



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

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

Jüri Üyeleri

Başkan :

Üye :

Üye :

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Değirmendere Havzası (Trabzon) Yerüstü Su Kalitesinin Mekana ve Zamana Bağlı Değişiminin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans Tez çalışmam süresince çok kıymetli zamanlarını ayırıp, gerek bilgi ve tecrübelerini gerekse maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Adem BAYRAM’a en içten şükranlarımı sunarım.

Yoğun akademik çalışmalarına rağmen değerli zamanlarını ayırıp tez çalışmamı değerlendiren hocalarım Prof. Dr. Özgür KİŞİ ve Yrd. Doç. Dr. Murat KANKAL’a çok teşekkür ederim. Akademik olarak yetişmemde destek olan ve önerileriyle ufkumu açan hocam Yrd. Doç. Dr. Murat KANKAL’a ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, kendileri ile çalışmaktan memnuniyet duyduğum Arş. Gör. Sinan NACAR, Arş. Gör. Ergun UZLU ve Dr. Tuğçe ANILAN’a, akademik hayata atılmama cesaret veren Arş. Gör. Yavuz Selim HATİPOĞLU ile lisans arkadaşım Arş. Gör. Şinasi BİNGÖL’e ve son olarak Selim OLCA’ya teşekkürü bir borç bilirim.

Prof. Dr. Murat YILMAZ, Doç. Dr. Volkan Numan BULUT ve Yrd. Doç. Dr. Ayhan USTA başta olmak üzere Meltem KENANOĞLU ve Deniz KENANOĞLU’na da yardım ve desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca üzerimde emeği olan hocalarıma ve desteği için Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı ile çalışanlarına teşekkür ederim.

Yüksek Lisans Tez çalışmam sırasında büyük bir anlayış ve fedakarlık örneği gösteren, desteğini bir kez olsun esirgemeyen sevgili eşim Tuğba YAHŞİ SATILMIŞ’a ve biricik oğlum Yasir’e çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan, maddi ve manevi her türlü desteklerini ve fedakarlıklarını esirgemeyen tüm aileme gönülden ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmanın bilime, bölgemize ve ülkemize yararlı olmasını dilerim.

Doç. Dr. Murat İhsan KÖMÜRCÜ’nün anısına...

Uğur SATILMIŞ

Trabzon 2015

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Değirmendere Havzası (Trabzon) Yerüstü Su Kalitesinin Mekana ve Zamana Bağlı Değişiminin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Adem BAYRAM’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, 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. 08/05/2015

Uğur SATILMIŞ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Su.....	1
1.2. Atık ve Atıksu	2
1.3. Ülkemiz Su Kaynakları	3
1.4. Ülkemiz Su Kaynakları ile Su Tüketiminin Karşılaştırılması.....	6
1.5. Ülkemiz Su Kaynakları Standart ve Yönetmelikleri.....	7
1.5.1. Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik.....	7
1.5.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	8
1.5.3. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği	8
1.5.4. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği	8
1.5.5. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik.....	10
1.5.6. TS (Türk Standardı) 266	11
1.6. Literatür Araştırması	13
1.6.1. Akarsu Havzalarında Askıda Katı Madde Takibine Yönelik Çalışmalar	13
1.6.2. Yerüstü Su Kalitesi Takibine Yönelik Ulusal Çalışmalar.....	14
1.6.3. Barajların Askıda Katı Madde Hareketine ve Yerüstü Su Kalitesine Olan Etkileri ile İlgili Çalışmalar	18
1.6.4. Değirmendere Havzası (Trabzon) Yerüstü Su Kalitesi İzleme Çalışmaları ...	20
1.7. Trabzon İli İçme ve Kullanma Suyu Tarihçesi	22
1.8. Çalışmanın Gerçekleştirildiği Trabzon İli.....	24
1.8.1. Coğrafi Konum ve Nüfus	24

1.8.2.	Yer Şekilleri	25
1.8.3.	İklim	25
1.8.3.1.	Sıcaklık.....	26
1.8.3.2.	Yağış	26
1.8.4.	Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı	27
1.8.5.	Su Kaynakları.....	28
1.9.	Çalışmanın Amacı.....	29
1.10.	Değirmendere Havzası Akarsularında Takibi Yapılan Su Kalite Değişkenleri	30
1.10.1.	Sıcaklık.....	31
1.10.2.	pH.....	31
1.10.3.	Çözünmüş Oksijen	32
1.10.4.	İletkenlik	32
1.10.5.	Klorofil-a	33
1.10.6.	Bulanıklık.....	33
1.10.7.	Askıda Katı Madde	34
1.10.8.	Amonyum.....	35
1.10.9.	Nitrit ve Nitrat	36
1.10.10.	Kjeldahl Azotu	36
1.10.11.	Fosfor	37
1.10.12.	Toplam Organik Karbon	37
1.10.13.	Kimyasal Oksijen İhtiyacı.....	38
1.10.14.	Florür.....	38
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	40
2.1.	Değirmendere Havzası	40
2.1.1.	Coğrafi Konum.....	40
2.1.2.	Yer Şekilleri ve Eğim.....	41
2.1.3.	İklim	41
2.1.4.	Bitki Örtüsü.....	42
2.1.5.	Arazi Kullanımı.....	43
2.1.6.	Yerleşim	43
2.1.7.	Ulaşım	44
2.1.8.	Endüstri	44

2.1.9.	Akarsular	44
2.1.10.	Atasu Barajı ve Hidroelektrik Santraller	45
2.2.	Gözlem İstasyonlarının Belirlenmesi	46
2.2.1.	D01 (Hamsiköy) İstasyonu	48
2.2.2.	D02 (Ormanüstü) İstasyonu	48
2.2.3.	D03 (Çatak) İstasyonu.....	49
2.2.4.	D04 (Sümela) İstasyonu	49
2.2.5.	D05 (Acısu) İstasyonu.....	50
2.2.6.	D06 (Altındere) İstasyonu.....	50
2.2.7.	D07 (Maçka) İstasyonu	51
2.2.8.	D08 (Esiroğlu) İstasyonu	51
2.2.9.	D09 (Kuştul) İstasyonu	52
2.2.10.	D10 (Galyan) İstasyonu	52
2.2.11.	D11 (Atasu) İstasyonu.....	53
2.2.12.	D12 (Çağlayan) İstasyonu.....	53
2.2.13.	D13 (Kendirli) İstasyonu.....	54
2.2.14.	D14 (Değirmendere) İstasyonu	54
2.3.	Çalışmanın Gerçekleştirildiği Dönem.....	55
2.4.	Değirmendere Havzası'nda Takibi Yapılan Su Kalite Değişkenleri ve Ölçüm Prensipleri.....	55
2.4.1.	Sıcaklık Ölçüm Prensibi.....	56
2.4.2.	pH Ölçüm Prensibi	56
2.4.3.	Çözülmüş Oksijen Ölçüm Prensibi	57
2.4.4.	İletkenlik Ölçüm Prensibi	57
2.4.5.	Klorofil-a Ölçüm Prensibi	57
2.4.6.	Bulanıklık Ölçüm Prensibi.....	58
2.5.	Akarsulardan Ham Su Örneklerinin Alınması ve Muhafazası.....	58
2.6.	Ham Su Örneklerinin Filtre Edilmesi	59
2.7.	Laboratuvarda Ölçümü Gerçekleştirilen Su Kalite Değişkenleri ve Ölçüm Prensipleri.....	60
2.7.1.	Askıda Katı Madde Tayini	60
2.7.2.	Amonyum Azotu Tayini	61
2.7.3.	Nitrit Azotu Tayini	61
2.7.4.	Nitrat Azotu Tayini	61

2.7.5.	Toplam Azot Tayini	62
2.7.6.	Toplam Kjeldahl Azotu Tayini	62
2.7.7.	Toplam Fosfat Fosforu Tayini	62
2.7.8.	Toplam Organik Karbon Tayini	62
2.7.9.	Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini	63
2.7.10.	Florür İyonu Tayini	63
3.	BULGULAR	64
3.1.	Arazi ve Laboratuvar Çalışmalarından Elde Edilen Bulgular.....	64
4.	İRDELEME.....	93
4.1.	Arazi ve Laboratuvar Çalışmalarından Elde Edilen Bulguların İrdelenmesi..	93
4.1.1.	Su Sıcaklığının Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	93
4.1.2.	pH'nın Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi.....	95
4.1.3.	Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	96
4.1.4.	İletkenliğin Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	98
4.1.5.	Klorofil–a Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	100
4.1.6.	Bulanıklığın Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	101
4.1.7.	Askıda Katı Madde Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	103
4.1.8.	Amonyum Azotu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi..	104
4.1.9.	Nitrit Azotu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	106
4.1.10.	Nitrat Azotu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi.....	107
4.1.11.	Toplam Azot Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi.....	108
4.1.12.	Toplam Kjeldahl Azotunun Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	110
4.1.13.	Toplam Fosfat Fosforu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	111
4.1.14.	Toplam Organik Karbon Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	113
4.1.15.	Kimyasal Oksijen İhtiyacı Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi	114
4.1.16.	Florür İyonu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi.....	116
5.	SONUÇLAR	118
6.	ÖNERİLER.....	121
7.	KAYNAKLAR	125
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

DEĞİRMENDERE HAVZASI (TRABZON) YERÜSTÜ SU KALİTESİNİN MEKANA VE ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Uğur SATILMIŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Adem BAYRAM
2015, 132 Sayfa

Trabzon İli içme ve kullanma suyu ihtiyacının sağlandığı Galyan Deresi'nin de içerisinde bulunduğu Değirmendere Havzası'nda, yerüstü su kalitesinin mekana ve zamana bağlı değişimini belirlemek amacıyla, seçilen 14 istasyonda, Ocak–Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık sürede 15 günlük aralıklarla yürütülen bu çalışmada, arazide; sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, iletkenlik, klorofil-a ve bulanıklık ölçümleri ile laboratuvarında; askıda katı madde, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, toplam azot, toplam Kjeldahl azotu, toplam fosfat fosforu, toplam organik karbon, kimyasal oksijen ihtiyacı ve florür iyonu analizleri gerçekleştirilmiştir. Havzadaki insan kökenli faaliyetlerin yerüstü su kalitesine olan etkileri irdelenmiş, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre su kalite sınıflandırması yapılan akarsuların gerek ulusal gerekse uluslararası standart ve yönetmeliklere göre içmesuyu olarak kullanılabilirliği de değerlendirilmiştir.

Hidrolik yapı ve taşkın koruma inşaa, akarsu düzenleme ve yol genişletme çalışmaları gibi akarsulara doğrudan yapılan müdahaleler sonucunda, askıda katı madde konsantrasyonunun dolayısıyla da bulanıklığın büyük miktarda arttığı ve su kalitesinin bozulduğu görülmüştür. Altındere Havzası'nda yoğunlaşan alabalık çiftliklerinden, Maçka ilçesi evsel atıksuları ile Çağlayan–Değirmendere bölgesi sanayi atıksularının arıtılmadan akarsulara deşarj edilmesi neticesinde de su kalitesi olumsuz etkilenmiş, akarsuyun kendi kendini temizleyebilme özelliğine rağmen Değirmendere'nin Karadeniz'e döküldüğü yerin hemen membaında seçilen son istasyon tüm istasyonlar içinde en kirli yer haline gelmiştir.

Takibi yapılan su kalite değişkenleri bakımından Değirmendere Havzası akarsularının yüksek kaliteli su sınıfında olduğu, Atasu Baraj Gölü'nün de beslendiği Kuştu ve Galyan akarsularından içme ve kullanma suyu olarak faydalanılmasında herhangi bir sakıncalı durumun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Askıda Katı Madde, Atasu Barajı, Değirmendere, Su kalitesi, Trabzon

Master Thesis

SUMMARY

A STUDY ON SPATIAL AND TEMPORAL VARIATION OF SURFACE WATER
QUALITY IN THE STREAM DEĞİRMENDERE WATERSHED (TRABZON)

Uğur SATILMIŞ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Graduate Program
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Adem BAYRAM
2015, 132 Pages

This study aims to reveal the spatial and temporal variation of surface water quality in the Stream Değirmendere Watershed which environs the Stream Galyan supplying domestic water demand for the city of Trabzon. The study was started in January 2014, conducted semimonthly, and terminated in December 2014. Water temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, chlorophyll-a, and turbidity were measured in situ and total suspended solids, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, total nitrogen, total Kjeldahl nitrogen, total phosphate phosphorus, total organic carbon, chemical oxygen demand, and fluoride analyses were conducted on laboratory for 14 monitoring stations selected dedicatedly. The influences of anthropogenic activities on the surface water quality were examined and the qualitative classification was done for each station according to the Turkish Surface Water Quality Regulation. The quality and safety of the untreated surface waters for drinking purposes was assessed based on the national and international directives and guidelines.

Dramatic increases were monitored in total suspended solids and turbidity and so the surface water quality deteriorated temporarily as a result of direct interventions to the streams due to the construction works such as run-of-the-river hydroelectric power plant, bridge, and levee, and the other works such as stream regulation and road widening in the watershed. The surface water quality was also adversely affected in consequence of trout farms centered on the Stream Altındere Watershed, untreated municipal wastewaters from Maçka Town, and untreated industrial wastewaters from the region between Çağlayan and Değirmendere. The most critical part of the watershed was the last station, where the Stream Değirmendere pours into the Black Sea, for being the most polluted one despite the self-purification ability of the stream.

It was concluded that the surface water from the watershed had high-quality in terms of the monitored water-quality indicators and the streams Kuştul and Galyan feeding Atasu Dam Lake, drinking water reservoir, were acceptable to use for human consumption.

Key Words: Total suspended solids, Atasu Dam, Stream Değirmendere, Water quality, Trabzon

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Türkiye Hidrolojik Havzaları	4
Şekil 2. Trabzon İli idari sınır haritası	24
Şekil 3. Trabzon ve Türkiye'nin aylık ortalama sıcaklık değişimlerinin karşılaştırılması.....	26
Şekil 4. Trabzon ve Türkiye'nin aylık toplam yağış değişimlerinin karşılaştırılması.....	27
Şekil 5. Değişik oranlarda NaCl katılmış saf suların çözülmüş oksijen konsantrasyonları.....	32
Şekil 6. Doğu Karadeniz Havzası genel görünümü	40
Şekil 7. Değirmendere Havzası yükseklik ve eğim haritaları	42
Şekil 8. Değirmendere Havzası arazi örtüsü ve ulaşım haritaları.....	43
Şekil 9. Değirmendere Havzası akarsuları.....	45
Şekil 10. Atası Barajı	46
Şekil 11. Çalışmanın gerçekleştirildiği Değirmendere Havzası ve örnekleme istasyonları.....	47
Şekil 12. D01 (Hamsiköy) İstasyonu genel görünümü.....	48
Şekil 13. D02 (Ormanüstü) İstasyonu genel görünümü	48
Şekil 14. D03 (Çatak) İstasyonu genel görünümü	49
Şekil 15. D04 (Sümela) İstasyonu genel görünümü	49
Şekil 16. D05 (Acısu) İstasyonu genel görünümü	50
Şekil 17. D06 (Altındere) İstasyonu genel görünümü	50
Şekil 18. D07 (Maçka) İstasyonu genel görünümü	51
Şekil 19. D08 (Esiroğlu) İstasyonu genel görünümü.....	51
Şekil 20. D09 (Kuştul) İstasyonu genel görünümü.....	52
Şekil 21. D10 (Galyan) İstasyonu genel görünümü.....	52
Şekil 22. D11 (Atasu) İstasyonu genel görünümü	53
Şekil 23. D12 (Çağlayan) İstasyonu genel görünümü	53
Şekil 24. D13 (Kendirli) İstasyonu genel görünümü	54
Şekil 25. D14 (Değirmendere) İstasyonu genel görünümü	54

Şekil 26.	Yerinde ölçüm alınan DS5 cihazı	55
Şekil 27.	Su örneklerinin muhafazasında ve naklinde kullanılan numune kapları	59
Şekil 28.	Vakumlu filtrasyon seti, vakum pompası ve hassas terazi	59
Şekil 29.	Termoreaktörler, spektrofotometre ve kullanılan küvet testler	60
Şekil 30.	Filtrasyon işleminde kullanılan filtre kağıtları	61
Şekil 31.	Değirmendere Havzası akarsularında su sıcaklığının mevsimlere göre değişimi	94
Şekil 32.	Değirmendere Havzası akarsularında pH'nın mevsimlere göre değişimi ...	95
Şekil 33.	Değirmendere Havzası akarsularında ÇO konsantrasyonunun mevsimlere göre mevsimsel değişimi.....	97
Şekil 34.	Değirmendere Havzası akarsularında iletkenliğin mevsimlere göre değişimi.....	98
Şekil 35.	Değirmendere Havzası akarsularında klorofil-a konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	100
Şekil 36.	Değirmendere Havzası akarsularında bulanıklığın mevsimlere göre değişimi	102
Şekil 37.	Değirmendere Havzası akarsularında AKM konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	103
Şekil 38.	Değirmendere Havzası akarsularında NH_4^+ -N konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	105
Şekil 39.	Değirmendere Havzası akarsularında NO_2^- -N konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	106
Şekil 40.	Değirmendere Havzası akarsularında NO_3^- -N konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	108
Şekil 41.	Değirmendere Havzası akarsularında TN konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	109
Şekil 42.	Değirmendere Havzası akarsularında TKN konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	110
Şekil 43.	Değirmendere Havzası akarsularında TP konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	111
Şekil 44.	Değirmendere Havzası akarsularında TOC konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	113
Şekil 45.	Değirmendere Havzası akarsularında KOİ konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	115
Şekil 46.	Değirmendere Havzası akarsularında F^- konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi.....	116
Şekil 47.	Trabzon Limanı ve Değirmendere'nin Karadeniz'e döküldüğü yer.....	123
Şekil 48.	Altındere Havzası akarsularında alabalık yetiştiriciliği.....	124

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Türkiye'deki havzalar ve özellikleri	5
Tablo 2. Kıtaıçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite ölçütleri	9
Tablo 3. Baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemi sınır değerleri	10
Tablo 4. Ulusal standart ve yönetmeliklerde su kalite ölçütleri	12
Tablo 5. Trabzon İli'ndeki akarsulara ait yağış alanı ve yıllık ortalama su potansiyeli	29
Tablo 6. Örnekleme ve ölçüm çalışmalarının yapıldığı tarihler	56
Tablo 7. Su kalite göstergelerinin D01 (Hamsiköy) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	65
Tablo 8. Su kalite göstergelerinin D02 (Ormanüstü) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	66
Tablo 9. Su kalite göstergelerinin D03 (Çatak) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	67
Tablo 10. Su kalite göstergelerinin D04 (Sümela) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	68
Tablo 11. Su kalite göstergelerinin D05 (Acısu) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	69
Tablo 12. Su kalite göstergelerinin D06 (Altındere) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	70
Tablo 13. Su kalite göstergelerinin D07 (Maçka) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	71
Tablo 14. Su kalite göstergelerinin D08 (Esiroğlu) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	72
Tablo 15. Su kalite göstergelerinin D09 (Kuştu) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	73
Tablo 16. Su kalite göstergelerinin D10 (Galyan) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	74
Tablo 17. Su kalite göstergelerinin D11 (Atasu) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	75
Tablo 18. Su kalite göstergelerinin D12 (Çağlayan) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	76
Tablo 19. Su kalite göstergelerinin D13 (Kendirli) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	77

Tablo 20.	Su kalite göstergelerinin D14 (Değirmendere) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi	78
Tablo 21.	Su kalite göstergelerinin D01 (Hamsiköy) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	79
Tablo 22.	Su kalite göstergelerinin D02 (Ormanüstü) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	80
Tablo 23.	Su kalite göstergelerinin D03 (Çatak) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	81
Tablo 24.	Su kalite göstergelerinin D04 (Sümela) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	82
Tablo 25.	Su kalite göstergelerinin D05 (Acısu) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	83
Tablo 26.	Su kalite göstergelerinin D06 (Altındere) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	84
Tablo 27.	Su kalite göstergelerinin D07 (Maçka) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	85
Tablo 28.	Su kalite göstergelerinin D08 (Esiroğlu) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	86
Tablo 29.	Su kalite göstergelerinin D09 (Kuştul) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	87
Tablo 30.	Su kalite göstergelerinin D10 (Galyan) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	88
Tablo 31.	Su kalite göstergelerinin D11 (Atasu) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	89
Tablo 32.	Su kalite göstergelerinin D12 (Çağlayan) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	90
Tablo 33.	Su kalite göstergelerinin D13 (Kendirli) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	91
Tablo 34.	Su kalite göstergelerinin D14 (Değirmendere) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi	92
Tablo 35.	pH bakımından mevsimlere göre sınıflandırma	96
Tablo 36.	SC bakımından mevsimlere göre sınıflandırma	99
Tablo 37.	Chl–a konsantrasyonu bakımından Atasu Baraj Gölü’nün sınıflandırılması.....	101
Tablo 38.	TN konsantrasyonu bakımından Atasu Baraj Gölü’nün sınıflandırılması	110
Tablo 39.	TP konsantrasyonu bakımından Atasu Baraj Gölü’nün sınıflandırılması.	112
Tablo 40.	TOC konsantrasyonu bakımından mevsimlere göre sınıflandırma.....	114

SEMBOLLER DİZİNİ

ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
Ag ⁺	: Gümüş iyonu
AGİ	: Akım gözlem istasyonu
AKM	: Askıda katı madde
Al ³⁺	: Alüminyum iyonu
APHA	: American Public Health Association (Amerikan Halk Sağlığı Derneği)
As	: Arsenik
B ³⁺	: Bor iyonu
BOİ	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
Br ⁻	: Brom iyonu
Ca ²⁺	: Kalsiyum iyonu
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
Cd ²⁺	: Kadmiyum iyonu
Chl-a	: Klorofil-a
Cl ⁻	: Klorür iyonu
CN ⁻	: Siyanür iyonu
CO ₂	: Karbondioksit
Cr ³⁺	: Krom iyonu
Cu ²⁺	: Bakır iyonu
ÇO	: Çözünmüş oksijen
DSİ	: Devlet Su İşleri
Eİ	: Elektriksel iletkenlik
EU	: European Union Directive (Avrupa Birliği Direktifi)
F ⁻	: Florür iyonu
Fe	: Demir
H ⁺	: Hidrojen iyonu
HCO ₃ ⁻	: Bikarbonat iyonu
HES	: Hidroelektrik santral
Hg ²⁺	: Cıva iyonu
HNO ₃	: Nitrik asit

İÇDR	: İl çevre durum raporu
İTASHY	: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
K ⁺	: Potasyum iyonu
KOİ	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
MBAS	: Methylene blue active substance (Metilen mavisi yüzey aktif madde)
Mg ²⁺	: Magnezyum iyonu
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Mn ²⁺	: Mangan iyonu
Na ⁺	: Sodyum iyonu
NaCl	: Sodyum klorür
NH ₃	: Amonyak
NH ₄ ⁺	: Amonyum iyonu
NH ₄ ⁺ -N	: Amonyum azotu
Ni ²⁺	: Nikel iyonu
NO ₂ ⁻	: Nitrit iyonu
NO ₂ ⁻ -N	: Nitrit azotu
NO ₃ ⁻	: Nitrat iyonu
NO ₃ ⁻ -N	: Nitrat azotu
NTU	: Nephelometric Turbidity Unit (Nephelometrik bulanıklık birimi)
o-PO ₄ ³⁻ -P	: Ortofosfat fosforu
ORP	: Oksidasyon redüksiyon potansiyeli
Pb ²⁺	: Kurşun iyonu
PET	: Polietilen tereftalat
PO ₄ ³⁻	: Fosfat iyonu
pV	: Organik madde
Sb ³⁺	: Antimon iyonu
SC	: Spesifik iletkenlik
Se	: Selenyum
SiO ₂	: Silisyum oksit
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
Sn ²⁺	: Kalay iyonu
SO ₄ ²⁻	: Sülfat iyonu
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences (Sosyal Bilimler İstatistik Programı)

SRP	: Çözünebilir reaktif fosfor
SS	: Standart sapma
t	: Su sıcaklığı
T	: Bulanıklık
TC	: Toplam karbon
TÇK	: Toplam çözünmüş katılar
TH	: Toplam sertlik
TIC	: Toplam inorganik karbon
TKN	: Toplam Kjeldahl azotu
TN	: Toplam azot
TOC	: Toplam organik karbon
TP	: Toplam fosfat fosforu
TS	: Türk Standardı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
US EPA	: United States Environmental Protection Agency (Birleşik Devletler Çevre Koruma Teşkilatı)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YSKY	: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği
Zn ²⁺	: Çinko iyonu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Su

Su doğada katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç halde de bulunan renksiz bir maddedir. Doğadaki tüm maddeler katı hale geçtiğinde, moleküller arası mesafenin azalması ile yoğunlukları artarken, su genişerek yoğunluğu azalır ve yüzeye yükselir. Yüzeyde oluşan buz tabakası, atmosferdeki soğuk hava ile altındaki suyun ısı transferine engel oluşturur ve suyun donmasını önler. Bu yüzden hava sıcaklığı -50°C seviyelerine bile düşse, buzun altında su sıcaklığı daima sıfırın üzerinde olduğundan hayat devam eder. Suyun buharlaşma ısısı bilinen bütün sıvılar içerisinde en yüksek olduğundan kolayca buharlaşarak kaybolmaz. Amonyaktan sonra en yüksek erime ısısına sahip olan bileşik sudur. Suyun yüksek özgül ısısı olması iklim farklılıklarını düzenleyici ve belirleyici unsur durumuna getirir. Çünkü dünya yüzeyinin dörtte üçü su ile kaplı olup dünyadaki toplam suyun %97.54'ü deniz ve okyanuslarda ve %2.46'sı karalarda bulunmaktadır. Suyun çok büyük alana ve hacime sahip olması, hayatın diğer bir temel kaynağı olan güneş enerjisinin yeryüzünde tutulmasında çok büyük öneme sahiptir. Güneşten gelen toplam enerjinin %23'ü yeryüzündeki suları buharlaştırmada ve atmosfere bulunan su buharı hareketinde kullanılır. Atmosferde bulunan tüm gazlar homojen dağılırken; su buharı heterojen dağılır. Bu özellikler ekolojik dengenin kurulmasında ve iklim koşullarının yumuşatılmasında çok önemli bir rol oynar. Suyun buharlaşma ve terleme ile atmosfere yükselmesi taşınması ve yağış olarak tekrar yeryüzüne inmesi; böylece yeraltı sularının beslenmesi ve yüzey akışlarının oluşması hidrolojik çevrim olarak isimlendirilen bu büyük su hareketi yenilenebilen bir kaynak suyun diğer bir özelliğidir (İleri, 2000; Soylak ve Doğan, 2000; Yalçın ve Gürü, 2010; Akbal, 2015b).

Dünya'daki toplam suyun %2.46'sı karalarda tatlı su kaynağı olarak bulunmaktadır. Ancak bu suyun yaklaşık %75'i buzullar şeklinde ve %24'ü de yeraltı suyu olarak bulunmaktadır. Yani su miktarı çok görünüyor olmasına rağmen insanların kullanımı için elverişli su gerçekte oldukça azdır. Tatlı su kaynaklarımızın hemen hemen hepsi hidrolojik çevrim sayesinde yağışlardan oluşmaktadır. Yağışlar yeraltı suyunu, akarsu ve gölleri besleyerek bitkiler, hayvanlar ve insanlar tarafından ihtiyaç duyulan tüm suyu sağlar (Akbal, 2015b).

Ülkemizin tatlı su kaynakları sınırlıdır. 1970–2014 yılları arası toplam yağış miktarı ortalaması 624.6 mm olan Türkiye'nin toplam kullanılabilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yaklaşık 112 milyar m³/yıl'dır (MGM, 2015a; DSİ, 2015a). Türkiye'nin yağış rejimi mevsimlere ve bölgelere göre çok büyük farklılıklar göstermektedir. Dünya yağış ortalaması (1,000 mm) göz önüne alındığında ülkemizin su kaynakları yönünden zengin olmadığı ancak ihtiyaçları karşılayabilecek oranda olduğu ortaya çıkmaktadır (İleri, 2000).

Nüfus artışı, kentleşme ve endüstrileşme günden güne su tüketimimizi arttırmaktadır. Ayrıca hayat standardı arttıkça tüketilen su miktarı da artmaktadır. Son yıllara kadar insan başına tüketilen su miktarı 20 L/gün iken bugün 200 L/gün'e kadar yükselmiştir. Türkiye'deki mevcut kullanılan su miktarının ortalaması; %72'si sulamada, %12'si sanayide ve %16'sı içme ve kullanmada tüketilmektedir. Su kullanımından oluşan atıksu kirlilik deşarjlarının kaynaklara dağılımı da sanayi %33, tarım %22, evsel %20, maden %8, ulaştırma %8 ve diğerleri %9 civarındadır (İleri, 2000).

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de su kaynaklarına ihtiyaç giderek artarken, sınırlı olan kaynaklar üzerindeki olumsuz çevresel baskılar da ne yazık ki giderek artmaktadır. İçme ve kullanma suyu temin edilen yapay ve doğal göllerimiz ev ve endüstriyel nitelikli atık ve atıksular ile yerleşimden kaynaklanan yoğun yapılaşma baskısı altındadır. Kıta içi su kaynaklarımızdan göllerimiz, akarsularımız ile yeraltı sularımız evsel ve endüstriyel atıklar yanında aşırı gübreleme ve bilinçsiz kullanılan zirai mücadele ilaçlarından olumsuz etkilenmektedir. Günümüzde gelişmekte olan ülkelerde tüm hastalıkların %80'i ve ölümlerin üçte biri, kirli sulardan kaynaklanmaktadır (İleri, 2000).

1.2. Atık ve Atıksu

Genel olarak "atık" kelimesini tanımlamak oldukça zordur. Atık, istenmeyen bir yerde istenmeyen bir maddenin istenmeyen konsantrasyonda bulunması olarak düşünülebilir. Çünkü bir yerde atık olarak isimlendirilen bir madde, başka bir yerde ihtiyaç duyulan bir madde olabilir (İleri, 2000).

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre (SKKY, 2004); evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş ya da özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular, yapılaşmış kaplamalı ve kaplamasız şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri

alanlardan yağışların yüzey veya yeraltı akışa dönüşmesi sonucunda gelen sular “atıksu” olarak tanımlanmaktadır.

Tüm belediyelere uygulanan 2012 yılı Belediye Atıksu İstatistikleri Anketi (TÜİK, 2015b) sonuçlarına göre, 2,950 belediyeden 2,300’üne kanalizasyon şebekesi ile hizmet verildiği tespit edilmiştir. Kanalizasyon şebekeleri ile toplanan 4.07 milyar m³ atıksuyun %45.3’ü denize, %44.6’sı akarsuya, %2.8’i baraja, %1.8’i göl-gölete %0.9’u araziye ve %4.6’sı diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir (TÜİK, 2015b).

Türkiye’de 57’si fiziksel, 244’ü biyolojik, 70’i gelişmiş ve 89’u doğal arıtma sistemi olmak üzere toplam 460 atıksu arıtma tesisi bulunmakta ve bu tesisler ile 536 belediyeye hizmet verilmektedir (TÜİK, 2015b).

Kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen 4.07 milyar m³ atıksuyun 3.26 milyar m³’ü atıksu arıtma tesislerinde arıtılmıştır. Arıtılan atıksuyun %38.3’üne gelişmiş, %32.9’una biyolojik, %28.5’ine fiziksel ve %0.3’üne doğal arıtma uygulanmıştır (TÜİK, 2015b).

Kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusunun Türkiye nüfusu içindeki payı %78, toplam belediye nüfusu içindeki payı ise %92 olarak tespit edilmiştir. Atıksu arıtma tesisleri ile hizmet verilen belediye nüfusunun oranı ise Türkiye nüfusu içinde %58, toplam belediye nüfusu içinde %68 olarak hesaplanmıştır (TÜİK, 2015b).

2012 yılı verilerine göre belediyelerden kanalizasyon şebekesi ile alıcı ortamlara deşarj edilen kişi başı günlük atıksu miktarı 190 L olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 80 belediye atıksularını derin deniz deşarjı ile uzaklaştırmaktadır (TÜİK, 2015b).

1.3. Ülkemiz Su Kaynakları

Türkiye’nin en önemli doğal kaynaklarından biri olan su kaynaklarını tespit etmek, geliştirmek ve kullanmak amacıyla ülke yüzeyi 26 drenaj havzasına ayrılmıştır. Bu havzaların coğrafi konumları Şekil 1’de gösterilmektedir. Akarsu havzalarının karakteristik değerleri ise Tablo 1’de verilmektedir.



Şekil 1. Türkiye Hidrolojik Havzaları

Tablo 1. Türkiye’deki havzalar ve özellikleri (Odemis ve Evrendilek, 2007; DSİ, 2015a)

Havza adı	Havza alanı (km ²)	Ortalama kot (m)	Ortalama akış (mm y ⁻¹)	Ortalama yağış (mm y ⁻¹)	Toplam akış payı (%)
Meriç–Ergene	14,560	57	136	604	3.6
Marmara	24,100	42	214	729	2.7
Susurluk	22,399	202	181	712	2.3
Ege	10,003	64	156	624	0.8
Gediz	18,000	220	68	603	0.6
Küçük Menderes	6,907	4	81	727	0.3
Büyük Menderes	24,976	414	84	664	1.1
Batı Akdeniz	20,953	383	335	876	4.0
Antalya	19,577	249	889	1000	6.9
Burdur Gölü	6,374	—	—	446	—
Akarçay	7,605	1,017	27	452	0.1
Sakarya	58,160	509	92	525	2.8
Batı Karadeniz	29,598	326	321	811	5.1
Yeşilırmak	36,114	696	152	497	2.9
Kızılırmak	78,180	748	70	446	2.9
Konya	53,850	1,139	113	417	3.4
Doğu Akdeniz	22,048	269	428	745	5.1
Seyhan	20,450	750	325	624	3.6
Hatay	7,796	159	87	816	1.2
Ceyhan	21,982	685	315	732	3.6
Fırat	127,304	1,010	262	540	16.8
Doğu Karadeniz	24,077	443	753	1,198	9.5
Çoruh	19,872	757	329	629	3.5
Aras	27,548	1,653	173	432	2.5
Van Gölü	19,405	1,829	200	474	1.6
Dicle	57,614	845	471	807	12.9

Türkiye'deki yağışlar bölgeden bölgeye büyük farklılıklar göstermekte, en az 220 mm ve en çok 3,000 mm olmakla birlikte yıllık ortalaması yaklaşık 643 mm ve bu da yılda ortalama 501 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m³'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden buharlaşma yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³'ü yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m³'ü ise akışa geçerek akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³'lük suyun 28 milyar m³'ü pınarlar ve kaynaklar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden sınıraşan sular vasıtasıyla ülkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 (158+28+7) milyar m³ olmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 (69-28) milyar m³'lük kısım da dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 (193+41) milyar m³ olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2015a).

Ancak, günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere yılda ortalama toplam 98 milyar m³'tür. 14 milyar m³ olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama 112 milyar m³ olup, 44 milyar m³'ü kullanılmaktadır (Erkek ve Ağralıoğlu, 2010; DSİ, 2015a).

1.4. Ülkemiz Su Kaynakları ile Su Tüketiminin Karşılaştırılması

Zannedilenin aksine Türkiye su zengini bir ülke değildir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde gelecekte su sıkıntısı çeken bir ülke olacaktır (DSİ, 2015a). Engebeli coğrafyalardan dolayı su kaynaklarını kontrol etme güçlüğü, yağış ve su kaynaklarının dengesiz dağılımı, uzun vadeli bütünleşik havza yönetimi yerine, kısa vadeli, bölgesel planlar gibi birçok nedenden ötürü su kaynaklarından istenilen ölçüde yararlanılmaması su sıkıntısını tetiklemektedir. Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1,519 m³/yıl civarındadır. Diğer ülkeler ve dünya ortalamasıyla kıyaslısak, Türkiye kişi başına kullanılabilir su miktarı bakımından su azlığı çeken ülkeler arasında görülebilir. Kişi başına 8,000 m³ ve fazla su potansiyeli olan bir ülke "su zengini" olarak kabul edilir. 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörülmektedir. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1,120 m³/yıl civarında olacağı

söylenbilir. Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür. Ayrıca tüm bu tahminler mevcut kaynakların hiç tahrip edilmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Dolayısıyla Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanması gerekmektedir (DSİ, 2015a). Tüm belediyelere uygulanan 2012 yılı Belediye Su İstatistikleri Anketi (TÜİK, 2015c) sonuçlarına göre, 2,950 belediyeden 2,928'inin içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verildiği görülmüştür.

Belediyeler tarafından içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılmak üzere 2012 yılı itibariyle 2.416 milyar m³ barajlardan, 1.396 milyar m³ kuyulardan, 0.948 milyar m³ kaynaklardan, 0.098 milyar m³ göl ve göletlerden ve 0.078 milyar m³ akarsulardan toplamda 4.936 milyar m³ su kullanılmıştır (TÜİK, 2015c).

2012 yılı itibariyle 411 belediye 258 içmesuyu arıtma tesisi ile hizmet verilmektedir. İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılmak üzere çekilen toplam 4.936 milyar m³ suyun 2.729 milyar m³'ü arıtma tesislerinde arıtılmıştır. Arıtılan suyun %3.08'ine gelişmiş, %95.33'üne geleneksel ve %1.59'una ise fiziksel arıtma uygulanmıştır (TÜİK, 2015c).

1.5. Ülkemiz Su Kaynakları Standart ve Yönetmelikleri

1.5.1. Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik

11.02.2014 tarih ve 28910 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik"nin amacı, ülke genelindeki bütün yüzeysel sular ve yeraltı sularının miktar, kalite ve hidromorfolojik unsurlar bakımından mevcut durumunun ortaya konulması, suların ekosistem bütünlüğünü esas alan bir yaklaşımla izlenmesi, izlemede standardizasyonun ve izleme yapan kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonun sağlanmasına yönelik usul ve esasları belirlemektir.

Bu yönetmelik, jeotermal kaynaklar ve deniz suları hariç, kullanım maksadına bakılmaksızın su kaynaklarının denize döküldüğü noktalardaki kıyı suları dahil, diğer kıyı suları hariç kıta içi yüzeysel, yeraltı, geçiş ve doğal mineralli suların izlenmesine ilişkin hususları kapsar (YSYSİDY, 2014)

1.5.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”nin amacı, ülkemizin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemektir.

Bu yönetmelik, su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atıksuların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atıksu altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsar (SKKY, 2004).

1.5.3. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”nin amacı, yüzeysel sular ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fiziko–kimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin ve miktarının izlenmesi, bu suların kullanım maksatlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması, korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasların belirlenmesidir. Bu yönetmelik, açık deniz haricindeki bütün yüzeysel sular ile kıyı ve geçiş sularını kapsar. Bu yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nin 7., 8., 9., 10., 11., 14. ve 15. maddeleri yürürlükten kaldırılmıştır (YSKYY, 2012).

1.5.4. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği

30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”nin adı, 15.04.2015 tarih ve 29327 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasında Dair Yönetmelik” ile “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” olarak değiştirilmiştir.

Çalışma kapsamında takibi yapılan su kalite değişkenlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre ilgili sınıfları Tablo 2'de verilmektedir (YSKY, 2015).

Tablo 2. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite ölçütleri

Su Kalite Değişkenleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
t (°C)	≤25	≤225	≤230	>30
pH	6.5–8.5	6.5–8.5	6.0–9.0	6.0–9.0 dışında
ÇO (mg/L)	>8.0	6.0	3.0	<3.0
İletkenlik (µS/cm)	<400	1000	3000	>3000
Chl-a (µg/L)	–	–	–	–
T (NTU)	–	–	–	–
AKM (mg/L)	–	–	–	–
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	<0.2	1.0	2.0	>2.0
NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	<0.01	0.06	0.12	>0.30
NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	<5	10	20	>20
TKN (mg/L)	<0.5	1.5	5	>5
TN (mg/L)	–	–	–	–
TP (mg/L)	<0.03	0.16	0.65	>0.65
TOC (mg/L)	–	–	–	–
KOİ (mg/L)	<25	50	70	>70
F ⁻ (mg/L)	≤1.0	1.5	2.0	>2.0

Kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su kullanım alanları için uygun olduğu kabul edilir.

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

İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,

Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel amaçlar için uygun su,

Alabalık üretimi için kullanılabilir su,

Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir su,

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

İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,

Rekreasyonel amaçlar için kullanılabilir kalitede su,
Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir su,
Mer’i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu

III. Sınıf : Kirlenmiş su (II. ve III. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “Orta” su durumunu ifade etmektedir.);

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

IV. Sınıf : Çok kirlenmiş su (III. ve IV. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “Zayıf” su durumunu ve IV. sınıf su kalitesi değerinden olması “Kötü” su durumunu ifade etmektedir.);

III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek kullanılacak yerüstü sulardır.

Çalışma kapsamında takibi yapılan su kalite değişkenlerinden; TP, TN ve Chl-a’nın YSKY’ye göre baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemi sınır değerleri, Tablo 3’te verilmektedir (YSKY, 2015).

Tablo 3. Baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemi sınır değerleri

Su Kalite Değişkenleri	Trofik Seviye			
	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik	Hipertrofik
TP (µg/L)	<10	10–30	31–100	>100
TN (µg/L)	<350	350–650	651–1200	>1200
Chl-a (µg/L)	<3.5	3.5–9.0	9.1–25.0	>25.0

1.5.5. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik

17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”in amacı, insani tüketim amaçlı suların teknik ve hijyenik şartlara uygunluğu ile suların kalite standartlarının sağlanması, kaynak suları ve içme sularının istihsalı, ambalajlanması, etiketlenmesi, satışı, denetlenmesi ilgili usul ve esasları düzenlemektir.

İTASHY (2005), kaynak suları, içme suları ve içme–kullanma suları ile ilgili hükümleri kapsar. Ancak, doğal mineralli sular, kaplıca ve içmece suları ile tıbbi amaçlı suları kapsamaz. Avrupa Birliğine üye ülkelerce esas alınan İnsani Kullanım Amaçlı Suların Kalitesine Dair 98/83/EC sayılı Konsey Direktifi, Doğal Mineralli Suların Çıkarılması ve Pazarlanmasına İlişkin Üye Devletlerin Kanunlarının Uyumlaştırılması Hakkındaki 15/7/1980 tarihli ve 80/777/EEC sayılı Konsey Direktifi ile Doğal Mineralli Sular İçin Konsantrasyon Limitleri ve Etiketleme Bilgileri Hakkında Liste Oluşturulması ve Doğal Mineralli Suların ve Kaynak Sularının Ozonla Zenginleştirilmiş Hava ile İşleme Tabi Tutulmasının Şartlarını Belirleyen 16/5/2003 tarihli ve 2003/40/EC sayılı Konsey Direktifine paralel olarak hazırlanmıştır.

1.5.6. TS (Türk Standardı) 266

Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nün Kimya İhtisas Grubu'nca TS 266 (1997)'nin revizyonu olarak hazırlanmış ve sonra, TSE Teknik Kurulu'nun 29 Nisan 2005 tarihli toplantısında kabul edilerek yayımına karar verilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen su kalite parametrelerinin, İnsani İTASHY ve TS 266 (Sular–İnsani Tüketim Amaçlı Sular) göre ilgili sınıfları, Tablo 4'te verilmektedir (İTASHY, 2005; TS 266, 2005).

Kaynak (membra) suları; jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından kendiliğinden yeryüzüne çıkan veya teknik yöntemlerle yapay olarak yeryüzüne çıkarılan, bu standartta belirtilen özellikleri orijinal hali ile sağlayan, sıcaklık, debi ve özellikleri mevsimlere göre çok az değişiklik gösteren, yağışlar, yüzey suları ve taban suyundan büyük ölçüde etkilenmeyen, göze, pınar, kuyu, galeri vb. yer altı kaynaklı sulardır (TS 266, 2005).

İşlem görmüş kaynak (membra) suları; Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından kendiliğinden yeryüzüne çıkan veya teknik yöntemlerle yapay olarak yeryüzüne çıkarılan, bu standartta belirtilen özellikleri ancak dezenfeksiyon, filtrasyon, çöktürme, saflaştırma ve benzeri işlemler uygulandıktan sonra ya da özellik değerlerinin azaltılması veya artırılmasıyla sağlayabilen yeraltı kaynaklı sulardır (TS 266, 2005).

Tablo 4. Ulusal standart ve yönetmeliklerde su kalite ölçütleri

Su Kalite Değişkenleri		İTASHY (2005)	TS 266 (2005)	
			Sınıf 1 ve 2 Tip 1	Sınıf 2 Tip 2
t	(°C)	–	–	–
pH		$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$
ÇO	(mg/L)	–	–	–
Eİ (20°C)	(µS/cm)	2500	650	2500
T	(NTU)	●	5	5
AKM	(mg/L)	–	–	–
NH ₄ ⁺	(mg/L)	0.5	0.05	0.5
NO ₂ ⁻	(mg/L)	0.5	0.1	0.5
NO ₃ ⁻	(mg/L)	50	25	50
TKN	(mg/L)	–	–	–
TN	(mg/L)	–	–	–
TP	(mg/L)	–	–	–
TOC	(mg/L)	●●	●●●	●●●
KOİ	(mg/L)	–	–	–
F ⁻	(mg/L)	1.5	1.0	1.5

- : Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok,
- : Anormal değişim yok,
- : Fark edilebilir bir değişiklik gözlenmemelidir.

Sınıf 1 : Kaynak (membra) suları,

Sınıf 2 : Kaynak suları dışındaki insani tüketim amaçlı sular,

Tip 1 : İşlem görmüş kaynak (membra) suları,

Tip 2 : İçme ve kullanma suları.

İçme ve kullanma suları; kaynağına bakılmaksızın orijinal haliyle veya arıtıldıktan sonra bu standartta belirtilen özellikleri sağlayan, genel olarak içme, yemek yapma, gıda maddelerinin hazırlanması (gıda maddelerinin hazırlanmasında gıda maddesi ile doğrudan temas eden sular) vb. amaçlar ile temizlik amacıyla kullanılan sulardır (TS 266, 2005).

1.6. Literatür Araştırması

1.6.1. Akarsu Havzalarında Askıda Katı Madde Takibine Yönelik Çalışmalar

Genellikle katı madde miktarı ya doğrudan ölçümlerle ya da katı madde taşınım denklemleriyle belirlenebilmektedir. Askıda katı madde (AKM) miktarının doğrudan akarsulardan belirlenmesi maliyetli ve zaman alan bir yöntem olmasına rağmen en güvenilir yöntemdir (Isik, 2013).

Hay (1994), Karadeniz Bölgesi akarsularında baraj öncesi ve sonrası katı madde ve debi miktarlarını incelemiştir. Katı madde yükündeki azalmaya, akarsular üzerine inşa edilen barajların sebep olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Erüz (1999), Güneydoğu Karadeniz'in Trabzon–Rize arasındaki bölgede seçilen 20 deniz istasyonunda sıcaklık (t), tuzluluk, elektriksel iletkenlik (Eİ), yoğunluk ve seki derinliği, toplam organik ve inorganik askıda katı madde, partikül sayısı ve boyutu ile klorofil–a (Chl–a) ve bölgeye boşalan sekiz akarsuda toplam organik ve inorganik askıda katı madde, partikül sayısını ve boyutunu belirlemiştir. Ayrıca akarsulardan taşınan AKM'lerin deniz ortamını etkilediğini belirlemiştir.

Akar (2009), Karadeniz Sahil Yolu'nun yapılması ile Değirmendere akarsuyu Trabzon Liman ağzına çok yakın bir bölgeden denize dökülmeye başlamıştır. Değirmendere tarafından taşınan askıda katı maddenin limana ve limanın hemen yakınında bulunan balıkçı barınağına olan etkisini araştırmıştır. 2002 yılında oluşturulan deniz tabanı batimetri haritası ile bu çalışma kapsamında (2009) ölçülen veriler karşılaştırılmıştır. Liman tabanından alınan kesitlerde büyük tonajlı gemilerin çok sık kullandığı güzergahlarda deniz tabanında 218 cm'ye kadar artışlar gözlenirken, küçük gemi ile kayıkların bulunduğu alanlarda 183 cm'lik azalmaların olduğu belirlenmiştir.

Haşimoğlu (2010), Trabzon İli Değirmendere ve Yanbolu akarsuları sedimentlerinin kum malzemesinden; Solaklı Deresi sedimentlerinin ise ağırlıklı olarak kil malzemesinden oluştuğunu tespit etmiştir.

Özşeker (2012), Trabzon kıyılarından Karadeniz'e dökülen Değirmendere, Yanbolu ve Solaklı akarsularında AKM, su ve sediment örneklerinde ağır metal kirliliğinin zamana ve mekana bağlı değişimini araştırmıştır. Bölgeler bazında karşılaştırma yapıldığında takibi yapılan ağır metaller bakımından en yüksek değerlerin Solaklı bölgesinde, en düşük ise

Yanbolu bölgesinde olduğu tespit edilmiştir. Mevsimsel değişim olarak en yüksek ağır metal konsantrasyonlarının ise sonbahar mevsiminde olduğu görülmüştür.

Bayram vd. (2014), Harşit Çayı Havzası'nda bir yıl boyunca 15 gün aralıklarla AKM'nin bulanıklığa karşı zamana ve mekana bağlı değişimini incelemiştir. Bulanıklık (T) ile AKM arasındaki ilişkiyi belirleyerek, AKM miktarı için T'nin önemli bir gösterge olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kenanoğlu ve Bayram (2015), Aralık 2010–Kasım 2011 tarihleri arasında Çoruh Havzası'nda seçilen üç istasyonda aylık olarak yürütülen çalışmada Çoruh Nehri ve Murgul Çayı tarafından Borçka Baraj Gölü'ne taşınan AKM'nin T ile değişimini incelemiştir.

Berkun vd. (2015), Karadeniz'in Türkiye ve Gürcistan bölgesinde yüzeysel akış ve akarsular tarafından taşınan sedimentin Karadeniz kıyısına olan etkileri incelemiştir. Bu bölgede akarsular üzerine inşaa edilen barajlardan dolayı Karadeniz'e taşınan sediment miktarının azaldığı belirlenmiş ve bu durumun ciddi kıyı erozyonuna sebep olacağı vurgulanmıştır.

1.6.2. Yerüstü Su Kalitesi Takibine Yönelik Ulusal Çalışmalar

Erdem (2002), Ocak 2001–Şubat 2002 tarihlerini kapsayan 14 aylık sürede Antalya İli yerüstü su kaynaklarından Düden Çayı'nın su kalitesini seçilen dört istasyonda incelemiş ve mevsimsel kirlilik yükünü hesaplamıştır. Önemli miktarlarda bitki besin maddesi, katı madde ve koliform bakterinin körfeze taşındığını belirlemiştir.

Kurmaç (2003), 2001 Kasım, 2002 Mart ve 2003 Haziran tarihlerinde Aksaray İli yerüstü su kaynaklarından Ulurmak Çayı'nda seçilen yedi istasyonda farklı 17 su kalite değişkeninin değişimini incelemiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde akarsuda kirlenmenin en fazla yaygın kaynaklardan dolayı gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Küçükballı (2003), 2002 Şubat–2003 Ocak tarihleri arasındaki 12 aylık sürede, Bursa İli yerüstü su kaynaklarından Nilüfer Çayı'nda seçilen 15 istasyonda iki ayda bir olarak yürütülen çalışmada; t, pH, çözülmüş oksijen (ÇO), Eİ, AKM, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), amonyum azotu (NH_4^+-N), nitrat azotu (NO_3^--N), toplam Kjeldahl azotu (TKN), toplam azot (TN), toplam fosfat fosforu (TP), gümüş iyonu (Ag^+), alüminyum iyonu (Al^{3+}), arsenik (As), bor iyonu (B^{3+}),

kadmiyum iyonu (Cd^{2+}), krom iyonu (Cr^{3+}), bakır iyonu (Cu^{2+}), toplam demir, mangan iyonu (Mn^{2+}), nikel iyonu (Ni^{2+}), kurşun iyonu (Pb^{2+}), çinko iyonu (Zn^{2+}), antimon iyonu (Sb^{3+}) ve kalay iyonu (Sn^{2+}) gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Analiz sonuçları, 04.09.1988 tarihli Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde Gümüştepe ve Kaplıkaya Deresi istasyonları hariç diğer tüm istasyonların III. ve IV. sınıf su kalitesine sahip olduklarını belirlemiştir. Nilüfer Çayı Havzası arazi kullanım haritasına göre, alt havza sınırları içerisindeki kirlilik yükleri belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, endüstrinin yoğun olduğu ve aynı zamanda Doğu ve Batı Atıksu Arıtma Tesislerinin bulunduğu 1. ve 3. alt havzaların en çok kirlilik yükünü taşıdıklarını tespit etmiştir.

Özyurt vd. (2004), Kütahya'da faaliyet gösteren farklı türdeki sanayi kuruluşlarının Porsuk Çayı'na deşarj ettikleri atıksularda; pH, AKM, TP, BOİ, KOİ, yağ ve gres, Pb^{2+} ve Cd^{2+} analizlerini yapmış ve elde ettikleri bulguları SKKY'ye göre değerlendirerek deşarj sularındaki değerlerin yönetmelik kriterlerine uygun olmadığını belirlemiştir.

Kaçan (2006), 2005 Eylül–2006 Mayıs tarihleri arasında dokuz aylık dönemde, Gümüş Çay, Çürüksu ve Büyük Menderes Nehri'nde (Denizli) seçilen altı istasyonda; t, pH, ÇO, Eİ, tuzluluk, toplam çözünmüş katılar (TÇK), BOİ ve KOİ su kalite değişkenlerini aylık olarak incelemiştir. Akarsuların pH yönünden I. sınıf, ÇO bakımından ise II. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Gümüş Çay ve Çürüksu akarsularının organik madde konsantrasyonu bakımından IV. sınıf, Büyük Menderes'in ise III. sınıf su kalitesine sahip olduğu, Gümüş Çay'ın, TÇK bakımından IV. sınıf, Çürüksu ve Büyük Menderes akarsularının ise II. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çakırsoy Şen (2007), 2005 Kasım–2006 Eylül tarihleri arasında 11 aylık sürede, Düzce İli yerüstü su kaynaklarından Büyük Melen Nehri'nde iki, Küçük Melen Nehri'nde üç ve Asar Suyu'nda bir olmak üzere seçilen toplam altı istasyonda iki ayda bir yürütülen çalışmada; t, pH, ÇO, NH_4^+-N , nitrit azotu (NO_2^--N), NO_3^--N , TP, BOİ, KOİ, cıva iyonu (Hg^{2+}), Cd^{2+} , Pb^{2+} , As, Cu^{2+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , toplam demir, Mn^{2+} ve Al^{3+} değişkenlerini incelemiştir. Havzadaki akarsuların evsel, endüstriyel ve tarımsal deşarjlar sonucunda kirlenmiş ve çok kirlenmiş suya sahip oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle havzanın kirlilik açısından kontrol altına alınması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Duran ve Suicmez (2007), 2002 Şubat–2003 Ocak tarihleri arasında 12 aylık dönemde, Tokat İli yerüstü su kaynaklarından Çekerek akarsuyunda seçilen on istasyonda; t, pH, ÇO, Eİ, TÇK, kalsiyum karbonat (CaCO_3), toplam organik karbon (TOC), klorür

iyonu (Cl^-), sülfat iyonu (SO_4^{2-}), TP, NH_4^+-N , nitrit iyonu (NO_2^-), nitrat iyonu (NO_3^-), Pb^{2+} , Cd^{2+} , toplam demir, Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} ve B^{3+} su kalite değişkenlerinin mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Sonuç olarak Çekerek akarsuyunun TP, NH_4^+-N , NO_2^- ve NO_3^- değişkenleri hariç diğer biyolojik ve fiziko-kimyasal su kalite değişkenleri bakımından yüksek kaliteli su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Erdinç (2010), Şubat 2008–Şubat 2009 tarihleri arasında Gökova Körfezi’ni (Muğla) besleyen su kaynakları olan Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı’nda seçilen 10 istasyonda t, pH, ÇO, Eİ, tuzluluk, NH_4^+-N , $\text{NO}_2^- -\text{N}$, $\text{NO}_3^- -\text{N}$, BOİ, AKM, ortofosfat fosforu ($o\text{-PO}_4^{3-}-\text{P}$) ve Chl-a gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Akçapınar Azmağı’nın daha çok tarımsal kökenli kirlenmeye, Kadın Azmağı’nın ise çevresel kirlenmeye maruz kaldığı görülmüştür.

Gürel (2011), Porsuk Çayı’nın su kalitesinin tespiti amacıyla seçilen 12 istasyonda Ocak–Ekim 2009 tarihleri arasında mevsimsel olarak (Ocak, Nisan, Temmuz, Ekim); t, pH, ÇO, SO_4^{2-} , NH_4^+-N , $\text{NO}_2^- -\text{N}$, $\text{NO}_3^- -\text{N}$, BOİ, KOİ, TKN, demir (Fe), Mn^{2+} ve B^{3+} gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Porsuk Çayı, SKKY’ye göre t, SO_4^{2-} ve B^{3+} bakımından I., Mn^{2+} bakımından II., Fe bakımından III., pH, NH_4^+-N , $\text{NO}_2^- -\text{N}$, $\text{NO}_3^- -\text{N}$ ÇO, BOİ, KOİ ve TKN bakımından IV. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Bayram (2011), 2009 Mart ile 2010 Şubat tarihleri arasında 12 aylık dönemde Harşit Çayı anakol boyunca seçilen on istasyonda on beş gün aralıklarla yürüttüğü çalışmada; t, pH, ÇO, Eİ, T, AKM, NH_4^+-N , $\text{NO}_2^- -\text{N}$, $\text{NO}_3^- -\text{N}$, TN, TKN, $o\text{-PO}_4^{3-}-\text{P}$, KOİ, TOC, toplam sertlik (TH), metilen mavisi yüzey aktif madde (MBAS), Al^{3+} , Mn^{2+} , toplam Fe ve toplam Cr^{3+} gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Harşit Çayı su kalitesinin evsel ve endüstriyel atıklardan etkilendiği sonucuna varmıştır.

Erçoklu (2012), Nisan 2010–Haziran 2011 tarihleri arasından bir yılı aşkın sürede değişik periyotlarda Sarıçay, Kepez Deresi ve Güzelyalı Deresi’nde seçilmiş yedi istasyonda; t, pH, Eİ, Al^{3+} , organik madde (pV), florür iyonu (F^-), Zn^{2+} , Mn^{2+} ve AKM gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Yağışlar ile su kalitesi arasında ilişki kurmuş, kirlenme kaynaklarının su kaynaklarına olası etkilerini araştırmıştır.

Eroğlu (2012), Mart–Kasım 2011 tarihleri arasında Aksaray İli yeraltı ve yerüstü su potansiyeli ve kalitesini belirlemek amacıyla seçilen altı istasyonda iki ay aralıklarla yürüttüğü çalışmada; t, pH, T, Eİ, TH, tuzluluk, renk, Fe, Mg^{2+} , As, Pb^{2+} , amonyum iyonu (NH_4^+), NO_2^- ve NO_3^- gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Aksaray İli merkez

ilçesi su kaynaklarının içmesuyu açısından elverişli olduğu ve SKKY'ye göre bazı değişkenler bakımından I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen değerleri aştığı belirlenmiştir.

Şengün (2013), Giresun İl merkezinden denize dökülen Aksu Deresi'nin kirlilik durumunu belirlemek amacıyla seçilen üç istasyonda Ocak ile Aralık 2012 tarihleri arasında; t, pH, ÇO, Eİ, TÇK, tuzluluk, Chl-a, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), BOİ, toplam alkalinite, TH, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , $\text{NH}_3\text{-N}$, Cl^- , TP, çözünebilir reaktif fosfor (SRP) ve AKM gibi su kalite değişkenlerinin aylık olarak takibini yapmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Aksu Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için kullanılabilirliği ve sucul canlılar için uygun bir yaşam ortamı olabileceği ancak TP ve NO_2^- bakımından az kirlenmiş su sınıfına girdiği, diğer değişkenler bakımından ise tehdit unsuru yaratmayacak düzeyde kirlilik olduğu belirlenmiştir.

Yıldız (2013), Haziran 2012-Mayıs 2013 tarihleri arasındaki 12 aylık dönemde Giresun İli Espiye ilçesinde denize dökülen Gelevera Deresi'nin kirlilik durumunu belirlemek amacıyla seçilen üç istasyonda aylık olarak yürüttüğü çalışmada; t, pH, ÇO, Eİ, TÇK, tuzluluk, Chl-a, ORP, BOİ, toplam alkalinite, TH, $\text{NH}_3\text{-N}$, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , sodyum iyonu (Na^+), potasyum iyonu (K^+), Cl^- , TP, SRP ve AKM gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda Gelevera Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için kullanılabilirliği, sucul canlılar için uygun bir yaşam ortamı olabileceği ancak TP bakımından kirli su sınıfına girdiği, diğer su kalite değişkenleri bakımından ise tehdit unsuru yaratmayacak düzeyde kirlilik olduğu tespit edilmiştir.

Dinçer (2014), Giresun İli Görele ilçesinde denize dökülen Çanakçı Deresi'nin kirlilik durumunu belirlemek amacıyla, Mart 2013-Şubat 2014 tarihleri arasında aylık olarak yürüttüğü çalışmada seçilen üç istasyonda pH, t, ÇO, oksijen doygunluğu, Eİ, TÇK, tuzluluk, Chl-a, ORP, BOİ, toplam alkalinite, TH, TP, $\text{NH}_3\text{-N}$, SRP ve AKM gibi su kalitesi değişkenlerinin değişimini incelemiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda Çanakçı Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için kullanılabilir olduğu, sucul canlılar için uygun yaşam ortamı olabileceği belirlenmiştir. Ancak TP ve oksijen doygunluğu bakımından kirlenmiş su sınıfına, $\text{NH}_3\text{-N}$ ve ÇO bakımından az kirlenmiş su sınıfına girdiği belirlense de diğer değişkenlerin kirlilik tehdidi yaratmayacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

1.6.3. Barajların Askıda Katı Madde Hareketine ve Yerüstü Su Kalitesine Olan Etkileri ile İlgili Çalışmalar

20. yüzyılda su kaynakları yönetiminin en önemli ve gözle görülür parçalarından biri olarak büyük barajlar ortaya çıkmıştır. Dünya'daki büyük akarsu sistemlerinin çoğu barajlar ve akım düzenlemeleriyle çok ya da kısmen etkilenmiştir (Dynesius ve Nilsson 1994; Pohl 2004; Bayram, 2011).

Büyük su biriktirme yapıları olan barajların inşalarının ardından mansap bölgelerinde hidrolojik ve katı madde taşınım özelliklerinin etkilendiği bilinmektedir. Barajlar akımların düzenli ve daha az değişken olmasını sağlamakta ve böylece oluşabilecek taşkın risklerini de azaltmaktadır. Bu yüzden su kaynakları planlama ve geliştirme projeleri ile akarsu ıslah çalışmaları bütüncül havza sistemleri olarak düşünülmeli, her bölgenin iklim şartlarını, jeolojik, hidrolojik, geometrik ve hidroluk özelliklerini, ekolojik ve biyolojik yapıyı, politik ve ekonomik koşullarını da dikkate alarak, ciddi olarak değerlendirmelidir (Simons ve Senturk 1992; Isik vd. 2008; Bayram, 2011).

Hay (1994), Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsularda baraj öncesi ve sonrası katı madde ve debi oranlarını incelemiştir. Katı madde yükündeki azalmaya, akarsular üzerine inşa edilen barajların sebep olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Gürevin (2004), Ömerli (İstanbul) Baraj Gölü'nde Mayıs 2002–Nisan 2003 tarihleri arasında seçilen 6 istasyonda dört farklı derinlikten alınan su örneklerinde su kalitesi değişkenleri ile fitoplankton tür çeşitliliğini, biyomasını ve mevsimsel değişimini incelemiştir. Çeşitli kirleticilerin baskısı altında bulunan Ömerli Baraj Gölü'nde önceden yapılan araştırmalar ile karşılaştırılmış Paşaköy İleri Biyolojik Arıtma Tesisinin hizmete girmesine rağmen baraj gölünün su kalitesinde bir iyileşme olmadığını ortaya koymuştur.

Elhatip ve Gullu (2005), içme ve kullanma suyu temin edilen Mamasun (Aksaray) Baraj Gölü'nde Ağustos, Ekim ve Aralık 2002 tarihlerinde sekiz istasyonda t, pH, ÇO, Eİ, TÇK, NH_4^+-N , NO_2^--N , NO_3^--N , TN, Cu^{2+} , magnezyum iyonu (Mg^{2+}), Ni^{2+} ve Fe, değişkenlerinin takibini yapmışlar ve kirletici kaynakların çeşitleri, kirlilik dereceleri ile çevresel etkilerin baraj rezervuarına olan etkisini araştırmışlardır.

Kurunc vd. (2006), Kelkit Çayı su kalitesi gözlem istasyonunun 1970–2001 yılları arasındaki verilerine dayanarak gerçekleştirdikleri çalışmada Kılıçkaya Barajı'nın su kalitesine olan etkilerini incelemiştir. Kılıçkaya Barajı öncesi ve sonrası dönemleri karşılaştırdıklarında, TÇK, Na^+ , K^+ , kalsiyum iyonu (Ca^{2+}), Mg^{2+} , Cl^- ve SO_4^{2-}

değişkenlerinin konsantrasyon değerlerinde %9.4–21.5 arasında azalma olduğunu belirlemişlerdir. Kılıçkaya Barajı'nın Kelkit Çayı su kalitesini oldukça etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Cullaj vd. (2011), Tirana (Albania) şehrine içme ve kullanma suyu temin eden Bovilla Baraj Gölü'nde Mayıs 2006 ile Nisan 2007 tarihleri arasında aylık olarak 8 farklı derinlikte üç istasyonda, Mayıs 2007 ile Eylül 2008 tarihleri arasında aylık olarak 40 m derinlikte tek istasyonda t, pH, ÇO, Eİ, alkalinite, T, TÇK, NH_4^+ -N, NO_2^- -N, NO_3^- -N, TP, TOC, BOİ, iz elementlerinden Fe ve Zn^{2+} gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik su kalite değişkenlerini gözlemleyerek baraj gölünün hidrografisi ve limnolojisini ilk kez belirlemişlerdir.

Akin vd. (2011) tarafından, 2005–2008 yılları arasında Sakarya Nehri üzerinde bulunan Gökçekaya Baraj Gölü'nde seçilen beş istasyonda fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişkenleri mevsimsel olarak incelenmişlerdir. Çalışmalar sonucunda Gökçekaya Baraj Gölü'nün su kalitesinin NO_2^- -N hariç diğer göstergeler açısından SKKY'ye göre yüksek kaliteli su sınıfında olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Wiatkowski ve Paul (2011), Ocak–Aralık 2006 tarihleri arasında, Wlodzienin Barajı (Polonya) inşa halinde iken baraj gölünü besleyen akarsularda seçilen beş istasyonda t, pH, Eİ, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , fosfat iyonu (PO_4^{3-}) ve BOİ gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmışlar ve baraj gölünü besleyen akarsuların yüksek oranda kirlilik içerdiğini belirlemişlerdir.

Tiessen vd. (2011), South Tobacco Çayı Havzası'nda (Kanada) Stepler ve Madill isimli iki küçük barajın, akarsuyun su kalitesine ve miktarına olan etkisini araştırmışlardır. 1999 ile 2007 yılları arasında, bu barajların pik akımları ve mansaptaki sediment ve nütrient (TN ve TP) yükünü azalttığı gözlemlenmiştir. Stepler Barajı, yıllık sediment yükünün %77'sini, TN'in %15'ini ve TP'nin ise %12'sini, Madill Barajı da yıllık sediment yükünün %66'sını, TN'in %20'sini ve TP'nin ise %9'unu azalttığı belirlenmiştir.

Tayhan (2012), Temmuz 2011 ile Mart 2012 tarihleri arasında Munzur ve Pülümür akarsuları ile bu akarsuların beslediği Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) üzerinde 10 istasyonda iki ayda bir yürüttüğü çalışmada; t, pH, ÇO, Eİ, alkalinite, asidite, TH, AKM, BOİ ve KOİ gibi su kalitesi değişkenlerinin takibini yapmış, atıksuların ve diğer kaynakların baraj gölüne olan etkisini incelemiştir. Uzunçayır Baraj Gölü'nün SKKY dikkate alındığında, I. ve II. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

1.6.4. Değirmendere Havzası (Trabzon) Yerüstü Su Kalitesi İzleme Çalışmaları

Kanca (1995), Trabzon İli içme sularında bazı kalite değişkenlerinin araştırılması konulu çalışmasında, Değirmendere suyu ve arıtılmış içme suyunda bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerin takibini yapmıştır. Bu değişkenler pH, Eİ, T, pV, MBAS, TH, renk, yoğunluk, Al^{3+} , Fe , Mn^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- , TP, Cl^- ve alkalitedir. Bir yıl süreyle hem arıtılmamış hem de arıtılmış sularda takibi yapılan değişkenler bakımından aşırı bir kirliliğin olmadığı anlaşılmıştır.

Dayı (1996), Değirmendere Havzası'ndaki tüm yerüstü sularının kalite sınıfı belirlemek amacıyla Değirmendere'nin denizden itibaren 45 km'lik bölümünde 16 örnekleme noktası seçerek t, pH, ÇO, Eİ, T, SO_4^{2-} , NO_3^- , TP ve ağır metallere Hg^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , siyanür iyonu (CN^-) ve Pb^{2+} gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Temmuz 1995 yılı tarihinde yapılan çalışmada elde edilen verilerin standartlarla karşılaştırılması sonucunda akarsuyun kirlilik düzeyinin son derece düşük olduğu, ancak mabdan mansaba doğru gidildikçe özellikle SO_4^{2-} , NO_3^- , TP ve ağır metal değerlerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Mutlu (1996), Trabzon İli sınırları içerisinde Değirmendere akarsuyu dahil 18 akarsuyun denize döküldükleri yerlerden su örnekleri olarak 11 fiziksel ve kimyasal su kalite değişkeninin (t, pH, SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , TP, Cl^- , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} ve As) takibini yapmıştır. 1995 yılında yapılan tek çalışmada elde edilen verilerin standartlarla karşılaştırılması sonucu 18 akarsuyun kalite sınıflandırılması yapılmış ve kirlilik haritası oluşturulmuştur.

Ünver (2002), Trabzon kentinin içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılanmasını planlandığı Atası Baraj Gölü'nü besleyen Kuştu ve Galyan akarsularının çevre etkenlerine bağlı olarak oluşan kirlilik durumu ile su kalitesini ortaya koymayı amaçlamıştır. Kasım 2001–Mayıs 2002 tarihleri arasındaki yedi aylık dönemde 10 gün aralıklarla t, pH, ÇO, Eİ, T, pV, Na^+ , K^+ , NO_3^- -N, o - PO_4^{3-} -P, Ca^{2+} , Mg^{2+} , TH, kalıcı sertlik ve geçici sertlik değişkenleri incelemiş, SKKY'ye göre ilgili akarsuların temiz olduğu ve kullanılmasında sağlık açısından bir sakınca bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Boran vd. (2004), Eylül 1998–Şubat 1999 tarihleri arasında seçilen üç istasyonda atıksularını herhangi bir işleme tabi tutmadan deşarj eden asfalt ve hazır beton üretimi yapan beş işletmenin Değirmendere akarsuyuna olan etkilerini; t, pH, AKM, KOİ, yağ-gres ve Cr^{3+} gibi su kalite değişkenlerine göre aylık olarak incelemiştir. Çalışma

sonucunda SKKY (2004)'de deşarj standartları için müsaade edilen değerleri aştığı, önemli oranda kirliliğin oluştugu ve akarsu kalitesinin bozulduğu saptanmıştır.

Akyıldız (2004), Haziran 2002–Haziran 2003 tarihleri arasında Galyan akarsuyu üzerinde inşası düşünölen Atasu Barajı'nın membaında belirlenen üç istasyonda üç ay aralıklarla toplamda beş çalışma gerçekleştirmiştir. t, pH, ÇO, Eİ, T, TH, NH₃–N, NO₂[–]–N, NO₃[–]–N, pV, *o*-PO₄^{3–}–P, KOİ, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ ve K⁺ gibi su kalite göstergelerinin takibini yapmış, Galyan akarsuyunun *o*-PO₄^{3–}–P bakımından SKKY'ye göre kirlenmiş su kalitesine sahip olsa da, diğer göstergeler bakımından hemen hemen yüksek kaliteli suya sahip olduğunu belirlemiştir.

Bulut (2005), Trabzon kentine içme ve kullanma suyunu sağlayacak olan Atasu Baraj Gölü'nü besleyen Kuştul ve Galyan akarsularında seçilen üç istasyonda Nisan–Kasım 2004 tarihlerini kapsayan sekiz aylık dönemde, aylık olarak su kalitesi değişkenlerini (t, pH, ÇO, Eİ, T, NH₄⁺–N, NO₂[–]–N, NO₃[–]–N, organik azot (Org–N), Fe, Zn²⁺, Al³⁺, Cu²⁺, Pb²⁺, Cr³⁺, MBAS, TH, debi, *o*-PO₄^{3–}–P, BOİ, KOİ ve toplam pestisit) incelemiştir. Sonuç olarak bazı aylarda TH, T, MBAS, Cr³⁺ ve *o*-PO₄^{3–}–P değerleri içme ve kullanma suları için müsaade edilen standart değerlerden fazla çıkmıştır.

Gültekin vd. (2005), Değirmendere Havzası'ndaki suların kalitesini incelemiş ve havzadaki suların hidrokimyasal fasiyesleri yönünden “kalsiyum bikarbonatlı” sular sınıfında yer aldığı ve Yanlıca mineralli suyunda Sb³⁺ ve selenyum (Se), Akoluk kaynağında ise Cr³⁺ ve Pb²⁺ değerleri standartlarda verilen limit değerlerin üzerinde olduğunu belirlemiştir. Değirmendere suyu çok kirlenmiş su sınıfında olup, Değirmendere vadisindeki yeraltı suları ise pH, TÇK, Cl[–], SO₄^{2–}, NO₂[–] ve NO₃[–] değerlerine göre yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır.

Uzun (2006), Trabzon İli akarsuları ile özellikle içme ve kullanma suyu olarak kullanılan Değirmendere akarsuyu ve Karadeniz Teknik Üniversitesi tarafından işletilen su kuyularından alınan örneklerde; renk, görünüş, pH, ÇO, Eİ, T, koku ve tat, pV, TH, Fe, Na⁺, Al³⁺, Mn²⁺, NO₂[–], NO₃[–], KOİ ve BOİ gibi su kalite göstergelerinin takibini yapmıştır. Bu göstergeler bakımından SKKY'ye göre tüm su kaynaklarının yüksek kaliteli suya sahip olduğunu belirlemiştir.

Celep (2009), Trabzon İli'nin yeraltı ve yerüstü sularının hidrojeolojik, hidrokimyasal özelliklerini ile su kalitesini belirlemeyi amaçlamıştır. Yerüstü sularından Mart–Nisan–Mayıs aylarında su örnekleri alınarak kimyasal analizler yapılmış ve hidrokimyasal değerlendirmeler sunulmuştur. İnceleme alanındaki tüm sular SKKY'ye

göre birçok değişken bakımından I. sınıf su kalitesinde sahip iken, yerüstü sularında genellikle Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , CN^- ve KOİ , yeraltı sularında ise genellikle Cu^{2+} , Ni^{2+} , NO_2^- , PO_4^{3-} , CN^- değişkenleri bakımından II., III. ve IV. sınıf su kalitelerine sahip olduğu belirlenmiştir. Sularda kirlilik oluşturan değişkenlerin genellikle çevresel atıklardan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Usta (2011), 2010 Eylül–Ağustos 2011 tarihleri arasında, Trabzon İli yerüstü su kaynaklarından Kuştul ve Galyan akarsularında seçilen 23 istasyonda aylık olarak yürüttüğü çalışmada; t, pH, Eİ, TN, TP, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ ve K^+ gibi su kalite değişkenlerinin takibini yaparak, su ve toprak özelliklerinin uyumlu olduğunu bulunmuştur. Atasu Baraj Gölü'nü besleyen akarsuların besin konsantrasyonunun artması ile baraj gölünde ötrofikasyonun artacağını ve bu durumun suyun kalitesini olumsuz yönde etkileyeceğini belirtmiştir.

Gültekin vd. (2012), Trabzon İli'ndeki tüm suları SKKY'ye göre değerlendirmişlerdir. Suların birçok su kalite değişkeni bakımından yüksek kaliteli su sınıfında iken, genellikle Cu^{2+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , CN^- ve KOİ değişkenleri bakımından az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş su sınıfında olduğu ve sularda kirlilik oluşturan değişkenlerin çoğunlukla tarım faaliyetlerinden ve çevresel atıklardan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Bayram (2014), Mart 2010–Şubat 2011 tarihleri arasında bir yıl boyunca aylık olarak yürüttüğü çalışmada Trabzon İli'nin içme ve kullanma suyu ihtiyacının sağlandığı Değirmendere ve Galyan akarsularında seçilen iki istasyonda; t, pH, ÇO, Eİ, TÇK, T, AKM, tuzluluk, NH_4^+-N , NO_2^--N , NO_3^--N , TN, TKN, $o\text{-PO}_4^{3--}\text{P}$, KOİ , TOC, F^- , TH, MBAS, Ca^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} toplam Fe ve toplam Cr^{3+} gibi su kalite değişkenlerinin takibini yapmıştır. Değirmendere ve Galyan akarsularının SKKY'ye göre TKN, $o\text{-PO}_4^{3--}\text{P}$ ve toplam Fe konsantrasyonları hariç diğer su kalite değişkenleri bakımından yüksek kaliteli suya sahip olduğunu, ulusal ve uluslararası standart ve yönetmeliklere göre de içme ve kullanma suyu olarak faydalanılabileceğini belirlemiştir.

1.7. Trabzon İli İçme ve Kullanma Suyu Tarihçesi

Trabzon İli'nin içme ve kullanma suyu ihtiyacı, 04.05.1992 tarihine kadar Çağlayan mahallesi ile Değirmendere akarsuyunun Karadeniz'e döküldüğü kısım arasında kalan

Değirmendere akarsuyu mansap akiferinden, 23–39 m derinlikte 24 sondaj kuyusu ve 6 m derinliğinde iki keson kuyu olmak üzere toplamda açılan 26 su kuyusundan sağlanmıştır. Ancak, yeraltı suyu işletmesi için oldukça uygun olan bu alan çeşitli sebeplerden dolayı yerleşime açılmış ve yeraltı suyunun kirlenmesinden ötürü kullanılamaz hale gelmiştir. Bu tarihten itibaren, Atasu Arıtma Tesisleri'nin hizmete girmesi ile Trabzon İli'nin içme ve kullanma suyu ihtiyacı, Esiroğlu mevkiinde Değirmendere akarsuyundan bir regülatör yardımıyla alınan suların arıtılmasıyla karşılanmıştır (İÇDR, 2014).

Esiroğlu'nun memba kısmında yer alan Maçka ilçesinden ve diğer yerleşim alanlarından deşarj edilen evsel atıksular, akaryakıt istasyonlarından meydana gelen sızmalar, katı atıklar, deterjanlar, atık otomobil yağları ve havza boyunca tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai pestisitler ve Trabzon–Erzurum karayolunun Değirmendere akarsuyuna olan kirletici etkilerinden dolayı Değirmendere akarsuyu zamanla kirlenmiştir (Karagüzel vd., 2003).

Değirmendere akarsuyunun da aşırı kirlenmesi sonucu, Mart 2001'den itibaren Değirmendere akarsuyunun yan kolu olan Galyan akarsuyundan bir regülatör yardımıyla alınan sular 2,700 m'lik bir iletim hattı ile İçmesuyu Arıtma Tesisleri'ne ulaştırılmış ve arıtılarak şehrin temiz su ihtiyacı karşılanmaya devam edilmiştir. 2001 yılı Mart ayından itibaren Trabzon halkının içme ve kullanma suyu ihtiyacı için Galyan akarsuyu kullanılmış olup, su ihtiyacının arttığı ancak akarsuyun debisinin azaldığı yaz aylarında ise Değirmendere akarsuyundan da kısmen faydalanılmıştır. Fakat bu durumda arıtma tesisleri gerek teknik gerekse ekonomik bakımdan yetersiz kalabilmektedir (Celep, 2009; Bayram vd., 2011; Satılmış vd., 2014; Bayram, 2014; Satılmış ve Bayram, 2015a).

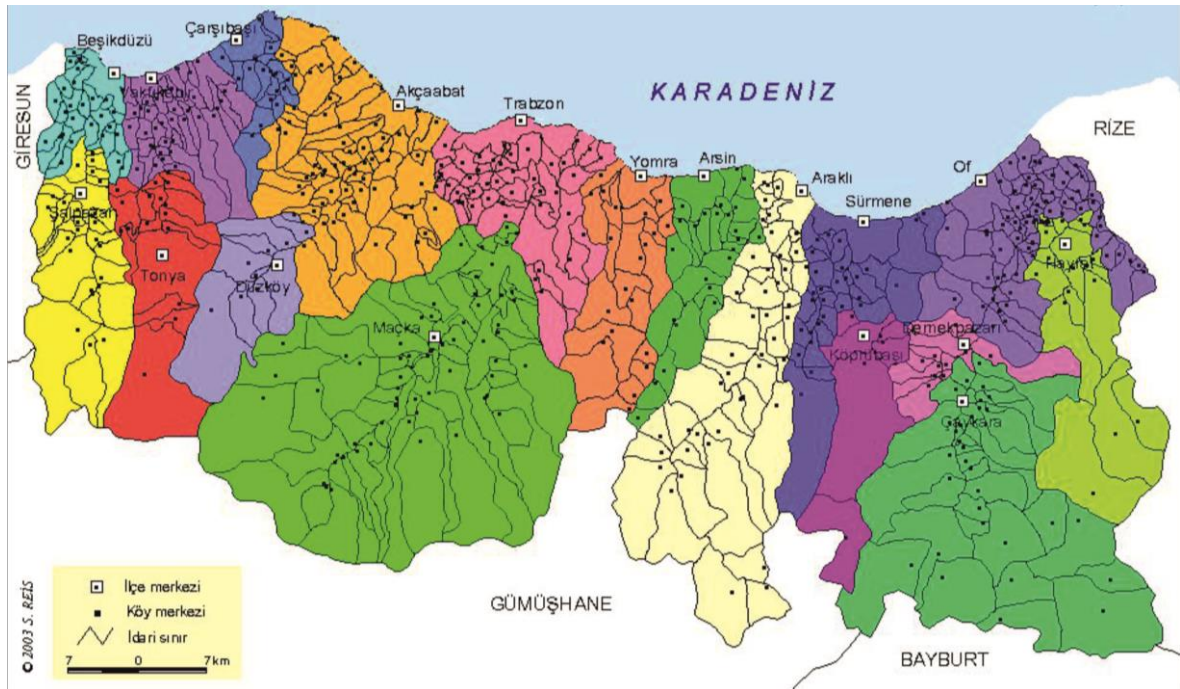
Bahsi geçen nedenlerden dolayı bu akarsu üzerinde bir baraja ihtiyaç duyulmuştur. Devlet Su İşleri (DSİ) XXII. Bölge Müdürlüğü (Trabzon) tarafından Galyan akarsuyu üzerinde 10.03.1998 tarihinde Atasu Barajı inşaa edilmeye başlanmıştır. Çeşitli aksamalardan dolayı 28.12.2010 tarihinde tamamlanarak su tutmaya başlayan baraj, 30.04.2011 tarihinde baraj gölünün %100 doluluk oranına ulaşmasıyla birlikte Trabzon halkı için hizmet vermeye başlamıştır (Satılmış vd., 2014; Satılmış ve Bayram, 2015a; DSİ, 2015b).

1.8. Çalışmanın Gerçekleştirildiği Trabzon İli

Değirmendere Havzası'nı bir bütün olarak değerlendirmek amacıyla, yerinde ölçüm almak ve örnekleme yapmak için; Değirmendere akarsuyu anakolu boyunca altı istasyon toplamda ise 14 istasyon seçilmiştir. Gözlem istasyonları Trabzon İli sınırları içerisinde kaldığından, Trabzon İli'nin coğrafi konumu, yer şekilleri, iklimi, bitki örtüsü ve su kaynakları hakkında bilgi verilecektir.

1.8.1. Coğrafi Konum ve Nüfus

Trabzon İli, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz bölümü sınırları içerisinde olup 4,685 km² yüz ölçümü ile ülke topraklarının %6'sına sahiptir. Trabzon İli toprakları, 39°07'–40°30' doğu boylamları ile 40°33'–41°07' kuzey enlemleri arasında olup, doğusunda Rize, batısında Giresun güneyinde Gümüşhane ve Bayburt illeri ve kuzeyinde Karadeniz bulunmaktadır (Şekil 2). Karadeniz'in Trabzon İl sınırları içindeki sahil şeridi uzunluğu 135 km civarındadır. Trabzon İli, Ortahisar merkez ilçe ile birlikte toplam 18 ilçeden oluşmaktadır (İÇDR, 2014).



Şekil 2. Trabzon İli idari sınır haritası (Reis, 2003)

Trabzon İl topraklarının %30'u dağlık, %60'ı deniz seviyesinden başlayarak güneye doğru %25–30 eğimle artan ve ilin güney sınırlarında 3,080 m'yi bulan daha dik eğimli alanlar ve ancak %10'luk bir kısmı düz alanlardan oluşmaktadır. Bu düz alanlarının büyük bir çoğunluğunu Karadeniz kıyı şeridi oluşturmaktadır (İÇDR, 2014).

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Veri Tabanı 2014 yılı verilerine göre Trabzon İli toplam nüfusu 766,782'dir (TÜİK, 2015a).

1.8.2. Yer Şekilleri

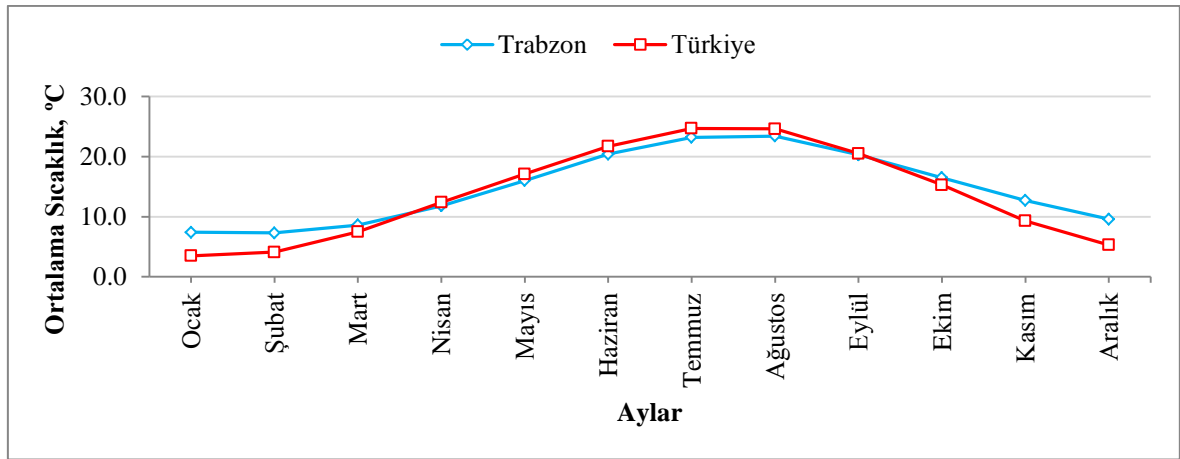
Doğu–batı doğrultusunda uzanan dağlık alanlar, Doğu Karadeniz Dağları'nın orta kesiminde yer almaktadır. Bu hattın doğudaki en yüksek bölümü Doğu Karadeniz Dağları'nın da en yüksek bölümü olan Kaçkarlar'ın batıya doğru son uzantıları olan Haldizen Dağları'dır. Önemli yükseltileri Demirkapı (3,376 m), Kayışkiran (3,156 m) ve Karakaya (3,139 m) tepeleridir. Dağlık alanların batı kısmını, Viran Kilise Tepesi (1,784 m), Taşoluk Tepesi (2,420 m), Ayeser Tepesi (2,423 m) ve Kalkanlı Tepesi (2,193 m) gibi Kalkanlı ve Horos Dağları oluşturmaktadır. Doğu–batı doğrultusunda uzanan bu kısmın yükseltisi, kuzeyden güneye ve batıdan doğuya doğru artmaktadır. Dağlık alan morfolojisi batıda 1,900 m'den, doğuda ise 2,400 m'den başlayıp 3,300 m'yi aşmaktadır (Celep, 2009; Trabzon Valiliği, 2015).

1.8.3. İklim

Trabzon yöresi, deniz etkisinde kalan Karadeniz İklimi'nin özelliklerini tümüyle taşımaktadır. Yazlar genellikle orta sıcaklıkta, kışlar ise ılık geçer ve her mevsim yağışlı bir iklim hüküm sürer. Kıyıya yakın mesafede set gibi uzanan Doğu Karadeniz Dağları'nın Trabzon'u güneyden çepeçevre kuşatması ve kuzeyde Karadeniz'in varlığı nedeniyle Trabzon, aynı konumdaki diğer yerlere nazaran kışın daha ılıman bir iklime sahiptir (Trabzon Valiliği, 2015).

1.8.3.1. Sıcaklık

Trabzon'un makro ölçekte ölçüm yapan tek istasyonu Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün, Ortahisar merkez ilçedeki rasat istasyonu ($40^{\circ}59'42''$ K– $39^{\circ}46'58.8''$ D) olup büyük klima, metar ve sinoptik rasatları yapmaktadır. 1950–2014 yılları arası aylık ortalama rasat verileri dikkate alındığında; en soğuk ay olan Şubat ayının 7.3°C , en sıcak aylar olan Temmuz ve Ağustos aylarının sırasıyla 23.2 ve 23.4°C ve yıllık ortalama sıcaklığın 14.8°C olduğu anlaşılmaktadır. Günlük en yüksek sıcaklık 37.8°C ile 17.05.1988 tarihinde, en düşük sıcaklık ise -7.0°C ile 15.01.1950 tarihinde ölçülmüştür. Trabzon ile ülkemizin aylık ortalama sıcaklık değişimleri Şekil 3'te karşılaştırmalı olarak verilmektedir (MGM, 2015a, b).



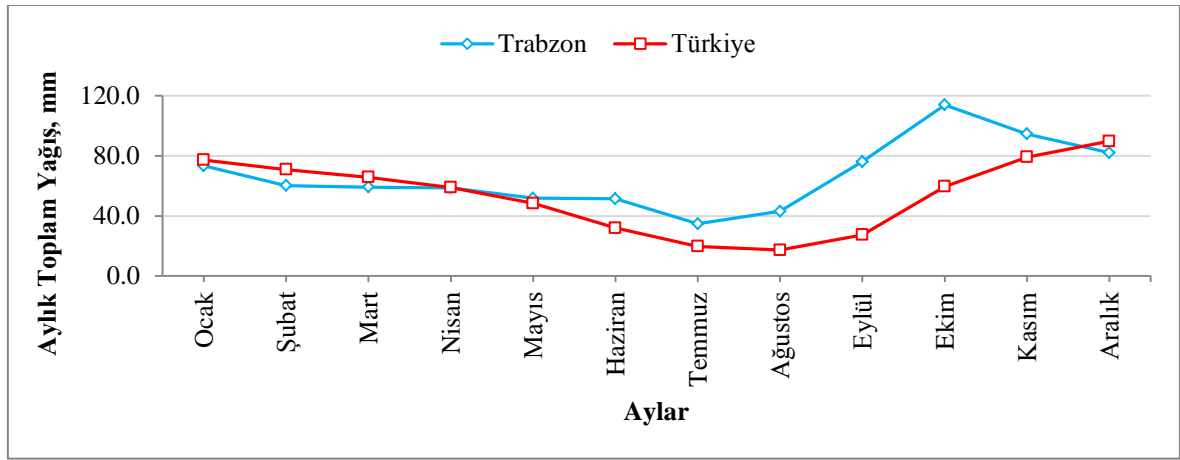
Şekil 3. Trabzon ve Türkiye'nin aylık ortalama sıcaklık değişimlerinin karşılaştırılması

1.8.3.2. Yağış

Trabzon yöresinde, yağış şartlarının (türü, miktarı, süresi, zamanı, vb.) gerek kıyı hattı boyunca gerekse iç kesimlerde kısa mesafelerde farklılık göstermesi ilin önemli bir özelliğidir. Ayrıca, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde denize paralel uzanan sıradağları yer yer kesen akarsu vadileri, deniz ikliminin iç kesimlere kadar etkili olmasını sağlamaktadır (Celep, 2009; Usta, 2011).

1970–2014 yılları arası Türkiye'nin yıllık toplam yağış ortalaması 624.6 mm iken, 1950–2014 yılları arası Trabzon'un yıllık toplam yağış ortalaması 807.1 mm'dir. En fazla

yağışlar sonbahar ve kış mevsimlerinde görülmektedir. Kış yağışları, kıyıya yakın kısımlarda yağmur, orta ve yüksek kesimlerde genellikle kar şeklindedir. Kasım ayı 114.6 mm'lik yağış ile en yağışlı ay olarak görülürken; Temmuz ayı 34.8 mm'lik yağış ile en kurak ay olarak izlenmektedir. Günlük toplam en yüksek yağış 115.1 mm ile 10.07.1992 tarihinde, en yüksek kar yüksekliği 115.0 cm ile 15.01.1950 tarihinde ölçülmüştür (MGM, 2015a, b). Trabzon'un aylık toplam yağış ortalaması dağılımı ülkemiz ile karşılaştırmalı olarak Şekil 4'te verilmektedir (MGM, 2015a, b).



Şekil 4. Trabzon ve Türkiye'nin aylık toplam yağış değişimlerinin karşılaştırılması

1.8.4. Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı

Trabzon yöresinde ılıman ve her mevsim yağışlı bir iklim türünün hakim olması, zengin türlerden oluşan Avrupa Sibiryaya kökenli bitki örtüsü kuşaklarını meydana getirmiştir. Sahil bölgelerinde 10 m'den başlamak üzere 2,000 m'ye yüksekliğe kadar değişik türlerden orman ağaçları; 3,000 m'ye kadar da değişik tür bitkiler bulunmaktadır. Kıyı ve kıyıya yakın bölgelerde Trabzon hurması, akçaağaç, şimşir, karayemiş, defne, muşmula, katran ardıcı ve kocayemiş gibi bitkiler yer alırken; orta yükselteli bölgelerde kestane, meşe türleri, dişbudak, ıhlamur, adi fındık, aksöğüt, kavak, Avrupa kestanesi, adi kızılbaş, adi gürgen, doğu gürgeni, meşe, akçaağaç, üvez çitlembik, defne ve mor çiçekli ormangülü gibi geniş-igne yapraklı karışık türler yer almaktadır. Üst kesimlerde; sarıçam, kayın, göknar, ladin ve bazı çalı türleri gibi igne yapraklı ormanlar bulunurken; daha üst seviyelerde fizyolojik bakımdan ağaç yetişmesine müsait olmayan Alpin çayır alanları yer almaktadır (Trabzon Valiliği, 2015; DOKAP, 2015).

Trabzon İli orman varlığı, Türkiye orman varlığının %0.9'unu teşkil etmektedir. İl arazilerinin coğrafi yapısının çoğunlukla engebeli olmasından dolayı yağış şartlarına bağlı olarak eğimli arazilerde fındık ve çay, az eğimli arazilerde tütün, patates ve fındık, düz arazilerde ise sebze ve tütün yetiştirilmektedir. Tarım arazilerinin %73'ünde bölgenin önemli geçim kaynağı olan fındık ve çay üretilmektedir. Yıllık ortalama 50 bin ton fındık üretimi ile Türkiye fındık üretiminin %10'unu Trabzon oluşturmaktadır. Sebze–yem bitkileri üretimine %2.8, tütün ve patates üretimine %7 ve hububat, mısır ve fasulye üretimine %15.6'luk tarım arazisi ayrılmaktadır (İÇDR, 2014).

1.8.5. Su Kaynakları

Trabzon İli ve çevresi su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Akarsu debileri çok yüksek olmamakla birlikte, dört mevsim görülen yağışlardan dolayı çok sayıda kaynak ve akarsu bulunmaktadır (Trabzon Valiliği, 2015).

Trabzon'dan Karadeniz'e dökülen başlıca akarsuları; Baltacı Deresi, Solaklı Deresi (Çaykara–Of), Manahoz Deresi (Köprübaşı–Sürmene), Karadere (Araklı), Yanbolu Deresi (Arsin), Değirmendere (Maçka–Trabzon), Galanima Deresi (Düzköy–Söğütlü), Fol Deresi (Tonya–Vakfikebir) ve Ağasar Deresi (Şalpazarı–Beşikdüzü) olarak doğudan batıya doğru sıralanmıştır.

Değirmendere'nin batısındaki Foldere ile doğusundaki Karadere ve Solaklı dereleri kaynaklarını Horos, Soğanlı ve Haldizen Dağları'ndan almaktadır. Foldere, Değirmendere, Karadere ve Solaklı Deresi'nin yukarı havzaları güney kesimlerde birbirleriyle kavuşurken, daha küçük havzalar halindeki Galanima Deresi, Yanbolu Deresi, Küçükdere ve Manahoz Deresi, kısa boyları ve hızlı akışlarıyla oldukça dar vadiler meydana getirirler (İÇDR, 2014).

Trabzon İli'nin yeraltı su potansiyeli ortalama 130 hm³/yıl'dır. Trabzon İli'nin başlıca akarsuları Değirmendere, Karadere, Solaklı Deresi ve Baltacı Deresi'dir (İÇDR, 2014; DSİ, 2015b). Trabzon İli akarsuları 5,310 km² toplam yağış alanı ve 10.97 km² toplam yüzey alanları ile 3,486 hm³/yıl toplam ortalama debiye sahiptir (Tablo 5).

Tablo 5. Trabzon İli'ndeki akarsulara ait yağış alanı ve yıllık ortalama su potansiyeli

Akarsu İsimleri	Yağış Alanı (km ²)	Yıllık Ortalama Debi (hm ³)	Akarsu Yüzey alanı (ha)
Ağasar	135	88	
Fol	200	130	
Çanakçı	77	45	
İskefiye	72	40	
Galanima	265	112	160
Yıldızlı	126	71	
Değirmendere	1,061	560	160
Şana	71	46	
Yomra	105	68	
Yanbolu	290	189	
Karadere	735	434	130
Küçükdere	118	116	
Manahoz	235	230	
Solaklı	760	605	160
Baltacı	380	352	90
Diğer küçük dereler	680	400	
Toplam	5,310	3,486	1,097

Akarsuların yıl içindeki akım rejimleri oldukça değişkendir. Yağışların yoğunluğu, akarsuların anakol uzunluklarının kısa ve akış eğimlerinin fazla olması akarsuların taşkın debilerine kolayca ulaşmasını sağlamaktadır. Şiddetli yağışlar etkisiyle oluşan erozyonlar sonucu akarsulara taşınan malzemeler, özellikle akarsuların denize yaklaştığı yerlerde eğimlerin azalması ile çökerek akarsu yatak kesitlerini daraltmakta ve böylece akarsuların taşıma kapasitelerini düşürmektedir. Bu durum yerleşimin yoğun olduğu sahil kesimlerinde taşkın olasılığının her zaman güncel kalmasına sebep olmaktadır (DOKAP, 2015).

Trabzon İli'nin başlıca gölleri; Uzungöl, Sera Gölü ve Çakırgöl'dür. Diğer küçük göllerle birlikte bu göllerin toplam yüzey alanları 0.63 km²'dir (İLÇDR, 2014).

1.9. Çalışmanın Amacı

Literatür (Kanca, 1995; Dayı, 1996; Mutlu, 1996; Ünver, 2002; Akyıldız, 2004; Bulut, 2005; Gültekin vd., 2005; Uzun, 2006; Celep, 2009; Usta, 2011; Gültekin vd., 2012; Bayram 2014) incelendiğinde, Değirmendere Havzası'nda 15 günlük aralıklarla ve bir yıl boyunca, havzayı bir bütün olarak ele alan yerüstü su kalitesi takibine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Değirmendere Havzası'nda gerçekleştirilen bu çalışma ile birçok amaç hedeflenmiştir:

1. Değirmendere Havzası yerüstü su kalitesini, seçilen 14 gözlem ve örnek alma istasyonunda, 15 gün aralıklarla ve bir yıl boyunca 18 adet su kalite değişkeni ile incelemek ve bu kalitenin mevsimsel değişimini belirlemek,
2. Değirmendere Havzası'nda bulunan kirletici kaynakları tespit etmek,
3. Değirmendere Havzası'nın, özellikle de Trabzon İli'nin içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılandığı Atasu Baraj Gölü su kalitesini YSKY (2015)'ye göre belirlemek, İTASHY (2005) ve TS 266 (2005) gibi ulusal, Avrupa Birliği Direktifi (EU, 1998), Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2004) ve Birleşik Devletler Çevre Koruma Teşkilatı (US EPA, 2009) gibi uluslararası yönetmelik ve standartlara göre değerlendirerek içmesuyu olarak kullanılabilirliğini belirlemek,
4. Yerleşim birimlerinden gelen atıksu deşarjlarının bu kaliteye olan etkisini araştırmak,
5. Akarsuyun kendi kendini temizleme kapasitesini araştırmak,
6. Değirmendere Havzası'nda inşa edilmiş olan Atasu Barajı'nın AKM hareketine ve su kalitesine olan etkilerini araştırmak,
7. Değirmendere Havzası'nda inşa edilmiş ve inşası devam eden nehir tipi hidroelektrik santrallerin (HES) AKM hareketine ve su kalite değişkenlerine olan etkilerini araştırmak,
8. Değirmendere akarsuyu tarafından Karadeniz'e taşınan toplam azot, toplam fosfor ve toplam organik karbon konsantrasyonlarını belirlemek.

1.10. Değirmendere Havzası Akarsularında Takibi Yapılan Su Kalite Değişkenleri

Çalışma kapsamında, fiziksel ve inorganik–kimyasal su kalite değişkenlerinden; sıcaklık (t, °C), pH, çözünmüş oksijen (ÇO, mg/L), iletkenlik (SC, µS/cm), klorofil-a (Chl-a, µg/L), bulanıklık (T, NTU), askıda katı madde (AKM, mg/L), amonyum azotu (NH₄⁺-N, mg/L), nitrit azotu (NO₂⁻-N, mg/L), nitrat azotu (NO₃⁻-N, mg/L), toplam azot (TN), toplam fosfat fosforu (TP, mg/L), toplam karbon (TC), toplam inorganik karbon (TIC) ve florür iyonu (F⁻, mg/L), organik su kalite değişkenlerinden; kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ, mg/L), toplam organik karbon (TOC, mg/L) ve toplam Kjeldahl azotu (TKN, mg/L) olmak üzere toplamda 18 su kalite değişkeninin takibi yapılmıştır. TOC, ayrıca analiz edilmeyip, toplam karbon (TC) ve toplam inorganik karbon (TIC) analizleri

sonucunda “TOC=TC–TIC” şeklinde hesap edilerek belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında takibi yapılan tüm su kalite değişkenleri ilerleyen kısımlarda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

1.10.1. Sıcaklık

Yerüstü suların sıcaklıkları doğal olarak iklime göre değişir. Genellikle ekvatordan uzaklaştıkça ve deniz seviyesinden yüksek bölgelere çıkıldıkça yerüstü sularının sıcaklığı düşmektedir (Yalçın ve Gürü, 2010). Mevsimler, su derinliği, rüzgar, su tutucu yapılar ve kirletici ortamlardan karışan atıksular su sıcaklıklarının değişimini etkiler (Tayhan, 2012).

Van't Hoff–Arrhenius bağıntısına göre; sıcaklık arttıkça fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyon hızları da artmaktadır. Suyun sıcaklığının artması ile sudaki çözülmüş oksijen ve diğer çözülmüş gaz miktarları azalır. Ayrıca viskozite, pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, katı maddelerin suda çökme ve ayrışma hızları ve sucul canlı yaşamı su sıcaklığının değişiminden etkilenmektedir (Şengül ve Müezzinoğlu 2008).

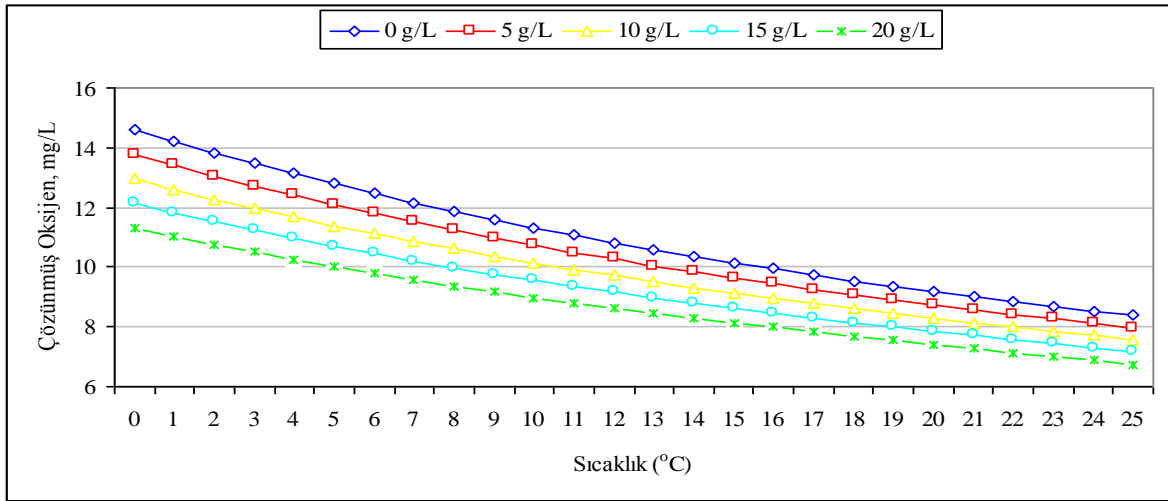
1.10.2. pH

Bir çözeltideki serbest H^+ konsantrasyonunun negatif logaritması pH olarak ifade edilir ve çözeltinin asidik ya da bazik olma özelliğinin şiddetini gösteren bir kısaltmadır. Suların aşındırıcı (düşük pH) ve kabuk bağlayıcı (yüksek pH) özellikleri suların pH değerlerinden kaynaklanmaktadır (Peker, 2007; Yalçın ve Gürü, 2010). Doğal suların pH değerleri içerdikleri maddelere göre 4–9 arasında değişmektedir. Yerüstü suları genellikle 8'den büyük pH değerine sahip sular olup bazik sular sınıfına girmektedir (Şengül ve Müezzinoğlu 2008).

25°C'deki pH değeri 7 olan saf su, çok az olarak iyonlarına ayrışır. Saf su nötraldir, pOH değeri de 7'dir. Yani saf su, ne asidik ne de bazik karakterdedir. Suyun iyonlar çarpımı sıcaklıkla değiştiğinden dolayı pH ve pOH değeri de sıcaklıkla değişir. Saf suyun pH değeri 0°C'de 7.5, 60°C'de ise 6.5'dir (Yalçın ve Gürü, 2010).

1.10.3. Çözünmüş Oksijen

Bütün canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için oksijene ihtiyaçları vardır. Suda yaşayan tüm canlılar için de oksijen hayati önem taşımaktadır. Su içinde çözünmüş halde bulunan oksijen konsantrasyonu ifade eden çözünmüş oksijen, sucul yaşamın kalite derecesinin bir göstergesidir. Sıcaklığın artması ile çözünmüş oksijen miktarı azalmakta sucul canlıların oksijen ihtiyacı da artmaktadır. Balıklar ve diğer canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için en az 5 mg/L suda çözünmüş olarak oksijen bulunmalıdır. Suda gerçekleşen fotosentez olayları sonucu ortaya çıkan oksijen, suyun oksijen ile doymun hale gelmesine yardımcı olur. Oksijenin suda çözünmesi basınca, suyun sıcaklığına, pH'sına ve tuzluluk derecesine bağlı olarak değişir. Tuz konsantrasyonu azaldıkça oksijenin sudaki çözünürlüğü artar. Sıcaklık arttıkça, bütün gazlarda olduğu gibi oksijenin su içinde çözünürlüğü azalmakta; basınç arttıkça da artmaktadır (Şekil 5). Ayrıca, organik madde ölçümü için kullanılan biyokimyasal oksijen ihtiyacı, çözünmüş oksijen miktarına dayanmaktadır (Samsunlu, 2005; Yalçın ve Gürü, 2010).



Şekil 5. Değişik oranlarda NaCl katılmış saf suların çözünmüş oksijen konsantrasyonları

1.10.4. İletkenlik

Suyun elektrik akımını iletme kapasitesi elektriksel iletkenlik (Eİ) olarak tanımlanabilir. Elektriksel iletkenlik, su içinde çözünmüş olarak bulunan iyonların cinsine konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır. Çözünmüş tuz konsantrasyonu arttıkça Eİ de

artmaktadır. Ayrıca Eİ, bitkilerde ve hayvanlarda fizyolojik olayları, korozyon hızını, vs. etkiler. Bu yüzden elektriksel iletkenlik ölçülerek sudaki iyon konsantrasyonu hakkında bilgi edinilebilir. Doğal suların iletkenliği çok az olduğundan özgül iletkenliğin ölçüsü olarak $\mu\text{mho/cm}$ veya $\mu\text{S/cm}$ kullanılır (Yalçın ve Gürü, 2010; YEGM, 2015). Eİ'nin 25 °C'deki değeri spesifik iletkenlik olarak isimlendirilir.

1.10.5. Klorofil-a

Doğal sulardaki fitoplankton kütlelerinin ve besin durumlarının tespitinde, bitkisel organizmalardaki en önemli fotosentetik pigment olan klorofil-a (Chl-a) miktarının belirlenmesi en yaygın kullanılan yöntemdir. Fotosentetik pigmentin tüm fitoplankton türlerinde olması ve kolay bir şekilde analiz edilmesinden dolayı Chl-a analizi yaygın olarak kullanılmaktadır (Lalli ve Parsons, 1997). Sıcaklık, fitoplankton yoğunluğunu dolayısıyla da Chl-a'yı en fazla etkileyen faktörlerden biridir (Erdoğan, 2010).

1.10.6. Bulanıklık

Suların ışık geçirgenliğinin bir ölçüsü olan bulanıklık (T), su içerisinde çözünmemiş halde bulunan kil, silis, organik maddeler, mikroskobik organizmalar, çökebilir haldeki kalsiyum karbonat, alüminyum hidroksit, demir hidroksit gibi süspansiyon ve kolloidal halde bulunan çok küçük çaplı katı taneciklerden oluşur. Organik ve inorganik maddelerden oluşan bulanıklık, süzülerek ayrılabilen (süspansiyonlar) ve süzilemeyen (kolloidler) olarak değişik dane büyüklüklerinden oluşabilir (Samsunlu, 2005).

Göllerde ve diğer durgun sularda bulanıklık kolloidal haldeki maddelerden oluşurken; akarsularda ise çoğunlukla iri taneciklerden oluşmaktadır. Yerüstü sularında bulanıklık kum, kil ve toprak parçacıklarından dolayı oluşmaktadır. Akım şartlarının değişmesiyle ve artan akım hızlarıyla birlikte akarsuyun katı madde taşıma ve sürüklenme kapasitesi de artmakta bu da bulanıklık değerlerini arttırmaktadır. Ayrıca, akarsulara gelen organik maddeler bakteriler tarafından besin olarak tüketilmesi sonucunda bakteriyel büyüme ve diğer mikroorganizmaların da gelişimi sonucu sudaki bulanıklık artmaktadır. Tarım alanlarındaki azot ve fosfor gibi maddelerin akarsulara taşınması sonucu sulcul ortam alglerinin gelişmesi de bulanıklığı arttıran bir etkidir (Samsunlu, 2005).

Bulanıklık, hem su kalitesi ve hem de görünüm bakımından istenmeyen bir özelliktir. Suyun berrak ve temiz olması bütün kullanım alanlarında istenir. Sudaki bulanıklık özellikle güneş ışınlarının geçirgenliğini azalttığı için su altı bitki ve organizmalarının yaşamasını olumsuz etkiler. İçme sularında 5 birimden (NTU) fazla bulanıklık istenilmeyen bir durumdur. Ayrıca, demir ve mangan kaynaklı bulanıklığın hiç olmaması gerekir. Gıda, tekstil, kağıt vb. sanayi tesislerinde üretim için kullanılacak sularda bulanıklık çok büyük öneme sahiptir (Yalçın ve Gürü, 2010).

1.10.7. Askıda Katı Madde

Akarsularda doğal katı madde taşınımı, havza erozyonu ve akarsu yatağındaki aşınmalardan dolayı kaynaklanmaktadır. Havza erozyonu, yağışlarla ve çeşitli etkilerden dolayı yüzeysel akış yardımıyla katı maddelerin akarsulara taşınması olayıdır. Akarsu yatağındaki aşınmalar sonucu bazı bölgelerde oyulmalar oluşur. Havza erozyonu ve akarsu yatağı aşınması sonucunda, suyla taşınmakta olan katı maddelerin, akarsudaki akımın sürüklenme ve taşıma gücünün azaldığı bölgelerde ve suyun hareketinin çok yavaş olduğu baraj hazneleri gibi su biriktirme yapılarında bir kısmı tabana çökerek ve yığılmalar oluşur. Böylece katı madde hareketlerinden kaynaklanan bir takım oyulmalar ve yığılmalar akarsu boyunca oluşur ve yatak şekli sürekli değişir; yani, akarsu morfolojisi değişir, akarsu üzerindeki hidrolik yapılar işlevsellik ve sağlamlık bakımından zararlar görür, hatta su kalitesi etkilenir. Akarsuların taşıdığı katı maddeler malzemenin kaynağına ve taşınma şekline göre (Erkek ve Ağırlioğlu, 2010) şu şekilde sınıflandırılabilir:

Malzemenin kaynağına göre sınıflandırma;

- a) Yatak malzemesi
- b) Yıkanmış malzeme

Akarsuda taşınma şekline göre sınıflandırma;

- a) Askı maddesi
- b) Sürüntü maddesi

Su içinde askı halinde (tabana değmeden) kalan ve uzun süre içinde çökelebilen çok küçük çaplı organik ve inorganik suda çözünür olmayan katı maddelere askıdaki katı maddeler (AKM) denir (Yalçın ve Gürü, 2010). Bu çözünür halde olmayan maddeler ya çökelebilen özellikte, ya da çok küçük boyutlarda ve sahip oldukları elektrik yükünden dolayı askıda kalırlar. Akarsularda, askı halinde bulunan maddeler özellikle ışık geçirgenliğini azaltıcı etki, bulanıklık ve alıcı ortamda dip (yatak) birikintilerine sebep olarak su canlılarını etkilerler (Demir vd., 2000).

Katı madde içeriği oranı yüksek olan sular, içme ve endüstriyel amaçla kullanılamazlar (Şengül ve Müezzinoğlu, 2008).

1.10.8. Amonyum

Amonyum, azotlu organik bileşiklerin mikrobiyolojik faaliyetler ile bozunması ile suya girmektedir. Azotlu organik bileşiklerin suda parçalanmaları sonucu amonyak (NH_3) oluşur. Amonyak suların pH'sına ve sıcaklığına bağlı olarak serbest NH_3 ve NH_4^+ şeklinde bulunur. Doğal suların pH'sı 8 civarında olduğundan, sularda bulunan amonyağın büyük bir kısmı NH_4^+ halinde bulunur. Yüksek pH değerlerinde toksik etki oluşturan NH_3 etkisi fazlalaşır (Yalçın ve Gürü, 2010). Oksijen açısından zengin temiz sularda, amonyuma çok az miktarda rastlanmaktadır. Organik bileşiklerin bozunması, özellikle organik ya da inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübre kullanımı, evsel ve endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarjı sonucunda sularda bulunan amonyum miktarı artmaktadır. Ayrıca, alglerin aşırı çoğalması ve ölümleri nedeniyle de sularda amonyum miktarı artmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996; Barlas ve Kiriş, 2004)

Yerüstü sularında genellikle amonyak azotu fazla miktarda bulunurken, yeraltı sularında amonyak çok azdır. Bu durum amonyak azotunun toprakta bulunan çeşitli aerobik bakteriler yardımı ile önce nitrite daha sonra da nitrata dönüşmesinden ileri gelmektedir. Ayrıca, amonyak azotu suların yeni kirlenmiş olmasının bir göstergesidir. İçme ve kullanma sularında amonyum için sınır değer 0.5 mg/L olarak verilmektedir (İTASHY, 2005; TS 266, 2005; Yalçın ve Gürü, 2010).

1.10.9. Nitrit ve Nitrat

Organik ve inorganik azot bileşikleri mineralizasyon, hidroliz ve bakteriyel nitrifikasyon reaksiyonları sonucu nitrata dönüşür. Tarım alanlarında kullanılan doğal ya da yapay azotlu gübrenin miktarı bitkinin ihtiyacını veya bitkinin kullanabileceği nitrat miktarı aştığı durumlarda nitrat ya toprağa bağlanır ya da büyük olasılıkla yağışların etkisiyle yüzey ve yeraltı sularına sızar. Su kaynaklarında nitratın fazla artışının sebebi sadece gübre kullanımının artması ve hayvancılık atıklarının yayılmasının yanı sıra fosil yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan atmosferik azotun şimşek olaylarında havadaki oksijen ile birleşerek azot oksidi haline dönüşmesidir. Asit yağmuru oluşumu, küresel ısınma, zemin seviyesinde ozon ve sis oluşumu ve azotun su kaynaklarına akış ve sızıntısının artışına neden olmaktadır (Akbal, 2015a).

Doğal sular içine karışan nitrit de çok kısa sürede nitrata dönüşür. Bitkiler, genellikle topraktan nitrat ve amonyum şeklinde alınan azotu protein haline dönüştürürler. Bazı bakteriler de nitrat ve nitriti anaerobik olarak denitrifikasyon olarak tanımlanan olay ile moleküler azot haline dönüştürebilirler (Yalçın ve Gürü, 2010).

Su içinde bulunan nitrat kendisi hastalığa neden olmazken, nitrit haline indirgenirse toksik etki gösterir. Nitrit, kırmızı kan hücrelerindeki hemoglobin ile birleşerek akciğerlerde oksijen alımını azaltır. Nitrat değerinin 50 mg/L'yi aştığı durumlarda akciğerlere taşınan oksijen miktarının azalmasıyla bebeklerde cilt mavi ton alır ve bu hastalık mavi bebek sendromu (methemoglobinemi) olarak bilinir. Özellikle üç aylıktan daha küçük çocuklarda hemoglobin üzerindeki zararlı etkisi daha belirgindir (Yalçın ve Gürü, 2010; Akbal, 2015a).

İçme ve kullanma sularında 50 mg/L'den fazla nitrat bulunması istenilmez. Nitrit için bu değer 0.5 mg/L'dir (EU, 1998; WHO, 2004; İTASHY, 2005; TS 266, 2005)

1.10.10. Kjeldahl Azotu

Azot su içinde; nitrit, nitrat, amonyak ve organik azot formlarında yer alır. Kjeldahl azotu, suda bulunan nitrit ve nitrat azotu haricindeki bütün azotlu bileşikler olarak tanımlanır. Başka bir deyişle amonyum azotu ve organik azot değerlerinin toplamı, toplam Kjeldahl azotu olarak ifade edilmektedir (Yalçın ve Gürü, 2010).

1.10.11. Fosfor

Neredeyse bütün canlı organizmaların yaşamında en önemli elementlerden biri olan fosfor doğada ya apatit mineral halinde ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, K_3PO_4 vb.) ya da organik bağlı olarak (nükleik asitler, adenintrifosfat ve fosfolipidler) bulunabilir. Biyolojik aktivitelerle organik fosfor bileşiklerinin parçalanması sonucu fosfat iyonu (PO_4^{3-}) ortaya çıkar. PO_4^{3-} organizmaların yapısına ya nükleik asit, fosfolipid ve adenintrifosfat vb. olarak katılır ya da *Acinetobacter* sp. gibi bazı organizmalar tarafından polifosfat formunda hücre içinde tutulur (İleri, 2000).

Sularda ve atıksularda bulunan başlıca fosfor formları ortofosfatlar, polifosfatlar, metafosfatlar ve organik fosfordur. Doğal sularda ki fosfor, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, organik madde karışımına ve sudaki organik metabolizmaya bağlı olarak değişim göstermektedir. Ayrıca, evsel ve endüstriyel atıksular ile yapay gübreler sularda bulunan fosfor konsantrasyonunu önemli ölçüde arttırmaktadır. Atmosferdeki fosfor bileşikleri yok denecek kadar azdır (Güler ve Çobanoğlu, 1997; Yalçın ve Gürü, 2010).

Atıksularda bulunan fosfora çoğunlukla gıda sanayi atıksularında rastlanılmaktadır. Özellikle deterjan ürünlerinde katkı maddesi olarak fosfat kullanımından dolayı evsel atıksularda yaklaşık 15–30 mg/L fosfat bulunmaktadır. Tarım drenaj sularında aşırı miktarda fosfat bulunmaktadır. Bazı tür bitkilerin aşırı fosfor konsantrasyonundan dolayı anormal büyümesi ile suda bulunan çözülmüş oksijenin kısa sürede tükenmesi, ötrofikasyon olayına neden olmaktadır (Yalçın ve Gürü, 2010).

1.10.12. Toplam Organik Karbon

Toplam organik karbon (TOC), su içinde çözülmüş ya da askı halinde bulunan toplam organik maddelerde bulunan karbon miktarını ifade etmektedir (Yalçın ve Gürü, 2010). Tatlı su ekosistemlerinde organik karbon, doğrudan bitkisel fotosentez olayları sonucu veya dolaylı olarak karadan taşınan hümik asit, fulvik asit, aminler ve üre gibi doğal organik maddelerin çürümesinden kaynaklanır. Ayrıca, evsel ve endüstriyel atıksuların alıcı ortamlara deşarjı ve atık maddelerin (deterjan, pestisit, suni gübre, herbisit, endüstriyel kimyasallar ve klorlu organikler) akarsulara ulaşması da, toplam organik

karbon yükünü arttıran bir etkidir. Bu yüzden, sulardaki kirlilik derecesinin belirlenmesinde organik karbon önemli bir göstergedir. BOİ ve KOİ analizlerine kıyasla, TOC daha çabuk ve doğru bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Çakırsoy Şen, 2007; Yalçın ve Gürü, 2010; Bayram vd., 2011). SKKY’de, Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılmasına göre yüksek kaliteli sulara TOC için müsaade edilen değer 5 mg/L’dir

1.10.13. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik hayat için zehirli maddeleri içeren evsel ve endüstriyel atıksuların kirlilik derecesini belirlemek için kullanılan en önemli göstergelerden biridir. KOİ, suda bulunan organik maddelerin kimyasal olarak redoks tepkimeleri ile oksitlenmesi için gerekli olan oksijen miktarını ifade eder.

KOİ’nin en önemli üstünlüğü biyokimyasal oksijen ihtiyacından (BOİ) daha çabuk sonuç veren bir parametre olmasıdır. Bir suya ait KOİ değeri, biyolojik yollarla ayrışmayan organik maddeleri de içerdiği için her zaman BOİ’den yüksektir (Yalçın ve Gürü, 2010).

1.10.14. Florür İyonu

Florür, genellikle yer kabuğunda floridler halinde bulunur. Volkanik kayaçların bileşiminde bulunan kalsiyum florür, kriyolit (Na_3AlF_6), florapatit ($\text{C}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$), mika, hornblend ve turmalin florür bakımından en zengin olan minerallerdir. Yerüstü sularında florür iyonu (F^-) konsantrasyonu genelde 0.010–0.300 mg/L’nin oldukça altındadır. Yeraltı sularında veya sıcak kaynak sularında 1 mg/L’den 50 mg/L’ye kadar F^- konsantrasyonuna rastlanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997; Beyhan, 2003).

Florür bakımından zengin hammaddeleri işleyen ya da ara maddesi olarak kullanılan fosforlu gübre üreten fabrikalar, alüminyum sanayi, demir çelik fabrikaları, tuğla, kiremit ve seramik sanayi gibi bölgelerde atıkların akarsulara ulaşması sonucunda bu sulara insanlara ve hayvanlara zararlı olabilecek düzeyde F^- bulunabilir (Beyhan, 2003).

İçme sularındaki hem yüksek ve hem de düşük F^- konsantrasyonları sağlık bakımından çok önemlidir. Çünkü her iki durumda da olumsuz etkilere neden olabilir. Düşük konsantrasyonlarda, diş gelişimi bozuklukları ve çürük diş sayısında artışlar kaçınılmazdır. 1.5 mg/L’den fazla F^- içeren bir içme suyunun uzun süre tüketilmesi,

dişlerde ve iskelet sisteminde florozis hastalığına neden olmakta, 4 mg/L'den fazla konsantrasyona maruz kaldığında nörolojik hasarlar ve daha ileri boyutta toksik etkiler görülmektedir (Beyhan, 2003; Balkaya, 2015). Yaşlılarda ise kemik dokusunda florür depolanması nedeniyle iskelet sisteminde eklem hareketlerini güçleştiren ve yanma hissine sebep olan iskelet hastalığına neden olmaktadır (Atabey, 2005; Celep, 2009). Sulardaki F⁻ konsantrasyonunun yetişkinler için 1 mg/L düzeylerinde olması diş çürüklerinin oluşumunu engellemekte ve kemik sağlığını korumaktadır (Ayoop ve Gupta, 2006; Balkaya, 2015).

F⁻ için İTASHY (2005) ve TS 266 (2005)'da Sınıf 2 Tip 2 için müsaade edilen değer 1.5 mg/L olup EU (1998) ve WHO (2004) gibi uluslararası kabul gören standart ve yönetmeliklerde müsaade edilen değerler ile birebir örtüşmektedir. US EPA (2012) tarafından 2.0 mg/L'ye kadar izin verilmektedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışmanın Yapıldığı Değirmendere Havzası

Türkiye hidrolojik olarak 26 havzadan oluşmaktadır. Bu havzalarının 22.si olan Doğu Karadeniz Havzası; Melet Çayı, Harşit Çayı, Ağasar, Galanima, Değirmendere, Karadere, Solaklı, Pazar ve Fırtına Deresi gibi birbirine paralel olarak uzanan akarsuların oluşturduğu alt havzalardan oluşmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Doğu Karadeniz Havzası genel görünümü

2.1.1. Coğrafi Konum

39°33'–39°45' doğu boylamları ile 40°32'–40°54' kuzey enlemleri arasında 1,042 km² toplam yüz ölçümü alanına sahip Değirmendere Havzası (Trabzon), kuzeyden güneye doğru yükselen topografyasıyla 3,080 m kotundaki Kalkanlı ve Zigana Dağları'ndan başlayıp Trabzon İli'nin Karadeniz kıyısında sonlanan, Trabzon'un içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılandığı, jeolojik ve topografik şartları nedeniyle bol sedimente sahip bir havzadır (Yomralıoğlu vd., 2005; Anonim., 2007). Değirmendere Havzası anakolu Trabzon–Gümüşhane (D885) karayolu boyunca devam eden Değirmendere olup başta Maçka, Altındere, Galyan ve Kendirli dereleri olmak üzere birçok yan kolun katılımıyla oluşan bir drenaj ağına sahiptir. Gümüşhane İl sınırından başlayan havzanın büyük bölümü Trabzon İl sınırları içerisinde kalmaktadır.

Havza sınırları içerisinde Trabzon İli Maça ilçesi, Ortahisar Merkez ilçesinin Değirmendere, Sanayi, Çukurçayır, Dolaylı, Akoluk, Çağlayan vs. mahalleleri gibi yerleşim birimleri ve sanayi siteleri, oto tamirhaneleri, fabrikalar, kömür depoları ve çeşitli işletmeler bulunmaktadır (Uçar 2010; Satılmış ve Bayram, 2014a, b). Havzada Trabzon'un içme ve kullanma suyu ihtiyacının sağlandığı Atasu Baraj Gölü ve birçok nehir tipi hidroelektrik santrali (HES) bulunmaktadır.

2.1.2. Yer Şekilleri ve Eğim

Genel olarak, havzanın güneyinde yer alan dağlık alanlar, Doğu Karadeniz Dağları'nın orta kesiminde yer alan Kalkanlı ve Soğanlı Dağları olarak bilinmektedir (Celep, 2009). Havza güneyde Kalkanlı ve Zigana, güneydoğuda Kolot ve Çakırgöl ve batıda ise Horos dağları ile sınırlandırılmıştır. Yükselti, kıyı kesimlerden iç kesimlere doğru, özellikle Maça ilçesinin güney kısımlarına doğru daha da artmaktadır.

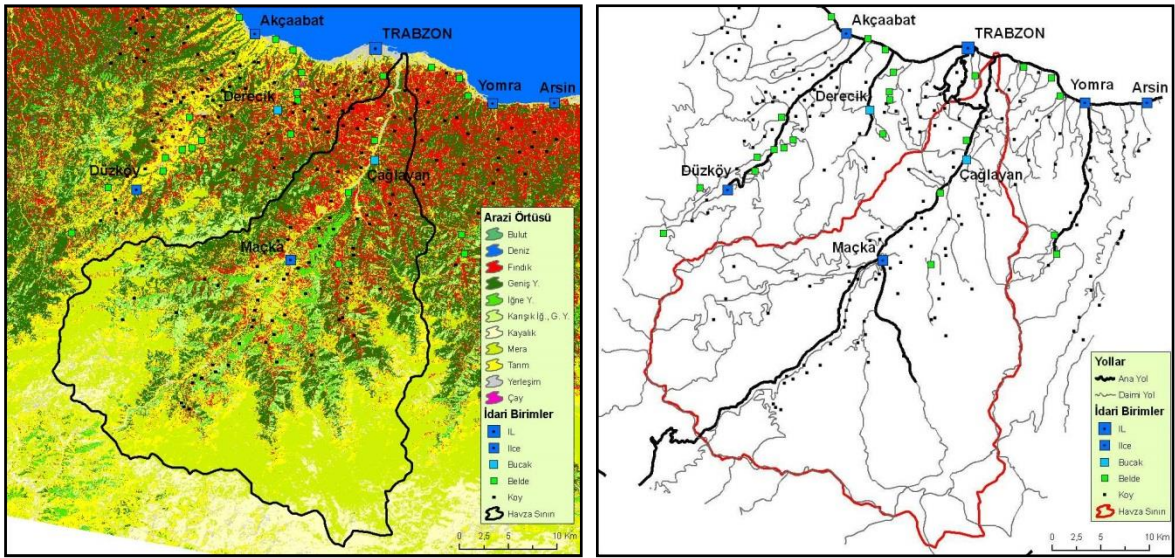
Hidrolojik olarak ve erozyon bakımından oldukça önemli olan eğimin artması, yağış özellikleri, toprak yapısı ve arazi kullanım şekillerine bağlı olarak yağışların akışa geçme süresini kısaltmakta, akış hızını ise arttırmaktadır. Havzanın eğimi özellikle üst kotlarda çok yüksektir. Maça ilçesinin bulunduğu bölgeye kadar çok dik eğimle gelen akarsu kolları, bu bölgede birleşerek çok daha az bir eğimle Karadeniz'e ulaşmaktadırlar. Havzada %10 ve daha düşük eğimli bölgeler 111.82 km² ile tüm havza alanına oranı sadece %10.7'dir. Maça ilçe merkezinin bulunduğu bölge, Değirmendere Havzası'nın ortalarında bulunmasına karşın, burada akarsu yatak kotları Şekil 7'de (Anonim, 2007) görüldüğü üzere ortalama 350–400 m arasında değişmektedir. Değirmendere'nin doğduğu bölge olan Kalkanlı Dağları civarında akarsu yatağı kotu yaklaşık 2,300 m civarındadır (Uçar, 2010; Taş, 2014).

2.1.3. İklim

Değirmendere Havzası'nda, kıyıya yakın bölgelerde, deniz etkisinde kalan Karadeniz İklimi'nin özellikleri olan ılıman bir iklim hakimiyet sürerken, özellikle Maça ilçesinden üst bölgelere doğru karasal iklim etkisini göstermektedir.

2.1.5. Arazi Kullanımı

Değirmendere Havzası arazi kullanım şekilleri incelendiğinde, toplam havza alanının yaklaşık %82'sini orman ve mera alanlarının oluşturduğu görülmektedir. Eğim ve yükseltinin etkisinden dolayı havzada tarım alanlarının havza toplam alanına oranı yaklaşık %17'dir (Şekil 8). Bu tarım alanlarının büyük bir çoğunluğunda fındık, kalan alanlarda ise tütün, patates, fasulye ve hububat gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2007).



Şekil 8. Değirmendere Havzası arazi örtüsü (solda) ve ulaşım (sağda) haritaları

2.1.6. Yerleşim

Değirmendere Havzası'nda en büyük yerleşim olarak 24,232 nüfusu ile Maçka ilçesi ve Ortahisar merkez ilçeye bağlı Sevimli, Özbirlik, Kozluca, Kaymaklı, 2 Nolu Bostancı, Bulak, Gözalan, Akoluk, Düzyurt, Çağlayan, Yeşilbük, İncesu, Kutlugün, Gölçayır, Dolaylı, Sanayi ve Değirmendere mahalleleri bulunmaktadır (TÜİK, 2015a). 850 km² yüzölçümü ile Maçka ilçesi, Trabzon–Gümüşhane karayolunun (D885) 26. km'sinde ve deniz seviyesinden 365 m yükseklikte yer almaktadır (Anonim, 2007).

Havza'da yerleşim özellikle akarsu kollarına yakın alanlarda ve Ortahisar İlçesinde Değirmendere anakolunun mansap bölgesinde yoğunluk artmıştır.

2.1.7. Ulaşım

Değirmendere anakoluna hemen hemen paralel bir şekilde uzanan, Doğu Anadolu Bölgesi ile Karadeniz Bölgesi'ni birbirine bağlayan en önemli karayolu (D885) Değirmendere Havzası'nda bulunmaktadır (Şekil 8). Bu karayolu çoğunlukla Değirmendere akarsuyuna çok yakın mesafeden geçmektedir (Anonim, 2007). Ayrıca, Trabzon–Erzurum bölünmüş yol yapımından dolayı havzada bazı yerlerde yol genişletme çalışmaları devam etmektedir.

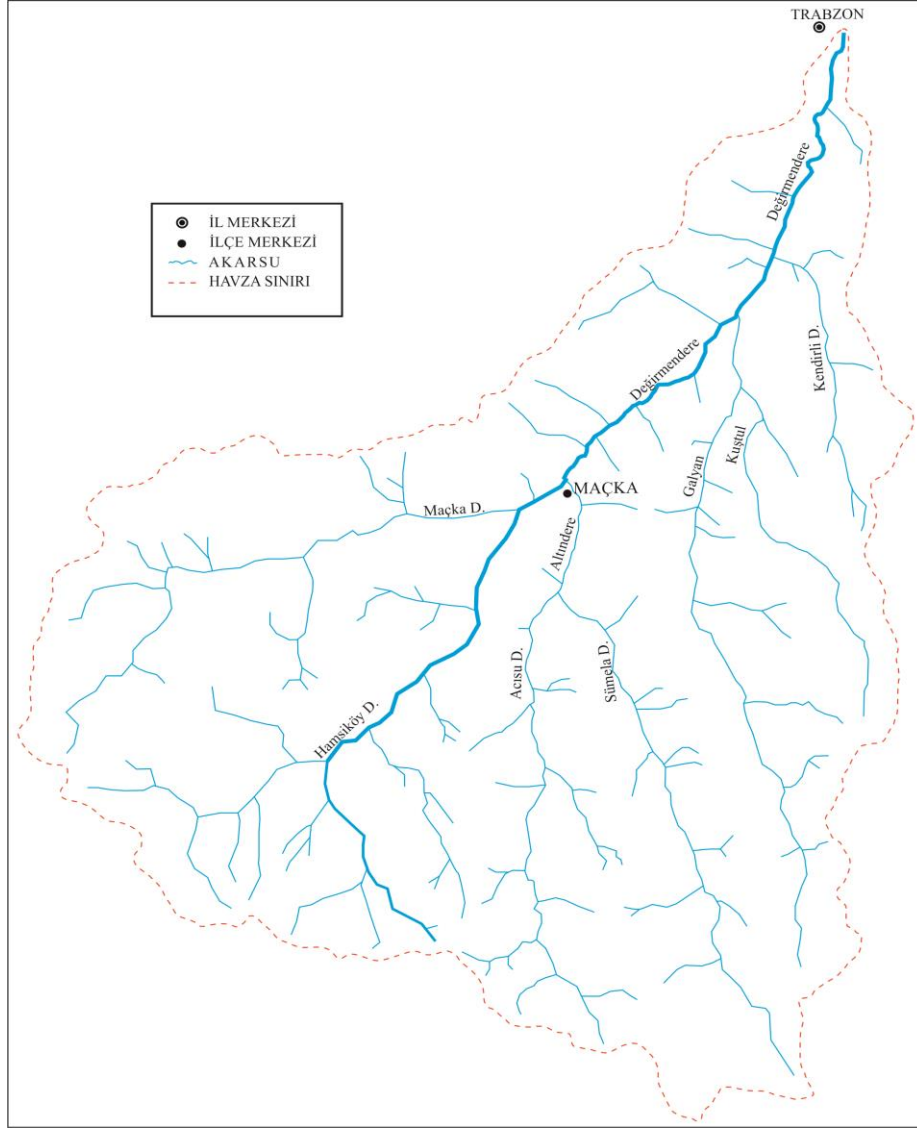
2.1.8. Endüstri

Değirmendere Havzası'nda taş ocakları, taş kırma eleme ve yıkama tesisleri, hazır beton tesisleri, kömür depoları, akaryakıt istasyonları, oto yıkama ve yağlama istasyonları ve sanayi siteleri, oto tamirhaneleri gibi sanayi tesisleri bulunmakta, özellikle Çağlayan ile Sanayi mahalleleri arasında yoğunlaşmaktadır (İÇDR, 2014).

Trabzon İli akarsularında Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliği yapan 79 tesis bulunmakta, bunların 28'i Maçka ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır (İÇDR, 2014).

2.1.9. Akarsular

Havzanın güney batısında Horos Dağları'ndan doğan Maçka Deresi, Zigana Dağları'ndan kaynağını alan, Hamsiköy Deresi olarak bilinen ve birçok yan kolun birleşimi ile Değirmendere ismini alan akarsu ile Çatak mevkiinde birleşir. Kolot Dağları'nın kuzey eteklerinden doğan Acısu Deresi ile kaynağını Çakırgöl Dağları'ndan alan Meryemana (Sümela) Deresi, Maçka İlçesi Coşandere mahallesinde birleşerek Altıntaş Deresi (Altındere) ismini almakta ve bu akarsu Maçka ilçe merkezinde Değirmendere anakoluna katılmaktadır. Kuştu Deresi'nin Galyan anakoluna birleşiminden sonra Galyan akarsuyu Esiroğlu mahallesinde Değirmendere anakoluna kavuşmakta ($40^{\circ}52'54.2''K-39^{\circ}41'58.2''D$) ve bu birleşimden 5 km mansabında Kendirli (Ziganoy) yan kolu Değirmendere anakolu ile birleşmektedir. Değirmendere akarsuyu Trabzon'da $40^{\circ}00'10.9''K-39^{\circ}45'26.1''D$ koordinatlarında Karadeniz'e dökülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Değirmendere Havzası akarsuları

2.1.10. Atasu Barajı ve Hidroelektrik Santraller

Atasu Barajı, Trabzon İli Galyan Deresi üzerinde içmesuyu temini ve enerji üretimi amacıyla 10.03.1998 tarihinde inşaa edilmeye başlanmıştır. Yapımın tamamlanması ile birlikte 28.12.2010 tarihinde su tutulmasına başlanılan barajda 30.04.2011 tarihinde %100 doluluk oranına ulaşılmıştır. Ön yüzü beton kaplamalı kaya dolgu gövde barajın, hacmi 4.65 hm^3 , talveg yüksekliği 118 m, normal su kotunda göl alanı 830 m^2 ve rezervuar hacmi de 35.75 hm^3 'tür. Baraj gölünden yıllık 91.25 hm^3 'lük içme ve kullanma suyu temin edilmektedir (Şekil 10). Atasu Barajı hidroelektrik santrali 5 MW kurulu gücü ile yıllık 27.14 GWh'lik enerji üretmek üzere tasarlanmıştır (DSİ, 2014b).

Değirmendere Havzası'nda, Değirmendere anakol boyunca Tonya I-II, Mavi ve Su Kenarı HES ve yan kollarda Cevher I-II ve Arısu birçok nehir tipi HES şuan elektrik enerjisi üretmektedir. Ayrıca birçok nehir tipi HES inşaat çalışmaları devam etmektedir. Atasu Barajı HES inşaatına çeşitli nedenlerden dolayı ara verilmiştir (İÇDR, 2014).

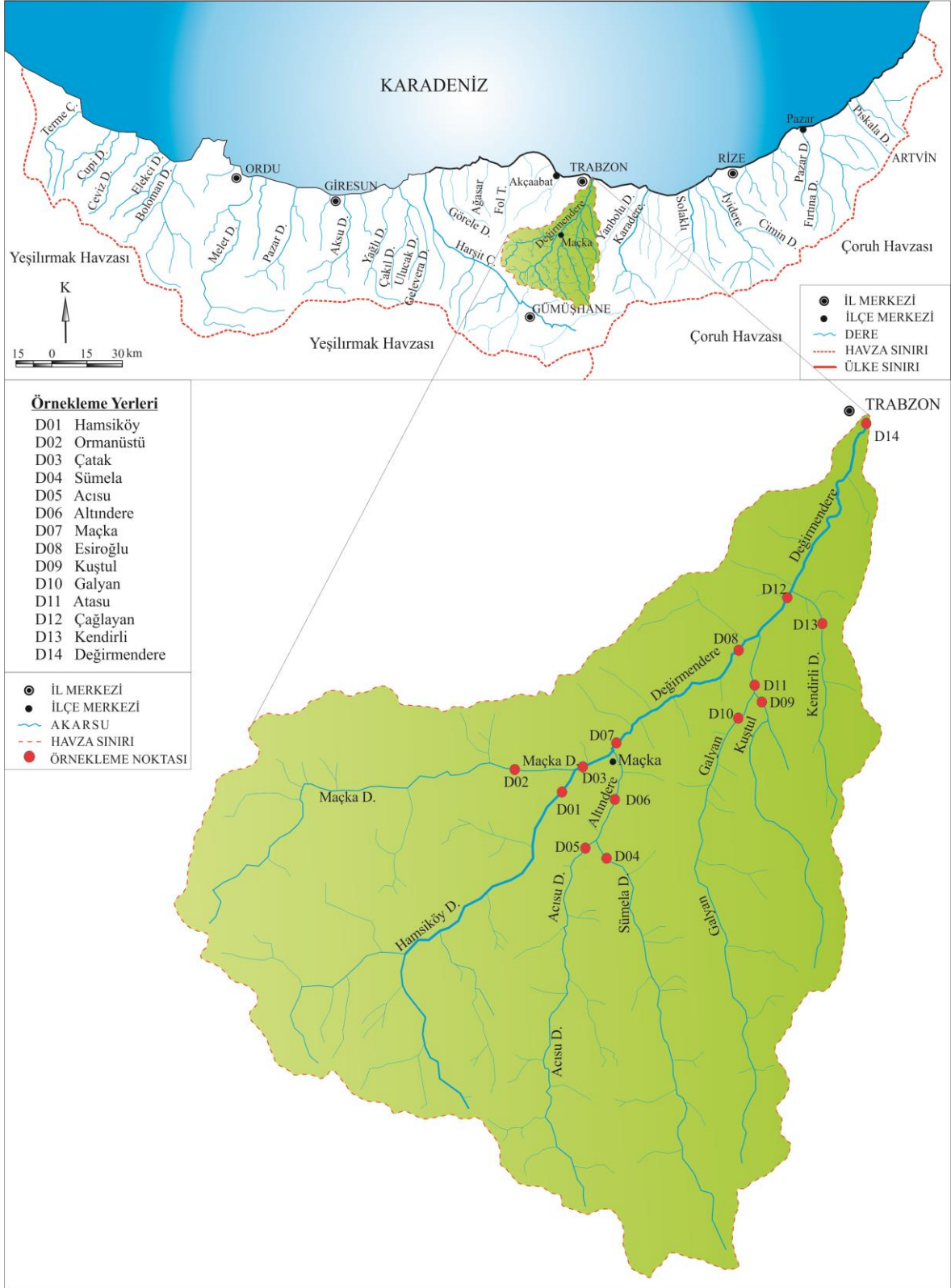


Şekil 10. Atasu Barajı

2.2. Gözlem İstasyonlarının Belirlenmesi

Değirmendere Havzası akarsularında yerinde ölçüm yapılacak ve laboratuvarında analiz edilmek üzere ham su örnekleri alınacak gözlem istasyonlarının belirlenmesi amacıyla; ilki 22.08.2013, ikincisi 28.08.2013 ve sonuncusu 03.09.2013'te olmak üzere toplamda üç teknik gezi düzenlenmiş ve nihai yerlere karar verilmiştir.

Değirmendere Havzası'nı bir bütün olarak değerlendirebilecek ve temsil edebilecek AKM ve su kalitesi değişkenlerini debi değerleriyle ortaya koyabilmek için işletilmekte olan akım gözlem istasyonlarını (AGİ) da dikkate alacak şekilde, kirlenici kaynaklara, topografik yapıya ve yan kollarına bağlı olarak havza genelinde toplamda 14 gözlem istasyonu belirlenmiştir. Trabzon İli'nin içme ve kullanma suyunun sağlandığı Atasu Baraj Gölü'nün mansabında kalan Galyan regülatörü (D11) ve baraj gölünü besleyen Kuştul (D09) ile Galyan (D10) derelerinde, Maçka (D02), Sümela (D04), Acısu (D05), Altındere (D06) ve Kendirli (D13) yan kollarında, Değirmendere anakol üzerinde, Çeşmeler AGİ'nin olduğu yer olan Hamsiköy (D01), D01 ve D02'nin birleşim yerinin mansabı Çatak (D03), Maçka ilçesinin mansabı Maçka (D07), Esiroğlu (D08), Çağlayan mevkilerinde (D12) ve son olarak Değirmendere'nin Karadeniz'e döküldüğü bölgede Değirmendere (D14) istasyonu olmak üzere yan kollarda sekiz, anakolda altı ve toplamda ise 14 gözlem istasyonu belirlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Çalışmanın gerçekleştirildiği Değirmendere Havzası ve örnekleme istasyonları

2.2.1. D01 (Hamsiköy) İstasyonu

Trabzon–Gümüşhane karayolunun (D885) 31. km'sinde, Hamsiköy Deresi olarak da bilinen Değirmendere anakol üzerinde Çeşmeler AGİ'nin (D22A104) bulunduğu yer ilk istasyon olarak seçilmiştir (Şekil 12). Bu istasyon, 410 m kotunda ve $40^{\circ}47'26.3''K-39^{\circ}34'51.0''D$ koordinatlarında bulunmaktadır.



Şekil 12. D01 (Hamsiköy) İstasyonu genel görünümü

2.2.2. D02 (Ormanüstü) İstasyonu

Maçka ilçesi sınırları içerisinde Değirmendere'nin yan kolu olan Ormanüstü Deresi (Maçka Deresi) üzerinde Ormanüstü AGİ'nin bulunduğu yer istasyon olarak seçilmiştir (Şekil 13). Bu istasyon, 600 m kotunda ve $40^{\circ}47'57.3''K-39^{\circ}32'13.6''D$ koordinatlarında olup Trabzon–Gümüşhane karayolunun 30. km'sinde olan Çatak mevkiinde güneybatı doğrultusunda 5 km iç kısımda bulunmakta adını ise, Ormanüstü yan kolundan almaktadır.



Şekil 13. D02 (Ormanüstü) İstasyonu genel görünümü

2.2.3. D03 (Çatak) İstasyonu

Trabzon–Gümüşhane karayolunun 29. km'sinde, Hamsiköy Deresi ile Ormanüstü Deresi'nin birleştiği yerin ($40^{\circ}47'57.3''K-39^{\circ}32'13.6''D$) hemen mansabında Değirmendere anakol üzerinde seçilen istasyondur (Şekil 14). Bu istasyon, 374 m kotunda ve $40^{\circ}48'14.2''K-39^{\circ}35'20.9''D$ koordinatlarında olup Trabzon–Gümüşhane karayolunun sol tarafında bulunmakta ve adını bulunduğu Çatak mevkiinden almaktadır.



Şekil 14. D03 (Çatak) İstasyonu genel görünümü

2.2.4. D04 (Sümela) İstasyonu

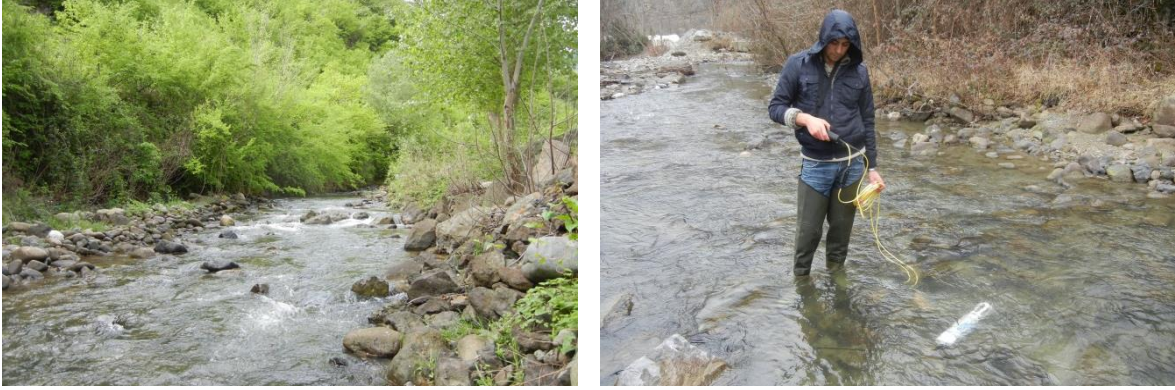
Maçka–Sümela Manastırı karayolunun 7. km'sinde, Sümela (Meryemana) Deresi üzerinde seçilmiştir. Bu istasyon, 496 m kotunda ve $40^{\circ}45'42.5''K-39^{\circ}36'41.4''D$ koordinatlarında olup (Şekil 15) adını bulunduğu akarsudan almaktadır.



Şekil 15. D04 (Sümela) İstasyonu genel görünümü

2.2.5. D05 (Acısu) İstasyonu

Maçka ilçesi Coşandere mahallesinin içerisinde olup Maçka İlçe merkezinden güneydoğu doğrultusunda 7 km iç kısımda seçilmiş bir istasyondur. Bu istasyon, 482 m kotunda ve $40^{\circ}45'58.2''\text{K}-39^{\circ}36'14.7''\text{D}$ koordinatlarında olup adını bulunduğu akarsudan almaktadır (Şekil 16).



Şekil 16. D05 (Acısu) İstasyonu genel görünümü

2.2.6. D06 İstasyonu (Altındere)

Maçka İlçe merkezinden güneydoğu doğrultusunda Maçka-Sümela Manastırı karayolunun 3. km'sinde, Bakırcılar AGİ'nin bulunduğu yer, gözlem istasyonu olarak seçilmiştir. Bu istasyon, Acısu ve Sümela derelerinin birleşim yerinin mansabında, 372 m kotunda ve $40^{\circ}47'50.7''\text{K}-39^{\circ}36'57.5''\text{D}$ koordinatlarında bulunmaktadır(Şekil 17).



Şekil 17. D06 (Altındere) İstasyonu genel görünümü

2.2.7. D07 (Maçka) İstasyonu

Trabzon–Gümüşhane karayolunun 25. km’sinde, Maçka ilçesinin mansabında Değirmendere akarsuyu anakol üzerinde seçilen üçüncü istasyondur (Şekil 18). Bu istasyon, Değirmendere ile Altındere’nin birleşim yerinin ($40^{\circ}49'10.3''K-39^{\circ}36'46.6''D$) mansabında, 332 m kotunda ve $40^{\circ}49'10.3''K-39^{\circ}36'46.6''D$ koordinatlarında bulunmakta ve adını Maçka ilçesinden almaktadır.



Şekil 18. D07 (Maçka) İstasyonu genel görünümü

2.2.8. D08 (Esiroğlu) İstasyonu

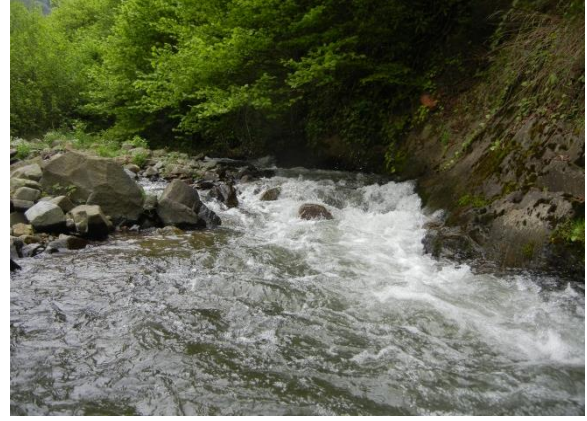
Trabzon–Gümüşhane karayolunun yaklaşık 17. km’sinde, Esiroğlu regülatörünün membaında, Öğütlü AGİ’nin bulunduğu yerin mansabında, Değirmendere anakolunda seçilen dördüncü istasyondur (Şekil 19). Bu istasyon, $40^{\circ}52'10.9''K-39^{\circ}41'03.3''D$ koordinatlarında ve 153 m kotunda bulunmakta ve adını Esiroğlu mevkiinden almaktadır.



Şekil 19. D08 (Esiroğlu) İstasyonu genel görünümü

2.2.9. D09 (Kuştul) İstasyonu

Atasu Baraj Gölü'nü besleyen Kuştul Deresi üzerinde Meyvecik AGİ'nin bulunduğu yer Galyan Havzası'nda seçilen ilk istasyondur (Şekil 20). Bu istasyon, 304 m kotunda ve $40^{\circ}50'31.9''K-39^{\circ}42'43.4''D$ koordinatlarında olup adını bulunduğu akarsudan almaktadır (Satılmış and Bayram 2014a; Satılmış vd., 2014).



Şekil 20. D09 (Kuştul) İstasyonu genel görünümü

2.2.10. D10 (Galyan) İstasyonu

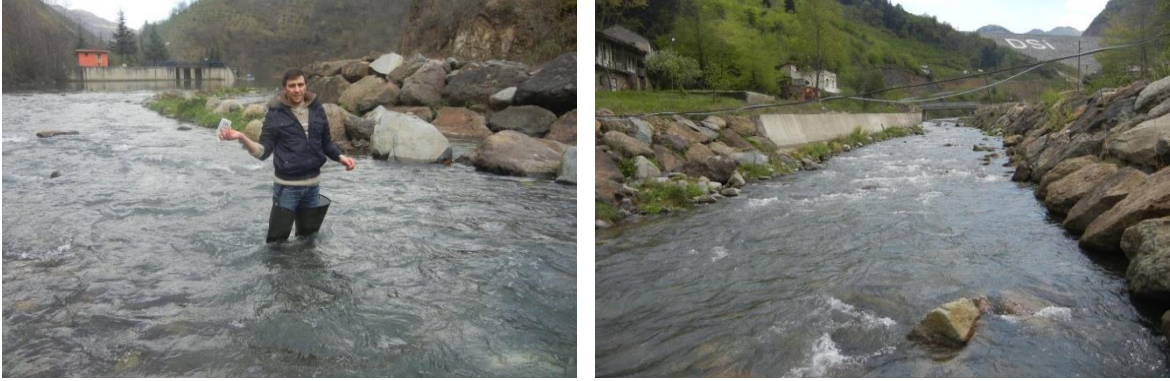
Atasu Baraj Gölü'nü besleyen Galyan Deresi üzerinde Bibat AGİ'nin bulunduğu yer Galyan Havzası'nda seçilen ikinci istasyondur (Şekil 21). Bu istasyon, 427 m kotunda ve $40^{\circ}49'44.5''K-39^{\circ}41'06.2''D$ koordinatlarında olup adını bulunduğu akarsudan almaktadır.



Şekil 21. D10 İstasyonu (Galyan) genel görünümü

2.2.11. D11 (Atasu) İstasyonu

Trabzon–Gümüşhane karayolunun yaklaşık 13. km’sinden, güneydoğu doğrultusunda 2 km uzaklıkta Galyan regülatörünün membaında ve Atasu Barajı’nın mansabında yer alan Galyan Havzası’nda seçilen üçüncü istasyondur (Şekil 22). Bu istasyon, 175 m kotunda ve $40^{\circ}51'54.8''K-39^{\circ}41'53.3''D$ koordinatlarında olup adını Atasu Barajı’ndan almaktadır.



Şekil 22. D11 İstasyonu (Atasu) genel görünümü

2.2.12. D12 (Çağlayan) İstasyonu

Trabzon–Gümüşhane karayolunun yaklaşık 12. km’sinde, Kendirli Deresi ile Değirmendere’nin birleşim yerinin membaında, Değirmendere anakolunda seçilen beşinci istasyondur (Şekil 23). Bu istasyon, 97 m kotunda ve $40^{\circ}54'01.6''K-39^{\circ}42'57.6''D$ koordinatlarında olup adını Çağlayan mahallesinden almaktadır.



Şekil 23. D12 (Çağlayan) İstasyonu genel görünümü

2.2.13. D13 (Kendirli) İstasyonu

Değirmendere akarsuyunun bir yan kolu olan Kendirli (Ziganoy) Deresi üzerinde, Değirmendere Havzası'nda seçilen 13. istasyondur (Şekil 24). Bu istasyon, 133 m kotunda ve $40^{\circ}54'11.4''\text{K}-39^{\circ}43'59.1''\text{D}$ koordinatlarında olup adımı bulunduğu akarsudan almaktadır.



Şekil 24. D13 (Kendirli) İstasyonu genel görünümü

2.2.14. D14 (Değirmendere) İstasyonu

Değirmendere akarsuyunun Değirmendere mahallesinde Karadeniz'e döküldüğü yerin öncesinde seçilen son istasyondur (Şekil 25). Bu istasyon, 3 m kotunda ve $40^{\circ}00'10.9''\text{K}-39^{\circ}45'26.1''\text{D}$ koordinatlarında olup adımı denize döküldüğü mevkiden almaktadır.



Şekil 25. D14 (Değirmendere) İstasyonu genel görünümü

2.3. Çalışmanın Gerçekleştirildiği Dönem

Yerinde ölçüm ve ham su örnekleme çalışmaları, 12.01.2014 tarihinde gerçekleştirilen ilk çalışma ile başlatılmış, bir yıl boyunca, 15 günlük aralıklarla düzenli olarak devam ettirilmiş ve 24.12.2014 tarihinde gerçekleştirilen 24. çalışma ile sonlandırılmıştır. Çalışmaların gerçekleştirildiği tarihler Tablo 6'da verilmektedir.

2.4. Değirmendere Havzası'nda Takibi Yapılan Su Kalite Değişkenleri ve Ölçüm Prensipleri

Amerikan menşeli OTT marka Hydrolab DS5 isimli sonda ile yerinde; su kalitesi değişkenlerinden sıcaklık (t, °C), pH, çözünmüş oksijen (ÇO, mg/L), spesifik iletkenlik (SC, $\mu\text{S}/\text{cm}$), bulanıklık (T, NTU) ve klorofil-a (Chl-a, mg/L) her istasyonda otomatik olarak 15 saniye aralıklarla ve 15 dakika boyunca ölçümü gerçekleştirilerek toplamda 90 veri alınmıştır (Şekil 26). Her çalışma öncesinde sondanın pH, SC, T ve Chl-a sensörleri standart çözeltilerle kalibre edilmiş ve çalışma sonunda ultra saf su ile temizlenerek bir sonraki kullanıma kadar uygun çözeltide muhafaza edilmiştir.

Bir diğer Amerikan menşeli Hach Lange marka HQ40d isimli (ÇO ve pH sensörleri ile) portatif (taşınabilir) çoklu su kalite ölçüm cihazı ile yüzeysel sularda çözünmüş oksijen, pH ve sıcaklık ayrıca ölçülerek Hydrolab DS5 sondasının ölçüm verileri kontrol edilmiş fakat çalışmada sunulmamıştır.



Şekil 26. Yerinde ölçüm alınan DS5 cihazı

Tablo 6. Örnekleme ve ölçüm çalışmalarının yapıldığı tarihler

Mevsimler	Aylar	Tarihler
KİŞ	Ocak	12.01.2014
		27.01.2014
	Şubat	11.02.2014
		26.02.2014
İLKBAHAR	Mart	13.03.2014
		28.03.2014
	Nisan	12.04.2014
		27.04.2014
	Mayıs	12.05.2014
		27.05.2014
YAZ	Haziran	11.06.2014
		26.06.2014
	Temmuz	11.07.2014
		27.07.2014
	Ağustos	10.08.2014
25.08.2014		
SONBAHAR	Eylül	08.09.2014
		23.09.2014
	Ekim	09.10.2014
		24.10.2014
Kasım	11.11.2014	
	23.11.2014	
KİŞ	Aralık	11.12.2014
		24.12.2014

2.4.1. Sıcaklık Ölçüm Prensibi

Hydrolab DS5, -5°C ile 50°C aralığında $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ hata payı ve 0.01°C hassasiyetle sıcaklık ölçümü yapabilmektedir.

2.4.2. pH Ölçüm Prensibi

pH ölçümü, yaygın olarak yüksek hassasiyetli cam bir elektrot ile referans elektrotu arasındaki gerilimin elektrokimyasal olarak ölçümüne dayanır. Bir asit çözeltisinde pozitif elektrik gerilimi ölçülürken, bir alkalın çözeltisinde ise; negatif bir elektrik gerilimi ölçülür. pH ölçüm cihazları, kullanılmadan önce standart bir pH çözeltisi ile kalibrasyonu yapılır (Hydrolab, 2015).

0.01 pH hassasiyetle ± 0.1 birim hata payı ile ölçüm yapabilen Hydrolab DS5'in ölçüm aralığı 0–14 pH'dır.

2.4.3. Çözünmüş Oksijen Ölçüm Prensibi

Lüminesans çözünmüş oksijen (LDO) ölçümü, mavi ve kırmızı optiklerin faz modülasyon tekniğiyle ölçümüne dayanır. Ölçüm prensibine göre numune ne kadar çok çözünmüş oksijen içeriyorsa, yansıyan kırmızı ışık süreci o kadar kısa olmasına bağlı olarak LDO değerleri ölçülmektedir. LDO ölçüm tekniğinin diğer DO ölçüm yöntemleri olan Winkler titrasyon ve membran–elektrot yöntemlerine göre doğruluğu kanıtlanmıştır (Mitchell, 2006).

0–8 mg/L aralığında ± 0.1 mg/L, 8–20 mg/L aralığında ± 0.2 mg/L ve 20 mg/L'den fazla olan değerlerde $\pm \%10$ mg/L hata oranı ile ölçüm yapabilen Hydrolab DS5 0–30 mg/L aralığında 0.01 mg/L hassasiyetle çözünmüş oksijen ölçümü yapabilmektedir.

2.4.4. İletkenlik Ölçüm Prensibi

Elektriksel iletkenlik, çözeltilerde bulunan elektrik akımı oluşturan inorganik çözünmüş katılardan gelen iyonların hareketidir. Elektriksel iletkenlik, en genel yöntem olan iki elektrot yöntemine göre çözeltilerde iki elektrot arasındaki direncin ölçülmesiyle belirlenir. İki elektrot arasında gerilim uygulanır. Çözeltilerdeki gerilimin azalmasına neden olan direnç, her bir santimetre için iletkenlik hesaplanır. Bu iki elektrot plaka arasındaki direnç r (Ω) ile gösterilirse, çözeltilenin iletkenliği, L ($S \cdot cm^{-1}$), $L=1/r$ 'dir. Siemens (S), iletkenlik ölçüm birimidir. Elektriksel iletkenliğin $25^\circ C$ 'deki karşılığı spesifik iletkenlik olarak adlandırılmaktadır.

1 $\mu S/cm$ hassasiyetle ve 1 $\mu S/cm$ hata oranı ile spesifik iletkenlik ölçümü yapabilen Hydrolab DS5'in ölçüm aralığı 0–100,000 $\mu S/cm$ 'dir.

2.4.5. Klorofil–a Ölçüm Prensibi

Klorofil–a sensörü; su numunesi içindeki klorofil–a konsantrasyonunu belirleyen optik bir florometre (flor ışıl ölçer)'dir. Su 430 nm dalga boyundaki mavi ışıkla

aydınlatılır. Klorofil-a mavi ışık enerjisini emerken; 660 nm–710 nm dalga boyu arasında floresal kırmızı ışık yayar. Sensör doğrudan su içerisindeki yayılan kırmızı ışık miktarına bağlı olarak klorofil-a miktarını ölçmektedir.

0.01 µg/L hassasiyetle klorofil-a ölçümü yapabilen Hydrolab DS5'in ölçüm aralığı 0–500 µg/L'dir.

2.4.6. Bulanıklık Ölçüm Prensibi

Hydrolab DS5, 0–100 NTU aralığında $\pm\%1$, 100–400 NTU aralığında $\pm\%3$ hata oranı ve 0.1 NTU hassasiyetle ve 400–3000 NTU aralığında $\pm\%3$ hata oranı ve 1 NTU hassasiyetle bulanıklık ölçümü yapabilmektedir. Sensör, suyun içerisindeki parçacıklardan saçılan ışık yoğunluğunu 90° konumlu bir kızıl ötesi kaynağından ölçer. Bulanıklık sensörü, okumaları etkileyebilecek potansiyel kirlenmelere karşı kullanıcı tarafından programlanabilir kendi kendini temizleme özelliğine sahiptir. Sensör ayrıca elektronik modülasyon–demodülasyon tekniklerini kullanarak ortam ışığından kaynaklanabilecek hataları önler.

2.5. Akarsulardan Ham Su Örneklerinin Alınması ve Muhafazası

Ham su örnekleri, standart yöntemlere uygun olarak alınmış, muhafaza edilmiş ve laboratuvara nakli gerçekleştirilmiştir (APHA, 1992). Su örneklerinin alınmasında, 500 mL hacimli yüksek yoğunluklu polietilen numune kapları kullanılmıştır. Ham su örneklerinin muhtemel kirliliğini önlemek için, numune kapları laboratuvarda önce sıcak su ve fırça yardımıyla sonra da 1 M HNO₃ ile temizlenmiş, son olarak da saf su ile durulanmış ve kurutulmuştur. Örnekleme sırasında ise, numune kapları örnek alınacak istasyonda akarsuyun suyu ile birkaç kez çalkalandıktan sonra üzerinde hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmuş ve kapakları sıkıca kapatılmıştır. Her bir gözlem ve örnekleme istasyonundan aynı şekilde toplam 1L su örneği alınmıştır.

İstasyonlardan alınan ham su örneklerinin +4°C'de muhafazası için buz kasetleri ile donatılmış büyük hacimli numune kapları kullanılmıştır (Şekil 27). Kullanılan buz kasetleri arazi çalışmasından önce derin dondurucuda –24°C'de muhafaza edilmişlerdir. Laboratuvara getirilen su örneklerinin sıcaklıkları kontrol edilmiş, +4°C'yi geçmedikleri ve 48 saate kadar da bu durumlarını muhafaza ettikleri gözlemlenmiştir.



Şekil 27. Su örneklerinin muhafazası ve naklinde kullanılan numune kapları

2.6. Ham Su Örneklerinin Filtre Edilmesi

Su örneklerinin laboratuvarında çeşitli su kalite değişkenleri için analiz edilmeden önce filtre edilerek AKM'lerden ayrılması gerekmektedir. Filtrasyon işlemi için 47 mm çaplı süzme haznesine sahip Sartorius marka vakumlu filtrasyon seti (Sartorius 16307) ve vakum pompası kullanılmıştır (Şekil 28). AKM tayini için gözenek boyutu 1.2 μm olan 55 mm çaplı Sartorius marka cam yünü filtre kağıtları (FT-3-1103-055), diğer su kalite değişkenleri içinse gözenek boyutu 0.45 μm olan 50 mm çaplı selüloz asetat filtreler (11106-50-N) kullanılmıştır (Şekil 29).



Şekil 28. Vakumlu filtrasyon seti, vakum pompası ve hassas terazi

2.7. Laboratuvarda Ölçümü Gerçekleştirilen Su Kalite Değişkenleri ve Ölçüm Prensipleri

AKM tayini ham su örneklerinin filtrasyonu ile gerçekleştirilmiştir. NH_4^+-N , NO_2^--N , NO_3^--N , TN, TP ve F^- ölçümleri, 50 mm çap ve 0.45 μm gözenek boyutlu selüloz asetat membranlardan süzülen su örneklerinde, TC, TIC ve KOİ ölçümleri ise filtre edilmemiş ham su örneklerinde ilgili küvet testler (kit) kullanılarak Hach Lange marka Dr. 5000 model UV-VİS spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir.

KOİ, TC, TIC, TN ve TP ölçümleri öncesinde numunelerin sindiriminde Lange marka LT100 model ve Hach Lange marka LT200 model termoreaktörler kullanılmıştır (Şekil 29).



Şekil 29. Termoreaktörler, spektrofotometre ve kullanılan küvet testler

2.7.1. Askıda Katı Madde Tayini

Cam yünü filtre kağıtları kullanılmadan önce saf su ile yıkanarak etüvde 105°C'de kurutulmuş ve kullanılına kadar desikatörde muhafaza edilmiştir. Bu filtre kağıtları kullanılmadan önce, 0.0001 g hassasiyete sahip Sartorius marka (ALC-210.4) analitik hassas terazi ile tartılmış, yüzeysel ham su örnekleri filtre edildikten sonra 105°C'deki etüvde 12 saat kurutulup desikatörde soğutulmuş ve yeniden hassas terazide tartılmıştır. Son ağırlıktan ilk ağırlık çıkarılarak net AKM elde edilmiş, filtre edilen ham su örneğinin hacmine bölünerek mg/L cinsinden AKM konsantrasyonu belirlenmiştir (Şekil 30).



Şekil 30. Filtrasyon işleminde kullanılan filtre kağıtları

2.7.2. Amonyum Azotu Tayini

Amonyum azotu ölçümü, amonyum iyonlarının sodyum nitro prussidin katalizörlüğünde $\text{pH}=12.6$ 'da hipoklorit ve salisilat iyonları ile reaksiyona girerek indo fenol mavisi rengini oluşturması esasına dayanır. Oluşan bu renkli bileşik 10 mm'lik bir küvet ile uv-vis spektrofotometrede (Dr. 5000) 694 nm dalga boyunda ölçülmektedir. Ölçümün bu yöntemle yapılabilmesi için numunelerin pH'sı 4-9 arasında, sıcaklığı ise 20°C 'de tutulmuştur.

2.7.3. Nitrit Azotu Tayini

Nitrit, diazonyum tuzlarını oluşturmak için asidik solüsyonda bulunan birincil aromatik aminlerle reaksiyona girerek, kırmızımsı eflatun renkli azo boyalarını oluşturmak için bir amino veya hidroksil grubu içeren aromatik bileşenlerle birleşir. Oluşan bu renkli bileşikler 50 mm'lik bir plastik küvet ile uv-vis spektrofotometrede (Dr. 5000) 515 nm dalga boyunda ölçülmektedir. Ölçümün bu yöntemle yapılabilmesi için numunelerin pH'sı 3-10 arasında, sıcaklığı ise $15-25^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuştur.

2.7.4. Nitrat Azotu Tayini

Sülfürik ve fosforik asit içeren solüsyondaki nitrat iyonları pembe renkli 4-nitro-2.6 dimetilfenol'u oluşturmak için 2.6 dimetilfenol ile reaksiyona girer. Reaksiyon sonucu

oluşan bu renkli bileşik 10 mm'lik bir küvet ile uv-vis spektrofotometrede (Dr. 5000) 345 nm dalga boyunda ölçülmektedir. Ölçümün bu yöntemle yapılabilmesi için numunelerin pH'sı 3–10 arasında, sıcaklığı ise 20–24 °C'de tutulmuştur.

2.7.5. Toplam Azot Tayini

Organik ve inorganik olarak depolanmış azot, peroksodisülfat ile parçalanarak nitrat ile oksitlenir. Nitrat iyonları nitrofenol oluşturmak için sülfirik ve fosforik asit bir çözeltide 2.6 dimetilfenol ile reaksiyona girer. Reaksiyon sonucu oluşan bileşik 10 mm'lik bir küvet ile uv-vis spektrofotometrede (Dr. 5000) 345 nm dalga boyunda fotometrik olarak ölçülmektedir. Ölçümün bu yöntemle yapılabilmesi için numunelerin pH'sı 3–12 arasında, sıcaklığı ise 15–25°C'de tutulmuştur.

2.7.6. Toplam Kjeldahl Azotu Tayini

Toplam Kjeldahl azotu, doğrudan tayin edilmeyip elde edilen toplam azot değerlerinden nitrit azotu ve nitrat azotu değerlerinin çıkarılması ile ($TKN = TN - (NO_2^- - N + NO_3^- - N)$) ayrıca hesap edilmiştir.

2.7.7. Toplam Fosfat Fosforu Tayini

Fosfat iyonları, asidik bir çözeltide molibdat ve antimon iyonları ile reaksiyona girerek antimonil fosfomolibdat karışımı oluşturur. Bu karışım, askorbik asitle fosfomolibdenyum mavisine dönüştürülür. Oluşan renkli bileşik 10 mm'lik bir küvette uv-vis spektrofotometrede (Dr. 5000) 880 nm dalga boyunda ölçülmektedir. Ölçümün bu yöntemle yapılabilmesi için numunenin pH'sı 2–10 arasında, sıcaklığı ise 15–25°C'de tutulmuştur.

2.7.8. Toplam Organik Karbon Tayini

Toplam karbon ve toplam inorganik karbon, sırasıyla oksidasyon ve asitleştirme yoluyla karbondioksite (CO_2) dönüştürülür. CO_2 , bir membran yoluyla sindirim küvetinden

indikatör kuvetine geçer. İndikatörün CO₂ miktarına bağlı renk değişimi fotometrik olarak değerlendirilir. TOC doğrudan tayin edilmeyip elde edilen TC değerlerinden TIC değerlerinin çıkarılması ile (TOC=TC-TIC) ayrıca hesaplanır. Ölçümler, 10 mm'lik küvetlerle uv-vis spektrofotometrede (Dr. 5000) 435 nm dalga boyunda yapılmıştır. Ölçümlerin bu yöntemle yapılabilmesi için numunelerin pH'sı 4-10 arasında, sıcaklıkları ise 15-25°C'de tutulmuştur.

2.7.9. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini

Su numunesi içindeki kimyasal olarak oksitlenebilen organik maddeler, gümüş sülfat katalizörünün varlığında, sülfürik asit-potasyumdikromat asidik çözeltisiyle oksitlenir. Klorür, cıva sülfat ile maskelenir. Oluşan bileşik 10 mm'lik bir küvet ile uv-vis spektrofotometrede (Dr. 5000) 348 nm dalga boyunda, Cr⁶⁺'nın sarı rengindeki azalmaya göre değerlendirilir.

2.7.10. Florür İyonu Tayini

F⁻, renksiz bir zirkonyum florür kompleksini oluşturmak üzere zirkonyum ile reaksiyona girer. 10 mm'lik küvette bulunan F⁻, kırmızı zirkonyum çözeltisinin renk kaybına bağlı olarak uv-vis spektrofotometrede (Dr. 5000) 588 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Tayinin bu yöntemle yapılabilmesi için numunenin pH'sı 1-11 arasında, sıcaklığı ise 20°C'de tutulmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Arazi ve Laboratuvar Çalışmalarından Elde Edilen Bulgular

Değirmendere Havzası (Trabzon) akarsularında seçilen 14 gözlem ve örnekleme istasyonunda, ilk ölçümlerin gerçekleştirildiği 12.01.2014 tarihi itibariyle 15 gün aralıklarla 24.12.2014 tarihine kadar toplamda 24 çalışma gerçekleştirilmiştir. İstasyonların tümünde, yerinde t, pH, ÇO, SC, T ve Chl-a ölçümleri ile laboratuvarda gerçekleştirilen AKM, TN, TP, TC, TIC ve TOC analizlerinin yanı sıra uzun yıllar boyunca içme ve kullanma suyu kaynağı olarak Esiroğlu regülatörü aracılığıyla Değirmendere ile yakın geçmişte olduğu gibi şimdilerde de Galyan akarsuyundan büyük ölçüde yararlanılması sebebiyle D08, D09, D10, D11 ve D14 istasyonlarında ayrıca takibi yapılan NH_4^+-N , NO_2^--N , NO_3^--N , TKN, KOİ ve F^- analizleri sonucunda elde edilen bulgular, her bir istasyon için mevsimlere bağlı olarak, en küçük değer, ortalama değer, en büyük değer ve standart sapma (SS) şeklinde Tablo 7–20’de verilmektedir.

Korelasyon katsayısı (R) iki değişken arasındaki ilişkiyi göstermek için yaygın kullanılan bir ölçüdür. Yerinde ve laboratuvarda yapılan ölçümler ve analizler neticesinde elde edilen verilerin birbirleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için korelasyon katsayısı Statistical Package for Social Sciences (SPSS) bilgisayar programı kullanılarak analiz edilmiştir. Su kalite göstergelerinin her bir istasyonda elde edilen değerlerinin Pearson korelasyon matrisleri Tablo 21–34’te verilmektedir.

Tablo 7. Su kalite göstergelerinin D01 (Hamsiköy) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	4.51	6.58	8.21	1.45	5.79	9.65	13.01	2.66	14.57	16.63	19.23	1.96	7.57	11.93	18.41	4.15
pH		7.43	7.92	8.16	0.31	7.88	8.00	8.09	0.08	7.93	8.00	8.08	0.06	7.62	7.72	7.80	0.07
ÇO	(mg/L)	11.12	11.74	12.91	0.66	10.20	10.83	11.75	0.64	8.50	9.09	9.70	0.52	8.75	10.34	11.46	0.99
SC	(µS/cm)	251	418	520	99	154	244	323	67	215	398	480	98	271	347	469	76
Chl-a	(µg/L)	0.37	0.91	1.66	0.59	0.58	1.34	2.74	0.82	0.42	0.80	2.12	0.66	0.24	0.62	1.61	0.50
T	(NTU)	1.2	4.1	8.3	3.1	11.5	73.0	329.4	125.9	0.00	35.4	192.5	77.0	1.1	7.2	13.2	8.5
AKM	(mg/L)	0.60	2.28	4.60	1.56	7.60	257.90	1471.70	594.68	1.70	76.32	431.80	174.16	1.00	3.80	11.90	4.13
TN	(mg/L)	0.957	1.295	1.520	0.220	0.574	0.808	1.410	0.306	0.827	0.984	1.350	0.193	0.844	1.142	1.520	0.272
TP	(mg/L)	0.003	0.018	0.035	0.011	0.004	0.009	0.019	0.006	0.007	0.012	0.019	0.004	0.007	0.016	0.026	0.007
TC	(mg/L)	37.50	59.20	69.60	12.49	28.60	42.67	62.90	12.31	36.70	50.13	57.30	7.84	40.90	48.22	58.90	8.17
TIC	(mg/L)	32.30	55.00	64.90	12.93	25.30	36.62	46.90	8.30	28.20	42.57	52.00	9.08	36.20	42.60	53.00	7.02
TOC	(mg/L)	2.22	4.18	5.38	1.20	3.32	6.04	16.00	4.99	4.15	7.58	9.95	2.06	4.37	5.61	8.43	1.50

Tablo 8. Su kalite göstergelerinin D02 (Ormanüstü) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	2.72	4.48	6.51	1.49	2.95	8.17	12.39	3.48	14.04	16.15	18.28	1.68	4.81	9.89	17.41	4.63
pH		7.20	7.97	8.43	0.53	7.98	8.08	8.27	0.11	8.12	8.24	8.37	0.11	7.44	7.62	7.87	0.18
ÇO	(mg/L)	11.66	12.23	12.99	0.52	10.08	11.09	12.57	0.91	8.76	9.22	9.70	0.43	8.85	10.74	12.03	1.17
SC	(µS/cm)	85	146	183	40	80	93	116	15	131	195	233	38	96	150	281	69
Chl-a	(µg/L)	0.43	1.03	2.60	0.81	0.58	1.15	1.71	0.40	0.47	0.65	0.89	0.17	0.53	0.95	1.84	0.51
T	(NTU)	0.7	3.6	9.0	3.7	8.4	16.1	32.4	8.7	1.6	5.8	14.9	4.8	2.0	20.8	39.6	26.5
AKM	(mg/L)	0.30	4.50	18.40	7.08	5.90	14.13	34.70	10.57	3.30	7.00	13.20	3.78	2.90	10.77	40.40	14.74
TN	(mg/L)	0.992	1.109	1.270	0.125	0.607	0.822	1.250	0.233	0.649	0.854	1.127	0.184	0.935	1.190	1.560	0.254
TP	(mg/L)	0.007	0.019	0.036	0.010	0.006	0.010	0.016	0.004	0.002	0.012	0.026	0.008	0.007	0.022	0.037	0.010
TC	(mg/L)	17.20	22.70	26.50	3.59	16.10	18.25	21.30	2.02	21.30	25.88	29.30	2.68	19.10	23.60	33.40	5.37
TIC	(mg/L)	13.70	20.12	25.30	4.64	13.20	14.82	17.60	1.61	19.00	21.95	24.60	2.34	14.90	18.53	27.90	5.03
TOC	(mg/L)	1.03	2.58	5.36	1.63	2.33	3.47	6.05	1.32	2.30	3.95	6.81	1.64	4.22	5.05	5.90	0.65

Tablo 9. Su kalite göstergelerinin D03 (Çatak) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	4.67	6.09	7.30	1.11	4.77	9.31	12.82	2.96	15.03	17.15	19.44	1.79	6.32	11.19	18.48	4.60
pH		7.33	8.04	8.41	0.45	8.07	8.24	8.54	0.16	8.12	8.19	8.34	0.08	7.61	7.73	7.89	0.11
ÇO	(mg/L)	11.61	12.28	13.24	0.56	10.19	11.01	12.28	0.75	8.78	9.20	9.72	0.41	9.11	10.66	11.79	1.03
SC	(µS/cm)	112	239	326	82	119	146	173	20	182	316	382	75	142	229	436	113
Chl-a	(µg/L)	0.33	1.02	2.17	0.78	0.45	0.91	1.51	0.37	0.40	0.51	0.77	0.15	0.30	0.92	2.27	0.71
T	(NTU)	1.1	6.3	11.2	4.3	14.5	85.4	321.3	118.0	0.0	16.1	57.2	21.7	1.2	42.9	84.6	58.9
AKM	(mg/L)	0.70	7.63	26.40	9.45	13.60	122.68	515.50	193.73	1.80	18.87	73.50	27.47	1.80	78.00	276.20	112.05
TN	(mg/L)	0.959	1.098	1.340	0.138	0.663	0.813	1.300	0.245	0.661	0.972	1.360	0.250	0.939	1.149	1.480	0.196
TP	(mg/L)	0.005	0.018	0.040	0.012	0.008	0.013	0.027	0.008	0.005	0.012	0.024	0.007	0.008	0.018	0.030	0.008
TC	(mg/L)	20.40	33.08	44.20	9.04	20.70	26.55	36.40	5.89	28.00	38.73	44.00	5.81	24.50	33.95	54.30	11.69
TIC	(mg/L)	16.90	30.12	41.90	9.34	17.40	22.47	27.80	4.16	23.00	33.85	39.70	6.56	19.30	28.12	46.10	10.20
TOC	(mg/L)	1.20	2.97	5.28	1.38	2.87	4.06	8.61	2.25	2.64	4.89	7.70	1.65	4.31	5.86	8.25	1.60

Tablo 10. Su kalite göstergelerinin D04 (Sümela) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	2.70	4.95	6.80	1.92	3.79	7.75	10.90	2.76	13.62	15.75	18.09	1.76	5.18	10.18	16.93	4.40
pH		7.10	7.88	8.37	0.56	7.67	7.85	8.00	0.12	7.85	7.97	8.09	0.09	7.30	7.47	7.71	0.15
ÇO	(mg/L)	11.57	12.20	13.08	0.64	10.50	11.28	12.40	0.73	9.00	9.36	9.84	0.36	9.12	10.74	12.04	1.09
SC	(µS/cm)	79	111	133	19	43	65	87	17	77	114	147	27	92	114	163	27
Chl-a	(µg/L)	0.39	2.12	4.81	1.59	0.51	0.97	1.27	0.27	0.36	0.44	0.49	0.05	0.35	0.48	0.63	0.10
T	(NTU)	1.6	7.0	16.3	6.4	22.1	45.3	80.8	23.5	3.00	7.8	17.8	5.1	5.3	10.5	15.6	7.2
AKM	(mg/L)	1.10	7.72	18.90	7.16	29.20	143.83	302.70	109.11	6.90	14.05	31.80	9.07	5.80	9.70	19.80	5.24
TN	(mg/L)	0.513	0.765	0.896	0.142	0.559	0.693	0.989	0.157	0.421	0.624	0.934	0.200	0.688	0.925	1.150	0.176
TP	(mg/L)	0.002	0.019	0.038	0.012	0.007	0.014	0.028	0.007	0.005	0.020	0.033	0.010	0.009	0.019	0.026	0.007
TC	(mg/L)	16.90	17.83	18.70	0.68	12.20	14.70	18.40	2.54	15.00	17.98	20.50	2.26	15.50	18.45	21.30	2.43
TIC	(mg/L)	12.40	14.93	16.90	1.78	9.74	11.44	13.80	1.50	11.20	13.83	16.90	2.02	12.20	14.70	18.10	2.36
TOC	(mg/L)	1.83	2.87	5.16	1.29	2.17	3.25	4.62	1.09	2.35	4.14	5.47	1.26	3.14	3.77	4.90	0.69

Tablo 11. Su kalite göstergelerinin D05 (Acısu) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	3.78	6.31	7.90	1.79	5.86	9.69	14.15	2.93	14.81	16.24	17.55	0.94	6.23	10.71	16.70	3.94
pH		7.48	8.22	8.69	0.49	7.95	8.21	8.40	0.15	8.03	8.13	8.24	0.08	7.67	7.79	7.86	0.08
ÇO	(mg/L)	11.30	11.92	12.58	0.55	9.96	10.92	11.95	0.74	9.06	9.22	9.56	0.20	9.13	10.63	11.73	0.97
SC	(µS/cm)	123	176	201	29	73	110	147	29	127	175	214	28	146	171	233	33
Chl-a	(µg/L)	0.48	0.84	1.35	0.32	0.58	0.92	1.26	0.26	0.39	0.90	2.97	1.02	0.45	0.62	0.84	0.18
T	(NTU)	0.0	4.6	14.9	7.00	3.5	12.3	40.0	13.9	3.9	30.6	123.1	47.5	9.6	17.2	24.7	10.7
AKM	(mg/L)	0.40	4.28	18.20	6.93	2.30	11.93	39.10	13.70	5.30	42.10	178.90	68.14	2.20	7.47	21.70	7.44
TN	(mg/L)	0.898	1.111	1.290	0.172	0.705	0.863	1.250	0.201	0.786	1.052	1.580	0.296	0.940	1.176	1.340	0.156
TP	(mg/L)	0.005	0.020	0.047	0.016	0.008	0.014	0.028	0.008	0.011	0.019	0.028	0.006	0.007	0.018	0.027	0.009
TC	(mg/L)	22.50	25.85	28.10	2.03	14.20	19.37	23.90	3.88	19.20	23.48	28.00	2.95	22.20	25.40	30.90	3.38
TIC	(mg/L)	17.00	23.50	27.00	3.56	12.10	15.78	21.00	3.55	15.30	19.68	22.90	2.85	19.30	21.28	25.90	2.63
TOC	(mg/L)	1.07	2.35	5.51	1.65	2.08	3.57	4.59	1.10	2.40	3.79	5.16	1.13	2.40	4.12	5.22	1.12

Tablo 12. Su kalite göstergelerinin D06 (Altındere) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	4.12	6.69	8.17	1.61	5.52	9.02	12.20	2.44	14.82	16.72	18.48	1.29	6.77	11.32	17.81	4.18
pH		7.24	8.10	9.12	0.70	7.73	7.88	8.03	0.11	7.80	7.99	8.09	0.12	7.26	7.47	7.66	0.15
ÇO	(mg/L)	11.42	11.91	12.45	0.49	10.41	11.15	12.05	0.59	9.06	9.33	9.74	0.26	9.07	10.58	11.68	1.00
SC	(µS/cm)	105	153	177	28	55	83	115	21	100	152	189	33	120	148	220	38
Chl-a	(µg/L)	0.36	1.56	2.74	0.97	0.47	0.88	1.09	0.22	0.36	0.53	1.22	0.34	0.30	0.41	0.52	0.09
T	(NTU)	17.3	56.8	147.3	61.0	21.0	47.1	69.2	17.5	3.2	21.3	67.7	23.9	6.9	14.2	21.5	10.3
AKM	(mg/L)	2.10	40.42	170.30	64.04	19.10	87.10	178.30	65.89	7.70	34.22	109.30	37.53	5.30	10.68	19.90	5.24
TN	(mg/L)	0.982	1.112	1.380	0.142	0.699	0.813	1.190	0.192	0.759	0.906	1.160	0.137	0.761	0.996	1.510	0.273
TP	(mg/L)	0.011	0.026	0.037	0.010	0.012	0.017	0.034	0.009	0.013	0.026	0.039	0.009	0.010	0.023	0.033	0.009
TC	(mg/L)	18.80	22.67	26.30	2.59	13.40	16.95	19.70	2.22	20.00	21.95	24.70	1.99	18.10	23.12	29.70	4.15
TIC	(mg/L)	13.60	20.20	23.10	3.61	11.00	13.20	16.50	2.12	13.90	17.62	21.00	2.92	14.80	18.32	23.00	2.87
TOC	(mg/L)	0.92	2.55	5.18	1.59	2.39	3.74	5.19	1.06	3.10	4.32	6.08	1.12	3.01	4.82	7.28	1.79

Tablo 13. Su kalite göstergelerinin D07 (Maçka) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	5.32	7.49	9.33	1.30	6.04	9.99	13.66	2.64	16.78	18.14	19.30	0.94	7.64	12.23	19.43	4.60
pH		7.33	8.16	8.52	0.50	8.05	8.15	8.31	0.09	7.99	8.17	8.32	0.13	7.60	7.71	7.93	0.12
ÇO	(mg/L)	11.56	11.93	12.30	0.33	10.19	11.04	12.09	0.65	8.72	9.12	9.44	0.25	9.04	10.54	11.60	1.00
SC	(µS/cm)	128	228	257	50	91	127	158	23	141	237	287	55	158	208	322	62
Chl-a	(µg/L)	0.29	1.31	2.77	0.89	0.57	1.13	2.14	0.55	0.36	0.55	1.02	0.24	0.33	0.63	0.93	0.25
T	(NTU)	11.0	21.4	37.7	11.6	23.6	57.1	135.4	41.1	3.0	18.2	58.3	20.1	5.3	34.8	64.4	41.8
AKM	(mg/L)	8.00	22.40	45.20	14.43	15.00	103.38	339.40	118.78	5.70	21.40	70.90	24.54	6.30	52.73	142.90	52.24
TN	(mg/L)	1.079	1.508	1.870	0.299	0.724	0.930	1.350	0.226	0.838	1.113	1.520	0.269	1.084	1.339	1.770	0.243
TP	(mg/L)	0.011	0.046	0.078	0.029	0.012	0.021	0.046	0.012	0.021	0.043	0.065	0.018	0.018	0.036	0.064	0.020
TC	(mg/L)	22.50	33.13	37.00	5.42	17.60	22.40	27.40	3.33	20.50	29.55	33.60	5.21	26.50	31.05	40.80	5.69
TIC	(mg/L)	17.90	28.62	33.40	5.50	14.60	18.65	23.00	2.76	17.00	25.30	29.70	5.15	21.00	25.68	33.50	4.78
TOC	(mg/L)	3.07	4.53	5.53	0.90	2.98	3.77	5.24	0.94	3.49	4.26	5.54	0.76	3.15	5.34	7.27	1.37

Tablo 14. Su kalite göstergelerinin D08 (Esiroğlu) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	5.05	7.51	8.98	1.49	6.47	10.96	14.89	2.85	17.88	19.02	20.22	0.86	7.73	12.47	20.14	4.68
pH		7.66	8.25	8.60	0.37	8.04	8.15	8.33	0.10	7.94	8.15	8.29	0.15	7.50	7.77	8.32	0.29
ÇO	(mg/L)	11.59	12.34	13.10	0.60	9.95	11.00	12.21	0.75	9.33	9.54	9.96	0.26	10.46	11.11	11.82	0.55
SC	(µS/cm)	139	231	279	54	106	137	169	22	173	242	283	39	157	211	332	68
Chl-a	(µg/L)	0.26	0.77	1.57	0.48	0.72	1.33	3.26	0.96	0.26	1.01	2.76	0.94	0.24	0.79	1.17	0.32
T	(NTU)	8.6	26.5	48.9	17.1	29.3	91.2	244.4	77.0	1.3	25.5	94.8	35.1	5.1	45.0	84.9	56.4
AKM	(mg/L)	6.20	31.67	84.80	29.94	34.90	148.90	464.10	157.09	4.10	26.63	98.80	35.99	4.70	71.33	147.50	56.81
NH ₄ ⁺ -N	(mg/L)	0.019	0.041	0.056	0.016	0.025	0.039	0.070	0.017	0.016	0.039	0.111	0.037	0.010	0.037	0.053	0.015
NO ₂ ⁻ -N	(mg/L)	0.002	0.007	0.012	0.003	0.001	0.002	0.004	0.001	0.001	0.010	0.014	0.005	0.001	0.005	0.011	0.005
NO ₃ ⁻ -N	(mg/L)	0.868	1.049	1.240	0.142	0.421	0.662	0.995	0.248	0.652	0.856	1.080	0.151	0.789	0.905	1.130	0.122
TKN	(mg/L)	0.250	0.347	0.484	0.100	0.154	0.292	0.464	0.104	0.055	0.266	0.405	0.135	0.309	0.376	0.451	0.065
TN	(mg/L)	1.127	1.402	1.540	0.142	0.706	0.956	1.420	0.295	0.942	1.132	1.470	0.209	1.100	1.285	1.440	0.129
TP	(mg/L)	0.023	0.031	0.039	0.008	0.014	0.028	0.042	0.010	0.026	0.041	0.070	0.016	0.014	0.031	0.042	0.010
TC	(mg/L)	22.90	31.88	39.07	5.55	20.20	24.38	29.60	3.55	27.00	29.87	33.70	2.46	25.50	30.08	37.70	5.09
TIC	(mg/L)	19.50	28.72	36.70	6.17	16.40	20.47	25.00	3.05	22.80	26.17	29.90	2.55	20.60	24.70	30.90	4.27
TOC	(mg/L)	2.12	3.15	4.50	0.98	2.96	3.89	4.78	0.69	2.42	3.72	4.42	0.74	3.19	5.37	6.78	1.46
KOİ	(mg/L)	4.040	6.082	7.520	1.276	6.420	8.285	12.100	1.958	4.580	6.447	8.480	1.245	6.130	7.875	11.290	1.983
F ⁻	(mg/L)	0.134	0.160	0.186	0.023	0.056	0.135	0.176	0.044	0.188	0.233	0.327	0.056	0.039	0.098	0.252	0.079

Tablo 15. Su kalite göstergelerinin D09 (Kuştu) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	4.39	6.21	8.07	1.52	5.60	10.58	13.74	2.91	16.43	17.60	18.79	0.87	7.23	11.68	18.84	4.26
pH		6.72	7.35	7.66	0.41	7.48	7.60	7.82	0.12	7.51	7.59	7.70	0.06	6.94	7.08	7.26	0.11
ÇO	(mg/L)	11.44	11.95	12.72	0.49	10.07	10.77	12.10	0.73	9.10	9.26	9.44	0.15	9.16	10.64	11.69	0.94
SC	(µS/cm)	72	120	151	28	65	82	105	13	115	138	164	20	96	122	194	38
Chl-a	(µg/L)	0.23	0.64	1.08	0.33	0.49	0.60	0.74	0.10	0.34	0.39	0.44	0.04	0.34	0.49	0.76	0.15
T	(NTU)	0.2	7.3	21.3	9.6	5.9	11.8	31.4	9.6	2.3	6.1	8.8	2.5	3.5	17.8	32.1	20.2
AKM	(mg/L)	0.40	8.92	22.90	9.73	6.20	12.27	35.10	11.22	4.90	7.42	10.60	2.29	2.80	10.72	33.80	11.68
NH ₄ ⁺ -N	(mg/L)	0.009	0.015	0.017	0.004	0.009	0.014	0.024	0.006	0.013	0.015	0.017	0.001	0.006	0.010	0.013	0.002
NO ₂ ⁻ -N	(mg/L)	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001
NO ₃ ⁻ -N	(mg/L)	1.320	1.713	2.260	0.340	0.907	1.157	1.520	0.273	1.240	1.412	1.830	0.241	1.350	1.685	2.160	0.275
TKN	(mg/L)	0.138	0.224	0.300	0.070	0.084	0.194	0.340	0.107	0.060	0.147	0.220	0.066	0.099	0.231	0.419	0.138
TN	(mg/L)	1.580	1.938	2.560	0.354	1.013	1.351	1.860	0.370	1.310	1.558	1.990	0.265	1.720	1.933	2.230	0.194
TP	(mg/L)	0.008	0.022	0.043	0.013	0.007	0.011	0.021	0.005	0.010	0.022	0.031	0.007	0.005	0.023	0.036	0.010
TC	(mg/L)	14.60	18.87	22.00	2.69	13.10	15.08	17.30	1.44	16.60	19.45	22.30	2.34	15.50	19.05	23.90	3.00
TIC	(mg/L)	11.80	16.48	21.10	3.27	11.00	12.62	14.10	1.14	14.30	16.42	18.30	1.70	13.00	15.45	21.00	3.14
TOC	(mg/L)	0.88	2.35	3.36	0.98	1.51	2.47	3.23	0.66	2.16	3.10	4.78	0.98	2.11	3.59	5.13	1.06
KOİ	(mg/L)	3.230	6.238	8.890	1.879	4.980	6.018	8.730	1.365	5.130	5.737	6.600	0.643	3.990	6.045	8.220	1.450
F ⁻	(mg/L)	0.096	0.132	0.165	0.032	0.141	0.181	0.272	0.051	0.179	0.224	0.276	0.043	0.027	0.107	0.220	0.077

Tablo 16. Su kalite göstergelerinin D10 (Galyan) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	4.81	7.15	8.53	1.33	5.95	11.38	15.01	3.17	17.50	18.18	19.79	0.84	7.91	12.04	18.84	4.03
pH		7.20	7.95	8.33	0.45	7.93	8.04	8.14	0.08	8.00	8.14	8.31	0.12	7.43	7.70	8.02	0.21
ÇO	(mg/L)	11.11	11.66	12.27	0.39	9.76	10.57	11.98	0.77	8.76	9.11	9.19	0.17	9.05	10.53	11.48	0.90
SC	(µS/cm)	94	160	203	39	75	93	116	16	115	175	222	41	124	162	275	59
Chl-a	(µg/L)	0.18	0.82	1.13	0.40	0.37	0.49	0.76	0.14	0.24	0.30	0.37	0.05	0.19	0.54	1.19	0.47
T	(NTU)	0.5	7.9	23.0	10.2	6.5	12.4	27.3	8.0	0.5	12.2	37.9	13.5	3.2	120.6	238.0	166.0
AKM	(mg/L)	1.20	6.32	17.90	6.45	3.40	10.03	30.00	9.97	3.50	15.67	54.50	19.31	3.20	36.22	197.30	78.92
NH ₄ ⁺ -N	(mg/L)	0.007	0.017	0.025	0.007	0.006	0.011	0.015	0.003	0.012	0.020	0.046	0.013	0.005	0.011	0.020	0.006
NO ₂ ⁻ -N	(mg/L)	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001
NO ₃ ⁻ -N	(mg/L)	0.949	1.150	1.400	0.157	0.571	0.776	1.160	0.214	0.799	1.016	1.270	0.179	1.020	1.195	1.520	0.174
TKN	(mg/L)	0.097	0.214	0.370	0.093	0.128	0.201	0.320	0.089	0.078	0.121	0.184	0.049	0.049	0.234	0.310	0.094
TN	(mg/L)	1.046	1.364	1.660	0.206	0.724	0.977	1.480	0.281	0.958	1.104	1.300	0.149	1.280	1.455	1.640	0.136
TP	(mg/L)	0.004	0.028	0.049	0.019	0.004	0.013	0.030	0.010	0.014	0.021	0.030	0.005	0.011	0.025	0.036	0.009
TC	(mg/L)	17.40	23.48	28.70	3.90	14.10	16.72	18.60	2.06	17.80	22.98	26.70	3.73	17.40	23.80	33.20	5.48
TIC	(mg/L)	14.00	21.12	28.00	4.81	12.40	14.02	16.60	1.76	15.60	19.85	24.40	3.48	15.10	19.42	28.30	4.77
TOC	(mg/L)	0.65	2.35	3.92	1.21	1.62	2.70	3.75	0.97	2.10	3.15	4.31	0.89	2.32	4.39	7.09	1.66
KOİ	(mg/L)	3.680	5.198	6.470	1.132	5.170	6.073	7.400	0.834	3.820	5.528	8.690	1.646	4.690	6.358	9.940	2.133
F ⁻	(mg/L)	0.106	0.127	0.168	0.028	0.085	0.134	0.154	0.026	0.198	0.243	0.285	0.036	0.036	0.110	0.294	0.093

Tablo 17. Su kalite göstergelerinin D11 (Atasu) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	8.35	9.72	11.86	1.37	8.69	9.73	10.87	0.83	11.90	14.34	15.59	1.48	13.11	15.33	17.28	1.58
pH		7.08	7.66	7.93	0.41	7.86	7.96	8.02	0.05	7.78	7.81	7.85	0.03	7.22	7.40	7.61	0.14
ÇO	(mg/L)	10.75	11.21	11.59	0.37	11.11	11.39	11.65	0.19	10.08	10.37	10.87	0.32	9.86	10.09	10.39	0.24
SC	(µS/cm)	135	150	167	13	133	146	160	10	127	130	136	4	136	142	151	5
Chl-a	(µg/L)	0.31	0.86	1.47	0.47	0.23	0.49	0.80	0.19	0.41	0.50	0.60	0.08	0.39	0.49	0.65	0.09
T	(NTU)	6.9	9.6	11.9	2.1	2.7	7.2	9.6	2.4	10.5	19.9	30.1	6.6	8.0	9.1	10.3	1.7
AKM	(mg/L)	4.00	5.98	8.50	1.59	2.20	3.87	5.10	1.00	6.70	10.18	13.90	2.36	4.60	7.15	10.30	1.87
NH ₄ ⁺ -N	(mg/L)	0.007	0.012	0.016	0.004	0.007	0.010	0.013	0.002	0.009	0.010	0.011	0.001	0.004	0.007	0.010	0.002
NO ₂ ⁻ -N	(mg/L)	0.000	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
NO ₃ ⁻ -N	(mg/L)	0.866	1.067	1.380	0.212	0.957	1.038	1.200	0.086	0.872	0.941	0.984	0.042	0.962	1.104	1.260	0.117
TKN	(mg/L)	0.088	0.244	0.350	0.088	0.052	0.155	0.323	0.111	0.046	0.130	0.278	0.090	0.110	0.221	0.279	0.065
TN	(mg/L)	0.968	1.311	1.650	0.267	1.052	1.193	1.280	0.088	0.912	1.013	1.150	0.097	1.170	1.350	1.530	0.142
TP	(mg/L)	0.011	0.018	0.024	0.005	0.002	0.013	0.029	0.010	0.017	0.020	0.025	0.003	0.008	0.021	0.031	0.008
TC	(mg/L)	21.30	22.68	24.30	1.11	19.70	21.80	22.80	1.19	17.00	18.67	19.60	1.11	20.00	21.25	22.50	0.85
TIC	(mg/L)	17.30	20.23	22.00	2.06	17.60	19.53	21.50	1.38	14.72	15.80	16.80	0.79	16.80	17.78	18.70	0.60
TOC	(mg/L)	0.78	2.45	3.96	1.25	1.26	2.27	3.11	0.73	1.65	2.88	4.68	1.06	2.09	3.47	4.62	0.86
KOİ	(mg/L)	4.790	5.302	6.450	0.601	3.790	5.053	6.850	1.072	4.310	5.317	6.680	0.810	4.680	5.390	6.470	0.651
F ⁻	(mg/L)	0.114	0.140	0.205	0.044	0.112	0.157	0.207	0.031	0.157	0.231	0.275	0.043	0.037	0.084	0.195	0.058

Tablo 18. Su kalite göstergelerinin D12 (Çağlayan) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	7.26	9.20	10.67	1.23	8.06	12.58	15.97	2.70	19.00	20.55	22.68	1.31	9.66	14.17	20.24	4.34
pH		7.54	8.13	8.54	0.41	8.23	8.27	8.33	0.04	8.15	8.39	8.71	0.19	7.61	7.86	8.30	0.26
ÇO	(mg/L)	11.27	11.59	12.01	0.28	10.01	10.70	11.84	0.63	9.22	9.59	10.36	0.43	9.77	10.48	11.24	0.60
SC	(µS/cm)	146	214	258	38	114	146	178	23	162	220	238	29	172	198	244	25
Chl-a	(µg/L)	0.41	2.10	5.21	1.75	0.58	1.13	1.55	0.38	0.46	0.95	1.95	0.56	0.51	0.94	1.74	0.43
T	(NTU)	13.1	84.7	182.6	82.3	26.0	67.7	154.9	46.4	16.9	33.4	49.8	13.3	6.3	47.3	88.2	57.9
AKM	(mg/L)	15.70	93.82	223.90	86.20	59.50	127.22	245.40	68.74	17.90	42.87	70.40	18.21	6.40	121.58	271.60	102.02
TN	(mg/L)	1.190	1.597	2.110	0.366	0.750	1.001	1.330	0.213	0.970	1.024	1.137	0.071	1.055	1.301	1.610	0.191
TP	(mg/L)	0.012	0.028	0.054	0.015	0.003	0.016	0.037	0.012	0.016	0.026	0.048	0.012	0.011	0.029	0.061	0.018
TC	(mg/L)	24.10	31.47	34.90	4.06	19.60	23.92	27.00	2.88	23.40	28.00	30.50	2.60	26.90	30.18	33.50	2.40
TIC	(mg/L)	20.20	27.27	31.00	3.83	17.10	20.47	24.10	2.79	19.90	23.68	27.30	2.71	22.50	24.75	27.10	1.49
TOC	(mg/L)	1.26	4.19	5.81	1.69	2.46	3.43	5.41	1.14	2.94	4.34	6.80	1.43	4.31	5.41	9.07	1.82

Tablo 19. Su kalite göstergelerinin D13 (Kendirli) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	5.81	7.73	10.68	1.74	8.39	13.90	16.08	2.98	20.06	22.02	24.69	1.74	9.05	13.67	21.00	4.41
pH		7.37	7.88	8.31	0.39	8.11	8.24	8.43	0.13	7.97	8.16	8.36	0.15	7.46	7.62	7.84	0.15
ÇO	(mg/L)	10.98	11.73	12.45	0.51	9.68	10.13	11.40	0.65	8.19	8.70	9.05	0.34	8.93	10.36	11.34	0.92
SC	(µS/cm)	107	150	201	33	108	148	174	22	134	167	203	27	111	145	183	26
Chl-a	(µg/L)	0.19	0.68	1.80	0.58	0.43	1.13	3.04	0.97	0.28	0.37	0.61	0.12	0.21	0.45	0.99	0.30
T	(NTU)	4.0	43.0	109.5	45.9	8.6	350.8	1719.8	677.5	0.3	4.4	8.1	2.9	2.9	155.5	308.1	215.9
AKM	(mg/L)	1.30	40.37	162.50	61.79	8.00	493.35	2225.40	876.80	2.90	6.02	11.50	3.03	2.40	81.02	458.40	184.92
TN	(mg/L)	1.970	2.418	3.090	0.380	1.830	2.065	2.590	0.278	1.370	1.713	2.190	0.282	1.960	2.443	3.210	0.443
TP	(mg/L)	0.009	0.029	0.046	0.014	0.009	0.016	0.038	0.011	0.010	0.018	0.025	0.005	0.009	0.020	0.028	0.007
TC	(mg/L)	18.00	21.63	27.50	4.01	16.70	22.77	27.50	3.74	18.60	20.92	22.70	1.84	18.10	20.40	22.20	1.68
TIC	(mg/L)	13.70	18.28	24.40	3.82	13.30	19.18	21.70	3.11	10.00	15.62	19.40	3.51	14.90	17.20	20.20	2.14
TOC	(mg/L)	1.77	3.35	5.22	1.26	1.88	3.61	7.23	1.88	2.66	3.80	6.56	1.46	1.82	3.22	4.65	0.90

Tablo 20. Su kalite göstergelerinin D14 (Değirmendere) istasyonunda mevsimlere göre (Ocak–Aralık 2014) değişimi

Su Kalite Göstergeleri		Kış				İlkbahar				Yaz				Sonbahar			
		Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS	Min.	Ort.	Mak.	SS
t	(°C)	8.64	9.60	10.80	0.99	10.40	14.24	17.12	2.28	22.20	24.21	27.37	2.05	10.84	16.03	24.10	5.14
pH		7.94	8.42	8.74	0.35	8.35	8.49	8.63	0.10	8.37	8.58	8.79	0.19	7.70	7.93	8.20	0.20
ÇO	(mg/L)	11.19	11.40	11.82	0.23	9.85	10.46	11.31	0.48	7.96	8.68	9.80	0.65	8.28	10.17	11.07	1.02
SC	(µS/cm)	165	240	281	41	126	161	203	27	189	235	275	30	179	214	264	34
Chl-a	(µg/L)	1.16	2.22	4.29	1.08	1.26	1.96	2.90	0.55	0.57	1.30	2.62	0.76	0.79	1.20	1.77	0.43
T	(NTU)	70.7	387.7	542.9	216.4	185.4	332.7	549.3	119.4	16.5	220.4	468.2	164.6	251.8	358.4	465.1	150.8
AKM	(mg/L)	156.90	383.75	657.00	176.82	250.10	458.00	591.20	127.07	18.70	220.38	455.30	159.02	90.00	254.47	407.40	117.36
NH ₄ ⁺ -N	(mg/L)	0.042	0.108	0.245	0.087	0.025	0.032	0.060	0.014	0.021	0.144	0.225	0.097	0.039	0.129	0.270	0.109
NO ₂ ⁻ -N	(mg/L)	0.005	0.009	0.012	0.003	0.002	0.004	0.007	0.002	0.007	0.010	0.013	0.002	0.004	0.008	0.013	0.004
NO ₃ ⁻ -N	(mg/L)	0.991	1.357	2.060	0.368	0.558	0.793	1.080	0.215	0.745	0.934	1.240	0.184	1.040	1.273	1.970	0.348
TKN	(mg/L)	0.354	0.476	0.619	0.108	0.214	0.311	0.448	0.099	0.083	0.302	0.566	0.209	0.235	0.388	0.617	0.129
TN	(mg/L)	1.350	1.840	2.470	0.377	0.939	1.108	1.530	0.244	0.837	1.246	1.480	0.232	1.440	1.668	2.210	0.284
TP	(mg/L)	0.026	0.051	0.080	0.023	0.017	0.035	0.052	0.015	0.020	0.050	0.061	0.015	0.034	0.058	0.099	0.023
TC	(mg/L)	28.60	38.95	45.00	5.58	23.80	30.77	37.90	5.03	29.20	32.17	35.90	2.27	27.80	32.93	39.00	4.05
TIC	(mg/L)	22.20	33.40	42.30	6.48	21.00	27.03	34.50	5.33	24.30	26.57	30.10	2.18	24.00	27.03	31.20	3.13
TOC	(mg/L)	2.79	5.54	9.95	2.46	2.69	3.71	5.38	1.08	3.96	5.62	6.75	1.08	3.79	5.89	8.70	1.72
KOİ	(mg/L)	5.300	8.817	16.100	3.959	4.270	6.897	9.510	2.024	6.990	8.753	9.610	1.081	7.060	8.647	11.550	1.786
F ⁻	(mg/L)	0.168	0.216	0.287	0.051	0.146	0.181	0.217	0.027	0.159	0.265	0.339	0.071	0.049	0.142	0.297	0.088

Tablo 21. Su kalite göstergelerinin D01 (Hamsiköy) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.983										
	0.000										
pH	0.021	0.022									
	0.921	0.919									
SC	-0.112	0.161	0.238								
	0.603	0.451	0.263								
Chl-a	0.145	-0.227	-0.029	-0.534							
	0.500	0.287	0.892	0.007							
T	-0.031	0.021	0.167	-0.640	0.404						
	0.902	0.935	0.507	0.004	0.096						
AKM	-0.079	0.069	0.203	-0.476	0.251	0.965					
	0.714	0.747	0.340	0.019	0.236	0.000					
TN	0.016	0.034	0.035	0.509	-0.482	0.063	0.187				
	0.941	0.874	0.872	0.011	0.017	0.804	0.382				
TP	0.192	-0.176	0.124	0.274	-0.214	0.093	0.112	0.534			
	0.368	0.410	0.563	0.195	0.314	0.713	0.602	0.007			
TC	0.107	-0.043	0.398	0.746	-0.446	-0.024	0.150	0.753	0.464		
	0.620	0.841	0.054	0.000	0.029	0.926	0.485	0.000	0.022		
TIC	0.228	-0.162	0.376	0.809	-0.444	-0.220	-0.048	0.717	0.470	0.967	
	0.285	0.448	0.071	0.000	0.030	0.379	0.826	0.000	0.020	0.000	
TOC	-0.459	0.457	0.117	-0.184	-0.048	0.717	0.767	0.193	0.010	0.199	-0.057
	0.024	0.025	0.585	0.390	0.823	0.001	0.000	0.366	0.962	0.351	0.791

Tablo 22. Su kalite göstergelerinin D02 (Ormanüstü) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.995 0.000										
pH	-0.254 0.231	0.287 0.175									
SC	-0.549 0.005	0.607 0.002	0.388 0.061								
Chl-a	0.235 0.268	-0.266 0.209	-0.413 0.045	-0.516 0.010							
T	0.032 0.900	-0.086 0.735	-0.705 0.001	-0.591 0.010	0.479 0.044						
AKM	-0.151 0.482	0.115 0.592	-0.303 0.150	-0.408 0.048	0.336 0.109	0.977 0.000					
TN	0.015 0.944	0.000 0.998	-0.366 0.079	0.270 0.203	0.069 0.749	0.145 0.566	0.225 0.291				
TP	0.143 0.504	-0.126 0.559	-0.164 0.443	0.098 0.650	-0.070 0.746	0.039 0.877	-0.002 0.992	0.537 0.007			
TC	-0.508 0.011	0.566 0.004	0.334 0.111	0.978 0.000	-0.502 0.012	-0.517 0.028	-0.363 0.082	0.345 0.099	0.143 0.505		
TIC	-0.380 0.067	0.447 0.029	0.522 0.009	0.943 0.000	-0.546 0.006	-0.684 0.002	-0.489 0.015	0.207 0.331	0.068 0.754	0.935 0.000	
TOC	-0.375 0.071	0.351 0.092	-0.500 0.013	0.125 0.559	0.103 0.632	0.430 0.075	0.345 0.099	0.388 0.061	0.206 0.335	0.207 0.331	-0.152 0.479

Tablo 23. Su kalite göstergelerinin D03 (Çatak) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.978 0.000										
pH	-0.013 0.952	0.093 0.665									
SC	-0.434 0.034	0.574 0.003	0.242 0.255								
Chl-a	0.296 0.160	-0.374 0.072	-0.170 0.428	-0.523 0.009							
T	-0.009 0.972	-0.066 0.795	-0.096 0.704	-0.439 0.069	0.447 0.063						
AKM	0.018 0.933	-0.076 0.723	-0.065 0.761	-0.377 0.070	0.469 0.021	0.990 0.000					
TN	-0.116 0.590	0.225 0.291	-0.221 0.299	0.490 0.015	-0.165 0.441	0.134 0.595	0.129 0.549				
TP	0.200 0.350	-0.161 0.453	0.173 0.418	-0.054 0.803	0.109 0.611	0.000 1.000	-0.048 0.823	0.289 0.171			
TC	-0.384 0.064	0.517 0.010	0.215 0.312	0.934 0.000	-0.400 0.053	-0.116 0.646	-0.098 0.649	0.563 0.004	-0.079 0.713		
TIC	-0.291 0.168	0.443 0.030	0.300 0.154	0.954 0.000	-0.437 0.033	-0.245 0.328	-0.198 0.354	0.521 0.009	-0.067 0.754	0.978 0.000	
TOC	-0.513 0.010	0.470 0.020	-0.314 0.136	0.182 0.393	0.050 0.816	0.498 0.035	0.409 0.047	0.347 0.096	-0.069 0.747	0.384 0.064	0.181 0.397

Tablo 24. Su kalite göstergelerinin D04 (Sümela) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.994 0.000										
pH	-0.117 0.587	0.159 0.459									
SC	-0.313 0.137	0.385 0.064	0.260 0.220								
Chl-a	0.480 0.018	-0.457 0.025	0.460 0.024	0.153 0.477							
T	0.216 0.389	-0.286 0.249	-0.477 0.046	-0.821 0.000	-0.093 0.713						
AKM	0.060 0.779	-0.106 0.621	-0.013 0.951	-0.682 0.000	-0.003 0.988	0.965 0.000					
TN	-0.099 0.644	0.112 0.603	-0.385 0.063	0.379 0.068	0.007 0.974	-0.087 0.732	-0.139 0.516				
TP	-0.283 0.181	0.314 0.135	0.417 0.043	0.627 0.001	0.220 0.301	-0.444 0.065	-0.262 0.217	0.184 0.388			
TC	-0.283 0.180	0.334 0.111	0.120 0.576	0.886 0.000	0.050 0.818	-0.820 0.000	-0.710 0.000	0.353 0.091	0.640 0.001		
TIC	-0.135 0.528	0.208 0.330	0.308 0.144	0.941 0.000	0.287 0.174	-0.761 0.000	-0.626 0.001	0.409 0.047	0.689 0.000	0.887 0.000	
TOC	-0.354 0.089	0.320 0.128	-0.356 0.088	0.049 0.821	-0.466 0.022	-0.273 0.273	-0.291 0.168	-0.040 0.852	0.025 0.907	0.406 0.049	-0.062 0.772

Tablo 25. Su kalite göstergelerinin D05 (Acısu) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.990										
	0.000										
pH	0.147	-0.060									
	0.492	0.782									
SC	-0.128	0.183	0.228								
	0.550	0.391	0.284								
Chl-a	0.011	-0.030	0.083	-0.376							
	0.959	0.889	0.698	0.070							
T	-0.303	0.290	-0.314	-0.239	0.828						
	0.221	0.243	0.205	0.340	0.000						
AKM	-0.333	0.325	-0.042	-0.190	0.851	0.987					
	0.112	0.122	0.845	0.375	0.000	0.000					
TN	-0.127	0.141	-0.220	0.372	0.101	0.431	0.285				
	0.554	0.511	0.302	0.073	0.640	0.074	0.177				
TP	-0.095	0.124	0.334	0.409	-0.109	-0.175	-0.073	0.313			
	0.658	0.564	0.111	0.047	0.612	0.486	0.733	0.136			
TC	0.028	0.024	0.154	0.927	-0.431	-0.279	-0.267	0.397	0.373		
	0.896	0.910	0.472	0.000	0.036	0.263	0.207	0.055	0.072		
TIC	0.210	-0.148	0.318	0.910	-0.378	-0.334	-0.303	0.327	0.441	0.944	
	0.326	0.490	0.130	0.000	0.069	0.176	0.150	0.118	0.031	0.000	
TOC	-0.556	0.521	-0.519	-0.086	-0.101	0.221	0.141	0.149	-0.247	0.022	-0.308
	0.005	0.009	0.009	0.691	0.638	0.379	0.511	0.487	0.245	0.919	0.144

Tablo 26. Su kalite göstergelerinin D06 (Altındere) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.993 0.000										
pH	0.093	-0.021									
	0.664	0.922									
SC	-0.291	0.359	0.290								
	0.168	0.085	0.169								
Chl-a	0.519	-0.470	0.640	0.047							
	0.009	0.020	0.001	0.828							
T	0.519	-0.511	0.528	-0.335	0.493						
	0.027	0.030	0.024	0.174	0.038						
AKM	0.139	-0.134	0.391	-0.461	0.323	0.846					
	0.516	0.534	0.059	0.023	0.124	0.000					
TN	-0.018	0.081	0.316	0.674	0.269	0.155	0.091				
	0.932	0.705	0.133	0.000	0.205	0.538	0.671				
TP	-0.212	0.263	0.427	0.620	0.275	-0.213	-0.230	0.382			
	0.319	0.215	0.038	0.001	0.193	0.396	0.279	0.066			
TC	-0.262	0.319	0.291	0.905	0.057	-0.156	-0.350	0.701	0.579		
	0.216	0.129	0.168	0.000	0.791	0.538	0.094	0.000	0.003		
TIC	-0.031	0.102	0.423	0.932	0.246	-0.136	-0.363	0.666	0.604	0.908	
	0.886	0.635	0.039	0.000	0.246	0.590	0.082	0.000	0.002	0.000	
TOC	-0.515	0.475	-0.352	-0.119	-0.465	-0.028	0.045	0.049	-0.119	0.157	-0.269
	0.010	0.019	0.092	0.581	0.022	0.913	0.833	0.821	0.580	0.464	0.203

Tablo 27. Su kalite göstergelerinin D07 (Maçka) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.985 0.000										
pH	-0.018 0.935	0.111 0.606									
SC	-0.309 0.142	0.401 0.052	0.331 0.114								
Chl-a	0.428 0.037	-0.406 0.049	0.280 0.184	-0.195 0.360							
T	0.203 0.418	-0.287 0.247	-0.287 0.248	-0.652 0.003	0.503 0.033						
AKM	0.099 0.645	-0.151 0.482	-0.133 0.534	-0.534 0.007	0.430 0.036	0.940 0.000					
TN	0.143 0.504	-0.032 0.884	0.118 0.583	0.639 0.001	0.012 0.954	-0.249 0.319	-0.146 0.496				
TP	-0.111 0.604	0.257 0.225	0.467 0.021	0.742 0.000	-0.082 0.703	-0.600 0.008	-0.450 0.027	0.748 0.000			
TC	-0.083 0.701	0.168 0.433	0.253 0.234	0.937 0.000	-0.064 0.768	-0.494 0.037	-0.442 0.030	0.729 0.000	0.690 0.000		
TIC	-0.049 0.821	0.143 0.506	0.339 0.105	0.938 0.000	-0.069 0.749	-0.543 0.020	-0.489 0.015	0.705 0.000	0.722 0.000	0.986 0.000	
TOC	-0.212 0.321	0.203 0.341	-0.324 0.123	0.408 0.048	0.003 0.989	0.032 0.900	0.050 0.816	0.435 0.034	0.139 0.516	0.516 0.010	0.365 0.080

Tablo 28. Su kalite göstergelerinin D08 (Esiroğlu) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	TKN	TN	TP	TC	TIC	TOC	KOİ
t	-0.870																
pH	0.000	0.174															
SC	0.100	0.417															
Chl-a	0.055	0.368	0.426														
T	0.800	0.077	0.038	-0.123													
AKM	-0.190	0.134	0.089	-0.123	0.537												
NH ₄ ⁺ -N	0.375	0.532	0.678	0.566	0.021												
NO ₂ ⁻ -N	-0.081	-0.183	-0.278	-0.641	0.576	0.980											
NO ₃ ⁻ -N	0.749	0.467	0.264	0.004	0.003	0.000	-0.059										
TKN	-0.092	-0.122	-0.138	-0.591	0.576	0.000	0.009										
TN	0.670	0.572	0.519	0.002	0.003	0.000	-0.013	-0.059									
TP	0.051	-0.263	-0.184	-0.271	-0.321	-0.013	-0.059										
TC	0.813	0.214	0.390	0.201	0.126	0.959	0.785										
TIC	-0.103	0.436	0.503	0.840	-0.175	-0.643	-0.573	0.009									
TOC	0.632	0.033	0.012	0.000	0.413	0.004	0.003	0.965									
KOİ	0.378	-0.180	0.123	0.568	-0.037	-0.167	-0.144	-0.063	0.349								
F ⁻	0.069	0.399	0.568	0.004	0.865	0.508	0.502	0.769	0.095								
	0.173	-0.091	-0.108	0.086	0.173	0.327	0.260	-0.025	-0.015	0.169							
	0.420	0.674	0.616	0.688	0.419	0.186	0.219	0.907	0.944	0.429							
	0.386	-0.181	0.066	0.526	0.038	-0.026	-0.022	-0.063	0.303	0.912	0.558						
	0.063	0.398	0.758	0.008	0.859	0.918	0.918	0.770	0.150	0.000	0.005						
	-0.299	0.297	0.069	0.259	-0.193	-0.220	-0.265	0.240	0.269	0.284	-0.020	0.234					
	0.155	0.159	0.750	0.222	0.366	0.381	0.211	0.258	0.204	0.179	0.928	0.271					
	0.258	0.137	0.422	0.907	-0.112	-0.419	-0.407	-0.177	0.733	0.632	0.218	0.632	0.171				
	0.223	0.525	0.040	0.000	0.603	0.084	0.048	0.409	0.000	0.001	0.307	0.001	0.426				
	0.317	0.069	0.523	0.898	-0.157	-0.473	-0.454	-0.163	0.762	0.627	0.093	0.576	0.145	0.968			
	0.131	0.749	0.009	0.000	0.463	0.048	0.026	0.447	0.000	0.001	0.666	0.003	0.500	0.000			
	-0.248	0.269	-0.411	0.012	0.180	0.289	0.195	-0.048	-0.134	0.000	0.474	0.195	0.100	0.100	-0.154		
	0.242	0.203	0.046	0.955	0.401	0.245	0.360	0.823	0.534	0.999	0.019	0.361	0.643	0.642	0.471		
	-0.203	0.089	-0.230	-0.414	0.376	0.755	0.655	-0.008	-0.446	-0.124	0.229	-0.016	-0.011	-0.319	-0.475	0.627	
	0.340	0.678	0.279	0.044	0.070	0.000	0.001	0.969	0.029	0.565	0.282	0.942	0.961	0.129	0.019	0.001	
	-0.386	0.637	0.500	0.520	0.008	-0.326	-0.239	-0.206	0.598	0.235	-0.068	0.182	0.372	0.299	0.326	-0.122	-0.095
	0.076	0.001	0.018	0.013	0.971	0.186	0.284	0.357	0.003	0.292	0.764	0.417	0.088	0.177	0.139	0.589	0.674

Tablo 29. Su kalite göstergelerinin D09 (Kuştu) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	TKN	TN	TP	TC	TIC	TOC	KOİ
t	-0.993																
	0.000																
pH	-0.302	0.299															
	0.152	0.155															
SC	-0.352	0.430	0.083														
	0.092	0.036	0.699														
Chl-a	0.215	-0.224	0.079	-0.272													
	0.313	0.293	0.713	0.199													
T	0.067	-0.107	-0.134	-0.444	0.343												
	0.791	0.673	0.595	0.065	0.163												
AKM	-0.057	0.025	-0.001	-0.384	0.394	0.989											
	0.790	0.907	0.995	0.064	0.057	0.000											
NH ₄ ⁺ -N	0.017	0.011	0.585	0.221	0.026	-0.460	-0.240										
	0.937	0.960	0.003	0.298	0.902	0.055	0.259										
NO ₂ ⁻ -N	0.204	-0.218	-0.662	-0.097	-0.317	0.468	0.202	-0.442									
	0.340	0.306	0.000	0.653	0.131	0.050	0.343	0.031									
NO ₃ ⁻ -N	0.163	-0.141	-0.203	0.321	0.086	0.453	0.322	-0.069	0.495								
	0.447	0.511	0.341	0.126	0.690	0.059	0.125	0.749	0.014								
TKN	0.127	-0.147	-0.127	-0.143	0.404	0.208	0.154	-0.294	0.167	0.194							
	0.555	0.493	0.553	0.506	0.050	0.408	0.472	0.163	0.435	0.364							
TN	0.200	-0.186	-0.237	0.256	0.188	0.398	0.263	-0.166	0.476	0.929	0.524						
	0.350	0.384	0.264	0.227	0.378	0.101	0.214	0.438	0.019	0.000	0.009						
TP	-0.105	0.158	0.158	0.474	0.087	-0.122	-0.048	0.358	-0.240	0.362	-0.109	0.283					
	0.626	0.460	0.462	0.019	0.686	0.631	0.823	0.086	0.258	0.082	0.611	0.181					
TC	-0.203	0.283	-0.046	0.957	-0.265	-0.386	-0.362	0.098	0.057	0.379	-0.114	0.309	0.382				
	0.341	0.180	0.831	0.000	0.211	0.114	0.082	0.648	0.792	0.068	0.595	0.141	0.066				
TIC	-0.113	0.195	0.093	0.945	-0.253	-0.532	-0.458	0.280	-0.147	0.261	-0.142	0.207	0.414	0.942			
	0.600	0.362	0.665	0.000	0.233	0.023	0.025	0.186	0.494	0.218	0.508	0.333	0.044	0.000			
TOC	-0.305	0.309	-0.374	0.139	-0.064	0.404	0.238	-0.487	0.585	0.374	0.063	0.323	-0.056	0.266	-0.072		
	0.147	0.142	0.071	0.517	0.767	0.096	0.264	0.016	0.003	0.072	0.769	0.123	0.795	0.208	0.737		
KOİ	0.034	-0.071	-0.004	-0.344	0.590	0.826	0.796	-0.201	0.201	0.454	0.290	0.458	0.030	-0.288	-0.437	0.405	
	0.875	0.743	0.986	0.100	0.002	0.000	0.000	0.346	0.346	0.026	0.169	0.024	0.889	0.173	0.033	0.050	
F ⁻	-0.560	0.582	0.508	0.240	-0.227	-0.219	0.004	0.335	-0.292	-0.351	-0.482	-0.496	0.069	0.131	0.149	0.000	-0.177
	0.007	0.005	0.016	0.281	0.310	0.383	0.985	0.128	0.187	0.109	0.023	0.019	0.760	0.560	0.507	0.998	0.431

Tablo 30. Su kalite göstergelerinin D10 (Galyan) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	TKN	TN	TP	TC	TIC	TOC	KOİ
t	-0.996																
pH	0.000	0.317															
SC	-0.325	0.121	0.389														
Chl-a	-0.275	0.193	0.125	0.061													
T	0.446	0.029	-0.445	0.210	0.072												
AKM	0.029	0.045	-0.035	-0.163	-0.265												
NH ₄ ⁺ -N	0.858	0.889	0.000	0.518	0.288												
NO ₂ ⁻ -N	-0.085	0.093	-0.330	-0.106	-0.239	0.992											
NO ₃ ⁻ -N	0.692	0.666	0.115	0.623	0.261	0.000											
TKN	-0.293	0.312	0.515	0.491	0.120	-0.032	0.138										
TN	0.164	0.137	0.010	0.015	0.576	0.900	0.521										
TP	0.274	-0.244	-0.648	0.108	-0.141	0.589	0.210	-0.105									
TC	0.195	0.250	0.001	0.617	0.511	0.010	0.325	0.624									
TIC	0.137	-0.096	-0.205	0.457	-0.016	0.471	0.417	0.060	0.273								
TOC	0.522	0.655	0.338	0.025	0.941	0.048	0.043	0.782	0.197								
KOİ	0.230	-0.225	-0.147	-0.146	0.350	-0.300	-0.347	-0.271	0.037	0.069							
F ⁻	0.280	0.291	0.493	0.495	0.094	0.226	0.097	0.199	0.865	0.749							
	0.240	-0.206	-0.268	0.309	0.100	0.344	0.234	-0.113	0.233	0.914	0.445						
	0.259	0.335	0.206	0.142	0.643	0.162	0.272	0.598	0.274	0.000	0.029						
	0.094	-0.065	0.336	0.496	0.399	0.145	0.170	0.427	-0.135	0.503	0.175	0.500					
	0.661	0.764	0.108	0.014	0.054	0.566	0.428	0.037	0.529	0.012	0.413	0.013					
	-0.162	0.209	0.271	0.948	0.143	0.051	0.082	0.487	0.204	0.514	-0.134	0.369	0.516				
	0.451	0.328	0.200	0.000	0.504	0.842	0.705	0.016	0.338	0.010	0.533	0.076	0.010				
	-0.080	0.122	0.422	0.949	0.249	-0.156	-0.105	0.519	0.088	0.392	-0.156	0.256	0.529	0.957			
	0.710	0.569	0.040	0.000	0.241	0.536	0.624	0.009	0.683	0.058	0.466	0.228	0.008	0.000			
	-0.297	0.317	-0.468	0.113	-0.345	0.701	0.630	-0.050	0.416	0.473	0.060	0.428	0.020	0.264	-0.027		
	0.159	0.131	0.021	0.599	0.099	0.001	0.001	0.815	0.043	0.020	0.782	0.037	0.925	0.212	0.902		
	-0.096	0.102	-0.301	-0.239	0.008	0.757	0.725	0.235	0.073	0.251	0.011	0.189	0.103	-0.089	-0.283	0.626	
	0.654	0.636	0.152	0.261	0.969	0.000	0.000	0.270	0.735	0.237	0.958	0.378	0.631	0.679	0.180	0.001	
	-0.732	0.751	0.519	0.513	-0.369	-0.333	-0.136	0.523	-0.110	-0.129	-0.306	-0.292	0.083	0.390	0.381	0.081	-0.130
	0.000	0.000	0.013	0.015	0.091	0.178	0.547	0.013	0.625	0.567	0.166	0.187	0.713	0.072	0.080	0.720	0.563

Tablo 31. Su kalite göstergelerinin D11 (Atasu) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	TKN	TN	TP	TC	TIC	TOC	KOİ
t	-0.978																
pH	0.000	-0.489															
SC	0.583	-0.587	0.257														
Chl-a	0.003	0.003	0.225	0.437													
T	0.328	-0.360	0.354	0.033	-0.192												
AKM	0.118	0.084	0.089	0.045	0.446	0.973											
NH ₄ ⁺ -N	-0.370	0.397	-0.069	-0.478	-0.173	0.000	0.015										
NO ₃ ⁻ -N	-0.474	0.482	-0.129	-0.456	0.420	0.000	0.015	0.015									
NO ₂ ⁻ -N	0.019	0.017	0.549	0.025	0.420	0.000	0.015	0.015	-0.083								
TKN	0.542	-0.529	0.630	0.468	0.610	0.069	0.015	0.015	-0.088	-0.019	-0.083						
TN	0.006	0.008	0.001	0.021	0.002	0.785	0.946	0.946	-0.029	-0.041	-0.344	0.279	-0.116	-0.088	-0.019	-0.083	
TP	-0.029	-0.041	-0.344	0.279	-0.116	-0.088	-0.019	-0.083	0.892	0.851	0.100	0.187	0.590	0.728	0.932	0.698	
TC	-0.105	0.030	-0.613	0.096	-0.442	-0.402	-0.096	-0.380	0.625	0.889	0.001	0.654	0.031	0.098	0.654	0.067	0.442
TIC	0.060	-0.112	-0.328	0.097	-0.164	-0.049	0.015	-0.071	0.781	0.602	0.117	0.651	0.444	0.847	0.945	0.741	0.031
TOC	0.781	0.602	0.117	0.651	0.444	0.847	0.945	0.741	0.060	-0.112	-0.328	0.097	-0.164	-0.049	0.015	-0.071	0.384
KOİ	-0.016	-0.066	-0.622	0.182	-0.363	-0.344	-0.100	-0.306	0.265	0.210	0.064	0.210	0.064	0.210	0.064	0.210	0.210
F ⁻	0.941	0.761	0.001	0.394	0.081	0.162	0.642	0.146	0.384	0.265	0.064	0.210	0.064	0.210	0.064	0.210	0.210
	-0.322	0.373	0.014	-0.023	0.143	0.193	0.276	0.170	0.038	-0.263	0.049	-0.167	0.049	-0.167	0.049	-0.167	0.049
	0.125	0.072	0.947	0.915	0.506	0.443	0.192	0.428	0.860	0.215	0.820	0.436	0.820	0.436	0.215	0.820	0.436
	0.499	-0.526	0.093	0.844	0.456	-0.696	-0.626	0.278	0.287	0.282	0.175	0.333	-0.056	0.175	0.333	-0.056	0.175
	0.013	0.008	0.667	0.000	0.025	0.001	0.001	0.188	0.174	0.182	0.414	0.112	0.796	0.174	0.182	0.414	0.112
	0.687	-0.693	0.354	0.875	0.612	-0.659	-0.624	0.501	0.126	-0.014	0.060	0.077	-0.018	0.060	0.077	-0.018	0.877
	0.000	0.000	0.090	0.000	0.001	0.003	0.001	0.013	0.559	0.949	0.781	0.720	0.935	0.013	0.559	0.949	0.000
	-0.547	0.515	-0.564	-0.331	-0.466	0.178	0.190	-0.549	0.238	0.518	0.176	0.418	-0.053	-0.059	-0.531	0.238	0.518
	0.006	0.010	0.004	0.114	0.022	0.481	0.375	0.005	0.262	0.010	0.412	0.042	0.806	0.010	0.262	0.010	0.010
	-0.297	0.282	-0.224	-0.217	-0.308	0.178	0.144	-0.202	0.194	0.087	0.213	0.205	0.283	-0.157	-0.302	0.356	0.356
	0.159	0.182	0.293	0.307	0.143	0.480	0.503	0.344	0.363	0.686	0.318	0.337	0.180	0.463	0.151	0.088	0.088
	0.019	0.011	0.454	-0.284	-0.061	0.519	0.230	0.363	-0.360	-0.417	-0.490	-0.656	-0.037	-0.421	-0.262	-0.207	-0.048
	0.934	0.960	0.034	0.201	0.787	0.027	0.304	0.097	0.100	0.054	0.021	0.001	0.870	0.051	0.238	0.356	0.834

Tablo 32. Su kalite göstergelerinin D12 (Çağlayan) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.918										
	0.000										
pH	-0.231	0.420									
	0.277	0.041									
SC	-0.029	0.240	0.339								
	0.892	0.259	0.105								
Chl-a	0.316	-0.354	0.144	0.149							
	0.133	0.090	0.502	0.487							
T	0.224	-0.388	-0.334	-0.242	0.500						
	0.372	0.112	0.176	0.334	0.035						
AKM	0.266	-0.454	-0.324	-0.382	0.310	0.901					
	0.209	0.026	0.123	0.066	0.141	0.000					
TN	0.500	-0.451	-0.182	0.424	0.194	0.375	0.224				
	0.013	0.027	0.395	0.039	0.363	0.125	0.292				
TP	0.197	-0.146	-0.031	0.333	0.308	0.219	0.291	0.261			
	0.357	0.497	0.887	0.112	0.143	0.382	0.167	0.218			
TC	0.270	-0.190	-0.025	0.796	0.350	0.174	0.062	0.718	0.376		
	0.202	0.374	0.907	0.000	0.093	0.490	0.773	0.000	0.070		
TIC	0.377	-0.251	0.158	0.800	0.359	0.011	-0.039	0.633	0.328	0.919	
	0.069	0.237	0.462	0.000	0.085	0.964	0.857	0.001	0.118	0.000	
TOC	-0.178	0.097	-0.414	0.219	0.078	0.391	0.234	0.383	0.212	0.461	0.074
	0.406	0.652	0.044	0.304	0.719	0.109	0.271	0.064	0.320	0.023	0.733

Tablo 33. Su kalite göstergelerinin D13 (Kendirli) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	TN	TP	TC	TIC
t	-0.990										
	0.000										
pH	-0.335	0.332									
	0.110	0.113									
SC	-0.231	0.293	0.299								
	0.277	0.164	0.157								
Chl-a	0.320	-0.343	0.212	-0.130							
	0.128	0.101	0.320	0.546							
T	0.322	-0.349	-0.081	-0.083	0.847						
	0.192	0.156	0.750	0.743	0.000						
AKM	0.213	-0.241	0.137	-0.084	0.830	0.994					
	0.319	0.256	0.523	0.697	0.000	0.000					
TN	0.562	-0.573	-0.527	-0.726	0.077	0.091	0.041				
	0.004	0.003	0.008	0.000	0.722	0.720	0.850				
TP	0.458	-0.406	0.070	-0.052	0.390	0.334	0.317	0.188			
	0.024	0.049	0.745	0.809	0.060	0.175	0.132	0.380			
TC	0.152	-0.141	0.305	0.673	0.271	0.349	0.351	-0.363	0.005		
	0.478	0.512	0.148	0.000	0.200	0.156	0.093	0.081	0.982		
TIC	0.340	-0.339	0.250	0.538	0.261	0.274	0.263	-0.253	0.101	0.771	
	0.104	0.105	0.240	0.007	0.217	0.272	0.214	0.232	0.637	0.000	
TOC	-0.024	0.006	-0.048	-0.220	0.129	0.163	0.217	0.181	-0.229	0.287	-0.075
	0.911	0.977	0.823	0.302	0.547	0.518	0.309	0.396	0.281	0.174	0.726

Tablo 34. Su kalite göstergelerinin D14 (Değirmendere) istasyonunda elde edilen değerleri için Pearson korelasyon matrisi

	ÇO	t	pH	SC	Chl-a	T	AKM	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	TKN	TN	TP	TC	TIC	TOC	KOİ
t	-0.969 0.000																
pH	-0.226 0.289	0.254 0.230															
SC	-0.089 0.679	0.136 0.526	0.224 0.292														
Chl-a	0.234 0.271	-0.309 0.142	0.311 0.140	0.017 0.938													
T	0.153 0.543	-0.311 0.209	-0.139 0.581	0.072 0.778	0.653 0.003												
AKM	0.185 0.388	-0.334 0.110	0.135 0.530	-0.197 0.357	0.733 0.000	0.887 0.000											
NH ₄ ⁺ -N	-0.302 0.151	0.313 0.136	0.062 0.775	0.555 0.005	-0.215 0.313	0.001 0.997	-0.311 0.140										
NO ₂ ⁻ -N	-0.205 0.337	0.251 0.237	0.247 0.244	0.807 0.000	0.037 0.862	0.047 0.852	-0.249 0.240	0.741 0.000									
NO ₃ ⁻ -N	0.373 0.073	-0.364 0.081	-0.350 0.094	0.351 0.093	0.250 0.239	0.302 0.223	0.198 0.355	0.014 0.949	0.258 0.223								
TKN	0.289 0.170	-0.272 0.199	-0.040 0.854	0.259 0.221	-0.044 0.837	0.071 0.779	-0.122 0.571	0.639 0.001	0.322 0.125	0.119 0.579							
TN	0.434 0.034	-0.420 0.041	-0.321 0.126	0.412 0.045	0.204 0.338	0.299 0.229	0.127 0.554	0.255 0.229	0.356 0.088	0.929 0.000	0.479 0.018						
TP	-0.051 0.813	0.029 0.892	-0.234 0.272	0.214 0.316	-0.009 0.967	0.315 0.203	-0.008 0.969	0.395 0.056	0.317 0.131	0.388 0.061	0.378 0.068	0.486 0.016					
TC	0.284 0.179	-0.292 0.167	0.219 0.305	0.732 0.000	0.430 0.036	0.564 0.015	0.361 0.083	0.309 0.142	0.589 0.002	0.506 0.012	0.382 0.066	0.593 0.002	0.258 0.223				
TIC	0.308 0.144	-0.352 0.092	0.305 0.147	0.661 0.000	0.398 0.054	0.560 0.016	0.425 0.039	0.208 0.329	0.452 0.026	0.303 0.150	0.320 0.127	0.390 0.060	0.108 0.615	0.940 0.000			
TOC	-0.065 0.762	0.170 0.428	-0.244 0.251	0.224 0.293	0.096 0.656	-0.005 0.984	-0.178 0.404	0.294 0.164	0.406 0.049	0.595 0.002	0.181 0.398	0.596 0.002	0.439 0.032	0.197 0.355	-0.150 0.485		
KOİ	-0.051 0.813	0.124 0.563	-0.063 0.771	0.083 0.701	0.328 0.118	-0.026 0.919	-0.052 0.809	0.155 0.469	0.334 0.110	0.487 0.016	0.117 0.586	0.476 0.019	0.249 0.240	0.122 0.569	-0.176 0.411	0.853 0.000	
F ⁻	-0.470 0.027	0.493 0.020	0.596 0.003	0.344 0.117	0.080 0.723	-0.212 0.399	0.020 0.930	0.250 0.261	0.458 0.032	0.025 0.910	-0.238 0.285	-0.060 0.791	-0.099 0.662	0.133 0.555	0.070 0.757	0.177 0.431	0.182 0.417

4. İRDELEME

4.1. Arazi ve Laboratuvar Çalışmalarından Elde Edilen Bulguların İrdelenmesi

Bu bölümde, Değirmendere Havzası yerüstü su kalitesinin mevsimlere göre değişimi üzerinde durularak havzadaki insan kökenli faaliyetlerin bu kaliteye olan etkileri irdelenmektedir. Yerüstü Su Kalite Yönetmeliği (YSKY)'ne göre su kalite sınıflandırması (*: yüksek kaliteli su, **: az kirlenmiş su, ***: kirli su ve ****: çok kirlenmiş su) yapılarak, gerek ulusal (İTASHY, 2005; TS 266, 2005) gerekse uluslararası (EU, 1998; WHO, 2004; US EPA 2012) standart ve yönetmeliklere göre havzadaki akarsuların özellikle de Atasu Baraj Gölü'nü besleyen Kuştu (D09) ve Galyan (D10) derelerinin içme suyu olarak kullanılabilirliği de değerlendirilmektedir. Ayrıca Kuştu ve Galyan dereleri ile Atasu Baraj Gölü su kalitesi, YSKY (2015) "Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri" tablosunda, TP, TN ve Chl-a değerleri için trofik seviyeler (O: Oligotrofik, M: Mezotrofik, Ö: Ötrofik ve H: Hipertrofik) sınır değerlere göre belirlenmektedir.

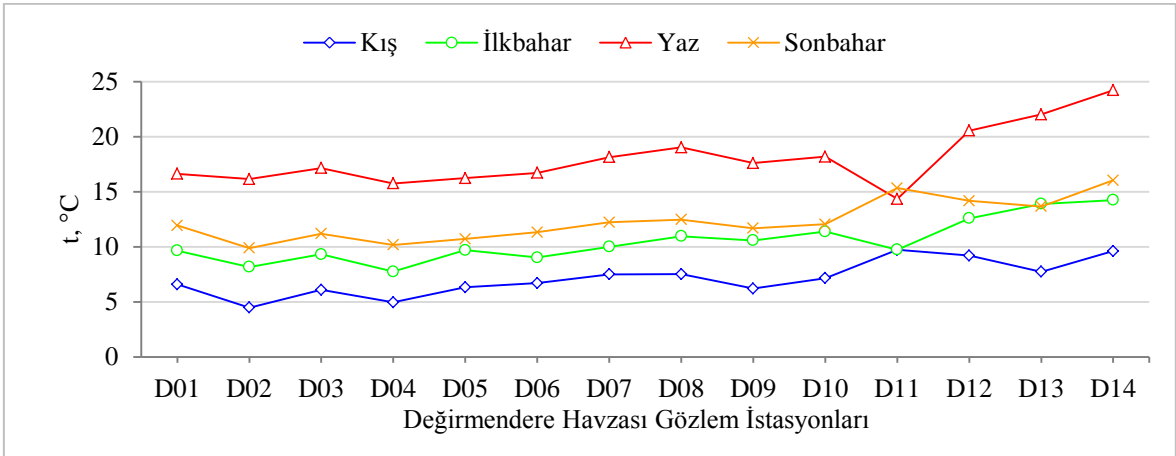
4.1.1. Su Sıcaklığının Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

Yerüstü suların sıcaklıkları doğal olarak hava sıcaklıklarının etkisiyle iklimlere göre belirlendiği için en düşük t değerleri, 600 m kotu ile istasyonlar arasında en üst kesimde bulunan D02 istasyonunda kış mevsiminde ölçülmüş olup, ortalama 4.48°C iken deniz seviyesine inildikçe 3 m kotundaki D14 istasyonunda 9.60°C değerine ulaşmıştır. Kış mevsiminde en yüksek ortalama, Atasu Baraj Gölü'nün mansabında kalan D11 istasyonunda 9.72°C olarak hesap edilmiştir (Şekil 31). En düşük t değerleriyle, 26.12.2014 tarihinde gerçekleştirilen 24. çalışmada karşılaşılmıştır. En yüksek t değerleri ise yaz mevsiminde ölçülmüş olup, yan kollar arasında en düşük 15.75°C olarak D04 istasyonunda iken, havza genelinde 14.34°C olarak D11 istasyonunda belirlenmiş ve akarsu boyunca artarak D14 istasyonunda 24.21°C'ye kadar yükselmiştir.

Normal su kotunda 35.75 hm³ hacmindeki Atasu Baraj Gölü'nün su sıcaklığı, hava sıcaklıklarına göre daha yavaş artmakta ve aynı şekilde azalmaktadır. Bu yüzden havzaya

göre daha tedrici değişen bir eğilim göstermektedir. Bu istasyonda en yüksek sıcaklık değeri 17.28°C olarak sonbahar mevsiminde 19. çalışmada ölçülmüştür.

Çalışmanın membadan mansaba doğru yürütüldüğü Değirmendere Havzası'nda gerek yükseltinin giderek azalmasından gerekse gün içerisinde ölçümler arasındaki zaman farkından dolayı hava sıcaklığının artması ile t değerleri de membadan mansaba doğru artmıştır (Şekil 31).



Şekil 31. Değirmendere Havzası akarsularında su sıcaklığının mevsimlere göre değişimi

Değirmendere Havzası yerüstü su sıcaklıklarının mevsimlere göre değişimi, hava sıcaklıklarında olduğu gibi Kış<İlkbahar<Sonbahar<Yaz şeklinde gerçekleşmiştir. Atasu Baraj Gölü'nün etkisiyle, dip savak çıkışının mansabında seçilen D11 istasyonunda bu doğal eğilimin ortadan kalktığı anlaşılmıştır. Kendirli Deresi'nin debisinin az olmasından dolayı hava sıcaklıklarının değişiminden daha hızlı etkilendiği düşünülmektedir.

YSKY (2015)'ye göre bir değerlendirme yapıldığında, Değirmendere Havzası'nın I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 25°C'lik değerinin altında sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Bulut vd. (2010), Nisan 2004 ile Mart 2005 tarihleri arasında Galyan Havzası'nda yürütülen çalışmada yıllık ortalama sıcaklıkları Kuştu (D09), Galyan (D10) ve Atasu (D11) istasyonlarında sırasıyla 11.0, 10.8 ve 11.2°C olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), Mart 2010 ile Şubat 2011 tarihleri arasında Değirmendere ve Galyan havzalarında yürütülen çalışmada yıllık ortalama sıcaklıkları Esiroğlu (D08) ve Atasu (D11) istasyonlarında sırasıyla 13.2 ve 13.4°C olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama sıcaklıkların D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 12.5, 11.5, 12.2 ve 12.3 °C

olduğu dikkate alınırsa geçen on yıllık süre içerisinde akarsu sıcaklıklarında dikkate değer bir farklılığın olmadığı anlaşılmaktadır.

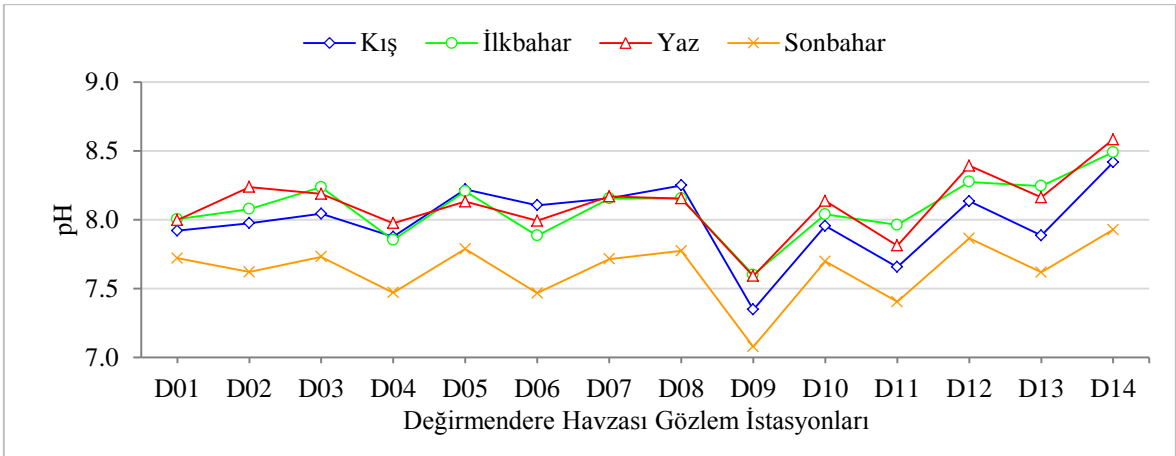
4.1.2. pH'nın Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük pH değerleri mekansal olarak D09, en yüksek değerler ise D14 istasyonunda belirlenmiştir.

Değirmendere anakolu boyunca nispeten düşük pH'ya sahip yan kolların katılımları ile pH değerleri azalsa da genellikle mabdan mansaba doğru artmaktadır.

En düşük pH değerleri, tüm istasyonlarda sonbahar mevsiminde gerçekleşmiş olup, Atasu Baraj Gölü'nü besleyen Kuştul Deresi'nde seçilen D09 istasyonunda ortalama 7.08 olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek pH değerleri D01, D02, D04, D07, D10, D12 ve D14 istasyonlarında yaz mevsiminde; D03, D09, D11 ve D13 istasyonlarında ilkbahar mevsiminde; D05, D06 ve D08 istasyonlarında kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 32).



Şekil 32. Değirmendere Havzası akarsularında pH'nın mevsimlere göre değişimi

YSKY (2015)'ye göre pH bakımından bir değerlendirme yapıldığında, D14 istasyonun 8.58'lik yaz mevsimi ortalaması hariç Değirmendere Havzası'nın I. sınıf su kalitesi için önerilen 6.5–8.5'lik pH aralığının içinde kaldığı görülmektedir. Tablo 35'te her bir istasyon için mevsimlere göre bir sınıflandırma yapılmaktadır.

Tablo 35. pH bakımından mevsimlere göre sınıflandırma

İstasyonlar	Mevsimler			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
D01	*	*	*	*
D02	*	*	*	*
D03	*	*	*	*
D04	*	*	*	*
D05	*	*	*	*
D06	*	*	*	*
D07	*	*	*	*
D08	*	*	*	*
D09	*	*	*	*
D10	*	*	*	*
D11	*	*	*	*
D12	*	*	*	*
D13	*	*	*	*
D14	*	*	***	*

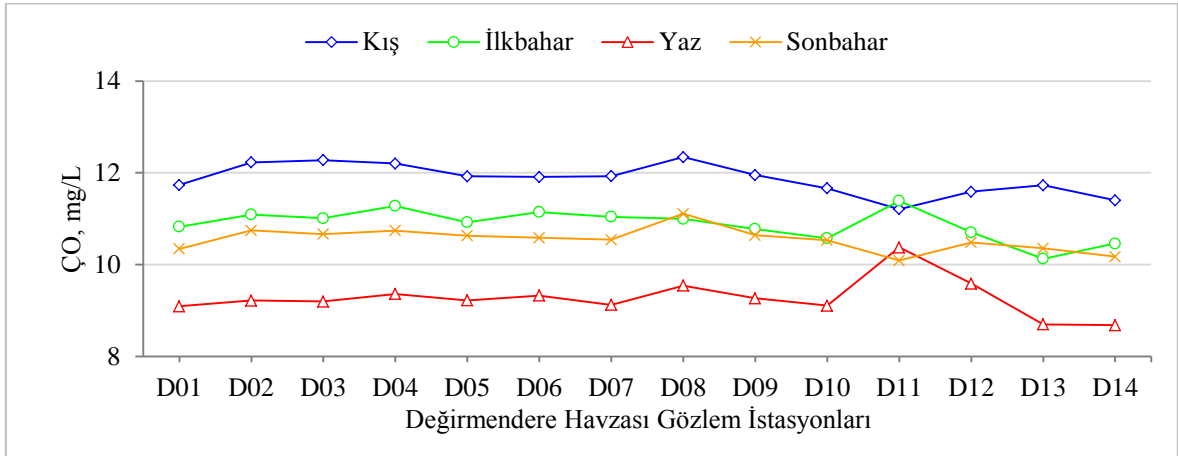
Değirmendere Havzası akarsularının İTASHY (2005), TS 266 Sınıf 2 ve Tip 2 ve EU (1998)'de önerilen 6.5–9.5 pH aralığını sağladığı anlaşılmıştır. Ancak US EPA (2012) tarafından önerilen 6.5–8.5 pH aralığınının sadece D14 istasyonunda yaz mevsiminde sağlanmadığı belirlenmiştir. WHO (2004) tarafından pH için önerilen bir değer mevcut değildir.

Bulut vd. (2010), yıllık ortalama pH değerlerini D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 7.9, 7.8 ve 7.8 olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), yıllık ortalama pH değerlerini D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 8.23 ve 7.98 olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama pH değerlerinin D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 8.08, 7.40, 7.96 ve 7.71 olduğu dikkate alınırsa geçen on yıllık süre içerisinde akarsuların pH değerlerinin çok az oranlarda azaldığı anlaşılmaktadır. Galyan Havzası akarsuları ile Değirmendere'nin pH bakımından içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilirliğinin uygun olduğu tespit edilmiştir.

4.1.3. Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

Suda yaşayan canlıların oksijen kaynağı, su içerisinde çözünmüş halde bulunan oksijendir. Değirmendere Havzası'nda en düşük ÇO konsantrasyonları, sıcaklıkların

yükseldiği yaz mevsiminde ölçülmüş olup, D01 istasyonunda 9.09 mg/L iken, 9.22 mg/L konsantrasyona sahip Maçka Deresi (D02)'nin Çatak mevkiinde anakola katılmasıyla D03 istasyonunda 9.20 mg/L değerine ulaşmaktadır. Altındere Havzası'nın Sümela Deresi'nde (D04) 9.36 mg/L olan ÇO konsantrasyonu Acısu Deresi'nde (D05) 9.22 mg/L olup bu iki derenin birleşiminin ardından Altındere anakolda 9.36 mg/L konsantrasyonuna sahip olmaktadır. Değirmendere anakolu ve Maçka ilçe merkezinden geçen Altındere evsel atıksu deşarjlarının etkisi ile ÇO konsantrasyonu az da olsa azalarak 9.12 mg/L değerine düşmüştür. Maçka ilçesinden Esiroğlu mevkiine gelene kadar havalanma etkisiyle Değirmendere'nin ÇO konsantrasyonu artarak 9.54 mg/L değerine ulaşmıştır. Yaz mevsiminde en yüksek ÇO konsantrasyonu 10.37 mg/L olarak, sıcaklık ortalaması en düşük olan Atasu Baraj Gölü çıkışında seçilen Atasu (D11) istasyonunda belirlenmiştir (Şekil 33).



Şekil 33. Değirmendere Havzası akarsularında ÇO konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

D11 istasyonunda ÇO konsantrasyonu, Değirmendere Havzası akarsularındaki eğilimin aksine; en yüksek konsantrasyon 11.39 mg/L olarak ilkbahar ve en düşük 10.09 mg/L olarak sonbahar mevsiminde belirlenmiştir.

Yaz mevsiminden sonra hava sıcaklıklarının azalması ile ÇO konsantrasyonları artmaya başlamış, en düşük sıcaklıkların görüldüğü kış mevsiminde en yüksek konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Anakol boyunca, ÇO konsantrasyonu yüksek yan kolların katılımıyla nispeten artsa da genel olarak mabdan mansaba doğru azalmakta olduğu görülmüştür.

D01 istasyonunun memba kısmında yoğunlaşan nehir tipi HES'lerden dolayı, suyun az da olsa bekleme süresi ve su sıcaklığının artmasından dolayı ÇO konsantrasyonları azalmaktadır.

YSKY (2015)'ye göre I. sınıf su kalitesi için önerilen 8 mg/L'lik sınır değerinin altındaki konsantrasyon değeri sadece çeşitli atıksu deşarjlarının etkisindeki Değirmendere'de D14 istasyonunda, 12. çalışmada 7.96 mg/L olarak ölçülmüştür.

YSKY (2015)'ye göre bir değerlendirme yapıldığında, Değirmendere Havzası'nın I. sınıf su kalitesi için önerilen 8 mg/L'lik alt sınır değerinin üzerinde bir ÇO konsantrasyonuna sahip olduğu görülmektedir (Şekil 33).

ÇO konsantrasyonu ve t su kalite göstergeleri arasında -0.870 ile -0.996 aralığında değişen negatif fakat güçlü bir korelasyon bulunmaktadır. Bunun sebebi sıcaklığın azalması ile oksijen çözünürlüğünün artmasıdır. ÇO ve t su kalite göstergeleri arasındaki bu yüksek korelasyon daha önceki çalışmalarda da gözlemlenmiştir (Bulut vd., 2010; Köklü, 2010; Bayram vd., 2015).

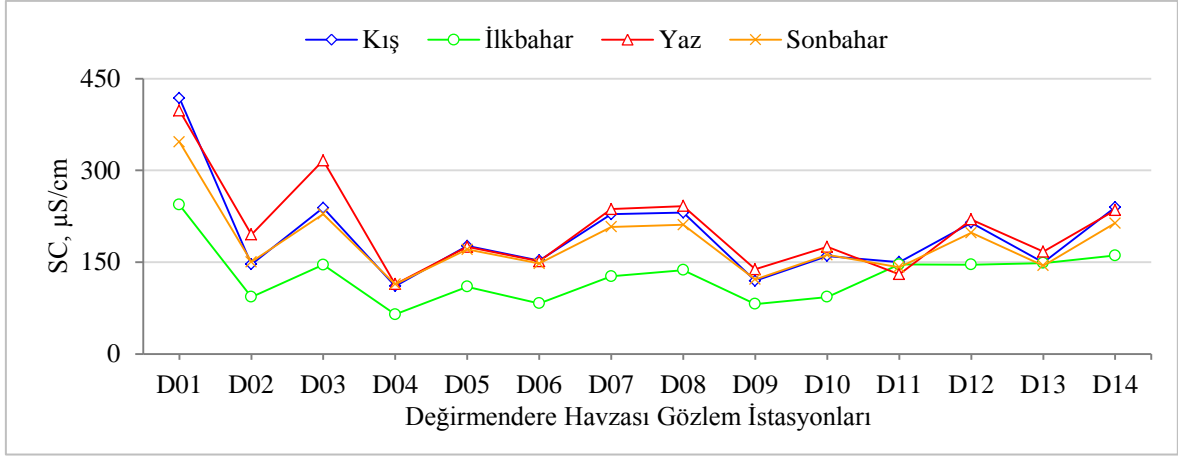
Bulut vd. (2010), yıllık ortalama ÇO konsantrasyonlarını D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 10.4, 10.2 ve 10.1 mg/L olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), yıllık ortalama ÇO konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 10.33 ve 9.97 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama konsantrasyonların D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 11.00, 10.66, 14.47 ve 10.77 mg/L olduğu dikkate alınırsa geçen on yıllık süre içerisinde akarsuların ÇO konsantrasyonlarında dikkate değer bir farklılığın olmadığı anlaşılmaktadır.

4.1.4. İletkenliğin Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En yüksek spesifik iletkenlik (SC) değerleri, kimi istasyonda yaz, kimi istasyonda kış mevsiminde gerçekleşmiş olup, Değirmendere Havzası akarsularında en yüksek SC D01 istasyonunda üçüncü çalışmada 520 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür.

En düşük SC, debilerin artmasından dolayı ilkbahar mevsiminde 65–244 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (D01–D04) arasında değişmektedir (Şekil 34).

YSKY (2015)'ye göre bir değerlendirme yapıldığında, Değirmendere Havzası'ndaki SC değerlerinin (D01 istasyonun kış mevsimi hariç) genel olarak I. sınıf su kalitesi için önerilen 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'lik iletkenlik değerinin de altında olduğu görülmektedir (Şekil 34). Tablo 36'da her bir istasyon için mevsimlere göre bir sınıflandırma yapılmaktadır.



Şekil 34. Değirmendere Havzası akarsularında iletkenliğin mevsimlere göre değişimi

Değirmendere Havzası akarsuları iletkenlik bakımından gerek İTASHY’de gerekse TS 266’da Sınıf 2 ve Tip 2 için müsaade edilen 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ’lik değerin oldukça altında değerlere sahip olup içme ve kullanma suyu olarak uygun oldukları belirlenmiştir.

Tablo 36. SC bakımından mevsimlere göre sınıflandırma

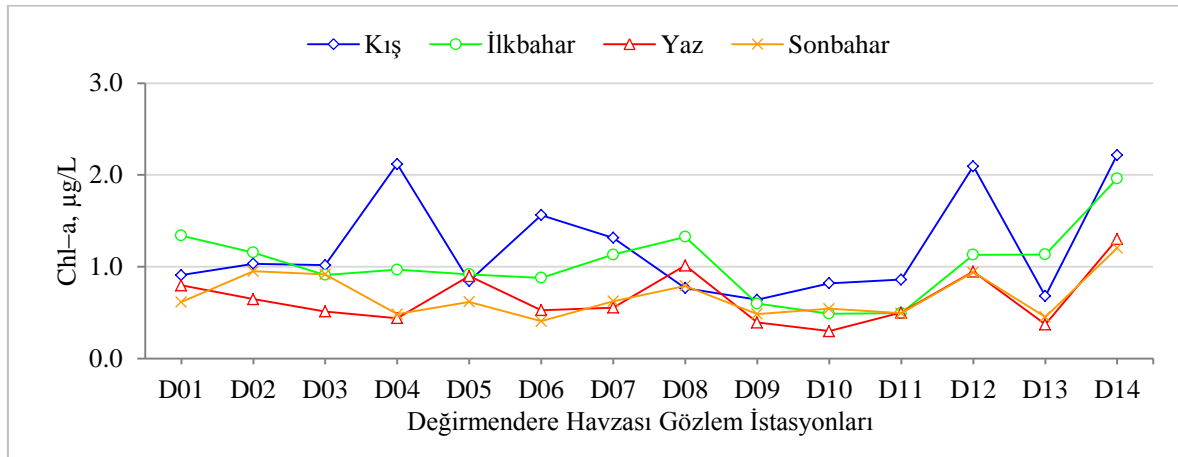
İstasyonlar	Mevsimler			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
D01	**	*	*	*
D02	*	*	*	*
D03	*	*	*	*
D04	*	*	*	*
D05	*	*	*	*
D06	*	*	*	*
D07	*	*	*	*
D08	*	*	*	*
D09	*	*	*	*
D10	*	*	*	*
D11	*	*	*	*
D12	*	*	*	*
D13	*	*	*	*
D14	*	*	*	*

Bulut vd. (2010), yıllık ortalama iletkenlikleri D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 131, 171 ve 156 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), yıllık ortalama iletkenlikleri D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 218 ve 202 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama iletkenlik değerlerinin D08, D09, D10 ve D11

istasyonlarında sırasıyla 205, 115, 148 ve 142 $\mu\text{S/cm}$ olduğu dikkate alınrsa geçen on yıllık süre içerisinde akarsuların iletkenlik değerlerinde dikkate değer bir farklılığın olmadığı anlaşılmaktadır.

4.1.5. Klorofil-a Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

Chl-a konsantrasyonları için genel bir eğilim belirlemek oldukça zor olsa da; en düşük Chl-a konsantrasyonu 0.30 $\mu\text{g/L}$ olarak D10 istasyonunda yaz mevsiminde, en yüksek konsantrasyonlar ise 2.12 ve 2.22 $\mu\text{g/L}$ olarak sırasıyla D04 ve D14 istasyonlarında kış mevsiminde ölçülmüştür. Anakol boyunca mabadan mansaba doğru düşük konsantrasyonlu yan kolların katılımı ile Chl-a konsantrasyonu azalsa da özellikle D08 istasyonundan sonra artış göstermiştir (Şekil 35).



Şekil 35. Değirmendere Havzası akarsularında klorofil-a konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

YSKY (2015) “Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri” tablosunda Chl-a için bir değerlendirme ölçütü olmadığından için su kalite sınıflandırması yapmak mümkün olamamıştır. Ancak “Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri” tablosunda, Oligotrofik seviye için belirlenen 3.5 $\mu\text{g Chl-a/L}$ sınır değer dikkate alındığında, Atasü Baraj Gölü mansabındaki D11 istasyonunda ve bu gölü besleyen Kuşul ve Galyan derelerinde ölçülen değerlerin bu sınıra yaklaşmadığı anlaşılmaktadır (Tablo 37).

Tablo 37. Chl-a konsantrasyonu bakımından Atasu Baraj Gölü'nün sınıflandırılması

İstasyonlar	Mevsimler			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
D09	O	O	O	O
D10	O	O	O	O
D11	O	O	O	O

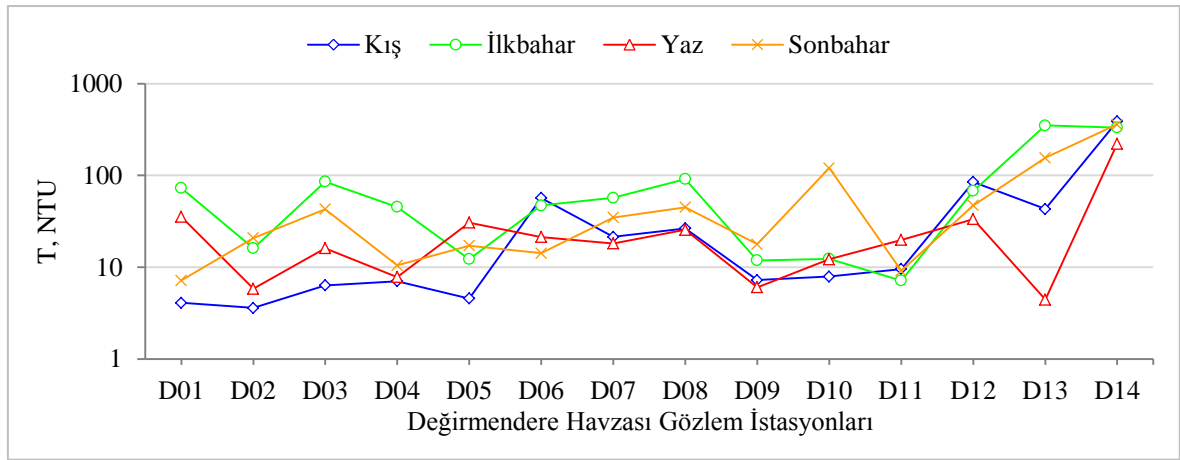
4.1.6. Bulanıklığın Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük bulanıklık değerleri sonbahar ve kış mevsimlerinde, buna karşın en yüksek değerler de ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ölçülmüştür (Şekil 36). En düşük bulanıklık, ortalama 3.6 NTU olarak D02 istasyonunda kış mevsiminde belirlenmiştir.

Taşkın dönemlerinde akarsuların debilerinin ve akış hızlarının yükselmesi, malzeme sürüklenme ve taşıma kapasitelerinin artmasına neden olmaktadır. İlkbahar mevsiminin sonunda 10. çalışmada D01, D03, D07 ve D08 istasyonlarında sırasıyla 329.4, 321.3, 135.4 ve 244.4 NTU, yaz mevsiminin başlangıcı olan 11. çalışmada 123.1 NTU olarak D05 istasyonunda en yüksek doğal bulanıklık değerleri ölçülmüştür. Bulanıklık doğal olmayan etkenlerden doğrudan etkilendiği için havzada genel bir eğilim belirlemek oldukça güçtür. D13 istasyonda beşinci çalışmada Kendirli yan kolu ile hemen hemen paralel seyreden köy yollarını genişletme çalışmaları sırasında dereye dökülen hafriyattan dolayı bulanıklık 1,719.8 NTU olarak çalışma boyunca havzada ölçülen en yüksek değerle karşımıza çıkmaktadır. D12 (Çağlayan) istasyonundan D14 istasyonuna doğru yerleşimlerin yoğunlaşması, sanayi tesisleri (fabrikalar, beton santralleri, kömür depoları, kırma, yıkama ve eleme tesisleri, sanayi siteleri, araç yıkama ve akaryakıt istasyonları) ve artan insan kaynaklı faaliyetler sonucu bulanıklar değerlerinde %3,774.0'ı (2. çalışma) bulan artışlar belirlenmiştir. Ancak dördüncü çalışmada D12 istasyonunun bulunduğu mevkide akarsu yatağındaki çalışmalardan dolayı kısa süreli artan bulanıklık, akarsu yatak eğiminin azalmasıyla çökerek D14 istasyonuna doğru %42.4 ve 10.08.2014 tarihinde gerçekleştirilen 15. çalışmanın (çalışma boyunca D14 istasyonunda en düşük bulanıklık 16.49 NTU olarak ölçülmüştür), 12. Cumhurbaşkanlığı seçimine rastlaması sebebiyle sanayi tesisleri çalışmadığından ve insan kaynaklı faaliyetler asgariye indiğinden ötürü %35.5 oranında azalmıştır.

Akarsu yatak eğiminin azaldığı ve kesit genişliğinin arttığı yerlerde akım hızlarının düşmesi ile birlikte akarsu malzeme taşıma ve sürüklenme kapasitesini yitirmekte ve

bulanıklık azalmaktadır. Ayrıca akarsu yatak genişletme ve kıyı koruma yapıları yapımı (D02–D03 ve D07–D08 arasında), HES ve regülatör yapımı (D04, D05–D06) ve köprü yapım çalışmaları (D01–D03 ve D12–D14 arasında) ile taş ocakları (D02–D03) ve yerleşimlerin yoğunlaşması gibi etkenlerin bulanıklık değerlerini ciddi oranlarda arttırdığı belirlenmiştir. Atasu Baraj Gölü’nde akım hızlarının çok fazla düşmesinden dolayı askıda katı maddeler çökelmekte ve bulanıklık hemen her mevsim düşük ve birbirine yakın değerlerdedir.



Şekil 36. Değirmendere Havzası akarsularında bulanıklığın mevsimlere göre değişimi

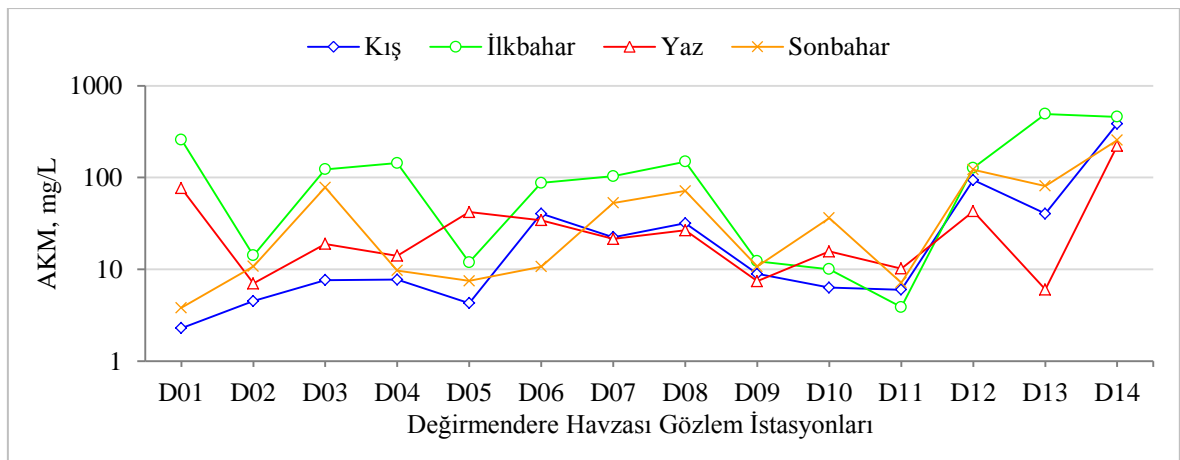
YSKY (2015)’ye göre bulanıklık bakımından bir sınıflandırma yapmak mümkün değildir. TS 266’da Sınıf 2 ve Tip 2 için müsaade edilen 5 NTU’luk bulanıklık değeri dikkate alındığında, Değirmendere Havzası yerüstü sularının oldukça yüksek bulanıklık değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Bulut vd. (2010), D09, D10 ve D11 istasyonlarında yıllık ortalama bulanıklık değerlerini 3.90 NTU olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), yıllık ortalama iletkenlikleri D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 71.80 ve 157.50 NTU olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama değerler ise D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 47.08, 10.74, 38.26 ve 11.42 NTU dikkate alınırca bulanıklık değerinin Bayram (2014) tarafından yapılan çalışma döneminde Atasu Barajı inşasından dolayı arttığı, Atasu Barajı ve tersip bentlerinin yapımlarından sonra ise azaldığı görülmektedir.

4.1.7. Askıda Katı Madde Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük AKM konsantrasyonları genel olarak kış mevsiminde, buna karşın en yüksek değerler de ilkbahar ve yaz mevsimlerinde gerçekleşmiştir (Şekil 37). En düşük AKM konsantrasyonu 12.01.2015 tarihinde yapılan ilk çalışmada D02 istasyonunda 0.30 mg/L olarak belirlenmiştir.

D01 istasyonundan önce bulunan nehir tipi HES'lerden dolayı askıda bulunan katı maddeler çökmekte ve konsantrasyon oldukça düşmektedir. Ayrıca Acısu Deresi'nde seçilen D05 istasyonunun memba kısmında bulunan nehir tipi HES'ler aynı şekilde AKM konsantrasyonlarını etkilemişlerdir. Altındere akarsuyunda seçilen D06 istasyonu, zaman zaman HES regülatörü yapımından etkilenmiş ve memba kısmında bulunan istasyonlara (D04 ve D05) nazaran AKM konsantrasyonda %22,606.7'i bir artış gözlemlenmiştir (1. çalışma). Kuşul Deresi'nde seçilen D09 istasyonunun memba kısmında bulunan tersip bentlerinden dolayı AKM konsantrasyonu azalmış ve yıl boyunca birbirine yakın konsantrasyonlar belirlenmiştir. D09 ve D10 istasyonları dikkate alındığında, Atası Baraj Gölü'nde AKM çökmesinden dolayı D11 istasyonu, AKM konsantrasyonlarında genel olarak bir azalma görülmekte ve bu azalma miktarı sırasıyla %93.7 ve %97.7'yi bulmaktadır. Kendirli Deresi'nde yol genişletme çalışmalarından dolayı akarsu yatağına dökülen hafriyattan dolayı bulanıklıkta olduğu gibi en yüksek AKM konsantrasyonu beşinci çalışmada 2,225.40 mg/L olarak belirlenmiştir.



Şekil 37. Değirmendere Havzası akarsularında AKM konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Anakol boyunca, AKM konsantrasyonu düşük yan kollarin katılımıyla konsantrasyonda bir azalma görülse de genel olarak AKM konsantrasyonu mambadan mansaba doğru özellikle D08 istasyonundan sonra artmaktadır (Satılmış ve Bayram 2015b).

Değirmendere akarsuyunun denize döküldüğü yerin yaklaşık 750 m batısında bulunan balıkçı barınakları ve Trabzon Limanı, Değirmendere Havzası'ndan Karadeniz'e taşınan AKM'lerin zamanla birikmesinden dolayı taban kotu yükselmekte ve dolmaktadır (Akar, 2009). Bu da özellikle Trabzon Limanı'na gelen yüklü gemilerin giriş ve çıkışlarını olumsuz etkilemektedir.

YSKY (2015)'de "Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" tablosunda AKM'ye değinilmediğinden, elde edilen konsantrasyon değerlerine göre bir sınıflandırma yapılamamıştır.

AKM konsantrasyonları, havza genelinde bulanıklık değerleri ile benzer bir davranış sergilediği görülmektedir. AKM konsantrasyonu ve T su kalite göstergeleri arasında 0.846 ile 0.994 aralığında değişen pozitif ve güçlü bir korelasyon bulunmaktadır. Bunun sebebi AKM artışı ile birlikte T de artmaktadır. AKM ve T arasındaki bu yüksek korelasyon daha önceki çalışmalarda da gözlemlenmiştir (Köklü, 2010; Bayram vd., 2014; Kenanoğlu ve Bayram, 2015).

Bayram (2014), yıllık ortalama AKM konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 38.28 ve 86.4 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama AKM konsantrasyonlarının D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 69.63 ve 6.80 mg/L olduğu dikkate alınırsa geçen dört yıllık süre içerisinde AKM konsantrasyonun Değirmendere'de insani faaliyetlerin artması sonucu yükseldiği, Galyan akarsuyunda ise Atasu Barajı'nın yapımı ile AKM'lerin baraj gölünde çökmesi neticesinde azaldığı düşünülmektedir.

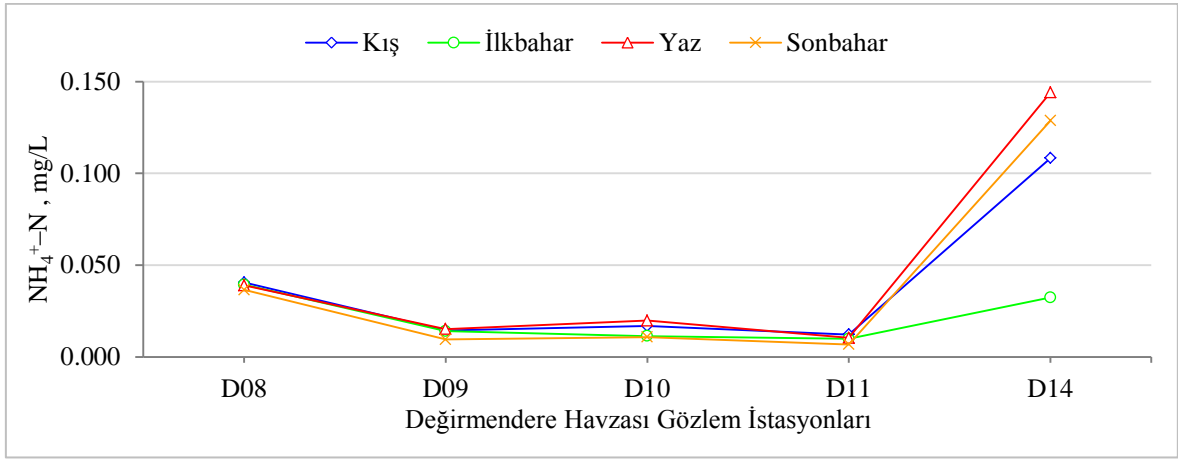
4.1.8. Amonyum Azotu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük $\text{NH}_4^+\text{-N}$ konsantrasyonları D14 istasyonunda ilkbahar mevsiminde görülürken diğer istasyonlarda sonbahar mevsiminde belirlenmiştir.

En yüksek ortalama $\text{NH}_4^+\text{-N}$ konsantrasyonu değerleri yaz mevsiminde sırasıyla 0.144, 0.020, 0.015 ve 0.012 mg/L olarak D14, D10, D09 ve D11 istasyonlarında ve kış mevsiminde 0.041 mg/L olarak D08 istasyonunda belirlenmiştir. Atasu Baraj Gölü içme suyu amacıyla kullanıldığı için Galyan Havzası'nda bulunan mahallelerde kanalizasyon

sistemleri ile toplanan atıksular fosseptik çukurlarda toplanarak evsel atıkların rezervuarı kirletmesinin önüne geçilmeye çalışılmaktadır (Şekil 38).

D08 istasyonundan D14 istasyonuna doğru yoğunlaşan yerleşim, akarsuya arılmadan deşarj edilen atıksular ve insan kaynaklı diğerkirleticilerden (kömür depoları, akaryakıt ve yıkama tesisleri, beton santralleri ve birçok sanayi tesisi) ötürü NH_4^+-N konsantrasyonda %2,600 oranına (17. çalışma) varan çok ciddi artışlar ortaya çıkmıştır.



Şekil 38. Değirmendere Havzası akarsularında NH_4^+-N konsantrasyonunun mevsimlere göre değışimi

YSKY (2015) dikkate alınarak bir değıerlendirme yapıldığında, Değirmendere Havzası'nın NH_4^+-N konsantrasyonu bakımından I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 0.200 mg/L'lik değıerin oldukça altında bir konsantrasyona sahip olduğı anlaşılmaktadır (Şekil 38).

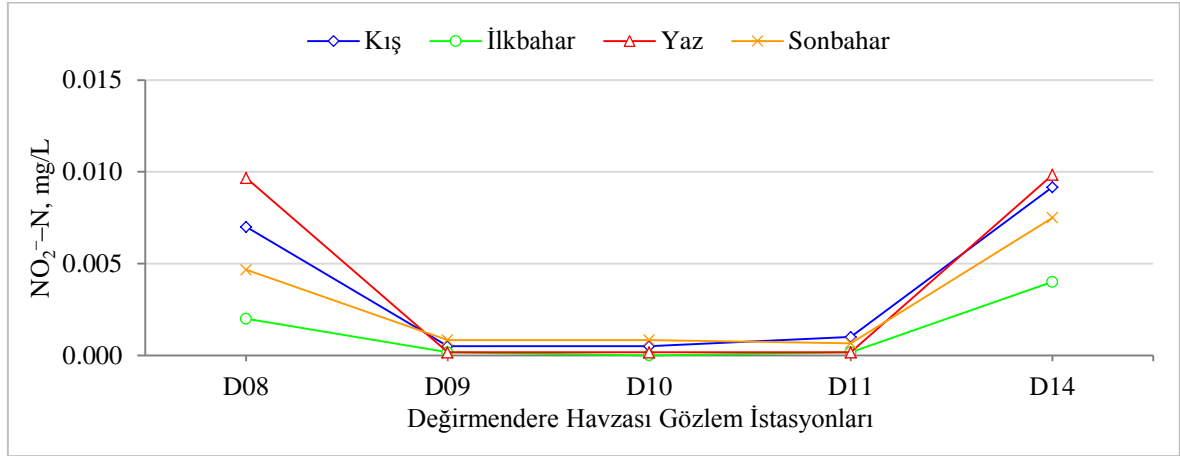
Gerek İTASHY'de gerekse TS 266'da Sınıf 2 ve Tip 2 için müsaade edilen 0.500 mg/L'lik NH_4^+ konsantrasyonu, EU (1998) tarafından aynı değışken için önerilen değıer ile birebir örtüşmekte ve 0.388 mg/L NH_4^+-N 'ye karşılık gelmektedir. Dolayısıyla, Değirmendere Havzası akarsuları hem ulusal hem de uluslararası sınır değıerleri, tüm istasyonlarda ve mevsimlerde sağlamaktadır.

Bulut vd. (2010), yıllık ortalama NH_4^+-N konsantrasyonlarını D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.034, 0.033 ve 0.034 mg/L olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), yıllık ortalama NH_4^+-N konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.086 ve 0.106 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama konsantrasyonların D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.039, 0.013, 0.015 ve

0.010 mg/L olduğu dikkate alınırsa geçen on yıllık süre içerisinde akarsuların NH_4^+-N konsantrasyonlarının DSİ tarafından havzada yapılan atıksu toplama hattı ile fosseptik çukurlar yardımıyla toplanarak akarsulara deşarj edilen atıksuların minimum düzeye indirilmesinden dolayı oldukça azaldığı düşünülmektedir.

4.1.9. Nitrit Azotu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En yüksek NO_2^--N konsantrasyonu değerleri, azalan debi ve atıksu deşarjlarının etkisi ile ortalama 0.010 mg/L olarak yaz mevsiminde D08 ve D14 istasyonlarında belirlenmiştir (Şekil 39). En düşük NO_2^--N konsantrasyonu değerleri D09, D10 ve D11 istasyonlarının seçildiği Galyan Havzası'nda ortalama 0.001 mg/L olarak kış ve sonbahar mevsimlerinde tespit edilmiştir.



Şekil 39. Değirmendere Havzası akarsularında NO_2^--N konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Değirmendere anakolu boyunca hemen hemen her mevsim mansap bölgesine doğru NO_2^--N konsantrasyonunda artış belirlenmiştir. Galyan alt Havzası'nda D09, D10 ve D11 istasyonlarında oldukça düşük konsantrasyonlarda her mevsim benzer davranış görülmektedir.

YSKY (2015)'ye göre bir değerlendirme yapıldığında, D08 ve D14 istasyonları yaz mevsimi ortalama NO_2^--N konsantrasyonları I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 0.010 mg/L'lik değere yakın olsalar da genel olarak Değirmendere Havzası'nın bu sınır değerinin altında bir NO_2^--N konsantrasyonuna sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Gerek İTASHY’de gerekse TS 266’da Sınıf 2 Tip 2 için müsaade edilen 0.50 mg/L’lik NO_2^- konsantrasyonu değeri, 0.15 mg/L NO_2^- -N’e karşılık gelmekte ve EU (1998) tarafından aynı değişken için önerilen değer ile örtüşmektedir. US EPA (2012) tarafından müsaade edilen 1 mg/L’lik NO_2^- -N konsantrasyonu değeri ile WHO (2004) tarafından müsaade edilen 3 mg/L’lik NO_2^- konsantrasyonu değerinin de 0.91 mg/L NO_2^- -N’e karşılık geldiği dikkate alındığında, hem ulusal hem de uluslararası sınır değerler için, Değirmendere Havzası akarsularının içme ve kullanma açısından uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Bulut vd. (2010), yıllık ortalama NO_2^- -N konsantrasyonlarını D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.006, 0.006 ve 0.005 mg/L olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), yıllık ortalama NO_2^- -N konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.005 ve 0.001 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama konsantrasyonların D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.006, 0.001, 0.001 ve 0.001 mg/L olduğu dikkate alınır ise geçen on yıllık süre içerisinde NO_2^- -N konsantrasyonlarının Galyan Havzası’nda azaldığı, Değirmendere’de ise dikkate değer bir farklılığın olmadığı anlaşılmaktadır.

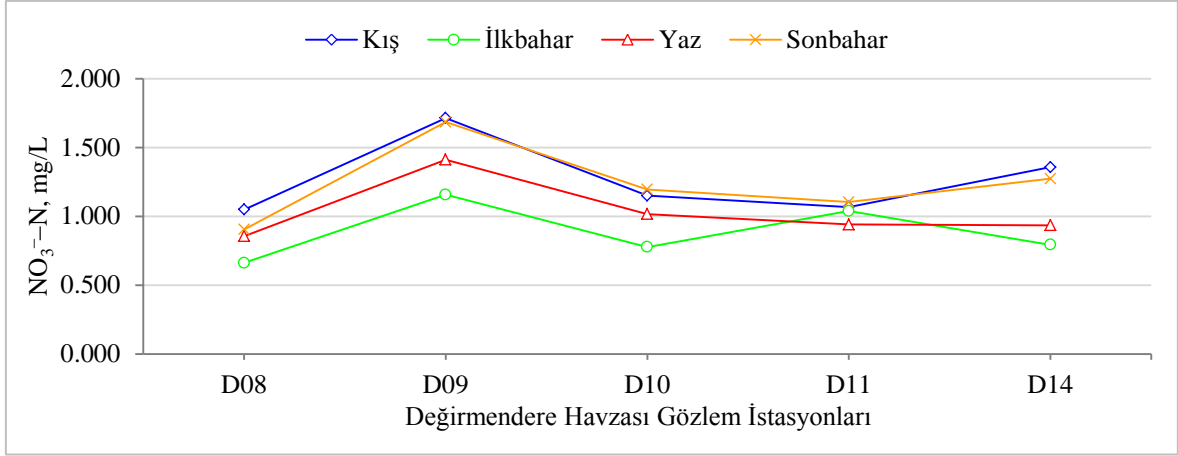
4.1.10. Nitrat Azotu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük NO_3^- -N konsantrasyonu, ortalama 0.942 mg/L değeri ile yaz mevsiminde D11 istasyonunda belirlenmesine rağmen diğer istasyonlarda ilkbahar mevsiminde elde edilmiştir.

En yüksek NO_3^- -N konsantrasyonları; 1.049, 1.713 ve 1.357 mg/L olarak sırasıyla D08, D09 ve D14 istasyonlarında kış, 1.195 ve 1.104 mg/L olarak D10 ve D11 istasyonlarında sonbahar mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 40).

NO_3^- -N konsantrasyonları Değirmendere anakolu boyunca her mevsim mabadan mansaba doğru bir artış göstermektedir. Galyan Havzası akarsularında NO_3^- -N konsantrasyonu, tarım faaliyetlerinde kullanılan doğal ve yapay gübrelerden dolayı sonbahar ve kış mevsimlerinde artmaktadır. Akarsu debilerinin arttığı dönemlerde ise NO_3^- -N konsantrasyonunda bir düşüş görülmüştür.

YSKY (2015)’ye göre bir değerlendirme yapıldığında, Değirmendere Havzası akarsularının NO_3^- -N konsantrasyonu bakımından I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 5 mg/L’lik değer oldukça altında bir konsantrasyona sahip olduğu görülmektedir.



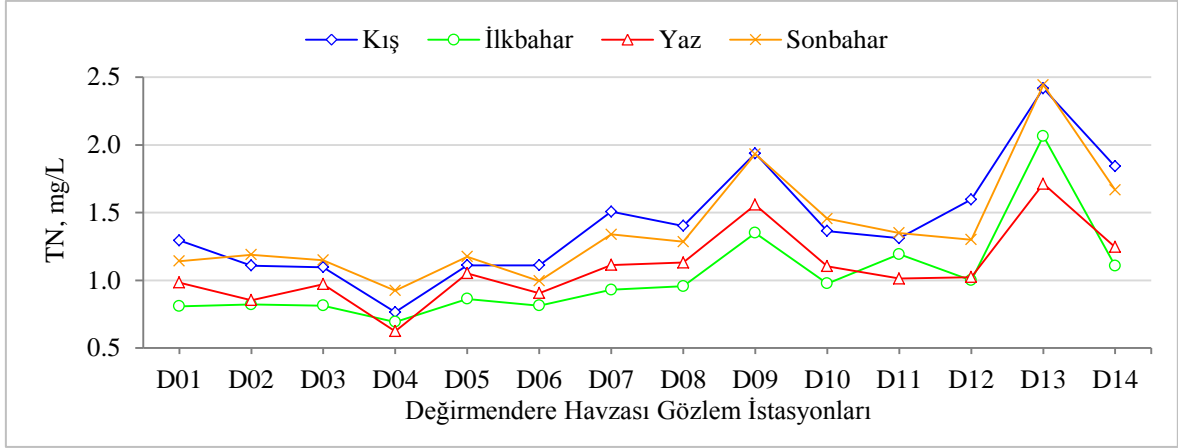
Şekil 40. Değirmendere Havzası akarsularında NO_3^- -N konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Gerek İTASHY’de gerekse TS 266’da Sınıf 2 ve Tip 2 için müsaade edilen 50 mg/L’lik NO_3^- konsantrasyonu değeri hem EU (1998) hem de WHO (2004) tarafından önerilen değerler ile birebir örtüşmekte ve 11.3 mg/L NO_3^- -N’e karşılık gelmektedir. Dolayısıyla, Değirmendere Havzası akarsularının hem ulusal hem de uluslararası sınır değerleri sağlamaktadır.

Bulut vd. (2010), yıllık ortalama NO_3^- -N konsantrasyonlarını D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 1.400, 1.200 ve 1.200 mg/L olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), yıllık ortalama NO_3^- -N konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.817 ve 1.190 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama konsantrasyonların D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.868, 1.492, 1.034 ve 1.037 mg/L olduğu dikkate alınır ise geçen on yıllık süre içerisinde NO_3^- -N konsantrasyonlarının D10 ve D11 istasyonlarında nispeten azaldığı, diğer istasyonlarda ise dikkate değer bir farklılığın olmadığı anlaşılmaktadır.

4.1.11. Toplam Azot Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük TN konsantrasyonu değerleri, debilerin artması ile çoğunlukla ilkbahar fakat birkaç istasyonda da yaz mevsiminde görülmüştür. Havzadaki en düşük TN konsantrasyonu 0.624 mg/L olarak yaz mevsiminde D04 istasyonunda belirlenmiştir (Şekil 41).



Şekil 41. Değirmendere Havzası akarsularında TN konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

En yüksek TN konsantrasyonları sonbahar ve kış mevsimlerinde gerçekleşmiştir. Havzadaki en yüksek TN konsantrasyonu 2.443 mg/L olarak sonbahar mevsiminde D13 istasyonunda belirlenmiştir.

Farklı TN konsantrasyonlarına sahip yan kolların anakola katılımı ile mambadan mansaba doğru konsantrasyon artmaktadır. Yıl boyunca en yüksek konsantrasyonlar sırasıyla D13 ve D09 istasyonlarında belirlenmiştir. TN konsantrasyonlarının özellikle bu istasyonlarda fazla çıkmasının nedeninin tarım faaliyetlerinde kullanılan azot içerikli doğal ve yapay gübreler olduğu düşünülmektedir. Atasu Barajı'nın dip savak çıkışında seçilen D11 istasyonunda, TN konsantrasyonu 1.013–1.350 mg/L (yaz–sonbahar) arasında değişmektedir. Atasu Baraj Gölü'nü besleyen Kuştul (D09) ve Galyan (D10) derelerinin ortalama TN değerleri dikkate alındığında, ilkbahar mevsimi hariç diğer mevsimlerde barajın TN konsantrasyonu bakımından su kalitesini iyileştirdiği belirlenmiştir.

YSKY (2015) “Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri” tablosunda TN için bir değerlendirme ölçütü olmadığından, su kalite sınıflandırması yapmak mümkün olamasa da “Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri” tablosu dikkate alındığında, Atasu Barajı Gölü için mevsimlere göre bir sınıflandırma Tablo 38’de yapılmaktadır.

Bayram (2014), yıllık ortalama TN konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 1.334 ve 1.787 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama konsantrasyonların D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 1.194 ve 1.217 mg/L olduğu dikkate alınırsa geçen dört yıllık süre içerisinde TN konsantrasyonlarının azaldığı görülmektedir.

Tablo 38. TN konsantrasyonu bakımından Atasu Baraj Gölü'nün sınıflandırılması

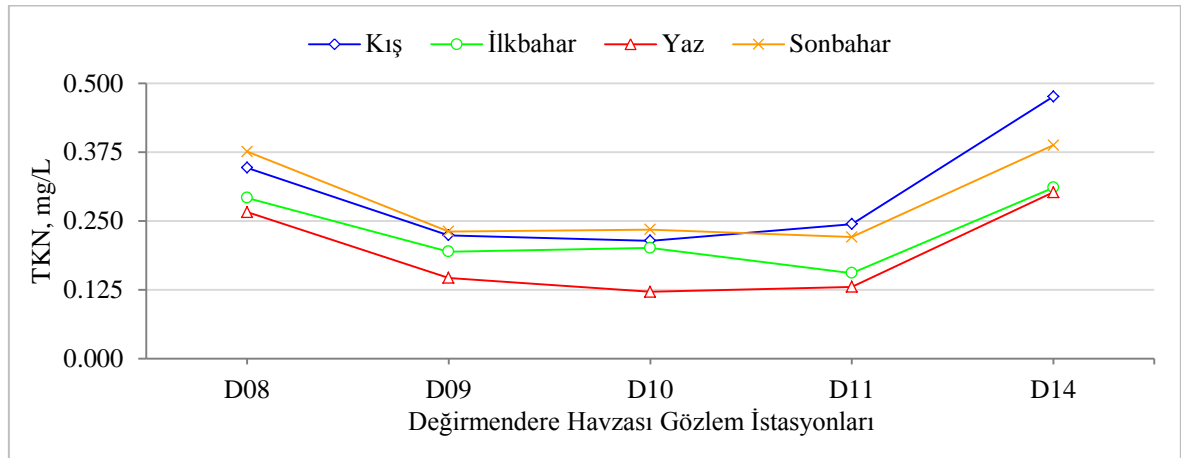
İstasyonlar	Mevsimler			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
D09	H	H	H	H
D10	H	Ö	Ö	H
D11	H	Ö	Ö	H

4.1.12. Toplam Kjeldahl Azotu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük TKN konsantrasyonu ortalama 0.121 mg/L olarak D10 istasyonunda yaz mevsiminde elde edilirken, en yüksek konsantrasyonlar ise sonbahar ve kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 42). D08, D09 ve D10 istasyonlarında en düşük TKN konsantrasyonu yaz, en yüksek konsantrasyon ise sonbahar mevsiminde gerçekleşmiştir. Atasu Barajı'nın çıkışında bulunan D11 ve Değirmendere'nin Karadeniz'e döküldüğü yerin hemen mansabında bulunan D14 istasyonlarında en düşük TKN konsantrasyonu yaz, en yüksek konsantrasyon ise kış mevsiminde belirlenmiştir.

Anakol boyunca TKN konsantrasyonları her mevsim mansaptan membaa doğru yükselmiş ve %37'i (kış mevsiminde) bulan oranlarda artış göstermiştir.

YSKY (2015)'ye göre bir değerlendirme yapıldığında, Değirmendere Havzası akarsularının her mevsim tüm istasyonlarda I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 0.500 mg/L'lik değerinin altında bir TKN konsantrasyonuna sahip olduğu anlaşılmıştır.

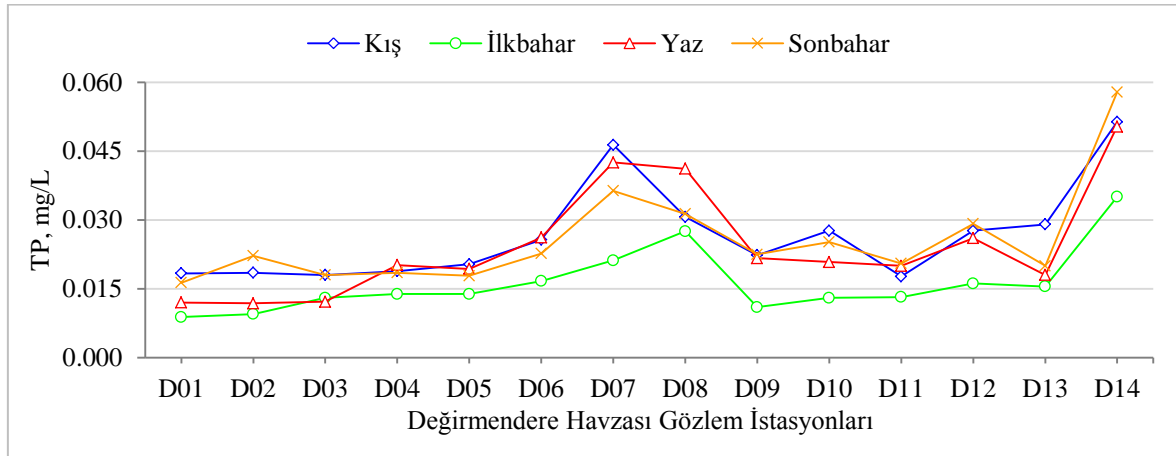


Şekil 42. Değirmendere Havzası akarsularında TKN konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Bulut vd. (2010), yıllık ortalama TKN konsantrasyonlarını D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.180, 0.190 ve 0.210 mg/L olarak belirlemiştir. Bayram (2014), yıllık ortalama NO_3^- -N konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.512 ve 0.597 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama konsantrasyonların D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.320, 0.199, 0.193 ve 0.188 mg/L olduğu dikkate alınırsa TKN konsantrasyonlarının Bayram (2014) tarafından yapılan çalışmada arttığı görülmüştür.

4.1.13. Toplam Fosfat Fosforu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

Değirmendere Havzası'nda, Altındere (D04 ve D05) ve Maçka Deresi (D02) ile Değirmendere anakolunun Maçka ilçesinin membaındaki (D01 ve D03) istasyonlarda TP konsantrasyonu değişimleri çalışma boyunca hemen hemen benzer özellikler göstermektedir. TP konsantrasyonu D06 istasyonunda her mevsim artış göstermektedir (Şekil 43).



Şekil 43. Değirmendere Havzası akarsularında TP konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

En düşük TP konsantrasyonu D03 hariç debilerin arttığı ilkbahar mevsiminde buna karşın en yüksek konsantrasyon sonbahar ve kış mevsimlerinde belirlenmiştir.

Anakol boyunca Maçka ilçesinin evsel atıksularını alan Değirmendere'de TP konsantrasyonları D07 istasyonunda artmış ve düşük TP konsantrasyonlu Galyan yan

kolunun katılımı ve akarsuyun kendi kendini temizleyebilme özelliğinden dolayı bir miktar azalmış ancak D12 ile D14 istasyonları arasındaki fosfor içerikli deşarjlardan dolayı D14 istasyonunda en yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil 43).

YSKY (2015) dikkate alınarak bir değerlendirme yapıldığında, Değirmendere Havzası akarsularının D07, D08 ve D14 istasyonları hariç TP bakımından I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 0.030 mg/L'lik değer altında bir konsantrasyona sahip olduğu belirlenmiştir.

YSKY (2015)'de "Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri" tablosunda verilen sınır değerler dikkate alındığında, Atasu Baraj Gölü için TP konsantrasyonu bakımından mevsimlere göre bir değerlendirme Tablo 39'da yapılmaktadır.

Tablo 39. TP konsantrasyonu bakımından Atasu Baraj Gölü'nün sınıflandırılması

İstasyonlar	Mevsimler			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
D09	M	M	M	M
D10	M	M	M	M
D11	M	M	M	M

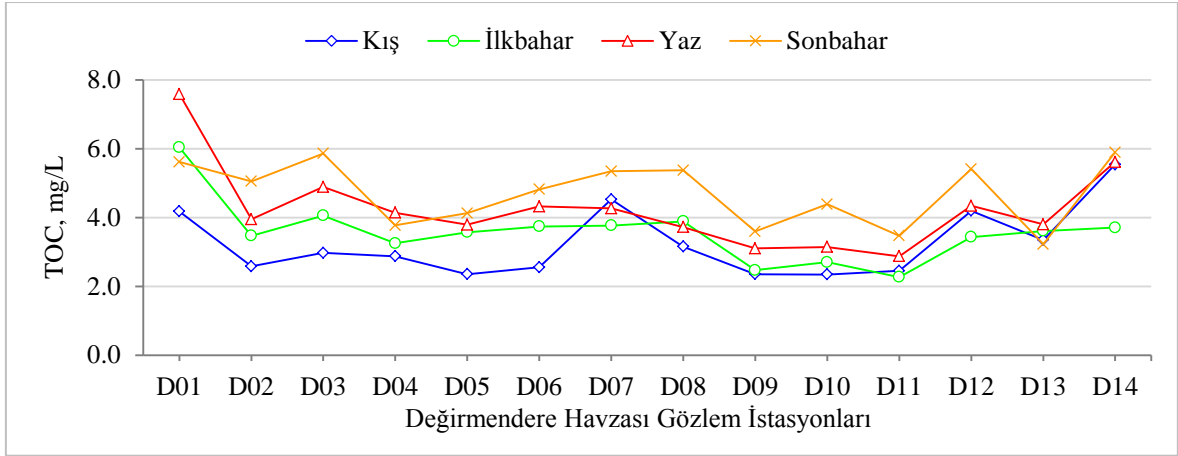
Gerek ulusal gerekse uluslararası yönetmeliklerde TP için bir değerlendirme yapılmamaktadır. Elde edilen TP konsantrasyonu değerlerinin, YSKY'de I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 0.030 mg/L'lik değeri Maçka ilçesi evsel atıksuların arıtılmadan Değirmendere'ye deşarj edilmesinden dolayı anakol boyunca mansaba doğru artarak aştığı görülmüştür. Altındere'deki fosfor konsantrasyonlarındaki artışın bu bölgede yoğunlaşan balık çiftliklerinden, diğer yan kollarda büyük ölçüde tarım faaliyetlerinde fosforlu gübrelerin kullanımından, anakolda ise atıksu deşarjlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bulut vd. (2010), yıllık ortalama $o\text{-PO}_4^{3-}\text{-P}$ konsantrasyonlarını D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.190, 0.190 ve 0.210 mg/L olarak belirlemişlerdir. Bayram (2014), yıllık ortalama $o\text{-PO}_4^{3-}\text{-P}$ konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.100 ve 0.101 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama TP konsantrasyonlarının D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 0.033, 0.019, 0.022 ve 0.018 mg/L olduğu dikkate alınır ise Galyan Havzası'ndaki evsel atıksuların büyük

ölçüde toplanarak akarsulara ya da baraj gölüne deşarjlarının önlenmesi sonucu fosfor konsantrasyonlarının azaldığı düşünölmektedir.

4.1.14 Toplam Organik Karbon Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük TOC konsantrasyonu birçok istasyonda kış, birkaç istasyonda ilkbahar ve D13 istasyonunda ise sonbahar mevsiminde karşılaşılrken, en yüksek konsantrasyonlar çoğunlukla yaz ve sonbahar mevsimlerinde gerçekteşmiştir (Şekil 44).



Şekil 44. Değirmendere Havzası akarsularında TOC konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Mekana bağlı olarak en yüksek TOC konsantrasyonları D01 istasyonunda belirlenmiş, düşük TOC konsantrasyonlu yan kolların anakola katılımı ile D08 istasyonuna doğru azalmış ve atıksu deşarjlarının ve diğer kirletici etkilerden dolayı Değirmendere'nin mansabına doğru konsantrasyon tekrar artmıştır.

En yüksek TOC konsantrasyonu Galyan Havzası'nda ortalama 4.39 mg/L olarak D10 istasyonunda sonbahar, en düşük konsantrasyon ortalama 2.27 mg/L olarak D11 istasyonunda ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. Atasu Baraj Gölü'nde hidrolük bekleme sürelerine bağlı olarak kış hariç diğer mevsimlerde su kalitesinin iyileştii görölmektedir.

YSKY (2015) "Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" tablosunda TOC için bir değerlendirme ölçütü yer almamaktadır. Ancak SKKY (2004) dikkate alınarak bir değerlendirme yapılmış olsa, Değirmendere Havzası akarsularının

sonbahar mevsimi hariç I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 5 mg/L'lik değerin altında bir konsantrasyona sahip olduğu görülmüş olacaktı (Şekil 44). Her bir istasyon için SKKY (2004)' ye göre mevsimlere göre bir sınıflandırma Tablo 40'ta yapılmaktadır. Gerek ulusal gerekse uluslararası yönetmeliklerde TOC için bir değerlendirme yapılmamaktadır.

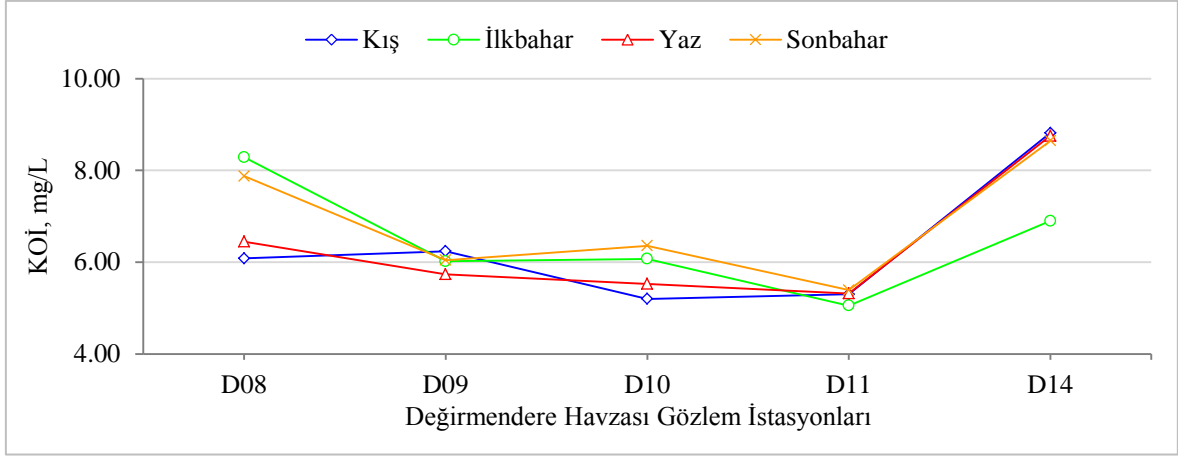
Tablo 40. TOC konsantrasyonu bakımından mevsimlere göre sınıflandırma

İstasyonlar	Mevsimler			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
D01	*	**	**	**
D02	*	*	*	**
D03	*	*	*	**
D04	*	*	*	*
D05	*	*	*	*
D06	*	*	*	*
D07	*	*	*	**
D08	*	*	*	**
D09	*	*	*	*
D10	*	*	*	*
D11	*	*	*	*
D12	*	*	*	*
D13	*	*	*	*
D14	**	*	**	**

Toplam karbon (TC) içeriğinin büyük bir kısmını (%79.6–88.3) toplam inorganik karbon (TIC) teşkil etmekte ve yapılan istatistiksel değerlendirmeler de ($r= 0.771-0.986$) bunu desteklemektedir. Bayram vd. (2011), Harşit Çayı'nda (Gümüşhane–Giresun) yürütülen çalışmada da benzer eğilimler olduğu ve TC'nin büyük bir kısmını (%69.2–89.4) TIC'nin oluşturduğunu belirlemişlerdir.

4.1.15. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük KOİ konsantrasyonu ortalama 5.032 mg/L olarak D11 istasyonunda ilkbahar, en yüksek konsantrasyon ise 8.817 mg/L olarak D14 istasyonunda kış mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 45).



Şekil 45. Değirmendere Havzası akarsularında KOİ konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

D08 istasyonunda en düşük KOİ konsantrasyonu kış, en yüksek konsantrasyon ise ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. Anakol boyunca KOİ konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde debisi yüksek yan kolların anakola katılımı ile azalmasına rağmen diğer mevsimlerde sürekli olarak artmaktadır. Atası Baraj Gölü'nü besleyen Kuştu Deresi'nde en yüksek KOİ konsantrasyon kış ve Galyan Deresi'nde sonbahar mevsiminde görülürken, en düşük konsantrasyon D09 istasyonunda yaz ve D10 istasyonunda ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. D11 istasyonunda tüm mevsimlerde ortalama KOİ konsantrasyonları birbirlerine çok yakın değerlere sahip olup 5.053–5.390 mg/L arasında değişmektedir. Atası Barajı Gölü'nün KOİ konsantrasyonunu azaltarak su kalitesine olumlu katkı yaptığı görülmüştür.

YSKY (2015)'ye göre bir değerlendirme yapıldığında, Değirmendere Havzası akarsularının tüm istasyonlarda ve her mevsim I. sınıf su kalitesi için müsaade edilen 25 mg/L'lik değerin oldukça altında bir konsantrasyona sahip olduğu görülmektedir.

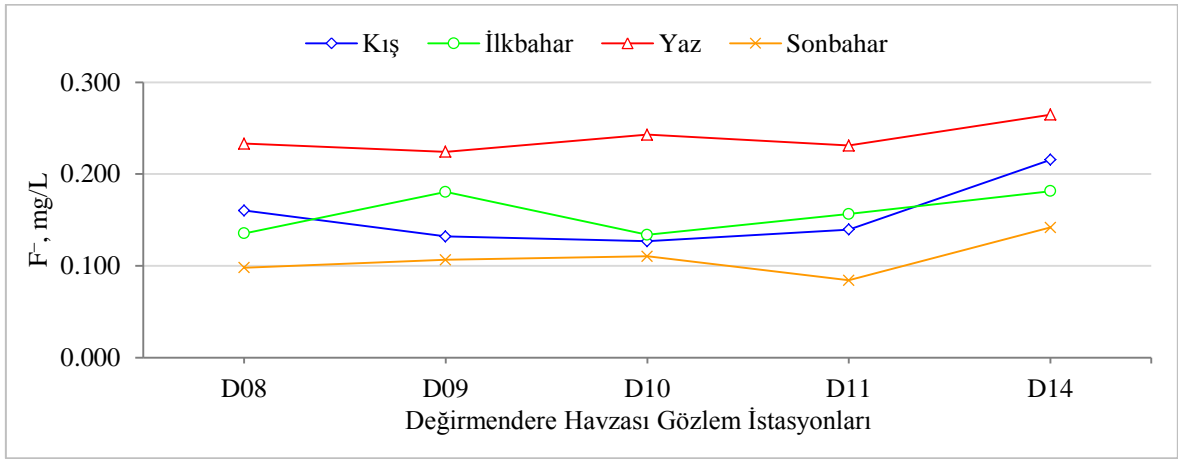
Gerek ulusal gerekse uluslararası yönetmeliklerde KOİ için bir değerlendirme yapılmamaktadır.

Bulut vd. (2010), yıllık ortalama KOİ konsantrasyonlarını D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 7.400, 6.500 ve 6.900 mg/L olarak belirlemiştir. Bayram (2014), yıllık ortalama KOİ konsantrasyonlarını D08 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 5.014 ve 4.797 mg/L olarak belirlemiştir. Bu çalışmadaki yıllık ortalama konsantrasyonların D08, D09, D10 ve D11 istasyonlarında sırasıyla 7.172, 6.010, 5.790 ve 5.265 mg/L olduğu dikkate alınırsa geçen süre içerisinde KOİ konsantrasyonlarının Galyan

Havzası'nda atıksuların toplanmasından dolayı azaldığı, Değirmendere akarsuyunda ise artan insan kaynaklı faaliyetlerden dolayı %43 oranında arttığı düşünülmektedir.

4.1.16. Florür İyonu Konsantrasyonunun Mekana ve Zamana Bağlı Değişimi

En düşük F^- konsantrasyonu ortalama 0.084 mg/L olarak D11 istasyonunda sonbahar, en yüksek konsantrasyon ortalama 0.265 mg/L olarak D14 istasyonunda yaz mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 46).



Şekil 46. Değirmendere Havzası akarsularında F^- konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

D08 istasyonunda en düşük ortalama konsantrasyon sonbahar mevsiminde; en yüksek konsantrasyon yaz mevsiminde belirlenmiştir. Anakol boyunca F^- konsantrasyonu her mevsim mansaba doğru sürekli olarak artmaktadır. Galyan Havzası'nda baraj gölünü besleyen Kuşul ve Galyan derelerinde en yüksek F^- konsantrasyonları yaz, en düşük konsantrasyonlar sonbahar mevsiminde belirlenmiştir. D11 istasyonunda tüm mevsimlerde ortalama F^- konsantrasyonları, D09 ve D10 istasyonlarındaki değişimlere benzer özellik göstermektedir.

YSKY'ye göre bir değerlendirme yapıldığında Değirmendere Havzası akarsularının tüm istasyonlarda her mevsim I. sınıf için müsaade edilen 1.0 mg/L'lik değerin altında bir F^- konsantrasyonuna sahip olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 46).

Gerek İTASHY'de gerekse TS 266'da Sınıf 2 ve Tip 2 için müsaade edilen 1.50 mg/L'lik F⁻ konsantrasyonu değeri ve hem EU (1998) hem de WHO (2004) tarafından önerilen değerler ile birebir örtüşmektedir. Sonuç olarak, Değirmendere Havzası akarsuları F⁻ konsantrasyonu hem ulusal hem de uluslararası sınır değerlerin altında kalmakta ve dolayısıyla sakıncalı bir durumun olmadığı anlaşılmaktadır.

Değirmendere Havzası (Trabzon) yerüstü su kalitesi takibine yönelik literatür incelendiğinde, Bayram (2014) tarafından hem Değirmendere (D08) hem de Galyan akarsularında (D11) Mart 2010–Şubat 2011 dönemini kapsayan bir yıl boyunca aylık olarak F⁻ takibi yapıldığı, Değirmendere'de 0.088–0.280 mg/L ve Galyan Deresi'nde 0.115–0.435 mg/L aralığında seyrettiği ve yıllık ortalamaların 0.180 ve 0.203 mg/L olduğu belirlenmiştir. Geçen dört yılın ardından bu çalışma kapsamında 11 ay boyunca yapılan F⁻ takibi neticesinde değerlerin Değirmendere'de 0.039–0.327 mg/L ve Galyan'da 0.037–0.275 mg/L aralığında seyrettiği ve yıllık ortalamaların 0.156 ve 0.154 mg/L olduğu ve literatürle benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır.

Ancak iskelet ve diş sağlığımız için gerekli olan 0.6–2.0 mg F⁻ miktarının oldukça altında kaldığı görülmektedir (WHO, 2004; Ayoop ve Gupta, 2006; Balkaya, 2015). Bu yüzden Değirmendere Havzası akarsularının F⁻ konsantrasyonu bakımından fakir olduğu söylenebilir.

5. SONUÇLAR

Değirmendere Havzası (Trabzon) yerüstü su kalitesinin mekana ve zamana bağlı değişimini belirlemek amacıyla, anakolda altı ve yan kollarda sekiz olmak üzere toplamda seçilen 14 istasyonda, Ocak–Aralık 2014 dönemini kapsayan bir yıllık sürede 15 günlük aralıklarla düzenli olarak yürütülen bu çalışmada, hem yerinde ölçümler hem de alınan ham su örneklerinde laboratuvarda analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin mevsimsel ortalamaları üzerinden Değirmendere Havzası akarsularının Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (YSKY, 2015) göre sınıflandırması yapılarak gerek ulusal (İTASHY, 2005; TS 266, 2005) gerekse uluslararası (EU, 1998; WHO, 2004; US EPA, 2012) yönetmelik ve standartlar dikkate alınarak içmesuyu olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Trabzon İli'nin yanı sıra Yomra ve Akçaabat ilçelerinin de içme ve kullanma suyu ihtiyacının sağlandığı Atasu Baraj Gölü ile bu gölü besleyen Kuştul ve Galyan derelerinin su kalitesi büyük önem arz etmektedir. Takibi yapılan sıcaklık (t), pH, çözülmüş oksijen (ÇO), amonyum azotu (NH_4^+-N), nitrit azotu (NO_2^--N), nitrat azotu (NO_3^--N), toplam Kjeldahl azotu (TKN), toplam fosfat fosforu (TP), toplam organik karbon (TOC), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve florür iyonu (F^-) gibi su kalite değişkenleri bakımından Galyan Havzası yerüstü sularının yüksek kaliteli su sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır.

Her ne kadar Acısu ve Sümela derelerin mansabında bulunan alabalık üretim çiftliklerinin etkisiyle TP konsantrasyonu bir miktar artsa da yüksek kaliteli su sınıfı için müsaade edilen 0.030 mg/L'lik değer aşılmadığından Altındere Havzası; t, pH, ÇO, TP ve TOC konsantrasyonları bakımından yüksek kaliteli su sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır.

Maçka Deresi'nin sonbahar mevsimi TOC konsantrasyonu hariç her mevsim t, pH, ÇO ve TP konsantrasyonları bakımından da yüksek kaliteli su sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Kendirli Deresi'nin her mevsim t, pH, ÇO, TP ve TOC konsantrasyonları bakımından yüksek kaliteli su sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır.

Değirmendere anakol üzerinde seçilen ve istasyonlar arasında membaa en yakın konumdaki D01 istasyonu, TOC konsantrasyonu bakımından kış mevsimi hariç genel olarak az kirlenmiş su sınıfında olsa da t, pH, ÇO ve TP konsantrasyonları bakımından

yüksek kaliteli su sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır. D01'in iki km mansabında seçilen D03 istasyonu, sonbahar mevsimi TOC konsantrasyonu hariç her mevsim t, pH, ÇO ve TP konsantrasyonları bakımından da yüksek kaliteli su sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır. Maçka ilçe merkezinden geçen Altındere ile Değirmendere'nin birleşim yerinin mansabında seçilen D07 istasyonu, Maçka ilçesi atıksularının deşarj edilmesinden dolayı TP konsantrasyonu bakımından az kirlenmiş su sınıfında, sonbahar mevsimi TOC konsantrasyonu hariç t, pH ve ÇO konsantrasyonu bakımından da yüksek kaliteli su sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Değirmendere anakol üzerinde Esiroğlu mevkiinde seçilen D08 istasyonu TP konsantrasyonu bakımından az kirlenmiş su sınıfında olsa da t, pH, ÇO, NH_4^+-N , NO_2^--N , NO_3^--N , TKN, TOC, KOİ ve F^- değişkenleri bakımından yüksek kaliteli su sınıfında olduğu sonucuna varılmıştır. Yine anakol üzerinde Çağlayan mevkiinde seçilen D12 istasyonu, sonbahar mevsimi TOC konsantrasyonu hariç her mevsim t, pH, ÇO ve TP bakımından da yüksek kaliteli su sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Maçka ilçesinden evsel atıksuları ve Çağlayan–Değirmendere bölgesinden de sanayi atıksularını alan Değirmendere'nin Karadeniz'e döküldüğü yerin hemen membaında seçilen D14 istasyonu, TP konsantrasyonu bakımından az kirlenmiş su sınıfında olup t, pH, ÇO, NH_4^+-N , NO_2^--N , NO_3^--N , TKN, TOC, KOİ ve F^- değişkenleri bakımından ise yüksek kaliteli su sınıfında olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

YSKY'de “Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri” tablosundaki sınır değerler dikkate alındığında, Atasu Baraj Gölü su kalitesinin Chl-a bakımından “Oligotrofik”, TP bakımından “Mezotrofik” ve TN bakımından “Hipertrofik” seviyede olduğu belirlenmiştir.

Hem ulusal (İTASHY, 2005; TS 266, 2005) hem de uluslararası (EU, 1998; WHO, 2004; US EPA, 2012) yönetmelik ve standartlar dikkate alınarak bir değerlendirme yapıldığında, takibi yapılan su kalite değerşkenleri bakımından Değirmendere Havzası akarsularından içme ve kullanma suyu olarak faydalanılmasında herhangi bir sakıncalı durumun olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Değirmendere Havzası akarsuları sahip oldukları florür iyonu (F^-) konsantrasyonu bakımından yüksek kaliteli su sınıfında olduğu, hem ulusal (İTASHY, 2005; TS 266, 2005) hem de uluslararası (EU, 1998; WHO, 2004; US EPA, 2012) yönetmelik ve standartlara göre içme ve kullanma suyu olarak tüketilebileceği kabul edilmektedir. Yetişkin bir kişi diş ve iskelet sağlığı için günde 0.6–2.0 mg F^- 'ye ihtiyaç duymakta, bunu

da çoğunlukla içme sularından karşılamaktadır. Sağlık açısından içme sularının F^- içeriğinin en az 0.5 mg/L olması gerektiği dikkate alındığında, Değirmendere Havzası akarsularının oldukça fakir olduğu anlaşılabacaktır.

Değirmendere Havzası yerüstü sularının fosfor içeriği bakımından, diğer mevsimlere kıyasla debilerin yüksek seyrettiği ilkbahar mevsimi ve birkaç istasyonun bazı mevsim ortalamaları hariç genel olarak arttığı tespit edilmiştir. Fosfor konsantrasyonlarının Altındere Havzası'nda yoğunlaşan alabalık üretim çiftliklerinden, diğer havzalardaki tarım faaliyetlerinden (fosforlu gübrelerin kullanımı) ve özellikle Maçka ilçesinden başlayarak anakol boyunca Değirmendere'nin mansabına doğru artan evsel ve endüstriyel atıksu deşarjlarından dolayı arttığı düşünülmektedir.

Değirmendere'nin üst kotlarından Maçka ilçesine doğru akarsu yatak eğimleri oldukça dik ve genişliklerinin de dar olmasından dolayı, aynı debilerde akım hızı ve beraberinde akarsuyun askıda katı madde (AKM) taşıma kapasitesi artmaktadır. Ancak Maçka ilçesinden itibaren mansap kısmına doğru akarsu yatak eğimleri azalmakta ve kesit alanları da genellikle genişlemektedir. Böylece akım hızı düşerek akarsuyun AKM taşıma kapasitesi azalmaktadır. Çalışma boyunca gözlemlenen akarsu yatak düzenleme, hidrolik yapı inşaa ve yol genişletme çalışmaları gibi akarsulara yapılan müdahalelerin neticesinde AKM konsantrasyonunun dolayısıyla da bulanıklığın (T) büyük miktarda arttığı görülmüştür. AKM konsantrasyonu ile T arasında 0.846 ile 0.994 aralığında değişen pozitif ve güçlü bir korelasyon bu ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Değirmendere Havzası'ndan Karadeniz'e taşınan AKM'nin zamanla deniz tabanında birikmesinden dolayı Değirmendere'nin denize döküldüğü yerin yaklaşık 750 m batısında bulunan balıkçı barınakları ile Trabzon Limanı taban kotunun yükselebileceği ve bunun sonucunda da limana gelen yüklü gemilerin giriş ve çıkışlarını olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir.

D08 istasyonundan D14 istasyonuna doğru yerleşimlerin yoğunlaşması, sanayi tesisleri (fabrikalar, beton santralleri, kömür depoları, kırma, yıkama ve eleme tesisleri, oto tamirhane siteleri, araç yıkama ve akaryakıt istasyonları) ve artan insan kaynaklı faaliyetler sonucunda çalışma boyunca T, AKM, NH_4^+-N , Chl-a, TP, TOC, $NO_3^- -N$, TN, KOİ ve TKN değerlerinde sırasıyla % 590, 373, 166, 71, 49, 29, 26, 23, 15 ve 15'lik artışlar ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak D14 istasyonu tüm istasyonlar içinde en kirli nokta haline gelmiştir.

6. ÖNERİLER

Değirmendere Havzası (Trabzon) yerüstü su kalitesinin mekana ve zamana bağlı değişiminin incelendiği bu çalışmada, mevcut ekonomik ve laboratuvar imkanlarıyla arazide altı ve laboratuvarda 12 olmak üzere toplamda 18 su kalite değişkeninin takibi yapılabilmektedir. Bir yerüstü su kaynağının kalitesine karar verebilmek için bu sayı yeterli olamamaktadır. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, “Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri” kapsamında toplamda 36 su kalite değişkenine yer verilmektedir. Benzer şekilde bir su kaynağının içme ve kullanma suyu olarak tüketilebileceğine karar verebilmek için de bu sayı yeterli olamamaktadır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik’te daha da fazla su kalite değişkenine yer verilmektedir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, Değirmendere’nin yanı sıra diğer havzalarda takibi yapılacak su kalite değişkenlerinin farklı alanlardan konuya ilgi duyan araştırmacılar ile işbirliği içerisinde olunarak daha fazla tutulmasında yarar görülmektedir.

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi 2014 yılı sonuçlarına göre, Maçka ilçesinin nüfusu 24,232’dir. Bu nüfusun % 20.6’sının yaşadığı ilçe merkezinde üretilen evsel atıksular da herhangi arıtma tabi tutulmadan doğrudan akarsuya verilmektedir. Maçka’da üretilen atıksuların uzaklaştırılmasında alıcı ortam olarak Değirmendere’nin kullanılması sonucunda akarsuyun su kalitesine olan etkileri bu çalışma kapsamında incelenmiş, fakat atıksuyun gerek miktarı gerekse kirlilik yükleri hakkında bir çalışma yapılmamıştır. Bu durum göz önüne alınarak planlanacak bir çalışmada, en azından bir yıl boyunca düzenli aralıklarla, özellikle atıksularının gün içinde değişimi, miktarı ve kirlilik durumu hakkında bir çalışma yapılabilir. Yapılan çalışma sonucunda da mevcut atıksuların arıtımı için uygun bir arıtma tesisi önerilebilir. Her ne kadar akarsular kendi kendini temizleme kabiliyetine sahip olsalar da mevcut kirlilik yüklerini tamamen ortadan kaldırmaları mümkün değildir. Dolayısıyla bir noktadan deşarj edilen atıksular, mansapta bulunan başka bir yerleşim biriminin su kalitesini olumsuz şekilde etkilemekte ve yüzeysel suyu kullanılamaz hale getirebilmektedir.

Havzadaki kirlilik kaynaklarından bir diğeri mezbaha atık suları olup, hiçbir arıtma tabi tutulmadan doğrudan akarsuya verilmekte ve içerdiği yüksek kirlilik yükleri sebebiyle de su kalitesini tehdit etmektedirler. Sadece bu konu üzerinde durulup, havzadaki tüm

mezbaha ve ortaya çıkardıkları katı atık ve atıksu miktarları ile kirlilik yükleri üzerinde durulabilir.

Değirmendere akarsuyunun sahile yakın bölgesinde, özellikle Esiroğlu–Değirmendere mevkiileri arasında kalan taş kırma, eleme ve yıkama tesisleri, hazır beton tesisleri, kömür depoları, akaryakıt istasyonları, oto yıkama ve yağlama istasyonları, sanayi siteleri ve oto tamirhaneleri gibi işletmelerden kaynaklanan atıksular ile yoğunlaşan yerleşimden gelen evsel atıksulardan dolayı bir yandan akarsuyun askıda katı madde (AKM) konsantrasyonu ve beraberinde bulanıklık değerleri yükselmekte diğer yandan da kalitesi bozulmaktadır. Fakat gözlem ve örnekleme çalışmaları 15 günlük aralıklarla ve sınırlı bir zaman diliminde (07.00–17.00) gerçekleştirildiği için gerçek durumu da tam anlamıyla yansıtamamaktadır. Sadece Esiroğlu–Değirmendere arasında gerek örnekleme noktalarını gerekse sıklığını artırarak ve hatta günün belli saatlerinde (06:00, 12:00, 18:00 ve 24:00 gibi) olacak şekilde bir çalışma planlanabilir. Bu şekilde insani faaliyetlerin yerüstü su kalitesine olan etkileri daha iyi incelenebilir.

Akarsulara verilen kirlenici atıklar, debinin yüksek olduğu dönemde seyrelmenin etkisiyle daha az kirliliğe sebep olsalar da debinin düşük olduğu dönemlerde akarsuyun kendi kendini temizleme kapasitesini aşarak su kalitesinde ciddi bozulmalara yol açarlar. Dolayısıyla akarsuyun debisi, suyun kalitesi ve kirliliğin seyrelmesi bakımından oldukça önem arz etmektedir. Yerinde gözlem ve örnekleme çalışmalarının yapıldığı zaman diliminde akarsuyun ilgili kesitindeki debinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılamamıştır. Dolayısıyla elde edilen değerler konsantrasyon şeklinde olup, gerek AKM gerekse kirlilik yükleri hakkında tam bir fikir edinilememektedir. Su kalitesi ile ilgili matematiksel modellemeler ve tahmin çalışmalarında kullanılan en önemli değişkenlerden birinin debi olması sebebiyle havzada gerçekleştirilmesi muhtemel çalışmalarda bu durumun göz önüne alınarak debinin de eş zamanlı olarak belirlenmesi yoluna gidilmelidir.

Belediye Atıksu İstatistikleri 2012 yılı sonuçlarına göre, kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen toplam nüfusun 454,306 ve alıcı ortamlara verilen atıksu miktarının yıllık 23,474 milyon m³ olduğu Trabzon’da, akarsularla Karadeniz’e deşarj edilen kısım %12 düzeyinde kalırken, derin deniz deşarjları ile Karadeniz’e taşınan kısım %87’ye kadar ulaşmaktadır. Bu yüksek oran dolayısıyla, ileriki çalışmalarda derin deniz deşarjları ile Karadeniz’e taşınan toplam azot, toplam fosfor vb. kirlilik yüklerinin takip edilmesi önerilmektedir.

Trabzon İli ile Yomra ve Akçaabat ilçelerinin içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarının karşılandığı Atasu Baraj gölünün membaındaki tarımsal faaliyetlerde azot ve fosforlu gübre kullanımlarına sınırlandırma getirilerek su kalitesi korunmalı hatta iyileştirilmelidir.

Kuştul ve Galyan dereleri ile baraj gölü çevresinde yol yapımı, köprü yapımı vb. faaliyetlerden ötürü dere yataklarına dökülmemesi gereken fakat zaman zaman boşaltılan hafriyat gibi insan kaynaklı etkenler ile toprak kayması gibi doğal etkenlerden dolayı baraj gölüne akan malzeme nedeniyle gerekli tedbirler alınmaması durumunda baraj gölü zamanla dolacaktır. Kuştul ve Galyan derelerinde bulunan tersip bentlerinin belirli aralıklarla işlevselliği kontrol edilerek temizlikleri yapılmalı ve böylece baraj gölünün dolması geciktirilmelidir.

Değirmendere'nin akarsuyunun Karadeniz'e döküldüğü yer ile Trabzon Limanı ve balıkçı barınakları arasında AKM hareketinin dalga hareketlerini de dikkate alarak tam olarak ortaya koyulabilmesi için geniş çaplı bir çalışma önerilmektedir. Bu çalışma sonucunda AKM'nin Trabzon Limanı ve balıkçı barınaklarına olan olumsuz etkilerinin asgariye indirilebilmesi için ya Değirmendere ağzı ile Trabzon limanı arasında ya da akarsuyun membaında uygun çözüm önerileri üzerinde durulmalıdır (Şekil 47).



Şekil 47. Trabzon Limanı ve Değirmendere'nin Karadeniz'e döküldüğü yer

Çalışma, Değirmendere Havzası'nda seçilen toplam 14 istasyonda yürütülmüş olup, Maçka ve Kendirli derelerinin takibi birer istasyonla gerçekleştirilmiştir. Bu akarsulardaki değişimlerin belirlenebilmesi için en az iki istasyonda izleme çalışması yapılması önerilmektedir.

Değirmendere anakolu üzerinde seçilen D01 istasyonundan membaa doğru yeni istasyonlar seçilerek çalışma boyunca yüksek seyreden TOC konsantrasyonlarının

nedenleri araştırılabilir. Bu bölgede yoğunlaşan nehir tipi hidroelektrik santrallerin akarsuya olası etkileri de çalışma konusu olabilir.

Yerüstü su kalitesi çalışmaları incelendiğinde, örnekleme sıklığının mevsimsel, aylık, on beş günlük veya haftalık olduğu görülmektedir. Bu durum göz önüne alınarak çalışmayı 15 günlük aralıklarla gerçekleştirmenin yararlı olacağı düşünülmüştür. Devlet Su İşleri tarafından havzada işletilen E22A051 (Esiroğlu) nolu akım gözlem istasyonunun 1996–2010 su yılları aylık ortalama değerleri dikkate alındığında, yıllık toplam debinin %69'unun Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarını kapsayan dört aylık dönemde gerçekleştiği görülmüştür. Akarsuyun taşıdığı katı madde miktarı, debisine bağlı olarak değiştiğinden bu dört aylık dönemde ölçüm ve örneklemelerin daha sık yapılması önerilmektedir.

Havzada, özellikle de Altındere'de alabalık yetiştiriciliği oldukça yaygındır. Çalışma kapsamında elde edilen su kalite verileri, mevcut ya da planlanmakta olan alabalık üretim çiftlikleri için yol gösterici olabilir (Şekil 48).



Şekil 48. Altındere Havzası akarsularında alabalık yetiştiriciliği

Değirmendere Havzası'nda şimdiye kadar farklı disiplinlerden birçok araştırmacı tarafından gerçekleştirilen yerüstü su kalitesi çalışmaları bu çalışmada da olduğu gibi geleneksel değişkenler üzerinden yürütülmüş olup, Uguz vd. (2003) tarafından dört farklı istasyondan toplanılan yerüstü ham su, sediment ve balık örneklerinde gerçekleştirilen alkilfenol (endokrin bozucu kimyasal) ölçümleri dışında mikrokirleticilere (farmasötikler, kişisel bakım ürünleri ve endokrin bozucu kimyasallar) yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Son yıllarda mikrokirleticilerin alıcı ortamlarda oluşumu ve akıbetleri büyük önem kazanmaya başlaması sebebiyle havzada gerçekleştirilmesi muhtemel çalışmalarda özellikle mikrokirleticilerin takip edilmesi önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Akar, A., 2009. Karadeniz Sahil Yolunun Yapımı ile Değirmendere'nin Trabzon Limanına Etkisinin Hidrografik Ölçmeler ve Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akbal, F., 2015a. Nitrat ve Nitrit. M. Işık (Editör), İçme Suyu Kalitesi Problemler ve Çözümleri, Nobel Yayıncılık, Ankara, 519 s.
- Akbal, F., 2015b. Su Kaynakları. M. Işık (Editör), İçme Suyu Kalitesi Problemler ve Çözümleri, Nobel Yayıncılık, Ankara, 519 s.
- Akin, B. S., Atici, T., Katircioglu, H. ve Keskin, F., 2011. Investigation of Water Quality on Gokcekaya Dam Lake Using Multivariate Statistical Analysis, in Eskisehir, Turkey, Environmental Earth Sciences, 63, 1251–1261.
- Akyıldız, Y., 2004. Galyan Havzası Akarsularının Bazı Parametrelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Anonim, 2007. Çevresel Koruma Amaçlı Olarak Trabzon–Değirmendere Havzası için Mülkiyet Yönetim Fonksiyonlarının Geliştirilmesi ve Kırsal Arazi Düzenlemesinin Modellenmesi Projesi (DEVAMOD) Sonuç Bildirgesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- APHA, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed., APHA, AWWA, WEF, Washington, D.C.
- Atabey, E., 2005. Tıbbi Jeoloji, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 124–134.
- Ayoob, S. ve Gupta, A. K., 2006. Fluoride in Drinking Water: A Review on the Status and Stress Effects. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 36, 433–487.
- Balkaya, N., 2015. Florlama. M. Işık (Editör), İçme Suyu Kalitesi Problemler ve Çözümleri, Nobel Yayıncılık, Ankara, 519 s.
- Barlas, M. ve Kiriş, E., 2004. Akçay (Muğla–Denizli)'ın Fiziko–Kimyasal ve Bentik Makroinvertebrata Yönünden İncelenmesi, Muğla Üniversitesi Yayınları, 116 s.
- Bayram, A., 2011. Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi ve Askı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmin Edilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bayram, A., Onsoy, H., Akinci, G. ve Bulut, V. N., 2011. Variation of Total Organic Carbon Content along the Stream Harsit, Eastern Black Sea Basin, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 182, 85–95.

- Bayram, A., 2014. Drinking Water Quality Monitoring and Assessment of The Stream Degirmendere (Southeastern Black Sea) as well as Atasu Dam During Reservoir Filling, Environmental Monitoring and Assessment, (under review).
- Bayram, A., Onsoy, H., Kankal, M. ve Komurcu, M. I., 2014. Spatial and Temporal Variation of Total Suspended Solids Versus Turbidity in the Stream Harsit Watershed, NE Turkey, Arabian Journal of Geosciences, 7, 4987–4996.
- Bayram, A., Uzlu, E., Kankal, M. ve Dede, T., 2015. Modeling Stream Dissolved Oxygen Concentration Using Teaching–Learning Based Optimization Algorithm, Environmental Earth Sciences, 73, 6565–6576.
- Berkun, M., Aras, E. ve Akdemir, U.O., 2015. Water Runoff, Sediment Transport and Related Impacts in the Southeastern Black Sea Rivers, Environmental Engineering and Management Journal, 14,781–791.
- Beyhan, M., 2003. Atık Çamurlar ve Doğal Malzemeler ile Sulardan Florür İyonu Gideriminin Araştırılması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Boran, M., Karaçam, H. ve Sayın, A., 2004. Değirmendere Havzasında (Trabzon, Türkiye) Bulunan Bazı İşletmelere Ait Atık Suların Özelliklerinin İncelenmesi ve Dere Suyundaki Kirleticilerin Düzey ve Dağılımlarının Belirlenmesi, Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 21, 17–21.
- Bulut, V. N., 2005. Trabzon (Maçka) Kalyan Akarsuyu'nun Su Kalitesinin Araştırılması ve Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bulut, V. N., Bayram, A., Gundogdu, A., Soylak, M. ve Tufekci, M., 2010. Assessment of Water Quality Parameters in the Stream Galyan, Trabzon, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 165, 1–13.
- Celep, S., 2009. Trabzon İli Yeraltı ve Yerüstü Sularının Hidrojeolojik, Hidrojeokimyasal İncelemesi ve Su Kalitesinin İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Cullaj, A., Duka, S., Emiri, A., Koni, E., Miho, A., Murtaj, B., Shumka, S., Bachofen, R., Schanz, F. ve Brandl, H., 2011. Limnological Study on A Newly Built Drinking Water Reservoir near Tirana, Albania, Environmental Monitoring and Assessment, 182, 215–232.
- Çakırsoy Şen, S., 2007. Büyük Melen Havzasının Su Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Dayı, A., 1996. Değirmendere Havzası Yüzeysel Sularında Bazı İnorganik Kimyasal Parametrelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demir, A., Kanat, G. ve Debik, E., 2000. Atıksu Arıtımında Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Metodlar, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım–Yayın Merkezi, İstanbul, 175 s.

- Dinçer S., 2014. Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- DOKAP. Doğu Karadeniz Projesi, Trabzon İl Raporu, Bölge, Kalkınma Bakanlığı, <http://www.dokap.gov.tr/userfiles/file/Raporlar/DOKAP%20%C4%B0l%20Raporlar%C4%B1/Trabzon%20%C4%B0l%20Raporu.pdf> 25 Nisan 2015.
- DSİ 2015a. Toprak ve Su Kaynakları, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> 25 Nisan 2015.
- DSİ 2015b. Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, 22. Bölge Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi22/trabzon.htm#barajinsa> 25 Nisan 2015.
- Duran, M. ve Suicmez, M., 2007. Utilization of Benthic Macroinvertebrates and Physicochemical Parameters for Evaluating Water Quality of the Stream Cekerek (Tokat, Turkey), Journal of Environmental Biology, 28, 231–236.
- Dynesius, M. ve Nilsson, C., 1994. Fragmentation and Flow Regulation of River System in the Northern 3rd of the World, Science, 266, 753–762.
- EU. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the Quality of Water Intended for Human Consumption. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0083:20090807:EN:PDF> 30 Nisan 2015.
- Egemen, Ö. ve Sunlu, U., 1996. Su Kalitesi Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Yayınevi, İzmir, 153 s.
- Elhatip, H. ve Gullu, O. 2005. Influences of Wastewater Discharges on the Water Quality of Mamasin Dam Watershed in Aksaray, Central Anatolian Part of Turkey, Environmental Geology, 48, 829–834.
- Erçoklu, Ş. B., 2012. Çanakkale Doğal Su Kaynaklarından Güzelyalı Deresi, Kepez Çayı ve Sarıçay Su Kalitelerinin Belirlenmesi ve Karşılaştırılmalı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Erdem, A., 2002. Düden Çayı'nın Su Kalitesinin İncelenmesi ve Akdeniz'e Taşınan Kirlilik Yüklerinin Mevsimsel Değişiminin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Erdinç, S. Ö., 2010. Gökova Körfezi'ni Besleyen Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı'nın Su Kalitesi Yönünden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Erkek, C. ve Ağırlioğlu, N., 2010. Su Kaynakları Mühendisliği, Altıncı Baskı, Beta Basım, İstanbul.
- Eroğlu, M., 2012. Aksaray İli Merkez İlçesinin Yüzey ve Yeraltı Su Potansiyelinin ve Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

- Erüz, C., 1999. Güneydoğu Karadeniz Kıyılarında Su Kütleleri ve Askıda Katı Maddenin Mevsimsel Değişimi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997. Su Kalitesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Ankara, No: 43.
- Gültekin, F., Dilek, R., Fırat Ersoy, A. ve Ersoy, H., 2005. Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 29, 21–35.
- Gültekin, F., Fırat Ersoy, A., Hatipoğlu, E. ve Celep, S., 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi, Ekoloji Dergisi, 21, 77–88.
- Gürel, E., 2011. Porsuk Çayı Su Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Gürevin, C., 2004. Ömerli (İstanbul) Baraj Gölü Su Kalitesi Problemlerinin Araştırılması ve Sürdürülebilir Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Haşimoğlu, A., 2010. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı, Rusubat Analiz Raporu, Ankara.
- Hay, B. J., 1994. Sediment and Water Discharge Rates of Turkish Black Sea Rivers Before and After Hydropower Dam Construction, Environmental Geology, 23, 276–283.
- Hydrolab. pH-mV Readings <http://www.ott.com/en-us/products/download/ph-mv-white-paper/> 25 Nisan 2015.
- Isik, S., Dogan, E., Kalin, L., Sasal, M. ve Agiralioglu, N., 2008. Effects of Anthropogenic Activities on the Lower Sakarya River, Catena, 75, 172–181.
- Isik, S., 2013. Regional rating curve models of suspended sediment transport for Turkey, Earth Science Informatics, 6, 87–98.
- İÇDR, 2014. Trabzon İli 2013 Yılı Çevre Durum Raporu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- İleri, R., 2000. Çevre Biyoteknolojisi, Birinci Baskı, Değişim Yayınları, Adapazarı, 661 s.
- Kaçan, E., 2006. Gümüşçay ve Çürüksu Akarsularının Kirlilik Parametrelerinin Saptanması ve İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kanca, M. A., 1995. Trabzon İçme Sularında Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karagüzel, O., Akkaya, H. ve Tezgel, I., 2003. Su, Trabzon Belediyesi İçme Suyu Arıtma Tesisleri.

- Kenanoğlu, M. ve Bayram, A., 2015. Impact of Borçka Dam Reservoir on Suspended Sediment Carried by the Çoruh River and the Murgul Stream, NE Turkey, 9th World Congress (10–13 June 2015), Water Resources Management in a Changing World: Challenges and Opportunities, Istanbul, Turkey.
- Köklü, R., 2010. Melen Nehri Su Kalitesinin İstatistiksel Analiz Yöntemleri ve Yapay Zeka Teknikleri Kullanılarak Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Kurmac, Y., 2003. Aksaray–Ulurmak’ta Su Kalitesi Tespiti ve İyileştirilmesine Yönelik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Kurunc, A., Yurekli, K. ve Okman, C., 2006. Effects of Kilickaya Dam on Concentration and Load Values of Water Quality Constituents in Kelkit Stream in Turkey, Journal of Hydrology, 317, 17–30.
- Küçükballı, A., 2003. Nilüfer Çayı Havzası Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Bazı Parametrelerin Qual2e Modeli ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Lalli, M. C. ve Parsons, T. R., 1997. Biological Oceanography: An Introduction, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.
- MGM, 2015a. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014 Yılı İklim Verileri Haber Bülteni. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/2014-iklim-verileri-HB.pdf> 06 Mayıs 2015.
- MGM, 2015b. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, İllerimize Ait İstatistik Veriler. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TRABZON#sfB> 06 Mayıs 2015.
- Mutlu, Ü., 1996. Trabzon İli Akarsularındaki Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Odemis, B. ve Evrendilek F., 2007. Monitoring Water Quality and Quantity of National Watersheds in Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 133, 215–229.
- Özşeker, K., 2012. Güneydoğu Karadeniz’de (Trabzon) Karasal Kökenli Ağır Metal Kirliliğinin Alansal ve Zamansal Dağılımı, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özyurt, M. S., Dayıoğlu, H., Bingöl, N. ve Yamık, A., 2004. Porsuk Baraj Havzası’nın Kütahya Kökenli Kirlilik Problemi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 43–52.
- Peker, İ., 2007. Çevre Mühendisliği Kimyası, Birsen Yayınevi, İstanbul, 240 s.
- Pohl, M., 2004. Channel Bed Mobility Downstream from the Elwha Dams, Washington, Professional Geographer, 56, 422–431.

- Reis, S., 2003. Çevresel Planlamalara Altlık Bir Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması: Trabzon İl Bilgi Sistemi (TİBİS), Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Resmi Gazete, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), Başbakanlık Basımevi, 25687.
- Resmi Gazete 2005, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY), Başbakanlık Basımevi, 25730.
- Resmi Gazete, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY), Başbakanlık Basımevi, 28483.
- Resmi Gazete, 2014. Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (YSYSİDY), Başbakanlık Basımevi, 28910.
- Resmi Gazete, 2015. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY), Başbakanlık Basımevi, 29327.
- Samsunlu, A., 2005. Çevre Mühendisliği Kimyası, Birsen Yayınevi, İstanbul, 396 s.
- Satılmış, U. ve Bayram, A., 2014a. Spatial and Temporal Variation of Total Organic Carbon, Total Nitrogen, and Total Phosphorus Pollution in the Stream Değirmendere Watershed, Trabzon Turkey, International Environmental Sciences Symposium of Van (IESSV'14), June 2014, Van, Abstract Book: 128–129.
- Satılmış, U. ve Bayram, A., 2014b. Değirmendere (Trabzon) Akarsuyu Tarafından Karadeniz'e Taşınan Kirleticilerin Belirlenmesi, 8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Kasım, İstanbul, Türkiye, Bildiriler Kitabı: 455–466.
- Satılmış, U., Bayram, A., Bahadır, Ü., ve Karaca, S., 2014. Atasu Barajı (Trabzon) İçme Suyu Kalitesinin İncelenmesi, I. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Eylül, Çankırı, Türkiye, Bildiriler Kitabı: 333–343.
- Satılmış, U. ve Bayram, A., 2015a. Drinking Water Quality Monitoring and Assessment for the Atasu Dam Lake, Stream Galyan, Trabzon, Turkey, 2nd International Sustainable Buildings Symposium (ISBS 2015), May, Ankara, Turkey, Proceedings Book: 1109–1115.
- Satılmış, U. ve Bayram, A., 2015b. Variation of Total Suspended Solids Versus Nephelometric Turbidity in the Stream Değirmendere, Southeastern Black Sea, 9th World Congress, Water Resources Management in a Changing World: Challenges and Opportunities, June, Istanbul, Turkey.
- Simons, D. B. ve Senturk, F., 1992. Sediment Transport Technology. Water Resources Publications, Littleton, Colorado.
- Soylak, M. ve Doğan, M., 2000. Su Kimyası, Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri, 206 s.
- Şengül, F. ve Müezzinoğlu, A., 2008. Çevre Kimyası. Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Basım Ünitesi, İzmir.

- Şengün, E., 2013. Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Taş, E., 2014. Havza Planlaması ve Yönetimi: Trabzon Değirmendere Havzası Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tayhan, N., 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fizikokimyasal Su Kalitesinin Periyodik İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Tunceli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli.
- Terzioğlu, S., Serdar, B., Uzun, A., Palabaş Uzun, S. ve Karaköse, M., 2012. Değirmendere Havzası, Orman Botaniği Ders Notları.
- Tiessen, K. H. D., Elliott, J. A., Stainton, M., Yarotski, J., Flaten, D. N. ve Lobb, D. A., 2011. The Effectiveness of Small-Scale Headwater Storage Dams and Reservoirs on Stream Water Quality and Quantity in the Canadian Prairies, Journal of Soil and Water Conservation, 66, 158–171.
- Thomas O. M., 2006. Luminescence Based Measurement of Dissolved Oxygen in Natural Waters, <http://www.ott.com/en-uk/products/download/ldo-white-paper/> 25 Nisan 2015.
- Trabzon Valiliği. Trabzon İli Özellikleri, <http://www.trabzon.gov.tr/cografiyapi/iklim/nufus> 15 Nisan 2015.
- TS 266, 2005. Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TÜİK, 2015a. Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Veri Tabanı, <http://rapory.tuik.gov.tr/06-05-2015-10:25:06-207296476415311791361665737495.html> 03 Mayıs 2015.
- TÜİK, 2015b. Türkiye İstatistik Kurumu, Haber Bülteni, Belediye Atıksu İstatistikleri. <http://rapory.tuik.gov.tr/29-04-2015-16:20:59-3882772882109204694592926514.html?> 29 Nisan 2015.
- TÜİK, 2015c. Türkiye İstatistik Kurumu, Haber Bülteni, Belediye Su İstatistikleri. <http://rapory.tuik.gov.tr/03-05-2015-19:45:26-125344679280217679211655841.htm?> 03 Mayıs 2015.
- Uguz, C., Togan, I., Eroglu, Y., Tabak, I., Zengin, M. ve Iscan, M., 2003. Alkylphenol Concentrations in Two Rivers of Turkey, Environmental Toxicology and Pharmacology, 14, 87–88.
- US EPA. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, 2012, <http://water.epa.gov/action/advisories/drinking/upload/dwstandards2012.pdf> 30 Nisan 2015.

- Uçar, İ., 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Usta, A., 2011. Galyan–Atasu Barajı Havzasında Arazi Kullanımının Su ve Toprak Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Uzun, H., 2006. Trabzon İli Akarsularının Su Kalite Düzeylerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünver, S., 2002. Trabzon Atasu Barajını Besleyen Galyan ve Şimşirli Akarsularındaki Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişkenlerin (Parametrelerin) Aylık Değişiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- WHO, 2004. Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd Edition, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Wiatkowski, M. ve Paul, L., 2009. Surface Water Quality Assessment in the Troja River Catchment in the Context of Włodzienin Reservoir Construction, Polish Journal of Environmental Studies, 18, 923–929.
- Yalçın, H. ve Gürü, M., 2010. Su Teknolojisi, Palme Yayıncılık, Genişletilmiş İkinci Baskı, Ankara, 633 s.
- YEGM, 2015. Yenilebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Türkiye Yüzeysel Sularında Su Kalitesi Gözlemleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, http://www.eie.gov.tr/eie-web/kurumsal_istatistikler/cevre_ist/hidroloji/su_kalitesi.html 06 Mayıs 2015.
- Yıldız, İ., 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Yomralıoğlu, T., Akça, M. D., Reis, S. ve İnan H. İ., 2005. C. Bıyık (Editör), Trabzon–Değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi (DEVAÇED) kapsamında “DEVAÇED Bilgi Sistemi” Oluşturulmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

ÖZGEÇMİŞ

Uğur SATILMIŞ 05.04.1988 tarihinde Sivas'ın Suşehri ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimlerini Atatürk İlköğretim Okulu ve lise öğrenimini Suşehri Kazım Ayan Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Gümüşhane Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü 2007 yılında kazanarak 2011 yılında Gümüşhane Mühendislik Fakültesi'nden fakülte ikincisi olarak mezun oldu. Temmuz 2011 tarihinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Ağustos 2011 Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde ÖYP araştırma görevlisi olarak atandı. 2013 yılında Ardahan Üniversitesi'nde bulunan görevinden ayrılarak Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde ÖYP araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Şu an 35. Madde görevlendirmesi ile Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde Fen bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hem yüksek lisans öğrenimine hem de görevine devam eden Uğur SATILMIŞ evli ve bir çocuk babasıdır.