



# TURKISH

# JOURNAL OF AQUATIC SCIENCES

RESEARCH ARTICLE/ARAŞTIRMA MAKALESİ

ISSN: 2149-9659

E-ISSN: 2528-9462



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

Ünal Öz\*, Ethem Ertaş

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Sinop

### ARTICLE INFO

Received: 15/01/2016

Accepted: 29/04/2016

Published online: 18/05/2016

Öz and Ertaş 31(1): 30-39 (2016)

doi: 10.18864/TJAS201604

**Corresponding author:** Ünal Öz, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Sinop, TÜRKİYE

E-mail: unaloz57@myinet.com

### Anahtar Kelimeler:

Su kalitesi  
Arılı deresi  
Fiziko-Kimyasal parametreler

### Keywords:

Water quality  
Arılı stream  
Physico-Chemical parameters

### Öz

Bu çalışma, Doğu Karadeniz Bölgesinde Rize İli Fındıklı İlçesi sınırları içinde bulunan Arılı Deresi'nin su kalitesini belirlemek amacıyla Ekim 2013-Eylül 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince, tespit edilen 7 istasyondan her ay su örnekleri alınmış ve elde edilen değerler (en küçük, en büyük ve ortalama) şu şekilde bulunmuştur: Su sıcaklığı (6.75-18.21-9.68 ±0.27 °C), pH (6.81-8.11-7.33±0.03), çözülmüş oksijen (7.53-13.20-9.36±0.13 mg/L), iletkenlik (61.2-82.9-73.83±0.45 µS/cm), nitrit azotu (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N)(0.0009-0.0092-0.0042 ±0.0002 mg/L), nitrat azotu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)(0.81-5.29-1.58 ±0.09 mg/L) ve amonyum azotu (NO<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)(0.0001-0.0097-0.0026 ±0.0003 mg/L).

Arılı Deresi suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri, su kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre incelendiğinde, yüksek kaliteli (Sınıf I) su standardında olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla Arılı Deresi sularının, sadece dezenfeksiyon ile içme suyu temininin yanında, rekreasyonel amaçlar, su ürünleri yetiştiriciliği ve diğer amaçlar için kullanılabilir su özelliğinde olduğu söylenebilir.

### Abstract

#### Determination of Water Quality of Arılı Stream (Rize) in Terms of Physico-Chemical Structure

This study was carried out purposing to determine water quality of Arılı Stream located in Fındıklı, Rize at Eastern Black Sea Region between October, 2013 and September, 2014. During the study, the water samples were taken periodically from seven chosen stations in every month. The measured data were given as following (minimum, maximum and average): water temperature (6.75-18.21-9.68 ±0.27 °C), pH (6.81-8.11-7.33±0.03), dissolved oxygen (7.53-13.20-9.36±0.13 mg/L), conductivity (61.2-82.9-73.83 ±0.45 µS/cm), nitrite nitrogen (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N)(0.0009-0.0092-0.0042 ±0.0002 mg/L), nitrate nitrogen (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)(0.81-5.29-1.58 ±0.09 mg/L) and ammonium nitrogen (NO<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)(0.0001-0.0097-0.0026 ±0.0003 mg/L). When the physical and chemical characteristics of Arılı Stream were examined according to the inland water quality standards declared in water pollution law, it is obvious that the river has a high water quality standard (Class I). Thus, it can be said that Arılı Stream water can be used not only for drinking purpose by disinfecting it, but also for recreational aims, aquacultures and other aims.

## GİRİŞ

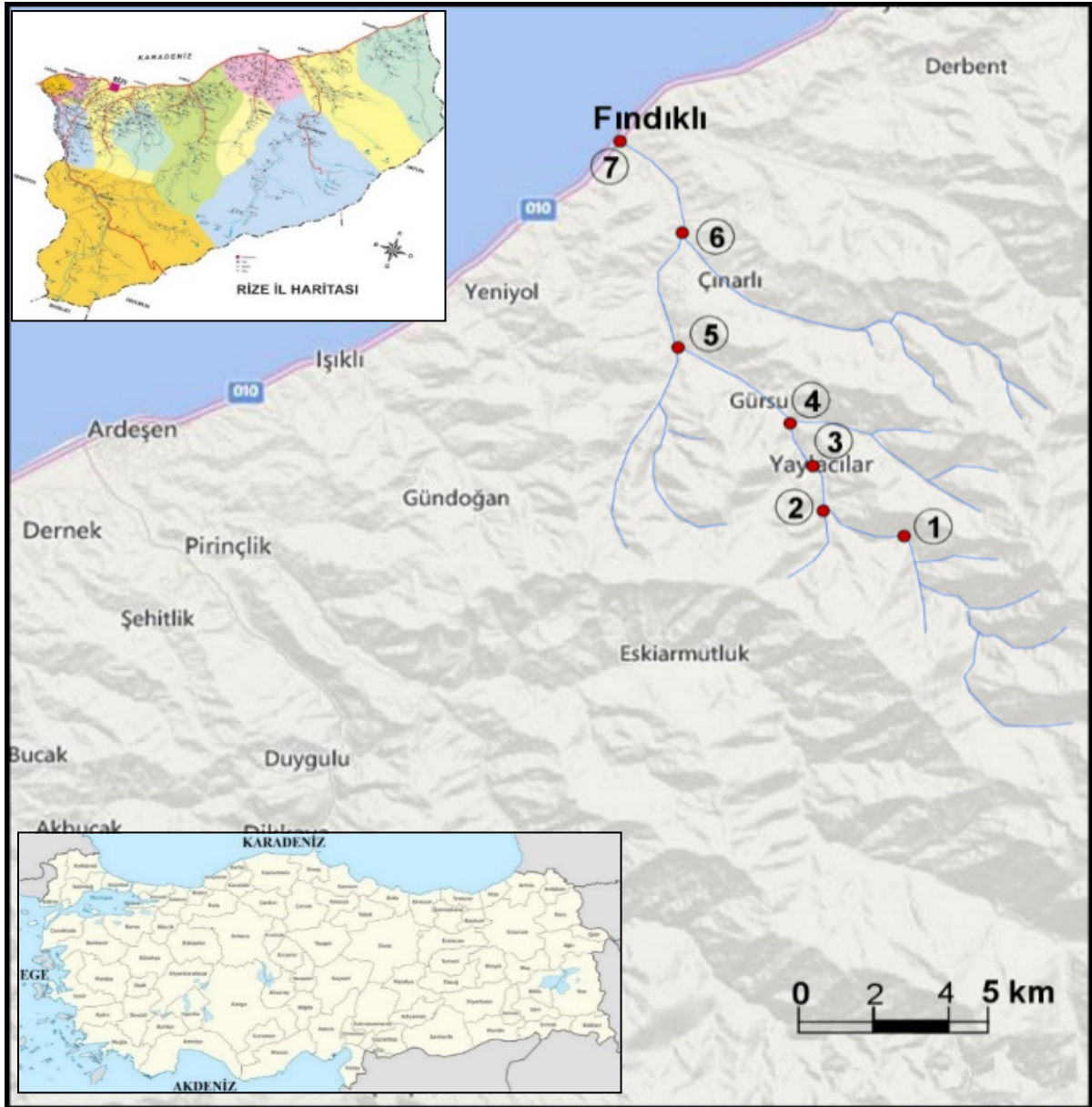
Su, insanlığın varoluşundan bu yana yaşamın devamlılığı açısından en önemli doğal kaynaklarımızdan biri olmuş ve tarih boyunca medeniyetlerin yaşam tarzları, yerleşim yerleri, geçinme şekilleri gibi birçok unsur üzerinde belirleyici etki oluşturmuştur (Özsoy, 2009). İnsanlığın gelişme amacı ile göstermiş olduğu etkinliklerin bir sonucu olarak bilimsel, endüstriyel ve teknolojik anlamda yakaladığı sıçrayış, beraberinde bazı olumsuz sonuçları da getirmiştir. Hızlı nüfus artışı ile birlikte suya olan talebin artması, zirai ve endüstriyel alanlarda suyun bilinçsiz tüketimi ve kirlenmesi 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. Su, 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. 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. Sanayileşmenin büyümesi, tarımda gübre ve ilaç kullanımının yaygınlaşması ve çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi gibi nedenlerle mevcut yüzey ve yeraltı sularının bazılarında aşırı kirlenmeler saptanmıştır. Öyle ki bazı havzaların yüzey sularında 4. dereceden kirlenmiş sular bulunmaktadır (Akın ve Akın, 2007). Bu nedenle tüm bu olumsuz durumların ortadan kaldırılmasına yönelik tedbirler alınması amacıyla “ 2000/60/EC sayılı Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ” (SÇD) oluşturulmuş, Avrupa Birliği’ne üye ve aday ülkelere

uygulama zorunluluğu getirilmiştir. Su Çerçeve Direktifi (SÇD); içme suyu için kullanılacak yüzey sularının kalite yönergesi, balık yaşamının geliştirilmesi ve korunması için tatlı suların kalite yönergesi, yüzme suyu kalite yönergesi ve 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 (Anonim, 2013a). 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). 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 (Anonim, 2015a). Bu sebeplerle bu çalışmada, Arılı Deresi’nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesi belirlenmiş ve kıta içi su kalite standartlarına göre karşılaştırılması yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, Arılı deresi üzerinde deniz suyunun etkisini göstermediği su kotundan başlayarak 570 m rakıma kadar olan yaklaşık 25 kilometre uzunluğundaki akarsu yatağında belirlenen 7 adet istasyondan (Şekil 1), aylık su numuneleri alınarak yapılmıştır. İlerleyen yıllarda yapılması planlanan fakat Arılı Vadisi’nin sit alanı ilan edilmesi ile mahkeme tarafından yürütmeyi durdurma kararı verilen Arılı Deresi HES projesi de istasyonlar seçilirken dikkate alınan önemli unsurlardan biridir. Aynı zamanda yerleşim birimleri ve Arılı Deresi’ni besleyen Meyvalı Deresi, Manaster Deresi gibi ek kaynaklar da istasyonların belirlenmesinde dikkate alınmıştır. İstasyonlardan alınacak örneklerin o noktadaki su niteliğini tanıtır olması, yerleşim alanlarına yakın oluşu, toplam kirliliği belirlemesi göz önünde bulundurulmuştur (Verep vd., 2005).

Koordinatları 41° 09' 41.26" K, 41° 13' 21.48" D olan (1. İstasyon) Yaylacılar 1 istasyonunun rakımı 570 m’dir. Aynı zamanda hes projesi ile 560 m rakımda kurulması planlanan regülatör yapısının yaklaşık olarak 100 m uzağındadır. Akarsuyun kaynağı 3900 m rakımdaki 3 göller bölgesidir ve istasyon noktasına kadar herhangi farklı bir



Şekil 1. Dere yatağı ve örnekleme istasyonları

Figure 1. The stream bed and sampling stations

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

Koordinatları  $41^{\circ} 10' 53.50''$  K,  $41^{\circ} 12' 14.07''$  D olan (2. İstasyon) Yaylacılar 2 istasyonunun rakımı 420 m'dir. Kurulması planlanan hes projesinin yapılarından olan santral binasının ve kuyruk suyu türbinden çıkan suyun tekrar akarsu yatağına bırakılacağı nokta olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle en önemli örnekleme noktalarından bir tanesidir. Bu noktaya kadar herhangi bir farklı akarsu kaynağı karışmamaktadır. Aynı zamanda bu nokta Yaylacılar Köyü yerleşim biriminin

çıkış konumunda olması sebebiyle evsel nitelikli atıklarının deşarj konumu durumundadır.

Koordinatları  $41^{\circ} 11' 10.83''$  K,  $41^{\circ} 11' 51.97''$  D olan (3. İstasyon) Gürsu Köyü istasyonunun rakımı 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 kullanılmaktadır. Bu nedenle bu tip gübrelerin etkileşim noktalarından birisidir.

$41^{\circ} 11' 38.96''$  K,  $41^{\circ} 11' 41.76''$  D koordinatlarındaki (4. İstasyon) Arılı istasyonunun rakımı



184 m olup vadi üzerindeki nüfus yoğunluğu en yüksek köylerden birinin çıkış noktası olarak belirlenmiştir. Köyde ağırlıklı olarak çay tarımı yapılmaktadır.

Koordinatları 41° 12' 25.39" K, 41° 10' 29.13" D olan (5. İstasyon) Meyvalı istasyonunun rakımı 170 m'dir. İstasyonun en önemli özelliği Arılı Deresi'ni destekleyen debisi en yüksek dere olan Meyvalı Deresi ile birleşme noktası olmasıdır.

Manaster istasyonu (6. İstasyon) Arılı Deresi'ne Manaster (Çınarlı) Deresi'nin karıştığı noktadır. Koordinatları 41° 13' 34.03" K, 41° 08' 59.51" D olup rakımı 40 m'dir.

Deniz üstü istasyonu (7. İstasyon) koordinatları 41° 16' 07.89" K, 41° 08' 14.15" D olan ve Arılı Deresi'nin deniz ile buluştuğu istasyondur. Örnekleme noktası tespit edilirken denizin etkisini göstermediği bir nokta olması göz önünde bulundurulmuştur.

İstasyonlardan numune alımı sırasında pH, iletkenlik, çözülmüş oksijen miktarı, sıcaklık gibibazı fiziko-kimyasal parametreler YSI Professional Plus cihazı ile yerinde tespit edilmiştir.

Çalışma süresince sahadan alınan bazı fiziko-kimyasal parametrelerin dışında diğer kimyasal parametrelerin (bakır, demir, silis, fosfat, sülfat, çinko, alkalinite, siyanür, nikel, alüminyum, florür, klorür) fotometrik analizleri YSI 9500 fotometre cihazı ile yerinde yapılmıştır. Analizler fotometre cihazının test kitleri (YSI fotometre su test tabletleri) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazın ölçüm limitleri; bakır için 0-5 mg/L, demir için 0-10 mg/L, silis için 0-150 mg/L, fosfat için 0-4 mg/L, sülfat için 0-200 mg/L, çinko için 0-4 mg/L, alkalinite için 0-500 mg/L, siyanür için 0-200 mg/L, nikel için 0-10 mg/L, alüminyum için 0-0.5 mg/L, florür için 0-1.5 mg/L ve klorür için 0-50 mg/L' dir (Anonim, 2010).

Su örnekleri 1 L'lik polietilen şişelere bir kaç kez çalkalanarak örnekleme şişesinde hava boşluğu kalmayacak şekilde alınmıştır. Örnekleme öncesi su örnekleme kapları, öncelikle musluk suyuyla çalkalandıktan sonra seyreltik asitli sularla iyice temizlenmiştir. Daha sonra saf suyla çalkalanan örnekleme kapları kurutularak hazır hale getirilmiştir. Kimyasal verilerin tespiti için su örnekleri; Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği'ne uygun olarak alınmış ve yalıtımlı köpük kutuların içerisine bir miktar buz konularak numunelerin sıcaklığı

laboratuvara geliş sürecinde düşük tutulmuştur (Anonim, 2009; Gültekin vd., 2012).

Kimyasal analizlerden amonyum ( $\text{NH}_4^+$ -N)(mg/L), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ -N)(mg/L) ve nitrat ( $\text{NO}_3^-$ -N)(mg/L) analizleri Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi kimya laboratuvarında yapılmıştır. Amonyum tespiti fenol hipoklorit yöntemiyle spektrometrik olarak, nitrit tayini ise diazolandırma işlemiyle spektrometrik olarak yapılmıştır. Ortamdaki nitrat, hidrazin-bakır indirgeme reaktifi ile nitrite indirgenmiş, nitrit+nitrat miktarı ölçüldükten sonra daha önce saptanan nitrit miktarı bu değerden çıkarılarak ortamdaki nitrat miktarı bulunmuştur (Egemen, 2011). Tespit edilen parametreler su kirliliği mevzuatında bildirilen kıtaiçi su kalitesi standartlarına göre değerlendirilmiş ve su kalitesi tespit edilmiştir.

Tüm istasyonlardan yapılan ölçümlerin aylık ve yıllık ortalama değerlerinin tespit edilmesinde Minitab 2016 istatistik programı kullanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

İstasyonlarda, bir yıllık süreç içerisinde aylık olarak yapılan arazi ve laboratuvar çalışması sonucunda saptanan fiziksel ve kimyasal parametrelerden; su sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH, elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), çözülmüş oksijen ( $\text{O}_2$ )(mg/L), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ -N)(mg/L), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ -N)(mg/L) ve amonyum ( $\text{NH}_4^+$ -N)(mg/L) parametrelerine ilişkin yıllık ortalama değerler Tablo 1'de verilmiştir. Bunun dışında incelenen bakır (Cu)( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), demir (Fe)( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), silis ( $\text{SiO}_2$ )(mg/L), fosfat (P)(mg/L), sülfat ( $\text{SO}_4^-$ )(mg/L), çinko (Zn)( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), alkalinite ( $\text{CaCO}_3$ )(mg/L), siyanür (CN)( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), nikel (Ni)( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), alüminyum (Al)(mg/L), florür ( $\text{F}^-$ ) ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) ve klorür ( $\text{Cl}^-$ )(mg/L) parametreleri ise mevcut akarsuda eser seviyede olması sebebiyle YSI 9500 Fotometre cihazı tarafından ölçüm limiti altında ( $\ll$ ) bulunmuştur (Anonim, 2010). Veri elde edilebilen parametreler kıtaiçi su kalitesi standartlarına göre değerlendirilmeye alınmıştır.

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.

Çalışma süresi boyunca en düşük pH Ağustos ayında 6.81 (7.istasyon), en yüksek pH ise Aralık ayında 8.11 (1.istasyon) olarak ölçülmüştür. Yıl-

lık ortalama pH ise  $7.33 \pm 0.03$  olarak tespit edilmiştir.

Arılı Deresi üzerinde belirlenen ortalama çözünmüş oksijen miktarı  $9.36 \pm 0.13$  mg/L olarak bulunmuştur. 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.

Yapılan ölçümler neticesinde en düşük elektriksel iletkenlik değeri Şubat ayında  $61.2$   $\mu$ S/cm (5.istasyon), en yüksek elektriksel iletkenlik değeri ise yağışların en fazla olduğu aylardan Mayıs ayında  $82.9$   $\mu$ S/cm (7.istasyon) olarak ölçülmüş ve yıllık ortalama değeri  $73.83 \pm 0.45$   $\mu$ S/cm olarak tespit edilmiştir.

Çalışma süresi boyunca ortalama nitrit konsantrasyonu  $0.0042 \pm 0.0002$  mg/L 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.

Bir yıllık periyod içerisinde ölçülen 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  $1.58 \pm 0.09$  mg/L'dir.

Bir yıllık periyod içerisinde yapılan aylık örneklemeler sırasında 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  $0.0026 \pm 0.0003$  mg/L olarak belirlenmiştir.

Toplamda 7 adet istasyonda aylara göre ortalama sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, nitrit, nitrat ve amonyum değerleri Tablo 2'de verilmiştir

Su kalitesi doğal fiziksel ve kimyasal durumunun yanı sıra insan faaliyetlerinin de bir sonucudur. Suyun belirli bir amaç için kullanılabilir olup olmadığı, su kalitesi ile saptanır. Beşeri faaliyetlerin doğal suyun kalitesini değiştirdiği ve önceden kullanım için elverişli olan suyun artık kullanıma uygun olmadığı durumda, suyun kirletilmiş olduğundan söz edilir (Gültekin vd., 2012). Akarsu, göl ve baraj rezervuarlarında biriktirilen kıta içi yerüstü suların kalitelerine göre yapılan sınıflama; yüksek kaliteli su (sınıf I), az kirlenmiş su (sınıf II), kirlenmiş su (sınıf III) ve çok kirlenmiş su (sınıf IV) olarak belirtilmiştir (Anonim,

2015b). Sınıflandırma için geçerli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerleri Tablo 3'de görüldüğü gibi 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. Yapılan analizler neticesinde tespit edilen değerler kıta içi su kalitesi kriterleri ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Arılı Deresi'nin yüksek kaliteli su sınıfında yer aldığını göstermiştir.

Sıcaklığın, su kütleindeki değişik fiziksel ve kimyasal olaylar üzerinde önemli etkileri vardır. Çözünürlük, doygunluk, konsantrasyon ve difüzyon gibi olaylar sıcaklıktan etkilenir (Mutlu vd., 2013). Suyun kendine özgü lezzeti özellikle sıcaklığına bağlıdır; genel olarak içme suyu sıcaklığının  $7$  ile  $15^{\circ}\text{C}$  arasında olması istenir. İçme suyunda bulunan az miktardaki uçucu maddelerin buhar basıncı sıcaklık arttıkça artar ve kokunun artmasına sebep olur. Bulanıklık ve renk sıcaklıkla indirekt olarak ilgilidir. Özellikle koagülasyonla sıcaklık birbirine sıkıca bağlıdır. Sıcaklık azalırken suyun viskozitesi azalır ve çökme hızı ile süzme de azalır (Anonim, 2007). Araştırmamızda, Arılı Deresi'nin su sıcaklığı mevsimlere bağlı olarak değişimler göstermiştir. Kış aylarında düşen sıcaklık değerleri yaz aylarında artışa geçmiş ve derenin yıllık ortalama su sıcaklığı  $9.68 \pm 0.27$   $^{\circ}\text{C}$  olarak tespit edilmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklığı, kıta içi su kalitesi standartlarına göre (Tablo 3) değerlendirildiğinde Arılı Deresi yüksek kaliteli su sınıfına girmektedir.

Sularda hidrojen iyonu derişiminin ölçüsü olan pH, suyun asidik veya bazik olup olmadığını gösterir. Sularda pH  $0-14$  arasında değişir. pH; doğal sularda kimyasal ve biyolojik sistemler için en önemli faktördür (Atay ve Pulatsü, 2000). Mevzuatta belirtilen kıta içi su kalite standartları incelendiğinde pH parametresi için verilen yüksek kalite su limitleri  $6.5$  ile  $8.5$  arasındaki sulardır (Tablo 3). Çalışmamızda, ortalama pH değeri derenin hafif bir bazik su karakteri taşıdığını göstermiştir. Yine yıllık ortalama pH düzeyinin  $7.33 \pm 0.03$  olması sebebiyle kalite standartları açısından Arılı Deresi'nin yüksek kaliteli su sınıfında olduğu görülmektedir.

**Tablo 1.** Arılı Deresi'nin fiziko-kimyasal parametrelerinin istasyonlardaki yıllık ortalama değerleri

**Table 1.** The average annual values of physico-chemical water parameters in the stations of Arılı Stream

Parametreler	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon	5.İstasyon	6.İstasyon	7.İstasyon
Su Sıcaklığı (°C)	8.14 ±0.31	8.48 ±0.36	8.75 ±0.46	9.48 ±0.59	10.40 ±0.75	11.01 ±0.89	11.51 ±0.94
pH	7.57 ±0.10	7.33 ±0.08	7.28 ±0.06	7.30 ±0.08	7.26 ±0.09	7.28 ±0.09	7.31 ±0.10
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	10.69 ±0.35	10.18 ±0.33	9.68 ±0.30	9.18 ±0.29	8.82 ±0.17	8.58 ±0.17	8.38 ±0.15
Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	73.47 ±1.53	72.21 ±1.03	72.13 ±1.02	74.19 ±0.82	73.25 ±1.47	75.20 ±0.87	76.39 ±1.04
Nitrit (mg/L)	0.0019 ±0.0002	0.0024 ±0.0001	0.0030 ±0.0003	0.0042 ±0.0004	0.0049 ±0.0004	0.0063 ±0.0003	0.0071 ±0.0004
Nitrat (mg/L)	0.96 ±0.04	1.09 ±0.11	1.16 ±0.11	1.36 ±0.15	1.67 ±0.16	2.18 ±0.22	2.62 ±0.35
Amonyum (mg/L)	0.0003 ±0.0001	0.0006 ±0.0001	0.0013 ±0.0006	0.0017 ±0.0003	0.0034 ±0.0005	0.0046 ±0.0006	0.0063 ±0.0006

**Tablo 2.** Arılı Deresi'nde 7 ayrı istasyondan alınan fiziko-kimyasal parametrelerin aylık ortalama değerleri

**Table 2.** The average monthly values of physico-chemical water parameters that are obtained from seven different stations in Arılı Stream

Parametreler	Aylar											
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Su Sıcaklığı (°C)	8.19±0.29	7.35±0.34	7.87±0.33	8.33±0.34	7.85±0.11	9.53±0.27	9.56±0.56	10.06±0.57	10.08±0.58	12.35±1.19	14.46±1.23	9.83±0.45
pH	7.77±0.06	7.50±0.08	7.66±0.11	7.44±0.12	7.48±0.11	7.33±0.11	7.21±0.04	7.23±0.08	7.17±0.03	7.02±0.03	7.01±0.05	7.18±0.04
Çöz. Oksijen (mg/L)	10.83±0.35	8.70±0.35	9.21±0.30	9.50±0.64	10.86±0.73	8.79±0.13	8.99±0.28	9.39±0.24	9.18±0.25	8.99±0.27	8.87±0.40	8.97±0.25
Elek. İletkenlik (µS/cm)	73.27±1.79	73.51±1.99	72.04±1.92	73.39±1.09	72.53±2.34	72.80±0.95	76.33±0.91	74.20±1.91	72.93±1.61	74.84±0.99	74.74±1.29	75.41±1.30
Nitrit (mg/L)	0.0036±0.0008	0.0030±0.0007	0.0055±0.0011	0.0041±0.0008	0.0050±0.0010	0.0053±0.0008	0.0040±0.0008	0.0042±0.0007	0.0039±0.0007	0.0042±0.0009	0.0038±0.0004	0.0041±0.0007
Nitrat (mg/L)	2.45±0.21	1.42±0.14	1.07±0.05	2.09±0.63	1.76±0.53	1.94±0.35	1.49±0.22	1.60±0.31	1.05±0.08	1.20±0.08	1.34±0.22	1.52±0.13
Amonyum (mg/L)	0.0016±0.0006	0.0014±0.0007	0.0033±0.0014	0.0022±0.0007	0.0029±0.0011	0.0024±0.0011	0.0021±0.0005	0.0026±0.0010	0.0026±0.0009	0.0041±0.0013	0.0040±0.0015	0.0022±0.0008

**Tablo 3.** Elde edilen sonuçların kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre değerlendirilmesi**Table 3.** The evaluation of obtained results according to classes of inland water resources

Su Kalite Parametreleri	Ortalama Değerler	Su Kalite Sınıfları (Anonim, 2015b)			
		I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	9.68 ±0.27	≤25	≤25	≤30	>30
pH	7.33 ±0.03	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	<6.0 veya >9.0
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	9.36 ±0.13	>8	6	3	<3
Nitrit (mg/L)	0.0042 ±0.0002	0.01	0.06	0.12	>0.30
Nitrat (mg/L)	1.58 ±0.09	<5	10	20	>20
Amonyum (mg/L)	0.0026 ±0.0003	0.2	1	2	>2
Elek. İletkenlik (µS/cm)	73.83 ±0.45	<400	1000	3000	>3000

Su kirliliğinde ve atıksa arıtımında çözünmüş oksijen miktarı çok önemli bir parametredir. Canlı yaşamı için kritik öneme sahip olan çözünmüş oksijen azlığı, yüzeysel sulara kirliliğin en önemli göstergesidir. Sudaki oksijen miktarı; atmosferdeki oksijenin kısmi basıncına, suyun sıcaklığına, suya oksijen kazandıran organizmalara ve sudaki mineral konsantrasyonuna bağlıdır. Kirlenen sulardaki çözünmüş oksijen, hazır oksitlenebilen maddeler (metaller vb.) ya da biyolojik faaliyetlerle hızla azalır (Anonim, 2014a). Kıta içi su kalitesi standartlarında çözünmüş oksijen için verilen yüksek kalite su sınıfı kriter değeri mg/L'de 8'den fazla olan sular şeklinde belirtilmiştir (Tablo 3). Arılı Deresi üzerinde belirlenen yıllık ortalama çözünmüş oksijen miktarı 9.36±0.13 mg/L olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri bakımından Arılı Deresi yüksek kaliteli su sınıfı içerisinde yer almaktadır.

İletkenlik, suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çözeltinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençtir. İletkenlik, sudaki çözünmüş maddelerin bir göstergesidir. Bu sebeple izleyici bir parametredir. Bu durum, iyonize olmuş maddenin toplam konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır. Çözünmüş iyonların mobilitesi, yükü ve konsantrasyonu iletkenliği etkileyen faktörlerdendir. İçme suyunda iletkenlik artışı, suyun kirlendiğini ya da suya deniz suyunun karıştığını gösterir. (Anonim, 2011). Çalışmamızda elektriksel iletkenlik değerleri sıcaklıklara bağlı olarak değişmiş, kış aylarında düşük olup yaz aylarında ise artış göstermiştir. Yapılan ölçümler neticesinde Arılı Deresi yıllık ortalama değeri 73.83 ±0.45

µS/cm olarak tespit edilmiştir. Kalite kriterleri (Tablo 3) açısından bakıldığında dere suyunun yüksek kalitede olduğu görülmektedir.

Azot bileşikleri; su kirliliğinde önemli etkilere sahiptirler. Doğal azot yükleri; suda bulunan mikroorganizmaların topraktan bağladığı ve yağışların getirdiği azot bileşiklerinden ibarettir. Kentsel atık su arıtma sistemleri, gübre fabrikası atıkları, yoğun hayvancılık tesisleri, yün, gıda, deri, bira ve süt endüstrisi ile mezbaha atıkları en önemli azot kaynaklarıdır (Atay ve Pulatsü, 2000). Tarımsal amaçlı yapay gübrelerin yaygın olarak kullanımı, hayvan atıkları, belediye çöpleri, çiftliklerde temizlik amacıyla kullanılan sular ve endüstriyel atıklar sakıncalı ölçülerde nitrit ve nitratlarla yüzey ve yer altı sularının kirlenmesine neden olmaktadır (Özdemir vd., 2004). Azot türevleri olan nitrit, nitrat ve amonyum azotu seviyeleri Arılı Deresi'nde özellikle istasyonlara göre farklılıklar göstermiştir.

Yapılan ölçümlerde nitrit azotu miktarlarının, yerleşim olmayan yerde (1.istasyon) daha az, yerleşim olan ve tarım yapılan yerlerde ise artarak yükseldiği belirlenmiştir. Çalışma süresi boyunca ortalama nitrit konsantrasyonu 0.0042 ±0.0002 mg/L olarak tespit edilmiştir. Ortalama nitrit konsantrasyonu, kıta içi su kalitesi kriterlerine göre (Tablo 3) incelendiğinde, Arılı Deresi'nin yüksek kaliteli su sınıfında olduğu görülmektedir.

Derede; nitrat ve amonyum azotu değerlerinin istasyonlara göre değiştiği belirlenmiştir. Yerleşimin olmadığı 1.istasyondaki değerlerin, yerleşim olan ve tarım yapılan istasyonlara göre daha



düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Arılı Deresi'nin yıllık ortalama nitrat ve amonyum azotu değerleri sırasıyla;  $1.58 \pm 0.09$  mg/L ve  $0.0026 \pm 0.0003$  mg/L olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama nitrat ve amonyum azotu değişimlerine bakıldığında, Arılı Deresi'nin kıta içi su kalitesi kriterlerine göre (Tablo 3) yüksek kaliteli su sınıfında olduğunu göstermektedir.

15.04.2015 Tarih ve 29327 Sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan yönetmelikte, yüksek kalite (Sınıf I) düzeyindeki suların kullanım amaçları; içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil), alabalık üretimi, hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı ve diğer amaçlar olarak belirlenmiştir. Su kaynaklarımız ve miktarları, ülkemizi su zengini bir ülke konumuna sokmamaktadır. Kişi başına kullanılabilen yıllık su miktarı ülkemizde  $1519 \text{ m}^3$ 'tür. Bu rakam ile ülkemiz, standartlara bakıldığında su azlığı çeken bir ülke konumuna girmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmektedir. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının  $1120 \text{ m}^3/\text{yıl}$  civarında olacağı söylenebilir. Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür. Ayrıca bütün bu tahminler mevcut kaynakların 20 yıl sonrasına hiç tahrip edilmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Bu nedenle, Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir (Anonim, 2014b). Bu sonuçlara göre; 1. Sınıf su kalitesi ihtiva eden Arılı Deresi'nin uzun vadede ülkemiz adına önemli bir içme suyu kaynağı olabileceği aşikârdır. Yetiştiricilik açısından değerlendirilirse Arılı Deresi üzerinde irili ufaklı birçok alabalık tesisi vardır fakat büyük çaplı bir işletme bulunmamaktadır. Alabalık yetiştiriciliği adına uygun bir su olan Arılı Deresi'nin yetiştiricilik faaliyetlerinin geliştirilmesi adına teşvik edilmesi önem arz etmektedir. Bu araştırmada elde edilen veriler, çalışmanın yürütüldüğü Arılı Deresi ve bölgede yapılan benzer diğer çalışmalar baz alınarak değerlendirilmiştir.

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 (Verrep vd., 2005).

Fırtına Deresi'nde yapılan çalışmada derenin fiziko-kimyasal parametre değerleri; su sıcaklığı  $10.53 \pm 0.40$  °C, pH  $7.16 \pm 0.01$ , çözünmüş oksijen  $10.71 \pm 0.11$  mg/L, elektriksel iletkenlik  $54.77 \pm 1.04$  µS/cm, nitrit  $0.0012 \pm 0.0001$  mg/L, nitrat  $1.36 \pm 0.087$  mg/L ve amonyum  $0.0048 \pm 0.0002$  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 vd., 2010).

Trabzon il sınırlarını kapsayan çalışma alanında çeşitli derelerde (Akhisar, Foldere, İskefiye, Kalanima, Sera, Beşirli, Değirmendere, İkisü, Yomra, Yanbolu, Karadere, Manahoz, Solaklı ve Baltacı Dereleri) su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada (Gültekin vd., 2012) su sıcaklığı değerlerinin  $2.1-21.4$  °C arasında, pH değerlerinin  $6.9-9.9$  arasında, çözünmüş oksijen değerlerinin  $8.1-11.4$  mg/L arasında, elektriksel iletkenlik değerlerinin  $28-450$  µS/cm arasında, nitrit değerlerinin  $0.01-0.25$  mg/L arasında, nitrat değerlerinin  $0.1-4.7$  mg/L arasında ve amonyum değerlerinin ise  $0-15.5$  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.

Arılı Deresi'nde deniz alası habitatı su kalitesi ve balık bolluğunun saptanması için yapılan çalışmada (Anonim, 2013b) Ağustos ayında 5 gün süren ölçümler sonucunda ortalama su kalitesi parametreleri; su sıcaklığı için  $21.1$  °C, pH için  $6.86$ , iletkenlik için  $74.56$  µS/cm ve çözünmüş oksijen için  $8.98$  mg/L olarak saptanmış ve akarsuyun çok yumuşak ve ılıksu karakterinde olduğu, su kalitesi parametreleri açısından normal değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Elde edilen bu değerlerin, çalışmamızda Arılı Deresi üzerinde bu dönemde elde edilen değerlerle (Tablo 2) benzer olduğu görülmektedir.



## SONUÇ

Bu çalışma ile bölge ekonomisine katkısı olması bakımından uygun değerleri barındıran Arılı Deresi'nin yetiştiricilik adına desteklenmesi ve geliştirilmesi, uzun vadede su kıtlığı çeken ülkeler arasına gireceğimiz öngörüldüğünde içme suyu olarak planlanması ve geliştirilmesi, bu konuda yöre halkının bilgilendirilmesi ve teşvik edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, SÜF-1901-12-07 no'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu projeyi destekleyen Sinop Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'ne de ayrıca teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Anonim, (2007). Gıda Teknolojisi, İçme ve Kulanma Suyu Analizleri. Megep, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, (2009). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği. Resmi Gazete 27372, T.C. Başbakanlık, Ankara.
- Anonim, (2010). YSI 9300 and 9500 Photometers User Manual. YSI Inc., 130 s.
- Anonim, (2011). Çevre Sağlığı, Suların Analiz Parametreleri. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, (2013a). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Sınırtaşan Sular, Orsam Su Araştırmaları Programı. Rapor No:19, Ankara.
- Anonim, (2013b). Rize İli Karadeniz Alabalığı (*Salmo coruhensis*) Tür Koruma Eylem Planı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Rize.
- Anonim, (2014a). pH, İletkenlik, Çözünmüş Oksijen, Sıcaklık, TDS ve Tuzluluk Tayini, Erciyes Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü. Çevre Kimyası Laboratuvar Dersi Notları (<http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/%C3%87KL%20Yeni/Fiziksel%20%C3%96l%20A7%BCm%20Y%C3%B6ntemleri.pdf>) erişim tarihi: 28.03.2016)
- Anonim, (2014b). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, D.S.İ. Genel Müdürlüğü 2014 Yılı Faaliyet Raporu.

Anonim,(2015a).

[http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/SU\\_KALITESI\\_TRxm070515.sflb.ashx](http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/SU_KALITESI_TRxm070515.sflb.ashx) (erişim tarihi: 01.03.2016)

- Anonim, (2015b). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Resmi Gazete 29327, T.C. Başbakanlık, Ankara.
- Akın, M., Akın, G., (2007). Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları Ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi* 47(2), 105-118.
- Atay, D., Pulatsü, S., (2000). Su Kirlenmesi ve Kontrolü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1513, Ankara.
- Egemen, Ö., (2011). Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Yayınları. Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, Bornova İzmir, 150 s.
- Gedik, K., Verep, B., Terzi, E., Fevzioglu, S.,(2010). Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açısından Su kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 19(76), 25-35.
- Gültekin, F., Ersoy, A.F., Hatipoğlu, Celap, S., (2012). Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 21(82), 77-88.
- Gürçay, Ü., Tecim, V., (2006). Su Kaynaklarının ve Tüketiminin Cbs ile Analizi ve Yönetimi: Örnek Bir Uygulama. Fatih Üniversitesi, İstanbul 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 6s, İstanbul.
- Mutlu, E., Yanık, T., Demir, T., (2013). Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri. *Alın Teri Ziraat Bilimler Dergisi*, 25(2), 45-57.
- Özdemir, M., Yavuz, H., İnce, S., (2004). Afyon Bölgesi Kuyu Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 51, 25-28.
- 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, Ankara.
- 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, Tekirdağ.
- 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, Sakarya.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C.,(2005). İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 14(57), 26-35.