



**ÇOKLU NEHİR TİPİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERİNİN (HES) KABACA
DERESİ'NİN SU MİKTARI, SU KALİTESİ VE ASKIDA SEDİMENT
DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Gözde ÖZAY

**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**

**ÇOKLU NEHİR TİPİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERİNİN (HES) KABACA
DERESİ'NİN SU MİKTARI, SU KALİTESİ VE ASKIDA SEDİMENT
DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gözde ÖZAY

**Danışman
Doç. Dr. Mehmet ÖZALP**

Artvin 2019

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “oklu Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin (HES) Kabaca Deresi'nin Su Miktarı, Su Kalitesi ve Askıda Sediment Değerleri zerine Etkilerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Mehmet ÖZALP'in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 17/06/2019.

Gözde ÖZAY
İmza

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

**ÇOKLU NEHİR TİPİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERİNİN (HES) KABACA
DERESİ'NİN SU MİKTARI, SU KALİTESİ VE ASKIDA SEDİMENT
DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Gözde ÖZAY

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17/06/2019

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 12/07/2019

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet ÖZALP

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Esin ERDOĞAN YÜKSEL

ONAY:

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

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

Doç. Dr. Hilal TURGUT
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Çoklu Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin (HES) Kabaca Deresi'nin Su Miktarı, Su Kalitesi Ve Askıda Sediment Değerleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması adlı bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçiminde ve çalışmanın yürütülmesinde görüş ve önerileriyle yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini paylaşan değerli danışman hocam. Doç. Dr. Mehmet ÖZALP'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın her aşamasında yardım ve görüşlerini esirgemeyen önerileriyle beni yönlendiren sayın hocam Dr. Saim YILDIRIMER'e teşekkür ederim. Ayrıca tezin ilerleyiş sürecinde düşünce ve bilgilerinden yararlandığım sayın hocam Doç. Dr. Bülent TURGUT'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın başından itibaren arazi ve laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan Orman Mühendisi Şenol OSMANAOĞLU'na ve arazi çalışmaları sırasında ulaşım konusunda yardım sağlayan Artvin, Borçka ve Murgul Orman İşletme Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Çalışmanın yürütülmesinde maddi katkı sağlayan Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederim.

Son olarak, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi sunar, çalışmanın ilgililere faydalı olmasını dilerim.

Gözde ÖZAY

Artvin - 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEZ BEYANNAMESİ	I
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
1.1. Su Kaynakları.....	4
1.1.1. Dünya’da Su Kaynakları	5
1.1.2. Türkiye’de Su Kaynakları	7
1.1.3. Su Kaynaklarının Kullanım Alanları	9
1.1.3.1. Tarım Sektöründe Su Kullanımı	10
1.1.3.2. Endüstri Sektöründe Su Kullanımı	11
1.1.3.3. İçme-Kullanma Sektöründe Su Kullanımı	11
1.1.3.4. Enerji Alanında Su Kullanımı	12
1.1.4. Hidroelektrik Santral	12
1.1.4.1. Hidroelektrik Santrallerin Yapısı	13
1.1.4.2. Dünya Ölçeğinde HES Potansiyeli	15
1.1.4.3. Türkiye Ölçeğinde HES Potansiyeli	16
1.1.4.4. Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Etkileri.....	17
1.2. Su Kalitesi Kavramı	18
1.2.1. Su Kalitesi Sınıfları.....	19
1.3. Askıda Katı Madde	21
2. MATERYAL VE YÖNTEM	22
2.1. Materyal	22
2.1.1. Çalışma Alanı.....	22
2.1.2. İklim Özellikleri	23

2.1.3. Bitki Örtüsü.....	24
2.1.4. Jeolojik Yapı	25
2.2. Yöntem.....	26
2.2.1. Arazi Çalışmaları	26
2.2.1.1. Su Kalitesi Parametrelerinin Arazideki Ölçümü.....	28
2.2.1.2. Su Örneklerinin Alınması	29
2.2.1.3. Akım Ölçümü.....	29
2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	30
2.2.2.1. Askıda Katı Madde Tayini	30
2.2.3. Çalışmada Kullanılan İstatistik Yöntemler	31
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	33
3.1. Su Kalitesi Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler.....	33
3.1.1. Su Sıcaklığı	34
3.1.2. pH.....	37
3.1.3. Çözünmüş Oksijen	40
3.1.4. Elektriksel İletkenlik	42
3.1.5. Tuzluluk	44
3.1.6. Toplam Çözünmüş Madde Miktarı	47
3.1.7. Nitrat Azotu (NO ₃ -N).....	50
3.1.8. Amonyum Azotu (NH ₄ -N).....	52
3.2. Askıda Katı Madde	54
3.3. Debi.....	55
3.4. NT-HES Tesislerinin Su Kalitesi Parametrelerine Etkisi	57
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	71

ÖZET

ÇOKLU NEHİR TİPİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERİNİN (HES) KABACA DERESİ'NİN SU MİKTARI, SU KALİTESİ VE ASKIDA SEDİMENT DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hidrolojik üniteler olarak da bilinen ormanlık su havzaları, aldıkları yağışları tahliye ederek su kaynaklarını sürekli olarak beslerler. Ancak, son yıllarda, Türkiye'nin özellikle ormanlık alanlarının yukarı bölümlerinde yapılmasına izin verilen çok sayıda insan kaynaklı faaliyetin (madencilik, nehir tipi hidroelektrik santraller (NT-HES), yol yapımı, yerleşime açma) yarattığı olumsuz etkilerden doğal su havzaları da ciddi şekilde etkilenmektedir. Bu müdahalelerden bazılarının yoğun olarak yaşandığı bölgelerden biri de Artvin'in Murgul Deresi Havzası'nın yukarı ormanlık bölümleridir. Burada bulunan bir yan kol olan Kabaca Deresi boyunca hâlihazırda 3 adet NT-HES işletilmesine rağmen, bu yapıların, dere sistemi üzerinde olası etkileri konusunda sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Buradan yola çıkarak, Kabaca Deresi'ndeki NT-HES'lerin derenin su miktarı, bazı su kalitesi parametreleri ve askıda katı madde (AKM) miktarı üzerinde ne tür değişimlere neden olduğunun tespit edilmesi bu çalışmanın ana hedefi olarak belirlenmiştir. Bu amaçla, Kabaca Deresi boyunca 10 noktadan aylık debi ve AKM ölçülürken, bazı su kalitesi parametrelerinin (pH, su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, iletkenlik, tuzluluk, toplam çözülmüş madde, amonyum ve nitrat azotu) ölçümleri ise taşınabilir YSI (Professional Plus) cihazı ile yapılmıştır. Sonuçlar, deredeki su kalitesinin, bazı örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları dışında genel olarak temiz olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, dere sularının regülatöre alınmadan önceki noktalarda ölçülen ortalama elektriksel iletkenlik 62 $\mu\text{s}/\text{cm}$, tuzluluk 0.04 ppt ve toplam çözülmüş madde 61 mg/l miktarlarının, NT-HES'lerin, dere yatağına bıraktıkları "can suyu" noktalarında yapılan ölçümlere göre önemli seviyede artarak, sırasıyla, 87 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 0.06 ppt ve 89 mg/l değerlerini aldığı tespit edilmiştir. Bu sonucun, NT-HES'lerin suyun %90'ını kullanıp deredeki su miktarını ciddi oranda düşürmesine bağlı olduğu düşünülmektedir ve dereye regülatör öncesi 2.53 m^3/s olan ortalama debinin regülatörden sonra 0.93 m^3/s civarına düşmesi de bunu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Su Kalitesi, Askıda Sediment, Nehir Tipi HES, Havza, Artvin

SUMMARY

INVESTIGATING EFFECTS OF SEQUENTIALLY BUILT RUN-OF-RIVER TYPE HYDROELECTRIC PLANTS (HEP) ON THE VALUES OF WATER QUANTITY, WATER QUALITY AND SUSPENDED SEDIMENTS OF KABACA CREEK

The forested watersheds, also known as hydrological units, continuously feed water resources by draining rainfall they receive. However, in recent years, the natural watersheds have also been affected seriously from negative impacts caused by many human activities (mining, run-of-river type hydroelectric plants (ROR-HEP), road construction, urbanization) permitted mainly in upper part of Turkey's forests. One of the regions where some of the interventions listed above have been intensively occurring is the upper forested parts of Murgul Stream Watershed of Artvin. Even though the three ROR-HEPs are currently running along a tributary creek called Kabaca, a limited number of studies have been conducted on possible effects of these structures on the creek system. From this point of view, establishing what type of changes the ROR-HEPs may cause on the amount of water, some water quality parameters and the amount of suspended solids (TSS) was specified as the main objective of this study. For this purpose, while the monthly discharge and TSS quantities were estimated at ten points along the creek, the measurements of some water quality parameters (pH, water temperature, dissolved oxygen, conductivity, salinity, total dissolved substances, ammonium and nitrate-nitrogen) were done by using the portable YSI (Professional Plus) device. The results revealed that, in general, the quality of water in the creek was clean -except for some sampling points and times. However, it was determined that the quantities of electrical conductivity 62 $\mu\text{s}/\text{cm}$, salinity 0.04 ppt and total dissolved substances 61 mg/l measured in the locations of the creek before its water being taken into the transmission pipes were significantly increased to 87 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 0.06 ppt ve 89 mg/l, respectively, in points of the creek where "compensation flow" released by the ROR-HEP. It was thought that this outcome was associated with the substantial drop in water amount of the creek due to the ROR-HEP's use of 90% of water and the reduction of mean discharge of 2.53 m^3/s before the regulator to 0.93 m^3/s after the regulator supported this.

Key Words: Water Quality, Suspended Sediment, Run-of-River HEP, Watershed, Artvin

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Türkiye'nin HES potansiyel durumu (DSİ, 2017)	17
Tablo 2. Yerüstü sularının kalite sınıfları (YSKY, 2016).....	19
Tablo 3. Kıtaçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (YSKY, 2016)	20
Tablo 4. Örnekleme noktalarının adları ve noktalara ait koordinatların gösterimi.....	27
Tablo 5. ANOVA analizine göre su kalitesi parametrelerinin örnekleme zamanı ve örnekleme noktalarının F ve P değerleri	33
Tablo 6. Su kalitesi parametrelerinin korelasyon analizi sonuçları	34
Tablo 7. NT-HES etkisinin su kalitesi parametrelerine bağı ANOVA analizi	58
Tablo 8. Kabaca Deresinde ölçümü yapılan tüm parametrelere ait en yüksek, en düşük ve ortalama değerler	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Tatlı su kaynaklarının kıtalara göre dağılımı (URL-2).....	6
Şekil 2. Ülkelerin kişi başına düşen yıllık yenilebilir su kaynakları miktarı (WWAP, 2012)	7
Şekil 3. Türkiye'nin su potansiyeli ve kullanılabilir su miktarı (Kalkınma Bakanlığı, 2014).....	8
Şekil 4. Ülkemizde bulunan havzaların bölgelere göre dağılımı (DSİ, 2013).....	9
Şekil 5. Hidroelektrik santrallerinin enerji üretim aşamaları (Bayazit ve Karakurt, 2013)	13
Şekil 6. Nehir tipi hidroelektrik santrallerinin enerji üretim yapısı (Koralay ve ark., 2015)	15
Şekil 7. Türkiye'nin hidroelektrik potansiyel haritası (URL-3).....	16
Şekil 8. Çalışma alanında bulunan birbiri ardına sıralı NT-HES'lerin gösterimi.....	22
Şekil 9. Artvin meteoroloji istasyonunun 1949-2018 yıllarına ait meteoroloji değerleri (URL-4).....	24
Şekil 10. Çalışma alanına ait anakaya haritası	26
Şekil 11. Örnekleme noktalarının çalışma alanındaki konumlarının gösterimi.....	27
Şekil 12. Örnekleme noktalarına ait fotoğraflar.....	28
Şekil 13. YSI cihazı ile su kalitesi parametrelerinin ölçümü.....	29
Şekil 14. Su örneklerinin alınması	29
Şekil 15. Derenin en kesitinin bulunması ve akım hızının ölçülmesi.....	30
Şekil 16. Askıda katı madde tayininin filtrasyon yöntemi.....	31
Şekil 17. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait dere suyu sıcaklık değerlerinin yıllık dağılımı	35
Şekil 18. Kabaca Deresi ortalama su sıcaklıklarına ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı.....	36
Şekil 19. Sıcaklığa bağlı çözülmüş oksijen miktarının regresyon analizi.....	36
Şekil 20. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait pH değerlerinin yıllık dağılımı.....	38
Şekil 21. Kabaca Deresi ortalama pH kriterine ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına ait dağılımı.....	39
Şekil 22. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait çözülmüş oksijen değerlerinin yıllık dağılımı	40
Şekil 23. Kabaca Deresi ortalama çözülmüş oksijene ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı.....	41

Şekil 24. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait elektriksel iletkenlik değerlerinin yıllık dağılımı.....	42
Şekil 25. Kabaca Deresi ortalama elektriksel iletkenliğe ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı.....	43
Şekil 26. Elektriksel iletkenliğe bağlı tuzluluğun regresyon analizi.....	44
Şekil 27. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait tuzluluk değerlerinin yıllık dağılımı.....	45
Şekil 28. Kabaca Deresi ortalama tuzluluğa ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı.....	46
Şekil 29. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait toplam çözülmüş madde değerlerinin yıllık dağılımı.....	47
Şekil 30. Kabaca Deresi ortalama toplam çözülmüş madde miktarına ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı	48
Şekil 31. Toplam çözülmüş madde miktarına bağlı tuzluluk ve elektriksel iletkenlik parametrelerinin regresyon analizi.....	49
Şekil 32. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait NO ₃ -N değerlerinin yıllık dağılımı.....	50
Şekil 33. Kabaca Deresi ortalama NO ₃ -N kriterine ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı.....	51
Şekil 34. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait NH ₄ -N değerlerinin yıllık dağılımı.....	52
Şekil 35. Kabaca Deresi ortalama NH ₄ -N kriterine ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı.....	53
Şekil 36. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait AKM değerlerinin yıllık dağılımı.....	54
Şekil 37. Kabaca Deresi ortalama AKM değerine ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı.....	55
Şekil 38. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait debi değerlerinin yıllık dağılımı.....	56
Şekil 39. Kabaca Deresi ortalama debi miktarlarına ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı.....	57
Şekil 40. NT-HES etkisinin istatistiksel önem seviyelerinin su kalitesi parametrelerine ve debi miktarına bağlı dağılımı	59

KISALTMALAR DİZİNİ

NH ₄ –N	Amonyum Azotu
AKM	Askıda Katı Madde
AB	Avrupa Birliği
DSİ	Devlet Su İşleri
GWh	GigaWatt-Saat
HES	Hidroelektrik Santral
pH	H iyonu derişiminin 10 tabanında (-) logaritması
km ³	Kilometreküp
MW	MegaWatt
m	Metre
m ³	Metreküp
µS	Mikrosiemens
mm	Milimetre
NT_HES	Nehir Tipi Hidroelektrik Santral
NO ₃ -N	Nitrat Azotu
°C	Santigrad Derece
ppt	Toplam madde miktarının binde birlik kısmı
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Su, yaşam ve ekosistemin devamı için vazgeçilmez bir öge olmakla birlikte önemini git gide artırmaktadır (USİAD, 2007). İnsanoğlu en eski dönemlerinden itibaren varlığını devam ettirebilmek adına su ile ilgilenmiş ve zaman ilerledikçe bu ilgi farklı alanlarda kullanılmıştır. İlk zamanlarda insanların ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılan su, sonralarda sulama, ulaşım, enerji üretmek, sanayi, tarım ve rekreasyon gibi bir çok alanda kullanılabilir bir öge haline gelmiştir (Yurtseven ve ark., 2013). Uygarlıkların gelişimiyle ve dünya nüfusunun artmasıyla birlikte suyun, zaman ve konuma göre istenilen nicelik ve nitelikte bulunmaması, var olan su kaynaklarının, sosyal, çevresel ve ekonomik yararlar için en uygun ve verimli şekilde kullanılabilmesi için korunmasını ve yönetimini gerekli kılmıştır (Gök, 2014).

Su, yerkürenin dörtte üçünü oluşturmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2014). Küresel ölçekte su kaynakları, nicel olarak yeterli gözükse de, nitelik olarak insanların varlığının devamı için yeterli miktarda değildir (Özsoy, 2009). Su döngüsü sayesinde, okyanuslardan bir yılda yarım milyon kilometre küpten fazla buharlaşan su, tatlı suyun kaynağını oluşturmaktadır. Buharlaşan suyun büyük bir kısmı yağmur halinde denizlere düşmektedir. Bir kısmı ise daha insan kullanımına hazır hale gelmeden buharlaşmaktadır. Bu nedenle insanlar tarafından kullanılabilir su kaynaklarının miktarı yaklaşık %1 ile son derece sınırlı şekilde bulunduğunu açıkça göstermektedir (USİAD, 2007). Ayrıca bu suların yeryüzündeki dağılışı zamansal ve mekânsal açıdan da farklılık göstermektedir. Bazı bölgeler su yönünden oldukça zenginken bazı bölgeler su sıkıntısı çekmektedir (Usta, 2016).

Artan dünya nüfusuyla, kısıtlı miktarda bulunan tatlı su kaynaklarının şehirleşmeye bağlı atıklar ve endüstriyel atıklarla kirletilmesi, kontrolsüz pestisit kullanımıyla tarımda yapılan hatalı uygulamalar ve küresel ısınma etkisine bağlı olarak gelişen kuraklıklar eklenince oluşan sorunun daha farklı bir duruma gelmektedir (Usta, 2016). Bu olumsuzlukların neticesinde doğal sebeplerle birlikte insan etkileriyle oluşan tahribatlar, sınırlı bulunan su kaynakları üzerindeki baskının çoğalmasına aynı zamanda küresel su sorunları ile birlikte kirliliğinin artmasına sebep olmaktadır (Şahin, 2016).

İnsanlar yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek üzere ihtiyacı olan suyu, hidrolojik döngü döngüden alarak tekrar döngüye geri vermektedirler (Dinçer, 2014). Ancak hidrolojik döngü gerçekleşirken suya dâhil olan maddeler suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde değişmelere neden olmakta ve bu sorun su kirliliği olarak nitelendirilen olguyu gerçekleştirmektedir (Demir ve ark., 2016). Su kirliliğini kontrol etmek, günümüzde çok ciddi bir sorun haline gelmiştir. Suyun kalitesi birçok yönden yaşamımızı etkilediğinden temiz suyun olması yaşamsal açıdan çok önemlidir. Kullanılabilir su miktarını sınırlandıran en önemli etken suyun niteliğidir. Nedeni şu ki yeterli miktarda suyun olması halinde, su kalitesi standartlara uygun değilse, kullanılacak su oranını düşürerek, azalmaktadır (Aydın, 2015).

Su kaynaklarında oluşabilecek herhangi bir kalite eksikliğinde çevre ve canlılar üzerindeki negatif etkilerinin giderilebilmesi için uzun süreçlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bazı durumlarda ise geri dönüşüm olanaksız hale gelebilmektedir. Kötü koşulların belirli zaman aralıklarında tekerrür etmesi, canlıların yaşam standartları üzerinde daha fazla olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Şengün, 2013). Bu durumlardan su kaynaklarının korunabilmesi, kirlenmenin azaltılması ve ortamın yararlı kullanım amaçlarının bilinebilmesi için kalite sınıflarının belirlenmiş olması gerekmektedir (Hepsağ, 2003).

Su üretiminin; kalite, miktar ve rejim olmak üzere üç temel bileşeni vardır. Havzalarda, kullanılan plansız arazi şekilleri suyun nicelik ve nitelik bakımından aynı zamanda bunların bir etkisi olarak da su üretimini de negatif şekilde etkilemektedir. Gerçekleşen olumsuzluklar dâhilinde, su üretim havzalarının arazi kullanma şekillerinde bir planlamaya gidilmeli ve bu planların uygulanmasının zorunlu hale getirilmelidir. Orman, mera ve tarım ekosistemleri su üretimi açısından incelendiğinde, havzaların planlanmasının doğru bir şekilde yapıldığı zaman suyun kalitesi ve miktarında olumlu değişiklikler gözlemlenmiştir ve bu konuda ağırlık orman ekosistemlerindedir (Hızal Ahmet ve ark., 2008).

Ormanların su kaynaklarını destekleyici ve koruyucu, aynı zamanda toprak koruma özelliğinden sebebiyle suyu toparlayıcı, sel ve taşkın engelleyici, nitelik ve nicelik olarak suyu iyileştirici etkileri vardır. Hidrolojik fonksiyon gören ormanlar: gölet,

tatlı su gölü, akarsu ve barajlardaki suların düzenli olmasını, su kaynaklarının temiz tutulmasını ve sürekliliğini de sağlamaktadır (Mızraklı Akın ve ark., 2008).

Son dönemlerde enerji açığının ortaya çıkmasıyla birlikte, mevcut su kaynaklarının enerji üretimi amaçlı kullanımı ile ilgili olarak yeni politikalar üretmeye başlanmıştır. Ülkemizde ise uzun dönemli enerji politikalarından ziyade, kısa zamanda çabuk sonuçların alınabileceği enerji yöntemleri tercih edilmektedir. Bu kapsamda, hem büyük barajlı hem de nehir tipi hidroelektrik santrallerin (NT-HES) sayısının artırılması ile hidrolik enerji payının yükseltilmesi en çok kullanılan yöntemlerden biri olmuştur (Muluk ve ark., Kasım 2009).

Hidroelektrik santral ve barajların hem sosyo-ekonomik hem de ekolojik açıdan olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Olumsuz etkilerinden bazıları; inşaat aşamasında yapılan kazı işlemleri, bitki örtüsünde gerçekleştirilen tahribatlar, nehir yatağındaki suyun azalması aynı zamanda su akışının engellenmesi ve sucul canlıların yaşam faaliyetlerinin azalması ya da kısmen kaybolmasıdır (DPT, 2001). Hidroelektrik santrallerin olumlu etkilerinden en önemlisi, ekosisteme en az zarar veren ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan enerji üretim şekillerinden biri olmasıdır. Hidroelektrik santralleri üretime geçtiği aşamada herhangi bir zehirli atık oluşmamaktadır. Su kullanılarak yenilenebilir enerji kaynağı üretilebildiğinden çevreye en büyük avantajı ise sera gazı etkisinin bulunmamasıdır. Bir diğer olumlu etki ise enerji kullanımı için alınan su nehir yatağına geri bırakılmaktadır (Turhan ve ark., 2015).

İlimizde, Çoruh Nehri ana kolu üzerinde kurulu 5 adet, Berta'da bulunan yan kol üzerinde ise 2 adet olmak üzere toplam 7 tane baraj bulunmaktadır. Bununla birlikte ise 21 tane regülâtör tipi santral bulunmaktadır (Yıldırım, 2013; AÇŞİM, 2018). NT-HES tesisleri ile barajların inşası sırasında ve işletme aşamasında çevreye bir takım olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu tesislerinin su kaynaklarında oluşturduğu en önemli etkilerin başında, derelerin su miktarı ile rejimine yaptığı etki gelmektedir. NT-HES tesisleri işletme aşamasına geçtiğinde, üzerinde kurulduğu nehrin, normal şartlarda taşıdığı suyun önemli bir miktarını regülâtörlerle su iletim kanallarına ya da tünellere alınmaktadır. Bu durum nehirdeki su akışının değişimine sebep olmaktadır (Özalp ve ark., 2010). NT-HES tesislerinin inşası sırasında ekosistem değişime

uğramaktadır, canlıların habitatlarının bozulup zarar görmektedir ve tarım arazileri tahribe uğramaktadır. Aynı zamanda su kaynakları kirlenmekte ve olduğundan daha fazla sedimantasyon oluşmaktadır. Bir diğer önemli etki ise kamulaştırılan alanlardaki yaşayan insanlarda doğrudan veya dolaylı olarak etkileri olmaktadır (Toker, 2010). Eğer bir havzada bu tür tesisler yapılacaksa, alanı tüm ayrıntılarıyla inceleyip planlanması gerekmektedir. Oluşabilecek etkilerin görebilmek adına daha fazla bilimsel araştırmalar yapılmalıdır.

Bu tez çalışmasında; Kabaca Deresi havzasında üretilen su ve askıda sediment miktarını belirlemenin yanında deredeki suyun bazı su kalitesi parametreleri açısından mevcut durumunu ortaya koyan bilimsel altlık oluşturmak ana amaçlarından biridir. Ayrıca Kabaca Dersi üzerinde ardışık olarak yapılan çoklu NT-HES'lerin su kalitesi, miktarı ve taşınan sediment üzerinde olumsuz etkileri olup olmadığına dair veri üretebilmekte bu tez araştırmasının amaçlarından biri olarak belirlenmiştir.

1.1. Su Kaynakları

Su, dünya üzerindeki oluşumundan itibaren yerküre üzerinde yaşamın temel kaynağı ve devamlılığı için önemli bir unsurdur. İnsanlık için yaşamsal önem taşıyarak, ülkelerin var oluşları ve ekonomik gelişimleri, güvenlik menfaatleri bakımından da büyük önem arz eden bir tabii kaynaktır. Tatlı su kaynaklarının evrendeki dağılımı yere ve zamana göre farklılıklar göstermektedir. Artan nüfusun etkisiyle, hatalı ve bilinçsiz kullanıma maruz kalarak kirlendiğinden dünyanın birçok bölgesinde önemini daha da artırarak stratejik bir kaynak halini almıştır. İnsanoğlunun her koşulda güç unsurunu ve uygarlığının niteliğini belirleyen su, günümüzde önemini artırarak daha hayati bir noktaya gelmiştir (USİAD, 2011).

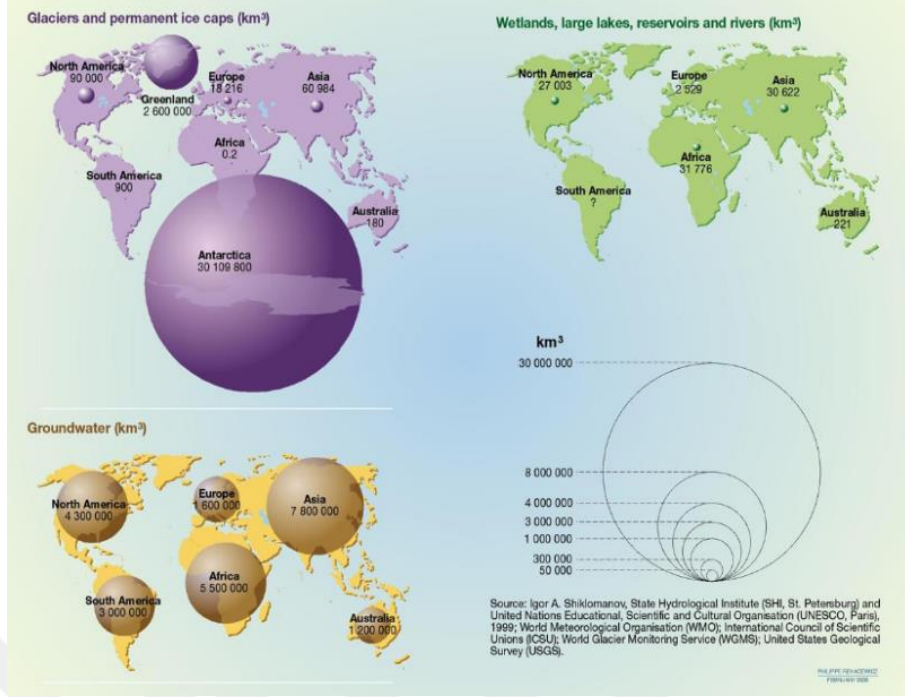
Su kaynakları, uzun süreli kullanılması gereken doğal zenginliklerdendir. Bu sebeple çevreyle ilgili durumlarının ortaya konulması ve kaliteli ekolojik durumlarının korunarak sürdürülebilirliğinin devam ettirilmesi oldukça önem arz etmektedir (şahinkaya, 2004).

1.1.1. Dünya’da Su Kaynakları

Dünya üzerindeki toplam su miktarı 1,4 milyar km³’tür. Bu miktarın %97,5’i okyanuslar ile denizlerdeki sular, %2,5’lik kısmını ise nehirlerde ile göllerdeki sular oluşturmaktadır. Tatlı su kaynaklarının büyük bir kısmının yeraltında ve kutuplarda bulunması nedeniyle insanoğlunun elverişli ve kolaylıkla faydalanabileceği tatlı su kaynağı miktarının ne kadar sınırlı olduğunu da bildirmektedir (URL-1).

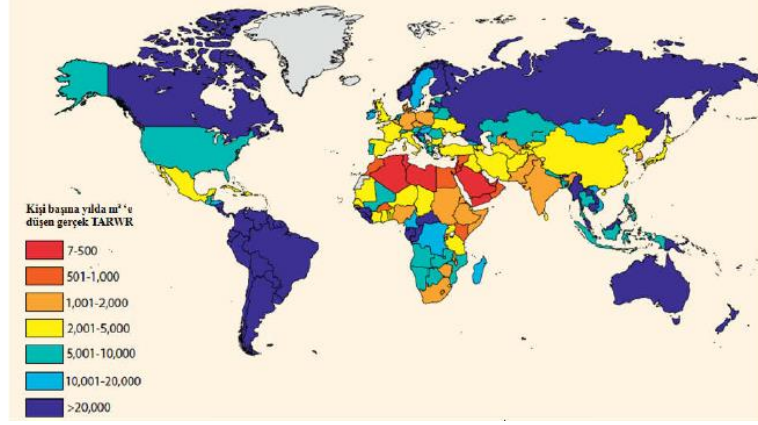
Yeryüzüne eşit şekilde dağılmamış haldeki su kaynakları, kıtalar ve ülkeler ile birlikte kentsel ve kırsal bölgelerde de farklılıklar göstermektedir. Su kaynaklarının, dünyanın kuzey ve güney bölgeleri arasındaki eşitsiz dağılımı su ayrımcılığı şeklinde tanımlanmaktadır. Örnek olarak Kuzey Amerikalı kişi gün içinde yaklaşık 600 litre su tüketebilirken, Güney Afrika’ da yaşayan biri gün içerisinde yaklaşık 6 litre su tüketebilmektedir (Barlow, 2009).

Şekil 1’ de kıtalara göre buzullar ve kalıcı buz örtüleri, sulak alanlar, göller ve nehirlerin dağılımıyla yer altı sularının alansal dağılımı gösterilmiştir. Su sıkıntısının en etkili şekilde hissedildiği ülkeler Asya ve Afrika kıtalarında bulunmasına rağmen, yer altı ve yüzey su miktarının en fazla olduğu ülkeler yine bu kıtalarda bulunmaktadır (Şahin, 2016).



Şekil 1. Tatlı su kaynaklarının kıtalara göre dağılımı (URL-2)

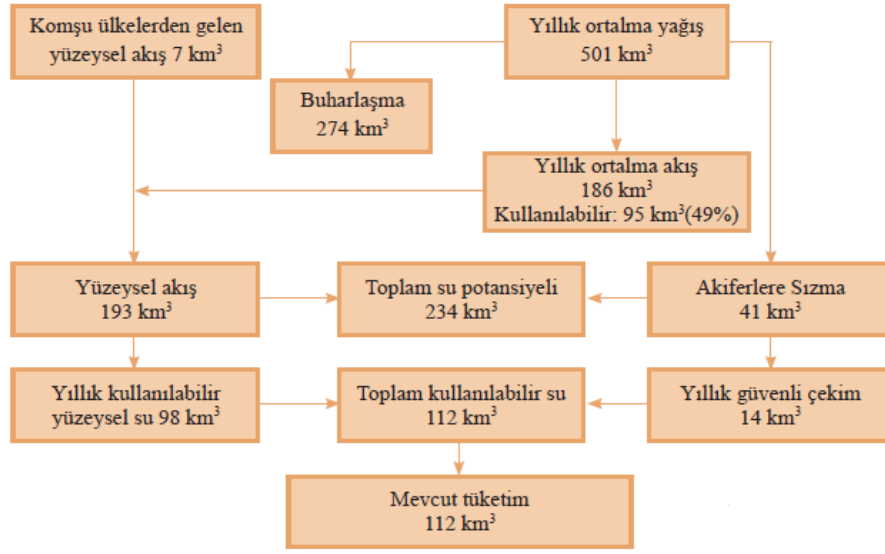
Su kaynaklarının dağılımındaki eşitsizlik, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine ve nüfus miktarlarıyla ilişkili olarak ülkelerin kişi başına düşen su miktarını da etkisi altına almaktadır. Ülkelerin su kıtlığı göstergesi kişi başına düşen yıllık su miktarı dağılımına uygun olarak düzenlemektedir (Şekil 2). Güney Amerika ülkeleri, Rusya, Finlandiya, Kanada, Avustralya, Norveç ile az sayıda Asya ve Afrika ülkesi su zengini iken; Kuzey Afrika'da Cezayir ve Libya'nın, Orta Doğuda ise Suudi Arabistan'ın su fakiri ülkeler arasında olduğu bilinmektedir. Orta Doğu, Asya ve Afrika ülkelerinin kişi başına düşen ortalama su miktarı bakımından su fakirliği tehdidi altında olduğunu söylemek mümkündür. Bu bölgelerde çevresel etkilerle birlikte nüfusun yoğunluğu, artan gıda talebi ve su kaynaklarına olan talebin ve su kıtlığının artmasına sebep olmaktadır (Şahin, 2016).



Şekil 2. Ülkelerin kişi başına düşen yıllık yenilebilir su kaynakları miktarı (WWAP, 2012)

1.1.2. Türkiye’de Su Kaynakları

Ülkemizdeki yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık olarak 643 mm’dir. Yağış miktarı ise yılda 501 milyar m³ suya eş değer gelmektedir. Bu suyun 274 milyar m³’ü bitkiler ile su ve toprak yüzeylerinden gerçekleşen buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönen kısımdır. Yeraltı suyuna katkı sağlayan kısım 69 milyar m³’ olup, akıntıya geçerek farklı boyutlar halindeki akarsular yardımıyla denizlere, kapalı halde bulunan havzalardaki göllere boşalan kısmı ise 158 milyar m³’tür. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³’lük suyun, nehirler yardımıyla yerüstü sularına tekrar katılan kısmı da 28 milyar m³’tür. Bununla birlikte ülkemize yıllık 7 milyar m³’lük su, komşu ülkeler tarafından gelmektedir. Ayrıca ülkemizin Şekil 3’te de gösterildiği üzere brüt olarak 193 milyar m³ yerüstü suyu potansiyeli bulunmaktadır. Türkiye’deki yenilenebilir su potansiyeli miktarı, yeraltı suyuna katkı sağlayan 41 milyar m³’lük kısmı da dikkate alındığında, brüt 234 milyar m³’e denk gelmektedir. Kullanılabilir yeraltı ve yerüstü su miktarı yılda yaklaşık olarak 112 milyar m³’tür ve bu miktarın yalnızca 44 milyar m³’ü kullanılabilir (DSİ, 2015).



Şekil 3. Türkiye'nin su potansiyeli ve kullanılabilir su miktarı (Kalkınma Bakanlığı, 2014)

Ülkemizdeki 112 milyar m³ mevcut tüketilebilir su miktarının hâlihazırda yararlanma miktarı %39 civarındadır. Bu oranın 5 milyar m³'lük kısmı sanayi alanında, 7 milyar m³'lük kısmı kullanım ve içmede 32 milyar m³'lük kısmı ise sulama alanında tüketilmektedir. Bu duruma bakıldığında Türkiye'de ki su kaynaklarının % 11'i sanayi alanında % 16'sı kentsel tüketim amacıyla ve % 73'ü sulama amacıyla kullanılmaktadır (OSİB, 2013).

Şekil 4'te gösterildiği üzere ülkemizde toplam yirmi beş tane havza alanı bulunmaktadır. Bu havzalar içerisinde 184.918 km³'lük alanı ile en büyük yağış alanına sahip olan Fırat-Dicle Nehir Havzası gelmektedir. Bunu sırasıyla 78.180 km³ yağış alanına sahip Kızılırmak Havzası, 58.160 km³ yağış alanına sahip Sakarya Havzası son olarak 53.850 km³ yağış alanına sahip Konya Kapalı Havzası izlemektedir. Havzalar yıllık ortalama akım değerleri açısından incelendiğinde ise ilk sıralarda; Dicle, Doğu Karadeniz ve Doğu Akdeniz Havzaları bulunmaktadır. Ayrıca ortalama yıllık verim ve ortalama yıllık akım miktarları açısından en düşük verime sahip havzalar; Asi Havzası, Burdur Göller Havzası ile Akarçay Havzası olmuştur. (DSİ, 2013).



Şekil 4. Ülkemizde bulunan havzaların bölgelere göre dağılımı (DSİ, 2013)

Su varlığına açısından, yıllık kişi başına düşen tüketilebilir su miktarları 1000 m^3 'ten daha düşük miktardaki ülkeler su fakiri, 2000 m^3 'ten daha düşük olan su azlığı çekmekte olan ülkeler, $8000-10000 \text{ m}^3$ sudan daha yüksek miktarda su bulunan ülkeler ise su zengini olarak nitelendirilmektedir. Ülkemizde yıllık, kişi başına düşen kullanılabilir su kaynağı miktarı 1.519 m^3 civarındadır. Bu miktar göz önünde bulundurulduğunda ülkemizde ise yıllık, kişi başına düşen su miktarı bakımından, su azlığı çeken ülke konumundadır. Ayrıca, küresel iklim değişikliğinin etkisiyle ülkemizde uzun vadede yağış miktarında azalma ve sıcaklık ortalamalarında artış öngörülmektedir. Dolayısıyla Türkiye, çölleşme ve kuraklık riski altındadır (DSİ, 2016).

1.1.3. Su Kaynaklarının Kullanım Alanları

Su kaynakları, insanların günlük ihtiyaçlarını karşılamasıyla birlikte, sektörel alanlarda da kullanılmaktadır. Su kullanım alanları sektörel bakımdan incelendiğinde içme-kullanma (evsel), tarım ve endüstri şeklinde gruplandırılmaktadır. Sektörel gruplandırmaya ilaveten doğal kaynak ve enerjide su kullanımlarının da katılmasıyla daha geniş bir gruplandırma yapmak mümkündür (Muslu, 2015).

Nüfus artışı ile birlikte, endüstri ve enerji sektörünün gelişmesi, tarım, hayvancılık ve gıdaya olan talebin artması insanların suya olan rağbetinin daha da artmasına sebep olmuştur. Ülkeler, gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde bir kriter olarak su tüketim miktarlarını esas almaktadırlar. Gelişmekte ve az gelişmiş olan ülkelere

tarım alanında kullanılan su miktarı fazla iken gelişmiş ülkelerde ise endüstriyel alanında kullanılan su miktarı daha fazladır. Ayrıca gelişmiş ülkelerin endüstriyel alanındaki su kullanımı küresel ortalamanın üst seviyesinde ve tarımsal su kullanımında ise küresel ortalamanın alt seviyesinde olduğu, gelişmekte ve az gelişmiş ülkelerde ise bu durumun tam tersi bir hâl aldığı görülmektedir.

Devletlerin teknik üstyapı ve altyapı eksikliklerini giderip fayda-maliyet analizlerini yapabilmeleri ve su tasarrufu sağlayabilmeleri için ve için su kullanımının sektörel analizinin yapılması gerekmektedir. Tarımsal ve evsel su kullanım alanlarında en çok görülen kayıp-kaçaklar ile birlikte israf edilen su için gerekli tedbirleri alınarak, ülkelerin ekonomilerine ve gelişmişlik seviyelerine katkı sağlanmalıdır. (Şahin, 2016).

1.1.3.1. Tarım Sektöründe Su Kullanımı

Su, yüzyıllardır tarım alanında oldukça önemli bir yere sahip olmuştur. Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde tarım, ülkelere sosyal ve ekonomik açıdan katkı sağlayan en önemli sektördür. Dünyanın %70 ini oluşturan kırsal bölgede yaşayan yoksul insanları için tarım, en yararlı ve önemli ekonomik gelir kaynağı olmuştur. (Uyduranoğlu Öktem ve Aksoy, 2014).

Dünyada su kullanımındaki en büyük pay tarım sektöründedir. Dünya üzerinde tarım sektöründe 3.100 km³' su kullanılmaktadır. Bu miktar, toplamda kullanılan su miktarının yaklaşık % 70' ine denk gelmektedir. Tarım sektörü, iklim değişikliklerinin ve bunun etkisi olan küresel ısınma yaratacağı olumsuzluklardan en çok etkilenen alanlardandır. Son dönemlerde kuraklık, dünyanın çoğu bölgesini etkisi altına almıştır. Şiddetli yağışların etsiyle gerçekleşen seller ayrıca don gibi olaylar, tarımsal faaliyetleri doğrudan doğruya etkilemektedir. Ayrıca bu durum, gelir düzeyi ve ekonomisi tarımsal faaliyetlere dayanan ülkelerde etkisini daha aşırı göstermektedir. Tarım sektöründe Su kaynaklarının yoğunlukla kullanılması eksiklerin ve su kayıplarının giderilmesi amacıyla alternatif üretim yöntemleri geliştirilmelidir. Böylece su israfını engellemek mümkün olacaktır (Muluk ve ark., 2013).

1.1.3.2. Endüstri Sektöründe Su Kullanımı

Endüstri alanındaki su kullanımı tarım alanından sonra en fazla tüketimi olan sektördür. Endüstri sektöründeki kullanılan su; enerji üretiminde kullanılmak üzere, açığa çıkan endüstriyel atıkların yıkama ve temizleme kısmında kullanılan suyu içermektedir. Endüstriyel sektörlerdeki kullanılan su, kimyasal maddeler barındırdığından büyük ölçüde su ve doğa kirliliğine sebep olmaktadır. Dolayısıyla ülkelerin ekonomilerini ve endüstriyel alanda çalışmalarını geliştirmeleri, büyüyen gelişen ekonomiler içerisinde dâhil olabilmesinde büyük önem arz etmektedir Arıtma tesisi bedellerinin yüksek olması nedeniyle dünyanın çoğu bölgesinde fabrika atıklarının tatlı su kaynaklarına karışması atıkların su kaynaklarının nitelik ve nicelik açısından bozulmasına sebebiyet vermektedir. Bununla birlikte insan sağlığı tehdit ederek zarar vermektedir (USİAD, 2007).

1.1.3.3. İçme-Kullanma Sektöründe Su Kullanımı

İçme ve kullanma sektörünün kullanım alanları; kişisel temizlik, yeme- içme ayrıca ev içi su tüketimi gibi gereksinimlerde kullanılan suyu tanımlamaktadır. İçme-kullanma sektöründeki su kullanımı diğer sektörlerle oranla daha azdır. İçme-kullanma suyu tüketim miktarları; ülkelerin kullanılabilir su miktarı, gelişmişlik düzeyleri ve kullanıcıların ekonomik şartlarına göre değişiklik göstermektedir. Nüfus artışının etkisiyle suya olan ihtiyaçta giderek artmıştır. Bu artış su kaynaklarının aşırı şekilde kullanılmasına aynı zamanda kentlerden uzak kalan bölgelerdeki kaynakların da kullanılmasına sebep olmaktadır. Evsel su kullanım oranı günümüzde %11'dir. Bu oranın bazı su havzaları ile birlikte gelişmekte olan pazarlarda daha ileriki zamanlarda artması beklenmektedir. (Muluk ve ark., 2013).

Evrende sınırlı miktarda bulunan su kaynaklarına olan talep her geçen zaman içinde daha da artmaktadır. Bu talep suyun önemini de doğrudan artırarak, su kaynakları için alınacak olan hukuki, ekonomik ve politik kararların suyun geleceği ve sürdürülebilirliği açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Şahin, 2016).

1.1.3.4. Enerji Alanında Su Kullanımı

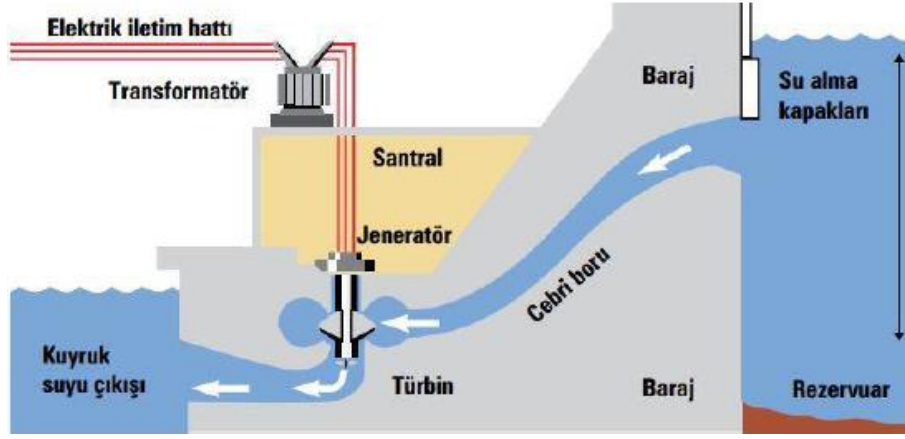
Enerji, ülkeler için oldukça stratejik bir alandır ve giderek önemini arttırmaktadır. İnsan nüfusuna, teknolojik gelişmeler ve tüketim artışıyla, ülkelerin enerji ihtiyacı da giderek artmaktadır. Gelecek 20 yılda ise dünya enerji ihtiyacının, toplam enerji talebinin %60 artacağı öngörülmektedir (Goldemberg ve Johansson, 2004).

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgar, güneş ve su gücüne bağlı enerji kaynaklarına olan talebin artmasındaki en önemli sebeplerin başında üretim teknolojilerinin ekonomik açıdan ucuzlaması gelmektedir. Bu enerji kaynakları içerisinde farklı avantajlara sahip olmasından kaynaklı en fazla tercih edilen enerji çeşidi su gücüdür (TMMOB, 2009a).

Su, enerji üretimi sektörü açısından da önemli ve çokça tercih edilen bir kaynaktır. Birçok farklı enerji sisteminde üretim aşamasında su kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Hidroelektrik santralleri enerji üretimi için kullanılacak olan suyu doğrudan girdi olarak almaktadır. Aynı zamanda, üretim aşamasında sera gazı salınımı yapmadığından küresel iklim değişikliğine sebep olamayarak doğaya daha az zarar vermektedir. Bu özelliği sayesinde yenilenebilir enerji kaynağı sınıfına girmektedir (DSİ, 2012).

1.1.4. Hidroelektrik Santral

Suyun potansiyel enerjisinin, kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle hidroelektrik enerji açığa çıkmaktadır. Suyun üst bölümlerden alt bölümlere aktarılması neticesinde oluşan enerji türbinlerin çalışmasını sağlamaktadır. Böylece elektrik enerjisi üretilmektedir. Enerji üretimi için oluşturulan bu yapılara da hidroelektrik santral (HES) denir (Şekil 5). Hidrolik potansiyel, yağış rejiminden etkilenen bir kavramdır. Bu yüzden hidroelektrik enerji, iklim koşullarına ve hava değişimlere karşı duyarlı bir enerji türüdür (Muluk ve ark., 2009; Gökdemir ve ark., 2012).



Şekil 5. Hidroelektrik santrallerinin enerji üretim aşamaları (Bayazit ve Karakurt, 2013)

Hidroelektrik santraller, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer aldığından çevreye zararı en düşük enerji üretim şekillerindedir. Santralde üretime başlandığı aşamada herhangi bir zehirli madde oluşmamaktadır. Enerji üretimin sırasında fosil yakıt harcayan enerji üretim santrallerine oranla sera gazı salımı daha da düşük miktardadır. Bu özellikleri nedeniyle rüzgâr, güneş ve jeotermal enerji kaynakları ile birlikte son dönemlerde yenilenebilir enerjinin en fazla tercih edilen enerji üretim şekli olmuştur (Ürker ve Çobanoğlu, 2012).

Deniz, nehir ve göllerdeki sular güneş ışınlarının etkisiyle buharlaşmaktadır. Su buharı, rüzgârın etkisiyle atmosfer şartlarında yoğunlaşır ve yağmur ve kar şeklinde yeryüzüne düşmektedir. Yeryüzüne düşen yağış, nehirleri beslemekte ve böylece hidrolik enerji yenilenebilir özelliğini korumaktadır (Dalkır ve Şeşen, 2011).

1.1.4.1. Hidroelektrik Santrallerin Yapısı

Hidroelektrik santraller nehirlerin akım enerjisinden faydalanılarak su kaynaklarının, depolanıp depolanmamasına göre iki şekilde üretim yapılmaktadır.

- Baraj Tipi (Depolamalı) Hidroelektrik Santraller
- Nehir Tipi (Regülatör) Hidroelektrik Santraller

1.1.4.1.1. Baraj Tipi (Depolamalı) Hidroelektrik Santraller

Baraj tipi HES'ler betondan, kaya dolgudan ya da topraktan yapılan baraj, suyun önünde bir set oluşturarak akışı engellenmektedir. Böylece setin arkasında bir rezervuar oluşturulmaktadır. Böylece, yağışlı geçen mevsimde akarsuyun debisi bu rezervuarda depolanarak, kurak geçen mevsim telafi edilmiş olunur. Bu tip HES'lerin en büyük yararı, debilerinin kontrol edilebilir olmasıdır.

Baraj tipi hidroelektrik santrallerde akım, zaman içinde değişkenlik gösterdiğinden depolama yapılarak düzenlenmektedir. Düzenli debi sayesinde nehirlerden elde edilen enerji de fazla miktarda yükseliş göstermektedir. Bu durum yalnızca enerji elde edilen barajlarının değil, sulama ve içme amacıyla kurulan barajların da katkıda bulunduğu önemli bir husustur.

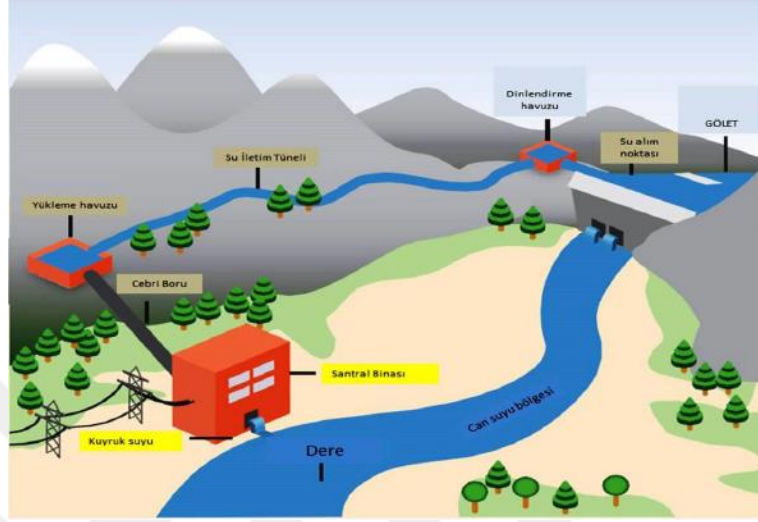
Baraj tipi HES'ler için yapay set göllerinin yapımına uygun alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla beraber eğim koşulları da büyük önem taşımaktadır. Dar tabanlı vadi ve boğazlar baraj gölü yapmak için uygun alanlardır (Akpınar, 2005; Dalkır ve Şeşen, 2011)

1.1.4.1.2. Nehir Tipi (Regülatör) Hidroelektrik Santraller

İsminde de anlaşılacağı üzere nehir tipi hidroelektrik santralleri dere veya nehirde doğal olarak bulunan suyu kullanarak enerji üretimi uygulanan santrallerdir. NT-HES'lerde enerji, suyun potansiyel enerjisinden, kinetik enerjisine dönüştürülmesiyle gerçekleştirilen enerji şeklidir. Suların üst seviyelerden alt seviyelere düşmesiyle enerji açığa çıkmaktadır ve türbinlerin dönmesi sağlamaktadır. Böylece elektrik enerjisi elde edilmektedir (Şekil 6). Doğal akış periyoduyla işleyen nehir tipi hidroelektrik santralleri; regülatör, iletim kanalı, yükleme ve çökeltim havuzu, cebri boru, türbinler, kuyruk suyu gibi yapılardan oluşmaktadır (Balbay, 2011).

NT-HES'ler de enerji üretimi, nehrin akışıyla doğrudan ilgilidir. Suyu, iletim kanalına devreden regülatör ve yükleme havuzu arasında kalan kısmında belirli bir oranda eğime sahip olması gerekmektedir. Eğimin oranı ne kadar yüksek miktarda olursa, enerji miktarı bununla doğru orantılı şekilde artmaktadır (Karadeniz ve ark., 2011).

NT-HES’ler ülkemizde tercih edilmesinin sebeplerinden biri ekonomik olmasıdır. NT-HES’lerin enerji üretim maliyetleri; santrallerin yapımı, bakım ve işletme maliyetlerinin düşük olması sebebiyle oldukça azdır (Doğanay, 2017).



Şekil 6. Nehir tipi hidroelektrik santrallerinin enerji üretim yapısı (Koralay ve ark., 2015)

1.1.4.2. Dünya Ölçeğinde HES Potansiyeli

Dünya üzerinde; insan ihtiyaçlarının karşılanabilmesi ve aynı zamanda teknolojik gelişmelerin de etkisiyle elektrik enerjisine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu durum, ilerleyen yıllarda daha da artış göstereceğinden ve var olan enerji kaynaklarından üretilebilecek enerji sınırlı olduğundan, Dünya’da bu talepleri karşılayabilmek için yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır (Şekkeli ve Keçecioğlu, 2011).

Enerji kaynaklarını kullanabilmek için gelişmiş teknolojik yapılarla beraber yüksek bütçeler gerekmektedir. Günümüzde de en önemli enerji kaynaklarından biri olan HES’lerden dünyanın birçok köşesinde bilhassa zengin akarsu yatağına sahip olan ülkeler tarafından tercih edilmektedir (Nurettin ve Karadoğan, 2012).

AB ülkeleri toplam enerji tüketim miktarlarının %20’sini 2020 yılına kadar yenilenebilir kaynaklardan karşılamayı hedeflemektedir. Bunun için hidroelektrik enerji santrallerinin yenilenmesi ve kapasitelerinin artırılması için çalışmalar yapılmaktadır (DSİ, 2014)

Elektrik üretiminde, yenilenebilir enerji kaynakları arasında önceliğe sahip olan hidroelektrik enerjisidir. Aynı zamanda 2005 yılından günümüze kadar da hidroelektrik enerjisinden elde edilen üretim payı arttığından bu özelliğini koruyacaktır. Afrika, Latin Amerika ve Asya’da hâlâ kullanılmamış hidroelektrik potansiyeli oldukça fazladır. 2050 yılına kadar kapasiteyi artırarak 2000 GW değerine ulaşmak ve dünya çapında 7000 TWh’ den fazla elektrik üretebilmek hedefler arasında yer almaktadır (IEA, 2012).

1.1.4.3. Türkiye Ölçeğinde HES Potansiyeli

Elektrik üretimi için ülkemizde farklı farklı enerji kaynakları kullanılmaktadır. Örneğin; su gücü, petrol, doğalgaz, kömür, rüzgâr, güneş jeotermal, ve nükleer enerji kaynakları kullanılan enerji kaynaklarından. Enerji kaynakları tercih edilirken maliyet önemli etkindir. Bu sebeple ülkelerin kendi kaynaklarına yöneldikleri ve kaynaklarında çeşitliliğini artırmaya çalıştıkları görülmektedir. Fosil yakıtlar da çevre sorunlarına yol açtığından yenilenebilir ve temiz enerji kaynakları daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Türkiye’de, gelişmekte olan ülkeler arasında yer aldığından, hızlı artan elektrik ihtiyacını karşılayabilmek adına yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarına yönelmelidir. Bunların başında da su gücü gelmektedir (Pamir, 2003).



Şekil 7. Türkiye'nin hidroelektrik potansiyel haritası (URL-3)

Şekil 7’de de gösterildiği üzere Türkiye’nin topoğrafik özellikleri ve akarsu debilerinin uygun olması, hidroelektrik potansiyelinin yüksek olmasına etki eden sebeplerindendir (Karabağ ve Şahin, 2015). Türkiye’nin teknik değerlendirilebilir

hidroelektrik potansiyeli 216 milyar kWh, brüt potansiyeli 433 milyar kWh olup ekonomik bakımdan geliştirilen hidroelektrik potansiyel ise 158 milyar kWh/yıl'dır. Geliştirilen farklı planlarla gelecek yıllardaki potansiyelin değeri 180 milyar kWh/yıl civarında olacağı öngörülmektedir (DSİ, 2017).

Türkiye'nin, DSİ 2017 yılı faaliyet raporunda Tablo 1'de HES potansiyel durumuna göre; işletmede aşamasındaki 620 tane HES'in toplam kurulu kapasitesi 27.311 MW'tır. Santrallerin elektrik üretimi yaklaşık olarak 95.251 GWh/yıl'dır. Bu miktar, elektrik üretim potansiyelinin %60'ına denk gelmektedir.

Tablo 1. Türkiye'nin HES potansiyel durumu (DSİ, 2017)

HES POTANSİYEL DURUMU				
Potansiyel	HES (Adet)	Kurulu Toplam Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)	Oran (%)
Üretim aşamasında	620	27.311	95.251	60
İnşaat Halinde	62	5.290	15.582	10
İnşaatına Henüz Başlanmayan	559	15.155	47.012	30
Toplam	1.241	47.756	157.845	100

1.1.4.4. Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Etkileri

Fosil enerji kaynaklarındaki azalmalar ve doğaya verdiği zararlar sebebiyle çalışmaların birçoğu yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi artırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına örnek olarak hidroelektrik enerji, rüzgâr ve güneş enerjisi, jeotermal biyokütle ve hidrojen enerjisi ile biyogazlar verilebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları, kesiksiz devam eden doğal aşamalarda gerçekleşen enerji akımından yararlanılan aynı zamanda fosil enerji üretim kaynaklarına nazaran olumsuz etkileri düşük miktardaki enerji kaynaklarıdır (Şenlik, 2018). Hidroelektrik enerji üretimi ve kullanımı sırasında çevreye zararlı atık ve ya gaz karışmamaktadır. Bu özellikleri sebebiyle temiz enerji olarak da isimlendirilmektedir (Sağır, 2012). Depolamalı ve nehir tipi olarak iki şekilde inşa edilen hidroelektrik santraller, üretim aşamasına geçtikleri sırada çevreye sera gazı salınımı vermemektedir.

Nehirlerin, rejimlerini kontrol altına alarak taşkın zararlarını önlemektedirler. Aynı zamanda hidroelektrik santraller için inşa edilen barajlar suyun akım hızını engelleyerek erozyonun durdurulmasına katkı sağlamaktadırlar. (MEB, 2012). Hidrolik enerji santrallerinin doğal çevreye, tarihi varlıklar ile sosyo ekonomik çevre üzerinde, büyüklüğü projeden projeye göre farklılık gösteren birçok olumsuz etkisi mevcuttur. Açıkçası doğaya verdikleri zararlar bakımından o kadar temiz değildirler (TMMOB, 2009b).

NT-HES tesislerinin elemanlarından özellikle, yeni ulaşım yollarının yapımı ve tünellerde ile birlikte iletim kanallarının inşası sırasında meydana gelen fazla miktardaki hafriyatın düzenli bir şekilde depolanmayarak yamaçlardan aşağıya bırakılmaktadır. Bu çalışmalar dereye ulaşmaya kadar alandaki bitki örtüsünün tahrip edilmesine, canlıların yaşam alanlarının büyük bir bölümünün parçalanmasına, dere yatağının hafriyat malzemeleri ile doldurularak sucul sistemin etkilenmesi sebebiyet vermektedir. İnşaat aşamasında iş makinalarından kaynaklı gürültüler ile patlatma sırasında gerçekleşen toz oluşumu gibi olumsuz etkiler, yaban hayvanların kendi alanlarından çıkıp farklı alanlara yönlendirmektedir. Bu olumsuz sonuç beslenme, üreme alanlarının tahribi ile hayvan topluluklarının zarar görmektedir (Kurdoğlu ve Özalp, 2010).

HES'lerde bırakılan cansuyu miktarının gereken seviyeden daha az miktarda olması, ekosistemdeki su ihtiyacını karşılayamayacağı gibi derelerin akım miktarında da büyük değişikliklere sebep vermektedir. Suların büyük bir kısmının iletim kanallarına alınmasıyla, derelerde bulunan evsel atıkların ortamdaki uzaklaştırılmasına imkan tanınmamış olacaktır. Atık konsantrasyonu %10 miktardaki cansuyu ile kıyaslandığında hastalık yapabilecek düzeye gelmektedir (WWF, 2007).

1.2. Su Kalitesi Kavramı

Su kalitesi kavramı, suyun yararlı kullanımında etkili olan tüm özelliklerine göre sınıflandırılmasıdır (Şengün, 2013). Su kaynaklarının kalitesi hakkında bilgi sahibi olmak; ortamın biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinip ekolojisinin fayda sağladığı kullanım amaçlarının anlaşılmasını ve ortamında bu özelliklere

uygun biçimde kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca su kalitesinin bozulması için su kaynaklarının faydalı kullanım amacının bilinmesi de önemli bir husustur. (Hepsağ, 2003). Su kalitesinin tespitindeki temel amaç suyun kirlilikten korunmasıdır. Su kolay kirlenebilen bir kaynak olduğundan taşıma depolama amacıyla kullanılırken standartlara uyulması ve gerekli koşulların sağlanması gerekmektedir. Bu gereksinimleri önemsemek canlı sağlığına etki edecek olumsuzlukları engelleyerek tehlikeleri en aza düşürmektedir (Dinçer, 2014).

Su kalitesi; su içerisinde yaşayan canlıların, verimliliğini, üreyip gelişme durumlarını, türlerin bileşimini ile sucul ekosistem canlılarının fizyolojik konumlarını etki göstermektedir. Su kalitesinin bozulmasına etki eden çeşitli faktörlerin artması ile su kalitesi hakkındaki araştırmaların yapılması her geçen zaman içinde önemini daha fazla artırmaktadır (Tepe ve Boyd, 2002).

1.2.1. Su Kalitesi Sınıfları

Su kalite sınıfları; yeraltı ve yerüstü su kaynaklarını ülkelerin en yararlı şekilde kullanılmasını, var olan kaynakların korunmasını, sürdürülebilirlik hedeflerinin su kirliliğinin önlenmesiyle, bir bütün halinde gerçekleştirmek için, gerekli usul ve esasları belirlemek amacıyla oluşturulmuş bir kavramdır. Belirlenen kurallarda; su ortamlarının kullanım amaçlarıyla kalite sınıflandırmaları, su kalitesinin korunmasıyla ilgili planlama esasları ile yasaklarını, su kirliliğinin önlenmesine amacıyla yapılan denetleme esaslarını, atık su altyapı tesisleri ile bu tesislerin boşaltımı ve boşaltım izni esaslarını kapsamaktadır (Yıldız, 2013).

Tablo 2’de, Kıtaiçi Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine bakımından yerüstü suları; tüm iç sular, kıyı ve geçiş suları şeklinde ifade edilmiştir. Bu yönetmeliğe göre yerüstü suları, kalite sınıflarına göre 4’e ayrılmıştır (YSKY, 2016).

Tablo 2. Yerüstü sularının kalite sınıfları (YSKY, 2016)

SINIF I	-İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları. -Yüzme gibi vücut teması gerektiren dâhil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su.
(Yüksek Kaliteli Su)	-Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su. -Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su.

Tablo 2. Yerüstü sularının kalite sınıfları (YSKY, 2016)

SNIF II (Az Kirlenmiş Su)	-İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları. -Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su. -Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su. -Meri mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu.
SNIF III (Kirli Su)	-Gıda tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikli su ve sanayi suyu.
SINIF IV (Çok Kirlenmiş Su)	-III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları.

Kıtaçi yerüstü su kaynaklarının kalite sınıflarına uygun: su kalitesi parametreleri ve su kalite sınıflarının sınırları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kıtaçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (YSKY, 2016)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	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 (µS/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 (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L) ^(c)	< 0,2	1	2	> 2
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) ^(c)	<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

1.3. Askıda Katı Madde

Askıda katı madde; su numunesindeki çökebilen ve su içerisinde askıda kalabilen katı maddelerin tümünün toplamıdır. Sedimenti oluşturan maddeler genellikle, çamur veya kil minerallerinden, kaya zerreleri, koloidal organik madde parçacıkları ile planktonlardan meydana gelmektedir (Koralay ve ark., 2014). Su erozyonu, tarım arazilerinin mühim bir sorunudur. Toprağın verimliliğini azaltarak, sediment oluşumuna da sebep olmaktadır. Bu durumun etkisiyle tarımsal üretim düşerek, kanallar sediment ile dolmaktadır. Sular kirlenerek ve barajların yararlı hacmi azalmaktadır ve taşkınlar artmaktadır. Akarsularda taşınan sediment miktarı, iklim ve arazi özelliklerine göre farklılıklar göstermektedir. Ayrıca yağışın artması ile taşınan sediment miktarının da arttığı bilinmektedir (Karakaplan, 1979).

Akarsular; hareketleri süresince, yoğunluğu suya göre çok olan boyutları büyük tanecikleri, akarsu tabanında sürükleyerek harekete geçirirler. Sürüklenme sonucunda düşük hızlarda tanecikler, akarsu tabanı içerisinde yuvarlanarak kayma hareketleri yapmaktadır. Sürüklenerek hareket eden taneciklerin ağırlığını doğrudan kanal tabanı taşımaktadır. Yüksek hızlarda ise küçük boyutlu tanecikler, sudaki türbülansın etkisiyle su içerisinde askı halinde taşınırlar. Askıdaki katı maddelerin (AKM) ağırlıkları hafif olduğundan akarsu ve deniz ekosistemlerinde uzun süre boyunca farklı mesafelere taşınabilmektedirler. Belirli bir süre sonunda da çökelerek birirmektedirler (Lund-Hansen ve Skyum, 1992).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak seçilen Murgul Deresi Havzası'na bağlı Kabaca Deresi; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Artvin'in Murgul ilçesi sınırları içerisinde 41° 33' 39" Kuzey enlemleri ile "41° 33' 42" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanında belirlenen noktalar 900 - 1800 m arasında yer almaktadır ve arazinin büyük bir kısmı ormanlık alandan oluşmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Çalışma alanında bulunan birbirini ardına sıralı NT-HES'lerin gösterimi

2.1.2. İklim Özellikleri

Artvin ili, Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz kısmına dâhil olmaktadır. İklimin tipik özelliği, yazların sıcak ve yağışların çok fazla aynı zamanda sıkça görülmesi, kışların ise ılık olmasıdır. Cankurtaran Geçidi ve Çoruh Nehrinden gelen nemli havayla birlikte hem Karadeniz bölgesinin iklim özellikleri etkisinde kalmakta hem de arazi yapısının yüksek olmasından kaynaklı erken aralıklarla yağışlar görülüp, sis oluşumu görülmektedir (Yüksek ve Ölmez, 2002).

Çoruh Nehri ve kolları tarafından derin bir şekilde parçalanmış olan Artvin ilinde bu havza karakteri sıcaklık dağılışının; bakı, yükselti ve orografik faktörlerle kısa mesafelerde değişmesine neden olmuştur. Çoruh Vadisi'nin doğusunda kalan yamaçlar ve dağlık alanlar, batı yamaçlarına oranla akarsular tarafından daha derin ve daha sık yarılmıştır. Bu durum, doğal olarak bakı şartlarının ve dolayısıyla sıcaklık değerlerinin kısa mesafelerde değişmesine neden olmuştur. Çoruh Nehri ile dağlık alanlar arasındaki 2800-3000 m'lik yükselti farkı ortalama sıcaklığın azalması şeklinde kendini belli etmektedir (Ceylan, 1995).

Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1949-2018 yılları arasındaki verilerine göre ortalama sıcaklık ölçümü 12.4 °C'dir. Yıllık ortalama en yüksek sıcaklık değeri 17.3 °C ve yıllık ortalama en düşük sıcaklık ölçümü 8.5 °C olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte yılın en sıcak ayı ortalama 26.3 °C ölçüm ile Ağustos ayında, yılın en soğuk ayı ise ortalama 0.2 °C ölçüm ile Ocak ayındadır. Artvin'e düşen Yıllık ortalama yağış miktarı 694.8 mm'dir. Yılın en yağışlı ayı ortalama 87.7 mm ölçüm değeri ile Aralık ayı, yılın en kurak ayı ise ortalama 29 mm ölçüm değeri ile Ağustos ayı olarak tespit edilmiştir. En fazla yağış alan mevsim kış mevsimiyken, en kurak geçen mevsim ise yaz mevsimidir (Şekil 9).

ARTVIN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1949 - 2018)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	2,8	4,0	7,1	12,0	15,9	18,8	20,9	21,1	18,2	14,0	9,1	4,5	12,4
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	6,2	8,3	12,4	17,9	21,9	24,2	25,8	26,3	23,9	19,6	13,3	7,8	17,3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-0,2	0,4	2,9	7,2	11,2	14,3	16,9	17,1	14,2	10,2	5,7	1,7	8,5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,3	3,4	4,4	5,3	6,4	7,1	6,8	6,9	6,4	4,7	3,2	2,1	59,0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13,2	12,8	13,3	12,8	14,3	12,7	8,2	8,2	8,6	11,1	11,0	11,9	138,1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	85,5	71,9	60,0	53,2	53,2	49,7	30,6	29,0	36,4	61,6	76,0	87,7	694,8
Ölçüm Periyodu (1949 - 2018)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18,9	21,5	28,4	34,4	36,4	39,0	42,0	43,0	38,4	33,9	27,9	20,9	43,0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-16,1	-11,9	-9,8	-7,1	-0,6	3,7	9,5	9,5	4,6	-1,6	-8,2	-10,8	-16,1

Şekil 9. Artvin meteoroloji istasyonunun 1949-2018 yıllarına ait meteoroloji değerleri (URL-4)

2.1.3. Bitki Örtüsü

Artvin ili, flora alanı ve bitki özellikleri bakımından Euro-Siberian (Avrupa Sibirya) alanının Colchic (Kolşik) kesimi içinde bulunmaktadır. Yapraklı ağaç türlerinin daha baskın olduğu bir orman vejetasyonu sahiptir. Yükseltinin de vermiş olduğu etkiyle bağlantılı olarak orman vejetasyonuna iğne yapraklı ağaçlarda katılmaktadır (Anşın, 1983).

Artvin ilinin Karadeniz'e bakan kısımlarında, Hopa–Cankurtaran ve Arhavi–Karadağ yamaçlarında 0 m -50/100 m de pseudomaki kuşağı 50/100 m – 700/800 m yükselti arasında saf kızılâğaç ormanları ile 700/800 m – 1800 m yükseltide saf kayın ormanları bulunmaktadır. Karadeniz'e bakan kısımlarında Borçka–Çifteköprü mevkiinde 300-800 m yükseltide tamamen kestane ağaçlarının hâkim olduğu orman alanlar göze çarpmaktadır. Bu alanlarda 800 m den daha yükseklerde kayın ağaçları alana hâkim olmuş durumdadırlar. Sahilden daha ilerilere gidildikçe de Borçka – Kaynarca ve Murgul yöresinde orman alanlarında kayınların yerini ladin ağaçları kestanelerin yerini de meşe ağaçları almaktadır. Borçka-Artvin arasında ise 70-200 m arasında genellikle fıstık çamı, sandal ve ladenlerden oluşan bir pseudomaki kuşağı bulunmaktadır (Güner, 2000; Güner ve ark., 2005).

Birçok farklı yaşam koşullarına sahip olan Artvin ili; 4000 m civarında yükselti farklı ile 3 ayrı iklim (Karasal, Akdeniz, Osienik) koşullarının etkisinde kalması, zengin su kaynaklarının yanı sıra jeolojik ve jeomorfolojik farklılıkları vermiş olduğu etli ile çok sayıda ve farklı cinsten bitki yetiştirilmesine imkân sağlamaktadır. Ayrıca ülkemizin 761 cins ile 137 familyaya mahsus olmak üzere toplamda sahip

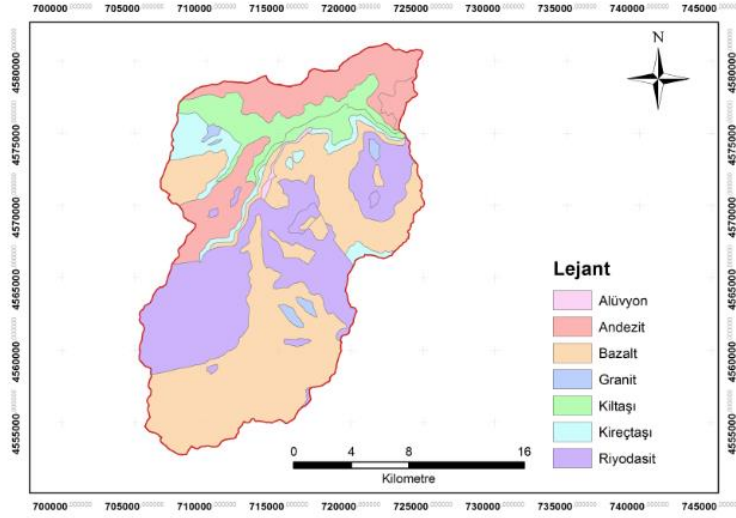
olduğu 2727 tane iletim demetli bitki taksonu ile en çeşitli yapıya sahip ili Artvin'dir (Eminağaoğlu, 2015).

2.1.4. Jeolojik Yapı

Artvin ilinin bulunduğu jeolojik yapı, Kuzey Anadolu orojenik kuşağı dâhilinde yer almaktadır. Çoruh Nehrinin alt kısımlarından başlayarak Zeytinlik Ky (Sirya) zerinden kuzeydoğu yönüne doğru devam etmekte olan bu metamorfik seri, bölgenin en eski topoğrafyasını oluşturmaktadır (Gattinger, 1962).

Seri içerisinde kuvars, metamorfoze olmuş lavlar, piritli siyah şist mikaşistler, kloritli, feldspatlı ile biyotitli şistler, kloritli ve biyotitli gnayslar ile bu kayaçların ilerine doluşmuş büyük çaplı ve pembe renkli granit ve granodioritler bulunmaktadır (Ketin, 1949; Gattinger, 1962). Metamorfik serinin üstüne Jura alt kretase serisi gelmektedir. Serinin dip kısımları koyu renklerdeki diabaz, serpantin, andezit, marnlı ve tüflü kalkerlerden oluşmaktadır. Artvin ilinin merkezinde görünen kırmızı renklerdeki katmanlar da bu seriye bağlıdır. Serideki konglomeralar yukarı bölümlerde kırmızı ve ince boyutlardaki gre şekline dönmektedirler. Konglomera kütlelerinin çakılları arasında kırmızı radyolarit marn taneleri koyu renkli bazik lavlar ve gri renkli kalkerler yer almaktadır (Ketin, 1949).

Çalışma alanındaki riyodasit, bazalt, andezit ve granit anakayaları püskürük kayaçlar grubunda, kiltası ve kireçtaşı ise tortul kayaçlar grubunda yer almaktadır (şekil 10. Çalışma alanına ait anakaya haritası).



Şekil 10. Çalışma alanına ait anakaya haritası

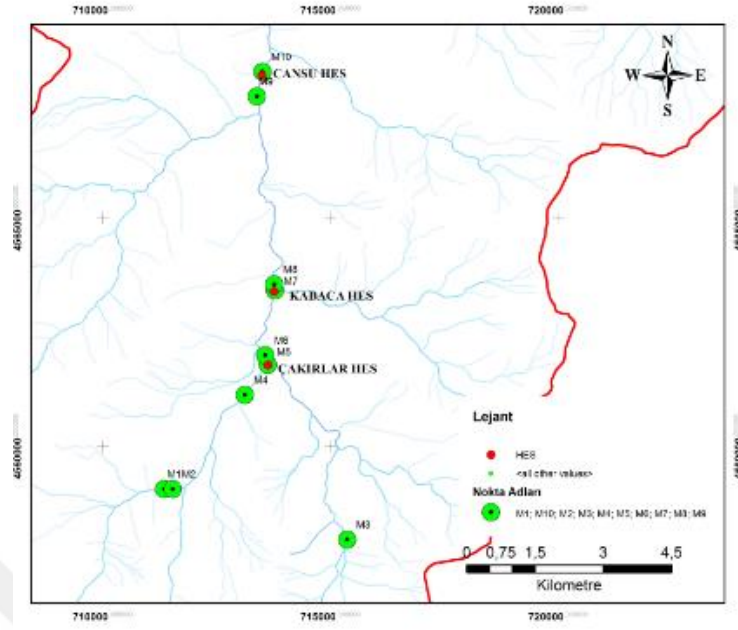
2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi Çalışmaları

Çoklu nehir tipi hidroelektrik santrallerinin Kabaca Deresi'nin su miktarı, su kalitesi ve askıda sediment değerleri üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla çalışma alanında 10 adet örnekleme noktası belirlenmiştir. Çalışmaya 2016 Nisan ayında başlanarak 2017 Mart ayına kadar devam edilmiştir. Örnek alım işlemleri için bir yıl boyunca her ayın ilk haftasında belirlenen bir günde araziye çıkılmış ve aynı günde tüm 10 noktanın örneklemleri yapılmıştır.

Örnekleme noktaları seçilirken, havzanın en üst noktasında bulunan NT-HES tesisinden başlanarak aşağıya doğru art arda kurulu olan tesislerin; regülatör girişi, kuyruk suyu çıkışı, can suyu yerleri ve yan dere kollarının birleşim yerleri dikkate alınarak seçilmiştir (

Tablo 4, Şekil 12).

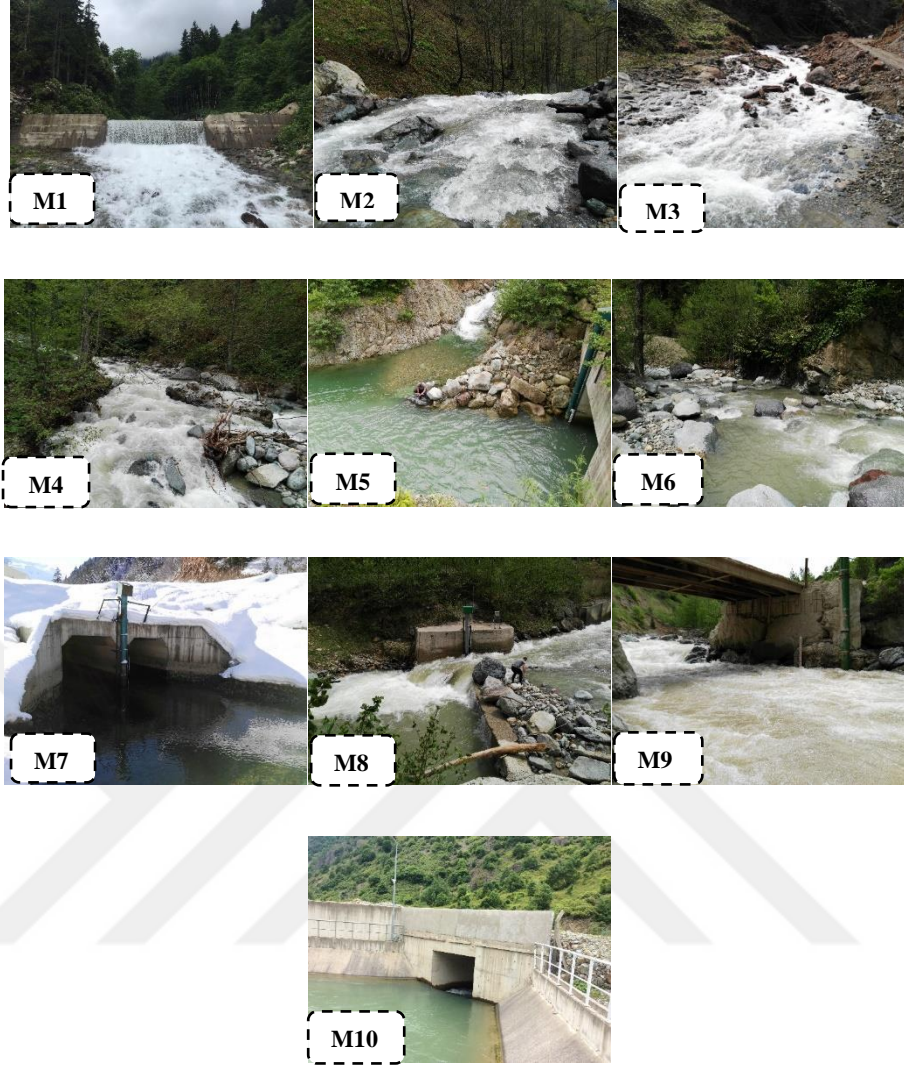


Şekil 11. Örnekleme noktalarının çalışma alanındaki konumlarının gösterimi

Su kalitesi örnekleme noktalarının belirlenmesindeki hususlar göz önüne alınarak, noktaların çalışma alanı içerisindeki dağılımı Şekil 11’ de belirtilmiştir. M1, M3 ve M9 noktaları dere suyunun regülatörle alınmadan önce doğal olarak aktığı kısımdan; M2, M4, M6, ve M8 noktaları dere suyunun regülatörle alındıktan sonra bırakılan ve can suyu olarak bilinen kısımdan; M5, M7 ve M10 noktaları ise kuyruk suyu çıkışından (enerji üretiminde kullanıldıktan sonra suyun tekrar dere yatağına bırakıldığı noktalar) olacak şekilde belirlenmiştir.

Tablo 4. Örnekleme noktalarının adları ve noktalara ait koordinatların gösterimi

Su Örnekleme Noktaları	Nokta Adları	Noktalara Ait UTM ED50 Koordinatlar	
		X	Y
M1	Kunsu Deresi	711347	4559064
M2	Kunsu Regülatör Sonrası	711535	4559066
M3	Köpürten Deresi	715363	4557956
M4	Kunsu Deresi Çakırlar HES Arası	713118	4561130
M5	Çakırlar HES Kuyruk Suyu Çıkışı	713625	4561789
M6	Kabaca HES Reg. Sonrası	713567	4561996
M7	Kabaca HES Kuyruk Suyu Çıkışı	713778	4563421
M8	Cansu HES Reg. Sonrası	713764	4563550
M9	Muruvan-Kabaca Birleşim sonrası	713383	4567673
M10	Cansu HES Kuyruk Suyu Çıkışı	713503	4568211



Şekil 12. Örnekleme noktalarına ait fotoğraflar

2.2.1.1. Su Kalitesi Parametrelerinin Arazideki Ölçümü

Çalışma alanında su kalitesi, YSI/Professional-Plus cihazı kullanılmıştır ve sıcaklık, çözülmüş oksijen (DO), iletkenlik, toplam çözülmüş madde (TDS), tuzluluk, nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), parametreleri ölçülmüştür. pH ölçümü yapılırken ise Hach-Lange HQ40D cihazı kullanılmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. YSI cihazı ile su kalitesi parametrelerinin ölçümü

2.2.1.2. Su Örneklerinin Alınması

Ölçüm noktalarından alınan örnekler, su yüzeyinin altından olacak şekilde alınıp 1 litrelik numune kaplarına doldurulmuştur. Örneklerin laboratuvara aktarımı sırasında suyun ısınmasına karşı önlem almak amacıyla termo özellikli çanta kullanılmıştır (Şekil 14).



Şekil 14. Su örneklerinin alınması

2.2.1.3. Akım Ölçümü

Örnekleme noktalarında akım hızı, FLOWATCH 2 JDC cihazı ile ölçülmüştür ve debi hız-alan yöntemine göre hesaplanmıştır (Şekil 15). Hız-alan yönteminde; yüksekliği 50 cm'den fazla olan sulara kesit alandaki ortalama hızın bulunabilmesi için, su derinliğinin %20'sinde ve %80'inde hız ölçümü yapılarak bu değerlerin ortalaması alınmaktadır. Derinliğin 50 cm'den az olduğu sığ sulara, su yüzeyinden itibaren su derinliğinin %60'ında ölçülen hız ortalama hız kabul edilmektedir (Ardıçoğlu ve ark., 2011). Akarsularda hız-alan yönteminden yararlanılarak debinin saptanması çokça tercih edilen uygulama yöntemidir. Ölçmenin yapıldığı kesit alanı

(A) ve ölçülen hız değeri ise (V) ile gösterilirse, debi formül 1'deki gibidir (Özyuvacı, 1974).

$$Q = A \cdot V$$

(1)

$$Q = \text{Debi (m}^3/\text{sn)}$$

$$A = \text{Kesit alanı (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Akış hızı (m/s)}$$



Şekil 15. Derenin en kesitinin bulunması ve akım hızının ölçülmesi

2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

2.2.2.1. Askıda Katı Madde Tayini

Askıda katı madde tayini, örnekleme noktalardan alınan su numunelerine, filtreleme yöntemi uygulanarak bulunmuştur. Bu yöntemde gözenek por çapı 0.8 μm olan 47 mm çaplı Whatman marka cam yünü elyaf filtreler kullanıştır. Ölçüm işleminin ilk adımında filtre kâğıtları etüvde 30 dk boyunca 105 $^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra 20-25 dk desikatörde bekletilmiştir. Ardından su örnekleri, katı madde vakum-filtreleme düzeneğinden geçirilerek etüvde 105 $^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulan numuneler 20-25 dk desikatörde bekletilmiştir. İşlem sonunda filtre kağıtları Radwag marka 0.0001 gr hassasiyetli terazide tartılmıştır. Tüm işlemler uygulandıktan sonra askıda katı madde miktarı formül 2'deki eşitliğe göre mg cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 16).

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

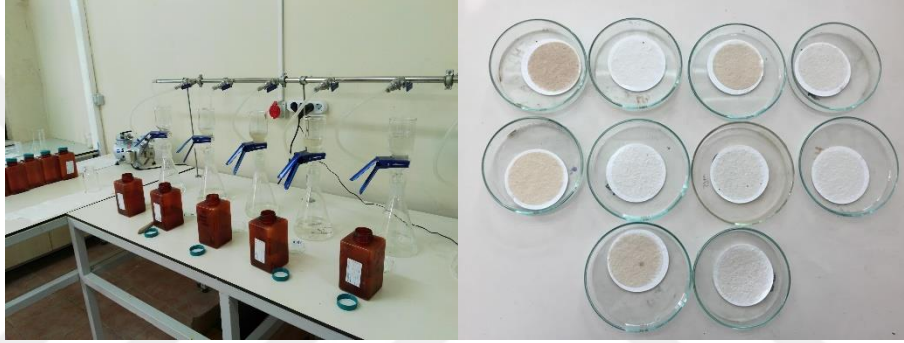
(2)

Eşitlikte verilen ifadeler;

A= Filtre kâğıdı + kuru kalıntının tartımı (mg)

B= Filtre kâğıdının tartımı (mg)

V= Numune hacmi (ml).



Şekil 16. Askıda katı madde tayininin filtrasyon yöntemi

2.2.3. Çalışmada Kullanılan İstatistik Yöntemler

Çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlara göre örnekleme noktaları, örnekleme zamanları ile NT-HES etkisi bakımından farklılıkların olup olmadığını gösterebilmek amacıyla öncelikle ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre istatistik açıdan önem arz eden farklılıkların örnekleme zamanı, örnekleme noktaları ne NT-HES etkisi bakımından dağılımını görmek amacıyla LSMeans Student's t testinden yararlanılmıştır. Bunlara ek olarak, örnekleme noktalarına ait su kalitesi parametrelerinin birbirleriyle olan ilişkilerini tespit edebilmek amacıyla Korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Son olarak, su kalitesi parametrelerinin regresyon analizi yapılmıştır. Verilerin istatistik analizlerinde JMP 5.0.1 paket programı kullanılarak yapılmıştır (JMP, 2007). Buna ek olarak çalışma alanında bulunan birbiri ardına kurulu NT-HES tesislerinin, ölçülen su kalitesi parametreleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını istatistiksel açıdan ortaya koyabilmek amacıyla ANOVA analizi yapılmıştır. Çalışma alanındaki noktalar, birbiri ardına kurulu 3 adet

NT-HES tesisinin (1) regülatör öncesi olan M1, M3, M9 noktaları; (2) can suyu bölümünde seçilen M2, M4, M6, M9 noktaları; ve (3) tesisin kuyruk suyu çıkışındaki M5, M7, M10 noktalarının su kalitesi ve sediment verimlerini karşılaştırmak üzere 3 gruba ayrılarak analiz gerçekleştirilmiştir.



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Su Kalitesi Parametrelerinde Meydana Gelen Değişimler

Çalışmada 12 ay boyunca alınan veriler kullanılarak her bir parametrenin aylık değerleri ile verilerin istatistik açıdan değerlendirilebilmek adına ANOVA ve korelasyon analizleri de yapılmıştır. ANOVA analizi sonucunda örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanına ait F ve P değerleri ile korelasyon analizi sonucunda aralarında istatistik açısından ilişki bulunan parametreler aşağıdaki Tablo 5 ve Tablo 6’de gösterilmiştir.

Tablo 5. ANOVA analizine göre su kalitesi parametrelerinin örnekleme zamanı ve örnekleme noktalarının F ve P değerleri

Su Kalitesi Parametreleri	Örnekleme Zamanları		Örnekleme Noktaları	
	F	P	F	P
Su Sıcaklığı	80,31	0,001	0,37	0,9467
pH	15,73	0,001	0,94	0,4941
Çöz. Oksijen	41,47	0,001	0,48	0,8837
Elek. İletkenlik	14,18	0,001	4,20	0,0001
Tuzluluk	20,39	0,001	2,88	0,0045
Topl. Çöz. Madde	20,61	0,001	3,06	0,0028
NO3-N	14,53	0,001	0,85	0,5669
NH4-N	1,29	0,2382	0,93	0,5018
AKM	0,85	0,5816	2,35	0,0186
Debi	1,86	0,0574	12,56	0,001

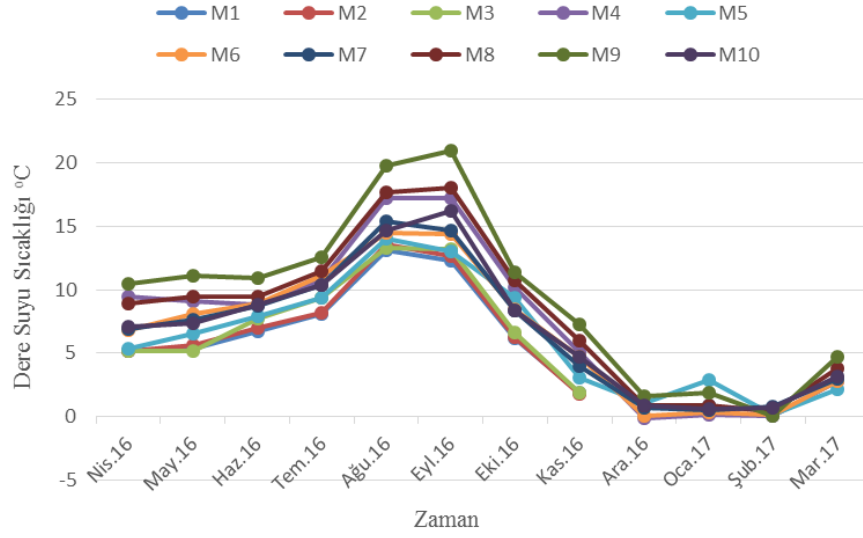
Tablo 6. Su kalitesi parametrelerinin korelasyon analizi sonuçları

PARAMETRELER			(-)	0	(+)
pH	Sıcaklık	0,0000			
Çöz. Oksijen	Sıcaklık	0,0000			
Çöz. Oksijen	pH	0,0000			
NO3	Sıcaklık	0,0131			
NO3	İletkenlik	0,0019			
NO3	Çöz.Oksijen	0,0026			
Tuzluluk	Sıcaklık	0,0016			
Tuzluluk	İletkenlik	0,0000			
Tuzluluk	Çöz. Oksijen	0,0021			
Tuzluluk	NO3	0,0012			
TDS	Sıcaklık	0,0011			
TDS	İletkenlik	0,0000			
TDS	Çöz.Oksijen	0,0012			
TDS	NO3	0,0032			
TDS	Tuzluluk	0,0000			
Debi	AKM	0,0000			

3.1.1. Su Sıcaklığı

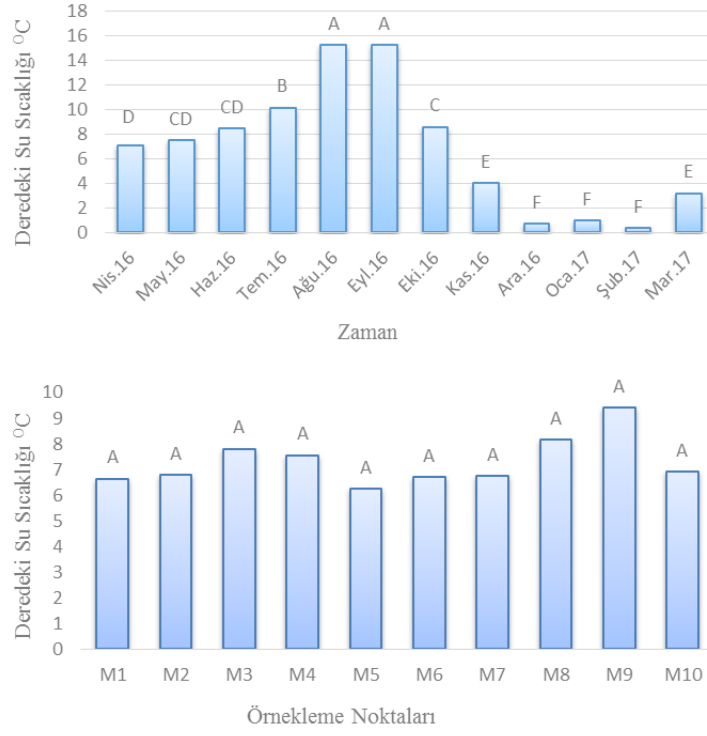
Su sıcaklığındaki en uygun değer sucul canlıların su içerisinde bulunma miktarlarına ve her bir türün yaşam şartlarına göre değişmektedir. Yalnızca bir kaç derecelik sıcaklık değişiklikleri üremeyi, büyümeyi, gelişmeyi ve canlıların hayatta kalmasını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Chang, 2003). Sıcaklık mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Kış mevsiminde azalırken, yaz mevsiminde arttığı gözlemlenmektedir. Örnekleme noktaları arasında hem yükseltiye hem de mevsimlere bağlı olarak bir paralellik gözlemlenmektedir. Fakat çalışma alanında bulunan birbiri ardına sıralanmış NT-HES'ler bulunmaktadır. Tesislerin yapısındaki kapalı iletim kanalları ve cebri borular ile derelerden alınan su, tribünlere aktarıldıktan ve elektrik enerjisi ürettikten sonra tekrar ana dereye bırakılmaktadır. Bu kademelerden geçerken suyun sıcaklığının artması beklenirken bu çalışmada ortaya çıkan sonuçlara göre tam tersine suyun sıcaklığında az da olsa düşüş olduğu tespit

edilmiştir. Örnekleme noktalarından M5 M7 ve M10 kuyruk suyu çıkışı noktalarıdır. Mayıs ayı için bu noktalara ait sıcaklık verilerine bakıldığında; M5 noktasının sıcaklığı 6.5 °C'dir. Kuyruk suyu çıkışından önceki M4 noktasındaki sıcaklık 9.1 °C ölçülmüştür. Bu iki noktalının birleşimi olan M6 noktasında 8.1 °C ölçülmüştür. Diğer bir kuyruk suyu çıkışı olan M7 noktasında sıcaklık 7.6 °C'ye düşmektedir. Kabaca ve Muruvan Dereleri birleşimi olan M9 noktasında 11.1 °C olan sıcaklık son noktamız ve kuyruk suyu çıkışı olan M10 noktasında 7.4 °C'ye düşmektedir. Aynı zamanda bu benzerlik temmuz ayında da gerçekleşmiştir. (Şekil 17).



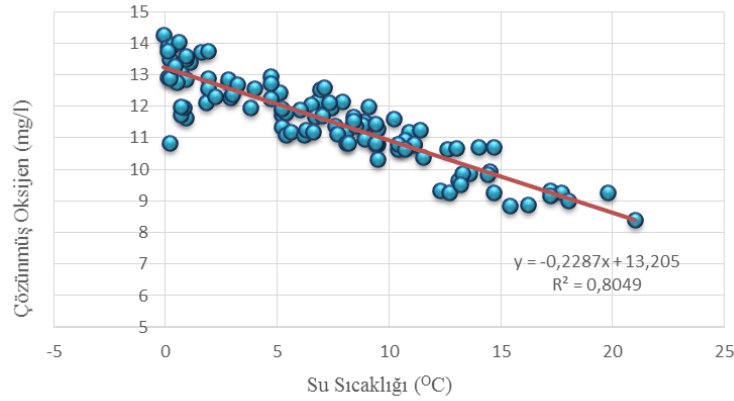
Şekil 17. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait dere suyu sıcaklık değerlerinin yıllık dağılımı

Sıcaklık parametresi için yapılan ANOVA analizleri sonucunda, örnekleme zamanları arasındaki farkın istatistik anlamda önemli olduğu görülmüştür. Ancak örnekleme noktaları arasında istatistik açısından bir farklılık görülmemiştir (Tablo 5). ANOVA analizi sonuçlarına göre su sıcaklığının en yüksek değeri Ağustos ayında 15.27 °C en düşük sıcaklık değerleri ise Şubat ayında 0.35 °C ölçülmüştür (Şekil 18).



Şekil 18. Kabaca Deresi ortalama su sıcaklıklarına ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

Su sıcaklığının tuzluluk ve çözülmüş oksijen miktarı ile ters orantılı olarak değiştiği bilinmektedir. Şekil 19’da regresyon analizi sonucunda görüldüğü üzere su sıcaklığı değeri arttıkça çözülmüş oksijen değeri azalmıştır. R^2 değeri ise 0.80 olarak bulunmuştur.



Şekil 19. Sıcaklığa bağlı çözülmüş oksijen miktarının regresyon analizi

Doğal şartlarda su sıcaklığı yaşanan mevsim şartlarına göre, bulunduğu yörenin yükselti ile enlem özelliklerine, suyun akım süresine ile derinliğine aynı zamanda günün içerisinde zamana göre farklılık gösterebilmektedir. Yüzey sularındaki sıcaklık değerleri doğal koşullarda 0-30°C değerlerinde farklılık gösterirken, sıcaklık değerleri yaz mevsiminde en yüksek değerlere ulaşırken, kış aylarında en düşük değerlere inmektedir (Yıldız, 2013).

Doğu Karadeniz Havzası'nın fizikokimyasal su kalitesinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada; Doğu Karadeniz havzasında çalışma alanı olarak belirlenen akarsuların yıl boyunca su sıcaklığı 7.93 °C ile 27.50 °C arasında farklılık gösterdiği, ortalamanın ise 15.32 °C olduğu görülmüştür. Maksimum su sıcaklığı yaz mevsiminde, minimum su sıcaklığı ise kış mevsiminde tespit edilmiştir (Serdar, 2015).

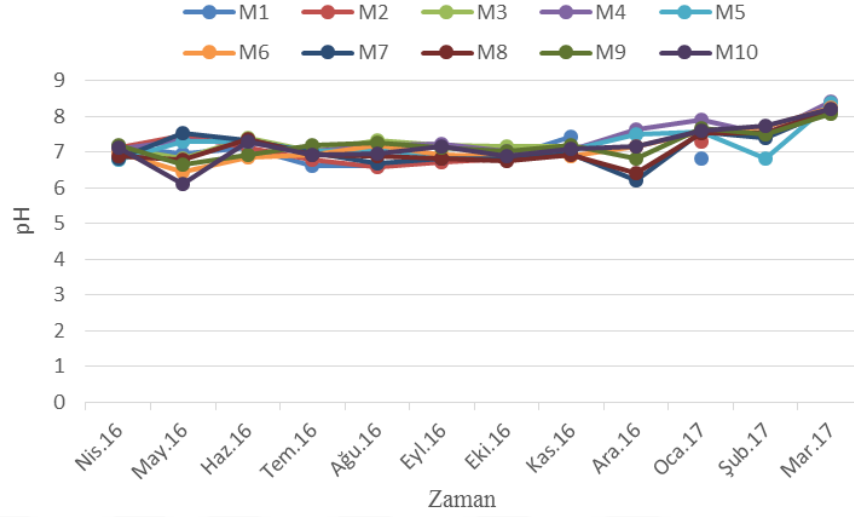
Batlama Deresi'nin su kalitesi değerlerinin araştırıldığı çalışmada su sıcaklığı derecesi diğer mevsimlere göre yaz mevsiminde daha maksimum değerlerde ölçülmüştür. Mevsime bağlı olarak hava sıcaklığındaki düşüşün su sıcaklığı derecesini de doğrudan etkilediği görülmüştür. Çalışma alanında seçilen istasyonların su sıcaklığı değerleri; I. istasyon 10.06°C, II. istasyon 11.68°C ve III. istasyonda 12.87°C olarak ölçülmüştür. Ortalama dere suyu sıcaklık değerleri sırasıyla, 11.68°C ve 12.87°C' dir. Ortalama su sıcaklık değeri ise 11.54°C'dir. Minimum değer Ocak ayında 4°C ve maksimum değer Ağustos ayında 26.5°C ölçülmüştür (Aydın, 2015).

3.1.2. pH

Çözeltinin asit ya da baz olma özelliğini ve şiddetini gösteren ifadeye pH denir ve çözeltideki hidrojen (H^+) iyonunun aktivitesini göstermektedir. Örneğin, saf suyun pH değeri 7'dir ve bu değer H^+ ve OH^- iyonları açısından dengede (nötr) olduğunu göstermektedir. pH'ın ölçüm skalası 0 ile 14 arasında değişmektedir ki eğer değer 7'nin altında ise örneklenen su asidik, 7'nin üstünde ise bazik özellik göstermektedir (Hem, 1985).

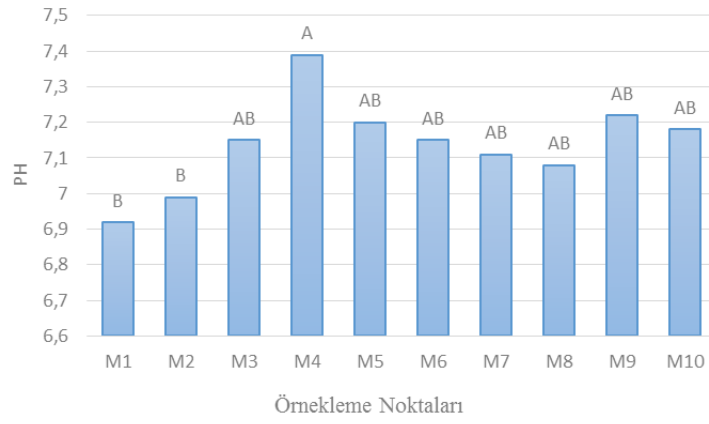
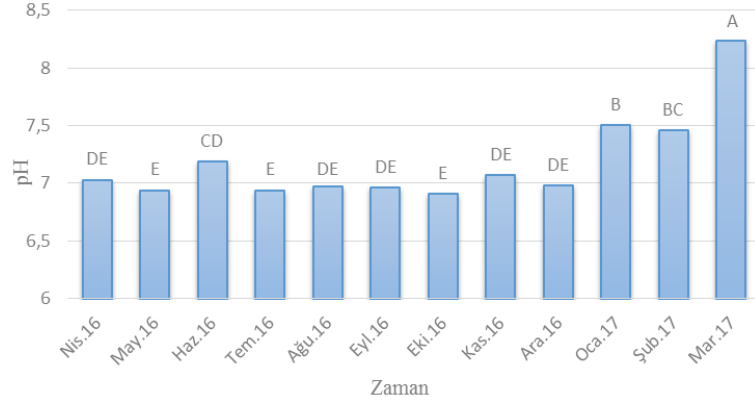
“Kıtaçi Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”ne göre pH değerinin 6-9 arasında olması gerekmektedir. Örnekleme noktalarındaki ölçülen pH değerlerinin aylara göre değişimine bakıldığında Şekil 20'de . pH parametresi bakımından

Kabaca Deresi sularının “I. Sınıf” olduğu ve “Yüksek Kaliteli Sular” sınıfına girdiği görülmektedir.



Şekil 20. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait pH değerlerinin yıllık dağılımı

ANOVA analizleri sonucuna göre pH parametresine ait ortalama ölçüm değerlerinin örnekleme zamanları arasında istatistik anlamda önemli seviyede farklı olduğu görülmüştür. Ancak örnekleme noktaları arasında istatistiki açıdan bir farklılık görülmemiştir (Tablo 5). Analiz sonuçlarına göre pH için ortalama en yüksek değer 8.24 ile Mart ayında, en düşük ortalama değeri ise Ekim ayında 6.91 ölçülmüştür (Şekil 21).



Şekil 21. Kabaca Deresi ortalama pH kriterine ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına ait dağılımı

Korelasyon analizine göre pH parametresinin su sıcaklığı ile aralarında istatistik açıdan negatif doğrultuda ilişkisi olduğu saptanmıştır (Tablo 6).

pH parametresi sıcaklık ile biyolojik olaylarla ilişkili olarak; günlük, aylık ve mevsimsel olarak değişiklik gösterebilmektedir. Hatta gün içerisinde zamana bağlı olarak ve gece - gündüz sırasında da değişiklik gösterebilmektedir (Cole, 1983, Boyd ve Daniels, 1987).

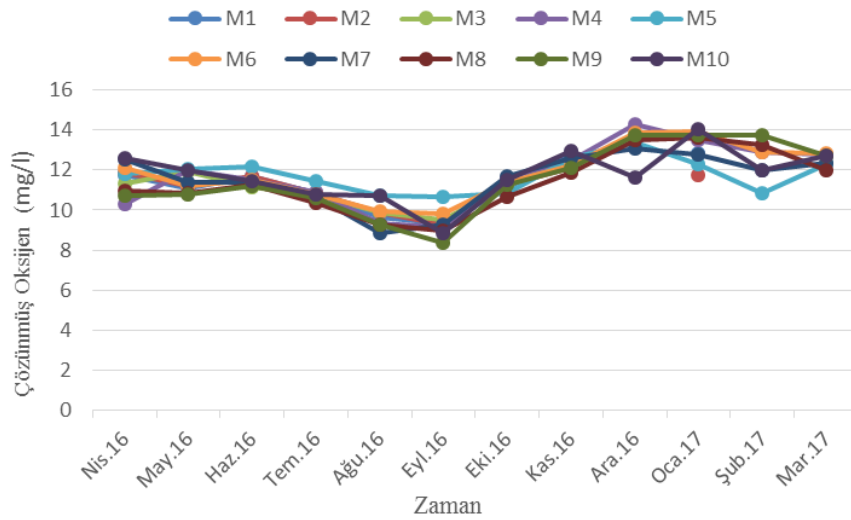
Fatsa Çalışlar Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada çalışma alanındaki I. II. ve III. istasyonlardaki pH değerleri sırasıyla 8.77 8.84 ve 8.80 olarak ölçülmüş, yıllık ortalama pH değeri de 8.80 olarak tespit edilmiştir. Ölçülen minimum pH değeri Ekim ayında 7.25, maksimum pH değeri Ocak ayında 10.62 olarak ölçülmüştür. Yapılan ANOVA analizi ve tukey testinde pH değerleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (Şantaflıoğlu, 2018).

Dicle Baraj Gölünün su kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada baraj gölünün yüzey suyunda ölçülen pH değerleri 7.88–8.94 değerleri arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek ölçüm Nisan ayında, en düşük ölçüm ise Aralık ayında tespit edilmiştir. pH değerleri yüzey suyu bakımından incelendiğinde noktalar arasında istatistiki açıdan önemli bir farkın olmadığı görülmüştür (Varol, 2015).

3.1.3. Çözünmüş Oksijen

Suda çözünmüş gazların su kalitesi ile doğrudan ilişkisi bulunmaktadır. Akarsu ve nehirlerdeki çözünmüş oksijen diğer fiziksel ve kimyasal olaylardaki gibi basınç sıcaklık ve suyun taşınma şartlarına bağlıdır (Hem, 1985). Yapısına atık madde eklenen bir suda çözünmüş oksijen konsantrasyonu azalır. Kirlenen sularda, oksijenin tüketilme hızı, oksijen üretilme hızından daha fazla olmaktadır (Karagüllü, 2015).

“Kıtaçi Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği” standartlarına göre çözünmüş oksijen kriterinin >8 değerlerine uygun olması gerekmektedir. Örnekleme noktalarındaki ölçülen çözünmüş oksijen miktarının 12 ay boyunca ölçülen değerlerine Şekil 22’de bakıldığında “I. Sınıf” sulardandır ve “Yüksek Kaliteli Sular” sınıfına girmektedir.



Şekil 22. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait çözünmüş oksijen değerlerinin yıllık dağılımı

Çözünmüş oksijen parametresi için yapılan ANOVA analizleri sonucunda, örnekleme zamanları arasındaki farkın istatistik anlamda önemli olduğu görülmüştür.

Ancak örnekleme noktaları arasında istatistik açısından bir farklılık görülmemiştir (Tablo 5). Analiz sonuçlarına göre çözülmüş oksijenin maksimum değeri 13.34 mg/l ile Aralık ayında minimum değeri 9.33 mg/l ile Eylül ayında ölçülmüştür (Şekil 23).



Şekil 23. Kabaca Deresi ortalama çözülmüş oksijene ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

Korelasyon analizi sonuçlarına göre çözülmüş oksijen miktarının sıcaklık ile negatif yönde ve pH ile pozitif yönde ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Solaklı Deresi Havzasındaki NT-HES'lerin su kalitesine etkilerinin araştırılması için yapılan çalışmada minimum çözülmüş oksijen değeri Nisan ayında 5.5 mg/l olarak ölçülmüştür. Maksimum çözülmüş oksijen miktarı ise Ocak ayında 14.1 mg/l olarak tespit edilmiştir (Koralay, 2015).

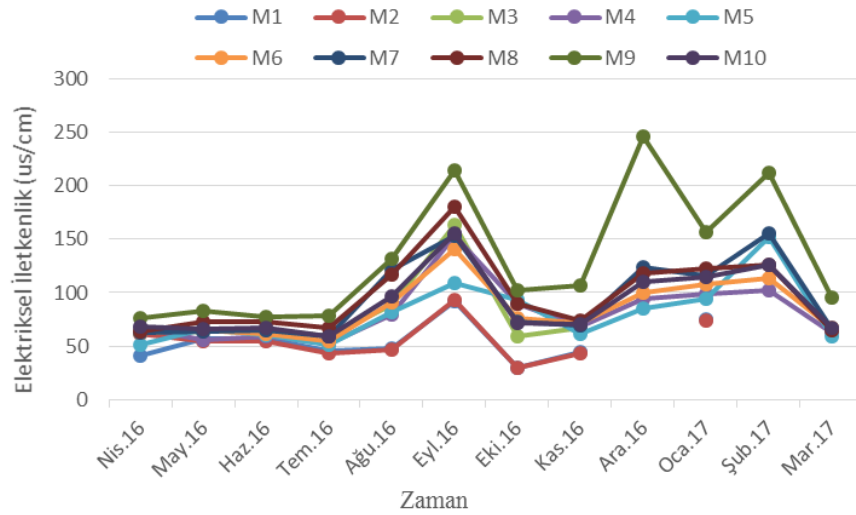
Benzer şekilde yapılan bir başka çalışmada; minimum çözülmüş oksijen miktarı 2010 yılının Eylül ayında belirlenen VI. istasyonda 4.18 mg/l olarak ölçülmüştür. Maksimum çözülmüş oksijen miktarı ise 2010 yılının Aralık ayında 9.4 mg/l olarak

belirlenen II. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama çözünmüş oksijen miktarı en fazla II. istasyonda 7.08 mg/l olarak ölçülürken en düşük VI. İstasyonda 6.25 mg/l olarak tespit edilmiştir. Genel anlamda incelendiğinde; su sıcaklığının artış göstermiş olduğu aylarında çözünmüş oksijen miktarında bir düşüş gözlemlenirken, su sıcaklığının düştüğü aylarda da ters orantılı biçimde çözünmüş oksijen miktarında artış olduğu görülmektedir (Dayıoğlu, 2011).

3.1.4. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, sudaki toplam iyon yoğunluğuna ve su sıcaklığına bağlıdır. Sudaki iyon yoğunluğu da tuzluluk miktarına bağlı olduğundan jeolojik etmenlere ve arazi kullanımıyla dışarıdan gelen etmenlere bağlıdır (Chapman, 1996).

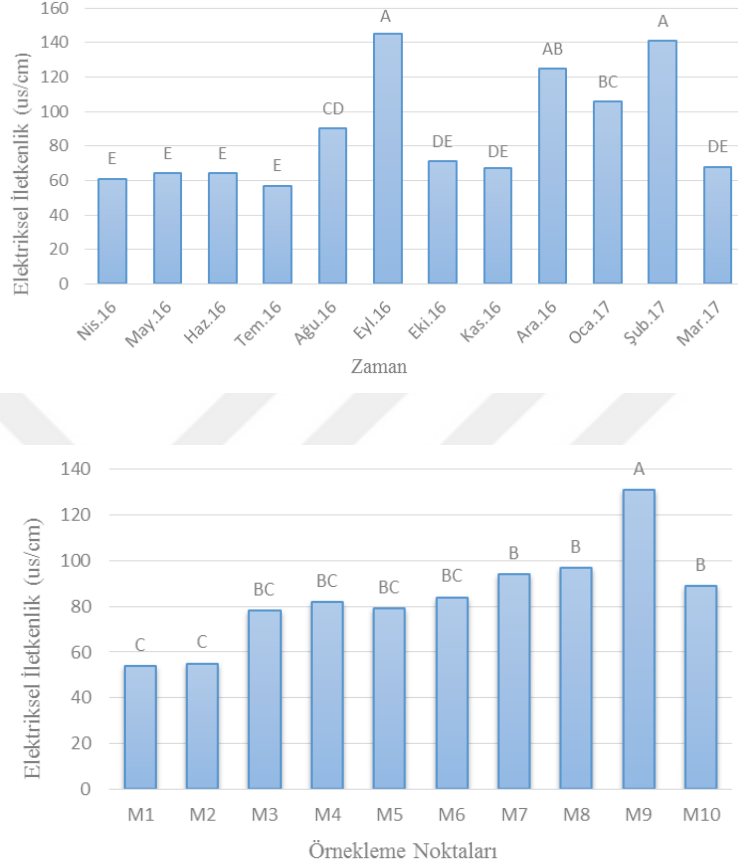
“Kıtaçi Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”ne göre elektriksel iletkenlik kriterinin <400 değerine uygun olması gerekmektedir. Örnekleme noktalarındaki ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimine Şekil 24’ te bakıldığında I. Sınıf” sularındadır ve “Yüksek Kaliteli Sular” sınıfına girmektedir.



Şekil 24. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait elektriksel iletkenlik değerlerinin yıllık dağılımı

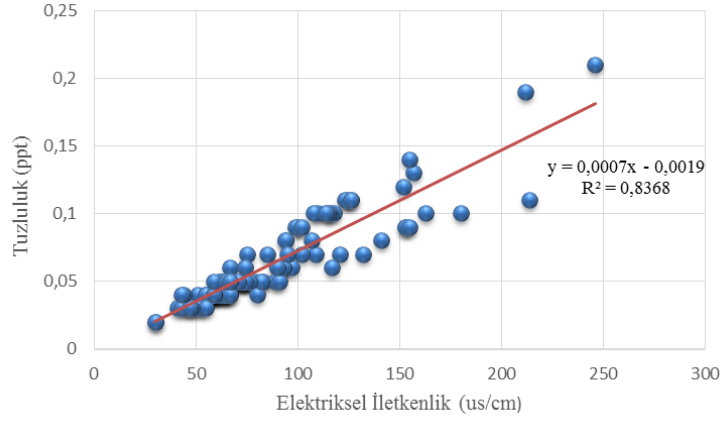
Elektriksel iletkenlik parametresi için yapılan ANOVA analizi sonucunda, örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları arasındaki farkın istatistik anlamda önemli olduğu görülmüştür (Tablo 5). Elektriksel iletkenliğin zamana bağlı ANOVA sonucuna göre en yüksek değer Eylül ayında 145 us/cm, en düşük değer ise Temmuz ayında 57

us/cm olarak ölçülmüştür. Örnekleme noktaları arasında ise, en yüksek değer M9 noktasında 131 us/cm en düşük değeri M1 noktasında 54 us/cm olduğu görülmüştür (Şekil 25).



Şekil 25. Kabaca Deresi ortalama elektriksel iletkenliğe ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

Bilindiği gibi sulardaki elektriksel iletkenlik su sıcaklığına ve tuzluluk miktarına bağlı bir parametredir. Regresyona analizi sonucunda elektriksel iletkenlik tuzluluk parametrelerinin R^2 değeri 0.83 olarak tespit edilmiştir. Regresyon analizi grafiği Şekil 26'da gösterilmiştir.



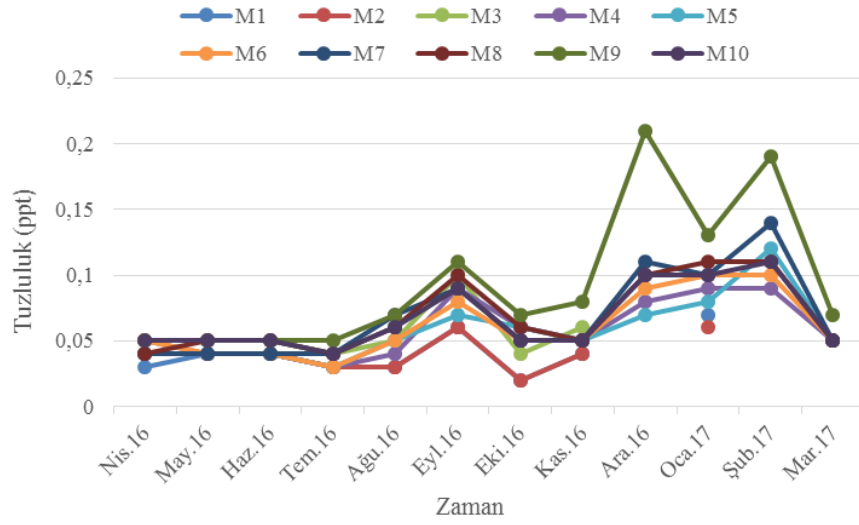
Şekil 26. Elektriksel iletkenliğe bağlı tuzluluğun regresyon analizi

Fırtına Deresi su kalitesinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada, elektriksel iletkenliğin yağışların başladığı Mayıs ayından itibaren yükselmeye başlayıp en yüksek Şubat 2007' de 85.26 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en düşük ise Mayıs 2006'da 19.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Ortalama 54.77 $\mu\text{S}/\text{cm}$, olarak tespit edilmiştir (Gedik ve ark., 2010).

Horohon Deresi su kalitesi parametrelerinin aylık değişimlerinin incelendiği çalışmada Horohon Deresinin elektriksel iletkenlik değerlerinin aydan aya ve mevsimden mevsime farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenlik tuzluluk parametresi değeri ile aynı şekilde kış mevsiminde düşüş gösterirken, buharlaşmanın arttığı yaz mevsiminde ise artış gösterdiği tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenliğin minimum değeri 2012 yılının Şubat ayında 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$, maksimum değeri ise 2012 yılının Eylül ayında 244 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir. Ortalama elektriksel iletkenlik değeri 200 olarak tespit edilmiştir. (Mutlu ve ark., 2013).

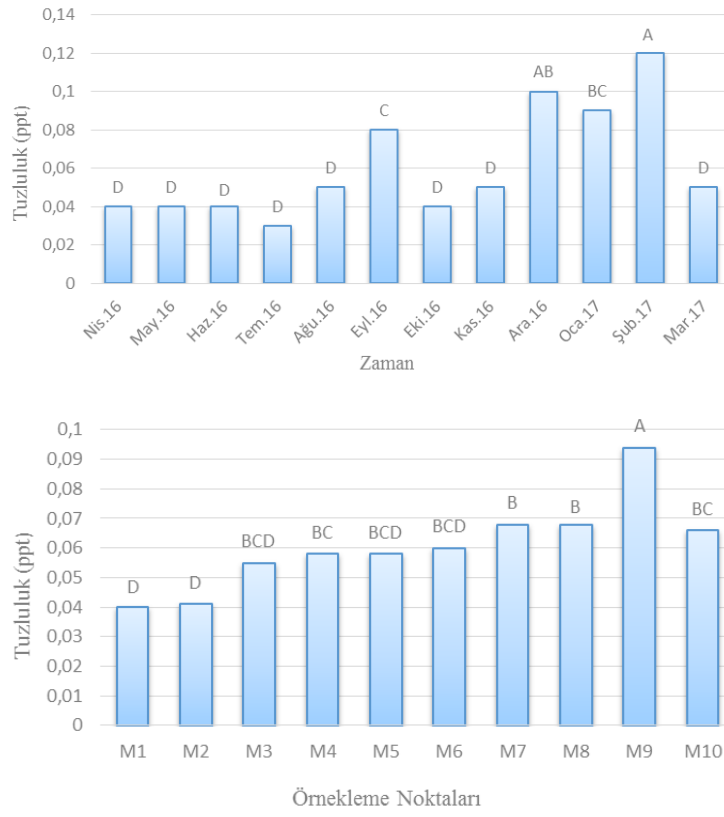
3.1.5. Tuzluluk

Sıcaklığın su üzerinde çözüldürmeyi artırıcı bir etkisi vardır Bu özelliğin tuzluluk üzerinde dolaylı bir etki yapmaktadır. Ayrıca tuzluluk miktarı çözünebilir tuzlar, kayalar, jeolojik yapı ve arazi kullanım durumuna (tarım, yerleşim, orman vs.) gibi bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Chapman, 1996). Tuzluluk ölçümleri incelendiğinde, sıcaklığın etkisi görülmektedir (Şekil 27). Membadan mansaba doğru gidildikçe sıcaklık artışıyla birlikte tuzluluk değerlerinde değişimler söz konusudur.



Şekil 27. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait tuzluluk değerlerinin yıllık dağılımı

Tuzluluk bakımından yapılan ANOVA analizleri sonucunda, örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları arasındaki farkın istatistik anlamda önemli olduğu görülmüştür (Tablo 5). Tuzluluk parametresinin zamana bağlı ANOVA analizi sonucuna göre maksimum değeri Şubat ayında 0.12 ppt, minimum değeri ise Temmuz ayında 0.03 ppt olarak tespit edilmiştir. Örnekleme noktaları arasında en yüksek değer M9 noktasında 0.09 ppt en düşük değer M1 noktasında 0.04 ppt olduğu görülmüştür (Şekil 28).



Şekil 28. Kabaca Deresi ortalama tuzluluğa ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

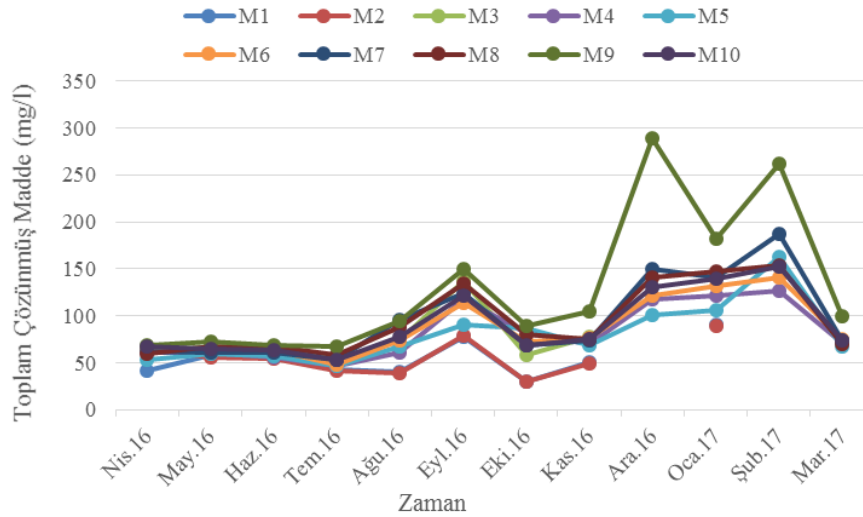
Korelasyon analizi sonuçlarında tuzluluk parametresi ile sıcaklık parametrelerinin negatif yönde, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen miktarı ve nitrat azotu parametreleri ile pozitif yönde ilişkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).

Seydisuyu Havzasında su ile sediment kalitesinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada havzada ölçülen en yüksek tuzluluk değeri yaz mevsiminde 2 numaralı istasyonda 0.3 g/L olarak ölçülmüştür. Mevsimsel olarak ortalama tuzluluk değişimleri kış 0.24 g/L sonbahar 0.28 g/L, ilkbahar 0.27 g/L ve yaz 0.3 g/L olarak tespit edilmiştir (Çiftçi, 2015).

3.1.6. Toplam Çözünmüş Madde Miktarı

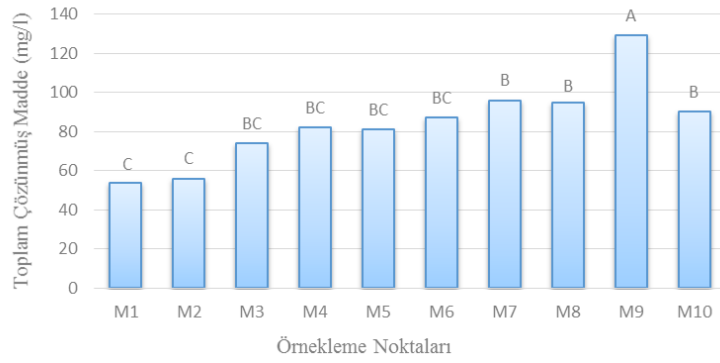
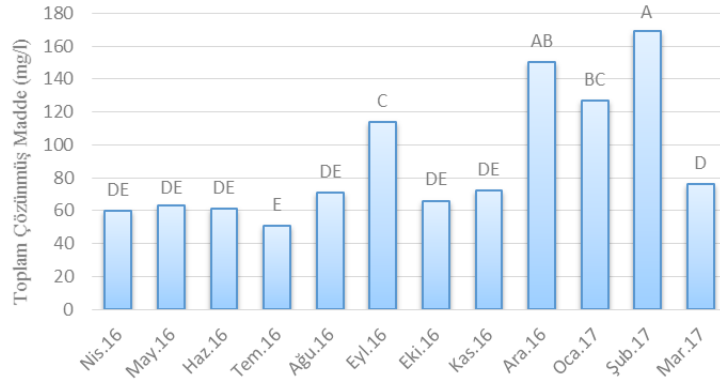
Toplam çözünmüş madde, su kaynaklarında çözünmüş durumda bulunan organik madde ile inorganik tuz içeriği olarak tanımlanmaktadır. Çözünmüş halde bulunan maddelerin doğal kaynaklarda konsantrasyonları farklılık gösterebilmektedir. Aynı zamanda, çözünmüş maddeler, doğal kaynakların yanında evsel atıklardan, endüstriyel atık sularından drenaj sularından da kaynaklanmaktadır (Güler, 1997)

Toplam çözünmüş maddelerin elektriksel iletkenlik ile orantılı olduğu bilinmektedir. Toplam çözünmüş madde miktarının tıpkı elektriksel iletkenlik parametresi gibi mabdan mansaba doğru artış göstermektedir. Örnekleme noktalarındaki ölçülen toplam çözünmüş madde miktarının ölçüm yapılan aylardaki değişimi Şekil 29'de gösterilmiştir.



Şekil 29. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait toplam çözünmüş madde değerlerinin yıllık dağılımı

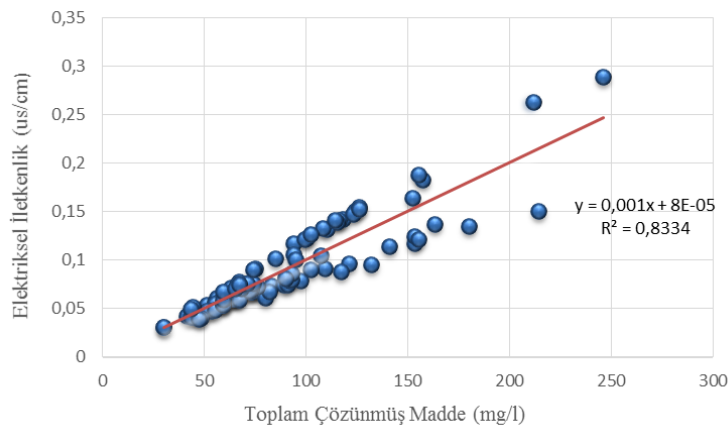
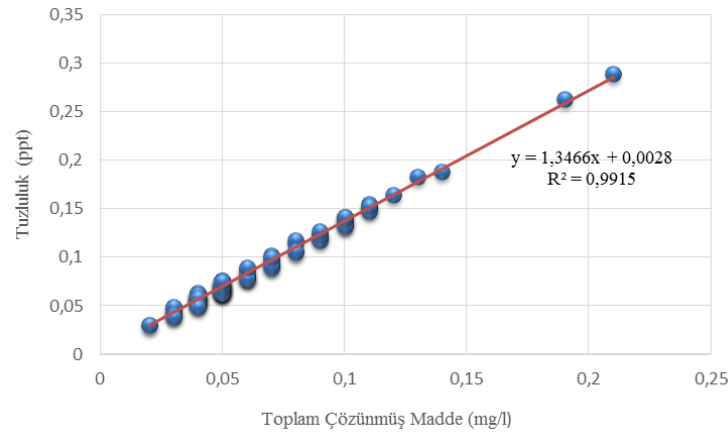
ANOVA analizleri sonucunda toplam çözünmüş madde miktarı bakımından, örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları arasındaki farkın istatistik anlamda önemli olduğu görülmüştür (Tablo 5). Toplam çözünmüş maddenin zamana bağlı ANOVA sonucuna göre en yüksek ölçüm değeri Şubat ayında 169 mg/l, en düşük değerleri ise Temmuz ayında 51 mg/l olarak ölçülmüştür. Örnekleme noktaları arasında en yüksek değerlerin M9 noktasında 129 mg/l en düşük değerlerin ise M1 noktasında 54 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 30).



Şekil 30. Kabaca Deresi ortalama toplam çözünmüş madde miktarına ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

Yapılan korelasyon analizine göre toplam çözünmüş madde miktarının sıcaklık ile negatif yönde elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen miktarı, nitrat azotu ve tuzluluk ile pozitif yönde ilişkisi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6).

Yapılan regresyon analiz sonucunda toplam çözünmüş madde miktarının tuzluluk ile R^2 değeri 0.99 elektriksel iletkenlik parametresi ile R^2 değeri 0.83 olarak tespit edilmiştir. Regresyon analizi grafikleri Şekil 31’de gösterilmiştir.



Şekil 31. Toplam çözünmüş madde miktarına bağlı tuzluluk ve elektriksel iletkenlik parametrelerinin regresyon analizi

Ahlat Sazlığı (Bitlis) potansiyel kirlilik düzeyinin yerüstü su kalitesi bakımından değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada Toplam çözünmüş maddenin örnekleme noktalarındaki mevsimsel değişimleri incelendiğinde minimum değeri yaz mevsiminde 186.24 mg/L, maksimum değeri de yaz mevsiminde 243.84 mg/L olarak ölçülmüştür (Akyüz, 2018).

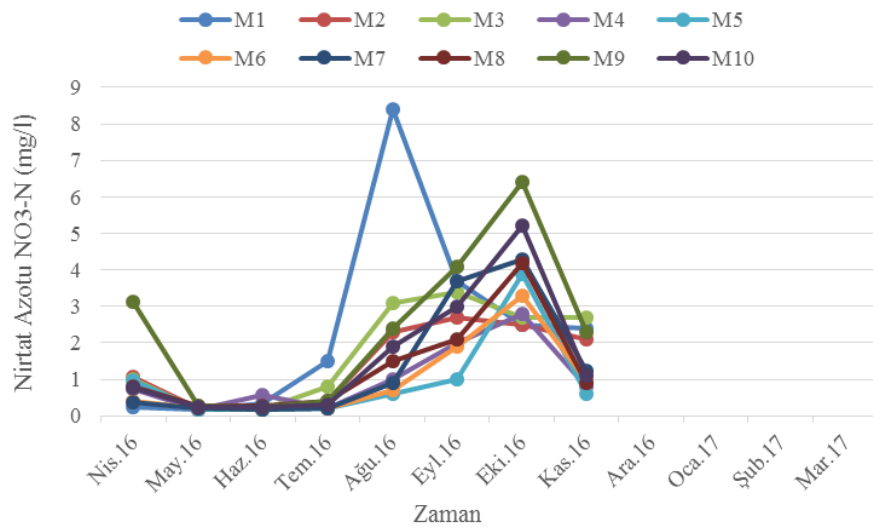
Ordu Akçaova Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada Toplam çözünmüş madde analizinde örnekleme alanının I. İstasyonunda 59 mg/l II. İstasyonunda 130 mg/l III. istasyonunda ise 244 mg/l olarak ölçülmüştür. Bu ölçümlerin genel ortalaması 145 mg/l olarak hesaplanmıştır. Yapılan ANOVA analizinde ve tukey testinde ise ölçüm istasyonları arasında istatistik açıdan bir farkın olduğu tespit edilmiştir (Alptekin, 2018).

3.1.7. Nitrat Azotu (NO₃-N)

Nitratlar, parçalanmış organik madde azotlarının oksidasyonu ile tamamen mineralize olup kirlilik açısından zararsız hale gelmiş ürünlerdir. Nitratın doğal kaynakları; toprak, bitkiler ve ölü hayvanlar ve volkanik kayalardır. Ayrıca, kanalizasyon ve endüstriyel kaynaklı atık sular, katı atık depolama sahalarından gelen atık sular, tarım alanlarında nitratlı gübrelerin kullanılması, NO₃-N konsantrasyonunu arttırmaktadır (Yılmaz, 1999).

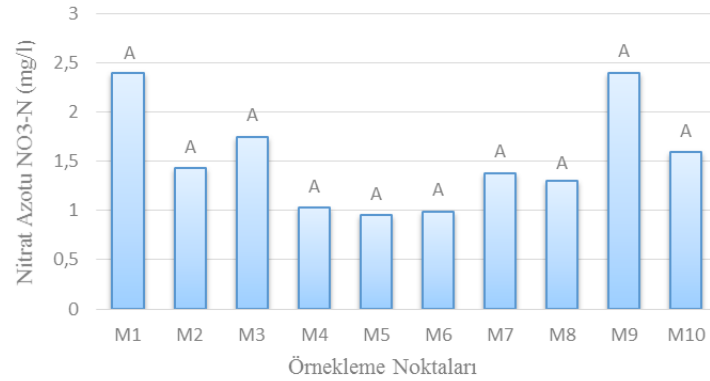
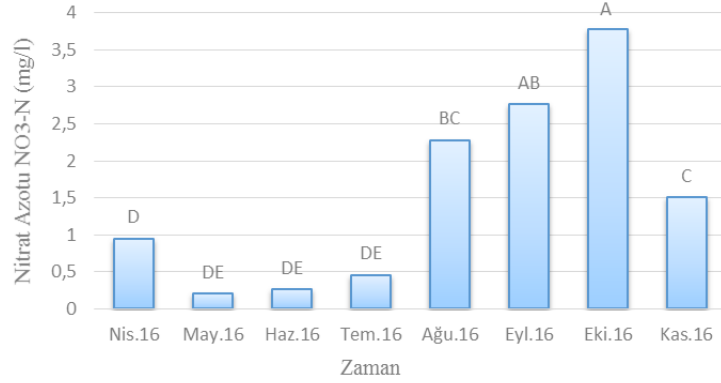
Toprakların yapay gübre ile gübrenmesinden yeraltı sularında fazla oranda NO₃-N bulunduğu saptanmıştır. Aynı zamandan, herhangi bir sebep ile aşırı miktarda alınan nitratın, insan ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkilere ve zehirlenmeye sebep olmaktadır (Nazar, 2018).

Çalışma alanındaki kullanılan su kalitesi ölçüm cihazının nitrat probunun arızalanmasından kaynaklı Aralık-2016 ile Mart-2017 tarihleri arasındaki veriler ölçülemedi (Şekil 32). “Kıtaçi Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”ne göre NO₃-N değerinin <3 değeri altında olması gerekmektedir. Örnekleme noktalarındaki ölçülen NO₃-N değerlerinin aylara göre değişimine bakıldığında **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** genel anlamda “I. Sınıf” sularındadır ve “Yüksek Kaliteli Sular” sınıfına girmektedir. Bazı ölçümlerde ise bu sınır dışına çıkıp “II. Sınıf” sularına yani “Az Kirlenmiş Su” sınıfına girmiştir.



Şekil 32. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait NO₃-N değerlerinin yıllık dağılımı

ANOVA analizleri sonucuna göre, NO₃-N parametresinin örnekleme zamanları arasındaki farkın istatistik anlamda önemli olduğu görülmüştür. Ancak örnekleme noktaları arasında istatistik açısından bir farklılık görülmemiştir (Tablo 5). Analiz sonuçlarına göre NO₃-N kriterinin maksimum değeri Ekim ayında 3.78 mg/l, minimum değeri ise Mayıs ayında 0.21 mg/l ölçülmüştür (Şekil 33).



Şekil 33. Kabaca Deresi ortalama NO₃-N kriterine ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

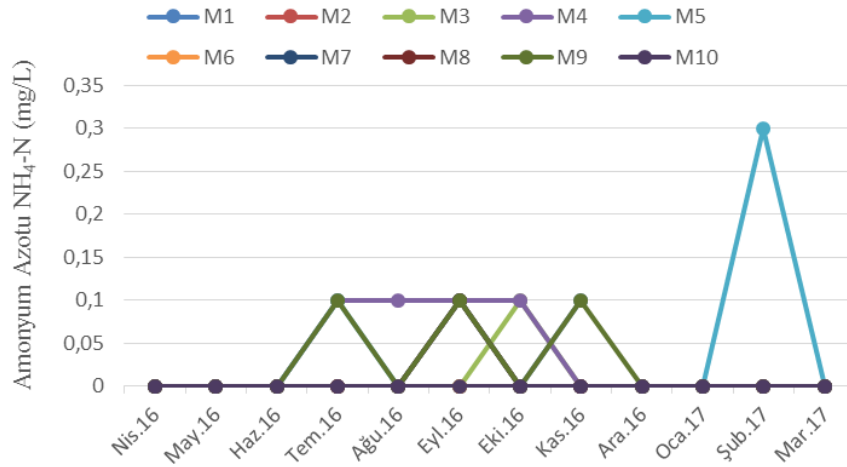
Korelasyon analizi sonucunda, nitrat azotunun sıcaklık ve iletkenlik ile pozitif yönde çözülmüş oksijen miktarı ile ise negatif yönde bir ilişkisi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6).

(Özen, 2018) tarafında yapılan Ulupınar Çayı'nda trichoptera faunası ve su kalitesi ile ilişkisinin araştırıldığı çalışmada NO₃-N değerlerinde örnekleme noktaları ile mevsimsel bakımdan değişiklikler tespit edilmiştir. Ortalama değerler ise 0,22 mg/l ile 0,34 mg/l arasında bulunmuştur.

3.1.8. Amonyum Azotu (NH₄ -N)

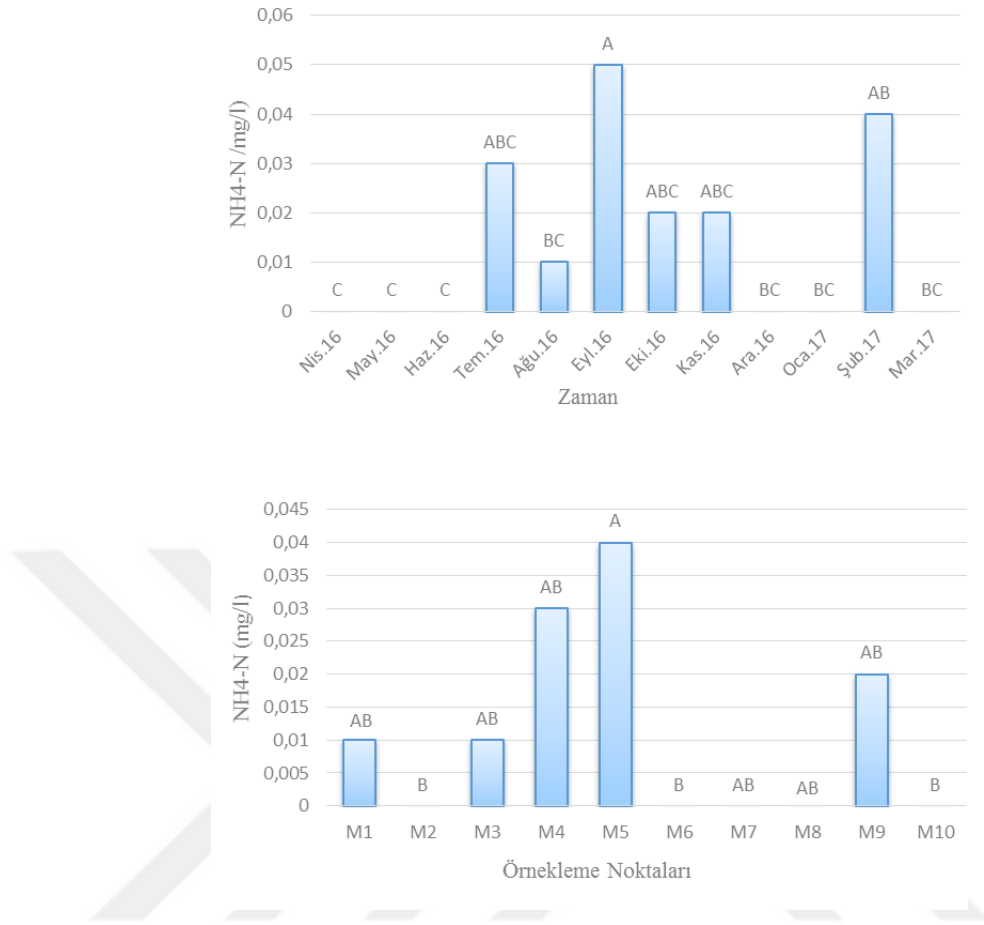
Amonyak, sularda iyonize olmuş haldeki NH₄⁺ ile iyonize olmamış NH₃ halde iki şekilde bulunmaktadır ve amonyum (NH₄⁺), amonyak (NH₃) bileşiğinin doğal sulardaki halidir. Ayrıca amonyum, canlıların sahip olduğu protein ya da diğer azotlu organik maddelerinde bulunan bakteriler tarafından parçalanmasıyla oluşan artıktır ve organizmalar tarafından tekrar absorbe edilebilmektedir (Chapman, 1996).

Çalışma alanında yapılan ölçümler sonucunda NH₄-N parametresinin 12 aylık verileri aşağıda verilmiştir. “Kıtaçi Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”ne göre NH₄-N değerinin <0,2 değeri altında olması gerekmektedir. Örnekleme noktalarındaki ölçülen NH₄-N değerlerinin aylara göre değişimine Şekil 34’ten bakıldığında **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** “I. Sınıf” sulardan olduğu ve Yüksek Kaliteli Sular” sınıfına girdiği görülmektedir. Yalnızca Şubat ayında M5 noktası II. Sınıf su kalitesi sınıfına dâhil olmuştur.



Şekil 34. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait NH₄-N değerlerinin yıllık dağılımı

ANOVA analizleri sonuçlarında ise amonyum azotunun örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları arasındaki farkın istatistik anlamda önemli olmadığı görülmüştür (Tablo 5, Şekil 35).



Şekil 35. Kabaca Deresi ortalama NH₄-N kriterine ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

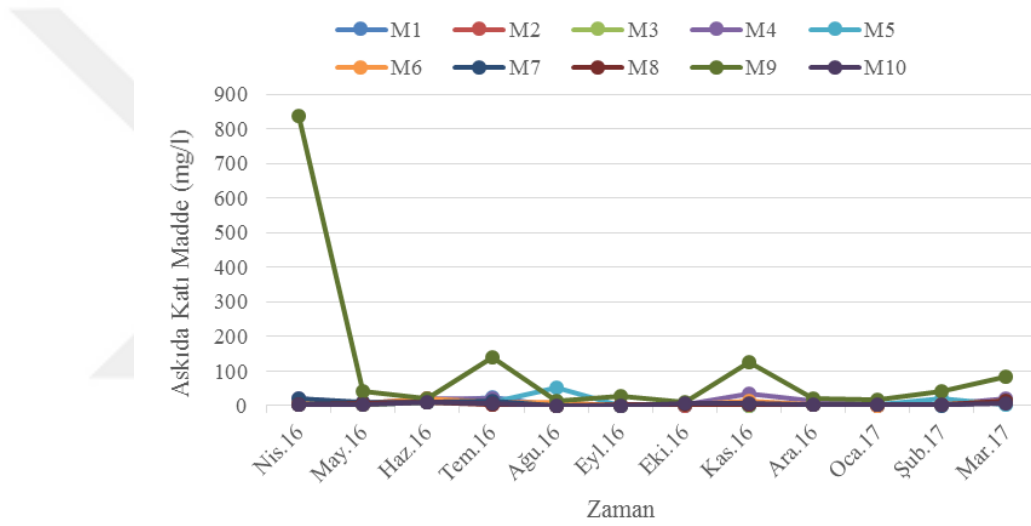
Gökova Körfezi'nde su kalitesi değerlerinin CBS ile değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada yıllık ortalama NH₄-N değeri; 0,0357 mg/l'dir. Minimum değer Şubat ayında 0,0129 mg/l, maksimum değer ise Eylül ayında 0,1565 mg/l olarak görülmüştür (Perktaş, 2015).

Balıklı Gölü'nün su kalitesi bakımından incelendiği araştırmada NH₄-N 'ün minimum değeri Mart ayında gölün giriş bölümünde 0,2 mg/l ölçülmüştür. Maksimum değeri ise Temmuz ayında, gölün çıkış noktasında 0,87 mg/l olarak ölçülmüştür. Sonuçlara göre de I. ve II. Sınıf su kalite olarak tespit edilmiştir (Dişli, 2002).

3.2. Askıda Katı Madde

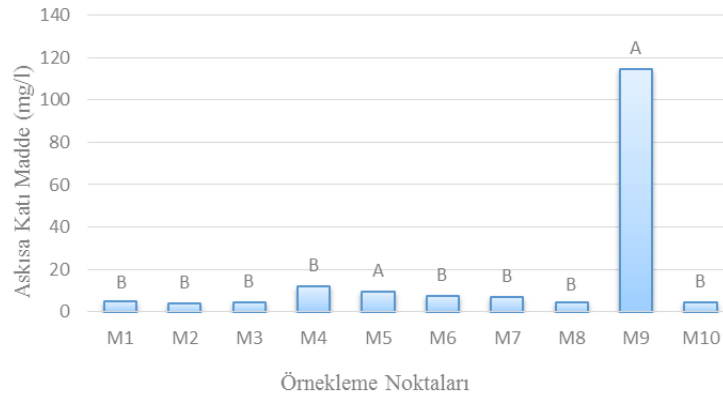
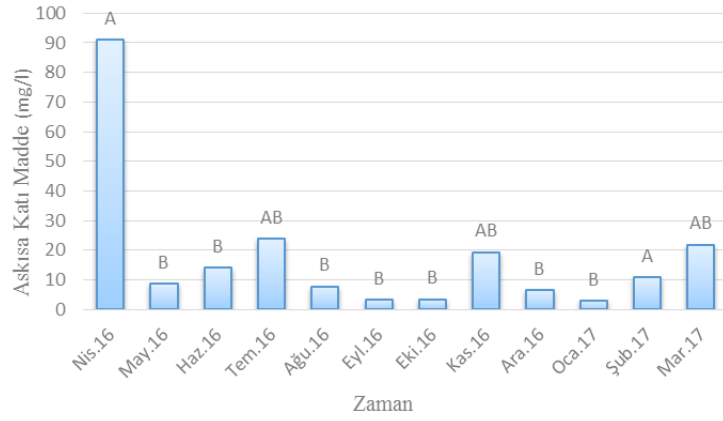
Su içerisinde süspansiyon halde bulunan ve/veya taşınan askıda katı madde (AKM), yükseltiye, eğim derecesine, yağış miktarına ve arazi kullanım durumuna bağlı olarak havza boyunca genelde mambadan mansaba doğru bir artış göstermektedir. İnsan aktiviteleri ve erozyon, sel, taşkın, heyelan gibi doğal çevresel faktörler sonucu yüzey sularının AKM miktarında artış olabilir (C. T. Yang, 1996)

12 ay boyunca ölçüm alınan noktaların aylık dağılımları gösterilmiştir. Noktaların AKM ölçülerinde paralellik görülmektedir (Şekil 36). Nisan ayında M9 noktasındaki artışın arazi kullanım durumuna, insan aktivitelerine bağlı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 36. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait AKM değerlerinin yıllık dağılımı

ANOVA analizleri sonucunda AKM değerlerinin örnekleme noktaları arasında istatistik açıdan önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme zamanları arasında ise istatistik açıdan bir fark görülmemiştir (Tablo 5). AKM değerleri en yüksek M9 noktasında 114.7 mg/l en düşük M2 noktasında 3.66 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 37).



Şekil 37. Kabaca Deresi ortalama AKM değerine ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

Ziyaret Göleti Havzası'nın su kalitesi ile sediment değişiminin araştırılması amacıyla yapılan çalışmada. Ziyaret Göleti'ni besleyen suyun tespit edilen en yüksek AKM değeri 10 mg/l olmuştur Aralık ayında su içerisinde AKM tespit edilememiştir. AKM değerinin en yüksek seviyesi Haziran ayında etmen düşük değeri ise Aralık ayında ölçülmüştür. (Oğuz, 2015).

(Tepe, 2009), tarafından Reyhanlı Yenişehir Gölü'ndeki yapılan çalışmaya Nisan 2003 tarihinde başlayıp 12 ay süresince devam edilmiştir. AKM değerleri ise 23-28 mg/l arasında bulunmuştur.

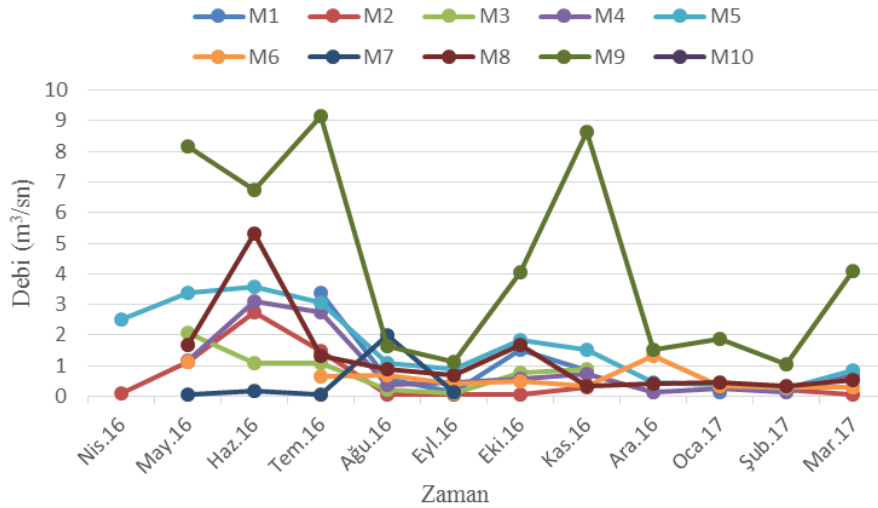
3.3. Debi

NT-HES tesisleri üretim aşamasında deredeki su miktarının belirli bir kısmını regülatörlerle iletim kanallarına ileterek ve deredeki doğal akışın bozulmasına sebep

olmaktadırlar. Bazı tesislerde ise elektrik üretimini sürekli yapabilmek amacıyla regülatör yüksekliği artırılıp depolu tesisler inşa edilmektedir. Bunun sonucu olarak nehirlerdeki akım etkilenecek doğal dengesi bozulmaktadır (Berkün, 2016).

NT-HES tesisleri üretim aşamasına geçtikten sonra nehir yatağında ne kadar can suyu bırakacağı da önemli bir konudur (Özalp ve ark., 2010). Su Kullanım Hakkı Anlaşması Yönetmeliği'ne göre can suyu miktarı, tesislerde alınan son on yıllık ortalama akımın en az % 10'u şeklinde belirlenmiştir. Fakat nehirlerin akım ve rejimleri bölgelere göre değişimler gösterdiğinden bırakılacak can suyu miktarının her nehir için aynı olmasını beklemek mümkün değildir (Karadeniz ve ark., 2011).

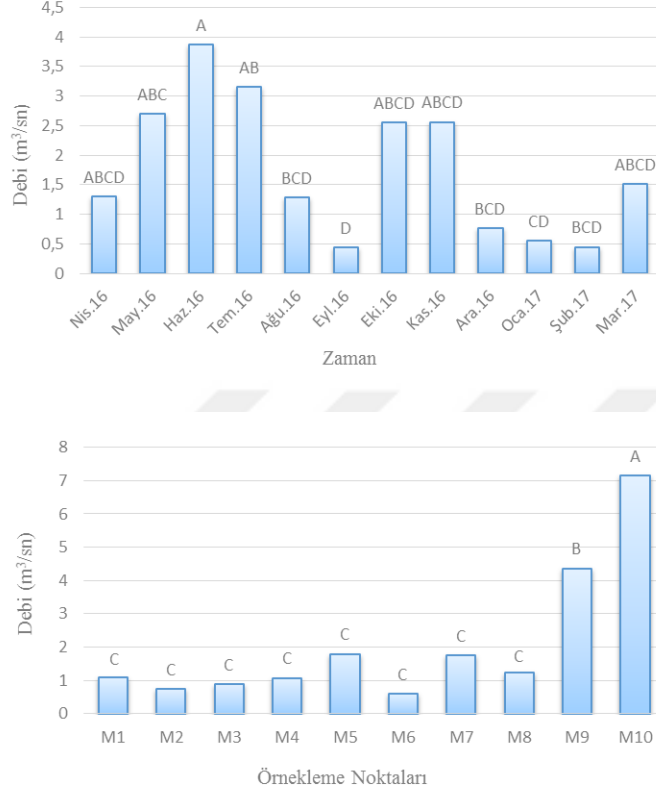
Çalışma alanındaki birbiri ardına sıralı HES tesislerinin bulunması ve derelerdeki suyun regülatör ile alınmasından kaynaklı olarak örneklerde de görüldüğü gibi debi değerlerinde dalgalanmalar olmuştur. M9 noktasındaki değerlerin diğer noktalara nazaran daha yüksek çıkmasının sebebi yan koldan gelen Muruvan Deresindeki suyu alabilecek HES tesislerinin bulunmamasıdır (Şekil 38). Ayrıca arazi koşullarından dolayı kış mevsimi içerisinde bazı noktalara erişim sağlanamadığından akım ölçümleri yapılamamıştır.



Şekil 38. Örnekleme noktalarına ve örnekleme zamanlarına ait debi değerlerinin yıllık dağılımı

Yapılan ANOVA analizi sonucunda, örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları arasındaki farkın istatistik anlamda önemli olduğu görülmüştür (Tablo 5). Debi miktarının zamana bağlı ANOVA sonucuna göre en yüksek değeri Haziran ayında

3.87 m³/sn, en düşük değerleri ise Eylül ayında 0.44 m³/sn olarak ölçülmüştür. Örnekleme noktaları arasında ise, en yüksek değer M10 noktasında 7.51 m³/sn en düşük değer M6 noktasında 0,59 m³/sn olduğu görülmüştür (Şekil 39).



Şekil 39. Kabaca Deresi ortalama debi miktarlarına ait istatistiksel önem seviyelerinin örnekleme zamanına ve örnekleme noktalarına bağlı dağılımı

Korelasyon analizi sonuçlarında AKM miktarı ile pozitif yönde, ilişkisi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6).

Berdan Barajı'nda baraj yatağına bırakılan günlük su miktarları toplanarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Yapılan akım ölçümlere göre; en düşük değer Aralık, Ocak, Ekim aylarında ve ortalama değeri 2,99 m³ /sn bulunmuştur. En yüksek değer ise Mart, Nisan, Mayıs aylarında ortalama 35,71 m³ /sn olarak tespit edilmiştir (Özbay ve ark., 2011).

3.4. NT-HES Tesislerinin Su Kalitesi Parametrelerine Etkisi

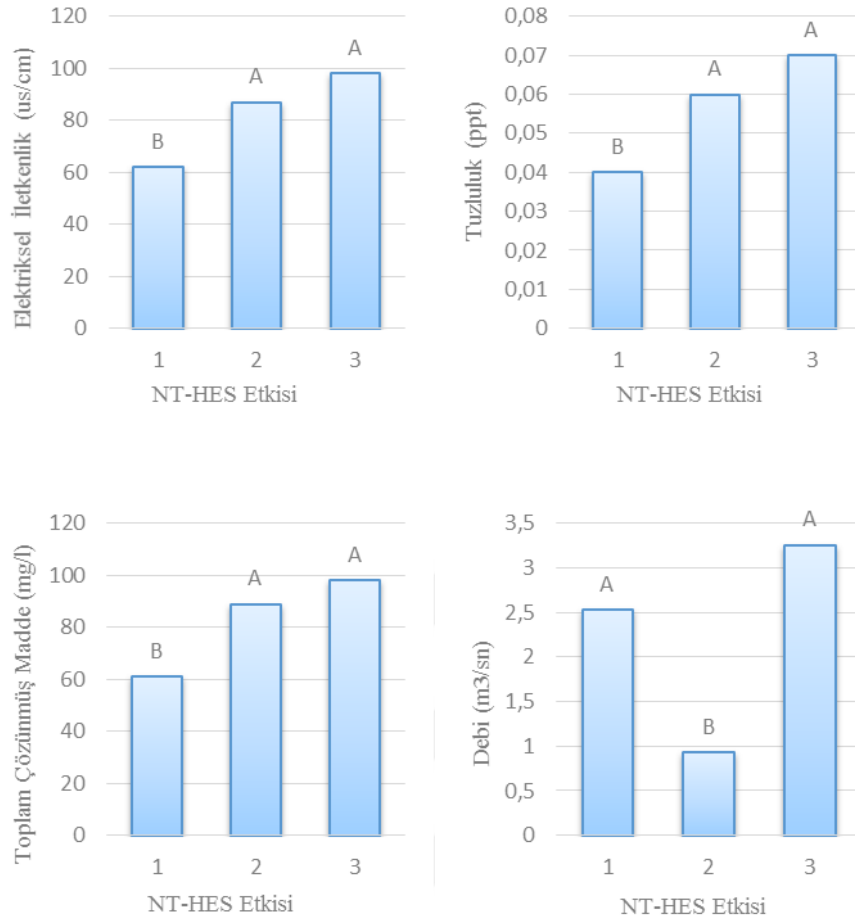
Çalışma alanında bulunan birbiri ardına kurulu NT-HES tesislerinin, ölçülen su kalitesi parametreleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını istatistiksel açıdan ortaya

koyabilmek amaçlanmıştır. Çalışma alanındaki noktalar birbiri ardına kurulu 3 adet NT-HES tesisinin (1) regülatör öncesi, (2) cansuyu ve (3) kuyruk suyu çıkışındaki su kalitesi ve sediment verimlerini karşılaştırmak üzere sınıflandırılmıştır.

Tablo 7. NT-HES etkisinin su kalitesi parametrelerine bağlı ANOVA analizi

PARAMETRELER	F değerleri	P değerleri
Su Sıcaklığı	0,7009	0,4984
pH	1,7558	0,1777
Çözünmüş Oksijen	1,6167	0,2034
Elektriksel İletkenlik	8,3797	0,0004
Tuzluluk	6,0185	0,0033
Toplam Çözünmüş Madde	7,1900	0,0012
NO ₃ -N	0,8005	0,4528
NH ₄ -N	0,8757	0,4196
AKM	1,7534	0,7181
Debi	8,9189	0,0003

Tablo 7’de NT-HES tesislerindeki belirtilen 3 kritere göre su kalitesi parametreleri ile ANOVA analizi sonuçları görülmektedir. Buna göre elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve toplam çözünmüş madde miktarı ile debi miktarında istatistik anlamda fark tespit edilmiştir (Şekil 40). Sularda bulunan toplam çözünmüş madde miktarı organik madde ve inorganik tuz içeriği olarak tanımlanmaktadır (Güler, 1997). Toplam çözünmüş maddeler, çoğunlukla iletkenlikle ilişkilendirilerek suyun iyon yükünün, tuzluluğunun ve kirliliğinin değerlendirmesinde kullanılır. Sudaki Toplam çözünmüş madde miktarının artması ile tuzluluk ve iletkenlik miktarları da doğrudan etkilenmektedir (Akyüz, 2018)



Şekil 40. NT-HES etkisinin istatistiksel önem seviyelerinin su kalitesi parametrelerine ve debi miktarına bağlı dağılımı

Bu sonuçlarla beraber, çalışma alanındaki NT-HES'lerin, Kabaca Deresi'ndeki suyun önemli bir kısmını kullandıkları ortaya konulmuştur çünkü can suyu olarak bırakılan su miktarının dereye doğal olarak akması gereken debi miktarından ciddi oranda az olduğu istatistiksel analizler sonucunda da kanıtlanmıştır. Bilindiği üzere, bu tür tesislerin kurulduğu derelerde can suyu miktarı, Su Kullanım Hakkı Anlaşması'na göre son on yıllık ortalama akımın % 10'u olacak şekilde belirlenmiştir. Ancak, bu çalışma sonuçları da göstermiştir ki, gerçekte can suyu miktarı belirlenirken her bir alanın coğrafi konumuna ve ekolojik isteklerine göre karar verilmelidir ve düzenlenmeler bu ihtiyaçlara uygun şekilde yapılmalıdır. (Özalp ve ark., 2010) yaptıkları çalışmada, bu durumundan ilk olarak dere yatağında bulunan bitki örtüsü ve sucul canlıların habitatlarının etkileneceğini hatta yağışın ve dolayısı ile dere akışının azaldığı kurak dönemlerde etkinin çok daha ciddi olacağını vurgulamışlardır. Çoklu NT-HES tesislerinin dere ekosistemlerine etkisinin

araştırıldığı bir başka çalışmada (Koralay, 2015) ise dere kenarı bitki örtüsünün bu tür tesislerin olumsuz etkileri sonucu bozulması durumunda deredeki su sıcaklığının artacağı, buna bağlı olarak da znmş oksijen miktarının azalmasına neden olacağı ve dolayısıyla da sucul canlılar için yaşam şansının azalacağı belirtilmiştir. Aynı çalışmada, su kalite parametrelerinin NT-HES'lerden olumsuz şekilde etkilendiği, özellikle işletme aşamasında dereye bırakılan suyun miktarının azaldığı ve HES'lerin dere üzerine inşa edilmesiyle dere hidrolojisinin bozularak düzensiz akışlara neden olduğu da saptanmıştır.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç

Bu tez çalışmasının ana amaçlarından biri Kabaca Deresinin ürettiği su ve askıda sediment miktarının yıllık değişimlerini belirlemenin yanında deredeki suyun bazı su kalitesi parametreleri açısından mevcut durumunu ortaya koyan bilimsel bir altlık oluşturmaktır. Ayrıca, Kabaca Deresi üzerinde ardışık olarak yapılan çoklu NT-HES'lerin, deredeki su kalitesi, su miktarı ve taşınan sediment üzerinde nasıl etkileri olduğuna dair bilimsel veri üretebilmek de bu araştırmanın bir diğer hedefi olarak belirlenmiştir. Çünkü ülkemizde sayıları son yıllarda hızla artan ve dere ekosistemleri üzerinde genelde ciddi olumsuz etkilere neden olan NT-HES'lerin yapıldıkları akarsu sistemlerindeki su kalitesine ve akım rejimine olası etkilerini irdeleyen bilimsel çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu kapsamda, Kabaca Deresi boyunca seçilen 10 noktada, Nisan 2016- Mart-2017 tarihleri arasında periyodik olarak aylık bazda bazı su kalitesi parametrelerini, AKM miktarlarını ve debi seviyelerini belirleme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen bazı su kalitesi parametreleri, ülkemizde bu konudaki en önemli mevzuat olan "Kıtaıçi Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği" baz alınarak karşılaştırılmış ve sınır değerlerin aşılıp aşılmadığı belirlenmiştir. Bu karşılaştırma sonuçlarına göre Kabaca Deresi'nde belirlenen ortalama su kalitesi parametreleri örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları bakımından I.SINIF su kalite grubuna girmiştir. Fakat NO₃-N parametresi bazı örnekleme zamanları ve örnekleme noktaları bakımından sınırı aşarak II. SINIF su kalitesi sınıfına girmiştir. Bununla birlikte NH₄-N parametresinde Şubat ayında Çakırlar HES kuyruk suyu çıkışı noktası olan M5 sınırı aşarak II. Sınıf su kalite sınıfına girmiştir. ANOVA analizleri sonucunda örnekleme noktaları açısından elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve toplam çözünmüş madde miktarı parametrelerinde AKM ve debi miktarında istatistik bakımdan farklılıklar görülürken sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen NO₃-N ve NH₄-N parametrelerinde bir farklılık görülmemiştir. Örnekleme zamanı bakımından ise sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, toplam çözünmüş madde miktarı ve NO₃-N parametrelerinde ve debi miktarında istatistik açıdan anlamlı farklılıklar tespit

edilirken NH₄-N parametresi ve AKM’de farklılık görülmemiştir. Tablo 8’de ise parametrelerin en yüksek ve en düşük değeri gösterilmektedir.

Tablo 8. Kabaca Deresinde ölçümü yapılan tüm parametrelere ait en yüksek, en düşük ve ortalama değerler

Parametreler	Örnekleme Zamanı			Örnekleme Noktaları		
	En Yük. Değer	En Düş. Değer	Ort.	En Yük. Değer	En Düş. Değer	Ort.
Su Sıcaklığı °C	15.27	0.35	6,81	9,40	6,25	7,29
pH	8.24	6.91	7,18	7,39	6,92	7,13
Çöz. Oksijen mg/l	13.34	9.33	11,63	11,88	11,04	11,49
Elek. İletkenlik us/cm	145	57	88	131,6	54,4	84,76
Tuzluluk ppt	0.12	0.03	0,06	0,09	0,04	0,05
Top. Çöz. Madde mg/l	169	51	90	129	54	84,4
NO ₃ -N mg/l	3.78	0.21	1,5	2,40	0,95	1,52
NH ₄ -N mg/l	0,3	0	0,04	0,27	0	0,01
AKM mg/l	90,9	3,06	17,8	114,7	3,66	17,15
Debi m ³ /sn	3.87	0.44	1,76	7,51	0,59	2,1

Bilindiği üzere NT-HES tesislerinde elektrik üretimi için dere yatağındaki sular regülatör ile alarak iletim kanallarına iletilmektedir. Bu durum nehirlerdeki doğal akışın bozulmasında büyük etkiye sahiptir. Çalışma alanında ard arda bulunan NT-HES tesisleri nedeniyle su kaynakları dere yatağına ulaşmadan tekrar regülatörlerle iletim kanallarına alınmaktadır. Bu durum nehir derelerdeki doğal akışın bozulmasında büyük rol oynamaktadır. Aynı zamanda tesislerdeki can suyu miktarı “Su Kullanım Hakkı Anlaşması”na göre son on yıllık ortalama akımın % 10’u olacak şekilde belirlenmişse de bu durum derelerin bulunduğu coğrafyaya uygun şekilde planlanmalıdır. Buna karşılık, istatistiksel analiz sonuçları irdelendiğinde, regülatör öncesinde kalan M1, M3 ve M9 noktalarının elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve toplam çözülmüş madde parametrelerinin cansuyu noktalarına ve kuyruksuyu çıkışı noktalarına göre farklılıkların olduğu debi değerinde ise cansuyundan alınan M2, M4, M6 ve M8 noktalarının regülatör öncesinde ve kuyruksuyu çıkışında yer

alan noktalara göre farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara ek olarak, aynı zamanda, NT-HES tesislerinde iletim kanalları ve cebri borularla taşınan su, tesise verilmeden önce yükleme havuzlarında bekletilmekte ve bu işlem sonucunda da AKM miktarının belirli bir kısmının çökmesine, dolayısıyla suda taşınan sediment miktarının doğal halinden farklı çıkmasına sebep olmaktadır. Bu tespitlere dayanarak, özellikle ormanlık havzaların yukarı kısımlarına yapılan insan müdahalelerinin su kalitesine ve o havzalarda üretilen ve taşınan sediment miktarına doğrudan etkisi olduğu, bu nedenle de akarsu ekosistemlerinin doğal yapısına olumsuz etkileri olduğu söylenebilir.

Öneriler

- Ormanlık havzaların doğal yapılarını ve sundukları ekolojik hizmetleri sekteye uğratan biçimde birbiri ardına sıralı NT-HES tesisleri yapılmasına izin verilmemelidir. Yapılacaksa da tesis yapılarının doğaya ve alana en az zarar verecek güzergâhtan geçirilerek, ekolojik dengeyi bozmayacak şekilde yapılmasına izin verilmelidir
- Havza planlamaları yapılırken, tecrübeli branş uzmanlarının yapacağı çalışma ile ekolojik durum göz önünde tutulmalı ve oluşabilecek risk faktörleri ortaya konulmalıdır. Gelecek kuşakların da yararlanmasına imkân tanıyacak şekilde planlamalar yapılmalı ve önlemler alınmalıdır.
- NT-HES tesislerinin çevresel etkileri incelenirken aynı nehirde yapılması planlanan projelerin bütüncül etkileri göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapılmalı ve çevreye verdiği zararlar göz ardı edildiğinde çözümü mümkün olmayan sonuçların ortaya çıkabileceği unutulmamalıdır.
- Analizler sonucunda, çalışma alanındaki NT-HES'lerin, Kabaca Deresi'ndeki suyun önemli bir kısmını kullandıkları ve can suyu olarak bırakılan su miktarının dereye doğal olarak akması gereken debi miktarından ciddi oranda az olduğu istatistik anlamda çıkan farklılıklarla da kanıtlanmıştır. Bilindiği üzere, bu tür tesislerin kurulduğu derelerde can suyu miktarı, "Su Kullanım Hakkı Anlaşması"'na göre son on yıllık ortalama akımın % 10'u olacak şekilde belirlenmiştir. Ancak, bu çalışma sonuçları da göstermiştir ki,

gerçekte can suyu miktarı belirlenirken her bir alanın coğrafi konumuna ve ekolojik isteklerine göre karar verilmelidir ve düzenlenmeler bu ihtiyaçlara uygun şekilde yapılmalıdır.



KAYNAKLAR

- AÇŞİM, 2018. Artvin İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu.
- Akpınar, E., 2005. Nehir Tipi Santrallerin Türkiye'nin Hidroelektrik Üretimindeki Yeri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2).
- Akyüz, F. 2018. Ahlat Sazlığı (Bitlis) Potansiyel Kirlilik Düzeyinin Yerüstü Su Kalitesi Bakımından Araştırılması.
- Alptekin, S. 2018. Ordu Akçaova Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi.
- Anşin, R., 1983. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri (The Floristic Regions and the Major Vegetation Types of Turkey). *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6(2), 318-339.
- Aydın, H. 2015. Batlama Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi.
- Balbay, Ü. C. 2011. Hidroelektrik Santral Projelerinde Ekosistem Su İhtiyacının Belirlenmesi ve Türkiye'deki Uygulamalar. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Berkün, M., 2016. Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Tasarımı ve Çevresel Boyutu Üzerine Genel Bir Bakış
- Ceylan, S. 1995. Artvin Yöresinin Coğrafi Etüdü. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Chapman, D. 1996. *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Paper presented at the United Nations Environment Programme.
- Çiftçi, M. 2015. Seydisuyu (Eskişehir) Havzasında Su ve Sediment Kalitesinin Belirlenmesi.
- Dalkır, Ö. , Şeşen, E. 2011. Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik.
- Dayıoğlu, H. 2011. Andık Deresi Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Epilitik Diyatomlara Göre Belirlenmesi ve Elde Edilen Sonuçların Coğrafi Bilgi Sisteminde Değerlendirilerek Su Kalitesinin Modellenmesi. Süleyman Demirel üniversitesi.
- Demir, A. D., Şahin, Ü. , Demir, Y., 2016. Murat Nehri Su Kalite Parametrelerinin Trend Analizi ve Tarımsal Açından Kullanılabilirliği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 414-420.

- Dinçer, S. 2014. Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi Giresun Üniversitesi.
- Dişli, M. 2002. Şanlıurfa Balıklıgölü'nün Su Kalitesi Yönüyle Değerlendirilmesi.
- Doğanay, Ç. D. 2017. Pazarsuyu Vadisindeki (Giresun) HES'LER ve Çevresel Etkileri. Giresun Üniversitesi.
- DPT, S. B. Y. K. P., 2001. *Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu* Ankara,
- DSİ, 2012. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2012 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara.
- DSİ, 2013. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2013 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara.
- DSİ, 2014. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2014 Yılı Faaliyet Raporu Ankara.
- DSİ, 2015. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2015 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara.
- DSİ, 2016. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2016 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara.
- DSİ, 2017. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2017 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara.
- Eminağaoğlu, Ö. 2015. Artvin'in Doğal Bitkileri.
- Gattinger, T. E., 1962. Explonatory Text of Geological Map of Turkey. *MTA Publications*.
- Gedik, K., Verap, B., Terzi, E. , Fevzioglu, S., 2010. Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 19(76), 25-35.
- Goldemberg, J. , Johansson, B. T., 2004. *Worl Energy Assesment*,
- Gök, C. 2014. Avrupa Birliği Adayı Türkiye İçin Yerüstü Sularında Kimyasal İzleme ve İzleme Noktalarının Belirlenmesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ. , Evcimen, T. U., 2012. Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 57(471), 18-26.
- Güler, Ç. 1997. Su Kalitesi. Ankara: Sağlık Bakanlığı.
- Güner, S. 2000. Artvin-Genya Dağı'ndaki Orman Toplumlari ve Silvikültürel Özellikleri.
- Güner, S., Tüfekçioğlu, A., Öztürk, A. , Eroğlu, H., 2005. Artvin İl Gelişme Planı.
- Hem, J. D. 1985. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water.

- Hepsağ, E. 2003. Köyceğiz- Dalyan Lagün Havzası Su Kalitesi Kaynaklarının Su Kalitesi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Hızal Ahmet, Serengil Yusuf , Mehmet, Ö., 2008. Ekosistem Tabanlı Havza Planlama Metodolojisi ve Havza Çalışmalarında Yapılan Yanlış Uygulamalar *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 1-12.
- IEA, 2012. Technology Roadmap Hydropower.
- Kalkınma Bakanlığı, 2014. *Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği. Onuncu Kalkınma Planı*, Ankara, 72.
- Karabağ, S. , Şahin, S. 2015. Türkiye Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası.
- Karadeniz, V., Akpınar, E. , Başbüyük, A., 2011. Nehir Tipi Hidroelektrik Santraller ve Çevresel Etkileri (Reşadiye Hidroelektrik Santralleri Örneği). *Doğu Coğrafi Dergisi*, 16(26).
- Karagüllü, D. 2015. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Kullanılarak Trabzon İli Söğütlü (Kalanima) Deresi Kalitesi Parametrelerinin Değerlendirilmesi
- Karakaplan, 1979. Sediment Taşınımının Yağış Yüzey Akış Eğitimi ve Sedimentle İlişkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3-4).
- Ketin, İ., 1949. Artvin Bölgesinin Jeolojik Etüdü Hakkında Memuar. *MTA Enstitü Yayınları*.
- Koralay, N. 2015. Solaklı Deresi Havzasında Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Su Kalitesine Etkileri.
- Koralay, N., Kara, Ö. , Kezik, U., 2014. *solaklı Deresinde Askıda Katı Madde Düzeyinin Zamansal Değişimi. I.Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu*, Çankırı,
- Koralay, N., Kara, Ö. , Kezik, U., 2015. Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Askıda Katı Madde Miktarı Üzerine Etkisi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi*.
- Kurdoğlu, O. , Özalp, M., 2010. *Nehir Tipi Hidroelektrik Santral Yatırımlarının Yasal Süreç Çevresel Etkiler Doğa Koruma ve Ekoturizmin Geleceği Kapsamında Değerlendirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*,
- Lund-Hansen, L. C. , Skyum, P., 1992. Changes In Hydrography And Suspended Particulate Matter during A Barotropic Forced Inflow. *Oceanologica Acta*, 15.
- MEB. 2012. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Önemi.
- Mızraklı Akın, Güzence Emin , Yalçın Armağan Ş, 2008. Ormanların Su Kaynakları Potansiyeli Üzerine Etkileri, Bu Alanların Belirlenmesi, Korunması ve DİM Planlama Örneği. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*.

- Muluk, Ç. B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M. A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G., Zeydanlı, U., 2013. Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif. *Doğa Koruma Merkezi*.
- Muluk, Ç. B., Turak, A., Yılmaz, D., Zeydanlı, U., Bilgin, C. C., 2009. Hidroelektrik Santral Etkileri Uzman Raporu: Barhal Vadisi.
- Muluk, Ç. B., Turak, A., Yılmaz, D., Zeydanlı, U., Bilgin, C. C., Kasım 2009. *Hidroelektrik Santral Etkileri Uzman Raporu: Barhal Vadisi*,
- Muslu, A. V. 2015. Dünya'da ve Türkiye'de Suyun Fiyatlandırılması.
- Mutlu, E., Yanık, T., Demir, T., 2013. Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri. 25(B), 45-57.
- Nazar, M. 2018. Beyşehir Gölü ve Beyşehir Gölü ile Tuz Gölü Arasındaki Sulama ve Tahliye Kanallarındaki Su Kalitesi Değişimi.
- Nurettin, Ö., Karadoğan, S. 2012. *Hidroelektrik Santrallerin (HES) Mekânsal Etkileri ve Coğrafi Planlamaya Yönelik Öneriler: Alkumru ve Kirazlı Barajları Örneği (Siirt)*. Paper presented at the Tüacum VII. Coğrafya Sempozyumu.
- Oğuz, İ. 2015. Amasya Ziyaret Göleti Havzası Su Kalitesi ve Sediment Konsantrasyonunun Zamansal Değişiminin Araştırılması.
- OSİB, 2013. *Ormancılık ve Su Şurası*, 21-23 Mart,
- Özalp, M., Kurdoğlu, O., Yüksel Erdoğan, E., Yıldırım, S. 2010. *Artvin'de Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Neden Olduğu / Olacağı Ekolojik ve Sosyal Sorunlar*. Paper presented at the III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi.
- Özbay, Ö., Göksu M. Z. Lugal., Alp, M. T., 2011. Bir Akarsu Ortamında (Berdan Çayı, Tarsus-Mersin) En Düşük ve En Yüksek Akım Dönemlerinde Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerin İncelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1).
- Özen, A., 2018. Ulupınar Çayı (Antalya)'nın Trichoptera Faunası Ve Su Kalitesi İle İlişkisi.
- Özsoy, S. 2009. Su ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi. Ankara Üniversitesi.
- Özyuvacı, N., 1974. Derelerde Akış Ölçmeleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2).
- Pamir, N. A., 2003. Dünyada ve Türkiye'de Enerji, Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları. *Metalurji Dergisi*, 17(134).

- Perktaş, M. 2015. Gökova Körfezi Kuzey Kıyısı Su Kalitesi Değerlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Konumsal Analizi ve Değerlendirilmesi.
- Sağır, H. 2012. Su- Enerji Çevre İlişkileri Bşğlsmında Hidroelektrik Santrallerinin(ES) Ekolojik ve Ekonomik Etkileri: Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik.
- Serdar, S. 2015. Doğu Karadeni Havzası Akarsularının Fizikokimyasal Su Kalitesi Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Şahin, B. 2016. Küresel Bir Sorun: Su Kıtlılığı ve Sanal Su Ticareti. Hitit Üniversitesi.
- Şahinkaya, F., 2004. *Su Çalıştayı*, Ankara, 73-78.
- Şantaflıoğlu, Ü. 2018. Fatsa Çalışlar Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi.
- Şekkeli, M. , Keçecioğlu, F. Ö., 2011. Hidroelektrik Santrallerin Türkiye'deki Gelişimi ve Kahramanmaraş Bölgesi Örnek Çalışması. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(2).
- Şengün, E. 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Giresun Üniversitesi, Giresun.
- Şenlik, i., 2018. HES'lere Yeşil Enerji Sorgusu. *Elektrik Mühendisliği*(447).
- Tepe, Y., 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 18(70), 38-46.
- Tepe, Y. , Boyd, C. E., 2002. Sediment Quality in Arkansas Bait Minnow Ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33(3).
- TMMOB, 2009a. 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Ankara, 249-254.
- TMMOB, 2009b. Küresel Su Politikaları ve Türkiye.
- Toker, E. 2010. Borçka ve Deriner Barajlarının Çoruh Havzasında Neden Olduğu Arazi Kullanım Değişiminin ve Arazi Tahribatının İrdelenmesi.
- Turhan, E., Özmen Çağatay, H. , Keçeci, A. 2015. *Hidroelektrik Santrallerin (HES) Çevresel ve Sosyal Etkileri: Alakır Vadisi Örneği*. Paper presented at the 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya.
- URL-1. Toprak Su Kaynakları. Retrieved 07.03.2017, 2017, from <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>
- URL-2. Retrieved 25.04, 2018, from <https://www.geolounge.com/wp-content/uploads/2014/11/water-sources.png>

URL-3. 03.05.2018, from <http://gooenergy.com/>

URL-4. Retrieved 12.03.2019, from <https://www.mgm.gov.tr>

USİAD, 2007. *Ulusal Su Politikası İhtiyacımız. Su Raporu*, Ankara, (1), 160.

USİAD, 2011. *Türkiye'de Su Yönetimi Nasıl Olmalı ?*,

Usta, A., 2016. Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 01-09.

Uyduranoğlu Öktem, A. , Aksoy, A., 2014. Türkiye'nin Su Riskleri Raporu. WWF Rapor,

Ürker, O. , Çobanoğlu, N., 2012. Türkiye'de Hidroelektrik Santrallerin Durumu (HES'LER) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2).

Varol, M., 2015. Dicle Baraj Gölü Su Kalitesinin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne Göre Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 85-91.

WWAP, 2012. Managing Water Report Under Uncertainty and Risk.

Yıldırım, S. 2013. Çoruh Nehri Üzerinde Tamamlanan, İnşası Devam Eden Ve Planlanan Büyük Barajların Neden Olduğu Ve Olacağı Arazi Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi.

Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Giresun Üniversitesi.

YSKY. (2016). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, *Resmi Gazete*.

Yurtseven, İ., Serengil, Y. , Özhan, S., 2013. Meşe Kayın Karışık Meşceresinde Yapay Sinir Ağları Kullanılarak İntersepsiyonun Tahmin Edilmesi. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 1(63), 19-25.

Yüksek, T. , Ölmez, Z., 2002. Artvin Yöresinin İklim, Toprak Yapısı, Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Ormancılık Çalışmalarıyla İlgili Genel Bir Değerlendirme. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 50-62.

ÖZGEÇMİŞ

Fotoğraf

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZAY, Gözde
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 13.10.1993-Artvin/Merkez
Medeni hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0(533) 511 37 08
Faks : --
e-posta : gzd.ozay@live.com

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Lisans	Orman Mühendisliği	2015

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