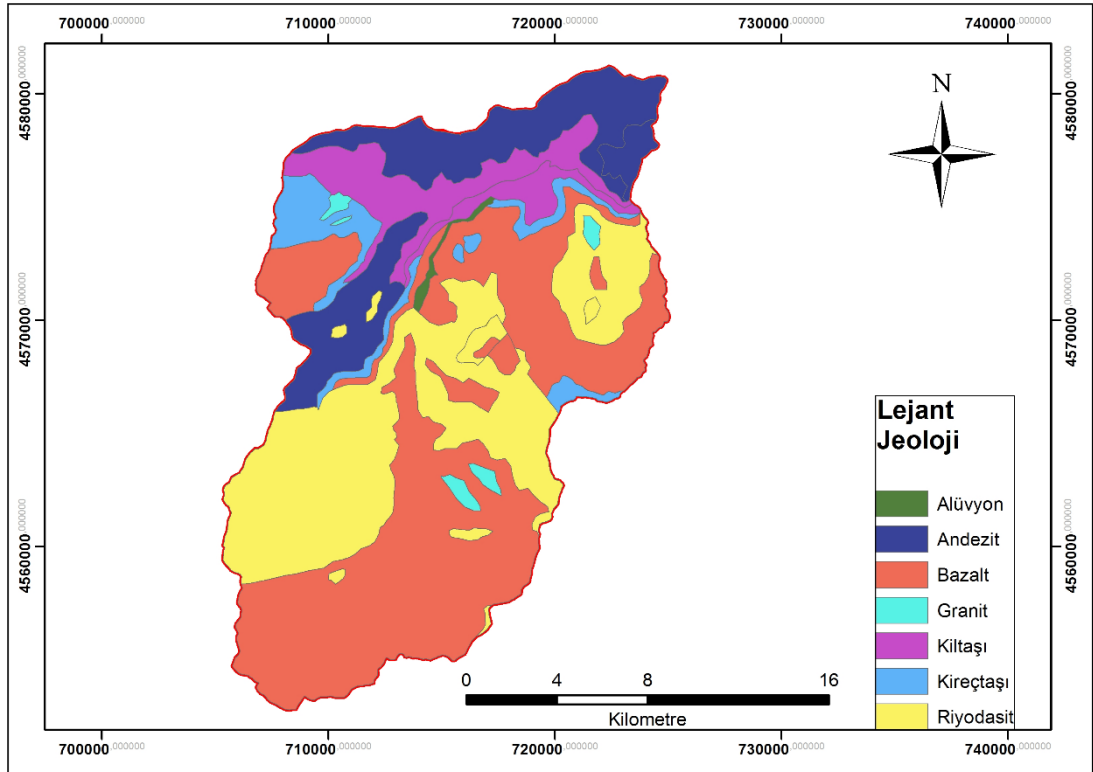


Şekil 3. Çalışma alanına ait genel konum ve arazi kullanım durumuna göre sınıflandırılması

2.1.2. Jeolojik Yapı Özellikleri

Çalışma alanı, Şekil 4'de gösterildiği gibi çoğunlukla volkanik kayalardan oluşmaktadır. Bu kayalar arasında özellikle piroklastik kayaların (volkanik breşler, tüfler ve aglomeralar) yaygın olması ile birlikte, piroklastiklere benzeyen volkanitler bunlara oranla, buldukları sahaların % 10 unu oluşturmaktadır. Tortul kayalar (kalker taşları ve marnlar) jeolojik tabakanın orta kısmında bulunmaktadır. Spilit-keratofir-porfir katmanı en eski üyedir ve bunun alt katmanında spilit-pelitik tüfler bulunmaktadır. Bunların üst kısmında volkanik breşler ile kuvarskeratofirik tüfler yer almaktadır.

Murgul ilçesinin etrafındaki geniş alanlar pirit-kalkopirit yatakları yönünden çok zengindir. Alanda ana cevher mineralleri olarak kalkopirit ve pirit çoğunlukta olup, tali olarak da tetrahedrit, manyetopirit, çinkoblend, ankerit, galen, ve barit görülmektedir. Kalkopiritin üst katmanında ince kovellin ve kalkosin tabakaları bulunmaktadır (Buser ve Cvetic).



Şekil 4. Çalışma alanına ait jeolojik yapı haritası

2.1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanının bulunduğu bölgede Karadeniz iklimi görülmektedir. Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütleleri, Kuzey Anadolu dağlarının denize bakan yamaçlarından yükselerek yoğunlaşmakta olan hava kütleleri kıyı kesimlerinde yaz mevsiminde de yağış oluşturmaktadır. Karadeniz ikliminin en önemli özelliği, ülkemizde en çok yağışın görüldüğü iklim olması ve 4 mevsim boyunca bu yağışların yaşanmasıdır. Kış ayları ılıman, yazlar ise serin geçmektedir. Çalışmanın yapıldığı bölgede kışlar Karadeniz sahiline göre sert geçmekte ve daha fazla kar yağışı görülmektedir. Aynı zamanda çalışmanın yapıldığı tarihlere ait günlük toplam yağış değerleri ve günlük ortalama sıcaklık değerleri Tablo 4’de gösterilmektedir.

Murgul’a bağlı Damar bölgesi üst kesimlerinde Rododendron fundalıkları, yayla ve alpin otlaklar bulunurken, Murgul Deresi havzasının genelinde Artvin ili boyunca hakim ağaç türleri ladin, göknar, sarıçam, meşe, kestane, kayın ve kızılğaç gibi türler bulunurken ıhlamur, gürgen, akçaağaç, dişbudak, ceviz, kavak, söğüt, akasya, şimşir, porsuk gibi birçok ağaç türü de mevcuttur (Çol, 2015).

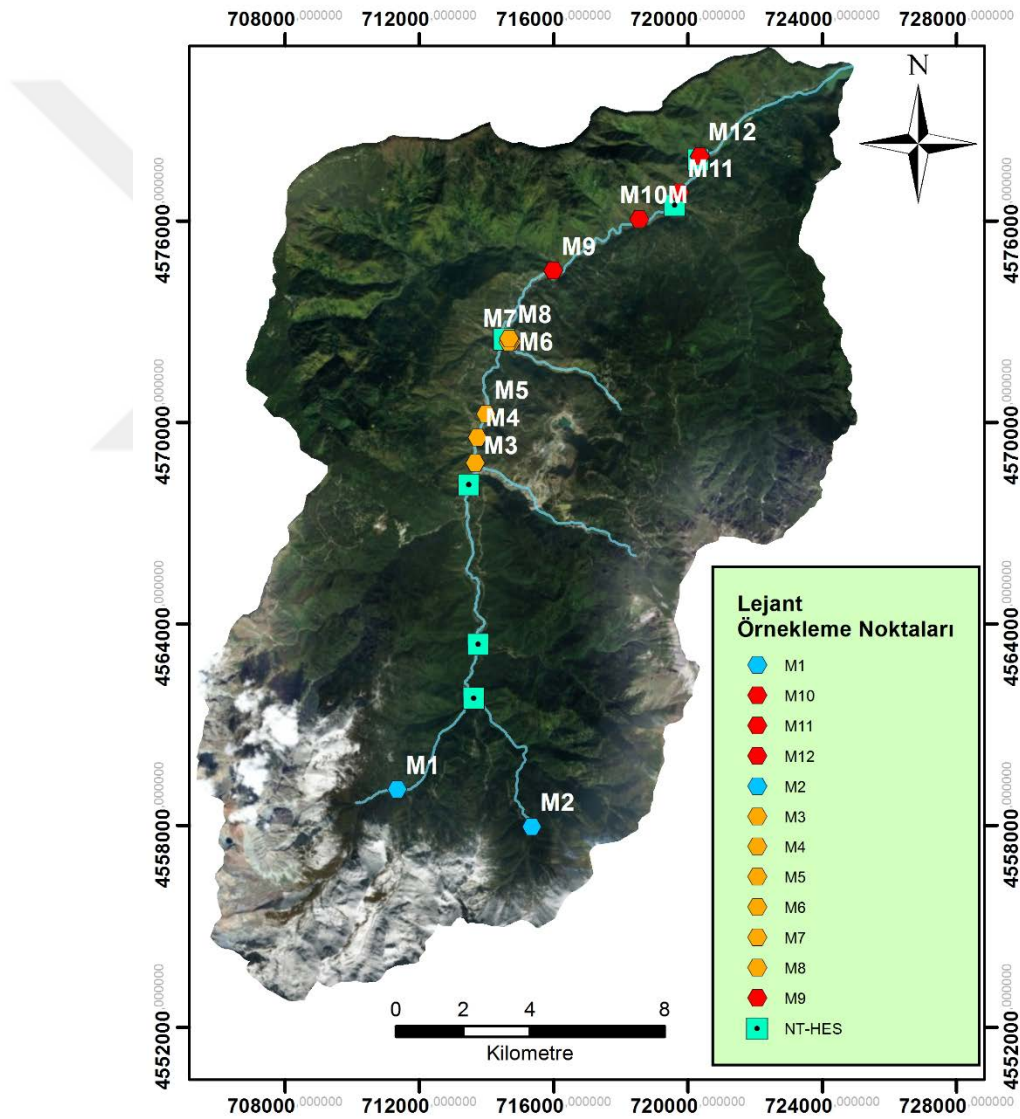
Tablo 4. Murgul Deresinde su örnekleme tarihlerindeki günlük ortalama sıcaklık ve yağış değerleri.

Örnekleme Zamanları	Günlük ortalama Sıcaklık	Bir Önceki Gün Toplam Yağış Değerleri	Ölçüm Günü Toplam Yağış Değerleri
5 Nisan 2016	8,8	4,8	0
6 Mayıs 2016	12,7	13,1	1,1
1 Haziran 2016	16,2	0	0
11 Temmuz 2016	16,9	0,6	0
4 Ağustos 2016	0	0	
30 Eylül 2016	23,9	0	0
2 Ekim 2016	16,3	13,4	0
4 Kasım 2016	7,2	8,3	0
7 Aralık 2016	-2,8	15,6	7,5
3 Ocak 2017	-1,1	7,4	0,6
3 Şubat 2017	-4,1	2,0	0,2
8 Mart 2017	10,1	0	0

2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi Çalışmaları

Artvin'in Murgul Deresinde taşınan suyun miktarı, bu suyun bazı kalite parametreleri, havzanın ürettiği askıda sediment miktarı ve ağır metal değerlerinin belirlenmesi amacıyla Şekil 5'de gösterilen 12 örnekleme noktasında Nisan 2016 ve Mart 2017 tarihleri arasında 12 ay boyunca su kalitesi ölçümleri yapılmış ve su numuneleri alınmıştır.



Şekil 5. Çalışma alanına ait örnekleme noktalarının ve NT-HES alanlarının harita üzerindeki konumları

2.2.1.1. Örnekleme Noktalarının Belirlenmesi

Murgul Deresi Havzası içerisinde yerleşim, tarım, maden tesisi ve birbiri ardına kurulu nehir tipi hidroelektrik santral (NT-HES) tesisinin bulunduğu bir havzadır. Tablo 5’de koordinatları ile birlikte verilen örnekleme noktaları belirlenirken, havzanın memba kısmında insan müdahalesinin olmadığı 2 nokta (M1 ve M2), havzadaki bakır işletmeciliğinin Murgul Deresine etkisi olup olmadığının belirlenmesi amacıyla bakır madeni sahasından gelen yan derelerde ve Murgul Deresi üzerinde 6 nokta (M3 – M8) ve Murgul şehir merkezinin etkisini ortaya koymak için de 4 nokta (M9 – M12) olmak üzere toplamda 12 örnekleme noktası belirlenmiştir. Seçilen örnekleme noktalarına ait fotoğraflar Şekil 6’da gösterilmektedir.

Tablo 5. MDH’da belirlenen örnekleme noktalarının tanımları ve koordinatları

Arazi Kullanım Durumu	Su Örnekleme Noktaları	Noktaların Konumsal Tanımları	Noktalara ait UTM ED50 Koordinatları	
			X	Y
Orman (Kontrol Noktası)	M1	Kunsu Deresi	711347	4559064
	M2	Köpürten Deresi	715363	4557956
Maden Sahası	M3	Maden Atık Barajı Çıkışı	713673	4568779
	M4	Murgul HES Reg. Sonrası	713735	4569541
	M5	Maden Çıkışı	713986	4570233
	M6	Damar Deresi Çıkışı	714730	4572392
	M7	Murgul-Damar Birleşim Öncesi	714672	4572374
	M8	Murgul Yerleşim Yeri Öncesi	714675	4572484
Yerleşim	M9	Murgul Yerleşim Yeri Sonrası	715993	4574505
	M10	Kokolet Deresi Birleşim Öncesi	718560	4576038
	M11	Kokolet Deresi Birleşim Sonrası	719755	4576833
	M12	Yayla HES Kuyruk Suyu Çıkışı	720365	4577909



Şekil 6. Çalışma alanındaki örnekleme noktalarına ait fotoğraflar

2.2.1.2. Su Numunelerinin Alınması

Su numuneleri belirlenen ölçüm noktalarından her ölçüm noktası için bir örnek olmak şartı ile 1 litrelik amber renkli polietilen kaplarla alınmıştır. Su örnekleri numune kaplarına doldurulmadan önce alınan numune ile birkaç kez çalkalandıktan sonra dere en kesitinin orta kısmına en yakın bölümden ve su yüzeyinin ortalama %20 altından alınmıştır. Alınan su örnekleri tüm noktalarda ölçümler tamamlanana kadar geçen sürede ve alınan numunelerin laboratuvarındaki buzdolabına konulana kadarki transfer sürecinde (ortalama 8 saat) içerisindeki biyokimyasal reaksiyonları en az seviyede tutmak, sıcak havalarda güneş ışığına maruz bırakmamak ve ısınmaya karşı korumak

için soğuk taşıma çantasında buz kalıpları ile birlikte muhafaza edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar 1 yıl boyunca ayda bir kez tekrarlanmıştır.

2.2.1.3. Akım Ölçümü

Bilindiği üzere, bir havzadaki su verimi, su rejimi ve su kalitesine etki eden parametrelere ait yüklerin miktarı ve toplam askıda taşınan sediment değerleri, o havzadaki akarsulara ait debi değerleri olmadan detaylı ve uzun süreli olarak hesaplanamamaktadır. Bundan dolayı, MDH’ında ki tüm ölçüm noktalarında birim alandan geçen su miktarı (debi), su hızı ve akarsu yatağının alanı ilişkisinden yola çıkarak hesaplanmıştır. Bu amaçla, belirlenen örnekleme noktalarında taşınabilir “FLOWATCH 2 JDC” marka Müline tipi cihaz ile öncelikle akım hızı ölçülmüştür.

Akım hızı ölçümlerinde, su yüksekliği (H) 50 cm’nin üzerinde (H>50 cm) olan akarsularda kesit alandaki ortalama hızın bulunabilmesi için, su derinliğinin %20’sinde ve %80’inde hız ölçümü yapılarak bu ölçümlerin ortalaması alınmaktadır. Derinliğin az olduğu sığ sularda (H<50 cm) ise su yüzeyinden itibaren su derinliğinin %60’ında ölçülen hız ortalama hız kabul edilmektedir (Ardıçoğlu ve ark., 2011).

$$V_i = V_{0.60} \quad (1)$$

$$V_i = \frac{V_{0.20} + V_{0.80}}{2} \quad (2)$$

$$A_i = b_i \times H_i \quad (3)$$

$$Q = \sum_{i=1}^n V_i A_i \quad (4)$$

Çalışma alanındaki akarsulara ait ortalama hız ve debi hesaplamaları (4)’de belirtilen formül ile hesaplanmıştır. Formüldeki ifadeye göre akarsuyun birim kesitinden geçen debi, kesitin bölümlere ayrılan her bir diliminde hesaplanan debilerin toplanmasıyla

elde edilmektedir. Kesitteki dilimlere ait ortalama hız ölçümleri $H < 50$ cm (1)'de, $H > 50$ cm ise (2)'te verilen ifadelerle hesaplanmaktadır. Kesitteki dilimlere ait alanlar (3)'te belirtilen ifade ile hesaplanmaktadır. Bu ifade de b_i dilim genişliğini, H_i dilim yüksekliğini ifade etmektedir (Dagdelen, 2012). (Şekil 7)



Şekil 7. Dere en kesitinin ve akım hızının ölçümü

2.2.1.4. Su Kalitesi Parametrelerinin Ölçülmesi

Belirlenen örnekleme noktalarındaki ölçümlerin, pH değerleri Hach-Lange HQ40D ölçüm cihazı ile tespit edilirken, CO , TDS, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, tuzluluk, iletkenlik, sıcaklık parametreleri ise taşınabilir bir su kalitesi ölçüm cihazı olan YSI/Professional-Plus ile ölçülmüştür (Şekil 8).



Şekil 8. Hach-Lange HQ40D ve YSI/Professional-Plus su kalitesi ölçüm cihazları

2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.2.2.1. Askıda Katı Madde Tayini (AKM)

Su örnekleri Şekil 9'de gösterilen askıda katı madde vakum filtrasyon düzeneği kullanılarak sabit tartıma getirilmiş gözenek (por) çapı 0.8 µm olan 47 mm çaplı Whatman marka cam yünü elyaf filtreler kullanılarak filtre edilmiştir. Filtre işleminden sonra filtreler 105 °C'de 24 saat etüvde kurutulduktan sonra desikatöre alınarak oda sıcaklığına getirildikten sonra Radwag marka 0.0001 gr hassasiyetli hassas terazide tartılmıştır.

Filtreleme ve kurutma işlemleri tamamlanan askıda katı madde miktarı aşağıdaki eşitliğe göre mg cinsinden hesaplanmıştır.

$$AKM \text{ (mg/l)} = (A-B) \times 1000 / V$$

A= Filtre kâğıdı + kuru kalıntının tartımı (mg),

B= Filtre kâğıdının tartımı (mg),

V= Numune hacmi (ml).

AKM miktarının ölçülmesi işlemi ve yukarıdaki eşitlikte belirtilen ifadeler aşağıda belirtilmiştir.

Filtre kâğıdı etüvde 30-40 dakika kadar 105 °C'de kurutulur. Kurutma sonunda filtre kâğıtları soğuyuncaya kadar desikatörde bekletilir. Daha sonra filtre kâğıtlarının hassas bir şekilde tartımları yapılır (B).

Filtreler süzme düzeneğine yerleştirilir ve iyice karıştırılan numuneler süzülür. Süzme işlemi bittikten sonra huninin kenarları saf su ile yıkanır ve süzülme işleminin tamamlanması beklenir. Filtre kâğıdı süzme düzeneğinden temiz ve kuru bir cımbız ile dikkatlice çıkartılır ve etüve yerleştirilir. Etüvdeki filtre kâğıdı 24 saat kurutma işlemine tabi tutulur.

Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra filtreler soğuyuncaya kadar desikatörde bekletilir. Filtre kâğıdı cımbız yardımı ile dikkatlice hassas teraziye yerleştirilir ve tartım işlemi yapılır (A).



Şekil 9. Su numunelerinin AKM tayini için filtrasyon, fırınlanma ve tartım aşamaları

2.2.2.2. Su Numunelerinin Ağır Metal Ölçümü İçin Hazırlanması

Örnekleme noktalarından alınan su numuneleri laboratuvara ulaştırılmasının ardından en kısa süre içerisinde AKM için filtrelenip süzdürüldükten sonra diğer analizler için 250 ml'lik polietilen su şişelerine aktarılmıştır. Ağır metal tayini için ayrılan su 250 ml'lik su numunelerinde herhangi bir biyolojik aktiviteye engel olmak için 0.5 ml nitrik asit (HNO_3) eklenmiş ve analizi yapılncaya kadar $+4^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Su numunelerindeki ağır metal analizleri Artvin Çoruh Üniversitesi Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Enstrümental Laboratuvarında Perkin Elmer marka Optima 8000 model ICP-OES cihazında yapılmıştır. Su numunelerinde ICP-OES cihazı ile ağır metal analizine hazır hale getirmek için ön işleme yapılmıştır. Bu işlem sırasında 45'er ml alınan su numunelerine 5'er ml HNO_3 eklenerek mikrodalga çözünürleştirme tüplerine yerleştirilmiştir. Mikrodalga fırında çözünürleştirme işleminden sonra oda sıcaklığında soğutulmuş tüplerdeki örnekler falkon tüplere aktarılıp ICP-OES cihazında analizi yapılmıştır.



Şekil 10. ICP-OES cihazı ile ağır metal analizi

Su örneklerinde ICP-OES cihazı ile bakır (Cu), çinko (Zn), kadmiyum (Cd), demir (Fe), kurşun (Pb) ve arsenik (As) elementlerinin analizi yapılmıştır.

2.2.3. İstatiksel Analizler

Yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen verilerin örnekleme zamanları, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumu bakımından farklılık olup olmadığını ortaya çıkarmak için ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan test sonucunda istatistiksel anlamda ortaya çıkan farklılıkların örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ve arazi kullanımı durumu bakımından dağılımını belirlemek amacıyla ‘‘LSMeans Differences Student’s t’’ testi kullanılmıştır. Ayrıca, su kalitesi parametrelerinin, debi değerlerinin ve AKM değerlerinin birbirleri arasındaki doğrusal ilişkilerin yönünün belirlenmesi amacıyla Korelasyon analizi yapılmıştır. Son olarak, su kalitesi parametrelerinin ve debi-AKM değerlerinin kendi aralarındaki istatistiksel ilişkinin hangi düzeyde olduğunu ölçmek amacıyla Regresyon analizi yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri $p < 0,05$ güven aralığı baz alınarak JMP 5.0.1 paket programı yardımı ile yapılmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Su Kalitesi Parametreleri

Çalışma süresince yapılan tüm ölçümlerden elde edilen verilerin istatistik açısından değerlendirilmesi için ilk olarak ANOVA analizleri yapılmıştır ve analiz sonucunda örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre F ve P değerleri Tablo 6’de gösterilmektedir.

Tablo 6. Su kalitesi parametrelerinin örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre elde edilen ANOVA analizi F ve P değerleri

Su Kalitesi Parametreleri	Örnekleme Zamanları		Örnekleme Noktaları		Arazi Kullanımı	
	F	P	F	P	F	P
Su Sıcaklığı	58,7707	<0,01	0,5036	0,8978	2,4670	0,0887
pH	3,7398	<0,01	5,1004	<0,01	5,6120	<0,01
Elektriksel İletkenlik	0,6158	0,8126	759651	<0,01	32,6339	<0,01
Tuzluluk	7105	0,0784	56,0168	<0,01	28,5509	<0,01
TDS	1,5877	0,1101	56,5818	<0,01	30,4040	<0,01
ÇO	61,9746	<0,01	0,3323	0,9771	0,7932	0,4545
NO ₃ -N	4,4608	<0,01	5,0308	<0,01	3,9642	<0,05
NH ₄ -N	1,3571	0,2016	14,0421	<0,01	8,6517	<0,01
AKM	0,4874	0,9082	11,0046	<0,01	18,4882	<0,01

Çalışma süresi boyunca ölçümleri yapılan su kalitesi parametrelerinin aralarındaki doğrusal ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır (Tablo 7).

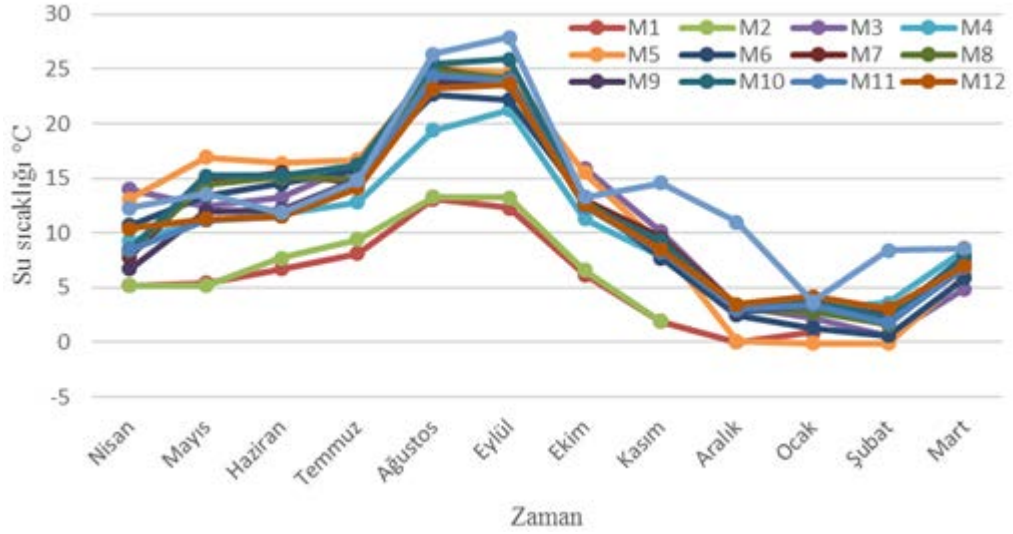
Tablo 7. Çalışma alanına ait su kalitesi parametreleri değerlerinin korelasyon analizi

Değişken	Değişken ile	Önem Derecesi	Korelasyon (-,0,+)
İletkenlik	pH	0,0035	
Tuzluluk	pH	0,0018	
Tuzluluk	İletkenlik	0,0000	
TDS	pH	0,0021	
TDS	İletkenlik	0,0000	
TDS	Tuzluluk	0,0000	
ÇO	Sıcaklık	0,0000	
ÇO	İletkenlik	0,0243	
NH ₄ -N	Sıcaklık	0,0000	
NH ₄ -N	pH	0,0145	
NH ₄ -N	İletkenlik	0,0000	
NH ₄ -N	Tuzluluk	0,0000	
NH ₄ -N	TDS	0,0000	
NH ₄ -N	ÇO	0,0000	
NO ₃ -N	Sıcaklık	0,0024	

Değişken	Değişken ile	Önem Derecesi	Korelasyon (-,0,+)
NO3-N	İletkenlik	0,0000	
NO3-N	Tuzluluk	0,0001	
NO3-N	TDS	0,0001	
NO3-N	ÇO	0,0035	
NO3-N	NH4-N	0,0000	

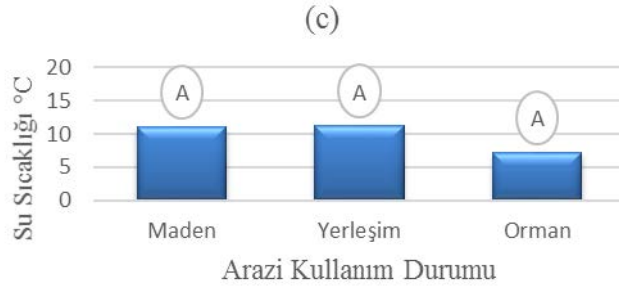
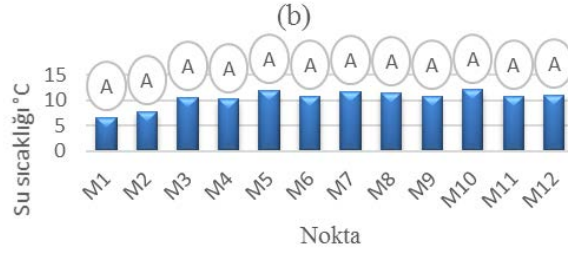
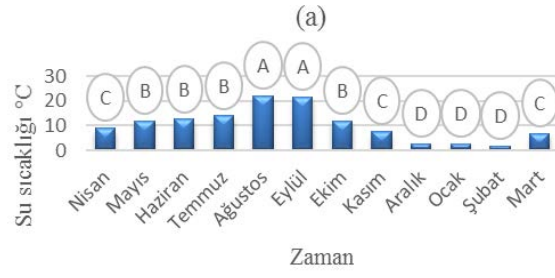
3.1.1. Su Sıcaklığı

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen sıcaklık verilerine ait aylık değişimler Şekil 11’de gösterilmekte ve bu veriler incelendiğinde beklendiği üzere havzanın memba kısmındaki sıcaklık değerlerinin, mansap kısmındaki sıcaklık değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Özellikle havzanın insan kaynaklı müdahalelerinin olmadığı, çevresinde sadece ormanlık alanların yoğun olduğu ve havzanın en yüksek rakımına (1453 m) sahip olan M1 ve M2 noktalarındaki suların diğer noktalardakine nazaran daha soğuk olduğu açıktır.



Şekil 11. Örnekleme noktalarına ait aylık su sıcaklığı (°C) değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda çalışma alanındaki su sıcaklığı değerlerinin ortalamaları Şekil 12’de verilmiş ve ölçümler örnekleme zamanları bakımından incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı belirlenmiş, derenin en yüksek su sıcaklığına Ağustos ayında (22,03 °C), en düşük su sıcaklığına ise Şubat ayında (1,81 °C) ulaştığı tespit edilmiştir. Ancak, yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki su sıcaklığı değerlerinin örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre ise istatistiksel anlamda fark olmadığı ortaya çıkmıştır (Tablo 6).



Şekil 12. Murgul Deresinde ortalama su sıcaklığının örnekleme zamanlarına (a), örnekleme noktalarına (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

Asi Nehri'nin bazı su kalite özellikleri üzerine yapılan çalışmada, 5 farklı örnekleme noktasında aylık ölçüm yapılarak elde edilen veriler incelendiğinde en düşük sıcaklık I. Örnek noktasında (6.8 °C) ve en yüksek sıcaklığın IV. Örnek noktasında (29.8 °C) ölçüldüğü belirlenmiştir (Taşdemir ve Göksu, 2001).

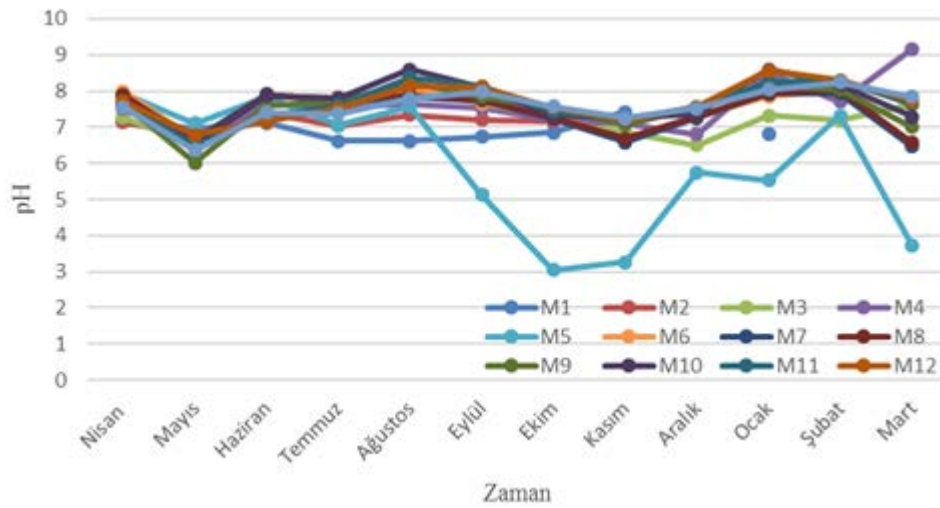
Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada su örnekleri mevsimsel olarak alınmış ve 7 farklı örnek noktası seçilmiştir. Yapılan ölçümlere göre en düşük su sıcaklığı kış mevsiminde 1. örnekleme noktasında (10,7), en yüksek su sıcaklığı yaz mevsiminde 7. örnekleme noktasında (26,9) ölçülmüştür (Zeybek ve Kalyoncu, 2016).

Ilıca Deresi (Fatsa, Ordu) algleri ve su kalitesi incelemesi üzerine yapılan çalışmada, dere suyunun Ilıca Belde 'si ve Fatsa ilçesinin merkezinden geçtiği gözlemlenmiş ve 3 farklı örnekleme noktası seçilmiş olup aylık olarak ölçüm yapılmıştır. Araştırma

süresi boyunca en düşük su sıcaklığı Şubat 2012’de 1. Örnekleme noktasında 4,4 °C, en yüksek su sıcaklık değeri ise Eylül 2012’de 3. Örnekleme noktasında 27 °C olarak ölçülmüştür (Çetin, 2012).

3.1.2. pH

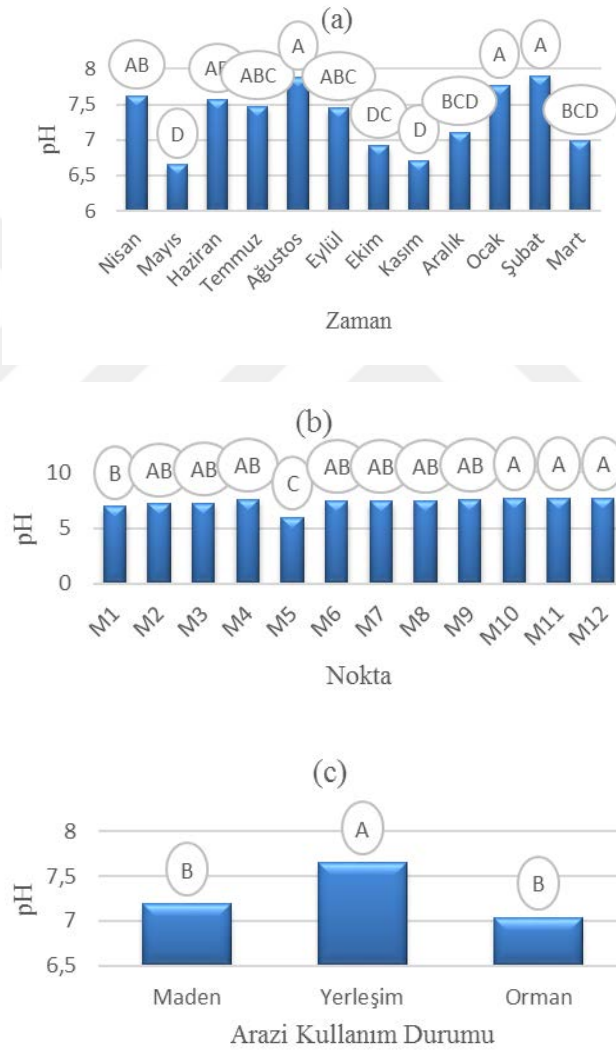
Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’ne göre Tablo 2’de pH değerinin 6 ile 9 arasında olması gerekmektedir. Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen pH değerlerine ait aylık değişimler Şekil 13’de gösterilmektedir. Ölçüm verileri incelendiğinde M5 noktası hariç tüm ölçüm noktalarının YSKYY’ne uygun olduğu görülmektedir. M5 noktasındaki pH ölçümlerinin Ekim ve Kasım ayında çok düşük çıkmasına, maden atık barajından kaynaklanan sızıntı suların ve bakır madeninin ayrıştırılması sırasında kullanılan kimyasalların sebep olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda ölçüm gününden önce Tablo 4’de görüldüğü gibi alanda yağışın gerçekleşmesi birikinti sahalarındaki atık maden topraklarının dere suyuna karışmasına sebep olduğu düşünülmekte ve buna bağlı olarak pH değerlerinin bu aylarda çok fazla düşmesine sebep olduğu düşünülmektedir. Yerleşim alanlarındaki noktalar evsel atıklardan etkilendiği için bu alandaki pH değerleri diğer arazi kullanım durumlarına göre yüksek çıkmıştır.



Şekil 13. Örnekleme noktalarına ait aylık pH değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki pH değerlerinin ortalamaları Şekil 14’de gösterilmekte ve ölçümlerin örnekleme zamanları, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı

belirlenmiş, dere suyunun en yüksek pH değerine Şubat ayında (7,9), en düşük pH değerine ise Mayıs ayında (6,65) ulaştığı görülmektedir. Bunun yanında, örnekleme noktaları baz alındığında, en yüksek değeri M10 noktasında (7,71) olarak tespit edilmişken, en düşük değeri ise M5 noktasında (5,94) olarak ölçülmüştür. Son olarak pH parametresi için arazi kullanım durumuna bağlı olarak yapılan ANOVA analizi sonucunda en yüksek değer yerleşim yerinde (7,65), en düşük değerinin ise ormanlık alanlarda (7,04) olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).



Şekil 14. Murgul Deresinde ortalama pH değerlerinin örnekleme zamanlarına (a), örnekleme noktalarına (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

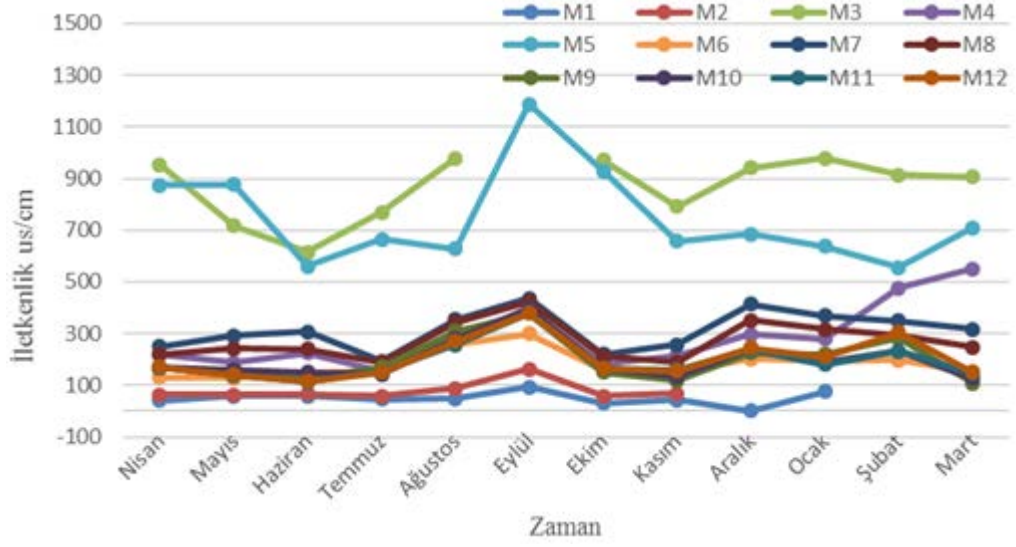
Aksu Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, ölçümler 3 farklı örnek noktasından aylık olarak yapılmış ve en düşük pH değeri Ekim ayında (6,93), en yüksek pH değeri ise Haziran ayında (8,72) ölçülmüştür. Örnekleme

noktaları arasında pH değerleri bakımından istatistiksel anlamda fark bulunamamıştır (Şengün, 2013).

Çoruh Nehri (Bayburt) su kalitesinin su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmada ölçümler mevsimsel olarak yürütülmüştür. Çalışmada 2 farklı örnek noktası seçilmiş ve yapılan ölçüm sonuçlarına göre en düşük pH değeri Ağustos ayında Bayburt çıkış noktasında (7,2) ölçülmüş, en yüksek pH değeri ise yine Bayburt çıkış noktasında Ocak ayında (8,5) olarak ölçülmüştür. Yapılan istatistik sonuçlarına göre pH bakımından örnekleme noktaları arasında ve mevsimsel ölçümler arasında fark olmadığı gözlemlenmiştir (Birici ve ark., 2017).

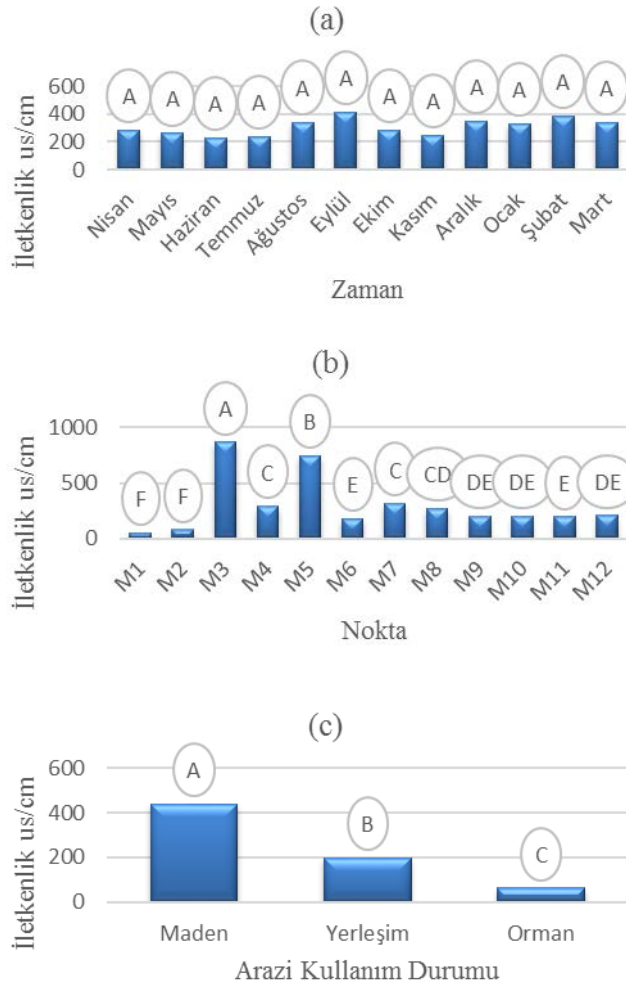
3.1.3. Elektriksel İletkenlik

Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre elektriksel iletkenlik değerleri I. sınıf sular için <400, II. Sınıf sular için 1000, III sınıf sular için 3000 ve IV. Sınıf sular için >3000 olması gerekmektedir (YSKYY, 2016). Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen elektriksel iletkenlik verilerine ait aylık değişimler Şekil 15'de gösterilmektedir. Maden atık barajının bulunduğu bölgeden Murgul Deresine bağlanan M3 (867 $\mu\text{s/cm}$) ve M5 (747 $\mu\text{s/cm}$) noktaları YSKYY'ne göre II. Sınıf su kalitesi grubuna girmekte ve az kirlenmiş sular olarak tanımlanmaktadır. Çalışma alanı üzerindeki diğer noktalarda yapılan elektriksel iletkenlik ölçümlerinden elde edilen veriler incelediğinde ise YSKYY'ne göre I. Sınıf su kalitesi grubuna ait oldukları belirlenmiş ve 'yüksek kaliteli su' olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 15. Örnekleme noktalarına ait aylık elektriksel iletkenlik (us/cm) değerlerinin dağılımı

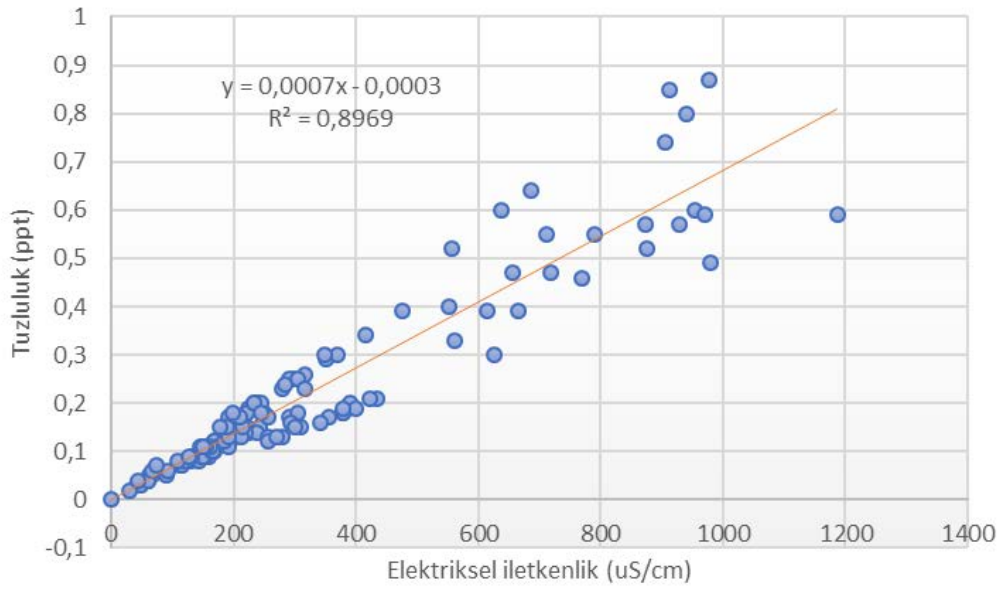
Yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki elektriksel iletkenlik değerlerinin ortalamaları Şekil 16'de gösterilmekte ve ölçümler örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı belirlenmiştir. Örnekleme noktalarında yapılan elektriksel iletkenlik ölçümlerinin değerlerine bakıldığında, en yüksek değer M3 noktasında (866,55 uS/cm), en düşük değer ise M1 noktasında (49 uS/cm) ölçüldüğü belirlenmiştir. Bunun yanında arazi kullanım durumuna göre yapılan test sonucunda, en yüksek elektriksel iletkenlik değeri maden bölgesinde (438,82 uS/cm), en düşük değer ise ormanlık alanlarda (62,22 uS/cm) ölçüldüğü belirlenmiştir. Ancak, yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki elektriksel iletkenlik değerlerinin örnekleme zamanları açısından istatistiksel anlamda fark taşımadığı belirlenmiştir (Tablo 6).



Şekil 16. Murgul Deresinde ortalama elektriksel iletkenliğin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

Su kalitesi parametreleri arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü belirleyebilmek için yapılan korelasyon analizi sonucunda elektriksel iletkenlik ve pH arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Sonuç olarak iletkenlik değeri arttıkça pH değerinin düştüğü belirlenmiştir (Tablo 7).

Son olarak yapılan regresyon analizi sonucuna Şekil 17’de görüldüğü gibi elektriksel iletkenlik değerinin artmasına bağlı olarak tuzluluk değerinin de arttığı belirlenmişken, R^2 değeri 0.90 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 17. Elektriksel iletkenlik ve tuzluluk değerlerinin regresyon dağılımı

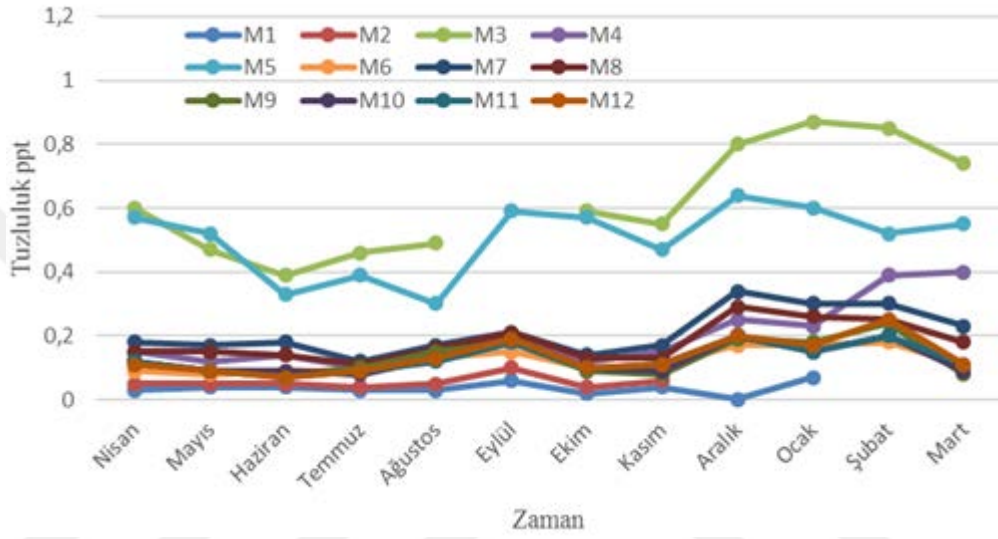
Horohon Deresi (Hafik-Sivas) su kalitesi özelliklerinin aylık değişimleri üzerine yapılan çalışmada Düzyayla köyünün girişinde 1 adet örnek alan seçilmiş ve aylık olarak ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda en düşük elektriksel iletkenlik değeri Şubat 2012 tarihinde (160 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ölçülmüş, en yüksek elektriksel iletkenlik değeri Eylül 2012 tarihinde (244 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ölçülmüştür. Horohon Deresi'nin elektriksel iletkenlik değerleri istatistiksel açıdan incelendiğinde aylık olarak ve mevsimsel olarak elektriksel iletkenlik değerleri arasında istatistiksel anlamda fark olduğu gözlemlenmiştir (Mutlu ve ark., 2013).

Fırtına deresi (Rize)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada 7 farklı örnek noktası seçilmiş ve 24 ay boyunca aylık olarak ölçümler yapılmıştır. Elektriksel iletkenlik değerleri en yüksek Şubat 2007 tarihinde (85,26 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ölçülmüş ve en düşük Mayıs 2006 tarihinde (19,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ölçülmüştür. Fırtına Deresi'nin elektriksel iletkenlik değerleri istatistiksel anlamda incelendiğinde, noktalar arasında istatistiksel anlamda fark olmadığı belirlenmiştir (Gedik ve ark., 2010).

Çoruh Nehri (Bayburt) su kalitesinin su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre değerlendirilmesi adlı çalışmada 2 farklı örnek noktası seçilmiş ve en yüksek elektriksel iletkenlik değeri 2. Örnek noktasında 481, en düşük değer ise 1. Örnek noktasında 162 olarak ölçülmüştür. İstatistiksel olarak noktalar arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Birici ve ark., 2017).

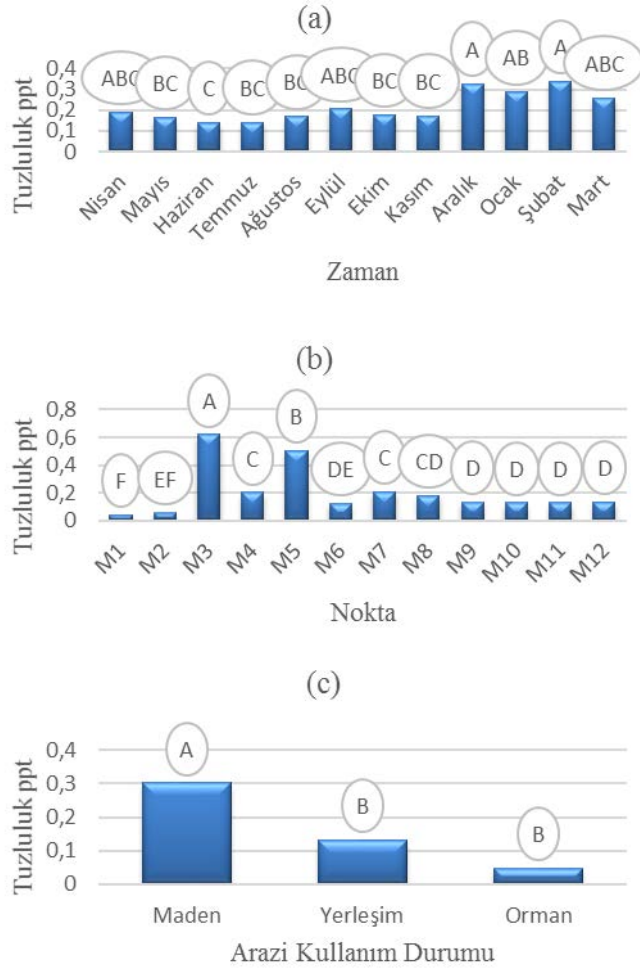
3.1.4. Tuzluluk

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen tuzluluk (ppt) verilerine ait aylık değişimler Şekil 18’de gösterilmektedir. Murgul Deresine bağlı olan yan kollardan M3 ve M5 noktasının, tuzluluk değerleri diğer noktalara oranla oldukça fazla çıkmıştır. Değerlerdeki bu artışın sebebi olarak maden atık göletinden kaynaklanan sızıntı suların kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 18. Örnekleme noktalarına ait aylık tuzluluk (ppt) değerlerinin dağılımı

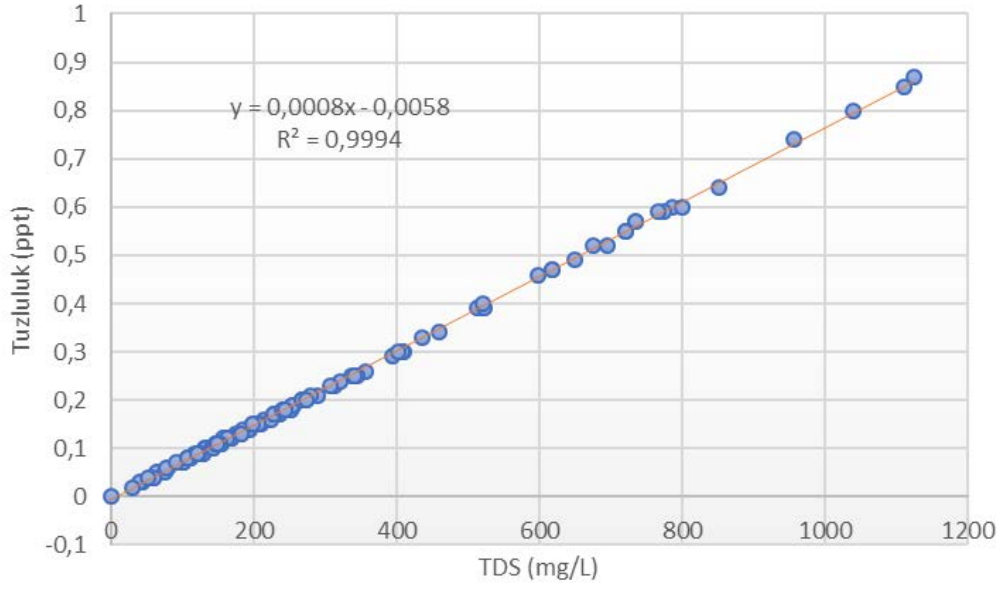
Yapılan ANOVA analiz sonucunda, çalışma alanındaki tuzluluk değerlerinin ortalamaları Şekil 19’de gösterilmekte ve ölçümler örnekleme zamanları, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumu bakımından incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı belirlenmiştir. Tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanları içerisinde, en yüksek değeri Şubat ayında (0,338 ppt), en düşük değeri ise Haziran ayında (0,139 ppt) olarak belirlenmiştir. Örnekleme noktaları bakımından tuzluluk değerleri incelendiğinde, en yüksek değer M3 noktasında (0,619 ppt), en düşük değerin ise M1 noktasında (0,04 ppt) ölçüldüğü sonucuna varılmıştır. Son olarak da arazi kullanım durumu bakımından tuzluluk değerleri incelendiğinde en yüksek değerin maden bölgesinde (0,302 ppt), en düşük değerin ise ormanlık alanda (0,047 ppt) ölçüldüğü sonucuna varılmıştır (Tablo 6).



Şekil 19. Murgul Deresi ortalama tuzluluk değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

Su kalitesi parametrelerinin aralarındaki doğrusal ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonucunda tuzluluk ve pH değerleri arasında negatif korelasyon belirlenirken, tuzluluk ve iletkenlik arasında pozitif korelasyon bulunmuştur (Tablo 7).

Son olarak yapılan regresyon analizi sonucunda Şekil 20’de görüldüğü üzere TDS değerinin artması ile birlikte tuzluluk değerinin de arttığı gözlemlenirken, R^2 değeri 0.99 olarak belirlenmiştir.

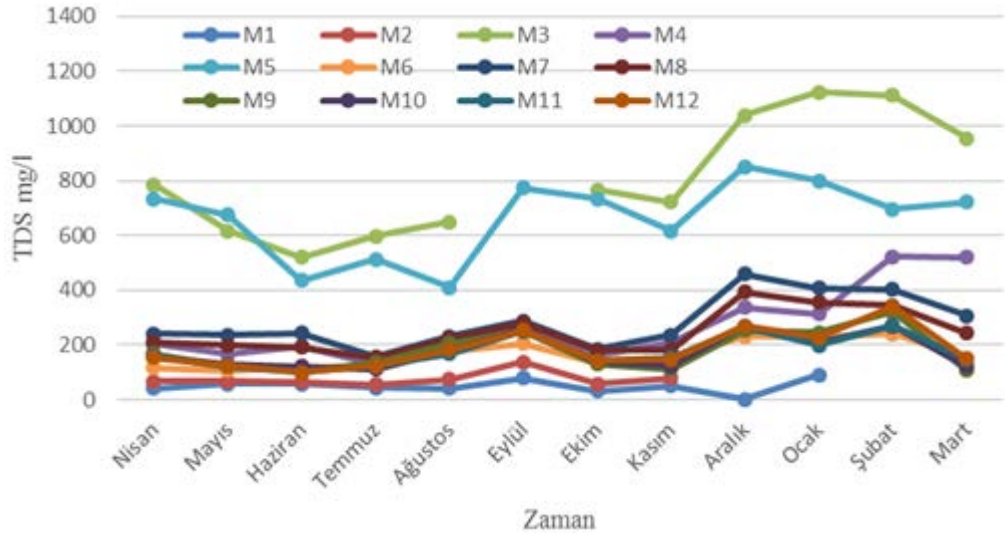


Şekil 20. TDS ve tuzluluk değerlerinin regresyon dağılımı

Aksu Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi adlı çalışmada 3 farklı örnek noktası seçilmiş ve en yüksek tuzluluk değeri Ekim ayında (0,21 ppt), en düşük tuzluluk değeri ise Şubat ayında (0,07 ppt) ölçülmüştür. Örnekleme noktaları arasında istatistik açısından fark tespit edilememiştir (Şengün, 2013).

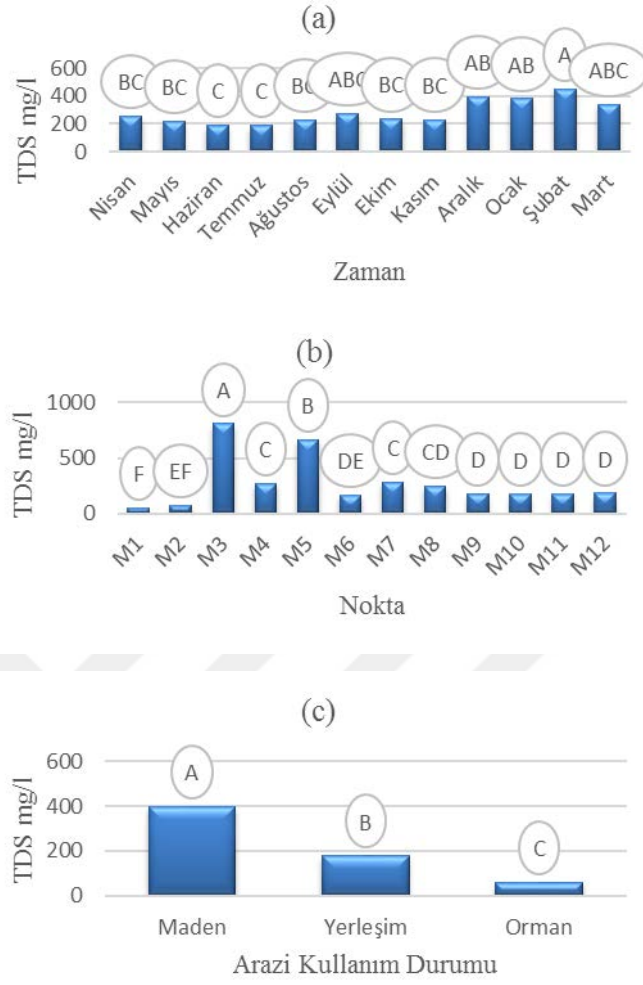
3.1.5. Toplam Çözünmüş Madde

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen TDS (mg/L) verilerine ait aylık değişimler Şekil 21’de gösterilmektedir. Atık göletinin bulunduğu alandan çıkan sızıntı sularının ulaştığı M3 ve M5 noktasının, TDS değerleri diğer noktalara oranla oldukça fazla çıkmıştır ve bu yükselişin atık göletinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 21. Örnekleme noktalarına ait aylık TDS (mg/L) değerlerinin dağılımı

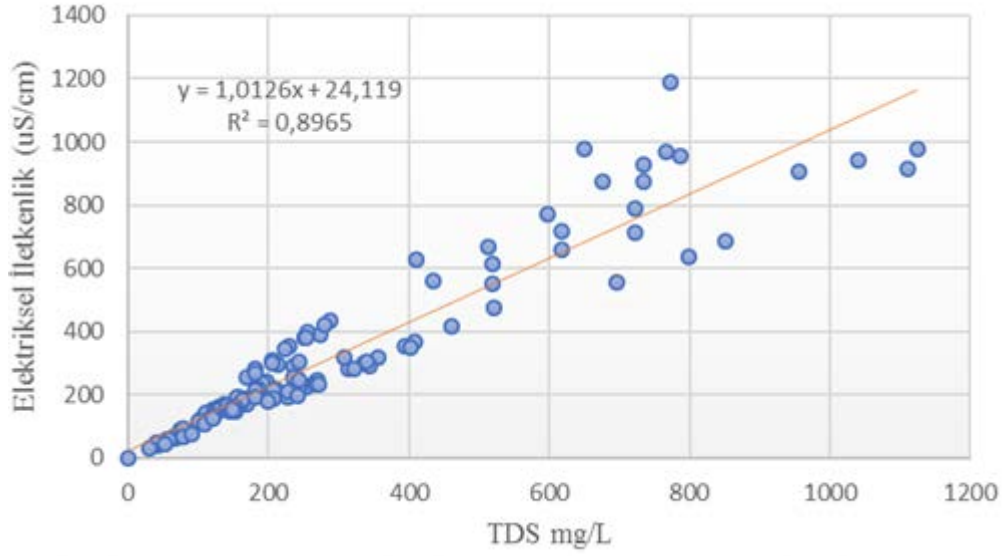
Yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki TDS değerlerinin ortalamaları Şekil 22’de gösterilmekte ve ölçüm değerleri örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumu bakımından incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı tespit edilmiştir. Örnekleme noktalarına göre yapılan anova analizi sonucunda en yüksek değer M3 noktasında (808,36 mg/l), en düşük değer ise M1 noktasında (49,34 mg/L) olarak ölçülmüştür. Arazi kullanım durumuna göre yapılan anova analizi sonucunda ise en yüksek TDS değeri maden bölgesinde (400,25 mg/L), en düşük TDS değeri ise ormanlık alanda (60,71 mg/L) olarak ölçülmüştür. Son olarak TDS değerlerinin örnekleme zamanlarına göre yapılan ANOVA analizi sonucunda örnekleme zamanlarının istatistiksel anlamda fark taşımadığı belirlenmiştir (Tablo 6).



Şekil 22. Murgul Deresinde ortalama TDS değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

Yapılan korelasyon analizi sonucunda TDS ile pH arasında negatif korelasyon belirlenirken, iletkenlik ve tuzluluk parametreleri ile TDS arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Tablo 7).

Son olarak yapılan regresyon analizi sonucunda Şekil 23'de görüldüğü üzere TDS değeri arttıkça elektriksel iletkenlik değerinin de arttığı belirlenirken, R^2 değeri 0.90 olarak belirlenmiştir.



Şekil 23. TDS ve elektriksel iletkenlik değerlerinin regresyon dağılımı

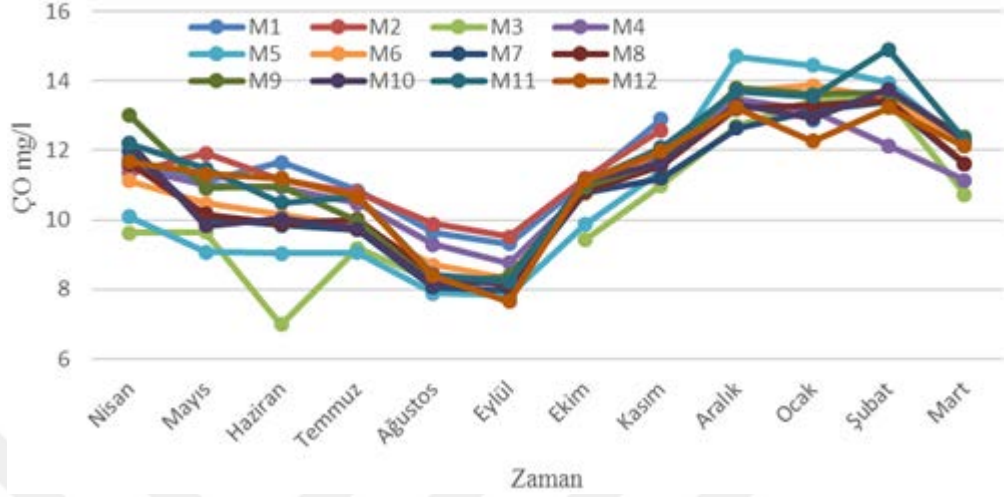
Fırtına Deresi (Rize)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada toplamda 7 farklı örnek noktasında ölçüm yapılmış ve en yüksek TDS değeri Şubat ayında (42.10 mg/L) ölçüldüğü, en düşük değer ise Mayıs ayında (14.20 mg/L) olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları arasında istatistiksel açıdan fark gözlenmemiştir. (Gedik ve ark., 2010).

Ilıca Deresi (Fatsa, Ordu) Algesi ve su kalitesinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmada aylık olarak ölçümler yapılmış ve şehir merkezinden geçen dere üzerinde 3 farklı istasyon belirlenmiş ve yapılan ölçümler sonucunda en düşük TDS değeri Şubat 2012'de I. İstasyonda (58.1 mg/L), en yüksek değer ise Aralık 2011'de II. İstasyonda (127.4 mg/L) olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda mevsimler arasında istatistiksel anlamda fark olmadığı tespit edilmiştir (Çetin, 2012).

3.1.6. Çözünmüş Oksijen

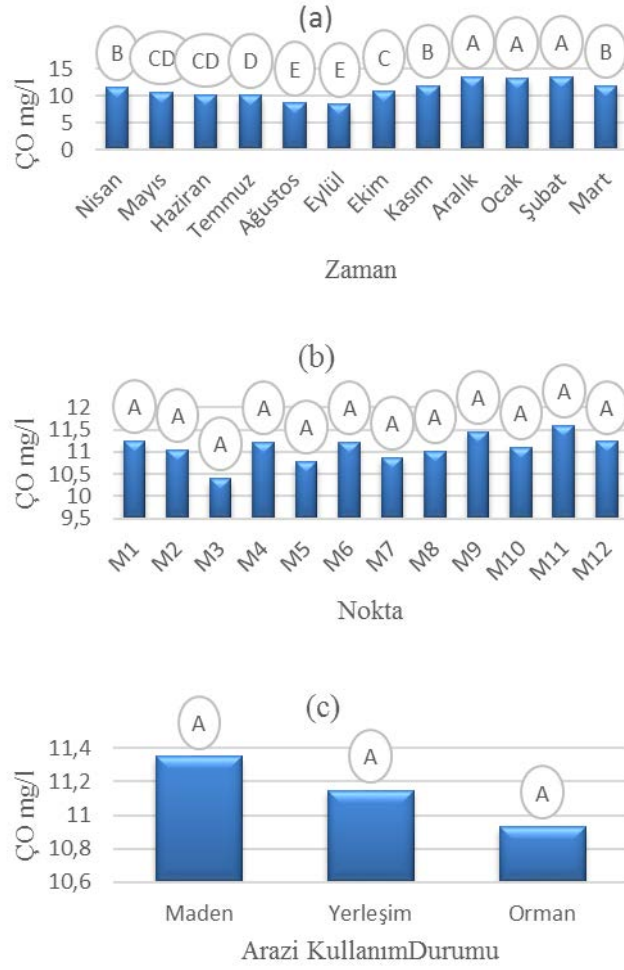
Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre çözünmüş oksijen değerleri I. sınıf sular için >8, II. Sınıf sular için 6, III sınıf sular için 3 ve IV. Sınıf sular için <3 olması gerekmektedir (YSKYY, 2016). Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen ÇO (mg/L) değerlerine ait aylık değişimler Şekil 24'de gösterilmektedir. Çalışma alanı üzerindeki noktalarda yapılan elektriksel iletkenlik ölçümlerinden elde

edilen veriler incelediğinde YSKYY'ne göre I. Sınıf su kalitesi grubuna ait oldukları belirlenmiş ve 'yüksek kaliteli su' olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 24. Örnekleme noktalarına ait aylık ÇO (mg/L) değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki ÇO değerlerinin ortalamaları Şekil 25'de gösterilmekte ve ölçümler örnekleme zamanları arasında bakımından incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı tespit edilmiş ve derenin en yüksek ÇO değerine Şubat ayında (13,54 mg/L), en düşük ÇO değerine ise Eylül ayında (8,39 mg/L) ulaştığı belirlenmiştir. Ancak, yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki ÇO değerlerinin örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre ise istatistiksel anlamda fark taşımadığı ortaya çıkmıştır (Tablo 6).



Şekil 25. Murgul Dersinde ÇO değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

Yapılan korelasyon analizi sonucunda, sıcaklık ve iletkenlik parametreleri ile ÇO parametresi arasında negatif korelasyon belirlenmiştir (Tablo 7).

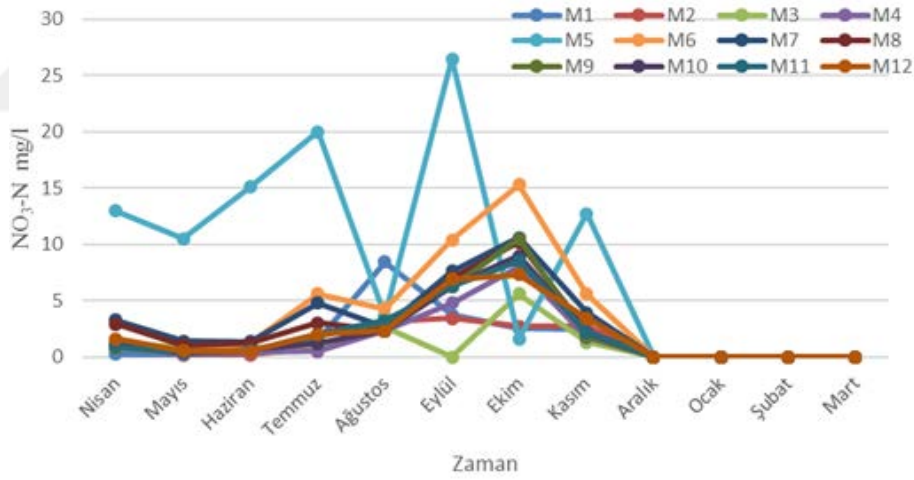
Dalaman Çayı üzerindeki Bereket hidro-elektrik santrali baraj gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin ve balık faunasının araştırılması üzerine yapılan bu çalışmada 4 farklı istasyonda 12 ay boyunca ölçüm yapılmış ve ÇO değerleri 4.05 ile 9.80 mg/L arasında değiştiği belirtilmiştir. Su kalitesi kontrolü yönetmeliğine göre su kalitesi II. Sınıftır. (Özdemir ve ark., 2007).

Köprüçay Nehri (Antalya)'nın fiziko-kimyasal özelliklerine göre su kalitesinin belirlenmesi adlı çalışmada 7 farklı örnek noktası seçilmiş ve en yüksek çözünmüş oksijen değeri Ağustos ayında (13.40 mg/L), en düşük değer ise Haziran ayında (5.6

mg/L) ölçülmüştür. ÇO değerleri örnekleme noktaları ve örnekleme zamanlarına göre istatistiksel anlamda fark göstermiştir (Çiçek ve Ertan, 2012).

3.1.7. Nitrat Azotu

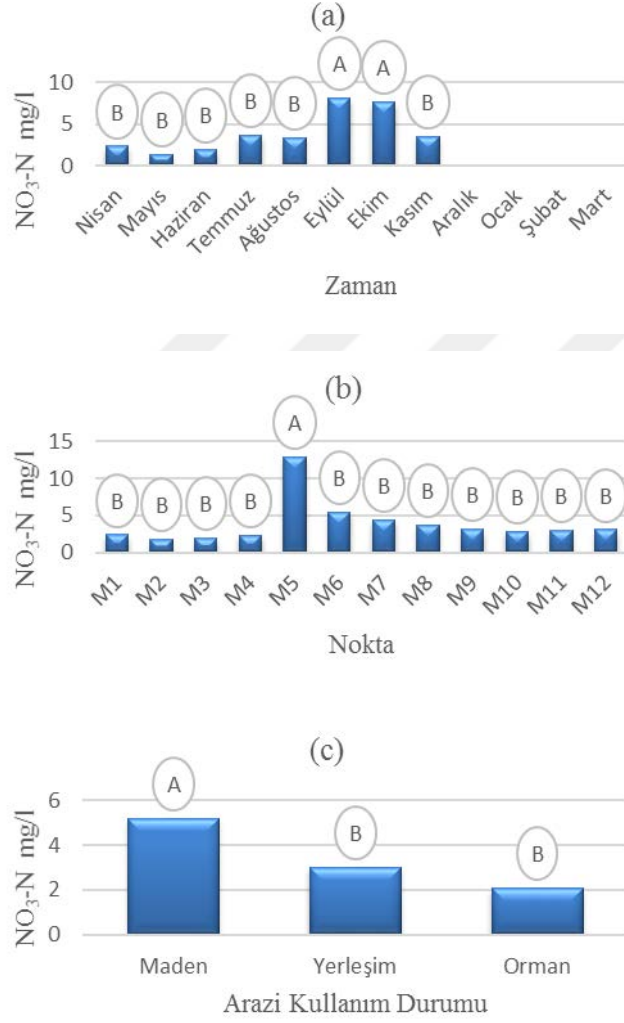
Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre NO₃-N değerleri I. sınıf sular için <3, II. Sınıf sular için 10, III sınıf sular için 20 ve IV. Sınıf sular için >20 olması gerekmektedir (YSKYY, 2016). Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen NO₃-N verilerine ait aylık değişimler Şekil 26'da gösterilmektedir. Çalışma alanında yapılan NO₃-N ölçümlerinin ortalamalarına bakıldığında M (1,2,3,4,10) noktaları I. Sınıf su kalitesi grubuna girmekte ve "yüksek kaliteli su" olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, M (6,7,8,9,11,12) noktaları ise II: Sınıf su kalitesi grubuna girmekte ve "az kirlenmiş su" olarak tanımlanmaktadır. Son olarak maden sahasından gelen sızıntıların ulaştığı M5 noktası III. Sınıf su kalitesi grubuna girmekte olup "kirlenmiş su" olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 26. Örnekleme noktalarına ait aylık NO₃-N (mg/L) değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki NO₃-N değerlerinin ortalamaları Şekil 27'da gösterilmekte ve ölçümler örnekleme zamanları, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumu bakımından incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı belirlenmiştir. NO₃-N değerlerinin örnekleme zamanları içerisinde, en yüksek değere Ekim ayında (8.1 mg/L), en düşük değere ise Mayıs ayında (1.38 mg/L) ulaştığı görülmektedir. Bunun yanında, örnekleme noktaları açısından değerlendirildiğinde, en yüksek değeri M5 noktasında (12.87 mg/L) tespit edilmişken, en düşük değeri ise M3 noktasında (1.92 mg/L) ölçülmüştür. Son olarak yapılan

ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki NO₃-N değerleri arazi kullanım durumuna göre incelendiğinde en yüksek değer maden bölgesinde (5.2 mg/L), en düşük değerin ise ormanlık alanlarda (2.08 mg/L) olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 6).



Şekil 27. Murgul Deresinde ortalama NO₃-N değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

Korelasyon analizi sonucunda, NO₃-N ile ÇO arasında negatif korelasyon belirlenirken, NO₃-N ile sıcaklık iletkenlik, tuzluluk, TDS ve NH₄-N arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Tablo 7).

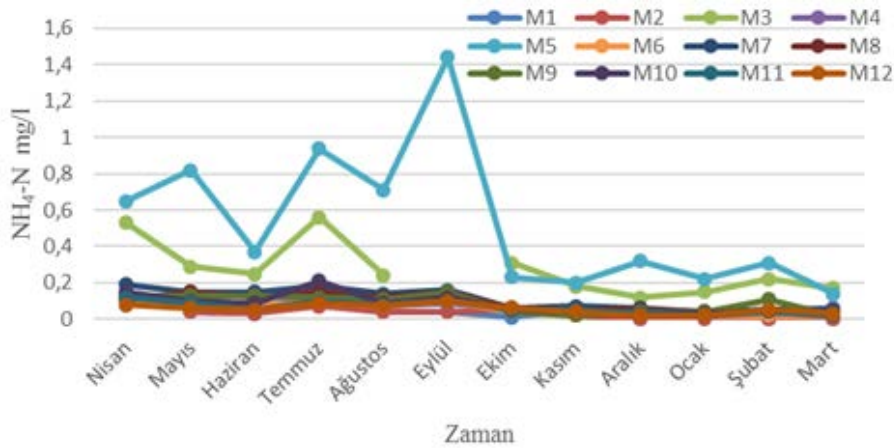
Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri adlı çalışmada ölçümler aylık olarak yapılmış ve en düşük Kasım ayında (2.26 mg/L), en yüksek ise

Şubat ayında (2.41 mg/L) ölçülmüş ve örnekleme zamanları açısından ölçümler arasında istatistiksel anlamda fark gözlemlenmemiştir (Tepe ve ark., 2006).

Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi adlı çalışmada Nazilli'nin nitrat değerleri (1.9-4.0 mg/L) diğer örnek noktalarına göre en yüksek bulunmuş ve Adıgüzel Barajının en düşük değerlere (0.5-2.2 mg/L) sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda istasyonlar arasında istatistiksel anlamda fark olduğu belirlenmiştir. (Küçük, 2007).

3.1.8. Amonyum Azotu

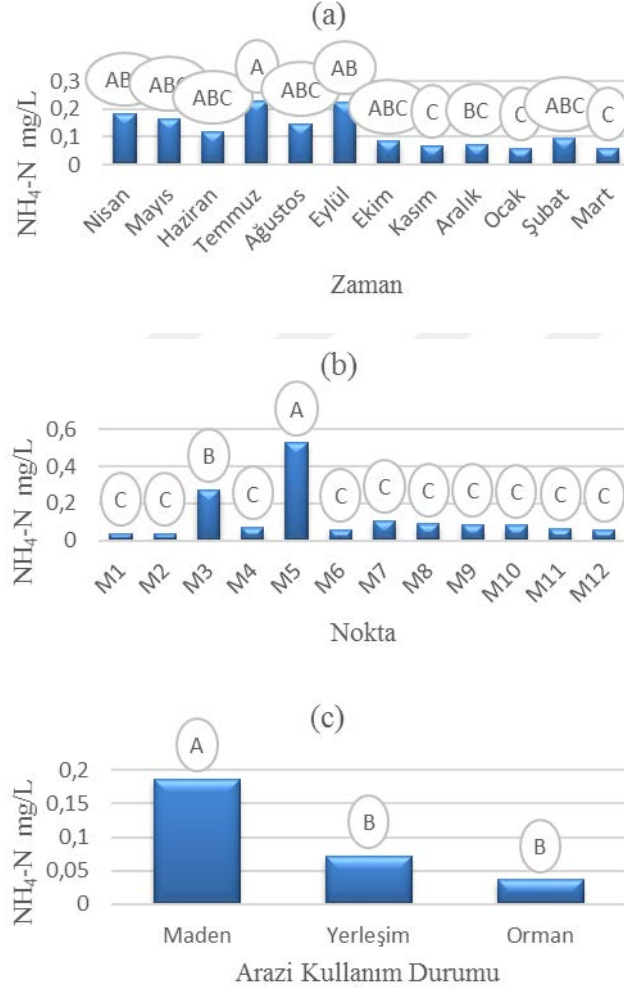
Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre $\text{NO}_3\text{-N}$ değerleri I. sınıf sular için $<0,2$, II. Sınıf sular için 1, III sınıf sular için 2 ve IV. Sınıf sular için >2 olması gerekmektedir (YSKYY, 2016). Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen $\text{NH}_4\text{-N}$ verilerine ait aylık değişimler Şekil 28'de gösterilmektedir. Çalışma alanında yapılan ölçümlerin ortalamalarına bakıldığında M3 ve M5 noktası II. Sınıf su kalitesi grubuna girmekte ve "az kirlenmiş su" olarak tanımlanırken, diğer noktaların tamamı I. Sınıf su kalitesi grubuna girmektedir ve "yüksek kaliteli su" olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 28. Örnekleme noktalarına ait aylık $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/L) değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanında ki $\text{NH}_4\text{-N}$ değerlerinin ortalamaları Şekil 29'de gösterilmekte ve ölçümler örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı belirlenmiştir. Örnekleme noktalarının ölçüm verileri incelendiğinde en yüksek $\text{NH}_4\text{-N}$ değeri M5 noktasında (0.528 mg/L), en düşük değer ise M2 noktasında (0.036 mg/L)

ölçülmüştür. Arazi kullanım değerlerinin sonuçlarına baktığımızda ise en yüksek değer maden bölgesinde (0.187 mg/L) ölçülmüş ve en düşük değer ise ormanlık alanda (0.036 mg/L) ölçüldüğü belirlenmiştir. Son olarak yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki $\text{NH}_4\text{-N}$ değerleri örnekleme zamanlarına göre incelendiğinde istatistiksel anlamda fark taşımadığı tespit edilmiştir (Tablo 6).



Şekil 29. Murgul Deresinde ortalama $\text{NO}_4\text{-N}$ değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

Korelasyon analizi sonucunda, pH ve CO parametreleri ile $\text{NO}_4\text{-N}$ arasında negatif korelasyon belirlenirken, $\text{NO}_4\text{-N}$ ile sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk ve TDS parametreleri arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Tablo 7).

Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özelliklerini adlı çalışmada 5 farklı örnek noktasında yapılan ölçümlerde en düşük $\text{NO}_4\text{-N}$ değeri 1. Örnek noktasında (0.02 mg/L) ölçülmüş, en yüksek değer ise 4. Örnek noktasında (1.98 mg/L) olarak

ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda NO₄-N değerlerinde yaz aylarında düşük değerler gözlenirken, kış aylarında ise artış gözlenmiştir (Taşdemir ve Göksu, 2001).

Köprüçay Nehri (Antalya)'nın fiziko- kimyasal özelliklerine göre su kalitesinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada en yüksek NO₄-N değeri 0.84 mg/L (Ekim ayında), en düşük değeri ise 0.001 mg/L (Ağustos ayında) olarak bulunmuştur. Örneklem noktalarında NO₄-N değerleri yıl boyunca değişkenlik göstermiştir (Cicek ve Erta, 2012).

3.1.9. Askıda Katı Madde







Çalışma süresince yapılan AKM ölçümlerinden elde edilen verilerin istatistik açısından değerlendirilmesi için ilk olarak ANOVA analiz yapılmıştır ve analiz sonucunda örneklem zamanı, örneklem noktaları ve arazi kullanım durumuna göre F ve P değerleri Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. AKM ölçümlerinin örneklem zamanı, örneklem noktaları ve arazi kullanım durumuna göre elde edilen ANOVA analizi F ve P değerleri

Su Kalitesi Parametreleri	Örneklem Zamanları		Örneklem Noktaları		Arazi Kullanımı	
	F	P	F	P	F	P
AKM	0,4874	0.9082	11,0046	<0,01	18,4882	<0,01

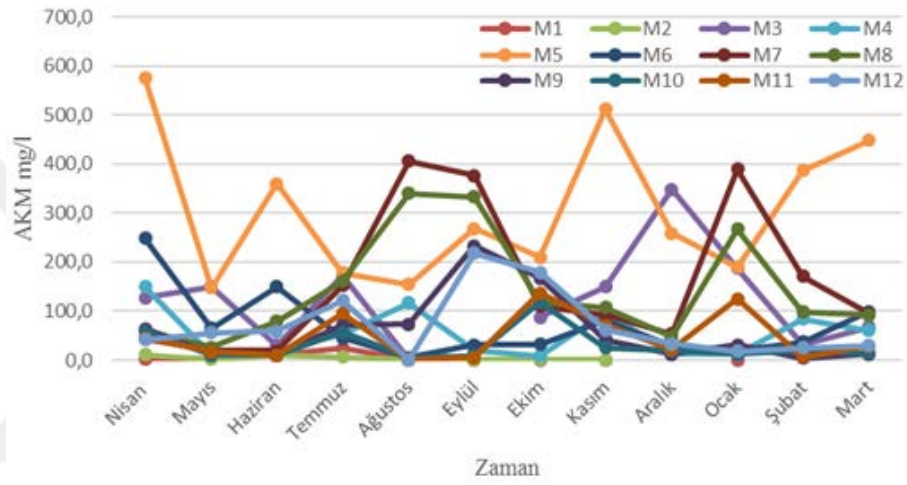
Çalışma süresi boyunca elde edilen AKM verileri ile su kalitesi parametreleri arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla korelasyon analizi Tablo 9'de gösterilmektedir.

Tablo 9. Çalışma alanına ait AKM değerlerinin korelasyon analizi

Değişken	Değişken ile	Önem Derecesi	Korelasyon (-,0,+)
AKM	pH	0,0015	
AKM	İLETKENLİK	0,0000	
AKM	TUZLULUK	0,0000	
AKM	TDS	0,0000	
AKM	NH4-N	0,0000	
AKM	NO3-N	0,0000	

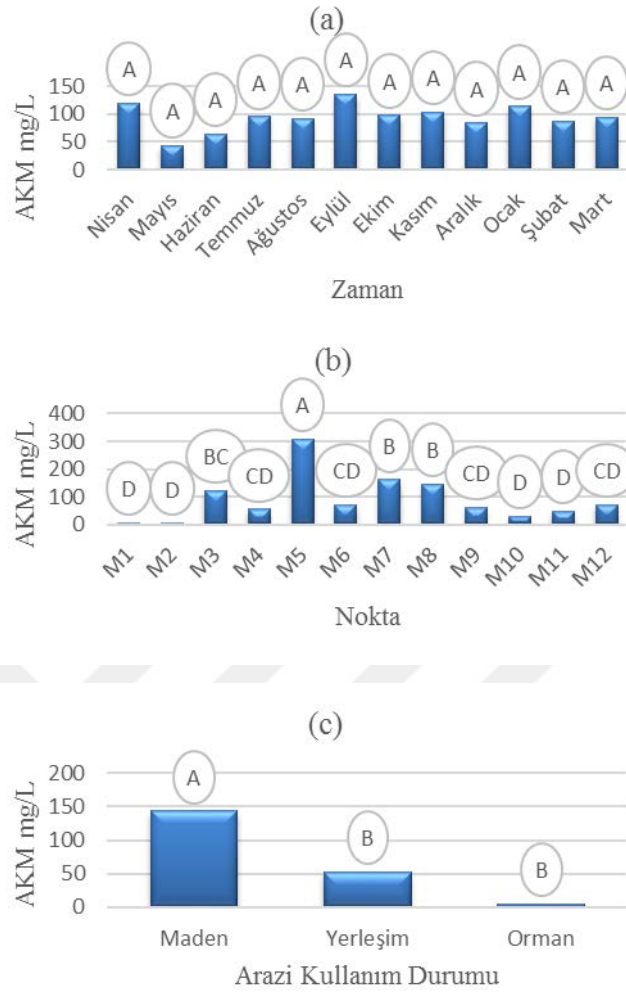
Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen AKM (mg/L) verilerine ait aylık değişimler Şekil 30'de gösterilmekte ve bu veriler incelendiğinde noktalar arasında AKM miktarının çok fazla değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Çalışma süresince yapılan ölçümlerde M1 ve M2 noktalarının ormanlık alanda bulunması ve insan müdahalelerinden uzak olması bu noktalarda AKM miktarının düşük çıkmasını

sağlamıştır. M5 noktasının, maden sahası alt kısmında yer alması ve bu sahada biriktirilen atık toprakların dereye karışması ile birlikte bu noktada yapılan ölçümlerde 12 ay boyunca yüksek miktarda AKM değeri ölçülmüştür. Murgul Deresi üzerinde yapılan DSİ ıslah çalışmaları sebebiyle M7 ve M8 noktalarında olması gerekenden daha fazla miktarda AKM değeri ölçülmüştür. Murgul yerleşim yeri öncesinde Erenköy HES regülatörü tarafından dere suyunun alınması ve iletim kanallarında dinlendirilen su yerleşim yerinden sonraki noktalarda AKM değerlerinin düşmesini sağlamıştır.



Şekil 30. Örnekleme noktalarına ait aylık AKM (mg/L) değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki AKM verileri örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumu bakımından incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı ortaya çıkmıştır. Örnekleme noktaları bakımından AKM verileri değerlendirildiğinde en yüksek değer M5 noktasında (307.28 mg/L) ölçüldüğü, en düşük değer ise M2 noktasında (4.37 mg/L) ölçülmüştür. Arazi kullanım durumunun ölçüm değerleri incelendiğinde, en yüksek değer maden bölgesinde (143.69 mg/L) ölçüldüğü, en düşük değer ise ormanlık alanda (4.60 mg/L) ölçülmüştür. Son olarak, yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanındaki AKM değerlerinin örnekleme zamanlarına göre istatistiksel anlamda fark taşımadığı ortaya çıkmıştır (Tablo 8).



Şekil 31. Murgul Deresinde ortalama AKM değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

AKM parametresinin diğer parametrelerle doğrusal ilişkisini belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonucunda AKM ile pH arasında negatif korelasyon belirlenirken, AKM ile tuzluluk, iletkenlik, TDS, NO₃-N ve NO₄-N parametreleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur (Tablo 9).

Gelevera Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi adlı çalışmada yapılan AKM ölçümlerinde en yüksek değer Mayıs ayında (5.12 Mg/L), en düşük değer ise Nisan ayında (0.46 mg/L) ölçülmüştür. Örnekleme noktaları arasında istatistiksel anlamda fark bulunamamıştır (Yıldız, 2013).

Çoruh Nehri (Bayburt) su kalitesinin su kirliliği yönetmeliğine göre değerlendirilmesi üzerine yapılan bu çalışmada AKM ölçümleri, en yüksek 2. İstasyonda 40.0 mg/L

ölçülmüş ve en düşük değer ise her iki istasyonda da 10 mg/l olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda AKM değeri açısından istasyonlar arasındaki farklılık ve mevsimsel farklılık istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur (Birici ve ark., 2017).

3.2. Debi Ölçümü





Çalışma süresince yapılan debi ölçümlerinden elde edilen verilerin istatistik açısından değerlendirilmesi için ilk olarak ANOVA analizi yapılmıştır ve analiz sonucunda örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre F ve P değerleri Tablo 10’de gösterilmektedir.

Tablo 10. Debi ölçümlerinin örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumuna göre elde edilen ANOVA analizi F ve P değerleri

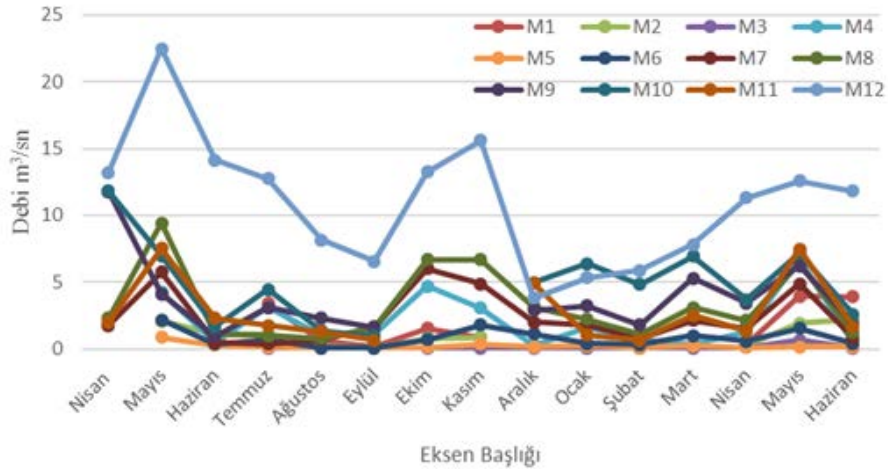
Su Kalitesi Parametreleri	Örnekleme Zamanları		Örnekleme Noktaları		Arazi Kullanımı	
	F	P	F	P	F	P
Debi	2,3396	<0,05	14,2835	<0,01	23.5869	<0.01

Çalışma süresi boyunca elde edilen debi verileri ile su kalitesi parametreleri arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla korelasyon analizi Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 11. Çalışma alanına ait debi ölçümlerinin korelasyon analizi

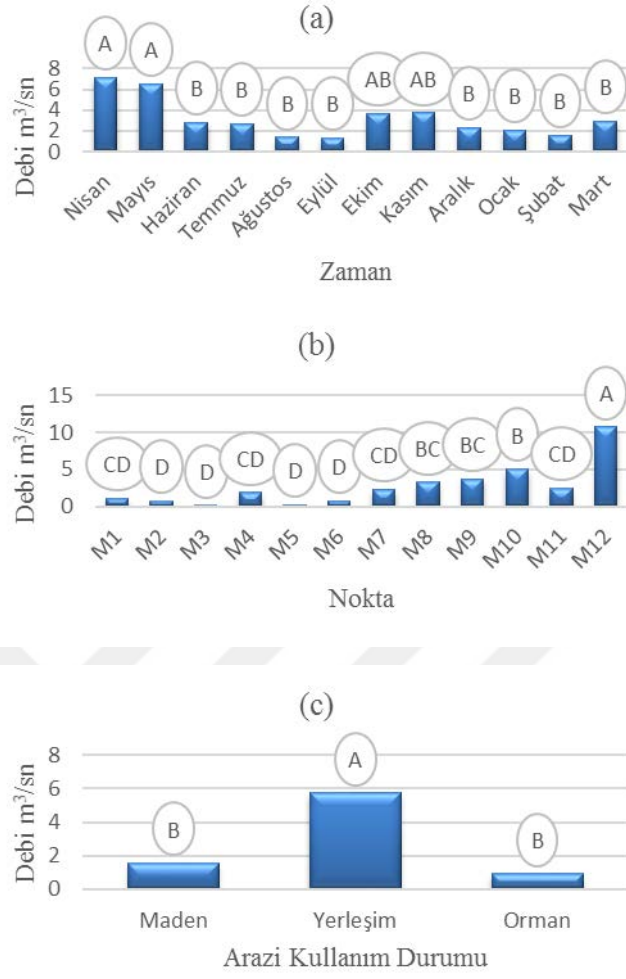
Değişken	Değişken ile	Önem Derecesi	Korelasyon (-,0,+)
Debi	İletkenlik	0,0001	
Debi	Tuzluluk	0,0002	
Debi	TDS	0,0002	
Debi	NH4-N	0,0316	

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen debi verilerine ait aylık değişimler Şekil 32’de gösterilmektedir. Çalışma alanındaki ölçüm verileri incelendiğinde, beklendiği üzere, havzanın memba kısmından, mansap kısmına doğru düzenli bir artış gözlemlenmiştir. Çalışma alanında bulunan 3 farklı HES’in iletim kanalları aracılığıyla dere suyunu alması bazı noktalarda olması gerekenden daha az debi sonuçları ölçülmesine sebep olmuştur. Aynı zamanda kontrol noktası olarak belirlenen M1 ve M2 noktaları arazi kullanım durumu altında ormanlık alan olarak belirlenmişken, maden sahası ve yerleşim alanları da genel olarak ormanlık alanlardan etkilenmektedir.



Şekil 32. Örnekleme noktalarına ait aylık Debi (m^3/sn) değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda, çalışma alanında ki debi değerlerinin ortalamaları Şekil 33'de gösterilmekte ve değerler örnekleme zamanları, örnekleme noktaları ve arazi kullanım durumu bakımından incelendiğinde istatistiksel açıdan önem taşıdığı belirlenmiştir. Debi değerleri örnekleme zamanlarına göre incelendiğinde en yüksek değer Nisan ayında ($7.15 m^3/sn$) ölçüldüğü, en düşük değer ise Eylül ayında ($1.30 m^3/sn$) ölçülmüştür. Aynı zamanda örnekleme noktalarına göre incelendiğinde en yüksek değer M12 noktasında ($10.75 m^3/sn$) ölçülmüş, en düşük değer ise M3 noktasında ($0.04 m^3/sn$) ölçülmüştür. Son olarak arazi kullanım durumu ölçüm değerleri incelendiğinde, en yüksek değer yerleşim yerinde ($5.74 m^3/sn$) ölçüldüğü, en düşük değer ormanlık alanda ($0.9 m^3/sn$) ölçüldüğü tespit edilmiştir (Tablo 10).



Şekil 33. Murgul Deresinde ortalama debi değerlerinin örnekleme zamanları (a), örnekleme noktaları (b) ve arazi kullanımına (c) göre dağılımı

Debi değerleri ile su kalitesi parametrelerinin arasındaki doğrusal ilişkiyi belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucunda, debi ile iletkenlik, tuzluluk, TDS ve NH₄-N değerleri arasında negatif korelasyon bulunmuştur (Tablo 11).

Murat Nehrinde debi ve sediment konsantrasyonunun bazı su kalite parametreleri üzerine etkisi adlı çalışmada istatistik sonuçlarına bakıldığında Palu gözlem istasyonunda ortalama debi 260.46 m³/sn iken Akkonak istasyonunda 174.89 m³/sn olarak ölçülmüştür (Demir ve Demir, 2016).

3.3. Ağır Metal Ölçümlerinin İstatiksel Analizi

Çalışma süresince yapılan tüm ölçümlerden elde edilen verilerin istatistik açısından değerlendirilmesi için ilk olarak ANOVA analizleri yapılmıştır ve analiz sonucunda örnekleme zamanı ve örnekleme noktalarına göre F ve P değerleri Tablo 12’de gösterilmektedir.

Tablo 12. Ağır metal ölçümlerinin örnekleme zamanı ve örnekleme noktalarına göre elde edilen ANOVA analizi F ve P değerleri

Ağır Metaller	Örnekleme Zamanları		Örnekleme Noktaları	
	F	P	F	P
Arsenik	2,0478	<0,05	0,4513	0.8418
Kadmiyum	0,8718	0.5714	1,6093	0.1570
Bakır	0,5803	0.8382	8,3315	<0,01
Demir	1,0626	0.4042	3,1049	<0,01
Kurşun	1,2858	0.2520	3,5313	<0,01
Çinko	0,6966	0.7372	9,1971	<0,01

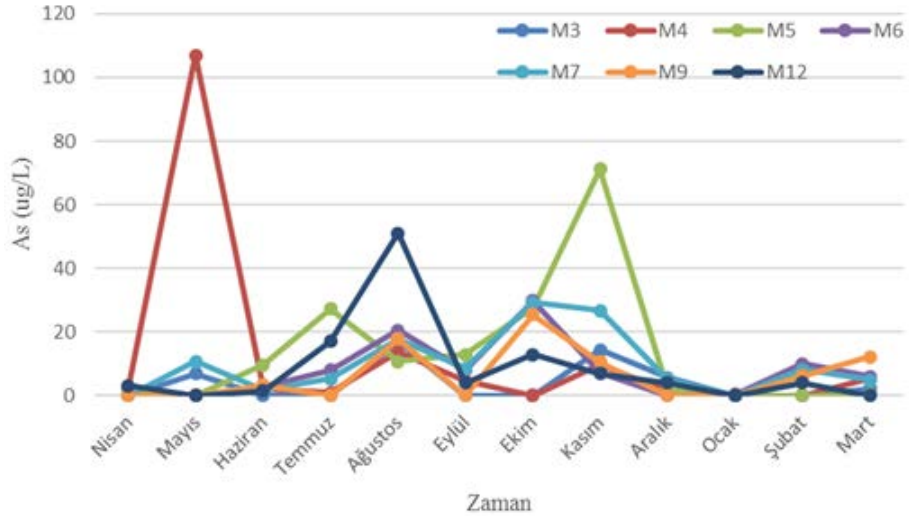
Çalışma süresi boyunca elde edilen ağır metal verilerinin birbiri arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla korelasyon analizi Tablo 13’de gösterilmektedir.

Tablo 13. Çalışma alanına ait ağır metal ölçümlerinin korelasyon analizi

Değişken	Değişken ile	Önem Derecesi	Korelasyon
Cd	As	0,0000	
Cu	Cd	0,0040	
Fe	As	0,0002	
Fe	Cd	0,0409	
Fe	Cu	0,0000	
Pb	As	0,0000	
Pb	Cd	0,0000	
Pb	Cu	0,0072	
Pb	Fe	0,0000	
Zn	Cd	0,0002	
Zn	Cu	0,0000	
Zn	Fe	0,0000	
Zn	Pb	0,0001	

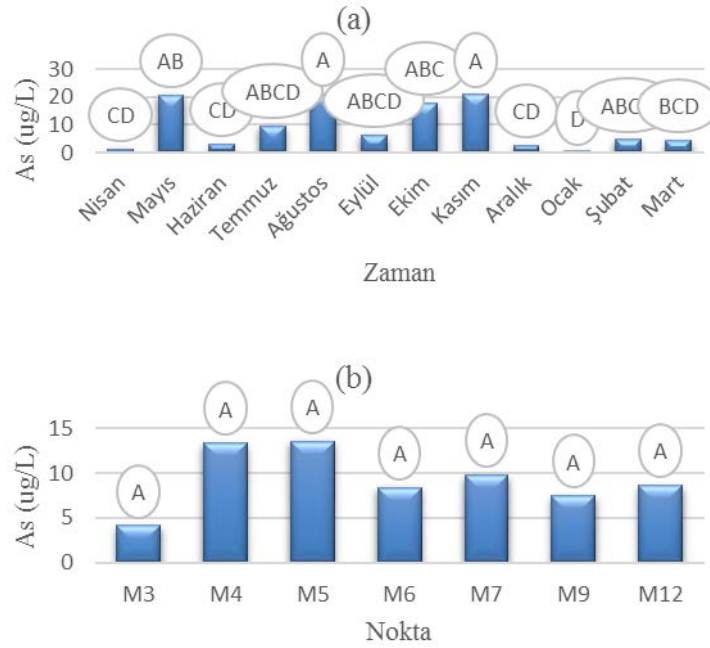
3.3.1. Arsenik

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen As verilerine ait aylık değişimler Şekil 34’da gösterilmekte ve bu veriler incelendiğinde beklendiği üzere maden sahasının etkisi olduğu noktalarda değerlerin yüksek çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanının mansap kısmında bulunan M12 noktasında da değerlerin yaz ayında yükseldiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 34. Örnekleme noktalarına ait aylık As değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda çalışma alanındaki As değerlerinin ortalamaları Şekil 35'de gösterilmekte ve ölçümler örnekleme zamanları bakımından incelendiğinde istatistik açısından önem taşıdığı belirlenmiş ve en yüksek değer Ağustos ayında (21.19 mg/L), en düşük değerin ise Ocak ayında (0.04 mg/L) ölçüldüğü tespit edilmiştir. Ancak çalışma alanındaki As değerlerinin örnekleme noktalarına göre yapılan ANOVA analiz sonucunda istatistik açısından fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 12).

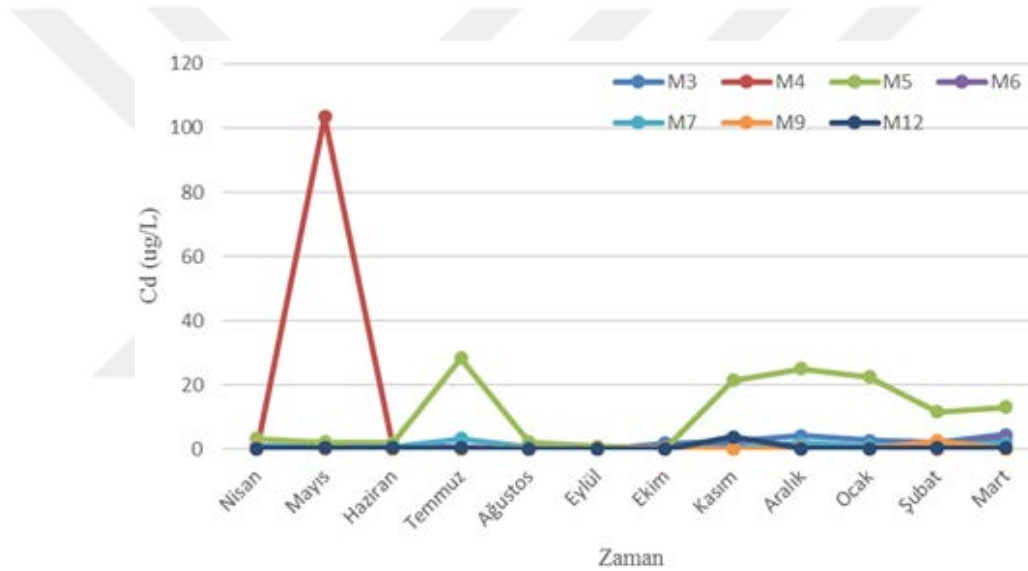


Şekil 35. Murgul Deresinde ortalama As değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı

Porsuk Çayı su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal miktarlarının belirlenmesi adlı bu çalışmada As değeri en fazla Yaz mevsiminde 0.062 mg/L ölçülmüştür. İstasyonların çoğunda As miktarı ölçüm aralığına girmemiştir (Köse, 2012).

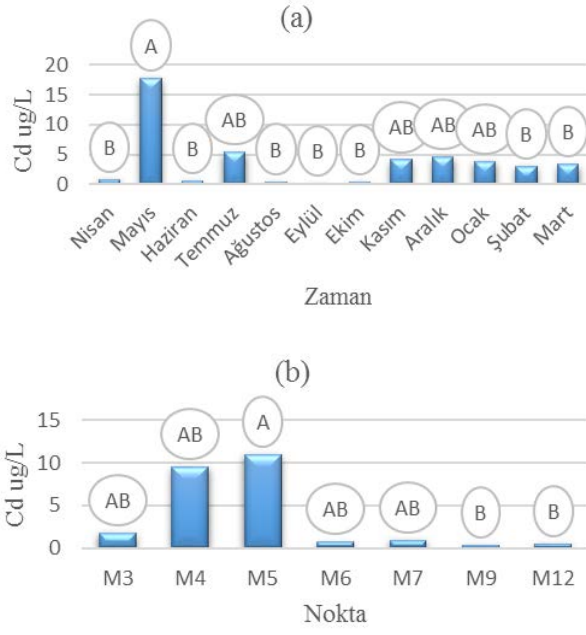
3.3.2. Kadmiyum

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen Cd verilerine ait aylık değişimler Şekil 36'de gösterilmekte ve bu veriler incelendiğinde beklendiği üzere maden sahasının etkisinin görüldüğü M5 ayında belirli dönemlerle ölçüm değerlerinin çok yüksek çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca maden sahasının etkisinin olduğu M4 noktasında Mayıs ayında ölçülen değer yüksek çıktığı belirlenmiştir.



Şekil 36. Örnekleme noktalarına ait aylık Cd değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda çalışma alanındaki Cd değerlerinin ortalama değerleri Şekil 37'da gösterilmekte ve değerler incelendiğinde örnekleme zamanları ve örnekleme noktalarına göre istatistik açısından önemli bir farkın olmadığı sonucuna varılmıştır (Tablo 12).



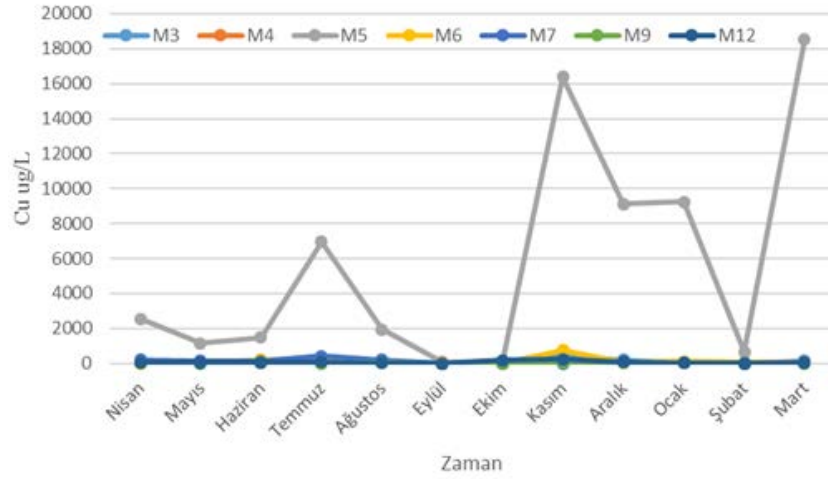
Şekil 37. Murgul Deresinde ortalama Cd değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı

Korelasyon analizi sonucunda, Cd ile As değerleri arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Tablo 13).

Horohon Deresi (Hafik-Sivas) su kalitesi özelliklerinin aylık değişimleri üzerine yapılan bu çalışmada mevsimsel olarak yapılan ölçümler sonucunda kış aylarında Cd miktarına rastlanamamışken, ilkbahar mevsiminde en yüksek Cd değeri (0.025 mg/L) ölçülmüştür (Mutlu ve ark., 2013).

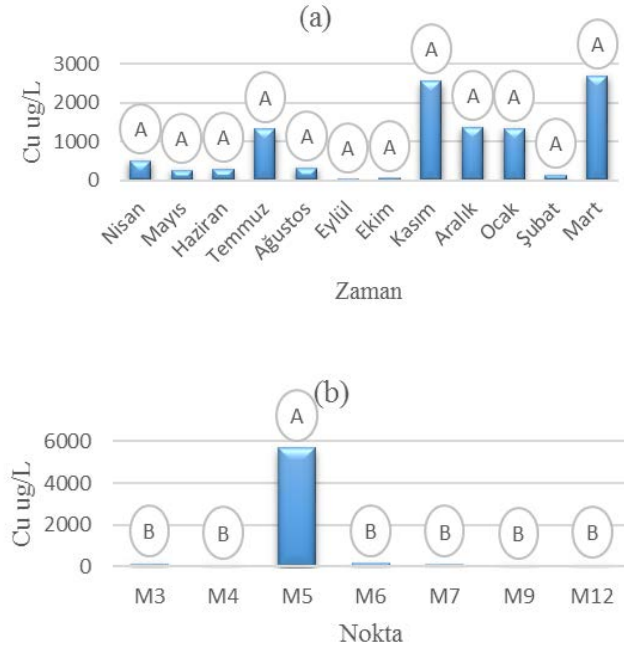
3.3.3. Bakır

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen Cu verilerine ait aylık değişimler Şekil 38’de gösterilmekte ve bu veriler incelendiğinde beklendiği üzere maden sahasının etkisi olduğu ve maden atık barajından gelen sızıntı sularının ulaştığı M5 noktasında yıl boyunca yüksek miktarda Cu değeri ölçülmüştür.



Şekil 38. Örnekleme noktalarına ait aylık Cu değerlerinin dağılımı

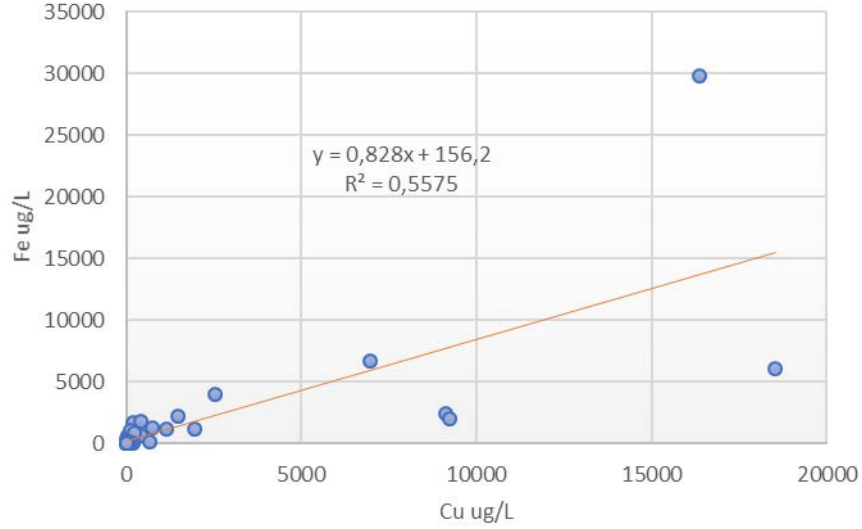
Yapılan ANOVA analizi sonucunda çalışma alanındaki Cu değerlerinin ortalamaları Şekil 39'de gösterilmekte ve değerler incelendiğinde örnekleme noktalarına göre istatistik açısından önem taşıdığı belirlenmiş ve en yüksek değer M5 noktasında (5669.7 mg/L) ölçülmüş ve en düşük değer ise M9 noktasında 20.57 mg/L) ölçüldüğü tespit edilmiştir. Ancak çalışma alanındaki Cu değerlerinin örnekleme zamanlarına göre yapılan ANOVA analiz sonucunda istatistik açısından fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 12).



Şekil 39. Murgul Deresinin ortalama Cu değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı

Korelasyon analizi sonucunda, Cu ile Cd değerleri arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Tablo 13).

Son olarak yapılan regresyon analizi sonucunda Şekil 40’de görüldüğü gibi Cu değeri arttıkça Fe değerinin de arttığı tespit edilmiş ve R² değeri 0.56 olarak belirlenmiştir.



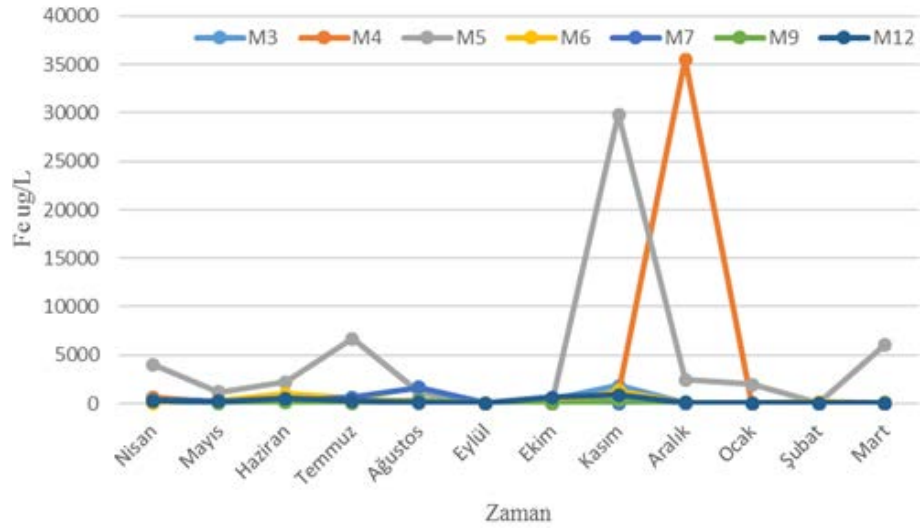
Şekil 40. Cu ve Fe değerlerinin regresyon dağılımı

Ergene Nehrindeki ağır metallerin ek traksiyon metodu ile tayini üzerine yapılan bu çalışmada ölçülen Cu değerleri en yüksek 0.647 mg/L ölçülmüştür. Ergene Nehri Lüleburgaz istasyonunda ise Cu değeri çıkmamıştır (Gökdemir, 2006).

Karasu Irmağında ağır metal kirliliğinin tespiti ve su kalitesine göre sınıflandırılması üzerine yapılan çalışmada Cu değeri en yüksek 2. İstasyonda 0.79 mg/L ölçülmüşken, en düşük değer 5. İstasyonda 0.26 mg/L ölçülmüştür (Sönmez ve ark., 2012).

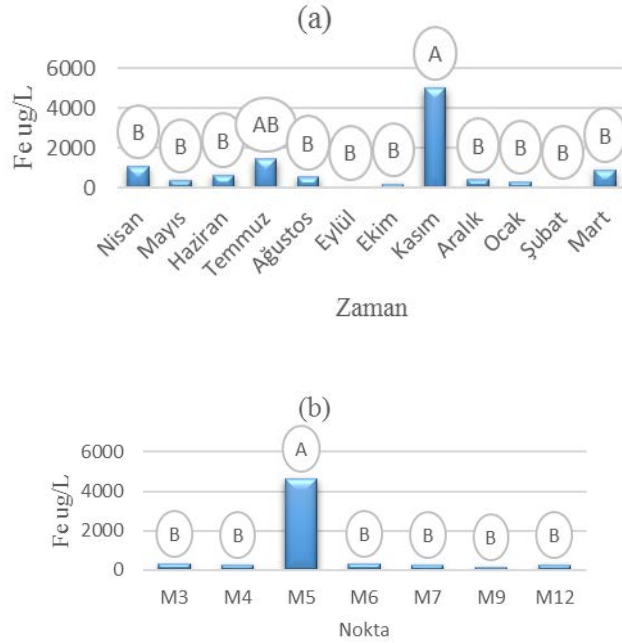
3.3.4. Demir

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen Fe verilerine ait aylık değişimler Şekil 41’de gösterilmekte ve bu veriler incelendiğinde beklendiği üzere maden sahasının etkisi olduğu noktalarda değerler diğer noktalarda ki değerlere oranla daha fazla çıkmıştır. Ayrıca M4 ve M5 noktalarında kış mevsiminde en yüksek değerlere ulaşmıştır.



Şekil 41. Örnekleme noktalarına ait aylık Fe değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda çalışma alanında ki Fe değerlerinin ortalamaları Şekil 42’de gösterilmekte ve değerler incelendiğinde örnekleme noktaları arasında istatistik açısından fark olduğu (Tablo 12) tespit edilmiştir. İstatistik sonucunda en yüksek değer M5 noktasında (4647,47 mg/L) ölçülmüş, en düşük değer ise M9 noktasında (133,04 mg/L) ölçülmüştür. Ancak örnekleme zamanlarına göre yapılan ANOVA analiz sonucunda istatistik açıdan fark olmadığı (Tablo 12) belirlenmiştir.



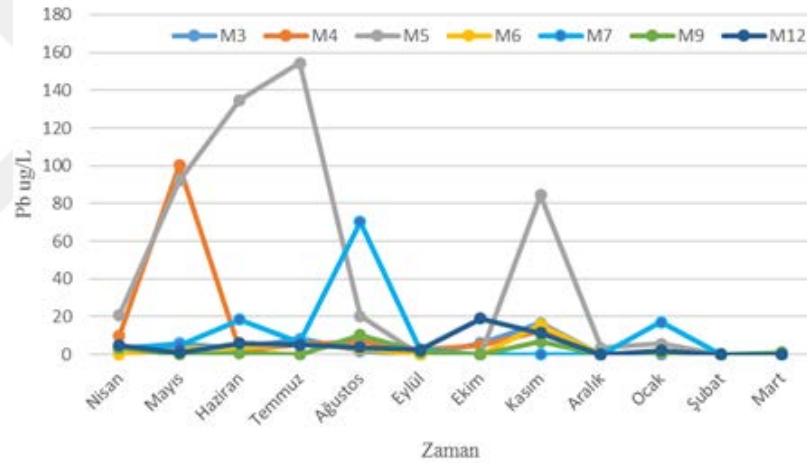
Şekil 42. Murgul Deresinin ortalama Fe değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı

Korelasyon analizi sonucunda, Fe ile As, Cd, ve Cu değerleri arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Tablo 13).

Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan alınan su ve sediment örneklerinde kirlilik parametrelerinin incelenmesi adlı çalışmada en yüksek Fe değeri Karaçay istasyonunda 914.1 mg/L olarak ölçülmüştür (Öner ve Celik, 2011).

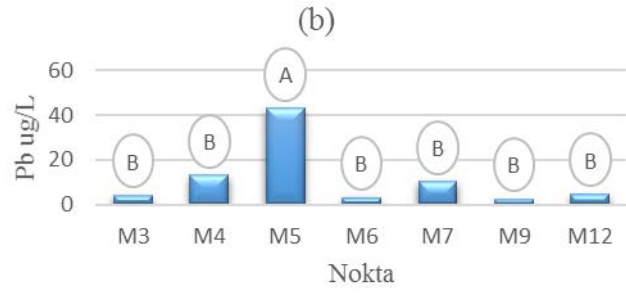
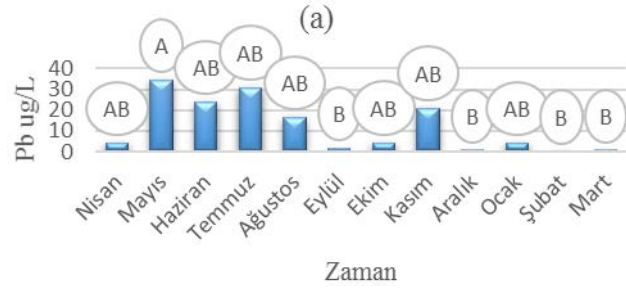
3.3.5. Kurşun

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen Pb verilerine ait aylık değişimler Şekil 43'de gösterilmekte ve bu veriler incelendiğinde beklendiği üzere maden sahasının etkisi olduğu noktalarda değerlerin diğer noktalara oranla daha fazla çıktığı belirlenmiştir.



Şekil 43. Örnekleme noktalarına ait aylık Pb değerlerinin dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda çalışma alanında ki Pb değerlerinin ortalamaları Şekil 44'de gösterilmekte ve değerler incelendiğinde örnekleme noktaları arasında istatistik açısından fark olduğu belirlenmiştir. Örnekleme noktalarının istatistik sonucuna bakıldığında en yüksek değer M5 noktasında (42.99 mg/L) ölçülmüş, en düşük değer ise M9 noktasında (2.37 mg/L) ölçülmüştür. Ancak örnekleme zamanlarına göre yapılan ANOVA analiz sonucunda istatistik açıdan fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 12).



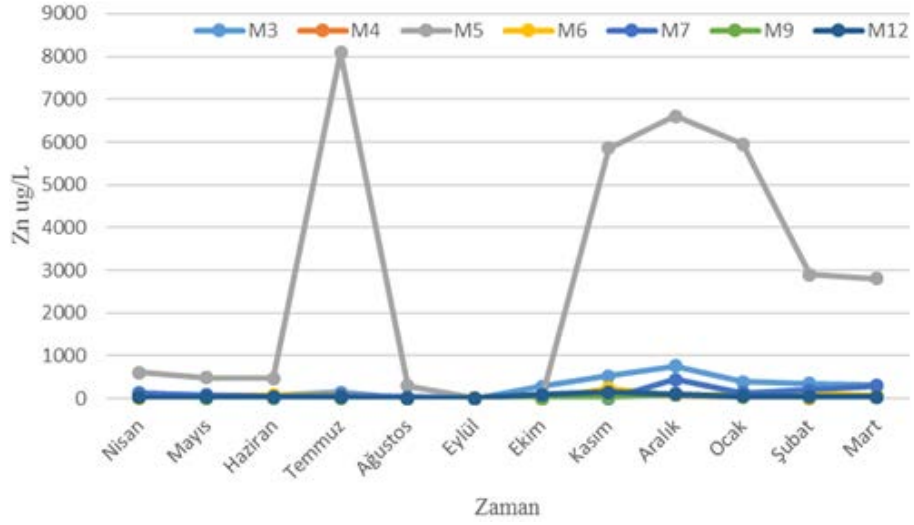
Şekil 44. Murgul Deresinde ortalama Pb değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktalarına (b) göre dağılımı

Korelasyon analizi sonucunda, Pb ile As, Cd, Cu ve Fe değerleri arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Tablo 13).

Aksu Çayı'nda (Kahraman Maraş) akarsu kirliliği üzerine yapılan çalışmada alınan Pb değerleri en yüksek Erkenez istasyonunda (4.688 ppm) ölçülmüş, en düşük değer ise Aksu I, Karasu ve Aksu II istasyonlarında (1.52 ppm) ölçülmüştür (Toroğlu ve ark., 2006).

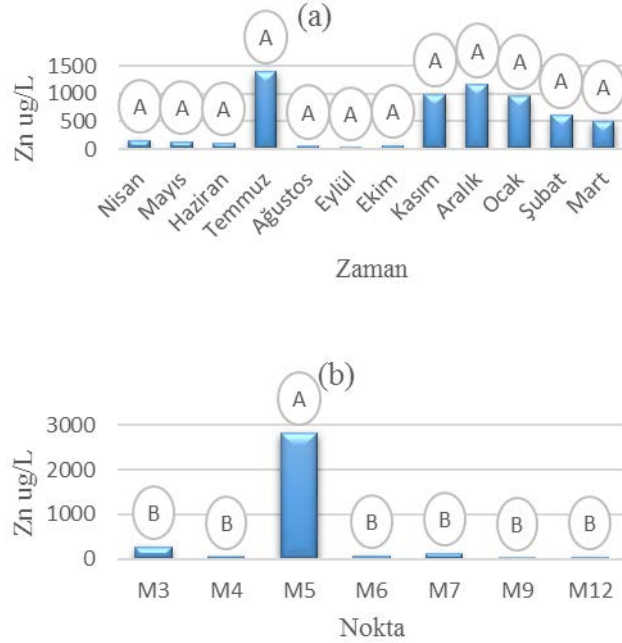
3.3.6. Çinko

Çalışma alanında yer alan ölçüm noktalarında belirlenen As verilerine ait aylık değişimler Şekil 45'da gösterilmekte ve bu veriler incelendiğinde beklendiği üzere maden sahası etkisinin yoğun şekilde görüldüğü M5 noktasında değerlerin yüksek çıktığı belirlenmiştir.



Şekil 45. Örnekleme noktalarına ait aylık Zn değerlerinin dağılımı

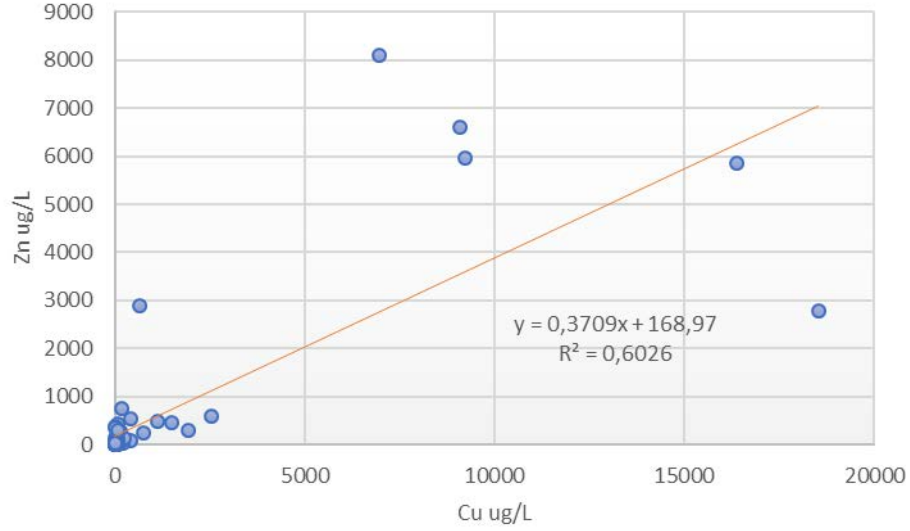
Yapılan ANOVA analizi sonucunda çalışma alanında ki Zn değerlerinin ortalamaları Şekil 46'de gösterilmekte ve değerler incelendiğinde örnekleme noktaları arasında istatistik açısından fark olduğu belirlenmiş ve en yüksek değer M5 noktasında (2837.16 mg/L) ölçülmüş, en düşük değer ise M9 noktasında (25.67 mg/L) ölçülmüştür. Ancak örnekleme zamanlarına göre yapılan ANOVA analiz sonucunda istatistik açıdan fark olmadığı sonucuna varılmıştır (Tablo 12).



Şekil 46. Murgul Deresinde Zn değerlerinin örnekleme zamanları (a) ve örnekleme noktaları (b) göre dağılımı

Korelasyon analizi sonucunda, Zn ile Cd, Cu, Fe ve Pb değerleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur (Tablo 13).

Son olarak yapılan regresyon analizi sonucunda Şekil 47’de görüldüğü gibi Cu değeri arttıkça Zn değerinin de arttığı belirlenmiş ve R² değeri 0.60 olarak belirlenmiştir.



Şekil 47. Cu ve Zn değerlerinin regresyon dağılımı

Porsuk Çayı su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal miktarlarının araştırılması adlı çalışmada Zn değerleri en yüksek sonbahar mevsiminde (0.105 mg/l) ölçülmüş ve en düşük değer yaz mevsiminde (0.03 mg/L) ölçülmüştür (Köse, 2012).

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada, Murgul Deresi'nde bazı su kalitesi parametrelerinin, su miktarının ve askıda sediment değerlerinin mevcut durumunun ve yıllık bazdaki değişimlerinin belirlenmesi ana amaç olarak belirlenmiştir. Bunun yanında, Murgul ilçesinin Damar beldesi yakınlarında yaklaşık 70 yıldır işletilen bakır madenciliğinin, Murgul Deresi üzerinde, bazı su kalite parametreleri ile ağır metal kirleticileri açısından olumsuz etkisi olup olmadığı da bu araştırmanın amaçları arasındadır.

Buradan yola çıkarak, Murgul Deresi ana kolu üzerinde hem zamansal hem noktasal hem de arazi kullanım durumuna bağlı olarak su kalitesi farklılıklarını belirlemek amacıyla Nisan 2016- Mart 2017 tarihleri arasında aylık su örneklemeleri ve bunların analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasında belirlenen 12 örnekleme noktasında YSI cihazı ile bazı su kalitesi parametreleri ile deredeki suyun debi ölçümleri yersel olarak yapılmış, askıda katı madde ve ağır metal ölçümleri için ise su numuneleri alınarak laboratuvar ortamında gerekli analizler yapılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde, YSKYY'nin kalite kriterleri (Tablo 2) baz alınarak deredeki su kalitesi parametreleri değerlendirilmiş ve ortalama değerlere göre havzadaki arazi kullanımının (özellikle de madencilik faaliyetlerinin) etkisinin olup olmadığı bilimsel veriler ve istatistiksel analizler ışığında tartışılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki madencilik faaliyetlerinin yoğun olarak görüldüğü M5 noktasında pH değerinin belirlenen kriter değerleri altında kalarak asidik özellik taşıdığı, NH₄-N ve iletkenlik değerlerinin ise M3 ve M5 noktalarında II. Sınıf su kalitesi sınıfına girdiği tespit edilmiştir. NO₃-N bakımından ormanlık alanlarda kalan noktalar I. Sınıf iken maden etkisinin en yoğun şekilde görüldüğü M5 noktasında III. Sınıf su kalitesi gözlemlenmiştir. Çözünmüş oksijen değerleri incelendiğinde ise tüm noktalar I. Sınıf su kalitesi olarak belirlenmiş ve örnekleme zamanlarının, örnekleme noktalarının ve arazi kullanım durumunun ÇO bakımından fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Genel olarak su kalitesi parametrelerine bakıldığında beklendiği gibi insan müdahalesinin olmadığı alanlarda normal değerler gözlenirken, müdahalenin olduğu maden sahasında ve yerleşim alanlarına yakın

bölgelerdeki sularda değerlerin yüksek çıktığı belirlenmiştir. Debi değerleri irdelendiğinde, normal şartlarda membadan mansaba doğru artış göstermeleri beklenirken, çalışma alanında bulunan NT-HES regülatörlerinin su almasına bağlı olarak debi değerlerinde noktalar arasında düzenli olarak beklenen artış görülmektedir. Bunun yanında, NT-HES'lerin su depolama alanında dinlendirilen dere suyu askıda madde miktarının azalmasını sağlamakta ve Murgul Deresi üzerinde yapılmakta olan dere ıslah çalışmaları nedeniyle yerleşim yerinden önceki noktalarda AKM miktarının artmasına sebep olmaktadır. Bu bağlamda, insan müdahalesinin dere suları üzerindeki etkisi açık şekilde görülmektedir. Son olarak, çalışma alanında bulunan maden sahasının ve maden atık barajının dere suyuna ağır metal bakımından etkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan ölçümler göz önünde bulundurularak, belirli kirleticiler ve öncelikli maddeler kalite standartlarına (Tablo 3) göre bir değerlendirme yapıldığında, As en yüksek değerine Ağustos ayında ulaşmış ve yapılan tüm ölçümlerin belirlenen kriterlere uygun olduğu belirlenmiştir. Cd miktarı maden sahasının etkisinin olduğu noktalarda V. Sınıf olarak adlandırılmakta ve örnekleme zamanları açısından değerler arasında fark olmadığı gözlemlenmiştir. Cu ve Fe değerleri belirlenen kriter değerlerinin üstünde çıkmış ve örnekleme zamanları bakımından da bir farklılık göstermemiştir. Pb değerleri M5 noktasında belirlenen kriterlerin üstünde çıkmışken diğer noktalarda belirlenen kriter sınırları içerisinde ve son olarak Zn değerleri M3 ve M5 noktasında belirlenen kriter aralığının üstünde çıkarken diğer noktalarda kriterlere uygun olduğu görülmüş, örnekleme zamanları açısından değerler arasında fark belirlenmemiştir. Sonuç olarak elde edilen verilen tamamı göz önünde bulundurulduğunda, maden sahasından gelen yan derelerin ve atık sızıntı sularının Murgul Deresi üzerinde su kalitesi parametreleri, AKM ve ağır metaller açısından genel olarak olumsuz etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Öneriler

Sucul yaşamı ve su kalitesini olumsuz etkileyebilecek kanalizasyon suları ve fabrika atık suları gerekli olan arıtma işlemleri gerçekleştirilmeden akarsulara bırakılmamalıdır.

Maden sahalarından çıkan işlenmiş toprakların depolama alanları seçilirken, dere yataklarından uzak olmasına dikkat edilmeli ve yağışların etkisi ile oluşan yüzeysel akışlarda bu toprakların akarsulara ulaşmasını engellemek veya yavaşlatmak için gerekli ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır. Aynı zamanda cevher işleme aşamalarında kullanılan kimyasal maddeler ve atık sular belirlenen alanlarda veya havuzlarda dinlendirilmeli ve arıtma işlemleri uygulandıktan sonra akarsulara bırakılmalıdır.

DSİ tarafından yürütülen dere ıslah çalışmaları aşamasında su kalitesinin, AKM miktarının ve sucul canlıların en az şekilde etkilenmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Akarsularda debi ölçümlerinde verilerin doğruluğu için süreklilik büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda DSİ tarafından önemli akarsuların üzerinde düzenli şekilde ölçüm yapabilecek akım istasyonlarının kurulması ve işletilmesi gerekmekte, ayrıca elde edilen veriler araştırmacılarla paylaşılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akçadağ, F., 2014. Suda Askıda Katı Madde (AKM) Tayini Yeterlilik Testi Raporu.
- Aküzüm, T., Çakmak, B. , Gökalp, Z., 2010. Türkiye'de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 67-74.
- Ardıçoğlu, M., Gemici, E. , Özdin, S., 2011. Doğal Akarsularda Debinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 73-77.
- Ay, M. 2014. Su Kalitesi Parametrelerinin Yapay Zeka Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. T.C. Erciyes Üniveristesi.
- Ayboğa, E., 2010. Yaşam Hakkı Olarak Su. 1-61.
- Bayram, A. 2011. Harşit çayı su kalitesinin mevsimsel değişiminin incelenmesi ve askı madde konsantrasyonunun yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Birici, N., Karakaya, G., Şeker, T., Küçükylmaz, M., Balcı, M., Özbey, N. , Güneş, M., 2017. Çoruh Nehri (Bayburt) Su Kalitesinin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(1), 54-64.
- Buser, S. , Cvetic, S., Türkiye'deki Murgul Bakır Yatağı Yöresinin Jeolojisi.
- Cicek, N. L. , Erta, O. O., 2012. Determination of the Water Quality of Köprüçay River (Antalya) According to the Physico-Chemical Parameteres. *Ekoloji*, 21(84), 54-65. doi: 10.5053/ekoloji.2012.847.
- Ciszewski, D. , Malik, I., 2004. The use of heavy metal concentrations and dendrochronology in the reconstruction of sediment accumulation, Mała Panew River Valley, southern Poland. *Geomorphology*, 58(1-4), 161-174.
- Çetin, M. 2012. Ilıca Deresi (Fatsa, Ordu) algleri ve su kalitesinin incelenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çiçek, N. L. , Ertan, Ö. O., 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nın fiziko-kimyasal özelliklerine göre su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji*, 21(84), 54-65. doi: 10.5053/ekoloji.2012.847.
- Çol, A. S. 2015. Murgul Bakır Yatağında Bulunan Jips Oluşumlarının Kökeni. (Yüksek Lisans), T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Dagdelen, E., 2012. Debi Ölçümü.
- Demir, Y. , Demir, A. D., 2016. Murat Nehrinde Debi ve Sediment Konsantrasyonunun Bazı Su Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Middle East Journal of Science*, 2(1), 50-57.

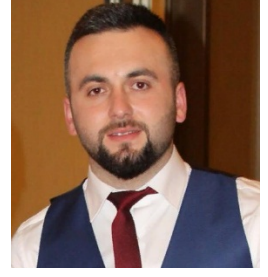
- Doğan, M. , Soylak, M., 2000. Su kimyası. *Erciyes Üniversitesi Yayınları*, 120.
- DSİ. (2014). Toprak Su Kaynakları. from <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>
- Gedik, K., Verep, B., Terzi, E. , Fevziöğlu, S., 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açıdan Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 19(76), 25-35.
- Gökdemir, Y. 2006. Ergene Nehri'ndeki ağır metallerin ekstraksiyon metodu ile tayini. (Yüksek Lisans), T.C. Trakya Üniversitesi.
- Güler, Ç. , Çobanoğlu, Z. 1997. Su Kalitesi: Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi.
- Kalay, H., Tufekçioğlu, A. , Yılmaz, M., 1995. Göктаş (Murgul) Bakır İşletmelerinin çevreye özellikle toprak özelliklerine etkisi. I. *Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 3, 37-50.
- Köse, E. 2012. Porsuk Çayı Su, Sediment ve Bazı Balık Türlerinin Ağır Metal Miktarlarının Araştırılması. (Doktora Tezi), Dumlupınar Üniversitesi.
- Küçük, S., 2007. Büyük Menderes Nehri su kalite ölçümlerinin su ürünleri açısından incelenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1-2), 7-13.
- M.E.B. 2011. Suların Analiz Parametreleri. Çevre Sağlığı: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.
- M.E.B. 2012. Sularda Fiziksel Analizler: T.C Milli Eğitim Bakanlığı.
- Maden, T. E., 2012. Kriz Dönemlerinde Su Politikaları: Türkiye-Suriye. *Ortadoğu Analiz*, 4(44), 87-94.
- Mutlu, E., Yanık, T. , Demir, T., 2013. Horohon Deresi (Hafık-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri. *Alınleri*, 25, 45-57.
- Öner, Ö. , Celik, A., 2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. *Ekoloji*, 20(78), 48-52. doi: 10.5053/ekoloji.2011.788.
- Özdemir, N., Yılmaz, F. , Yorulmaz, B., 2007. Dalaman Çayı üzerindeki Bereket Hidro-Elektrik Santrali Baraj Gölü suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinin ve balık faunasının araştırılması. *Ekoloji*, 16(62), 30-36.
- Özkaldı, A., Boz, B. , Yazıcı, V. 2004. *GAP'ta Drenaj Sorunları ve Çözüm Önerileri, Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*. Ankara.
- Solak, C. N. 2003. Akçay (Muğla–Denizli)'ın fiziko–kimyasal ve epilitik alg florası yönünden incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Muğla Üniversitesi.
- Sönmez, A. Y., Hisar, O. , Yanık, T., 2012. Karasu Irmağında ağır metal kirliliğinin tespiti ve su kalitesine göre sınıflandırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1), 69-77.

- Şengül, M. (year). Su Kaynaklarının Yönetimi Politikalar ve Sorunlar: Küreselden Yerele (pp. 29-41).
- Şengün, E. 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans), Giresun Üniversitesi.
- Taşdemir, M. , Göksu, Z. L., 2001. Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18(1-2), 55-64.
- Tayar, M. (2005). Su Hijyeni. from <http://mtayar.home.uludag.edu.tr/suhijyeni.htm>
- 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.
- Toroğlu, E., Toroğlu, S. , Alaeddinoğlu, F., 2006. Aksu Çayı'nda (Kahraman Maraş) Akarsu Kirliliği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 93-103.
- URL-1. (2019). from <http://etibakir.com.tr/tesisler/murgul-isletmesi/>
- URL-2. (2019). from <http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/dergimiz/dunyadaki-su>
- USİAD, 2007. Ulusal Su Politikası İhtiyacımız.
- Usta, A., 2016. Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 107-115.
- Ünlü, A., Çoban, F. , Tunç, M. S., 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel Ve İnorganik-Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 23(1), 119-127.
- WHO, 1984. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 2, Health criteria and other supporting information: addendum. Geneva: World Health Organization,
- WHO. 2004. Guidelines for drinking-water quality (Vol. 1): World Health Organization.
- Yerebakan, M. 1999. Türkiye'de İçme Suyu Sektörü- Sorunları ve Çözüm Önerileri.
- Yıldırım, S. 2013. Çoruh Nehri Üzerinde Tamamlanan, İnşası Devam Eden ve Planlanan Büyük Barajların Neden Olduğu ve Olacağı Arazi Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans), T.C. Artvin Çoruh Üniversitesi.
- Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi.
- YSKYY. (2016). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Resmi Gazete (Vol. 29797).
- 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.
doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.06.



ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : OSMANAOĞLU, Şenol
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve Yeri : 06/07/1992 Borçka/ARTVİN
Medeni Hali : Bekar
Telefon : 0 (539) 798 42 51
Faks : --
e-mail : senol.osmanaoglu@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Başlangıç-Bitiş
Lisans	Karadeniz Teknik Üniv./Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2011 – 2015

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Özay, G., Özalp, M., Yıldırım, S. , **Osmanoğlu, Ş.**, 2018. Kabaca Deresi'nde Ardışık Olarak Kurulan Nehir Tipi HES Tesislerinin Su Kalitesi, Debi ve Toplam Askıda Sediment Üzerine Etkilerinin İrdelenmesi. Uluslararası Artvin Sempozyumu, Artvin