



**Alınış tarihi (Received):** 31.03.2017  
**Kabul tarihi (Accepted):** 06.06.2017

**Baş editor/Editors-in-Chief:** **Ebubekir ALTUNTAŞ**  
**Alan editörü/Area Editor:** **Nihat YEŞİLAYER**

## **Kültür Balıkçılığı Açısından Arılı Deresi (Rize) Suyunun Değerlendirilmesi**

**Ünal Öz<sup>a,\*</sup> Ethem Ertaş<sup>a</sup> Orhan Aral<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, 57000, Sinop-Türkiye

<sup>b</sup> Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, 57000, Sinop-Türkiye

\* Sorumlu Yazar, e-posta: unaloz@sinop.edu.tr

**ÖZET:** Su ürünleri yetiştiriciliğinde başarılı üretimin sağlanabilmesi öncelikle su ve besleme özelliklerine bağlıdır. Su kalitesinin bilinmesi suyun kullanım amacının belirlenmesi açısından gereklidir. Bu amaçla bir yıl süresince yürütülen bu araştırma, Rize İli Fındıklı İlçesinde bulunan Arılı Deresi suyunun kültür balıkçılığı açısından değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 7 istasyonda ayda bir su örnekleri alınmış ve elde edilen ortalama su parametresi değerleri; su sıcaklığı için  $9.68 \pm 0.27$  °C, pH için  $7.33 \pm 0.03$ , çözülmüş oksijen için  $9.36 \pm 0.13$  mg/L, iletkenlik için  $73.83 \pm 0.45$  µS/cm, nitrit azotu için ( $\text{NO}_2^-$ -N)  $0.0042 \pm 0.0002$  mg/L, nitrat azotu için ( $\text{NO}_3^-$ -N)  $1.58 \pm 0.09$  mg/L, amonyum azotu için ( $\text{NH}_4^+$ -N)  $0.0026 \pm 0.0003$  mg/L ve amonyak için ( $\text{NH}_3$ )  $0.000015 \pm 0.000002$  mg/L şeklinde bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, Arılı Deresi suyunun, kültür balıkçılığı amacıyla kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Arılı Deresi, Su Parametreleri, Kültür Balıkçılığı

## **Evaluation of Arılı Stream (Rize) Water for Aquaculture**

**ABSTRACT:** Achievement production of aquaculture depends primarily on water and feed characteristics. Knowing the water quality is necessary in order to determine the intended use of the water. For this purpose, this one-year research was carried out in order to evaluate the water of Arılı Stream, located in Fındıklı Province, Rize, in terms of culture fishing. During the study, water samples were collected monthly in 7 stations and the obtained mean water parameters were;  $9.68 \pm 0.27$  °C for water temperature,  $7.33 \pm 0.03$  for pH,  $9.36 \pm 0.13$  mg/L for dissolved oxygen,  $73.83 \pm 0.45$  µS/cm for conductivity,  $0.0042 \pm 0.0002$  mg/L for nitrite nitrogen, ( $\text{NO}_2^-$ -N),  $0.000015 \pm 0.000002$  mg/L for nitrate nitrogen ( $\text{NO}_3^-$ -N),  $1.58 \pm 0.09$  mg/L for ammonium nitrogen ( $\text{NH}_4^+$ -N) and  $0.0026 \pm 0.0003$  mg/L for ammonia ( $\text{NH}_3$ ). According to these results, it has been determined that Arılı Stream water is suitable for finfish aquaculture.

**Keywords:** Arılı Stream, Water Parameters, Aquaculture

### **1. Giriş**

Tamamen yerine geçebilecek eşdeğeri bulunamayan bir kaynak olan su; yaşayan bütün canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir (Aksungur ve Firidin, 2008). Doğal su kaynaklarının tahrip edilmesi ve balıkların çeşitli teknolojik gelişmelerle açık denizlerde de avlanmaya başlanması nedeniyle denizlerde ve içsularda kültür balıkçılığının önemi 21. yüzyıldan itibaren hızlı bir şekilde artış göstermektedir (Aydın, 2014).

İç sulardaki su ürünleri yetiştiriciliği ağırlıklı olarak akarsulardan su temini yoluyla havuzlarda yapılmaktadır (Anonim, 2010a). Su sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen, amonyak vb. su parametreleri sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği için ideal koşullarda olması gereken parametrelerdir.

Canlı yaşamında su sıcaklığı oldukça önemlidir. Özellikle balıklar için “sıcak veya ılıman iklim balıkları” ya da “soğuk iklim balıkları” gibi sınıflandırma dahi yapılmaktadır (Dikel, 2009). 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). Akarsuların çözülmüş oksijen miktarı sucul ortamda yaşayan canlıların yaşamlarını sınırlandıran önemli bir faktördür. Su içinde gerçekleşen fotosentez sonucu oluşan oksijen, suyun oksijen ile doygun hale gelmesini sağlar. Sucul ekosistemde; biyolojik aktivitenin tip ve miktarı ortamda bulunan çözülmüş oksijen değişimine bağlıdır (Mutlu ve ark., 2013). İletkenlik, suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çözeltilinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençtir. İletkenlik, sudaki çözülmüş maddelerin bir göstergesidir. Bu sebeple izleyici bir parametredir (Anonim, 2011). Azot bileşikleri; su kirliliğinde önemli etkilere sahip olup oksijen ve ötrofikasyona etkileri çok büyüktür (Mutlu ve ark., 2013).

Karadeniz Bölgesinde sürekli su akışına sahip nehirler ve birçok küçük dere bulunmakta ve bu nedenle de Doğu Karadeniz akarsu havzasını oluşturan nehirler iç sularda alabalık üretimini olumlu yönde etkilemektedir (Anonim, 2010b; Anonim, 2015a). “Deniz ve tatlı su arasında kışlama ve üreme göçü yaptığı bilinen, boy ve ağırlıkça doğal alabalık türleri arasında en fazla büyüeyebilen ve doğal habitatları tehlike altında olan Karadeniz alabalığı (Deniz alası: *Salmo coruhensis*) Doğu Karadeniz havzasının endemik bir doğal alabalık türüdür. Diğer yandan *Salmo rizeensis* ise büyük akarsu sistemlerinin üst kesimlerinde yaşayan, eğimli ve hızlı akan akarsu habitatlarını tercih eden bir kırmızı benekli alabalık türü olup dağ alabalığı olarak da bilinir” (Verep ve ark., 2016).

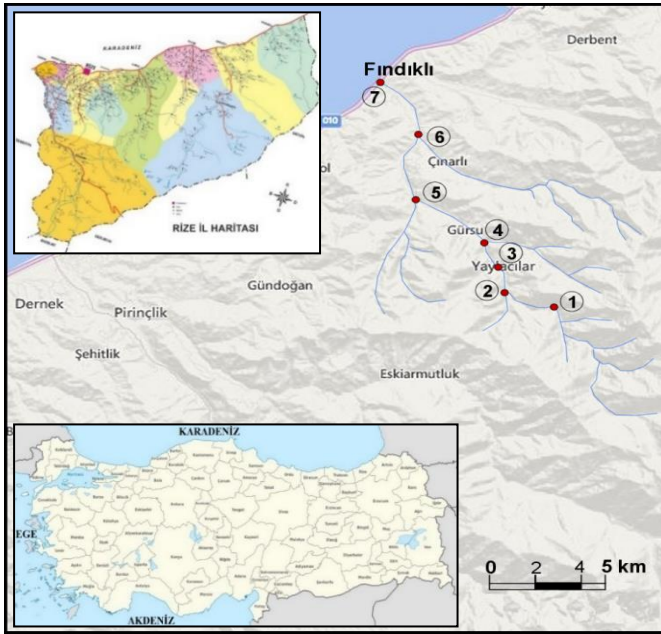
Doğu Karadeniz Bölgesinde Trabzon ve Rize illeri, oldukça zengin bir akarsu kapasitesine sahiptir (Verep ve ark., 2005). Doğrudan Karadeniz’e ulaşan akarsulardan biri de 31,5 km uzunluğundaki Arılı Deresi’dir (Anonim, 2013a). Arılı Deresi’nin yıllık ortalama debisi 6,31 m<sup>3</sup>/s’dir (Anonim, 2012). Fındıklı akarsu havzasında orta ölçekli dereler sınıfında olan Arılı Deresi’nin alt kesimlerinde *Salmo coruhensis*, üst kesimlerinde ise *Salmo rizeensis* yaşamaktadır. Arılı Deresi’nde Barbus, Alburnoides ve Cyprinid türleri yaşamı da mevcuttur. Günümüzde tarım, yerleşim ve birçok endüstriyel faaliyet alanlarının da bu bölgelerde yer alması nedeniyle, Rize İli akarsularında yaşayan deniz alalarının yaşam alanları tehdit altında hatta yok olmak üzeredir. Dolayısıyla bölgede Arılı Deresi ve diğer dereler (Fırtına, Çağlayan, Anzer, Cimil, Aşıklar, Kanlıdere, Söğütlü) gibi önemli deniz alası yaşam alanlarının koruma altına alınması, akarsu yatağı modifikasyonlarının durdurulması, hidroelektrik santral projelerinden çıkarılmaları ve özellikle aşırı avcılıktan korunmaları gerekir (Anonim, 2013b).

Tüm dünyada olduğu gibi kirlilik, ülkemizin de doğal kaynaklarını olumsuz yönde etkilemektedir. 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). Su kalitesinin bilinmesi, mevcut kalitenin korunması ya da iyileştirilmesi ve suyun kullanım amacının belirlenmesi açısından gereklidir (Anonim, 2015b). Bu çalışmada, Arılı Deresi suyunun fiziko-kimyasal parametre değerleri saptanmış ve su parametrelerin kültür balıkçılığı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Araştırma İstasyonlarının Belirlenmesi

Bu çalışma, Arılı Deresi üzerinde deniz suyunun etkisini göstermediği su kotundan (0.40 m) başlayarak 570 m rakıma kadar olan yaklaşık 25 kilometre uzunluğundaki akarsu yatağında belirlenen toplam 7 adet istasyonda (Şekil 1, Çizelge 1) ayda bir su numuneleri alınarak yapılmıştır. Örnek istasyonların belirlenmesinde, alınan su örneklerinin, o noktadaki su niteliğini tanıtır olması, yerleşim-tarımsal alanlarına yakın oluşu, su kalitesi değişimini temsil etmesi, yan kolların birleşme öncesi ve sonrası tam karışım sağlandıktan sonra akışın düzgün olduğu kısımlardan ve mümkün olduğunca orta derinlikten alınması gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur (Verep ve ark., 2016).



Şekil 1. Akarsu yatağı ve istasyon noktaları  
Figure 1. The stream bed and sampling stations

Çizelge 1. İstasyonların tanımı ve özellikleri  
Table 1. Definition and characteristics of stations

İstasyon No	Koordinatlar	Rakım (m)	Açıklama
1	41° 09' 41.26" K, 41° 13' 21.48" D	570	Kirletici kaynağa maruz kalmayan referans nokta
2	41° 10' 53.50" K, 41° 12' 14.07" D	420	Yaylacılar Köyü çıkış noktası
3	41° 11' 10.83" K, 41° 11' 51.97" D	290	Gürsu Köyü ve yukarısındaki küçük yerleşim birimleri ve tarım arazileri noktası
4	41° 11' 38.96" K, 41° 11' 41.76" D	184	En yüksek nüfuslu köy ve tarım arazisi noktası
5	41° 12' 25.39" K, 41° 10' 29.13" D	170	Meyvalı Deresi birleşme noktası
6	41° 13' 34.03" K, 41° 08' 59.51" D	40	Manaster (Çınarlı Deresi) karışım noktası
7	41° 16' 07.89" K, 41° 08' 14.15" D	0.40	Deniz suyu etkisinde olmayan dökülme noktası

## 2.2. Su Parametrelerinin Belirlenmesi

İstasyonlardan alınan örneklerde, pH, iletkenlik, çözülmüş oksijen, sıcaklık gibi bazı fiziko-kimyasal parametreler YSI Professional Plus cihazı ile yerinde tespit edilmiştir.

Ekim 2013-Eylül 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilen bir yıllık çalışma süresince, aylık olarak alınan bazı 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, 2010c).

Su örnekleri 1 L'lik polietilen şişelere, örnekleme şişesinde hava boşluğu kalmayacak şekilde birkaç kez çalkalanarak alınmıştır. Örnekleme öncesi su örnekleme kapları, öncelikle musluk suyuyla çalkalandıktan sonra seyreltik asitli sularla iyice temizlenmiştir. Daha sonra saf suyla çalkalanan örnekleme kapları kurutulmuş 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 (Verap ve Ödün, 2016; Gültekin ve ark., 2012).

Kimyasal analizlerden amonyum (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)(mg/L), nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N)(mg/L) ve nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-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). Amonyak (NH<sub>3</sub>)(mg/L) tespitinde ise:

$$\text{NH}_3 = (\text{NH}_4^+) (10^{(\text{pH} - \text{pK}(\text{NH}_3)))}$$

formülü kullanılmıştır. Formüldeki pK(NH<sub>3</sub>) değeri; pK(NH<sub>3</sub>)=0,09018+[2729,92/(273+T)] ifadesiyle bulunur. Burada T, santigrat (°C) cinsinden ölçülen sıcaklıktır (Anonim, 2007; Anonim, 2013c).

## 2.3. İstatistiksel Analizler

Tüm istasyonlarda yapılan ölçümlerin yıllık ortalama ve standart sapma değerlerinin tespit edilmesinde Minitab 2016 ( 16.2.3 sürüm ) istatistik programı kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, suyun fiziko-kimyasal özellikleri (su sıcaklığı, pH, amonyak vb.) tüm yaşamsal fonksiyonlar üzerine etkilidir ve bu koşullar sürdürülebilir yetiştiriciliğin başarısı için kritik öneme sahiptir (Okomoda ve ark., 2016; Njieassam, 2016).

İstasyonlarda, bir yıllık süreç içerisinde aylık olarak yapılan arazi ve laboratuvar çalışması sonucunda saptanan fiziksel ve kimyasal parametrelerden; su sıcaklığı (°C), pH, elektriksel iletkenlik (µS/cm), çözülmüş oksijen (O<sub>2</sub>)(mg/L), nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N)(mg/L), nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-

N)(mg/L), amonyum ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ )(mg/L) ve amonyak ( $\text{NH}_3$ )(mg/L) parametrelerine ilişkin minimum, maksimum ve yıllık ortalama değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Bunun dışında incelenen bakır (Cu)( $\mu\text{g/L}$ ), demir (Fe)( $\mu\text{g/L}$ ), silis ( $\text{SiO}_2$ )(mg/L), fosfat (P)(mg/L), sülfat ( $\text{SO}_4^-$ )(mg/L), çinko (Zn)( $\mu\text{g/L}$ ), alkalinite ( $\text{CaCO}_3$ )(mg/L), siyanür (CN)( $\mu\text{g/L}$ ), nikel (Ni)( $\mu\text{g/L}$ ), alüminyum (Al)(mg/L), florür ( $\text{F}^-$ )( $\mu\text{g/L}$ ) 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, 2010c).

**Çizelge 2.** Arılı Deresi’nin fiziko-kimyasal parametrelerinin istasyonlardaki minimum, maksimum ve yıllık ortalama değerleri

**Table 2.** The minimum, maximum and average anual values of physico-chemical water parameters in the stations of Arılı Stream

İstasyonlar	Parametreler							
	Ort±SH							
	(Min.-Mak.)							
Su Sic. (°C)	pH	Çöz. Oks. (mg/L)	Elek. İlet. ( $\mu\text{S/cm}$ )	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Amonyum (mg/L)	Amonyak (mg/L)	
<b>1.İstasyon</b>	8.14±0.31 (6.75- 10.23)	7.57±0.10 (7.12-8.11)	10.69±0.35 (9.12- 13.20)	73.47±1.53 (64.70- 79.10)	0.0019± 0.0002 (0.0009- 0.0028)	0.96±0,04 (0.81-1.36)	0.0003± 0.0001 (0.0002- 0.0008)	0.000003± 0.000001 (0.0000006- 0.000012)
<b>2.İstasyon</b>	8.48±0.36 (6.84- 11.34)	7.33±0.08 (7.10-7.96)	10.18±0.33 (9.08- 12.50)	72.21±1.03 (66.20- 77.10)	0.0024± 0.0001 (0.0017- 0.0031)	1.09±0.11 (0.95-2.24)	0.0006± 0.0001 (0.0002- 0.0014)	0.000003± 0.000001 (0.0000008- 0.000006)
<b>3.İstasyon</b>	8.75±0.46 (6.78- 12.45)	7.28±0.06 (7.01-7.62)	9.68±0.30 (8.74- 12.10)	72.13±1.02 (65.20- 77.60)	0.0030± 0.0003 (0.0013- 0.0054)	1.16±0.11 (0.95-2.27)	0.0013± 0.0006 (0.0001- 0.0033)	0.000007± 0.000004 (0.0000004- 0.000048)
<b>4.İstasyon</b>	9.48±0.59 (7.14- 14.23)	7.30±0.08 (7.01-7.74)	9.18±0.29 (8.12- 11.60)	74.19±0.82 (70.20- 78.10)	0.0042± 0.0004 (0.0033- 0.0058)	1.36±0.15 (0.92-2.68)	0.0017± 0.0003 (0.0004- 0.0038)	0.000008± 0.000002 (0.000004- 0.000013)
<b>5.İstasyon</b>	10.40±0.75 (7.66- 16.47)	7.26±0.09 (6.91-7.86)	8.82±0.17 (8.21- 10.52)	73.25±1.47 (61.20- 79.30)	0.0049± 0.0004 (0.0026- 0.0076)	1.67±0.16 (1.12-2.71)	0.0034± 0.0005 (0.0007- 0.0062)	0.000018± 0.000005 (0.000003- 0.000069)
<b>6.İstasyon</b>	11.01±0.89 (7.98- 18.01)	7.28±0.09 (6.91-7.69)	8.58±0.17 (7.53-9.93)	75.20±0.87 (71.20- 79.80)	0.0063± 0.0003 (0.0045- 0.0085)	2.18±0.22 (1.15-3.25)	0.0046± 0.0006 (0.0003- 0.0078)	0.000025± 0.000007 (0.000003- 0.000089)
<b>7.İstasyon</b>	11.51±0.94 (8.27- 18.21)	7.31±0.10 (6.81-7.89)	8.38±0.15 (7.96-9.69)	76.39±1.04 (70.20- 82.90)	0.0071± 0.0004 (0.0051- 0.0092)	2.62±0.35 (1.28-5.29)	0.0063± 0.0006 (0.0041- 0.0097)	0.000042± 0.000009 (0.000056- 0.0001080)

Bir yıllık süreç içerisinde su sıcaklığı minimum Kasım ayında 6.75 °C (1. istasyon), maksimum Ağustos ayında 18.21 °C (7. istasyon) olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama su sıcaklığı 9.68±0.27 °C olarak tespit edilmiştir. Su sıcaklığının alabalık yetiştiriciliğinde 4-18°C, sazan yetiştiriciliğinde ise 16-28 °C arasında olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2006). Bu sebeple Arılı Deresi suyunun ılık ve soğuk su balıkları için optimal değerde olduğu görülmektedir.

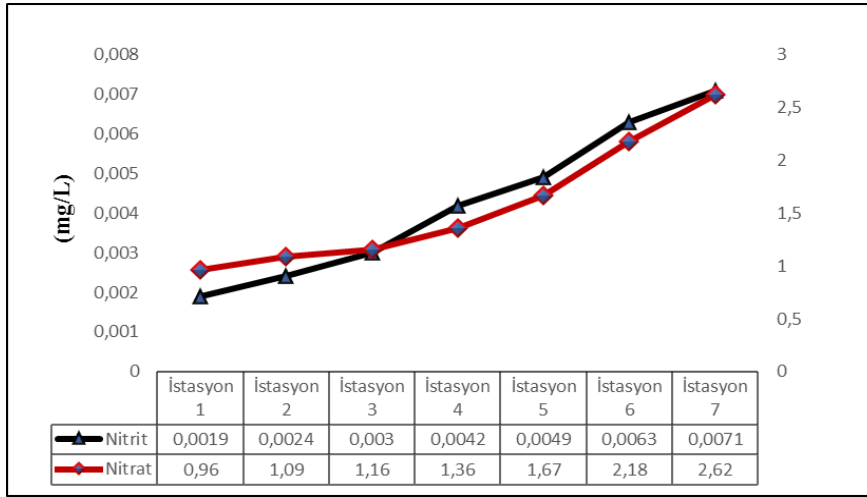
Çalışma süresi boyunca en düşük pH Ağustos ayında 6.81 (7. istasyon) en yüksek pH ise Aralık ayında 8.11 (1. istasyon) olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama pH ise 7.33±0.03 olarak tespit edilmiştir. Sucul bir ortamın pH değerinin canlı yaşamını tehlikeye sokmaması ve bu su kaynağının balık yetiştiriciliği amacıyla kullanılabilir olması için 6.5-8.5 sınır değerlerini geçmemesi gereklidir (Anonim, 2006; Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Yapılan ölçümlerde Arılı Deresi sularının pH bakımından nötr ile hafif alkali sayılabilecek bir karakterde olduğu, balıklar ve su canlıları için uygun bir yaşam ortamı ihtiva ettiği söylenebilir.

Arılı Deresi üzerinde belirlenen ortalama çözünmüş oksijen miktarı 9.36±0.18 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. Suda çözünmüş oksijen içeriğinin, alabalık yetiştiriciliği için >5 mg/L ve sazan yetiştiriciliği için ise 5 mg/L düzeyinde olması istenmektedir (Anonim, 2006). Bu nedenle Arılı Deresi sularının çözünmüş oksijen içeriği bakımından optimal çevre koşullarını ihtiva ettiği görülmektedir.

Çalışmamızda elektriksel iletkenlik değerleri sıcaklıklara bağlı olarak değişmiş, kış aylarında düşük olup yaz aylarında ise artış göstermiştir. Yapılan ölçümler neticesinde en düşük elektriksel iletkenlik değeri Şubat ayında 61.2 µS/cm (5. istasyon), en yüksek elektriksel iletkenlik değeri ise Mayıs ayında 82.9 µS/cm (7. istasyon) olarak ölçülmüş ve yıllık ortalama değeri 73.83±0.45 µS/cm olarak tespit edilmiştir. Sazan ve ılık su balıklarında suyun elektriksel iletkenlik değerinin 2000 µS/cm değerini aşmaması gerektiği bildirilmektedir (Anonim, 2006). Buna göre Arılı Deresi sularının elektriksel iletkenlik değeri açısından uygun olduğu belirtilebilir.

Azot türevleri olan nitrit, nitrat, amonyum ve amonyak azotu seviyeleri Arılı Deresi'nde özellikle istasyonlara göre farklılıklar göstermiştir. Derenin üst bölgelerinden aşağı bölgelerine inildikçe özellikle yerleşim alanları yakınlarındaki veya tarımsal alanlar etkisindeki istasyonlarda nitrit, nitrat, amonyum ve amonyak azotu seviyelerinin düzenli bir şekilde artmış olması (Çizelge 2), derenin evsel atık ve tarım faaliyetleri etkisi altında kaldığını göstermektedir.

Yapılan ölçümlerde nitrit azotu miktarlarının, yerleşim olmayan yerde (1. istasyon) daha az, yerleşim olan ve tarım yapılan yerlerde ise artarak yükseldiği belirlenmiştir (Şekil 2). 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 (Çizelge 2). Çalışma süresi boyunca ortalama nitrit konsantrasyonu 0.0042±0.0002 mg/L olarak tespit edilmiştir. Nitrit içeriğinin, alabalık yetiştiriciliğinde <0.20 mg/L ve sazan yetiştiriciliğinde ise 0.06-0.10 mg/L düzeyinde olması istenmektedir (Anonim, 2006). Bu nedenle Arılı Deresi sularının nitrit içeriği bakımından optimal çevre koşullarını ihtiva ettiği görülmektedir.



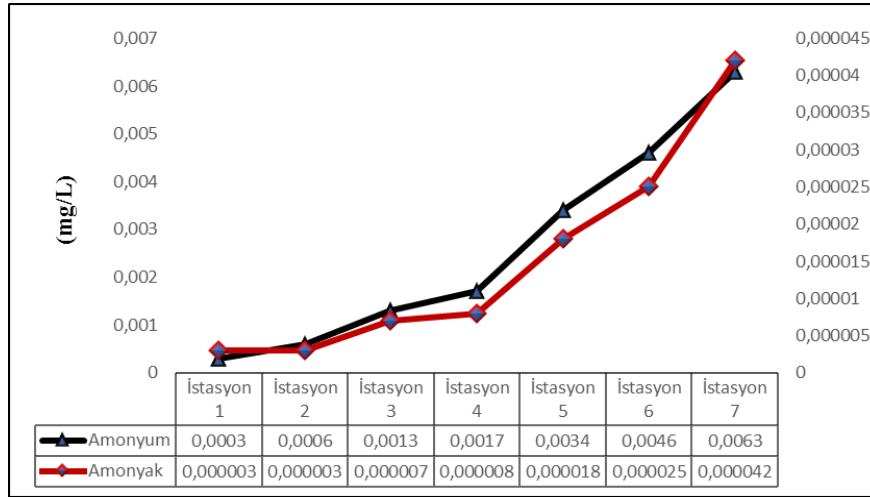
**Şekil 2.** Yıllık ortalama nitrit ve nitrat değerleri (mg/L)

**Figure 2.** Annual mean nitrite and nitrate values (mg/L)

Derede; nitrat ve amonyum azotu değerlerinin istasyonlara göre değiştiği belirlenmiştir (Şekil 2, Şekil 3). Yerleşimin olmadığı 1. istasyondaki değerlerin, yerleşim olan ve tarım yapılan istasyonlara göre daha düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bir yıllık periyod içerisinde en düşük nitrat değeri 0.81 mg/L ile Ağustos ayında (1. istasyon) 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. Nitrat içeriğinin, alabalıklar için 0-40 mg/L değerleri arasında olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2006). Bu nedenle Arılı Deresi sularının nitrat içeriği bakımından uygun bir yaşam ortamı sağladığı görülmektedir.

Amonyak değerlerinin, yerleşim olan ve tarım yapılan yerlerde artarak yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 2, Şekil 3). En yüksek amonyak değeri Mart ayında 0.0001080 mg/L (7. istasyon) ve en düşük amonyak değeri de Kasım ayında 0.0000004 mg/L (3. istasyon) olarak bulunmuştur. Çalışma süresi boyunca ortalama amonyak konsantrasyonu  $0.000015 \pm 0.000002$  mg/L olarak tespit edilmiştir. Amonyak içeriğinin; alabalık yetiştiriciliği için 0.1 mg/L ve sazan yetiştiriciliği içinse 0.02 mg/L olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2006). Bu çalışmada ortalama amonyak değeri  $0.000015 \pm 0.000002$  mg/L olarak tespit edildiğinden, Arılı Deresi sularının optimal çevre koşullarını ihtiva ettiği görülmektedir.

Bu çalışmada belirlenen veriler, bölge, metot ve bunun gibi özellikler bakımından en yakın kapsamda olan diğer bazı araştırmalar (Verap ve ark., 2005; Ak ve ark., 2008; Gedik ve ark., 2010; Anonim, 2013b; Verap ve Ödün, 2016) ile karşılaştırılmış ve genel itibariyle benzer değerler elde edilmiştir. Bu çalışmalarda: Trabzon İl sınırları içerisindeki İyidere'de yürütülen çalışmada; su parametrelerinin ortalama değerleri, su sıcaklığı 7.20 °C, pH 7.50, çözülmüş oksijen 11.10 mg/L, elektriksel iletkenlik 57.60  $\mu$ S/cm, nitrit 0.007 mg/L ve amonyum 0.008 mg/L olarak tespit edilmiş ve su analizlerinde bazı mineral tuzların balık yetiştiriciliği açısından yetersiz olduğu belirtilmiştir.



**Şekil 3.** Yıllık ortalama amonyum ve amonyak değerleri (mg/L)  
**Figure 3.** Annual mean ammonium and ammonia values (mg/L)

Aynı çalışmada, mineral tuzlar açısından zengin balık yemlerinin kullanılması ve kireç veya bazı katkı maddelerinin kullanılması durumunda İyidere sularında verimli düzeyde balık yetiştiriciliğinin yapılabileceği de bildirilmiştir (Verep ve ark., 2005).

Ak ve ark., (2008), Yanbolu Deresi (Trabzon)'nde, akarsu üzerindeki doğal ve insan kaynaklı faaliyetlerin sucul ekosisteme etkisini saptamak için yaptıkları araştırmalarında; su sıcaklığı  $10.68 \pm 0.98$  °C, pH  $7.69 \pm 0.12$ , çözülmüş oksijen  $11.16 \pm 0.62$  mg/L, nitrit  $0.01 \pm 0.002$  mg/L, nitrat  $7.62 \pm 1.71$  mg/L ve amonyak  $0.02 \pm 0.002$  mg/L değerlerini saptamışlar ve derenin ılık ve soğuk su balıklarının yaşayabileceği uygun çevre koşullarına sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Gedik ve ark., (2010)'nın, Arılı Deresi'ne en yakın dere olan Fırtına Deresi'nde elde ettikleri değerlerin (su sıcaklığı  $10.53 \pm 0.40$  °C, pH  $7.16 \pm 0.01$ , çözülmüş 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), bu araştırmada elde edilen değerler ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Fırtına Deresi'nde yapılan çalışmada; dere sularının sadece dezenfeksiyon ile içme suyu temini, rekreasyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil), 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.

Arılı Deresi'nde 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 çözülmüş oksijen için  $8.98$  mg/L olarak saptanmış ve akarsuyun çok yumuşak ve ılık su karakterinde olduğu bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen ortalama su kalitesi parametrelerinin; aynı dönem (Ağustos), Arılı Deresi'nde yapılan bu çalışmada elde edilen ortalama su kalite parametreleri değerlerinden; su sıcaklığı ( $14.46 \pm 1.23$  °C) bakımından farklı, pH ( $7.01 \pm 0.05$ ), iletkenlik ( $74.74 \pm 1.29$  µS/cm) ve çözülmüş oksijen ( $8.87 \pm 0.40$  mg/L) değerleri bakımından ise benzer olduğu görülmektedir.



Çay tarımında kullanılan suni ve doğal gübrelerin Fırtına Vadisi (Çamlıhemşin-Rize) Behice Deresi'nin fiziko-kimyasal su kalitesine etkisini belirlemek amacıyla Şubat 2011-Haziran 2011 tarihleri arasında yapılan çalışmada (Verep ve Ödün, 2016); su kalitesi parametrelerinin ortalama değerleri, su sıcaklığı 12.53 °C, pH 7.77, çözülmüş oksijen 10.74 mg/L, elektriksel iletkenlik 56.67 µS/cm, nitrit 3.36 µg/L, nitrat 0.76 mg/L ve amonyum 13.77 µg/L olarak tespit edilmiş ve gübre orijinli katkıların düzeyinin su kalitesini ciddi boyutta bozacak nitelikte olmadığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada sadece bazı dönemlerde (yaz dönemi) nitrit ve amonyum açısından az kirli bir su kalitesi düzeyi izlendiği, diğer parametreler ve dönemler açısından çok temiz bir su kalitesi gözlemlendiği bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen ortalama su kalitesi parametrelerinin; aynı dönemde (Şubat-Haziran ayları) Arılı Deresi'nde yapılan bu çalışmada elde edilen ortalama su kalitesi parametreleri değerlerinden; pH (7.28±0.05) bakımından benzer, su sıcaklığı (9.42±1.12 °C), iletkenlik (73.75±1.22 µS/cm), çözülmüş oksijen (9.44±0.46 mg/L), nitrit (4.48±0.78 µg/L), nitrat (1.57±0.22 mg/L) ve amonyum (2.52±0.36 µg/L) değerleri bakımından ise farklı olduğu görülmektedir.

#### 4. Sonuç

Kültür balıkçılığına uygun kullanılabilir kaynakların azaldığı günümüzde doğal kaynakların verimli kullanılması oldukça önemlidir. Üretimi arttırmak beraberinde çevre kirliliği problemini de getirmekte ve kirlenen çevre ekolojik dengeleri bozmaktadır. En sonunda da üretimi de etkileyerek sürdürülebilirliği önlemektedir. Kaynakların verimli kullanılması sürdürülebilir üretim modelleri ve planlamalar ile mümkündür. Su ürünleri üretim potansiyelimizi arttırırken çevrenin tahrip olmasına göz yumulmamalıdır.

Genel olarak su canlıları ve balık yaşamı için uygun bir çevre ortamı sunan Arılı Deresi'nin su kalitesinin korunması ekolojik dengenin devamlılığı açısından önemlidir. Bu çalışma ile bölge ekonomisine de katkısı olması bakımından, uygun değerleri barındıran Arılı Deresi'nin sürdürülebilir yetiştiricilik yöntemleri adına desteklenmesi ve geliştirilmesi, bu konuda yöre halkının bilgilendirilmesi ve teşvik edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma, SÜF-1901-12-07 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu projeyi destekleyen Sinop Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'ne de ayrıca teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2006. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliğine İlişkin Uygulama Esasları, [http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Genelgeler/2006\\_1genelge.pdf](http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Genelgeler/2006_1genelge.pdf) (13.02.2017)
- Anonim, 2007. YSI Professional Plus User Manual, YSI Inc., 79 s.
- Anonim, 2010a. Türkiye'de Sürdürülebilir Su Ürünleri Yetiştiriciliği, [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/1a94cef23357f68\\_ek.pdf](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/1a94cef23357f68_ek.pdf) (26.02.2017)
- Anonim, 2010b. 2010-2013 TR90 Doğu Karadeniz Bölge Planı, Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı, Trabzon.
- Anonim, 2010c. 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, 2012. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Rize Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, 2011 Çevre Durum Raporu, Rize.
- Anonim, 2013a. T.C. Kalkınma Bakanlığı Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Rize İl Raporu, Giresun.
- Anonim, 2013b. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Rize İli Karadeniz Alabalığı (*Salmo coruhensis*) Tür Koruma Eylem Planı, Rize.

- Anonim, 2013c. Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria for Ammonia-Freshwater, United States Environmental Protection Agency, EPA 822-R-13-001.
- Anonim, 2015a. 2014-2023 TR90 Doğu Karadeniz Bölge Planı, Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı, Trabzon.
- Anonim, 2015b. [http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/SU\\_KALITESI\\_TRxm070515.sflb.ashx](http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/SU_KALITESI_TRxm070515.sflb.ashx).
- Ak, O., Çakmak, E., Aksungur, M., Çavdar, Y., Zengin, B., 2008. Akarsu Üzerindeki Doğal ve İnsan Kaynaklı Faaliyetlerin Sucul Ekosisteme Etkisine Bir Örnek: Yanbolu Deresi (Arsin, Trabzon), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24(1-2),389-400.
- Aksungur, N., Firidin, Ş., 2008. Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik, Yunus Araştırma Bülteni, 8:2.
- Atay, D., Pulatsü, S., (2000). Su Kirlenmesi ve Kontrolü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1513, Ankara.
- Aydın, H., 2014. Gümüşhane İli Su Kaynakları ve Su Ürünleri Sektörünün Mevcut Durumu, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2):176-182.
- Dikel, S., 2009. Su Sıcaklığının Balık Yetiştiriciliğine Etkisi, Alınları Zirai Bilimler Dergisi, 16(B), 42-49.
- 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 (RİZE)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji 19, 76, 25-35.
- Gültekin, F., Ersoy, A.F., Hatipoğlu, Çelep, 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.
- Kara, C., Çömlekçioğlu, U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1), 1-7.
- Mutlu, E., Yanık, T., Demir, T., 2013. Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri, Alınları Zirai Bilimler Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, 45-57.
- Njeassam, E.S., 2016. Evaluation Water Quality Parameters for Tank Aquaculture of Cat Fish in Cameroon. Journal of Ecosystem & Ecography. 6:3, 2-5 p. Doi: 10.4172/2157-7625.1000203.
- Okomoda, V.T., Tiamiyu, L.O., Lortim, M., 2016. The Effect of Water Renewal on Growth of Clarias Gariepinus Fingerlins, Croatian Journal of Fisheries, 25-29. Doi:10.1515/cjf-2016-005.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C., 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji 14-57, 26-35.
- Verep, B., Ödün, N.A., 2016. Çay Tarımında Kullanılan Suni ve Doğal Gübrelerin Fırtına Vadisi (Çamlıhemşin-Rize) Behice Deresinin Fiziko-Kimyasal Su Kalitesine Etkisi, Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, Yıl:1, Sayı:1, 1-13.
- Verep, B., Turan, D., Bilgin, S., Terzi, E., Kaya, C., Mutlu, T., 2016. Rize Akarsu Havzalarında Doğal Alabalık Stoklarının Bolluğu, Antropojenik Süreçler ve Hidro-Elektrik Santrallerle Etkileşimleri, Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, Yıl:1, Sayı:2, 56-63.