

**T.C.**  
**SİNOP ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMEL BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARILI DERESİ (RİZE)'NİN FİZİKO-KİMYASAL AÇIDAN SU KALİTESİNİN  
TESPİT EDİLMESİ

YAZAR

Ethem ERTAŞ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Ünal ÖZ

**SİNOP – 2019**

## TEZ KABUL

Ethem ERTAŞ tarafından hazırlanan “Arılı Deresi (Rize)’nin Fiziko-Kimyasal Açıdan Su Kalitesinin Tespit Edilmesi” başlıklı bu çalışma, 16.07.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Başkan** Dr. Öğr. Üyesi Ünal ÖZ  
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

**Üye** Dr. Öğr. Üyesi Zekiye BİRİNCİ ÖZDEMİR  
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

**Üye** Dr. Öğr. Üyesi Ekrem MUTLU  
Kastamonu Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

## ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ethem ERTAŞ

## İÇİNDEKİLER

|                                                     | Sayfa |
|-----------------------------------------------------|-------|
| <b>İÇİNDEKİLER</b>                                  | i     |
| <b>SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ</b>             | iii   |
| Semboller Listesi                                   | iii   |
| Kısaltmalar Listesi                                 | iv    |
| <b>ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ</b>               | v     |
| Şekiller Listesi                                    | v     |
| Çizelgeler Listesi                                  | vi    |
| <b>ÖZET</b>                                         | vii   |
| <b>ABSTRACT</b>                                     | viii  |
| <b>TEŞEKKÜR</b>                                     | ix    |
| <b>1. GİRİŞ</b>                                     | 1     |
| <b>2. GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÖZETİ</b>         | 4     |
| 2.1. Dünyadaki Mevcut Su Kaynakları ve Durumu       | 4     |
| 2.2. Türkiye’deki Mevcut Su kaynakları ve Durumu    | 4     |
| 2.3. Su Kalitesi Standartları                       | 7     |
| 2.4. Su Çerçeve Direktifi (SÇD 2000)                | 11    |
| 2.5. Çalışma Alanının Genel Özellikleri             | 11    |
| 2.5.1. Tarihi                                       | 12    |
| 2.5.2. Turizm                                       | 12    |
| 2.5.3. Flora Fauna                                  | 13    |
| 2.5.4. Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri          | 13    |
| 2.5.5. İklim Yapısı                                 | 14    |
| 2.5.6. Çalışma Alanındaki İnsan Aktiviteleri        | 14    |
| 2.5.7. Tarım, Sanayi, Hayvancılık ve Yetiştiricilik | 15    |
| 2.5.8. Akarsu ve Göller                             | 15    |
| 2.5.9. Dere Islahı ve HES Çalışmaları               | 16    |
| 2.6. Kirliliğe Sebep Olan Faktörler                 | 18    |
| 2.6.1. Organik Maddeler                             | 19    |
| 2.6.2. Besleyici Tuzlar ve Diğer Organik Maddeler   | 19    |
| 2.6.3. Mikroorganizmalar                            | 20    |
| 2.6.4. Ağır Metaller                                | 20    |
| 2.7. Literatür Özeti                                | 20    |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| <b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b>                                 | 23 |
| 3.1. Örnekleme Noktalarının Seçilmesi ve Tanıtımı            | 23 |
| 3.1.1 Yaylacılar 1 İstasyonu                                 | 23 |
| 3.1.2. Yaylacılar 2 İstasyonu                                | 24 |
| 3.1.3. Gürsu İstasyonu                                       | 25 |
| 3.1.4. Arılı İstasyonu                                       | 25 |
| 3.1.5. Meyvalı İstasyonu                                     | 26 |
| 3.1.6. Manaster İstasyonu                                    | 26 |
| 3.1.7. Deniz Üstü İstasyonu                                  | 27 |
| 3.2. Su Örneklerinin Toplanması ve Fiziko-Kimyasal Analizler | 27 |
| 3.3. Fiziko-Kimyasal Parametreler ve Analiz Yöntemleri       | 28 |
| <b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b>                               | 29 |
| 4.1. Sıcaklık (C <sup>0</sup> )                              | 29 |
| 4.2. pH                                                      | 30 |
| 4.3. Elektriksel İletkenlik (mS/cm)                          | 32 |
| 4.4. Çözünmüş Oksijen (mg/L)                                 | 33 |
| 4.5. Amonyum (mg/L)                                          | 34 |
| 4.6. Nitrit (mg/L)                                           | 35 |
| 4.7. Nitrat (mg/L)                                           | 37 |
| <b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>                                  | 41 |
| <b>KAYNAKLAR</b>                                             | 44 |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                              | 48 |

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

### SEMBOLLER LİSTESİ

|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| %                       | Yüzde                  |
| °C                      | Santigrat derece       |
| $\mu\text{gL}^{-1}$     | Mikrogram/Litre        |
| $\mu\text{Scm}^{-1}$    | Mikrosimens/Santimetre |
| Ba                      | Baryum                 |
| Ca                      | Kalsiyum               |
| $\text{CaCO}_3$         | Kalsiyum Karbonat      |
| Cd                      | Kadmiyum               |
| $\text{Cl}^-$           | Klorür                 |
| $\text{CO}_3$           | Karbonat               |
| g                       | Gram                   |
| $\text{gr/cm}^3$        | Gram/Santimetre küp    |
| $\text{gr/kg}$          | Gram/Kilogram          |
| H                       | Hidrojen               |
| $\text{H}_2\text{S}$    | Hidrojen Sülfür        |
| HCl                     | Hidroklorik Asit       |
| $\text{H}_2\text{SO}_4$ | Sülfirik Asit          |
| $\text{HCO}_3$          | Bikarbonat             |
| K                       | Potasyum               |
| $\text{KNO}_3$          | Potasyum Nitrat        |
| Mg                      | Magnezyum              |
| $\text{mgL}^{-1}$       | Miligram/Litre         |
| ml                      | Mililitre              |
| mm                      | Milimetre              |
| $\text{NH}_4$           | Amonyum                |
| NO                      | Azot Oksit             |
| $\text{NO}_2$           | Nitrit                 |
| $\text{NO}_3$           | Nitrat                 |
| $\text{SO}_4$           | Sülfat                 |

## KISALTMALAR LİSTESİ

|      |                                   |
|------|-----------------------------------|
| DSİ  | Devlet Su İşleri                  |
| HES  | Hidro Elektrik Santrali           |
| SÇD  | Su Çerçeve Direktifi              |
| AB   | Avrupa Birliği                    |
| ÇED  | Çevresel Etki Değerlendirmesi     |
| TÜİK | Türkiye İstatistik Kurumu         |
| Eİ   | Elektriksel İletkenlik            |
| SKKY | Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği |
| AKM  | Askıda Katı Madde                 |
| WHO  | Dünya Sağlık Örgütü               |

## ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

### ŞEKİLLER

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.2.1. Bölgelere Göre Yağış Yoğunlukları                                 | 5  |
| Şekil 2.2.2. Türkiye Su Havzaları Haritası                                     | 6  |
| Şekil.2.5.1. Rize ve İlçelerine Ait Harita                                     | 12 |
| Şekil 3.1.1.1. Yaylacılar 1 İstasyonu Uydu Görüntüsü                           | 25 |
| Şekil 3.1.2.1. Yaylacılar 2 İstasyonu Uydu Görüntüsü                           | 25 |
| Şekil 3.1.3.1. Gürsü İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü                       | 26 |
| Şekil 3.1.4.1. Arılı İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü                       | 26 |
| Şekil 3.1.5.1. Meyvalı İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü                     | 27 |
| Şekil 3.1.6.1. Manaster İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü                    | 27 |
| Şekil 3.1.7.1. Deniz Üstü İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü                  | 28 |
| Şekil 4.1.1. Aylara Göre Su Sıcaklığı Değişimi                                 | 30 |
| Şekil 4.1.2. İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Sıcaklık Değişimi               | 31 |
| Şekil 4.2.1. Aylara Göre pH Değişimi                                           | 32 |
| Şekil 4.2.2. İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama pH Değişimi                     | 32 |
| Şekil 4.3.1. Aylara Göre Elektriksel İletkenlik Değişimi                       | 33 |
| Şekil 4.3.2. İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Elektriksel İletkenlik Değişimi | 34 |
| Şekil 4.4.1. Aylara Göre Çözünmüş Oksijen Değişimi                             | 34 |
| Şekil 4.4.2. İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Çözünmüş Oksijen Değişimi       | 35 |
| Şekil 4.5.1. Aylara Göre Amonyum Değişimi                                      | 35 |
| Şekil 4.5.2. İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Amonyum Değerleri.              | 36 |
| Şekil 4.6.1. Aylara Göre Nitrit Değişimi                                       | 37 |
| Şekil 4.6.2. İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Nitrit Değişimi                 | 37 |
| Şekil 4.7.1. Aylara Göre Nitrat Değişimi                                       | 38 |
| Şekil 4.7.2. İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Nitrat Değişimi                 | 39 |

| <b>ÇİZELGELER</b>                                                                                | <b>Sayfa No</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Çizelge 2.3.1.</b> Kıta İçi Yerüstü Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri          | 8               |
| <b>Çizelge 2.5.8.1.</b> Rize İlinde 2017 Yılı Tarım Arazilerinin Kullanımı                       | 15              |
| <b>Çizelge 2.5.9.1.</b> Rize İlinin Başlıca Akarsu Kaynakları                                    | 16              |
| <b>Çizelge 2.5.9.2.</b> Rize İlindeki Başlıca Göletler                                           | 16              |
| <b>Çizelge 2.6.2.1</b> Yıllık Gübre Tüketim Miktarları                                           | 20              |
| <b>Çizelge 5.1.</b> Su Kalitesi Standartları ve Arılı Deresi'nde Tespit Edilen Ortalama Değerler | 43              |



## ÖZET

### ARILI DERESİ (RİZE)'NİN FİZİKO-KİMYASAL AÇIDAN SU KALİTESİNİN TESPİT EDİLMESİ

Bu çalışma, Arılı deresi üzerinde deniz suyunun etkisini göstermediği su kotundan başlayarak 570 m su kot'una kadar olan yaklaşık 25 kilometre uzunluğundaki akarsu yatağında belirlenen 7 adet istasyondan aylık su numuneleri uygun koşullarda alınarak yapılmıştır. Numune alımı sırasında istasyonlarda alınacak örneklerin, o noktadaki su niteliğini tanıtır olması, yerleşim alanlarına yakın oluşu, toplam kirliliği belirlemesi göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma süresince sahada alınacak fiziksel parametrelerin dışında aylık numuneler laboratuvar'a getirilerek fotometrik analizleri yapılmıştır. Su sıcaklığı ( $6.75-18.21-9.68 \pm 0,27$  °C), pH ( $6.81-8.11-7.33 \pm 0,03$ ), çözünmüş oksijen ( $7.53-13.20-9.36 \pm 0,13$  mg/L), iletkenlik ( $61.2-82.9-73.83 \pm 0,45$  µS/cm), nitrit azotu ( $\text{NO}_2^-$ -N) ( $0.0009-0.0092-0.0042 \pm 0,0002$  mg/L), nitrat azotu ( $\text{NO}_3^-$ -N) ( $0.81-5.29-1.58 \pm 0,09$  mg/L) ve amonyum azotu ( $\text{NO}_4^+$ -N) ( $0.0001-0.0097-0.0026 \pm 0,0003$  mg/L) olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen parametreler su kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalitesi standartlarına göre değerlendirilmiş ve su kalitesi tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler; Su kalitesi, Ekoloji, Fiziko-Kimyasal Parametreler

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF WATER QUALITY OF ARILI STREAM (RIZE) IN TERMS OF PHYSICO-CHEMICAL STRUCTURE

In this study, Arılı Stream does not show the effect of seawater on the water from up to 570 m water level, starting about 25 kilometers stream bed set 7 pieces from the station's monthly water samples and appropriate conditions have been based. It has given samples will be taken to the railroad stations during the intake of water from that point on the nature of the examples to be close to residential areas, introduces occurs, determine the total pollution postclassical. During the study will be on the field outside of the physical parameter monthly samples brought to the photometric laboratory analyses have been made. Determinate as Water temperature (6.75- 18.21-9.68  $\pm 0,27$  °C), pH (6.81-8.11-7.33 $\pm 0,03$ ), dissolved oxygen (7.53-13.20-9.36  $\pm 0,13$  mg/L), conductivity (61.2-82.9-73.83  $\pm 0,45$   $\mu$ S/cm), nitrite nitrogen ( $\text{NO}_2^-$ -N) (0.0009-0.0092-0.0042 $\pm 0,0002$  mg/L), nitrate nitrogen ( $\text{NO}_3^-$ -N) (0.81-5.29-1.58  $\pm 0,09$  mg/L) and ammonium nitrogen ( $\text{NO}_4^+$ -N) (0.0001-0.0097-0.0026  $\pm 0,0003$  mg/L). The detected parameters water pollution legislation reported in the continent has been evaluated and the on-water quality standards, water quality has been determined.

Keywords; Water quality Arılı stream Physico-Chemical parameters

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan, ilgi ve önerilerini göstermekten asla kaçınmayan değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ünal ÖZ'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım sırasında her daim desteğini hissettiğim değerli eşim Nihan ÇİÇEKOĞLU ERTAŞ'a ve kadim dostlarım Mehmet Bedrettin DUMAN, Selda TAŞCI, Dilara KAYA ÖZTÜRK'e arazi çalışmalarım sırasında emeği geçen Avni ERTAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Maddi ve manevi olarak desteğini esirmeyen sevgili Babam Bekir ERTAŞ'a, Sevgili Annem Fatma ERTAŞ'a, ve son olarak Karındaşım Barış ERTAŞ'a ve sevgili eşi Döndü KAÇAR ERTAŞ'a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no: SÜF-1901-12-07).

## 1. GİRİŞ

Su, insanlığın varoluşundan bu yana yaşamın devamlılığı açısından en önemli doğal kaynaklarımızdan biri olmuştur. Tarih boyunca medeniyetlerin yaşam tarzlarını, yerleşim yerleri, geçinme şekilleri gibi birçok unsur üzerinde belirleyici etkisi olmuştur (Özsoy, 2009). İnsanlığın gelişme amacı ile göstermiş olduğu etkinliklerin bir sonucu olarak bilimsel, endüstriyel ve teknolojik anlamda yakaladığı sıçrayış paralelinde bazı olumsuz sonuçları da beraberinde getirmiştir. Hızlı nüfus artışı ile birlikte suya olan talebin artması, zirai ve endüstriyel alanlarda suyun bilinçsiz tüketimi ve kirletilmesi gibi sebepler olumsuz durumlara zemin hazırlayan en önemli sorunların başında gelmektedir (Tosun, 2009). İçilebilir su miktarının günden güne azalması bu olumsuz etkilerin en bariz örneğidir. İnsanoğlunun yerleşik hayata geçmesi ile başlayan bu süreç ekosistemlere geri dönüşü mümkün olmayan zararlar verebilmektedir. İnsan kaynaklı kirliliğin ekosistem tarafından sınırsız bir sindirme gücüne sahip olduğu yanlışlığı dünya üzerindeki yaşam koşullarını zorlaştırmakla kalmayıp hayat standartlarını da düşürmekten öteye gitmemektedir. Çağımızın en önemli ihtiyaçlarından bazıları olan elektrik enerjisi üretimi ve endüstriyel atıkların deşarjı gibi önemli işlevlerin yerine getirilmesinde hayati önem taşımaktadır. Fakat hiçbir su kütlesinin bu kullanım alanlarından belirli bir kalite bozulması olmadan çıkması mümkün değildir (Şen ve Koçer, 2003). Ancak, son yıllarda; sorunları anlama, tanımlama, önlem alma ve çözüm bulma yolundaki çalışmalar büyük önem ve hız kazanmıştır (Uzun, 2012). Dünya ile birlikte bu sorunlar ülkemizde de baş göstermekte ve kirlenme hızla ilerlemektedir. Göller, nehirler gibi tatlı su kaynakları yönünden ülkemiz çok zengin gibi görülmektedir fakat kaynaklarımızın daha verimli kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmadığı takdirde veriler yakın gelecekte su sorunu yaşayan bir ülke konumuna gelebileceğimizi işaret etmektedir. Dünyadaki toplam su miktarı 1.4 milyar  $\text{km}^3$  olarak tahmin edilmektedir. Bu miktarın yaklaşık olarak %97.5 i okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak, %2.5 i ise akarsu ve nehir yataklarında tatlı su olarak bulunmaktadır. Mevcut tatlı su kaynağının ise yaklaşık %90'ı kutuplarda buzul halinde ve yer altında bulunması nedeniyle insanoğlunun tatlı suya olan erişimi oldukça sınırlıdır. Ülkemizde yıllık ortalama yağış miktarı 643 mm olup bu miktar yılda 501 milyar  $\text{m}^3$  tatlı suya karşılık gelmektedir. Mevcut tatlı su miktarın 274 milyar  $\text{m}^3$  lük miktarı toprak ve su yüzeyi ve bitkilerden kaynaklı buharlaşma ile atmosfere geri dönmektedir. 69 milyar  $\text{m}^3$  lük kısmı yer altı su kaynaklarını beslemektedir. 158 milyar  $\text{m}^3$  lük kısmı ise akış yönüne göre denizlere veya kapalı havzalardaki tatlı su göllerine boşalmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar  $\text{m}^3$ 'de dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su

potansiyeli brüt 234 milyar m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2019a). Sanayileşmenin sürekli olarak artması, tarımsal gübre ve ilaç kullanımı ve çevre bilincinin istenen seviyede olmaması nedeniyle mevcut yüzeysel ve yer altı su kaynaklarında aşırı kirlenmelere rastlanmıştır. Bazı havzalarda yüzey suları 4. derece kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır (Akın, 2007). Özellikle endüstriyel olarak çok gelişen bölgelerde sanayi kaynaklı deşarjlar su kaynaklarını aşırı derecede kirletmektedir. Bunun yanında çarpık kentleşme, kanalizasyon atıkları, tarımda kullanılan ilaçlar ve kimyasal gübreler su kirliliğine sebep olan temel nedenlerden bazılarıdır. Avrupa Birliği (AB) tarafından üye ülkeler arasında yapılan çalışmalar sonucunda mevcut yer altı ve yer üstü su kaynakların büyük bir kısmının tahrip edildiği ve gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda kaynakların kısa vadede kullanılamaz duruma geleceği belirlenmiştir. Bu nedenle bu olumsuz durumun ortadan kaldırılmasına yönelik tedbir alınması amacıyla Su Çerçeve Direktifi (SÇD) oluşturulmuş üye ve aday ülkelere uygulama zorunluluğu getirilmiştir (Moroğlu, 2007).

Su Çerçeve Direktifi (SÇD);

- İçme suyu için kullanılacak yüzey sularının kalite direktifi,
- Balık yaşamının geliştirilmesi ve korunması için tatlı suların kalite kriterleri,
- Yüzme suyu kalite yönergesi
- Bazı tehlikeli maddelerin su ortamlarına deşarjının neden olduğu kirlilik yönergesi,

gibi farklı birçok ana başlık ve bu ana başlıkların uygulanabilirliğini garanti altına alan uyulması zorunlu maddelerden oluşmaktadır. “1999 Helsinki Zirvesi ile Avrupa Birliği üyeliğine adaylık süreci başlayan ülkemizde, 2001’de yayınlanan ve 2003’te güncellenen “Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Ulusal Program”ın “Çevre” başlıklı 22. bölümünde belirtilen yükümlülükler çerçevesinde ülkemiz çevre mevzuatının Avrupa Birliği çevre mevzuatına uyumlaştırılması kapsamında ilgili tüm kurum ve kuruluşların katılımıyla çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir” (Anonim, 2019b).

Tüm dünyada olduğu gibi kirlilik ülkemizin doğal kaynaklarını baltalamaktadır. Sınırlı olan bu kaynakların verimli ve etkin bir şekilde kullanılması, gerekli durumlarda yeniden yapılandırılması için konu ile ilgili analizlerin yapılması gerekmektedir (Gürçay ve Tecim, 2006). “Suyun tüketilmesinin yarattığı ve yaratabileceği sonuçlarla, ulaşabileceği en yakın ve en uzak noktaları öngörerek gereken tedbirleri, destekleri ve paylaşımları herhangi bir sorun yaşanmadan ya da yaşandığında en kısa zamanda ortadan kaldıracabilecek, veri ve harita bütünleşmesiyle entegre bir sistemi oluşturabilmek gerekmektedir” (Gürçay ve Tecim, 2006). Kirlenen kaynaklarımızın kalite yönünden incelenmesi ve mevcut duruma göre tedbir alınması önem arz etmektedir. Su kalitesinin bilinmesi mevcut kalitenin

korunması ya da iyileştirilmesi açısından ve suyun kullanım amacının belirlenmesi açısından gereklidir (Bora ve ark., 2007).



## 2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri açısından mutlak bir gereksinim olan “su” hassasiyetle üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Dünya çapında artan nüfus ve bu nüfusun oluşturduğu talebin karşılanması amacıyla mevcut kaynakların özenle ve titizlikle kullanılması, kirlilik boyutunun tolere edilemeyecek boyutlara geldiği günümüzde, hayati önem teşkil etmektedir. Su kaynaklarının miktarı ülkelerin mevcut coğrafyaları ve iklim özelliklerine göre zamansal olarak farklılıklar göstermektedir. Bu bağlamda konunun lokal olarak değil, dünya çapında ele alınması gerekmektedir. Sınırlı ve hayati önem taşıyan bu doğal kaynağın miktarı ve kalitesinin bilinmesi, uzun vadede ne ile karşılaşılacağı konusunda senaryoların oluşturulması ve olumsuz durumlara karşı tedbir alınması gereklilik arz etmektedir.

### 2.1. Dünyadaki Mevcut Su Kaynakları ve Durumu

Su kaynaklarımızın yok olması gibi bir durum söz konusu değildir. Belirli miktardaki su yer küremizin katmanları arasında doğal döngüsü içerisinde yer değiştirmektedir. Fakat kirlilik sebebiyle içilebilir su miktarı günden güne azalmaktadır. İklim değişimi, küresel ısınma ve artan nüfus, sanayileşme gibi tamamen insan odaklı kirlenme, su kaynaklarının kendini yenileyebilme kapasitesini aşmakta ve geri dönüşümü mümkün olmayan zararlara sebep verebilmektedir.

Kişi başına su tüketiminin bir yıl süresince ortalama 800 m<sup>3</sup> olduğu tahmin edilmektedir. Her yıl 9.000 km<sup>3</sup> temiz su insanlar tarafından tüketilmekte ve bunun yanında 3.500 km<sup>3</sup> su ise baraj ve rezervuarlarda tutulmaktadır. Toplamda insan kaynaklı tüketim 12.500 km<sup>3</sup>'e ulaşmaktadır. Tahminlere göre 2025 yılından itibaren 3 milyon insanın su kıtlığı ile karşı karşıya geleceği düşünülmektedir. Yapılan tahminler neticesinde 2050 yılında su kıtlığı yaşayabilecek ülke sayısının 54'e çıkabileceği, su kıtlığı ile yaşamak durumunda kalacak insan sayısının 3.76 milyar olacağı düşünülmektedir. Bu verilere göre 2050 projeksiyonuna bakıldığında beklenen nüfus miktarı olan 9.4 milyar insanın 3.76 milyarının su kıtlığı yaşayacağı öngörülmektedir (Özdemir, 2010).

### 2.2. Türkiye'deki Mevcut Su kaynakları ve Durumu

Türkiye'nin yüksek rakıma sahip sahil kesimlerinde yıllık yağış miktarı oldukça fazladır (1.000~2.500 mm/yıl). Sahil kesimlerinden iç kısımlara gidildikçe yıllık yağış miktarı düşüş göstermektedir. Bölgeler göre farklı oranlarda gerçekleşen yıllık yağış oranları

Türkiye'nin yağış miktarlarının homojen olmasını engellemektedir (Anonim, 2019c). Şekil 2.2.1' de görüldüğü üzere Türkiye'deki yağış miktarlarının dağılımı görülmektedir.



**Şekil 2.2.1.** Bölgelere Göre Yağış Yoğunlukları (Anonim, 2019c).

Türkiye içinde bulunduğu coğrafi koşullar nedeni ile farklı mevsimsel özelliklerin bir arada yaşandığı bir ülkedir. Aynı zamanda deniz seviyesi ile yükseltilerin farkının 5.000 m'ye kadar değişkenlik göstermesi hava koşullarının bölgesel olarak farklılaşmasını sağlamaktadır (Anonim, 2019c).

Şekil 2.2.2'de su havzaları görülmektedir. Havzaların yağış miktarı birbirinden farklı olduğu için su potansiyelleri farklılık göstermektedir. Araştırma alanımızın içinde bulunduğu Arılı Deresi Vadisi Doğu Karadeniz havzasında bulunmakta olum havzanın su potansiyeli 14,9 milyar m<sup>3</sup>'tür. Su potansiyeli ile Dicle ve Fırat havzalarından sonra Türkiye'de ki 3. büyük havzadır.



Şekil 2.2.2. Türkiye Su Havzaları Haritası (Anonim, 2019a).

Kişi başına göre su tüketimi dikkate alınarak belirlenen miktarlara bakıldığında

➤ **Su Fakirliği**

Kişi başına kullanılabilir su miktarı 1.000 m<sup>3</sup> ten daha az.

➤ **Su Azlığı**

Kişi başına kullanılabilir su miktarı 2.000 m<sup>3</sup> ten daha az.

➤ **Su Zenginliği**

Kişi başına kullanılabilir su miktarı 8.000 ile 10.000 m<sup>3</sup> ten daha fazla, olarak belirlenmiştir.

Kişi başına kullanılabilen su miktarı ülkemizde 1.519 m<sup>3</sup> tür. Bu kriterlere göre bir değerlendirme yapıldığında ülkemizin su zengini ülke konumunun dışında kaldığı görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı nüfus tahminlerini 100 milyon olarak belirlemiştir. Verilere göre 2030 yılı için kişi başına düşen su miktarının 1.120 m<sup>3</sup>/yıl olacağı belirlenmiştir. Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli miktarda kullanılabilir su bırakabilmesi için kaynakların korunması ve dikkatli tüketilmesi gerekmektedir (Anonim, 2019a).

### **2.3. Su Kalitesi Standartları**

Su içerisinde barındırdığı çeşitli mineraller, tuzlar ve sülfatlar sebebiyle canlılık adına önemli bir doğal kaynaktır. Bünyesinde barındırdığı maddelerin oranlarında ki değişim dolaylı olarak yaşamı olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda önemli bir ihtiyaç olan bu kaynağın, içerisinde barındırdığı maddelerin miktarlarının değişmemesi adına veya değiştiği takdir de iyileştirilmesi ve bu olumsuz durumu oluşturan sebeplerin tespit edilip önlem alınması adına uyulması gereken standart prosedürler bulunmaktadır. Bu kurallar dizini kalite standartlarını oluşturmaktadır. Standartlar kanun, yönetmelik ve tüzükler ile belirlenir. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın bu konu ile alakalı olarak 2015 yılında yayımlanmış olduğu bir yönetmelik mevcuttur. Bu Yönetmelik, 29/6/2011 tarihli ve 645 sayılı Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 2 nci, 9 uncu ve 26 ncı maddeleri ile 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 3 üncü ve 9 uncu maddesi kapsamında hazırlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğidir. Düzenleme ile birlikte ülkenin yeraltı ve yer üstü kaynaklarının korunması, iyi bir biçimde kullanılması ve kirlenmenin önlenmesi amacıyla gerekli olan hukuki ve teknik esasları ortaya koymakla birlikte,

✚ Su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını,

- ✚ Su kalitesine ilişkin planlama, esaslar ve yasaklarını,
  - ✚ Atık suların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını,
  - ✚ Atık su altyapı tesislerindeki uygulamalarını,
  - ✚ Su Kirliliği Kontrolü ile ilgili izleme ve denetleme çalışmalarını kapsamaktadır.
- Kıta İçi Su Kalitesi Standartları Çizelge 2.3.1’de görüldüğü gibidir.

**Çizelge 2.3.1.** Kıta İçi Yerüstü Su Kaynakları Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

| Su Kalite Parametreleri                                                        | Su Kalite Sınıfları <sup>(a)</sup>                                                            |                                                     |                                                       |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                | I                                                                                             | II                                                  | III                                                   | IV                                                       |
| Genel Şartlar                                                                  |                                                                                               |                                                     |                                                       |                                                          |
| Sıcaklık (°C)                                                                  | ≤ 25                                                                                          | ≤ 25                                                | ≤ 30                                                  | > 30                                                     |
| Renk (m <sup>-1</sup> )                                                        | RES 436 nm: ≤ 1,5<br>RES 525 nm: ≤ 1,2<br>RES 620 nm: ≤ 0,8                                   | RES 436 nm: 3<br>RES 525 nm: 2,4<br>RES 620 nm: 1,7 | RES 436 nm: 4,3<br>RES 525 nm: 3,7<br>RES 620 nm: 2,5 | RES 436 nm: >4,3<br>RES 525 nm: >3,7<br>RES 620 nm: >2,5 |
| pH                                                                             | 6,5-8,5                                                                                       | 6,5-8,5                                             | 6,0-9,0                                               | < 6,0 veya > 9,0                                         |
| İletkenlik (µS/cm)                                                             | < 400                                                                                         | 1000                                                | 3000                                                  | > 3000                                                   |
| Yağ ve Gres                                                                    | Yüzer halde yağ, katran gibi sıvı maddeler, çöp ve benzeri katı maddeler ile köpük bulunamaz. |                                                     |                                                       | -                                                        |
| (A) Oksijenlendirme Parametreleri                                              |                                                                                               |                                                     |                                                       |                                                          |
| Oksijen doygunluğu (%) (b)                                                     | >90                                                                                           | 70                                                  | 40                                                    | < 40                                                     |
| Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L) (b)                                    | > 8                                                                                           | 6                                                   | 3                                                     | < 3                                                      |
| Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)                                         | < 25                                                                                          | 50                                                  | 70                                                    | > 70                                                     |
| Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)                       | < 4                                                                                           | 8                                                   | 20                                                    | > 20                                                     |
| B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri                                  |                                                                                               |                                                     |                                                       |                                                          |
| Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> -N/L)                                        | < 0,2                                                                                         | 1                                                   | 2                                                     | > 2                                                      |
| Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)                            | < 5                                                                                           | 10                                                  | 20                                                    | > 20                                                     |
| Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)                            | < 0,01                                                                                        | 0,06                                                | 0,12                                                  | > 0,3                                                    |
| Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L)                                                 | < 0,5                                                                                         | 1,5                                                 | 5                                                     | > 5                                                      |
| Toplam fosfor (mg P/L)                                                         | < 0,03                                                                                        | 0,16                                                | 0,65                                                  | > 0,65                                                   |
| (Devamı arkada)                                                                |                                                                                               |                                                     |                                                       |                                                          |
| C) İz Elementler (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri <sup>(d)</sup> |                                                                                               |                                                     |                                                       |                                                          |

|                                      |                                                                                                                                                                                        |        |        |          |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|----------|
| Alüminyum (mg Al/L)                  | ≤ 0,3                                                                                                                                                                                  | ≤ 0,3  | 1      | > 1      |
| Arsenik (µg As/L)                    | ≤ 20                                                                                                                                                                                   | 50     | 100    | > 100    |
| Bakır (µg Cu/L)                      | ≤ 20                                                                                                                                                                                   | 50     | 200    | > 200    |
| Baryum (µg Ba/L)                     | ≤ 1000                                                                                                                                                                                 | 2000   | 2000   | > 2000   |
| Bor (µg B/L)                         | ≤ 1000                                                                                                                                                                                 | ≤ 1000 | ≤ 1000 | > 1000   |
| Civa (µg Hg/L)                       | ≤ 0,1                                                                                                                                                                                  | 0,5    | 2      | > 2      |
| Çinko (µg Zn/L)                      | ≤ 200                                                                                                                                                                                  | 500    | 2000   | > 2000   |
| Demir (µg Fe/L)                      | ≤ 300                                                                                                                                                                                  | 1000   | 5000   | > 5000   |
| Florür (µg F <sup>-</sup> /L)        | ≤ 1000                                                                                                                                                                                 | 1500   | 2000   | > 2000   |
| Kadmiyum (µg Cd/L)                   | ≤ 2                                                                                                                                                                                    | 5      | 7      | > 7      |
| Kobalt (µg Co/L)                     | ≤ 10                                                                                                                                                                                   | 20     | 200    | > 200    |
| Krom (µg Cr+6/L)                     | Ölçülmeyecek kadar az                                                                                                                                                                  | 20     | 50     | > 50     |
| Krom (toplam) (µg Cr/L)              | ≤ 20                                                                                                                                                                                   | 50     | 200    | > 200    |
| Kurşun (µg Pb/L)                     | ≤ 10                                                                                                                                                                                   | 20     | 50     | > 50     |
| Mangan (µg Mn/L)                     | ≤ 100                                                                                                                                                                                  | 500    | 3000   | > 3000   |
| Nikel (µg Ni/L)                      | ≤ 20                                                                                                                                                                                   | 50     | 200    | > 200    |
| Selenyum (µg Se/L)                   | ≤ 10                                                                                                                                                                                   | ≤ 10   | 20     | > 20     |
| Serbest klor (µg Cl <sub>2</sub> /L) | ≤ 10                                                                                                                                                                                   | ≤ 10   | 50     | > 50     |
| Siyanür (toplam) (µg CN/L)           | ≤ 10                                                                                                                                                                                   | 50     | 100    | > 100    |
| Sülfür (µg S <sup>=</sup> /L)        | ≤ 2                                                                                                                                                                                    | ≤ 2    | 10     | > 10     |
| Tehlikeli maddeler                   | Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2016'den itibaren değerlendirilecektir. |        |        |          |
| D) Bakteriyolojik Parametreler       |                                                                                                                                                                                        |        |        |          |
| Fekal koliform (Membran)             | ≤10                                                                                                                                                                                    | 200    | 2000   | > 2000   |
| Toplam koliform (Membran)            | ≤100                                                                                                                                                                                   | 20000  | 100000 | > 100000 |

(a)-Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b)-Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.

(c)-PH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH<sub>3</sub><sup>-</sup>N/l değerini geçmemelidir.

(d)-Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

(e)-Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/l'ye kadar düşürmek gerekebilir(Resmi gazete, 1988).

Çizelge 2.3.1' de belirtilen fiziksel-kimyasal ve biyolojik parametreleri elde edilen değerler ile mukayese edilerek suyun hangi kalite aralığında bulunduğu belirlenmektedir. (Anonim ,2015).

Sınıf I: Yüksek kaliteli su,

Sınıf II: Az kirlenmiş su,

Sınıf III: Kirli su,

Sınıf IV: Çok kirlenmiş su,

Çizelge 2.3.1’de sınıflandırma için geçerli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerleri Sınıf I, II, III ve IV için ayrı ayrı verilmiştir. “Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır” (Anonim, 2015). Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su ihtiyaçları için uygun olduğu kabul edilir;

**a) Sınıf I - Yüksek kaliteli su**

- Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini
- Rekreatiyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil)
- Alabalık üretimi
- Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı
- Diğer amaçlar (Anonim, 2015).

**b) Sınıf II - Az kirlenmiş su**

- İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini
- Rekreatiyonel amaçlar
- Alabalık dışında balık üretimi
- Teknik Usuller Tebliği’nde verilen olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak
- Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar (Anonim, 2015).

**c) Sınıf III - Kirlenmiş su**

“Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir” (Anonim, 2015).

**d) Sınıf IV- Çok kirlenmiş su**

Yukarıda I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder”. Su kaynağından alınan numuneler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre (2.3.1)’de görülen her parametre grubu için (A, B, C, D) ayrı ayrı kalite sınıfı tespit edilir. Bir gruba ait en düşük kalite sınıfı o grubun sınıfını belirler” (Anonim ,2015).

## 2.4. Su Çerçeve Direktifi (SÇD 2000)

Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi, Avrupa Parlamentosunun suyun ticari bir ürün olmasından çok korunması gereken bir doğal kaynak olduğu düşüncesi ile 23 Ekim 2000 yılında kabul edilmiştir. Bu direktifin amacı en önemli doğal kaynağımız olan suyun korunması ve mevcut durumlarının iyileştirilmesini amaçlamaktadır. Direktifin çevresel hedefi 2015 yılına kadar AB sınırları dahilindeki tüm yer altı ve yer üstü su kaynaklarını “iyi durum” (good status) seviyesine ulaştırmaktır. Ülkemiz bu bağlamda 3 Ekim 2005 tarihinde başlayan katılım müzakereleri çevre faslında ele almakta ve üzerine düşen görevleri yerine getirme çabası içerisinde. Üye devletler SÇD’yi iç hukuka aktarmak ve uygulamak ile yükümlüdürler. Direktif ile birlikte hedeflenen noktalara ulaşmak için çeşitli yöntemler belirlenmiştir (Anonim, 2013a).

- Daha fazla bozunmayı engelleyecek düzeyde bir çevresel koruma
- İhtiyatlılık prensibinin uygulanması
- Etkin ve sürdürülebilir su kullanımının sağlanması
- İçme suyu kaynaklarının korunması
- Kazalara bağlı kirlilik etkilerinin azaltılması ve önlenmesi
- Kirliliğin kaynağa yok edilmesi ve kirliten öder prensibinin hayata geçirilmesi
- Suyun adil ücretlendirilmesi (Anonim, 2013a).

Direktifin 1. Maddesi içeriğinde direktifin amacını belirtmektedir. Su ekosistemi ve su gereksinimleri, mevcut su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğine ilişkin teşvikler, öncelikli maddelerin deşarjları ve emisyonlarının aşamalı olarak azaltılması, yer altı sularının kirlenmesinin önlenmesi gibi konular ele alınmıştır. SÇD’nin özellikle 3. Maddesi ve bunun yanında giriş kısmındaki 21, 23, 35. Maddelerinde direktifin su konusunda uluslararası iş birliği yapılması önemle vurgulanmıştır. SÇD’nin 4. Maddesi “çevresel hedefler” başlığını taşımaktadır. Bu bağlamda nehir havzası yönetim planlarında belirlenen önlem programlarının işler hale getirilmesi ile ilgili bilgilerin yanında, üye devletlerin, “bütün yer üstü ve yer altı su kaynaklarının bozulmasını önlemek için gerekli önlemleri uygulayacaktır” ifadesi yer almaktadır. 9. maddesi suyun adil ücretlendirilmesine ilişkindir (Anonim, 2013b).

## 2.5. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Çalışma alanımızın bulunduğu İl olan Rize, Türkiye’nin kuzeydoğusunda Karadeniz sahil konumdadır (Şekil 2.5.1). Batısında Trabzon doğusunda Artvin, Güneybatısında Bayburt, güneyinde Erzurum illeri bulunur. Türkiye ortalamalarına bakıldığında yıllık

yağış miktarının en fazla olduğu ildir. Fındıklı ilçesi yüz ölçümü 409 km<sup>2</sup> olmakla birlikte nüfusu 15.972' dir. Rize ilinin Artvin sınırını oluşturan ilçe şehir merkezine yaklaşık 60 km mesafededir.



Şekil.2.5.1. Rize ve İlçelerine Ait Harita (Anonim, 2019e)

İlçe Sümer, Çağlayan ve Artılı vadilerinden oluşmaktadır. Vadiler boyunca geniş otlaklar ve yaylalar mevcuttur (Anonim, 2019d).

Kaçkar dağlarının yüksek bölgelerine doğru gidildikçe 12 ay boyunca erimeyen kar sınırına ulaşılabilir. İklim bakımından Fındıklı ilçesi genel bir karakteristiğe sahip olmakla birlikte yılın yaklaşık 6 ayı kapalı, 4 ayı çok bulutlu geçmektedir. Yılın yarısına yakını yağışlı geçmektedir. En yüksek sıcaklık 30C°, en düşüğü ise -4C° civarındadır. İlçe 8 mahalle ve 22 köyden oluşmaktadır. (Anonim, 2019d).

### 2.5.1. Tarihi

11 Haziran 1947 tarihinde çıkarılan 5071 sayılı yasa ile Fındıklı bucak olmaktan çıkarılıp İlçe haline getirilmiştir. 27 Kasım 1953 yılında çıkan 6190 sayılı kanun ile Artvin ilinden alınıp Rize iline bağlanmıştır. Fındıklı'nın ilçe olmasında Mareşal Fevzi Çakmak tarafından ilçeye yapılan bir ziyaretin etkili olduğu rivayet edilmektedir. (Anonim, 2019d).

### 2.5.2. Turizm

Doğu Karadeniz'de turizm planlama çalışmaları 1990'lı yılların başlarında Kültür ve Turizm Bakanlığınca başlatılmış, her il için turizm envanteri ve turizmi geliştirme planları hazırlanmıştır. Bu bağlamda Doğu Karadeniz'deki şehirler için de kültür ve turizm

alışmaları yapıldı. Doğu Karadeniz valilikleri bölgeyi bir bütün olarak değerlendiren Turizm Master planı yaptırma kararı almışlardır. Doğu Karadeniz, Türkiye Turizm 2023 Stratejisi'nde biyolojik çeşitlilik ve doğal kaynaklar açısından oldukça zengin bir bölge olarak belirtilmiştir. Samsun'dan Hopa'ya kadar yayla turizminin geliştirilmesi ve alternatif turizm türleri ile birleştirilerek turistler için daha cazip hle getirilmesi önerilmiştir (Anonim, 2019f).

### **2.5.3. Flora Fauna**

"Rize İlinin Karasal ve İç Su Ekosistemleri Biyolojik eşitlilik Envanter ve İzleme İçi" Orman ve Su İşleri Bakanlığı Rize İli şube Müdürlüğünün koordinasyonunda gerçekleştirilmiştir. Proje Ağustos 2013'te başlamış olup, Kasım 2014 tarihinde tamamlanmıştır. alışmalar neticesinde 118 endemik, 1519 bitki, 600 tohumuz bitki türü, 61 memeli, 239 kuş, 16 balık, 23 sürüngen, 9 çift yaşamlı, 623 omurgasız hayvan türü tespit edilmiştir (Anonim, 2017).

Korunan alana statüsünde yer alan Arılı Vadisi, bitki türü çeşitliliği, doğal yapı ve bütünlüğünün korunması amacıyla Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'nun 18/02/2010 gün ve 2536 sayılı kararı ile 1. ve 3. derece doğal sit alanı ilan edilmiştir. (Anonim, 2017).

### **2.5.4. Jeolojik Yapı ve Toprak zellikleri**

Bölgeyi jeolojik olarak incelediğimizde, "bölgede Paleozoikten itibaren st Kretase'ye kadar karasal ortamın hakim olduğu görülmektedir. Bundan sonra ise, magmatizmanın hakim olduğu sığ denizel tortular, da olsa tümü st Kretase ve Tersiyer' de temsil edilmiştir" (Anonim, 2019g). Doğu Karadeniz bölgesi volkanik bir arktan oluşmuştur. "Bunu oluşturan volkanizma, st Kretase'de önemli faaliyet göstermiş ve geniş alanları kaplamıştır. Trabzon'dan Hopa'ya kadar olan bu yay içindeki st Kretase'de jeolojik kesit olarak dasit, bazalt ve tortul birimlerin ardalanması görülür. Bu ardalanmada bazalt hakim, dasit yaygın ve tortullar da sınırlı olarak bulunmaktadır. Birbiri zerine uyumlu olarak gelen bu birimler her kesitte bulunmayabilir. Özellikle, tortul birimler lokal olarak görülür. Bu bölgedeki tortullar tfitleride içerdiğinden, genellikle "volkano-tortul" olarak adlandırılırlar" (Anonim, 2019g).

### 2.5.5. İklim Yapısı

“Rize’de yazları serin, kışları ılıman ve her mevsimi yağışlı bir iklim görülür. Elli yıl boyunca yapılan rasat sonuçlarına göre Rize’nin yıllık sıcaklık ortalaması 14°C’yi biraz geçer. Bu süre içinde kaydedilen en düşük sıcaklık -7°C olup 23 Mart 1962’de, en yüksek sıcaklık ise 38.2°C olup 21 Mayıs 1980’de kaydedilmiştir. En soğuk ay olan ocak ayının sıcaklık ortalaması 6.7°C; en sıcak ay olan Temmuz ayının sıcaklık ortalaması ise 22.2°C’dir. Ocak minimumunun -5.6°C, Temmuz maximumun 32.5°C olduğu Rize’de yıllık sıcaklık amplitüdü (salınımı) 25.8°C’dir.

### 2.5.6. Çalışma Alanındaki İnsan Aktiviteleri

Çalışma bölgesi Rize ili Fındıklı ilçesi üzerindeki Arılı Deresidir. Dere yatağında çıkış noktasından itibaren denize döküldüğü noktaya kadar birçok köy ve yerleşim bölgesi bulunmaktadır. Bu yerleşim bölgelerinin evsel atık deşarj noktası da Arılı Deresi ve kollarıdır. Arılı Deresi denize dökülme noktasına kadar irili ufaklı birçok yan kol ile beslenmektedir. Bunların en büyükleri Meyvalı Deresi ve Manaster Deresidir. Bu derelerin çıkış noktaları farklı olduğu için fiziksel ve kimyasal olarak farklı karakteristik yapılar göstermektedir. Dolayısıyla kolların birleşim noktalarından itibaren Arılı Deresinin karakteristik yapısı da değişmektedir. Köy ve yerleşim noktalarındaki evsel atıkların bertaraf yönteminin son yıllara kadar dere yatağına deşarj şeklinde olması kirlilik yükünü arttırmaktaydı.

Yasalarla alınan tedbirler ve caydırıcı cezalar insanları tedbir almasına sebep olmuştur fakat yüksek köylerde kontrolün daha az sıklıkta olması ve insanların bu konuya duyarlılığının hassas olmaması sebebi ile tam anlamıyla kontrol altına alınmış değildir. Bunun yanı sıra köylerde yaşayan insanların geçim kaynakları çiftçilik üzerinden sağlanması sebebiyle yaz aylarında köy nüfusu hızla artmakta ve evsel atık yükü de doğru orantılı olarak yükselmektedir. Alınan önlemler sayesinde evsel atıklar çukurlarda biriktirilmektedir fakat bölgenin çok fazla yağış alması ve toprak yapısının su tutma eğilimi göstermemesi sebebiyle çukurlar da biriken atıklar dolaylı olarak yağmur suları ile derelere ulaşmaktadır. Bunun yanı sıra çay çiftçilerinin kullandığı azotlu gübreler bilinçsiz olarak aşırı miktarlarda kullanılmakta ve yağmur suları ile derelere akmaktadır. Dere yatağı üzerinde herhangi bir fabrikasyon deşarj noktası yoktur sadece bir adet çay fabrikası vardır fakat çay fabrikaları teknik ve yapısal olarak sıvı atık bırakmamaktadır. Bunun yanında dere yatağı üzerinde irili ufaklı alabalık çiftlikleri bulunmaktadır. Bir diğer önemli

etken ise dere yatağı üzerinde kurulması planlanan fakat açılan yürütmeyi durdurma kararı ile durdurulan ve bölgenin sit alanı ilan edilmesi ile ertelenen hidroelektrik santral (HES) projeleridir. Bu projeler dahilinde yapılan dere yatağı ıslah çalışmaları dere kenarı vejetasyonu ile akarsuyu birbirinden ayırmakta ve ekosisteme zarar verebilmektedir. Aynı zamanda iş makinalarının dere yatağını değiştirmesi, zemini kazımaları, dere kenarına inşa edilecek setler için açılan çukurlar gibi sebeplerle günlerce bulanık akmaktadır. İnşaat sürecinde dere suyu ile karışan betonarme suları da olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Şayet Arılı vadisinde HES projelerinin durdurma kararı kalkar ve devam eder ise önüne geçilemeyecek zararların oluşacağı bilinmektedir. İşletmeye alınan HES projelerinde yaşanan üzücü ekolojik sorunlar örnek teşkil etse de hala farklı bölgelerde Nehir Tipi Hes projeleri yapılmaya devam etmektedir.

#### 2.5.7. Tarım, Sanayi, Hayvancılık ve Yetiştiricilik

Çalışma bölgesinde yaşamlarını sürdüren insanların başlıca geçim kaynaklarını çay ve fındık tarımı oluşturmaktadır. Bunun yanında arıcılık, su ürünleri ve hayvancılık faaliyetleri de gösterilmektedir.

İlçede yaklaşık 2500 çiftçi ailesi tarımsal gelir ekonomik refahı sağlamada yeterli olmadığından çalışır nüfusun büyük bir çoğunluğu işçi, memur ve esnaf gibi tarım dışı alanlarda çalışmaktadır.

**Çizelge 2.5.8.1. Rize İlinde 2017 Yılı Tarım Arazilerinin Kullanımı (Anonim, 2017)**

| Ürünler            | Alan (ha)     | Üretim (ton)   |
|--------------------|---------------|----------------|
| Çay (Yaş Yaprak)   | 49.932        | 859.356        |
| Fındık             | 2.539         | 881            |
| Kivi               | 393           | 5.554          |
| Diğer Meyveler     | 81            | 6.333          |
| Tarla Ürünleri     | 341           | 561            |
| Sebze              | 292           | 1.288          |
| <b>Toplam Alan</b> | <b>53.548</b> | <b>873.973</b> |

#### 2.5.8. Akarsu ve Göller

İlimizin en önemli akarsu kaynakları İyidere, Taşlıdere, Büyükdere, Yeşildere (Arılı), Fırtına Deresi, Abu Çağlayan Deresi ve Ortaköy Deresi'dir. "Yerüstü suyunu oluşturan bu akarsular ve diğer küçük akarsuların il çıkışı toplam ortalama akımları 5.310 hm<sup>3</sup>/yıl'dır" (Anonim, 2017).

**Çizelge 2.5.9.1.** Rize İlinin Başlıca Akarsu Kaynakları (Anonim, 2017).

| Akarsu İsmi        | Yüzey Alanı (ha) | Debi (hm <sup>3</sup> /yıl) |
|--------------------|------------------|-----------------------------|
| İyidere            | 160              | 1.124                       |
| Taşlıdere          | 100              | 700                         |
| Büyükdere          | 50               | 450                         |
| Ortaköy Deresi     | 75               | 227                         |
| Fırtına Deresi     | 275              | 1.460                       |
| Abuçağlayan Deresi | 100              | 323                         |
| Yeşildere          | 70               | 369                         |
| Diğerleri          | 150              | 657                         |
| <b>Toplam</b>      | <b>980</b>       | <b>5.310</b>                |

İlimizin en önemli gölleri, Büyükdeniz, Göleteği, Sarıncaf, Balıklı, Çınacar, Sefkar, Kapılı, Suluk ve Anbar Gölü'dür. Toplam yüzey alanları 224 ha'dır. İlimizde içme ve sulama amaçlı dizayn edilen baraj bulunmamaktadır (Anonim, 2017).

**Çizelge 2.5.9.2.** Rize İlindeki Başlıca Göletler (Anonim, 2017)

| Göletin Adı     | Yüzey Alanı (ha) |
|-----------------|------------------|
| Büyükdeniz Gölü | 7                |
| Göleteği Gölü   | 7                |
| Sarıncaf Gölü   | 6                |
| Balıklı Gölü    | 7                |
| Çınacar Gölleri | 11               |
| Sefkar Gölleri  | 8                |
| Kapılı Gölleri  | 13               |
| Suluk Gölü      | 7                |
| Anbar Gölü      | 8                |
| Diğerleri       | 150              |
| <b>Toplam</b>   | <b>224</b>       |

### 2.5.9. Dere Islahı ve HES Çalışmaları

Nehir tipi santral mevcut su kaynağının akarsu yatağından alınarak, yükseklik kazandırılacak uzaklıkta, belli bir kottan su hızlandırılarak türbinlere çarptırılması yoluyla elektrik üreten tesislerdir diyebiliriz. Bu durumdan faydalanarak suyun potansiyel enerjisi, kinetik enerjisine ve kinetik enerjisi de elektrik enerjisine dönüştürülür.

Bir nehir tipi santral projesi, regülatör, iletim hattı, yükleme havuzu, cebri borular ve santraller olmak üzere beş ana yapıdan meydana gelmektedir. Ülkemizde ve Dünyada uygulanan iki tür Nehir tipi santral projesi vardır bunlar (Anonim, 2019k);

- Hidroelektrik santralin regülatöre bitişik olduğu tip.
- Hidroelektrik santralin regülatörden belirli bir mesafede olduğu tip.

Santralin regülatöre bitişik olduğu tip santrallerde akarsuyun debisi ile orantılı olarak enerji üretilir. Doğal dengeyi bozacak herhangi bir müdahale yapılmadığı için ekosisteme etkisi sadece inşaat süresi boyunca sınırlı kalacaktır. Alınan standart önlemler sayesinde bu etki minimuma indirgenebilir. İşletme aşamasında prosedürlere uyulduğu takdirde ekosisteme ve suyun kalitesindeki değişime yok denecek kadar az etkisi olmaktadır (Anonim, 2019k)

Hidroelektrik santrallerin regülatörden belirli bir mesafede olduğu durumda ise; Regülatör yapısından debi kanal veya bir tünel yardımı ile yükleme havuzuna aktarılır ve buradan yükseklik kazandırılan su cebri boru yardımı ile santrale ulaştırılır. Kazandırılan yükseklik enerji verimini arttırmakta ve HES'lerin yapılacağı bölgenin doğal yapısına bağlı olarak değişmektedir. Doğu Karadeniz bölgesi coğrafi yapısı nedeniyle bu tip HES'ler için çok uygun bir arazi yapısına sahiptir. Bu nedenle hem verim elde edilmesi açısından hem de coğrafi yapının uygunluğu göz önüne alınarak bu sistemler tercih edilmektedir.

Ekolojik dengeye verilen zararın büyük bir kısmının proje eksiklikleri ve yanlış uygulamalardan kaynaklandığı son zamanlarda yapılan çalışmalarla da ortaya konulmaktadır. HES yapılarının inşaat aşamasının başlamasıyla birlikte ilk yapılacak olan ünite regülatör yapısıdır. Bu yapı ile birlikte suyun önü kesilerek akarsu ortamı durgun su ortamına dönüşmektedir. Bu durum suyun fiziko-kimyasal özelliklerini değiştirerek kalitesini düşürmekte ve bölgede yaşayan sucul canlıların uyum sağladıkları ortam şartlarının bozulmasına neden olmaktadır. Burada su kalitesi ile ilgili olarak dikkat edilmesi gereken bir konu da yüksek basınç altında cebri borulara verilen su da gaz çözünürlüğünün artmasıdır. Kuyruk suyu sonrasında dinlendirme yapılmadığı için sucul fauna direkt olarak etkilenmektedir (Aksungur ve ark., 2011). Aynı zamanda inşaat aşamasında beton katkı maddelerinin akarsu yatağına bırakılması ve hafriyatın gelişi güzel bırakılması kaliteyi olumsuz etkileyecektir. İnşaat süresi boyunca suyun uzun süre bulanık akması da diğer bir olumsuz etkidir. Aynı zamanda debinin azalması ile birlikte su sıcaklığındaki artış ötrofikasyona sebep olmaktadır.

Su kalitesini etkileyebilecek bir diğer önemli etken ise can suyu problemidir. Nehir tipi HES sisteminin kurulacağı dere veya nehir yatağının su kapasitesinin belirlenmesi ve bu suyun ne kadarının kullanılacağı önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dere veya nehir yaşamının sürdürülebilmesi amacı ile kapasitenin bir kısmı yatağa bırakılmaktadır. Fakat yatağa bırakılacak olan suyun miktarının belirlenmesi çok hassas araştırmalar sonucu oluşmakta ve çeşitli kriterlere göre belirlenmektedir. Deredeki suyun debisi ve akış rejimi,

bölge insanı tarafından kullanım durumu, dere kenarı vejetasyonu, sucul canlılar ve yaban hayatı gibi birçok farklı faktör için toplanmış olan uzun süreli çalışmaların sonuçlarına dayandırılmalıdır (Özalp ve ark., 2010).

“Su kullanım hakkı anlaşması yönetmeliğine göre; “ doğal hayatın döngüsünü aksatmayacak şekilde akarsu ortamına bırakılacak su miktarı proje bazında alınan son on yıllık akarsu akış miktarının %10’u olarak belirlenmiştir (Anonim, 2012). Bu ibare ile birlikte doğal ortama bırakılacak su miktarı rakamsal olarak ifade edilmiştir. Fakat son 10 yıllık ortalama dışında hangi ölçümlere dayanarak belirleneceği konusunda herhangi bir bilgi yoktur.

Çalışma alanımız olan Arılı Deresi üzerinde Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Süreçleri tamamlanan ve ÇED süreçleri devam eden farklı büyüklükte birçok HES projesi planlanmaktadır. Aynı zamanda vadi boyunca DSİ Genel Müdürlüğü bünyesinde yürütülen çeşitli tür ve ebatlarda dere ıslahı projeleri bulunmaktadır. Rize İlinde faal olarak işletilen HES projeleri bulunmaktadır. HES projelerinin akarsu ortamlarında oluşturdukları tahribata ilişkin birçok akademik çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda yetersiz can suyu uygulaması nedeniyle habitat kayıplarının olduğu, omurgalı ve omurgasız fauna ve sucul vejetasyonların olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. (Zengin ve ark., 2017). Yaz aylarında artan su sıcaklığı ve düşüşe geçen su debisi nedeni ile kuyruk suyu deşarj noktası ve mansap arasındaki lokalitelerde algal kolonizasyonların olduğu, oluşan bu negatif etkilerin su akış rejimini ve suyun kalitesini bozarak bölgedeki balık popülasyonlarının hızla azalmasına neden olmuştur. (Zengin ve ark., 2017).

## **2.6. Kirliliğe Sebep Olan Faktörler**

“Yaşamsal aktivitelerinin devamlılığını sağlamak amacıyla hidrolojik döngüden ihtiyaç duyulan suyun alınıp kullandıktan sonra bu suyun tekrar hidrolojik döngüye bırakılma süreci ile kirlenme başlamaktadır. Su süreç sırasında suya karışan maddeler suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirebilmektedir. Kısaca su kirliliği denildiğinde sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve kullanımı kısıtlayan ya da tamamen engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri olarak tanımlayabiliriz. Bu olumsuz değişime temel olarak evsel ve endüstriyel atıklar kaynak olarak gösterilebilir bunun yanında tarımda üretimi artırma ve koruma amacıyla kullanılan tarımsal ilaçlar ve gübreler de etken olarak bilinmektedir” (Kocataş, 2008). Bu ana etkenlerin sebep olduğu birçok kirlilik çeşidi mevcuttur. Bunlar genel olarak;

- Organik Maddeler
- Besleyici Tuzlar ve Diğer Organik Maddeler
- Mikroorganizmalar
- Ağır Metaller
- 

### **2.6.1. Organik Maddeler**

“Evsel atıkların alıcı ortamlara verilmesi ile birlikte mevcut ortamdaki organik madde yükü artmaktadır. Alıcı ortamdaki bakteri popülasyonu ortamdaki organik maddeleri ayrıştırmaya başlamasıyla süreç işlemeye başlamaktadır. Organik madde girişinin sağlanmasından itibaren bakteriler ilk olarak oksijenli (aerobik) koşullarda ayrıştırma işlemine başlamaktadırlar. Alıcı ortamdaki oksijen miktarı azalmadığı ve bakterilerin yeteri kadar oksijen sağlayabildiği süre içerisinde ayrıştırma işlemi sonrası ortaya çıkan bakteri atıkları çevresel açıdan herhangi bir sorun oluşturmamaktadır. Fakat oksijenin bittiği durumlarda bakteriler oksijensiz solunuma başlamakta ve bu biyokimyasal reaksiyonun sonucunda ortaya çıkan amonyak, metan ve hidrojen sülfür gibi atık ürünler kirliliğe sebep olmaktadır. Kısaca göl, nehir gibi alıcı ortamlara verilen organik madde yükü alıcı ortamdaki biyolojik oksijen ihtiyacını arttırmakta fakat çözünmüş oksijen miktarını düşürmektedir. Bu durum çevresel felaketlere sebep olabilmektedir. Ülkemizde bu duruma en güzel örnek Haliç ve İzmir körfezi olarak gösterilebilir” (Kocataş, 2008).

### **2.6.2. Besleyici Tuzlar ve Diğer Organik Maddeler**

Evsel atıklar, endüstriyel atıklar, tarımsal ilaç ve gübreler alıcı ortamlara gereksiniminden daha fazla besleyici madde girmesine sebep olmaktadır. Bu durum alıcı ortamdaki bitki popülasyonunun aşırı çoğalmasına sebep olabilmektedir. Özellikle belirli alg türleri bu tür durumlarda aşırı çoğalarak ötrofikasyon’a sebep olmaktadır (Kocataş, 2008).

Çalışma alanımız olan Arılı Deresi, akarsu yatağı boyunca çay tarımı yapılan araziler ile çevrili olması nedeniyle tarımsal gübre kullanımının direkt etkisi altında kalmaktadır. Yılın belirli dönemlerinde Çizelge 2.6.2.1.’de de gösterildiği gibi azot, fosfor ve potasyum bazlı tarımsal gübreler kullanılmakta ve bu gübreler yağmur suları ile akarsu yatağına taşınmaktadır.

**Çizelge 2.6.2.1** Yıllık Gübre Tüketim Miktarları (Anonim, 2017)

| Gübre Çeşidi    | Gübre Miktarı (ton) | Toplam Alan (ha) |
|-----------------|---------------------|------------------|
| <b>Azot</b>     | 13.768              |                  |
| <b>Fosfor</b>   | 2.859               |                  |
| <b>Potasyum</b> | 5.527               |                  |
| <b>Toplam</b>   | <b>22.154</b>       | <b>53.548</b>    |

### 2.6.3. Mikroorganizmalar

Evsel atıklarda özellikle insan ve hayvan dışkılarında birçok farklı bakteri ve virüs bulunmaktadır. Bunların bir bölümü hastalık yapıcı mikroorganizmalar olması sebebiyle alıcı ortamların sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Patojenik mikroorganizmalar en önemli kirleticilerden biri olmakla birlikte sorunlu endüstriyel yerleşim, aşırı gübreleme gibi etkenlerle günden güne artmakta ve büyük sorunlara sebep olmaktadır (Kocataş , 2008).

### 2.6.4. Ağır Metaller

Kimyasal su kirliliğinin en tehlikeli boyutunu ağır metal birikimi oluşturur. “İz metalle eş anlamlı olarak kullanılan ağır metal terimi esansiyel olan ve olmayan iz metalleri kapsar. Yani, kimyasal olarak; elektron verip + değerlikli iyon olabilen, asitlerde bulunan H iyonlarıyla yer değiştirebilen, ametallerle bileşik oluşturabilen fakat kendi aralarında oluşturamayan, oksitleri bazik olan, fiziksel olarak ise; civa hariç normal şartlarda katı olan, ısı ve elektriği iyi ileten, levha ve tel haline gelebilen ve metalik bir renk ve parlaklığa sahip olan bütün maddeler ağır metal olarak tanımlanmaktadır” (Sönmez ve ark., 2012). Eser miktarlarda dahi toksik etki gösterebilen ağır metallere örnek olarak Cu, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Zn gösterilebilir.

## 2.7. Literatür Özeti

İyidere (Trabzon)’nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada parametrelerin ortalama değerleri, su sıcaklığı 7.20°C, pH 7.50, çözünmüş oksijen 11.10 mg/L, elektriksel iletkenlik 57.60 µS/cm, nitrit 0.007 mg/L ve amonyum 0.008 mg/L olarak tespit edilmiş ve su kirliliği açısından önemli bir problemin

bulunmadığı ve İyidere sularının 1. sınıf su kalite standartlarına sahip olduğu bildirilmiştir (Verep ve ark., 2005).

Fırtına Deresi'nde yapılan çalışmada derenin fiziko-kimyasal parametre değerleri; su sıcaklığı  $10.53 \pm 0.40^{\circ}\text{C}$ , pH  $7.16 \pm 0.01$ , çözünmüş oksijen  $10.71 \pm 0.11 \text{ mg/L}$ , elektriksel iletkenlik  $54.77 \pm 1.04 \text{ }\mu\text{S/cm}$ , nitrit  $0.0012 \pm 0.0001 \text{ mg/L}$ , nitrat  $1.36 \pm 0.087 \text{ mg/L}$  ve amonyum  $0.0048 \pm 0.0002 \text{ mg/L}$  olarak belirlenmiştir. Fırtına Deresi'nde yapılan bu çalışmada; dere sularının sadece dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil), hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar için kullanılabilir bir su kaynağı olması yanında balık yetiştiriciliği açısından bazı mineral tuzların eksik olduğu fakat uygun yem kullanılarak bu sorunun üstesinden gelinebileceği ve verimli bir üretim yapılabileceği belirtilmiştir (Gedik ve ark., 2010).

Trabzon il sınırlarını kapsayan çalışma alanında çeşitli derelerde (Akhisar, Foldere, İskefiye, Kalanima, Sera, Beşirli, Değirmendere, İkisu, Yomra, Yanbolu, Karadere, Manahoz, Solaklı ve Baltacı Dereleri) su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada (Gültekin ve ark., 2012) su sıcaklığı değerlerinin  $2.1-21.4^{\circ}\text{C}$  arasında, pH değerlerinin  $6.9-9.9$  arasında, çözünmüş oksijen değerlerinin  $8.1-11.4 \text{ mg/L}$  arasında, elektriksel iletkenlik değerlerinin  $28-450 \text{ }\mu\text{S/cm}$  arasında, nitrit değerlerinin  $0.01-0.25 \text{ mg/L}$  arasında, nitrat değerlerinin  $0.1-4.7 \text{ mg/L}$  arasında ve amonyum değerlerinin ise  $0-15.5 \text{ mg/L}$  arasında değiştiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada, inceleme alanındaki tüm suların, içerdikleri parametreler açısından kıta içi su kalite kriterlerine göre; yüksek kaliteli, az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş sular sınıflarında oldukları belirtilmiştir.

Sivas İli Hafik İlçesi Düzyayla ile Karlı Köyleri arasında bulunan Sakar Dağından çıkan Düzyayla, Bayıraltı ve Düğer köyünün birkaç mezrasının da su ihtiyacını karşılayan Horohon Deresi'nin su kalitesi özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada (Mutlu ve ark., 2013) su sıcaklığının mevsimsel ortalamaları Kış  $7.47^{\circ}\text{C}$ , İlkbahar  $9.07^{\circ}\text{C}$ , Yaz  $14^{\circ}\text{C}$  ve Sonbahar  $14.17^{\circ}\text{C}$  olup yıllık ortalama  $11.17^{\circ}\text{C}$  olarak tespit edildiğini, Çözünmüş oksijen miktarının mevsimle ortalamalarının kış  $13.49 \text{ mg/L}$ , ilkbahar  $12.60 \text{ mg/L}$ , Yaz  $8.76 \text{ mg/L}$  ve Sonbahar  $10.08 \text{ mg/L}$  olarak tespit edildiği, ortalama elektrik iletkenliğinin ortalama elektriksel iletkenlik değeri (E.İ.) 200 olarak tespit edildiğini, mevsimsel pH değeri ortalamalarının Kış  $8.14$ , İlkbahar  $8.26$ , Yaz  $8.39$  ve Sonbahar  $8.30$  olarak tespit edildiğini, Nitrit değerinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla; ilkbahar  $0.001 \text{ mg/L}$ , yaz  $0.0063 \text{ mg/L}$  ve sonbahar  $0.006 \text{ mg/L}$  olarak belirlendiği, nitrat değerinin yıllık ortalaması  $1.76 \text{ mg/L}$  olarak belirlendiğini, Amonyum azotu ( $\text{NH}_4$ ) değerinin ise yıllık ortalamasının  $0.0129 \text{ mg/L}$  olarak tespit edildiğini bildirilmişlerdir. Horohon deresi Su Kirliliği Kontrol

Yönetmeliği kapsamında değerlendirildiğinde mevcut durumda su kalitesi bakımından iyi durumda olduğu fakat kirlilik baskısı altında olduğunu belirtmişlerdir. Karagöl, Sivas İli Hafik ilçesi Çimenyenice köyü ile Zara ilçesi Bulakbaşı köyleri arasında bulunan küçük bir göldür. Göl 1300 m rakımında 5-6 ha büyüklüğünde ortalama 4-5 m derinliktedir. (Mutlu ve ark., 2013) tarafından yapılan çalışmada Karagöl (Hafik-Sivas)'ün su kalitesi özelliklerini belirlenmiştir. Mevsimsel olarak hesaplanan sıcaklık ortalamaları kış 8.57, ilkbahar 8.78, yaz 8.90 ve sonbahar 8.80 olarak tespit edildiği, çözülmüş oksijen miktarları; kış 11.16 mg/L, ilkbahar 10.27 mg/L, yaz 7.73 mg/L ve sonbahar 7.69 mg/L olarak tespit edildiği, elektriksel İletkenlik ortalamalarının kış 123.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ilkbahar 179.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , yaz 275.33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve sonbahar 253.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edildiği, Nitrit seviyeleri ortalaması; kış 0.001 mg/L, ilkbahar 0.002 mg/L, yaz 0.005 mg/L ve sonbahar 0.004 mg/L olarak tespit edildiğini, Nitrat değerlerinin mevsimsel ortalamaları kış 0.48 mg/L, ilkbahar 5.96 mg/L, yaz 2017 mg/L ve sonbahar 1.62 mg/L olarak tespit edildiği, Amonyum Azotu ( $\text{NH}_4^+$ )'nun yıllık ortalama 0.28 mg/L olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Bu kapsamda yapılan değerlendirmede Karagöl Gölü Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği (SKKY)'deki kıta içi su kaynaklarının sınıflandırmasına göre I ve III sınıf su kalitesinde bulunduğu bildirilmiştir. Antalya ilinde yer alan Kargı Çayı'nda (Zeybek ve Kalyoncu, 2016) tarafından yapılan çalışmada, Kargı çayının fiziko-kimyasal özellikleri değerlendirilmiş ve su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Temmuz 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında, belirlenen yedi istasyondan su örnekleri mevsimsel aralıklarla alınarak incelenmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklığı 12.57 (1.ist.) ile 18.77°C (7.ist.), çözülmüş oksijen 7.19-8.98 mg/L, iletkenlik değerleri 346.95-599.12  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH 7.87-8.26 arasında ölçüldüğü bildirilmiştir. Yapılan ölçümlerde amonyum azotu ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), nitrit azotu ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) ve orto-fosfat fosforu ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) iyonlarının ölçüm değerleri analiz limitlerinin altında ( $\text{NH}_4\text{-N}$  ve  $\text{PO}_4\text{-P}$  iyonları için) kaldığı bildirilmiştir. SKKY (2004)'ne göre, yaz mevsiminde ilk 6 istasyon tüm parametrelere göre I. kalite sınıfında, 7. istasyon ise pH'a göre IV., diğer parametrelere göre I.; sonbahar mevsiminde 7. istasyon çözülmüş oksijen ve klorür iyonu değerlerine göre II., diğer parametrelere göre I. kalite sınıfında; kış mevsiminde tüm istasyonlar ölçülen parametrelerin tamamına göre I. kalite sınıfında, ilkbahar mevsiminde 7. istasyon klorür iyonu değerlerine göre II., diğer parametrelere göre I., ilk altı istasyon ise tüm parametrelere göre I. kalite sınıfında tespit edildiği bildirilmiştir. Kargı Çayı çevresinde yer alan bazı alabalık çiftlikleri ve yerleşim birimlerine rağmen yoğun bir kirlenici tehdidi altında olmadığı fakat Akarsu genel olarak yüksek ya da az kirlenmiş su niteliğine sahip olduğu bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL YÖNTEM

Bu çalışmada Arılı Deresi vadisindeki yerleşim noktalarının etki etmediği 570 m rakımlı Yaylacılar 1 istasyonundan başlanarak deniz seviyesine kadar olan 25 km uzunluğundaki akarsu gövdesinde belirlenen 7 istasyondan aylık olarak su numuneleri alınmıştır. İstasyonlardan numune alımı sırasında pH, iletkenlik, oksijen miktarı, oksijen doygunluğu, sıcaklık gibi bazı fiziksel parametreler YSI Professional Plus Cihazı ile Alkalinite, Alüminyum, Klorür, Bakır, Florür, Demir, Nikel, Potasyum, Sülfat, Çinko, Silis, Siyanür değerleri YSI 9500 Fotometre cihazı ile yerinde tespit edilmiştir. İstasyonlarda alınacak örneklerin o noktadaki su niteliğini tanıtır olması, yerleşim alanlarına yakın oluşu, toplam kirliliği belirlemesi göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma süresince sahada alınan fiziksel parametrelerin dışında diğer kimyasal parametrelerin fotometrik analizleri YSI 9500 fotometre cihazı ile yapılmıştır. Kimyasal analizlerden Amonyum ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ), (mg/L), Nitrit ( $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ), (mg/L), Nitrat ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ) (mg/L), analizleri ise Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Kimya laboratuvarında yapılmıştır. Tespit edilen parametreler su kirliliği mevzuatında bildirilen su kalitesi standartlarına göre değerlendirilmiş ve su kalitesi tespit edilmiştir.

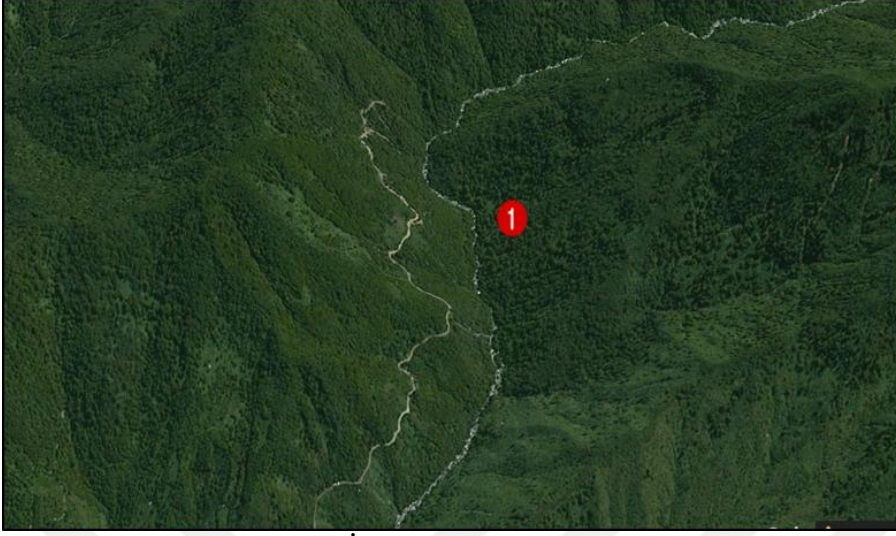
#### 3.1. Örneklem Noktalarının Seçilmesi ve Tanıtımı

Örneklem noktaları Rize ili Fındıklı İlçesi Arılı Vadisi (Arılı deresi) üzerinden başlayarak denize dökülen noktaya kadar 25 km'lik akarsu yatağı boyunca belirlenen yedi adet istasyondan alınmıştır. İstasyonlar ileride yapılması planlanan Arılı Deresi HES projesi dikkate alınarak belirlenmiştir. Aynı zamanda yerleşim birimleri ve arılı vadisini besleyen Meyvalı Deresi, Manaster Deresi gibi ek kaynaklar da istasyonların belirlenmesinde dikkate alınmıştır.

##### 3.1.1. Yaylacılar 1 İstasyonu

Koordinatları  $41^\circ 09' 41.26''$  K,  $41^\circ 13' 21.48''$  D olan Yaylacılar 1 istasyonunun kot' u 570 m'dir. Aynı zamanda HES projesi ile 560 m kot'un da kurulması planlanan regülatör yapısının yaklaşık olarak 100 m yukarıdadır. İki tarafı dik yamaçlarla kapalıdır. Akarsuyun kaynağı 3.900 m rakımdaki 3 göller bölgesidir ve istasyon noktasına kadar herhangi farklı bir kaynak karışmamaktadır. İstasyon noktasında ve yakın çevresinde hiçbir yerleşim kaynağı veya tarım amaçlı kullanılan alanlar bulunmamaktadır. Bu istasyonun

belirlenmesindeki amaç herhangi bir kirlenici kaynağına maruz kalmayan akarsudaki durum tespitidir. Bu özellikleri ile Yaylacılar 1 istasyonu referans bir nokta konumundadır.



**Şekil 3.1.1.1.** Yaylacılar 1 İstasyonu Uydu Görüntüsü (Google Earth, 2019)

### **3.1.2. Yaylacılar 2 İstasyonu**

Koordinatları  $41^{\circ} 10' 53.50''$  K,  $41^{\circ} 12' 14.07''$  D olan Yaylacılar 2 istasyonunun kot'u 420 m'dir. bu istasyon bölgede kurulması planlanan HES projesinin santral binası ve santralden çıkan suyun akarsu yatağına tekrar bırakılacağı noktadır. Etrafı dik yamaçlarla çevrili olması ile birlikte Arılı deresine bu noktaya kadar herhangi bir yan koldan farklı bir su kaynağı karışmamaktadır. Aynı zamanda bu nokta yaylacılar köyü yerleşim biriminin çıkış konumunda olması sebebiyle evsel nitelikli atıklarının deşarj konumu durumundadır.



**Şekil 3.1.2.1.** Yaylacılar 2 İstasyonu Uydu Görüntüsü (Google Earth, 2019).

### 3.1.3. Gürsu İstasyonu

Koordinatları  $41^{\circ} 11' 10.83''$  K,  $41^{\circ} 11' 51.97''$  D olan Gürsu köyü istasyonunun kot'u 290 m'dir. Gürsu köyü ve yukarısındaki küçük yerleşim birimlerinin çıkış noktasıdır. Etrafı tarım arazileri ile çevrilidir. Bu arazilerde çay, kivi ve fındık üretimi yapılmaktadır. Üreticiler herhangi bir kimyasal ilaç kullanmasa da verimi arttırmak amaçlı çeşitli azotlu gübreler kullanmaktadır. Bu nedenle bu tip gübrelerin etkileşim noktalarından birisidir.



Şekil 3.1.3.1. Gürsu İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü (Google Earth, 2019).

### 3.1.4. Arılı İstasyonu

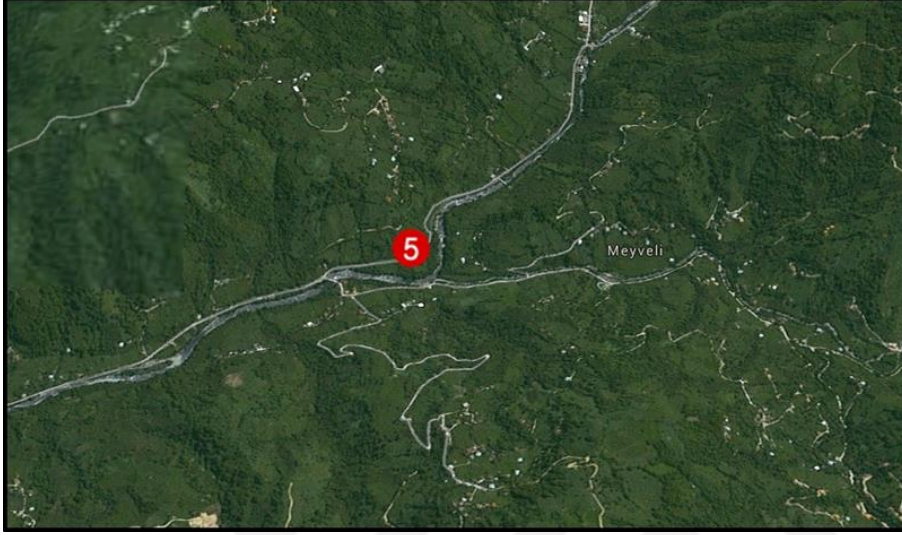
Arılı istasyonu Şekil 3.1.4.1'de görülmektedir.  $41^{\circ} 11' 38.96''$  K,  $41^{\circ} 11' 41.76''$  D koordinatlarında kot'u 148 m olan vadi üzerindeki nüfus yoğunluğu en yüksek köylerden birinin çıkış noktası olarak belirlenmiştir. Köyde ağırlıklı olarak çay tarımı yapılmaktadır.



Şekil 3.1.4.1. Arılı İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü (Google Earth, 2019).

### 3.1.5. Meyvalı İstasyonu

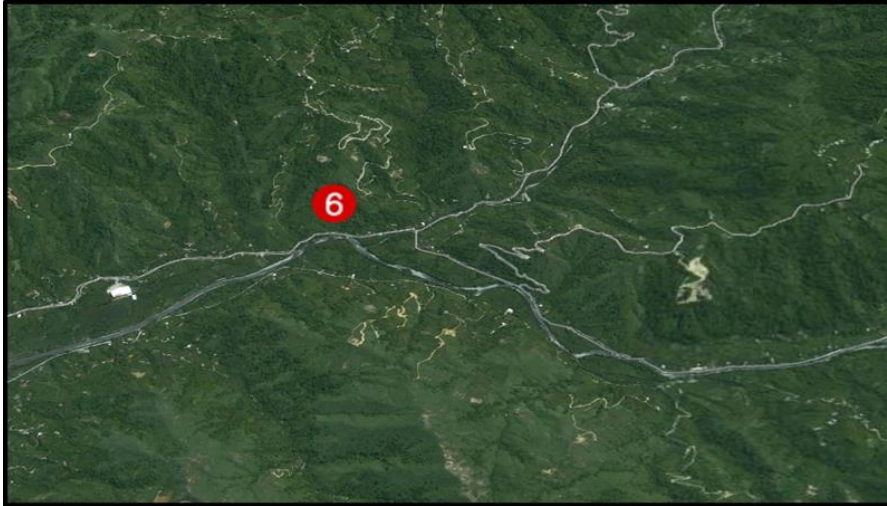
Meyvalı istasyonu koordinatları  $41^{\circ} 12' 25.39''$  K,  $41^{\circ} 10' 29.13''$  D olup kotu 170 m dir. İstasyonun en önemli özelliği Arılı deresini destekleyen debisi en yüksek dere olan meyvalı deresi ile birleşme noktası olmasıdır.



Şekil 3.1.5.1. Meyvalı İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü (Google Earth, 2019).

### 3.1.6. Manaster İstasyonu

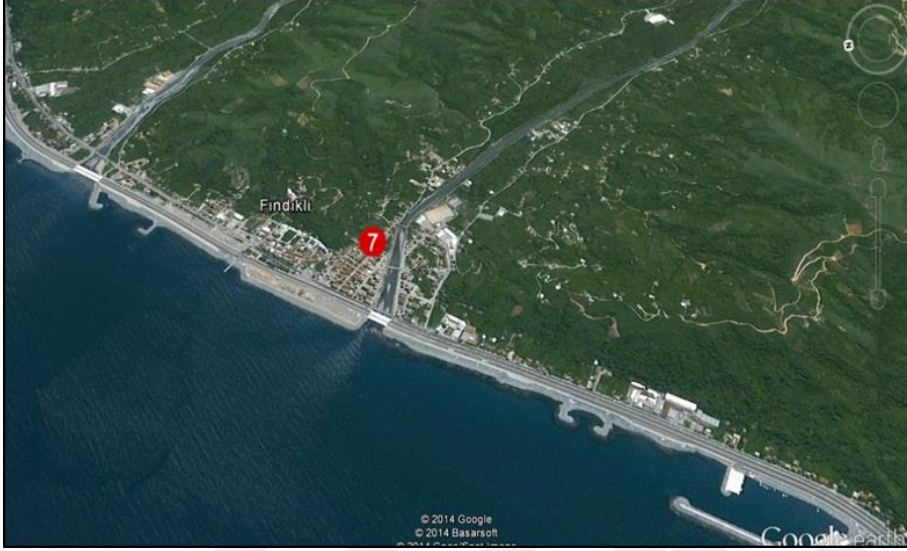
Manaster istasyonu Arılı Deresi ile Manaster deresinin karıştığı noktadadır. Koordinatları  $41^{\circ} 13' 34.03''$  K,  $41^{\circ} 08' 59.51''$  D dur. Kot'u 40 m'dir. Manaster Deresinin Arılı Deresine olabilecek Fiziko-Kimyasal etkilerini tespit edebilmek ve Manaster Deresinin Arılı Deresine Karışmadan önceki istasyonlarla karşılaştırmasını yapabilmek adına bu istasyon belirlenmiştir.



Şekil 3.1.6.1. Manaster İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü (Google Earth, 2019).

### 3.1.7. Deniz Üstü İstasyonu

Deniz üstü istasyonu koordinatları  $41^{\circ} 16' 07.89''$  K,  $41^{\circ} 08' 14.15''$  D'dur. Arılı deresinin deniz ile buluştuğu istasyondur. Örnekleme noktası tespit edilirken denizin etkisini göstermediği bir nokta olması göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 3.1.7.1. Deniz Üstü İstasyonunu Gösterir Uydu Görüntüsü (Google Earth, 2019)

### 3.2. Su Örneklerinin Toplanması ve Fiziko-Kimyasal Analizler

Örneklemler aylık olarak yapılmıştır ilk örnekleme Ekim 2013'te başlanılmış ve Eylül 2015'te son örneklemenin yapılmasıyla sona ermiştir. Bir yıllık süreç içerisinde alınan aylık örnekler analizleri yapılmıştır. Örnekler akarsuların orta kesimlerinden alınmış ve örnekler su kolonunun 50 cm ile 1 m arasında değişen derinliklerinden alınmıştır. Yerinde yapılan ölçümlerin; Sıcaklık, Elektriksel İletkenlik, Çözülmüş Oksijen ve pH değerleri YSI Professional Plus cihazı ile, Alkalinite, Alüminyum, Klorür, Bakır, Florür, Demir, Nikel, Potasyum, Sülfat, Çinko, Silis, Siyanür değerleri YSI 9500 Fotometre cihazı ile tespit edilmiştir. Nitrit, Nitrat, Amonyum, parametrelerinin analizleri ise, uygun şekilde alınan numuneler uygun koşullar altında Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Kimya laboratuvarına getirilerek yapılmıştır.

### 3.3. Fiziko-Kimyasal Parametreler ve Analiz Yöntemleri

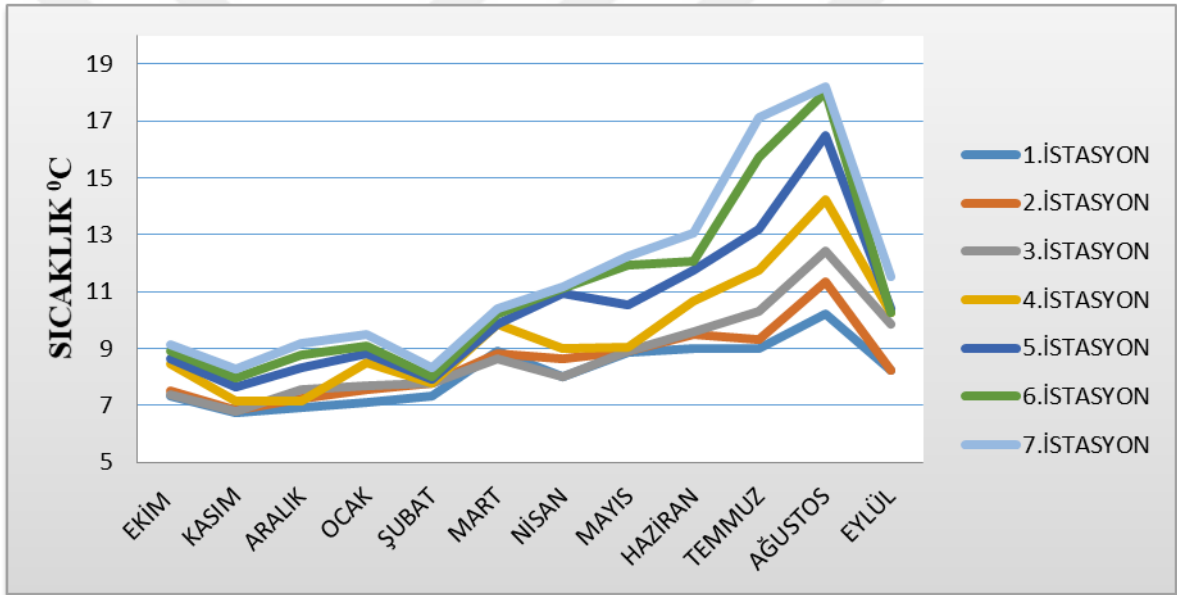
Örnekleme boyunca aylık olarak sahada ve laboratuvarında olmak üzere iki bölümden oluşan farklı analizler yapılmıştır. Toplamda 19 parametre incelenmiştir. Analizler; Su sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ), Ph, Elektriksel İletkenlik ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), Çözünmüş oksijen ( $\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ ), Amonyum ( $\text{NH}_4$ ), Amonyum ( $\text{Mg Al/L}$ ), Sülfat ( $\text{Mg SO}_4/\text{L}$ ), Bakır ( $\mu\text{g Cu/L}$ ), Flörür ( $\text{Mg F-/L}$ ), Klörür ( $\text{Mg F-/L}$ ), Demir ( $\mu\text{g Fe/L}$ ), Nikel ( $\mu\text{g Ni/L}$ ), Nitrit ( $\text{Mg NO}_2^{-}\text{-N/L}$ ), Nitrat ( $\text{Mg NO}_3^{-}\text{-N/L}$ ), Silis ( $\text{Mg SiO}_2/\text{L}$ ), Siyanür ( $\mu\text{g Cn-/L}$ ), Çinko ( $\text{Mg Zn/L}$ ), Alkalinite ( $\text{Mg CaCO}_3/\text{L}$ ) ve Fosfat ( $\text{Mg P/L}$ )'dır. Analizlerin bir kısmı YSI Professional plus ve YSI 9500 Photometer Cihazı ile sahada, nitrit, nitrat ve amonyum analizleri ise Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Kimya laboratuvarında yapılmıştır. Nitrit ve Nitrat tayini 543 nm'de, amonyum tayini ise 640 nm'de RAYLEIGH UV-726 marka spektrofotometre cihazında ölçülmüş ve absorbansları belirlenmiştir. Kalibrasyon grafiği yardımı ile konsantrasyonları tespit edilmiştir.

İstasyonlardan yapılan ölçümlerin aylık ve yıllık ortalama değerlerinin tespit edilmesinde Microsoft Excel 2010 programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

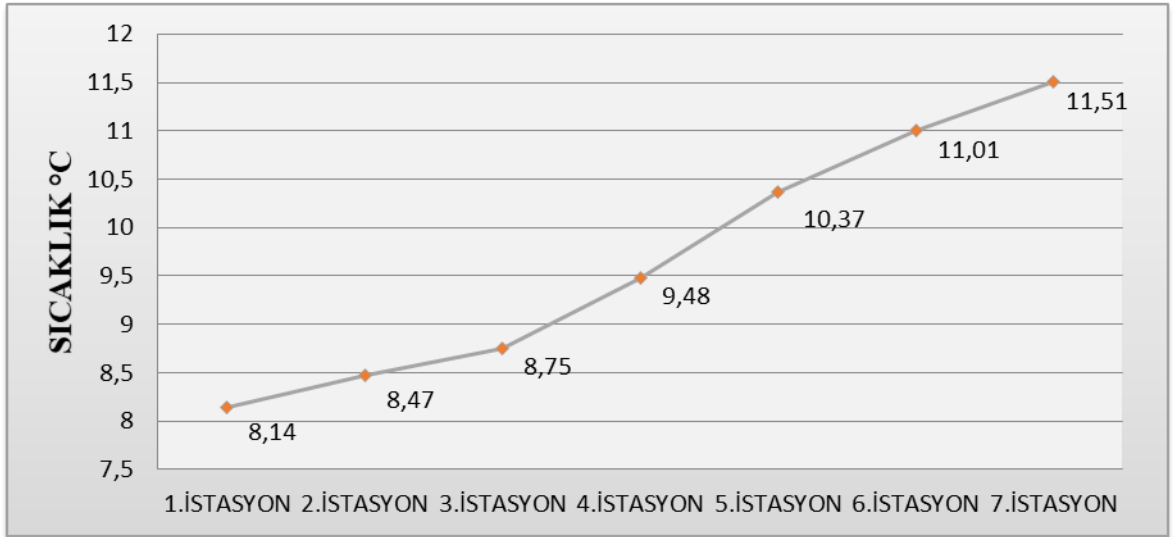
### 4.1. Sıcaklık (C°)

Bir yıllık süreç içerisinde su sıcaklığı minimum Kasım ayında 6.75°C, maksimum Ağustos ayında 18.21°C olarak ölçülmüştür. Şekil 4.1.1' de de görüldüğü gibi su sıcaklığı aylara göre değişim göstermektedir. Yıllık ortalama su sıcaklığı 9.67±2.07°C olarak tespit edilmiştir. Toplamda 7 adet istasyonda aylara göre sıcaklık ortalamaları ise Ekim ayı 8.19±0.76°C, Kasım ayı 7.34±0.62°C, Aralık ayı 7.87±0.88°C, Ocak ayı 8.32±0.88°C, Şubat ayı 7.84±0.29°C, Mart ayı 9.53±0.71°C, Nisan ayı 9.56±1.4°C, Mayıs ayı 10.06±1.5°C, Haziran ayı 10.8±1.5°C, Temmuz ayı 12.34±3.15°C, Ağustos ayı 14.42±3.22°C, Eylül ayı 9.83±1.19°C olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.1.1. Aylara Göre Su Sıcaklığı Değişimi

İstasyonlara göre ortalama su sıcaklıkları ise Şekil (4.1.2.)' te de görüldüğü üzere bir yıllık süreç içerisinde kaynak istasyonundan (Yaylacılar 1) denize döküldüğü noktaya doğru gidildikçe (deniz üstü istasyonu) periyodik olarak bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

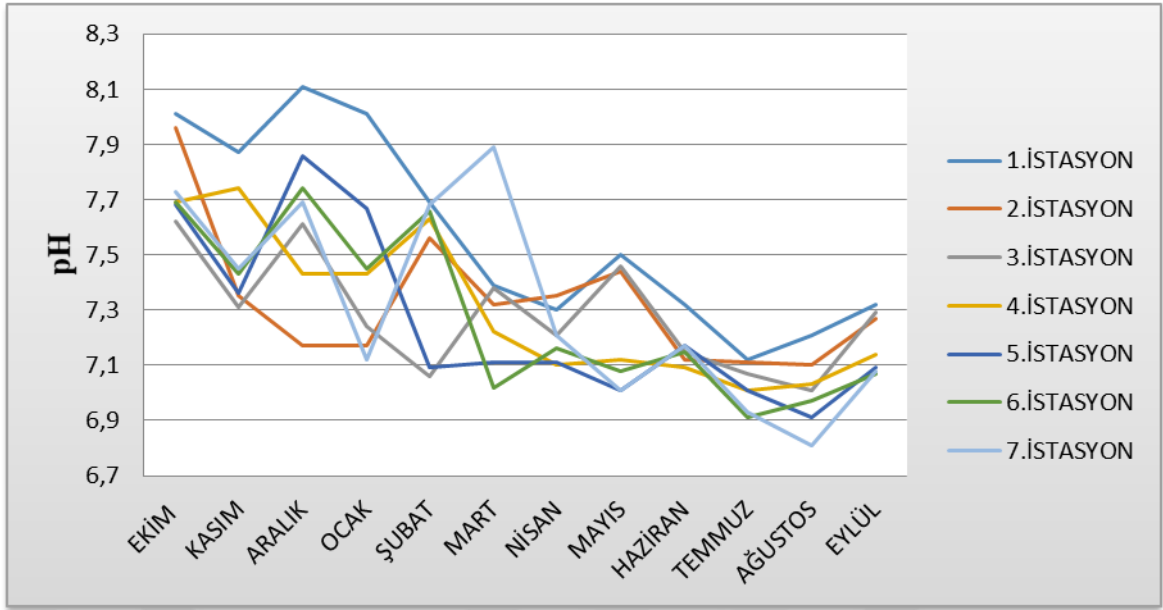


**Şekil 4.1.2.** İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Sıcaklık Değişimi

Yıllık ortalama su sıcaklığı her istasyon için kıta içi su kalitesi standartlarına göre değerlendirildiğinde Arılı deresi 1. Kalite su sınıfında yer almaktadır.

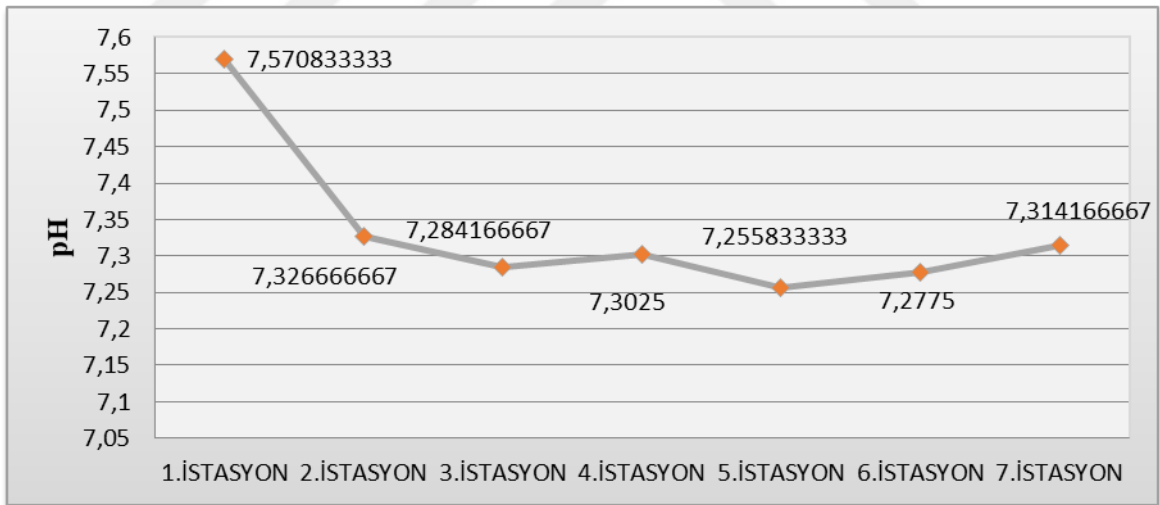
#### 4.2. pH

Çalışma süresi boyunca aylık olarak pH parametresi ölçülmüş ve en düşük pH Ağustos ayında 6.81 en yüksek pH ise Aralık ayında 8.11 olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama pH ise  $7.33 \pm 0.107$  olarak tespit edilmiştir. İstasyonları aylık olarak incelediğimizde pH ortalamaları ise Ekim ayı  $7.76 \pm 0.152$ , Kasım ayı  $7.50 \pm 0.216$ , Aralık ayı  $7.65 \pm 0.301$ , Ocak ayı  $7.44 \pm 0.314$ , Şubat ayı  $7.48 \pm 0.281$ , Mart ayı  $7.33 \pm 0.281$ , Nisan ayı  $7.2 \pm 0.93$ , Mayıs ayı  $7.23 \pm 0.224$ , Haziran ayı  $7.16 \pm 0.073$ , Temmuz ayı  $7.02 \pm 0.082$ , Ağustos ayı  $7.05 \pm 0.129$  ve son olarak Eylül ayı ortalaması  $7.18 \pm 0.109$  olarak tespit edilmiştir. pH değerlerinin aylık olarak değişimleri Şekil 4.2.' de görülmektedir. Mevzuatta belirtilen kıta içi su kalite standartları incelendiğinde pH parametresi için verilen 1. Kalite su limitleri 6.5 ile 8.5 arasındaki sulardır.



**Şekil 4.2.1.** Aylara Göre pH Değişimi

pH parametresi kıta içi su kalite standartlarına göre incelendiğinde Arılı Deresi'nin 1. Kalite su sınıfında yer aldığı görülmektedir. Çünkü kalite kriterleri açısından 1. Kalite sular pH' sı 6.5 ile 8.5 arasında olan sulardır.

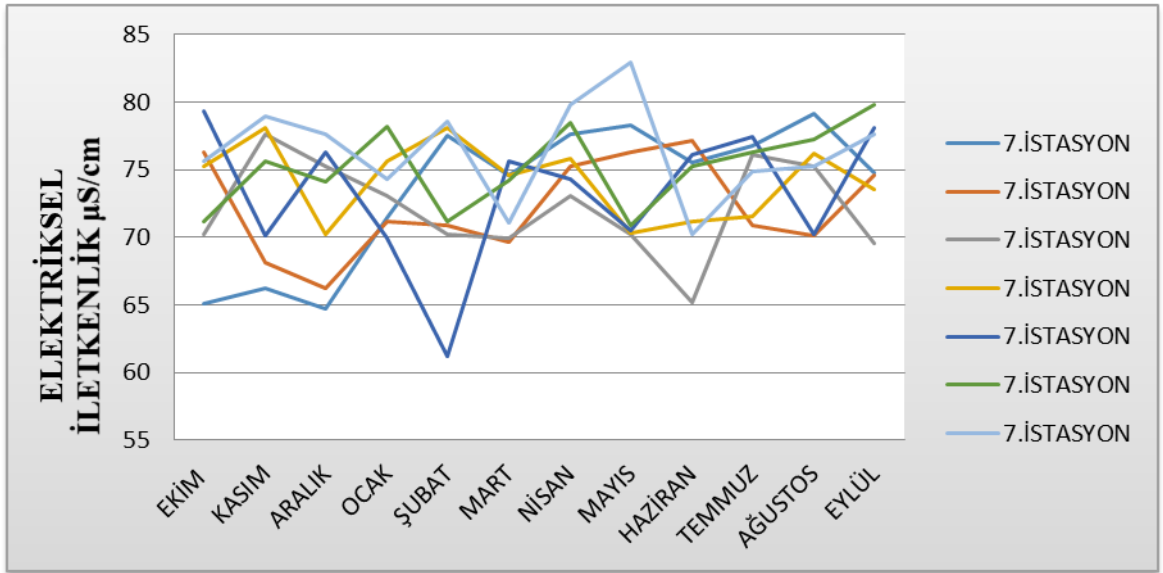


**Şekil 4.2.2.** İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama pH Değişimi

Arılı Deresi'nin yıllık ortalama pH düzeyi  $7,33 \pm 0,107$  olması sebebiyle kalite standartları açısından 1. Kalite su sınıfı içerisinde yer almaktadır. Aynı zamanda yıllık pH ortalamalarını istasyon bazında incelediğimizde Şekil 4.2.2'de görülmektedir ki Yaylacılar 1 istasyonundan denize dökülen noktaya kadar ki süreçte periyodik bir azalma olduğu saptanmıştır.

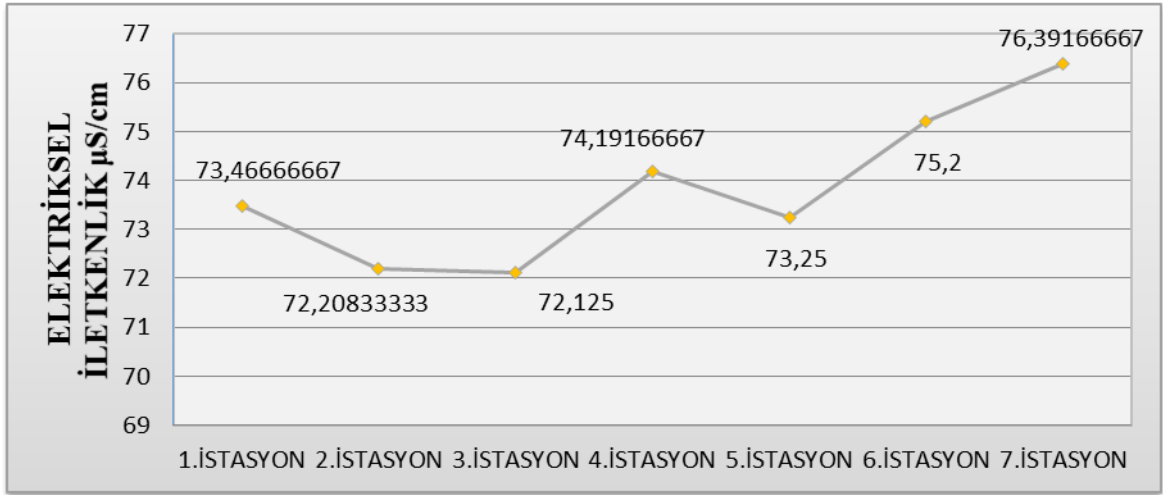
#### 4.3. Elektriksel İletkenlik (mS/cm)

Yapılan ölçümler neticesinde en düşük elektriksel iletkenlik değeri 61.2  $\mu\text{S/cm}$ , en yüksek elektriksel iletkenlik değeri ise yağışların en fazla olduğu aylardan Mayıs ayında 8.,9  $\mu\text{S/cm}$  olarak ölçülmüştür. Aylara göre elektriksel iletkenlik değerleri Şekil 4.3.1.'de görülmektedir. Elektriksel iletkenlik ortalama değerleri; Ekim ayı  $73.27 \pm 4.74$   $\mu\text{S/cm}$ , Kasım ayı  $73.51 \pm 5.25$   $\mu\text{S/cm}$ , Aralık ayı  $72.04 \pm 5.07$   $\mu\text{S/cm}$ , Ocak ayı  $73.38 \pm 2.88$   $\mu\text{S/cm}$ , Şubat ayı  $72.52 \pm 6.20$   $\mu\text{S/cm}$ , Mart ayı  $72.8 \pm 2.51$   $\mu\text{S/cm}$ , Nisan ayı  $76.32 \pm 2.39$   $\mu\text{S/cm}$ , Mayıs ayı  $74.2 \pm 5.04$   $\mu\text{S/cm}$ , Haziran ayı  $72.92 \pm 4.26$   $\mu\text{S/cm}$ , Temmuz ayı  $74.84 \pm 2.60$   $\mu\text{S/cm}$ , Ağustos ayı  $74.74 \pm 3.40$   $\mu\text{S/cm}$  ve Eylül ayı  $75.41 \pm 3.43$   $\mu\text{S/cm}$  olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.3.1. Aylara Göre Elektriksel İletkenlik Değişimi

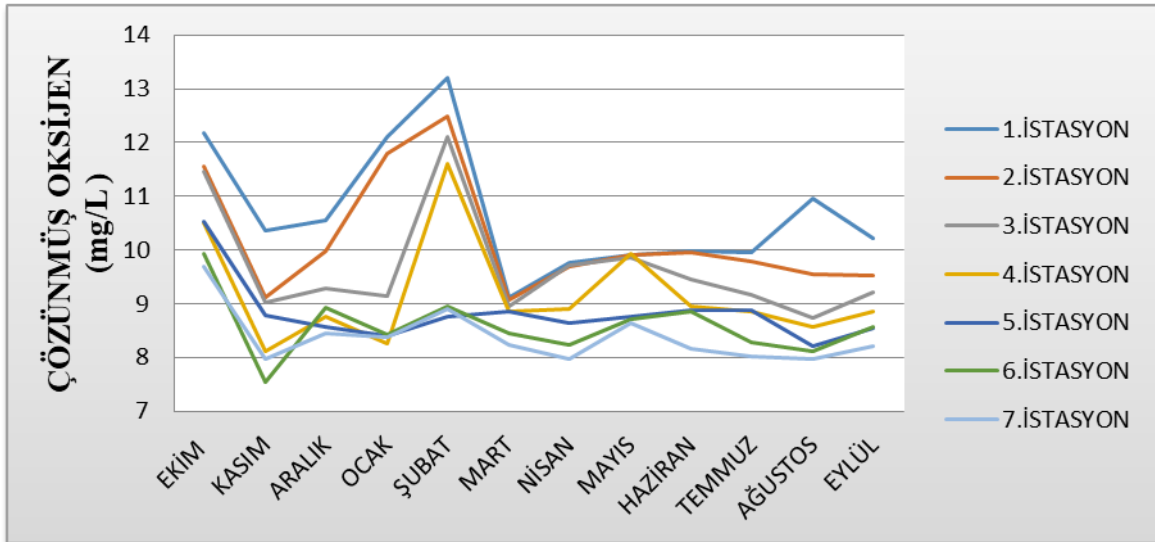
İstasyonlara göre ortalama elektriksel iletkenlik değerleri Şekil 4.3.2' de görüldüğü gibidir. Farklı vadilerin akarsuların karıştığı istasyonlarda değerlerin ortalamalarının değiştiği görülmektedir. Bu da kaynakları farklı olan akarsuların karakteristik özelliklerinin de farklı olduğunu göstermektedir. Fakat genel olarak akarsuyun akış yönü boyunca artış gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.3.2. İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Elektriksel İletkenlik Değişimi

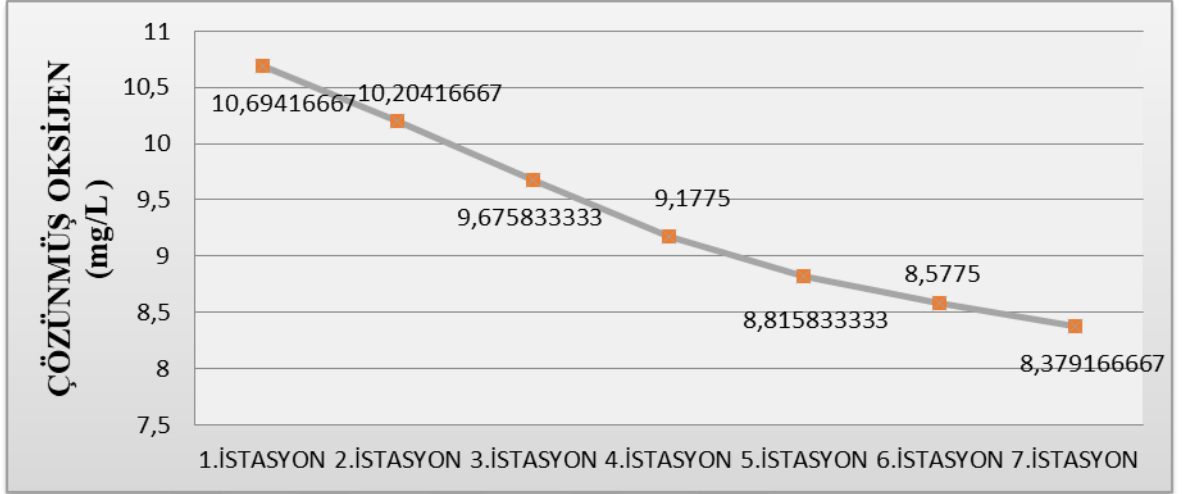
#### 4.4. Çözünmüş Oksijen (mg/L)

Çalışma süresi boyunca en düşük çözünmüş oksijen değeri Kasım ayında 7.53 mg/L ve en yüksek değer ise şubat ayında 13.2 mg/L olarak ölçülmüştür. Aylık ortalama çözünmüş oksijen seviyeleri Şekil 4.4.1’ te görülmektedir. Ortalama çözünmüş oksijen Ekim ayında  $10.83 \pm 0.918$  mg/L, Kasım ayında  $8.7 \pm 0.937$  mg/L, Aralık ayında  $9.24 \pm 0.784$  mg/L, Ocak ayında  $9.5 \pm 1.7$  mg/L, Şubat ayında  $10.85 \pm 1.92$  mg/L, Mart ayında  $8.79 \pm 0.336$  mg/L, Nisan ayında  $8.98 \pm 0.752$  mg/L, Mayıs ayında  $9.38 \pm 0.648$  mg/L, Haziran ayında  $9.17 \pm 0.659$  mg/L, Temmuz ayında  $8.98 \pm 0.717$  mg/L, Ağustos ayında  $8.86 \pm 1.06$  mg/L ve Eylül ayında  $9.01 \pm 0.693$  mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.4.1. Aylara Göre Çözünmüş Oksijen Değişimi

Kıta içi su kalitesi kriterlerine göre değerlendirildiğinde Arılı Deresi 1. Kalite su sınıfı içerisinde yer almaktadır. İstasyonlara göre ortalama çözünmüş oksijen değerleri Şekil 4.4.2 de görüldüğü üzere 1. İstasyondan 7. İstasyona gidildikçe azalma gösterdiği görülmektedir.



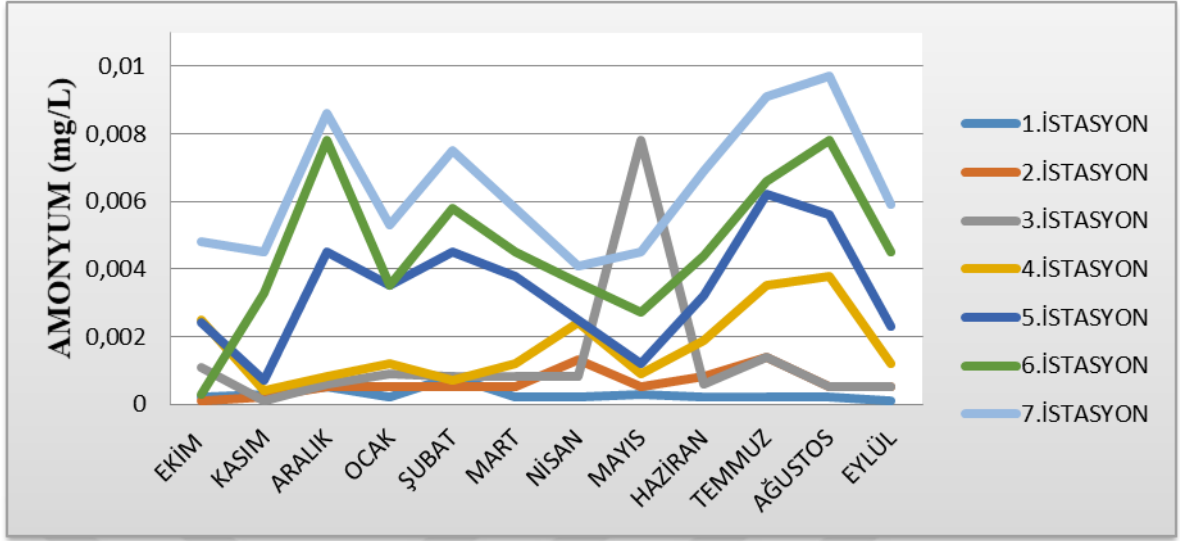
**Şekil 4.4.2.** İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Çözünmüş Oksijen Değişimi

Çözünmüş oksijen sulara karışan atık maddelerin ayrıştırılıp zararsız hale gelebilmesi için sulara bulunması gereken önemli bir etken durumundadır. Bu sebeple kalite kriterleri açısından önemli bir parametre haline gelmektedir. Kıta içi su kalitesi standartlarında çözünmüş oksijen için verilen 1. Kalite su sınıfı kriterleri mg/L’de 8 ve üzeri olan sular şeklinde belirtilmiştir. Arılı deresi üzerinde belirlenen ortalama çözünmüş oksijen miktarı  $9.36 \pm 0.865$  mg/L olarak ölçülmüştür.

#### 4.5. Amonyum (mg/L)

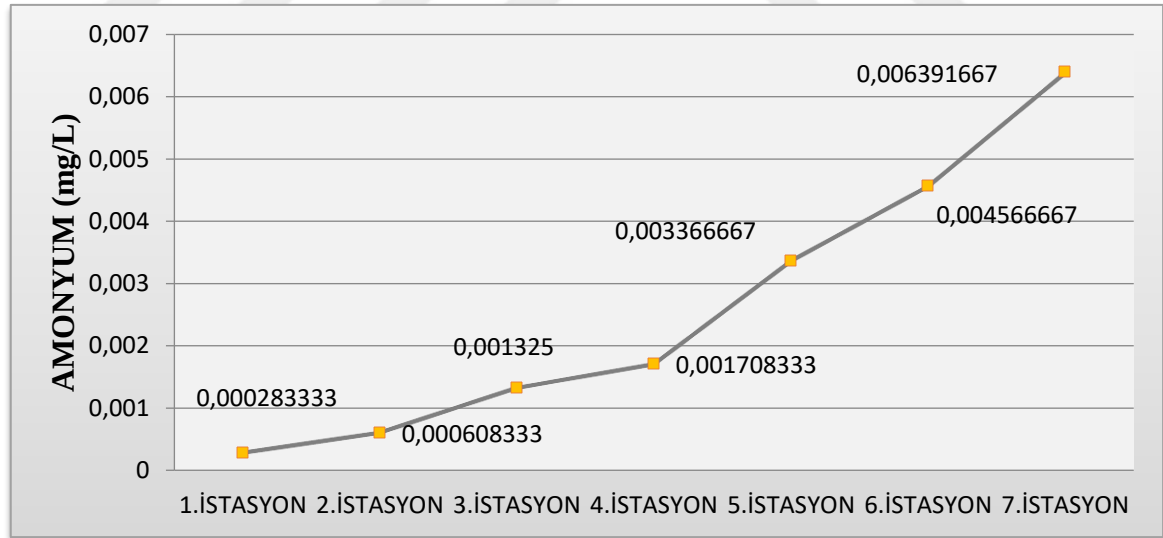
Bir yıllık periyod içerisinde yapılan aylık örneklemeler sırasında en yüksek amonyum değeri Ağustos ayında 0.0097 mg/L, en düşük amonyum düzeyi ise 0.0001 mg/L ile Kasım ayında ölçülmüştür. Ortalama amonyum değeri  $0.002619 \pm 0.002281$  mg/L olarak belirlenmiştir. Aylara göre amonyum değerleri Şekil 4.5.1’de verilmiştir. Ortalama amonyum değerleri; Ekim ayında  $0.001629 \pm 0.001724$  mg/L, Kasım ayında  $0.001357 \pm 0.001781$  mg/L, Aralık ayında  $0.003329 \pm 0.003628$  mg/L, Ocak ayında  $0.002157 \pm 0.001939$  mg/L, Şubat ayında  $0.002943 \pm 0.002931$  mg/L, Mart ayında  $0.0024 \pm 0.00225$  mg/L, Nisan ayında  $0.002129 \pm 0.00144$  mg/L, Mayıs ayında  $0.002557 \pm 0.002745$  mg/L, Haziran ayında  $0.002571 \pm 0.002435$  mg/L, Temmuz ayında

0.004057±0.003312 mg/L, Ağustos ayında 0.004014±0.00384 mg/L ve son olarak Eylül ayında 0.002143±0.002242 mg/L olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 4.5.1.** Aylara Göre Amonyum Değişimi

İstasyonlara göre yıllık ortalama amonyum değerleri ise Şekil 4.5.2’de gösterilmiştir. Bu veriler ışığında değerlendirildiğinde Arılı deresi kıta içi su kalitesi kriterlerine göre 1. Kalite su sınıfında yer almaktadır.

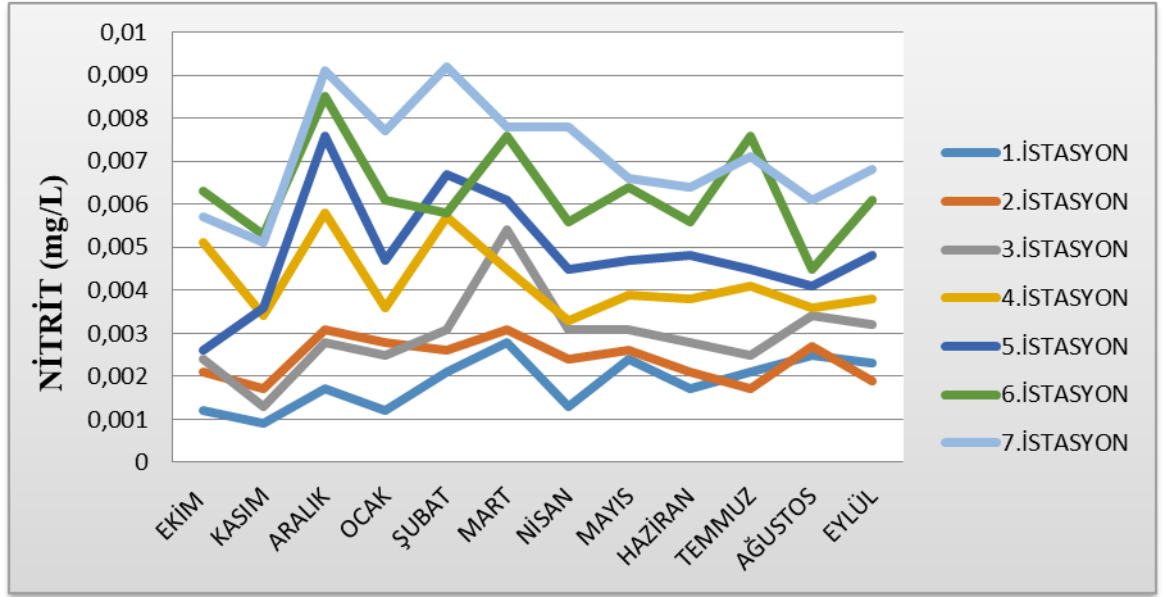


**Şekil 4.5.2.** İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Amonyum Değerleri.

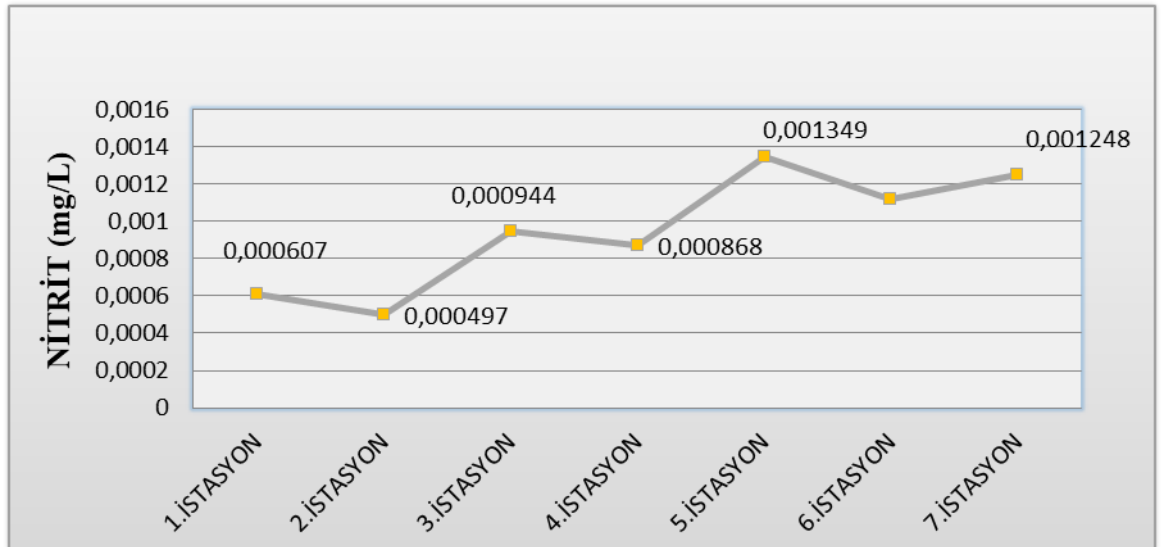
#### 4.6. Nitrit (mg/L)

Çalışma süresi boyunca ortalama Nitrit konsantrasyonu 0.004±0.001983 mg/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek Nitrit oranı Şubat ayında 0.092 mg/L ve en düşük Nitrit oranı da Kasım ayında 0.009 mg/L olarak ölçülmüştür. Aylara göre Nitrit oranları Şekil 4.6.1’de

belirtilmiştir. Nitrit ortalama değerleri; Ekim ayında  $0.003629 \pm 0.002016$  mg/L, Kasım ayında  $0.003043 \pm 0.001789$  mg/L, Aralık ayında  $0.005514 \pm 0.002999$  mg/L, Ocak ayında  $0.004086 \pm 0.002245$  mg/L, Şubat ayında  $0.005029 \pm 0.002564$  mg/L, Mart ayında  $0.005329 \pm 0.001996$  mg/L, Nisan ayında  $0.004 \pm 0.002176$  mg/L, Mayıs ayında  $0.004243 \pm 0.001729$  mg/L, Haziran ayında  $0.003886 \pm 0.001791$  mg/L, Temmuz ayında  $0.004229 \pm 0.002367$  mg/L, Ağustos ayında  $0.003843 \pm 0.001222$  mg/L ve Eylül ayında  $0.004129 \pm 0.00186$  mg/L olarak tespit edilmiştir. İstasyonlara göre yıllık ortalama Nitrit oranları ise Şekil 4.6.2’de görüldüğü gibidir.



**Şekil 4.6.1.** Aylara Göre Nitrit Değişimi



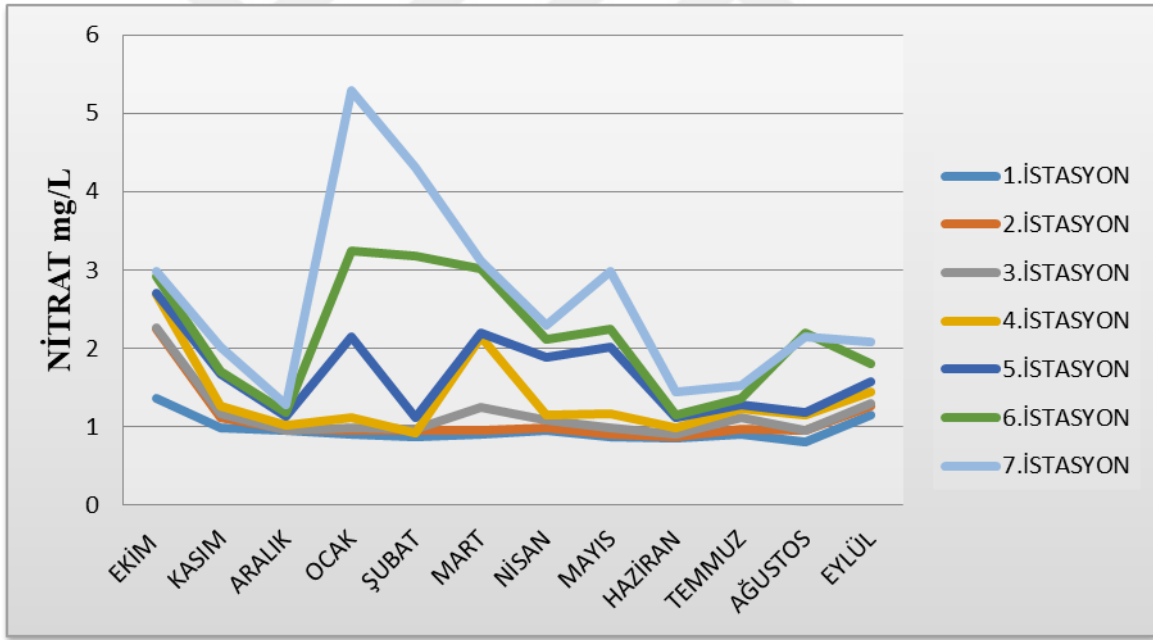
**Şekil 4.6.2.** İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Nitrit Değişimi

Akarsuyun denize dökülme noktasına doğru gidildikçe grafik orantısal olarak artma eğilimi göstermektedir. Ortalama Nitrit konsantrasyonu her istasyon için kıta içi su kalitesi

kriterlerine göre incelendiğinde, Arılı Deresinin 1. Kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

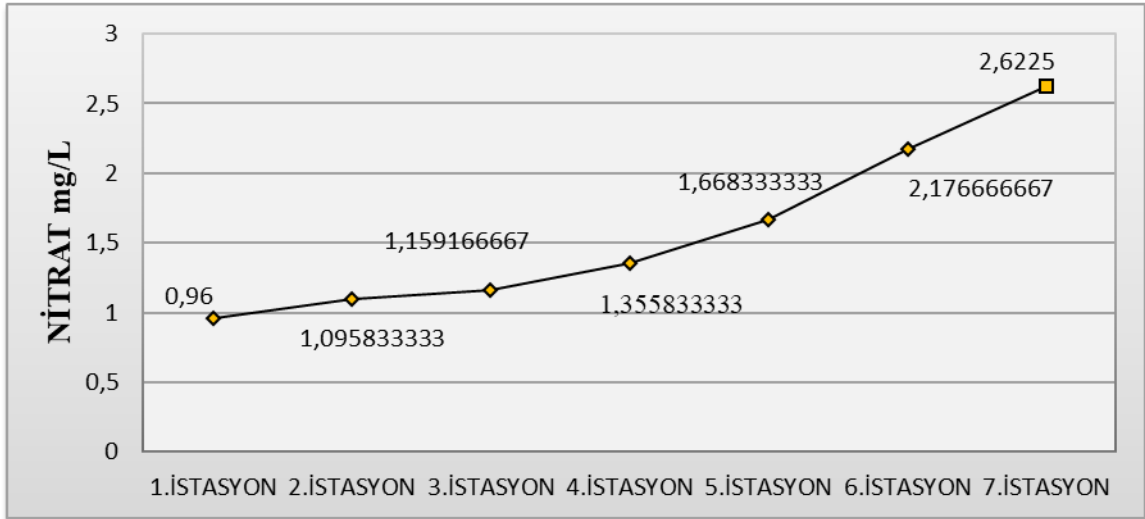
#### 4.7. Nitrat (mg/L)

Bir yıllık periyod içerisinde ölçülebilen en düşük nitrat değeri 0.81 mg/L ile Ağustos ayında ölçülmüştür. En yüksek nitrat değeri ise 5.29 mg/L ile Ocak ayında ölçülmüştür. Ortalama nitrat konsantrasyonu  $1.57 \pm 0.618$  mg/L' dir. Şekil 4.7.1'de aylara göre nitrat değişimi görülmektedir. Nitrat ortalama değerleri; Ekim ayında  $2.451429 \pm 1.418571$  mg/L, Kasım ayında  $1.418571 \pm 0.379316$  mg/L, Aralık ayında  $1.068571 \pm 0.13133$  mg/L, Ocak ayında  $2.092857 \pm 1.654808$  mg/L, Şubat ayında  $1.76 \pm 1.396806$  mg/L, Mart ayında  $1.938571 \pm 0.92656$  mg/L, Nisan ayında  $1.492857 \pm 0.580193$  mg/L, Mayıs ayında  $1.595714 \pm 0.823931$  mg/L, Haziran ayında  $1.047143 \pm 0.212816$  mg/L, Temmuz ayında  $1.198571 \pm 0.218665$  mg/L, Ağustos ayında  $1.341429 \pm 0.579897$  mg/L ve Eylül ayında ise  $1.517143 \pm 0.330994$  mg/L olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.7.1. Aylara Göre Nitrat Değişimi

Şekil 4.7.2'de istasyonlara göre yıllık ortalama nitrat değişimlerine bakıldığında, değerler her istasyon için kıta içi su kalitesi kriterlerine göre 1. Kalite su sınıfında olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.7.2.** İstasyonlara Göre Yıllık Ortalama Nitrat Değişimi

Araştırmada, bakır, demir, silis, fosfat, sülfat, çinko, alkalinite, siyanür, nikel, alüminyum, florür ve klorür parametreleri ise mevcut akarsuda çok düşük miktarlarda olması nedeniyle YSI 9500 Foto-metre cihazı tarafından ölçüm sınırlarının altında ( $<<$ ) bulunmuştur (Anonim, 2010).

Su sıcaklığındaki artış sudaki tüm biyolojik, kimyasal ve fiziksel dengeleri değiştirmektedir. Su sıcaklığındaki değişim reaksiyon hızını etkilemektedir. Sucul organizmaların metabolik faaliyetleri sıcaklığa bağlıdır ve değişkendir. Aynı zamanda su sıcaklığındaki artış organizmaların oksijen ihtiyacını arttırmakta ve organik maddelerin bozulma işlemini hızlandırmaktadır. Bu durum dolaylı olarak ekosistemdeki oksijen ihtiyacını arttırmaktadır. Bu nedenlerden dolayı sıcaklık akarsu sistemleri için kalite belirlemede vazgeçilmez bir parametredir ve çalışmada aylık olarak YSI professional plus cihazı ile ölçümleri yapılmıştır. Akarsulara evsel veya endüstriyel atıkların karışması ile birlikte pH dengesinde değişimler yaşanabilir. Bu durum mevcut ekolojik sistemi olumsuz yönde etkileyebilmektedir. pH derecesindeki düşüş mevcut sucul yaşamın oluşturduğu besin zincirinin ilk basamağı olan mikroskobik canlıları etkilemekte, 4'ün altına düşmesi ise hayati risk taşımaktadır (Yıldırım, 2006; Ödün 2013). "pH sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonu logaritmasının tersi [ $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$ ] olup 0-14 arasında rakamsal olarak ölçeklendirilmiştir. pH 7 nötr olarak kabul edilmiştir. Bunlarda  $\text{H}^+$  ve  $\text{OH}^-$  iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur.  $\text{H}^+$  iyonu konsantrasyonunun artması ile pH'nın değeri 7'nin altına düşer ve su asit karakter kazanır.  $\text{OH}^-$  iyonu konsantrasyonunun artması ile pH'nın üzerinde değer alır ve su bazik karakter taşır.  $\text{pH} > 7$  değerli sular alkali,  $\text{pH} < 7$  değerli sular asitli sular olarak isimlendirilmiştir. Doğal suların

pH dereceleri, normal koşullarda 4-9 arasındadır. Sudaki pH, genelde karbonat sistemi ile dengelenmektedir” (Ödün 2013). Çalışmada pH parametresi aylık olarak YSI Professional Plus cihazı ile ölçülmüştür. Sular belirli oranda elektrik içermektedirler. Elektriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çözeltinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençtir. İyon konsantrasyonunun artması ile doğru orantılı olarak elektriksel iletkenlik de artış gösterir. Bu özellik suda iyonize olan maddelerin toplam konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır, iyonların yer değiştirme hızı üzerine sıcaklığın etkisi vardır. Genel olarak bütün sular elektrik içerir. İyon konsantrasyonu ile bu iletkenlik artar (Güler, 1997). Ölçü birimi olarak microhm/cm kullanılır ve +25°C deki 1 cm<sup>3</sup> suyun iletkenliğini ifade eder. Çalışmada aylık olarak Elektriksel İletkenlik YSI professional plus cihazı ile ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik yağışlarla artmasıyla doğru orantılı olarak artabilmektedir. Bunun yanında birçok parametre ile doğrudan ilişkisi vardır. Elektriksel iletkenliğe direkt etki eden bir diğer etken ise sıcaklıktır. Sıcaklıkta yaşanabilecek artış Elektriksel iletkenliğin de doğru orantılı olarak artmasına sebep olabilmektedir. Çözünmüş oksijen kirlilik ile değişimi en belirgin olan parametrelerden biri olması sebebiyle su kalitesi belirlemede en önemli parametrelerden biridir. “Doğal sularda oksijen, azot ve karbondioksit gibi gazlar da erimiş halde bulunurlar. Oksijenin suda erime derecesi suyun sıcaklık ve tuzluluk derecesine bağlıdır. Sıcaklık yükseldikçe suda daha az oksijenin eridiği görülmektedir” (Güler, 1997). Çalışmada çözünmüş Oksijen aylık olarak YSI professional plus cihazı ile ölçülmüştür. Amonyak evsel ve Endüstriyel kaynaklı atıkların alıcı ortamlara ulaşması sebebiyle oluşabileceği gibi doğal süreç içerisinde canlıların biyolojik atıklarının mikroorganizmalar tarafından parçalanmasıyla, atmosferdeki azotun suda çözünmesiyle veya sudaki azotun indirgenmesiyle de oluşabilir. Ortamdaki amonyak oranının istenen seviyenin üstüne çıkması durumunda ekolojik denge etkili bir şekilde bozulmaktadır. Örneğin amonyak seviyesinin 0.2-2 mg/L arasında olması balıklar için zararlı olduğu bilinmektedir (Polar, 1998). Su da amonyum oranın etkileyen birçok etken vardır. Bunların başında organik madde bozulması gelmektedir. Özellikle gübre ve inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübreleme sonucunda oluşabilmektedir. Bunun yanında evsel ve endüstriyel atıkların alıcı ortamlara ulaşması ile de oluşabilmektedir. Nitrat ve nitrit doğadaki azot devriminde sürekli oluşan maddelerdir. Nitratların kullanım alanları oldukça geniştir. Sudaki konsantrasyonu ise 5 mg/litre kadardır. İçme suyundaki yüksek nitrat seviyesi ile konjenital malformasyon ilişkisini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Kardiyovasküler etkileri ile çalışmalarda çelişkiler bulunmaktadır. Çalışmaların gösterdiği kadarıyla nitratlar ve nitritler hayvanlarda

doğrudan karsinojenik bir etki yapmamaktadır. Ancak N-nitroso bileşiklerinin oluşumu ile birlikte kanser riskini arttırmaktadır. İçme sulunda yüksek oranda bulunması bebeklerde methemoglobinemiye neden olabilmektedir (Güler Ç.,1997). Akarsu, göl ve baraj rezervuarlarında biriktirilen kıta içi yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan sınıflama aşağıda verilmiştir;

Sınıf I: Yüksek kaliteli su

Sınıf II: Az kirlenmiş su

Sınıf III: Kirli su

Sınıf IV: Çok kirlenmiş su

Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır” Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su ihtiyaçları için uygun olduğu kabul edilir. Bu kapsamda 1. Sınıf su kalitesi ihtiva eden Arılı Deresi'nin ülkemiz açısından önümüzdeki yıllarda önemli bir içme suyu kaynağı olacağı öngörülebilir. Yetiştiricilik açısından değerlendirme yapılırsa mevcut su kaynağının ve su kalitesinin üretim anlamında önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Akarsu üzerinde birçok alabalık tesisi bulunmaktadır. Fakat yetiştiricilik açısından üretim potansiyelinin altında kalmaktadır. Bu bağlamda yöre halkının yetiştiricilik bağlamında bilgilendirilmesi ve teşvik edilmesi gerekmektedir. Benzer çalışmalar göstermektedir ki; birçok akarsu yetiştiricilik açısından uygun olmasına rağmen potansiyelini değerlendirememiştir. Fırtına vadisinde yapılan benzer bir çalışmada; Fırtına vadisinin yetiştiricilik için uygun bir su olduğu, bazı mineral tuzların eksik olduğu fakat uygun yem kullanılarak bu sorunun üstesinden gelinebileceği ve verimli bir üretim yapılabileceğini belirtmiştir (Gedik ve ark.,2010).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma süresi boyunca; Bir yıllık süreç içerisinde su sıcaklığı minimum Kasım ayında  $6.75^{\circ}\text{C}$  (1.istasyon), maksimum Ağustos ayında  $18.21^{\circ}\text{C}$  (7.istasyon) olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama su sıcaklığı  $9.68 \pm 0.27^{\circ}\text{C}$  olarak tespit edilmiştir. En düşük pH Ağustos ayında 6.81 (7.istasyon), en yüksek pH ise Aralık ayında 8.11 (1.istasyon) olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama pH ise  $7.33 \pm 0.03$  olarak tespit edilmiştir. En düşük çözünmüş oksijen değeri 6.istasyonda Kasım ayında 7.53 mg/L ve en yüksek değer ise 1.istasyonda ve Şubat ayında 13.20 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük elektriksel iletkenlik değeri Şubat ayında  $61.2 \mu\text{S/cm}$  (5.istasyon), en yüksek elektriksel iletkenlik değeri ise yağışların en fazla olduğu aylardan Mayıs ayında  $82.9 \mu\text{S/cm}$  (7.istasyon) olarak ölçülmüş ve yıllık ortalama değeri  $73.83 \pm 0.45 \mu\text{S/cm}$  olarak tespit edilmiştir. En yüksek nitrit oranı Şubat ayında 0.0092 mg/L (7.istasyon) ve en düşük nitrit oranı da Kasım ayında 0.0009 mg/L (1.istasyon) olarak ölçülmüştür. En düşük nitrat değeri 0.81 mg/L ile Ağustos ayında (1.istasyon) ölçülmüştür. En yüksek nitrat değeri ise 5.29 mg/L ile Ocak ayında (7.istasyon) ölçülmüştür. Ortalama nitrat konsantrasyonu  $1.58 \pm 0.09 \text{ mg/L}$ 'dir. En yüksek amonyum değeri 7.istasyonda Ağustos ayında 0.0097 mg/L, en düşük amonyum düzeyi ise 0.0001 mg/L ile 3.istasyonda ve Kasım ayında ölçülmüştür. Ortalama amonyum değeri  $0.0026 \pm 0.0003 \text{ mg/L}$  olarak belirlenmiştir. YSI 9500 Fotometre cihazı ile ölçümleri yapılan bakır, demir, silis, fosfat, sülfat, çinko, alkalinite, siyanür, nikel, alüminyum, florür ve klorür parametreleri ise mevcut akarsuda çok düşük miktarlarda olması nedeniyle YSI 9500 Foto-metre cihazı tarafından ölçüm sınırlarının altında ( $<<$ ) bulunmuştur (Anonim, 2010).

**Çizelge 5.1.** Su Kalitesi Standartları ve Arılı Deresi'nde Tespit Edilen Ortalama Değerler

| Su Kalite Parametreleri                               | Su Kalite Sınıfları (a) |         |         |                 |                        |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|---------|---------|-----------------|------------------------|
|                                                       | I                       | II      | III     | IV              |                        |
| Genel Şartlar                                         |                         |         |         |                 | Arılı Deresi           |
| Sıcaklık (°C)                                         | ≤25                     | ≤25     | ≤30     | >30             | 9.67±2.07 °C           |
| pH                                                    | 6.5-8.5                 | 6.5-8.5 | 6.0-9.0 | <6.0 veya > 9.0 | 7.33±0.107             |
| İletkenlik (µS/cm)                                    | < 400                   | 1000    | 3000    | >3000           | 73.25±4.74 µS/cm       |
| <b>(A) Oksijenlendirme Parametreleri</b>              |                         |         |         |                 |                        |
| Çözülmüş Oksijen (mg O <sub>2</sub> /L)               | >8                      | 6       | 3       | <3              | 9.36±0.865 mg/L        |
| <b>(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri</b> |                         |         |         |                 |                        |
| Amonyum Azotu (mg NH <sub>4</sub> -N/L)               | < 0,2                   | 1       | 2       | > 2             | 0.002619±0.002281 mg/L |
| Nitrat Azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)   | <5                      | 10      | 20      | > 20            | 1.57±0.618 mg/L        |
| Nitrit Azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)   | <0.01                   | 0.06    | 0.12    | > 0.3           | 0.004±0.001983 mg/L    |

Çizelge 5.1’de görüldüğü üzere yapılan analizler neticesinde tespit edilen değerler kıta içi su kalitesi kriterleri ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Arılı Deresi’nin Su kalitesinin 1. Kalite su sınıfında yer aldığını göstermiştir. Resmi gazetede yayımlanan yönetmelikte 1. Kalite düzeyindeki suların kullanım amaçları; Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini, Rekreatiyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil), Alabalık üretimi, Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı, Diğer amaçlar olarak belirlenmiştir.

Bu araştırma ile su kalitesi bakımından uygun değerleri barındıran Arılı Deresi’nin uzun vadede su kıtlığı çeken ülkeler arasına gireceğimiz öngörüldüğünde mikrobiyolojik kalitesinin de tespit edilerek içme suyu olarak planlanması ve geliştirilmesi, bu konuda gerekli çalışmaların yapılması, yöre halkının bilgilendirilmesi ve teşvik edilmesi gerektiğini göstermiştir.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2019a. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (Erişim Tarihi: 14.06.2019).
- Anonim, 2019b. <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/9125.pdf> (Erişim Tarihi: 14.06.2019).
- Anonim, 2019c. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Havza%20koruma%20eyl%20planlar%C4%B1%20Tebdir%20Strateji%20Kitap%C3%A7%C4%B1lar%C4%B1/DOGUKARADENİZ.pdf> (Erişim Tarihi: 14.06.2019).
- Anonim, 2019d. <http://www.netfotograf.com/eser.asp?id=416> (Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- Anonim, 2019e. [https://www.google.com/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Faslanozen.com%2F%2Fupload%2Fdosya%2F4l\\_rize\\_ili\\_haritasikopya\\_15b38952194590.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fozenliforum.com%2Farchive%2Findex.php%2Fthread39337.html&docid=7jMh5vVQI4sYDM&tbnid=TNPJUsXY4big4M%3A&vet=1&w=1000&h=911&bih=608&biw=1366&ved=0ahUKEwiIkoZ8riAhUMAGMBHVDvAUUQMwhhKBAwEA&iact=c&ictx=1](https://www.google.com/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Faslanozen.com%2F%2Fupload%2Fdosya%2F4l_rize_ili_haritasikopya_15b38952194590.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fozenliforum.com%2Farchive%2Findex.php%2Fthread39337.html&docid=7jMh5vVQI4sYDM&tbnid=TNPJUsXY4big4M%3A&vet=1&w=1000&h=911&bih=608&biw=1366&ved=0ahUKEwiIkoZ8riAhUMAGMBHVDvAUUQMwhhKBAwEA&iact=c&ictx=1) (Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- Anonim, 2019f. <http://www.cayelitso.org.tr/belgeler/rizedogaturizm.pdf> (Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- Anonim, 2019g. [http://rizesube.ormansu.gov.tr/Rize/Libraries/orkoy/R%C4%B0ZE\\_DO%C4%9EA\\_TUR%C4%B0ZM%C4%B0\\_MASTER\\_PLAN\\_TASLA%C4%9EI.sflb.ashx](http://rizesube.ormansu.gov.tr/Rize/Libraries/orkoy/R%C4%B0ZE_DO%C4%9EA_TUR%C4%B0ZM%C4%B0_MASTER_PLAN_TASLA%C4%9EI.sflb.ashx) (Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- Anonim, 2019h. <https://rize.tarimorman.gov.tr/Menu/12/Cografı-Yapı> (Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- Anonim, 2019k. [https://www.wwf.org.tr/ne\\_yapiyoruz/ayak\\_izinin\\_azaltılması/su\\_yenilenebilir\\_enerjinin\\_surdurulebilirliği/hes\\_nedir2/](https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/ayak_izinin_azaltılması/su_yenilenebilir_enerjinin_surdurulebilirliği/hes_nedir2/) (Erişim Tarihi: 27.06.2019)
- Anonim, 2017. Rize İli Çevre Durum Raporu 2017. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/rize/duyurular/2017-il-cevre--8230-1113420180531103853.pdf> (Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- Anonim, 2015a. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm> (Erişim Tarihi: 26.06.2019)
- Anonim, 2015b. [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller/Sularda%20Kirlilik%20Analizleri.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Sularda%20Kirlilik%20Analizleri.pdf) (Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- Anonim, 2013a. <https://www.orsam.org.tr/tr/avrupa-birligi-su-cerceve-direktifi-kapsaminda-sinirasın-sular/> (Erişim Tarihi: 14.06.2019).

- Anonim,2013b. Rize İli Çevre Durum Raporu 2010  
[http://rizesube.ormansu.gov.tr/Rize/Libraries/orkoy/R%C4%B0ZE\\_DO%C4%9EA\\_TUR%C4%B0ZM%C4%B0\\_MASTER\\_PLAN\\_TASLA%C4%9EI.sflb.ashx](http://rizesube.ormansu.gov.tr/Rize/Libraries/orkoy/R%C4%B0ZE_DO%C4%9EA_TUR%C4%B0ZM%C4%B0_MASTER_PLAN_TASLA%C4%9EI.sflb.ashx)  
(Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- Anonim, 2012. Devlet Su işleri Genel M¼d¼rl¼ę¼, elektrik piyasasında üretim faaliyetinde bulunmak üzere su kullanım hakkı anlaşması imzalanmasına ilişkin usul ve esaslar hakkında yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik, Resmî Gazete Sayı: 283434.
- Anonim, 2010. YSI 9300 and 9500 Photometers User Manual. YSI Inc., 130 s.
- Aksungur, M., Ak, O., Özdemir, A., 2011. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstit¼s¼-Trabzon, Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Sucul Ekosisteme Etkisi: Trabzon Örneği, Journal of FisheriesSciences.com Aksungur ve ark., 5(1): 79-92.
- Akın, M., Akın, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları Ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fak¼ltesi Dergisi 47, 2, 105-118.
- Bora, B., Sucugil, M., İleri, A., Daban, S., 2007. Kemer Çayı Su Kalitesinin Tespit Edilmesi ve İzlenmesi, İÇDAŞ A.Ş., Çevre mühendisliği, Çevre ve Kimya Laboratuvarı raporu.
- Ceyhan, N., Esmeray, E., 2012. Petrol Kirliliği ve Biyoremediasyon, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 5 (1): 95-10,1, ISSN: 1308-0040, (E-ISSN: 2146-0132).
- Mutlu, E., Yanık, T., Demir, T., 2013. Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri, Alinteri Dergisi, 25 (B) – 2013 45-57 ISSN:1307-3311.
- Mutlu, E., Yanık, T., Demir, T., 2013. Karagöl (Hafik-Sivas) ‘ün Su Kalitesinin İncelenmesi, Alinteri Dergisi, 24 (B) – 2013 35-45 ISSN:1307-3311.
- Gürçay, Ü., Tecim V., 2006. Su Kaynaklarının ve Tüketiminin Cbs ile Analizi ve Yönetimi: Örnek Bir Uygulama. Fatih Üniversitesi, İstanbul 4. Coğrafî Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 6s, İstanbul.
- Moroğlu, M., 2007. Avrupa Birliği Su Çerçeve Yönergesi Ve Yönergenin Türkiye’de Uygulanması: Büyükçekmece Havzası Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstit¼s¼, Yüksek Lisans Tezi, (501041713).

- Özdemir, A., 2010. İstanbul İçme Suyu Havzalarında Arazi Kullanımlarının Su Kalitesine Olan Etkisinin Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Sönmez, Y., Hisar, O., Yanık, T., 2012. Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 43 (1): 69-77, J. of Agricultural Faculty of Atatürk Univ., ISSN: 1300-9036 Araştırma Makalesi/Research Article.43 (1): 69-77.
- Özalp, M., Kurdoğlu, O., Yüksel, E., Yıldırımer, S., 2010. Artvin’de nehir tipi hidroelektrik santrallerin neden olduğu/olacağı ekolojik ve sosyal sorunlar, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Cilt: II Sayfa: 677-687, 20-22.
- Ödün, A. N., 2013. Fırtına Vadisi’nde (Çamlıhemşin-Rize) çay tarımında kullanılan suni ve doğal gübrelerin oluşturduğu su kirliliğinin akuatik ekosisteme etkisi, Yüksek Lisans Tezi. T.C. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gedik, K., Verap B., Terzi, E., 2010. Fırtına Deresi (Rize)’nin Fiziko- Kimyasal Açıdan Su kalitesinin Belirlenmesi. Ekoloji 19(76), 25-35.
- Gültekin, F., Ersoy, F., Hatipoğlu E., Celep, S., ve Ark., 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. Ekoloji 21(82), 77-88.
- Kocataş, A., 2008. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi Kitabı
- Güler, Ç., 1997. Su Kalitesi” Çevre Sağlığı, Temel Kaynak Dizisi, No:43.
- Özsoy, S., 2009. Su ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı.
- Şen, B., ve Koçer M., 2003. Su Kalitesi Yönetimi, XXI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2-5 Eylül 2003, Elazığ, Bildiriler; 561- 566s.
- Şengörür, B., İleri, R., Öz, N., Gezbul, H., 1997. Deterjanların oksijen tüketimine olan tesirinin Araştırılması., Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Sakarya Üniversitesi 54040 Esentepe Kampüsü., SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2., 89-93.
- Uzun, H.İ., 2012. Riva Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesi ve İstatistiksel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

- Tosun, A.G., 2009. Hayrabolu Sulama Sisteminde Ürün Dağılımının Uydu Görüntüleri Yardımıyla Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı.
- Verep, B., Serdar O., Turan D., Şahin, C., 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. Ekoloji 14(57), 26-35.
- Zengin, M., Kurtoğlu, O., Şengül, H., Çakmak, H., 2017. Doğu Karadeniz'de İşletmeye Açılan Bazı Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Sucul Ekosistem Ve Karadeniz Alabalığı (Salmo Labrax) Populasyonları Üzerine Etkileri, Turkish Journal of Science, ISSN: 2149-9659 E-ISSN: 2528-9462.
- Zeybek, M., ve Kalyoncu, H., 2016. Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fiziko-kimyasal parametrelere göre belirlenmesi, Su Ürünleri Dergisi (2016) Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(3): 223-231.

## ÖZGEÇMİŞ

---

### Kişisel Bilgiler

**Ad Soyad** Ethem ERTAŞ

**Doğum Tarihi**

**Doğum Yeri**

**E-posta Adresi**

### Eğitim Bilgileri

**Lisans** Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Fakültesi 2012

**Yüksek Lisans** Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Temel Bilimler Ana Bilim Dalı, Halen

### İş Deneyimi

**Nisan 2014 - 2015** Cemak Yapı Taahhüt San. ve Tic. Ltd. Şti. (Aydersu)

**Mayıs 2015 -** ETC Çevre Teknolojileri ve Danışmanlık Hizmetleri Ltd. Şti.

### Yayınlar, Çalışmalar

---

## MAKALELER

**SSCI, SCI, SCI-EXPANDED, AHCI Kapsamı Dışındaki Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:**

1.ÖZ Ünal, **ERTAŞ Ethem**, ARAL Orhan, (2017). Kültür Balıkçılığı Açısından Arılı Deresi (Rize) Suyunun Değerlendirilmesi, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, Cilt:6, Sayı:2, 1-10.

#### **Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:**

1.ÖZ Ünal, **ERTAŞ Ethem**, (2016). Arılı Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açıdan Su Kalitesinin Tespit Edilmesi, Turkish Journal of Aquatic Sciences, 31(1):30-39.

#### **BİLDİRİLER**

##### **Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında (Proceedings) Basılmamış Poster, Sözlü Bildiriler Ve Yapılan Davetli Konuşmalar:**

1. **ERTAŞ Ethem**, BAHTİYAR Mehmet, MAVİ Mehmet,  Z  nal (2013). Possible Effects of Run of The River Hydroelectric Plants on Aquatic Environment. KKTC Balıkçılık Sempozyumu.

##### **Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan Ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler:**

1. **ERTAŞ Ethem**,  Z  nal, MAVİ Mehmet, BAHTİYAR Mehmet (2013). Sinop İli Rüzgar Enerjisi Potansiyeli. Sinop İli Değerleri Sempozyumu

##### **Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan Ve Bildiri Kitabında Basılmamış Poster, Sözlü Bildiriler Ve Yapılan Davetli Konuşmalar:**

1. **ERTAŞ Ethem**,  Z  nal, MAVİ Mehmet, BAHTİYAR Mehmet, TA  I Selda (2013). Nehir Tipi Hidroelektrik Santraller ve "Can Suyu" Problemi. 17.Ulusal Su  r nleri Sempozyumu., 3-6 Eylül 2013, İstanbul.

3.  Z  nal, **ERTAŞ Ethem** (2013). Sera Yapıların Su  r nleri Yeti tiriciliğinde Kullanımı ve Isı Hesaplamaları. 17.Ulusal Su  r nleri Sempozyumu, 3-6 Eylül 2013, İstanbul.

#### **PROJELER**

Arılı Deresi (R ZE)' nin Fiziko-Kimyasal Açıdan Su Kalitesinin Tespit Edilmesi, Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (SÜBAP) 2013.