

Salarha Havzası Akarsuları Fiziko-Kimyasal Su Kalitesinin Araştırılması[*]

Bülent VEREP¹ Büşra TAŞPINAR ÖLMEZ¹ Tanju MUTLU^{2*}

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 53100, Rize

¹<https://orcid.org/0000-0003-4238-8325> ¹<https://orcid.org/0000-0003-4656-850X>

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O., Su Ürünleri Bölümü, Rize. ^{2*}<https://orcid.org/0000-0001-6514-6914>

Received date: 02.04.2019

Accepted date: 01.07.2019

Atf yapmak için: Verep, B., Taşpınar Ölmez, B. & Mutlu, T. (2019). Salarha havzası akarsuları fiziko-kimyasal su kalitesinin araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 188-200.

How to cite: Verep, B., Taşpınar Ölmez, B. & Mutlu, T. (2019). Investigation of physico-chemical water quality of Salarha basin streams. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 188-200.

Öz: Bu çalışmada, yoğun yerleşim nedeniyle evsel atık sular ve tarımsal uygulamalar nedeniyle yüzeysel akış ve çay-gıda işleme fabrikaları atık suları etkisindeki Salarha havzası akarsularının fiziko-kimyasal su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Su sıcaklığı 15,4 °C (6,9-23,4 °C), pH 7,78 (4,8-9,7), çözülmüş oksijen 9,5 mg/L (7,09-11,48 mg/L), bulanıklık 15,66 NTU (5,6-13,7 NTU), iletkenlik 134,55 µS/cm (48,1-1504 µS/cm) ve askıda katı madde 45,03 mg/L (0-389 mg/L) olarak ölçülmüştür. Yapılan laboratuvar analizlerinde toplam sertlik 41,7 mg/L (18-115 mg/L), toplam alkalinite 65,42 mg/L (1,3-366 mg/L), BOI₅ 1,64 mg/L (0,1-5 mg/L), NO₂-N 0,033 mg/L (0-0,91 mg/L), NO₃-N 1,73 mg/L (0,1-8,3 mg/L), NH₄-N 0,33 mg/L (0,01-5,11 mg/L) ve o-PO₄ 1,47 mg/L (0,02-13,7 mg/L) olarak tespit edilmiştir. Askıda katı madde veya bulanıklık gibi fiziksel parametreler dışında, inorganik kirlilik parametrelerinden azotlu (nitrit, nitrat ve amonyum azotu) ve fosfatlı bileşikler bakımından su kalite değişimi havzada, evsel ve kanalizasyon atıklarının, endüstriyel tesisler ve fabrika atık sularının ve tarımsal gübreleme nedeniyle oluşan yüzeysel akış sularındaki gübre kalıntılarının Salarha havzası akarsularını etkileyebileceğini göstermektedir. Çalışma sonuçlarına göre, Salarha havzasındaki akarsularda su kalite değişimleri ve su kirliliği problemlerinin mevcut olduğu söylenebilir.

Anahtar sözcükler: Salarha havzası, fiziko-kimyasal, su kalitesi, akarsu.

Investigation of Physico-chemical Water Quality of Salarha Basin Streams

Abstract: In this study, it is aimed to determine the physico-chemical water quality of the streams in Salarha basin which are under the influence of domestic wastewater due to dense settlements, surface flow due to agricultural practices and wastewater of tea-food processing factories. In Salarha basin; measurements were as follows: water temperature 15.4 °C (6.9-23.4 °C), pH 7.78 (4.8-9.7), dissolved oxygen 9.5 mg/L (7.09-11.48 mg/L), turbidity 15.66 NTU (5.6-13.7 NTU), electrical conductivity 134.55 µS/cm (48.1-1504 µS/cm) and suspended solid matter 45.03 mg/L (0-389 mg/L) total hardness 41.7 mg/L (18-115 mg/L), total alkalinity 65.42 mg/L (1.3-366 mg/L), BOI₅ 1.64 mg/L (0.1-5 mg/L), NO₂-N 0.033 mg/L (0-0.91 mg/L), NO₃-N 1.73 mg/L (0.1-8.3 mg/L), NH₄-N 0.33 mg/L (0.01-5.11 mg/L) and o-PO₄ 1.47 mg/L (0.02-13.7 mg/L) changed along the year. According to the results, it can be said that there are water quality changes and water pollution problems in the streams within the Salarha basin. Apart from physical parameters such as suspended solids or turbidity, water quality degradation in terms of nitrogenous (nitrite, nitrate and ammonium nitrogen) and phosphate compounds from inorganic pollution parameters in the basin shows that fertilizer residues can affect the Salarha basin streams.

Keywords: Salarha basin, physico-chemical, water quality, stream.

GİRİŞ

Suyun varlığı bütün canlıların yaşaması için vazgeçilmez bir unsurdur ve insan hayatında çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Gerçekte toprak, hava ve su birbirinden ayrılmaz bir bütündür. Bunlardan birinin kullanılması demek çeşitli yollardan tümünü kirletmek ve canlılar için doğal kaynaklara zarar vermekle aynı anlamdadır. Son dönemlerde solunan havanın, içilen ve yüzülen suların ve de toprağın kirlenmesi tehlikeli boyutlara ulaşmıştır. Teknolojinin ve endüstrinin hızlı gelişimine paralel olarak çevreyi kirleten etkenlerde artış görülmektedir. Sucul ortam bütün su kaynaklarını içine alırken yağışlarla oluşan yüzey akışları değişik büyüklükteki akışlar ve haliçler kanalıyla denizlerde son bulur. Yakın zamanlara kadar su kirlenmesinin incelenmesi sağlık açısından ele alınmıştır. Her şeyden önce toplumların ihtiyacı olan sağlıklı içme ve kullanma suyunun temin edilmesi gerekir. Bugün su kirlenmesi sadece sağlık yönünden değil kaynakların korunması ve en uygun bir şekilde kullanılmasının temini yollarının araştırması yönü ile de ele alınmaktadır (Göksu, 2003).

Son yapılan bilimsel çalışmalar ışığında dünya su potansiyelinin 1,4 milyar km³ olduğu ve bu suların %97,5'in okyanuslarda ve denizlerde, % 2,5'inin de göller ve akarsularda yer aldığı tespit edilmiştir. Tatlı suların dünya su potansiyeli içerisindeki payı oldukça düşük olması yanında tatlı suların yaklaşık olarak % 90'ının kutuplarda buz olarak ve yeraltında bulunması nedeniyle insanlığın kullanımına müsait su miktarının çok kısıtlı olduğu görülmektedir (Anonim, 2012; Anonim, 2014).

Ülkemizde 26 su havzası bulunmakla birlikte bu havzalardan önde gelenlerden biride yıllık su akışı açısından 3. sırada yer alan Doğu Karadeniz havzasıdır. Doğu Karadeniz havzasında, özellikle Fırtına, Çağlayan ve Arılı dereleri uluslararası düzeyde büyük önem arz etmektedir. Doğu Karadeniz akarsuları ekolojik çeşitlilik açısından zengin olmakla birlikte ekonomik ve kültürel değerler bakımından da ön plandadır. Bu ekolojik çeşitlilik sanayi devrimini takip eden yıllardan itibaren hızlı nüfus artışı, plansız yapılaşma ve teknolojiye bağlı değişimlerden dolayı bozulmaya başlamıştır (Uncumusaoğlu ve ark., 2016; Akkan, 2017).

İnsan kaynaklı faaliyetler akarsuları tehdit etmekte ve Doğu Karadeniz havzası sucul ekosistemini tehlikeye sokmaktadır. Doğu Karadeniz bölgesi topografyası yüksek eğimli ve engebeli olduğu için akarsu akışları oldukça hızlı ve enerji potansiyelleri yüksektir. Bu yüzden son yıllarda akarsulardan enerji üretmek amacıyla bölge akarsu havzalarında birçok hidroelektrik santralleri kurulmaktadır. Kurulan bu santrallerin faaliyete geçmesiyle birlikte sucul habitatların daralması birçok canlı türünün yok olmakla yüz yüze gelmesine sebep olmakta ve beraberinde bölgesel akarsu havzası çevresinde ekolojik sorunlar oluşmaktadır (Selim, 2011).

Doğu Karadeniz kıyı sıra dağlarının kuzey yamacında bulunan Rize toprakları dağlık ve engebelidir. Kıyı şeridi 80 km uzunluğunda olup akarsu vadilerinin dışında ortalama 20-150 m arasında değişim göstermektedir. Oldukça engebeli bir arazi yapısına sahip olan Rize ili birçok akarsu tarafından kesilmektedir. Bu yüzden ki geniş düzlükleri sadece taban seviyesinde oluşturmaktadır. Bu düzlükler akarsuların getirdiği alüvyonlarla oluşmaktadır. Akarsuların denizle birleştiği noktadan itibaren 500-600 metre yüksekliğe kadar taban ovası şeklinde, taraça düzlükleri ise 9-10 km kadar uzanmaktadır. Bu düzlüklerin kıyı boyunca genişlikleri yaklaşık olarak 200 m ile 1000 m arasında değişmektedir ve tamamı yerleşim alanlarıdır (Anonim, 2013).

Rize engebeli ve yatay eğimli olduğundan dolayı akarsuları kısa boylu ve hızlı akışlıdır. Rize sınırları içinde 23 akarsu denize dökülmektedir. Bu akarsuların çoğunun boyu 5 km'den fazladır. Bu akarsulardan 16 tanesi Karadeniz'e ulaşmaktadır. Fakat diğerleri bu 16 akarsuyun kolları durumundadır. Direkt olarak Karadeniz'e ulaşan akarsuların en uzun olanları Çağlayan deresi (34,7 km), Arılı deresi (31,5 km), Fırtına deresi (68,0 km), Hemşin deresi (38,5 km), Sabuncular deresi (46,0 km) ve Taşlıdere (34,0 km)'dir. Bu akarsulardan en uzununu İyidere olmasına rağmen beslenme alanı en geniş olan Fırtına Deresi'dir (Anonim, 2013).

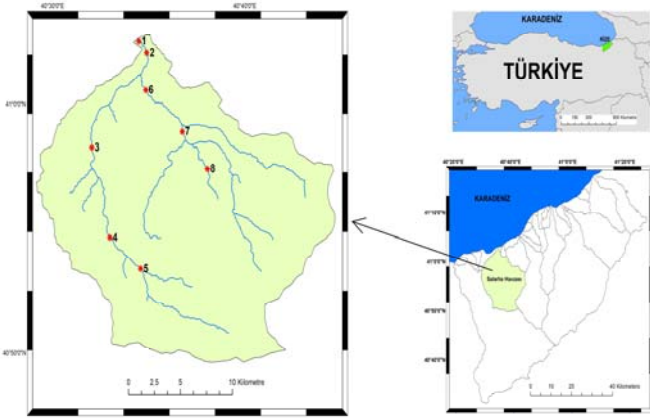
Rize ili merkezine en yakın, gerek alan ve gerekse nüfus ölçeği bakımından en büyük akarsu havzası olması dolayısıyla Salarha akarsuları (Taşlıdere, Güneysu ve Muradiye) evsel, orta ölçekli endüstriyel ve tarımsal kökenli atık suların etkilenmektedir. Son dönemlerde ortaya çıkan küresel ısınma sebebiyle azalan yağışlar ve bölge akarsuları üzerinde kurulan hidroelektrik santraller nedeniyle akarsu yataklarındaki su seviyelerinde azalmalar dikkat çekmektedir (Fevzioğlu ve Urçuk, 2007).

Bölgenin yerleşime müsait arazi azlığı nedeniyle sürekli artan nüfusun barınması için akarsu yataklarının seçilmesi ve bunun yanında akarsu yatakları etrafında bulunan çay fabrikaları ve çeşitli sanayi kuruluşlarının bulunduğu da dikkate alınırca, Salarha havzası akarsularının su kalitesindeki değişimler kaçınılmazdır. Bu bağlamda Salarha havzası akarsuları üzerinde yerleştirilen 8 farklı örnekleme istasyonunda yapılacak su örneklemleri üzerinde Fiziko-kimyasal su kalite değişimleri araştırılmıştır. Havza akarsularının evsel kökenli kirlilik açısından su kalite düzeyinin belirlenmesi su ürünleri, insan sağlığı ve çevre koşulları için risk düzeylerinin belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması konusunda önemli bir avantaj sağlayacaktır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma Salarha akarsu havzasında deniz seviyesinden 378 m yüksekliğe kadar uzanan 8 farklı

istasyonda yürütülmüştür. Çalışmadaki örnekleme istasyonları nehir ağzına yakın olan Sahil Karayolu Köprüsü Altı istasyonu (İst.1) Taşlıdere üzerinde, Askoroz köprüsü (İst.2) istasyonu, Çaykent istasyonu (İst.3), Muradiye istasyonu (İst.4) ve Andon (İst.5) istasyonları Muradiye kolunda, Pazarköy (İst.6), Güneysu Gürgeç deresi (İst.7) ve Güneysu Kibledağı (İst.8) istasyonları Güneysu kolu üzerinde olmak üzere, Salarha deresinin Taşlıdere, Muradiye ve Güneysu kolları üzerinde bulunmaktadır (Şekil 1). Bu havza 11,234 kişinin yerleşik olarak yaşadığı bir havza olup, yerleşim oldukça dağınık, akarsu yataklarına yakın konumda ve dar bir arazi yapısı arz etmektedir. Havzada, sahilden itibaren, özel ve Çaykur'a bağlı olmak üzere birçok çay işleme fabrikası faaliyet göstermektedir. Ayrıca Taşlıdere ve Güneysu dereleri üzerinde Hidroelektrik Santrallerin (HES)'lerin inşa çalışmaları da havzada önemli bir çevresel sorun teşkil etmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanı.

Salarha havzası akarsularında seçilen 8 ayrı noktadan her ay su numunesi alınarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Kimyası Laboratuvarında analiz edilmiştir. Su numuneleri Yüzey Suları Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine bağlı olarak su numunesi alma tebliğine göre su kaynağını en iyi temsil edebilecek noktalardan, akarsu yüzeyinden yaklaşık 50 cm derinlikten ve akıntı yönüne doğru alınmıştır. Numune alım noktasında su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, çözülmüş oksijen yüzdesi, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, toplam çözülmüş katı madde ve pH numune alım sırasında, elektrometrik yöntemle, ölçüm yapan taşınabilir arazi tipi Hach Lange HQ40D multi probla ölçülmüştür. Dışarıdan kaynaklanacak kontaminasyonları engellemek için su numunelerinin toplanmasında ve su analizi çalışmalarında A.P.H.A. (1998) standart metod kurallarına uyulmuştur. Kimyasal analizler için 2,5 litrelik seyreltik asitli su ve deiyonize suyla temizlenmiş plastik şişeler kullanılmıştır.

Salarha Akarsu Havzası Genel, Coğrafik ve Hidrolojik Özellikleri: Salarha havzası, Rize'nin güneydoğusunda Taşlıdere'nin denizle birleştiği noktadan güneye doğru akarsu havzası boyunca uzanmaktadır. Havza

Doğuda Çayeli, Batıda İkizdere, Kuzeyde Rize-Merkez ve Güneyde Erzurum sınırında Kaçkar Dağları ile çevrilidir. Havzada 2000 metrenin altında kalan birçok tepe mevcuttur. Havza engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Arazinin tümü bitki örtüsü ile kaplıdır. Havza dört mevsim ılıman ve yağışlı bir iklime sahiptir. Salarha havzasındaki yerleşim alanları genel olarak 1 ilçe ve 4-5 beldeye dağılmıştır. Güneysu ilçesinin yanında Merkez ilçeye bağlı Muradiye, Çaykent ve Taşlıdere beldeleri yoğun yaşam mahalleridir. Salarha havzasında bulunan ilçe, belde ve köylerde yaklaşık 12.000-13.000 kişi yaşamaktadır. Diğer taraftan akarsu havzasında dere yataklarındaki alüvyal düzlemsel alanlar zamanla istinat duvarları çekilerek arazi olarak değerlendirilmekte, endüstriyel, tarım ve yerleşim alanı olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla havzada yaşayan nüfus zamanla artmaktadır. Böylece havza akarsularına ulaşan atık suların miktarı da artmaktadır.



Şekil 2. I-No Örnekleme İstasyonu (Sahil Köprü).



Şekil 3. II-No Örnekleme İstasyonu (Askoroz Köprü).

Çalışma bölgesinde belirlenen istasyonlarda su numuneleri örnekleme sırasında öncelikle fiziko-kimyasal su kalite parametreleri (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve yüzdesi, elektriksel iletkenlik, TDS, tuzluluk ve pH), taşınabilir özellikte Hach Lange HQ40D marka çoklu su kalite ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Kimyasal ve diğer parametreler ise örnek şişelerinin buz kaplarında laboratuvara ulaştırılmasıyla, nitrit, nitrat, amonyum, fosfat konsantrasyonları spektrofotometrik (Hach Lange DR3900 model spektrofotometre), sertlik, BOİ₅ ve alkalinite titrimetrik metodlarla, diğer yandan bulanıklık ise

turbiditemetre cihazıyla fotometrik olarak analiz edilmiştir. Çalışma yıllık periyotta gerçekleştirilmiştir. Havzada 8 istasyonda gerçekleştirilen 12 aylık ölçüm ve analiz bulguları SPSS programıyla istatistiki olarak değerlendirilerek mevsimsel değişimler ortaya koyulmuştur.



Şekil 4. III-No Örnekleme İstasyonu (Çaykent).



Şekil 5. IV-No Örnekleme İstasyonu (Muradiye).



Şekil 6. V-Örnekleme İstasyonu (Andon).



Şekil 7. VI-No İstasyonu (Pazarköy).



Şekil 8. VII-No Örnekleme İstasyonu (Gürgen Deresi, Güneysu).



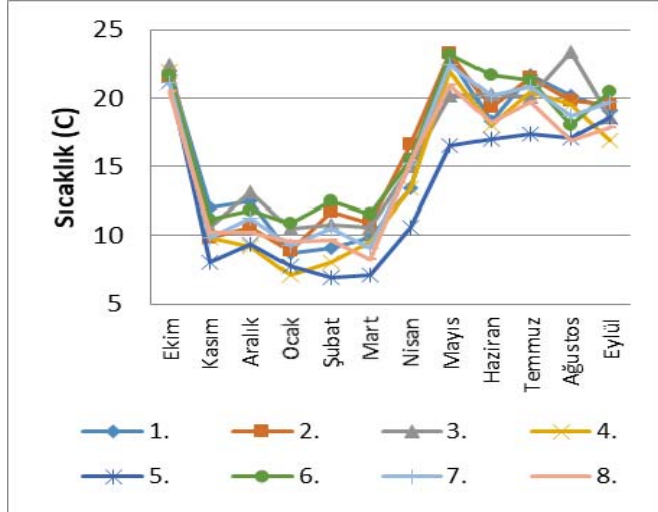
Şekil 9. VIII-No Örnekleme İstasyonu (Kible dağı).

BULGULAR ve TARTIŞMA

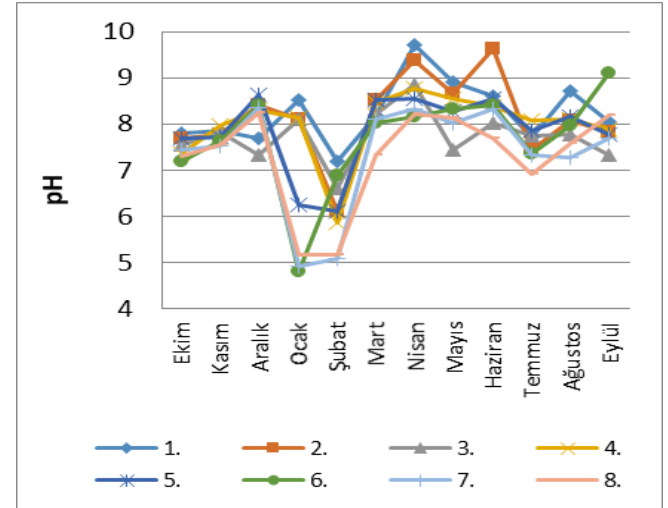
Su Sıcaklığı (°C): Çalışma periyodu içerisinde yapılan su sıcaklığı ölçümleri sonucunda Salarha havzasında su sıcaklığı değerlerinin 6,9 - 23,4 °C arasında değiştiği ve ortalama su sıcaklığının 15,4 °C olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). En düşük su sıcaklığı (6,9°C) Şubat ayında 5. istasyonda (Andon) kaydedilirken en yüksek su sıcaklığı (23,4 °C) ise Ağustos ayında 3. istasyonda (Çaykent) ölçülmüştür. Su sıcaklığının yıllık değişimi mevsimsel eğilime uygun bir değişim göstermiş olup sucul yaşamı tehdit eden koşulların bu dönem içerisinde oluşmadığı görülmüştür (Şekil 10).

pH: Çalışmada gerçekleştirilen pH ölçümleri sonucunda Salarha havzasında pH değerlerinin 4,8 ile 9,7 arasında değiştiği ve ortalama pH değerinin 7,78 olduğu belirlenmiştir. En düşük pH (4,8) Ocak ayında 6. istasyonda (Pazarköy, Güneysu köprü altı) kaydedilirken en yüksek pH (9,7) ise Nisan ayında 1. istasyonda (Sahil Köprü) ölçülmüştür (Tablo 1). Sucul yaşamın korunması için pH

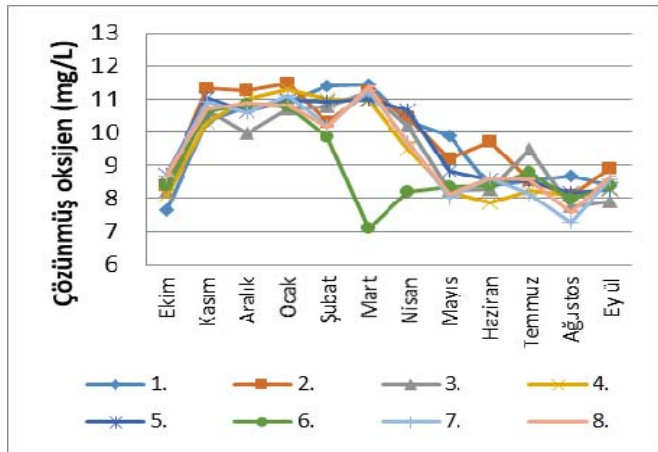
değerinin 6 ile 9 arasında olması beklenmekle beraber bu çalışmada nehir ağzına yakın 1. ve 2. istasyonlarda ilk bahar ve yaz aylarında bazen bu değerlerin üzerine çıktığı, 6., 7. ve 8. istasyonlarda ise Ocak ayında 4-5 arasındaki değerlere düştüğü görülmüştür. Bunların dışında pH açısından sucul yaşamı tehdit eden koşulların bu dönem içerisinde oluşmadığı görülmüştür (Şekil 11).



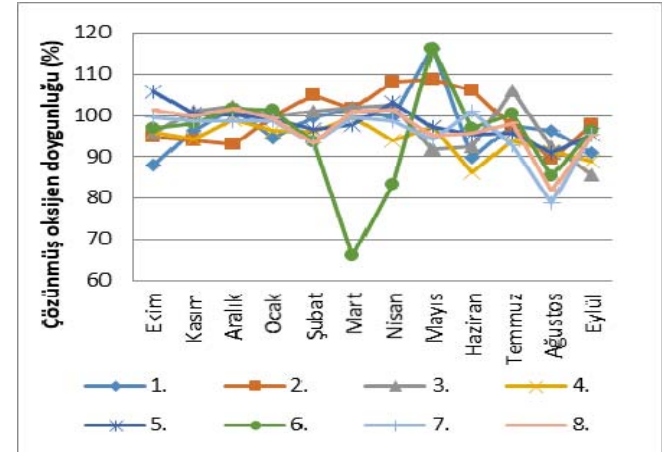
Şekil 10. Su sıcaklığının aylara göre değişimleri.



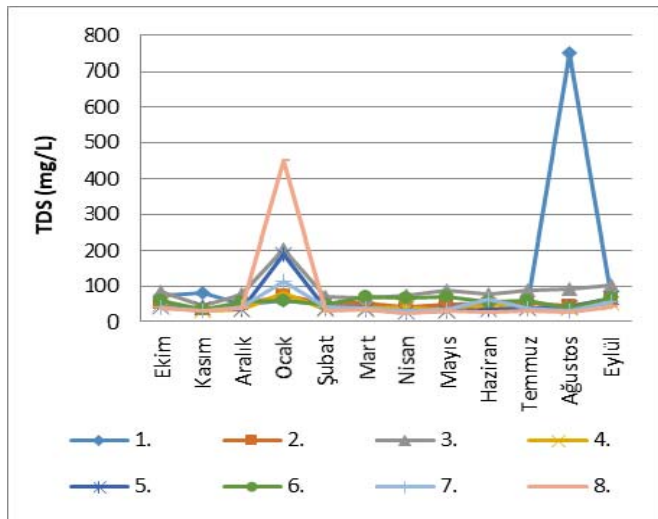
Şekil 11. pH değerinin aylara göre değişimi



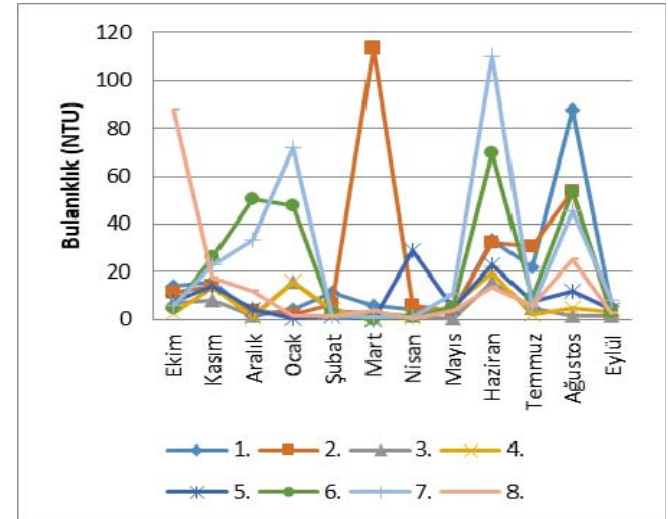
Şekil 12. Çöz. oksijen değerinin aylara göre değişimi



Şekil 13. Çöz. Oks. Doyg. aylara göre değişimi



Şekil 14. Top. Çöz. Katı Madde aylara göre değişimi



Şekil 15. Bulanıklık değerinin aylara göre değişimi

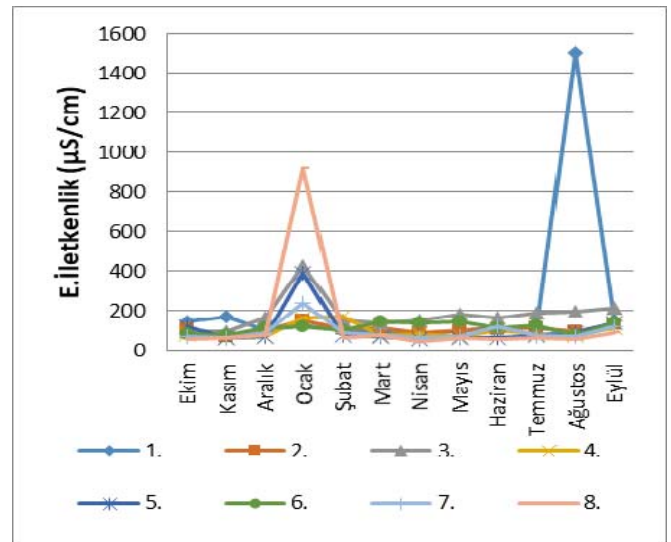
Çözünmüş oksijen ve doygunluğu (%): Çözünmüş oksijen ve doygunluğuyla ilgili ölçümler değerlendirildiğinde Salarha havzasında çözünmüş oksijen değerlerinin 7,09 ile 11,48 mg/L arasında değiştiği ve ortalama çözünmüş oksijen değerinin 9,50 mg/L olduğu belirlenmiştir. En düşük çözünmüş oksijen (7,09 mg/L) mart ayında 6. istasyonda (Pazarköy, Güneysu köprü altı) kaydedilirken en yüksek çözünmüş oksijen (11,48 mg/L) ise Ocak ayında 2. istasyonda (Askoroz Köprü) ölçülmüştür (Tablo 1). Çözünmüş oksijen açısından sucul yaşam kriteri 5 mg/L civarında olup bu değer altına düşmemesi tavsiye edilmektedir. Dolayısıyla çalışmada hiçbir dönem ve istasyonda çözünmüş oksijen değeri 7 mg/L'nin altına düşmemiştir. Genel olarak istasyonlarda su sıcaklığıyla ters orantılı olarak kış aylarında çözünmüş oksijen yükselirken yaz aylarında düştüğü görülmüştür (Şekil 13).

Toplam Çözünmüş Katı Madde (mg/L): Su içerisinde çözünmüş madde miktarının bir ölçüsü olan Toplam Çözünmüş Katı Madde ölçümleri sonucunda Salarha havzasında Toplam Çözünmüş Katı Madde değerlerinin 22,1 ile 751 mg/L arasında değiştiği ve ortalama Toplam Çözünmüş Katı Madde değerinin ise 64,77 mg/L olduğu belirlenmiştir. En düşük Toplam Çözünmüş Katı Madde (22,1 mg/L) Nisan ayında 8. istasyonda (Kible Dağı etekleri) kaydedilirken en yüksek Toplam Çözünmüş Katı Madde (751 mg/L) ise Ağustos ayında 1. istasyonda (Sahil Köprü) ölçülmüştür (Tablo 1). Akarsu ve göllerde genellikle Toplam Çözünmüş Katı madde değerleri 50-250 mg/L arasında değişmektedir. Dolayısıyla Ağustos ayında 1. istasyonda aşırı yağış ve selden ötürü ölçülen 751 mg/L ve 8. istasyonda Ocak ayında dere yatağı ıslah çalışmaları nedeniyle ölçülen 453 mg/L değerleri haricinde normal değerlerin dışına çıkmadığı tespit edilmiştir (Şekil 14).

Bulanıklık (NTU): Salarha havzası, Bölgesel iklim ve dere ıslah çalışmaları nedeniyle yıllar boyunca akış rejimi değişikliği ve akım farklılıkları önemli olan Doğu Karadeniz akarsularından biridir. Akarsuda çalışma boyunca bulanıklık ölçüm değerleri 5,6 ile 113,7 NTU arasında değiştiği ve ortalama bulanıklık değerinin 15,66 NTU olduğu belirlenmiştir. En düşük bulanıklık (5,6 NTU) Mart ayında 6. istasyonda (Pazarköy, Güneysu köprü altı) kaydedilirken, en yüksek bulanıklık (113,7 NTU) ise Mart ayında 1. istasyonda (Sahil Köprü) ölçülmüştür (Tablo 1). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde çalışma alanında bulanıklığın Ağustos ayında oluşan aşırı yağış ve selden dolayı 1. istasyonda, dere ıslah, kar suyu ve yağış gibi sebeplerle Mart ayında 2. istasyonda ve Haziran ayında 6., 7. ve 8. İstasyonlarda akarsu ve göller için ve aynı zamanda sucul yaşamın korunması için ideal bulanıklık değeri olan 50 NTU değerinin üzerinde olduğu görülmüştür (Şekil 15).

Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$): Çalışma periyodu içerisinde yapılan elektriksel iletkenlik ölçümleri sonucunda, Salarha havzasında elektriksel iletkenlik değerlerinin 48,1 – 1504 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiği ve elektriksel iletkenlik

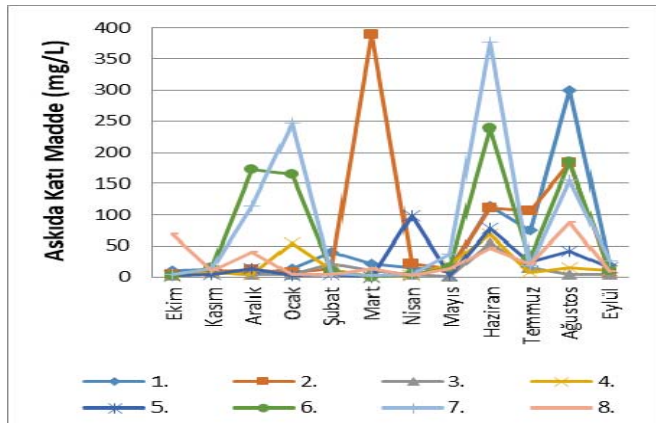
ortalama değerinin 134,55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu belirlenmiştir. En düşük elektriksel iletkenlik değerinin (48,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Mart ayında 8. istasyonda (Kible Dağı Etekleri) kaydedilirken en yüksek elektriksel iletkenlik (1504 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ise Ağustos ayında 1. istasyonda (Sahil Köprü) ölçülmüştür (Tablo 1). Akarsular elektriksel iletkenlik değerinin değişim aralığı 50-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir. Sucul yaşam ve balıkçılık için ideal elektriksel iletkenlik değerinin 150 ile 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada Salarha akarsularının elektriksel iletkenlik değerlerinin yıl boyunca normal değerler arasında olduğu ancak sucul yaşamın korunması için elektriksel iletkenlik açısından gerekli ideal koşulların 1. istasyonda Ağustos ayında ve 8. istasyonda Ocak ayında aşırı yağış dolayısıyla sel, dere ıslah çalışmaları ve kar suyu sebepleriyle aşıldığı görülmüştür (Şekil 16).



Şekil 16. Elektriksel iletkenlik aylara göre değişimi.

Askıda Katı Madde (mg/L): Bu çalışma boyunca yapılan askıda katı madde ölçümleri sonucunda Salarha havzasında toplam askıda katı madde değerlerinin 0 ile 389 mg/L arasında değiştiği ve askıda katı madde ortalama değerinin 45,03 mg/L civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük askıda katı madde değerinin (0 mg/L) mart ayında 5. ve 6. istasyonlarda (Andon (5) ve Pazarköy, Güneysu köprü altı (6)) kaydedilirken en yüksek askıda katı madde (389 mg/L) ise mart ayında 2. istasyonda (Askoroz Köprü) ölçülmüştür (Tablo 1). Askıda katı madde değerinin sucul yaşam açısından değerlendirilmesinde 20 mg/L'den düşük AKM içeren suların çok temiz olduğu, 40 mg/L AKM'nin üzerindeki suların kirli olduğu ve 150 mg/L'nin üzerindeki değerlere sahip suların ise çok kirli olduğunu gösteren standart aralıklar kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada ilgili istasyonlarda ölçülen Askıda katı madde değerleri ortalama açısından bakıldığında 1., 2., 6. ve 7. istasyonların sularının askıda katı madde açısından kirli sayılabileceği ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan aylık değerler incelenirse Mart ayında 2. istasyon çok kirli, Haziran ayında 6. ve 7.

istasyonda çok kirli ve Ağustos ayında da 1. istasyonun sularının çok kirli bir karakterde olduğu görülmüştür (Şekil 17).

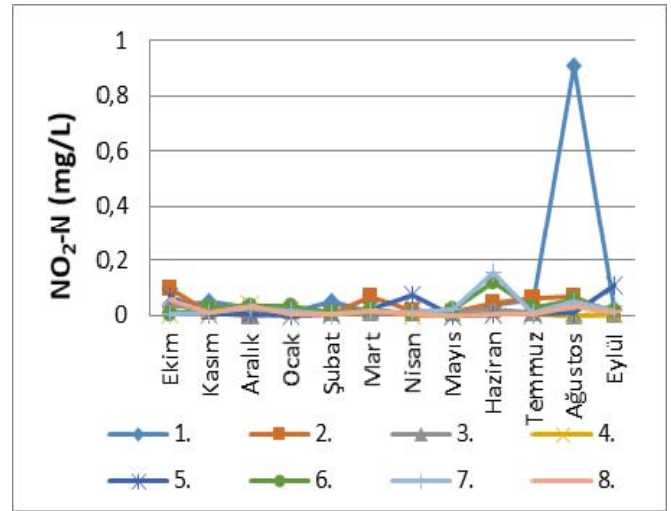


Şekil 17. Askıda katı madde aylara göre değişimi.

Nitrit Azotu (NO_2-N ; mg/L): Bu araştırma içerisinde yapılan Nitrit azotu ölçümleri sonucunda, Salarha havzasında nitrit azotu değerlerinin 0 ile 0,91mg/L arasında değiştiği ve nitrit azotu ortalama değerinin 0,033 mg/L olduğu belirlenmiştir. En düşük nitrit azotu değerinin (0 mg/L) Mayıs ayında 8. istasyonda (Kible Dağı Etekleri) kaydedilirken en yüksek nitrit azotu (0,91 mg/L) ise Ağustos ayında 1. istasyonda (Sahil köprü) ölçülmüştür (Tablo 2).

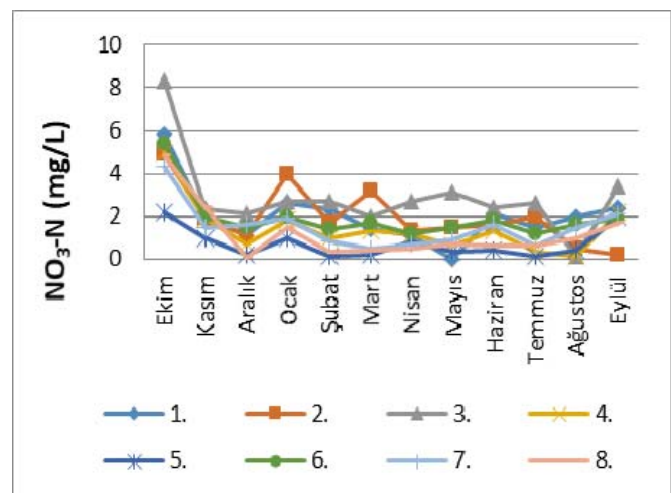
Sucul yaşamın korunması için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine bağlı olarak yayınlanan Kıta İçi Su Kalite Sınıflandırmasına göre Salarha havzası akarsularının nitrit-azotu açısından yıllık ortalama değeri bu suların II. Sınıf (az kirli) olduğunu, en yüksek değer açıdan bakıldığında ise IV. Sınıf (çok kirli) olduğu tespit edilmiştir. İstasyonlar açısından incelendiğinde ise 12 aylık ortalama değerlerin ortalamasına göre 1. istasyon (Sahil köprü) IV. Sınıf (çok kirli), en yüksek değerlere göre ise 3. ve 4. istasyonlar az kirli, 1., 2., 5., 6., 7. ve 8. istasyonlar çok kirli sınıfa girmektedir. Nitrit-azotu organik maddenin parçalanmasında nitrifikasyon sürecinde ortaya çıkan bir ara ürün olması nedeniyle bir ortamda yüksek değerlere sahip olunması, ortama kısa süreler içerisinde organik yükü fazla olan atıkların bırakıldığını göstermektedir. Dolayısıyla Salarha havzası akarsularının bu çalışmada nitrit azotu açısından az kirli olduğunu düşünürsek devamlı olarak akarsu yatağına evsel atık suların bırakıldığı bir gerçektir (Şekil 18).

Nitrat Azotu (NO_3-N ; mg/L): Çalışmada yapılan nitrat azotu ölçümleri sonucunda Salarha havzasında nitrat azotu değerlerinin 0,1 ile 8,3 mg/L arasında değiştiği ve nitrat azotu ortalama değerinin 1,73 mg/L civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük nitrat azotu değerinin (0 mg/L) Ağustos ayında 3. istasyonda (Çaykent) kaydedilirken en yüksek nitrat azotu (8,3 mg/L) ise Ekim ayında 3. istasyonda (Çaykent) ölçülmüştür (Tablo 2).



Şekil 18. Nitrit değerinin aylara göre değişimi.

Sucul yaşamın korunması için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine bağlı olarak yayınlanan Kıta İçi Su Kalite Sınıflandırmasına göre Salarha havzası akarsularının nitrat-azotu açısından yıllık ortalama değeri bu suların I. Sınıf yani temiz olduğunu, en yüksek değer açıdan bakıldığında ise II. Sınıf yani az kirli olduğu anlaşılmaktadır. İstasyonlar açısından incelendiğinde ise 12 aylık değerlerin ortalamasına göre tüm istasyonlar temiz, en yüksek değerler açısından ise 1., 3., 4. ve 6. istasyonlar az kirli, diğerleri ise temiz sınıfa girmektedir. Nitrat-azotu organik maddenin parçalanmasında nitrifikasyon sürecinde ortaya çıkan son ürün olması nedeniyle bir ortamda yüksek değerlere sahip olunması, ortama gübre içerikli tarımsal atıkların karıştığını göstermektedir. Dolayısıyla Salarha havzası akarsularının bu çalışmada nitrat azotu açısından temiz olduğunu ele alırsak genel manada havzada tarımsal kirliliğin değil evsel atık suların etkili olduğu söylenebilir (Şekil 19).

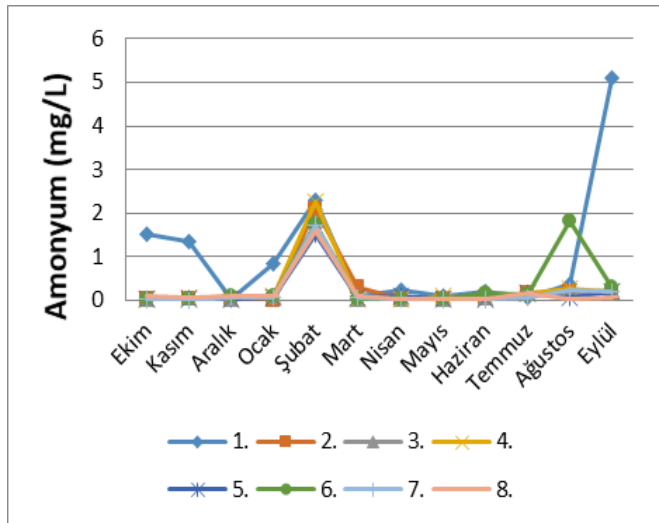


Şekil 19. Nitrat değerinin aylara göre değişimi.

Amonyum Azotu (NH_4-N ; mg/L): Araştırma boyunca yapılan amonyak azotu ölçümleri sonucunda Salarha havzasında amonyak azotu değerlerinin 0,01 ile 5,11mg/L arasında değiştiği ve amonyak azotu ortalama

değerinin 0,33 mg/L olduğu belirlenmiştir. En düşük amonyak azotu değerinin (0,01 mg/L) Ekim ayında 4. istasyonda (Muradiye) kaydedilirken en yüksek amonyak azotu (5,11 mg/L) ise Eylül ayında 1. istasyonda (Sahil Köprü) ölçülmüştür (Tablo 2).

Sucul yaşamın korunması için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine bağlı olarak yayınlanan Kıta İçi Su Kalite Sınıflandırmasına göre Salarha havzası akarsularının amonyum-azotu açısından yıllık ortalama değeri bu suların II. Sınıf yani az kirli olduğunu, en yüksek değer açıdan bakıldığında ise IV. Sınıf yani Çok kirli olduğu anlaşılmaktadır. İstasyonlar açısından incelendiğinde ise 12 aylık değerlerin ortalamasına göre 8. istasyon olan Güneysu üstü Kible Dağı etekleri çok temiz iken diğer tüm istasyonların az kirli su içerdikleri görülmektedir. En yüksek değerler açısından ise 1., 2., ve 4. istasyonlar çok kirli, diğerleri ise az kirli sınıfına girmektedir. Amonyum-azotu organik maddenin parçalanmasında amonifikasyon sürecinde ortaya çıkan bir ürün olması nedeniyle bir ortamda yüksek değerlere sahip olunması, ortama yoğun organik içerikli atıkların bırakıldığını göstermektedir. Dolayısıyla Salarha havzası akarsularının bu çalışmada amonyum azotu açısından az kirli ve kirli olduğu ele alınırsa genel manada havzada evsel ve gıda kökenli endüstriyel kirliliğin etkili olduğu söylenebilir (Şekil 20).

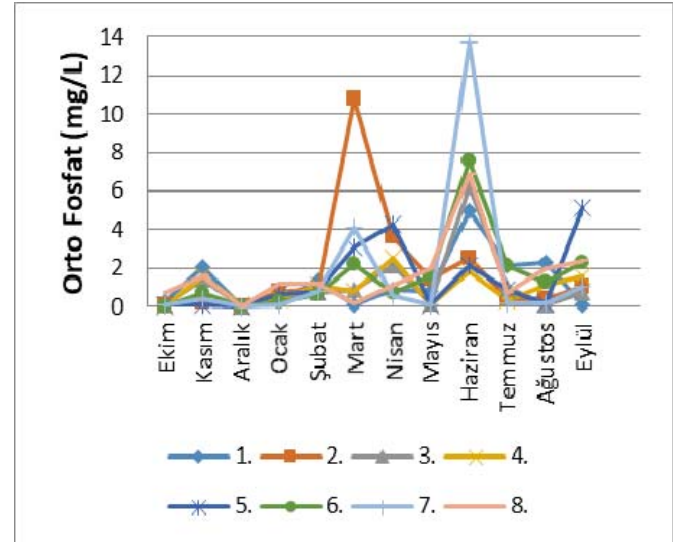


Şekil 20. Amonyum değerinin aylara göre değişimi.

Orto-Fosfat ($o-PO_4$, mg/L): Gerçekleşen çalışmalar içerisinde yapılan orto-fosfat ölçümleri sonucunda Salarha havzasında orto-fosfat değerlerinin 0,02 ile 13,7 mg/L arasında değiştiği ve orto-fosfat ortalama değerinin 1,47 mg/L olduğu belirlenmiştir. En düşük orto-fosfat değerinin (0,02 mg/L) ağustos ayında 5 ve 7. istasyonlarda (Andon (5) ve Gürgen Deresi, Güneysu köprü üstü (7)) kaydedilirken en yüksek orto-fosfat (13,7 mg/L) ise haziran ayında 7. istasyonda (Gürgen Deresi, Güneysu köprü üstü) ölçülmüştür (Tablo 2).

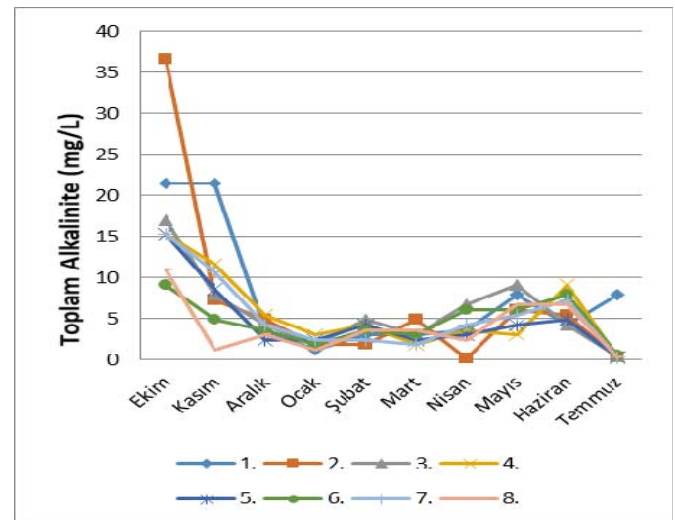
Sucul yaşamın korunması için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine bağlı olarak yayınlanan Kıta İçi Su Kalite Sınıflandırmasında (Toplam Fosfor'a göre) göre Salarha

havzası akarsularının orto-fosfat-fosforu açısından yıllık ortalama değeri bu suların IV. sınıf (çok kirli) olduğunu, en yüksek değer açısından bakıldığında yine IV. sınıf (Çok kirli) olduğu belirlenmiştir. İstasyonlar açısından incelendiğinde ise 12 aylık değerlerin ortalamasına göre bütün istasyonların kritik değerleri aştığı görülmektedir. Dolayısıyla Salarha havzası akarsularının bu çalışmada orto-fosfat açısından çok kirli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 21).



Şekil 21. Orto Fosfat değerinin aylara göre değişimi

Toplam Alkalinite ($mg CaCO_3 /L$): Toplam alkalinite ölçümleri sonucunda Salarha havzasında toplam alkalinite değerlerinin 1,3 ile 366 mg/L arasında değiştiği ve toplam alkalinite ortalama değerinin 65,42 mg/L olduğu belirlenmiştir. En düşük toplam alkalinite değerinin (1,3 mg/L) Nisan ayında 2. istasyonda (Askoroz Köprü) kaydedilirken en yüksek toplam alkalinite (366 mg/L) ise Ekim ayında 1. istasyonda (Sahil Köprü) ölçülmüştür (Tablo 2).

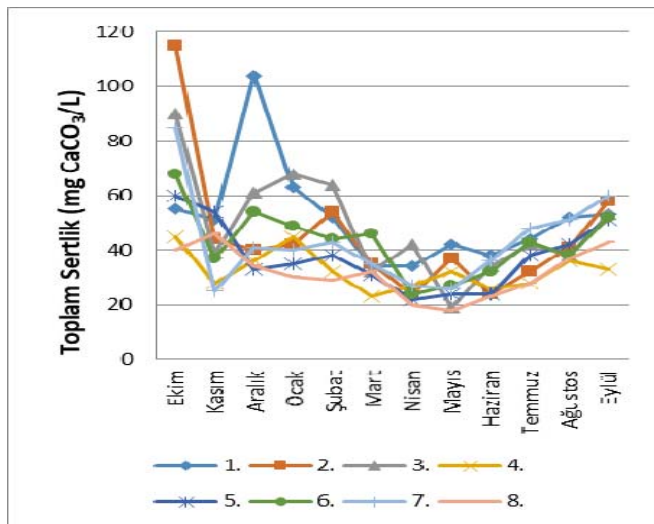


Şekil 22. Toplam Alkalinite aylara göre değişimi.

Toplam Sertlik ($mg CaCO_3 /L$): Toplam sertlik ölçümleri sonucunda Salarha havzasında toplam sertlik

değerlerinin 18 ile 115 mg CaCO₃/L arasında değiştiği ve ortalama Toplam sertlik değerinin 41,70 mgCaCO₃/L olduğu belirlenmiştir. En düşük toplam sertlik değerinin (18 mgCaCO₃/L) Mayıs ayında 8. istasyonda (Kible Dağı Etekleri) kaydedilirken en yüksek toplam sertlik (115 mgCaCO₃/L) ise Ekim ayında 2. istasyonda (Askoroz Köprü) ölçülmüştür (Tablo 2).

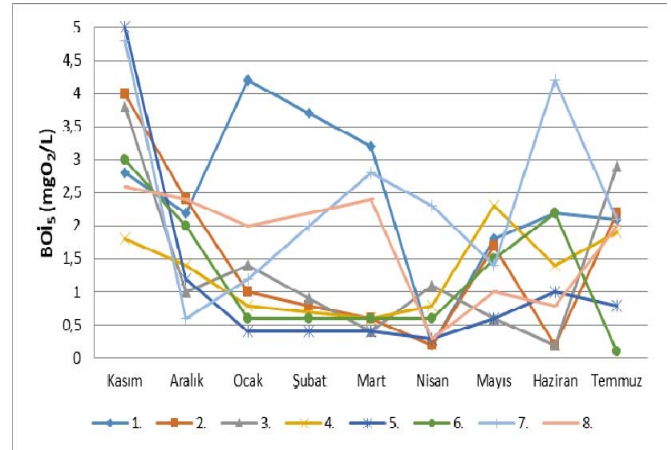
Doğu Karadeniz havzası suları genellikle çok yumuşak sulara sahip olduğu bilinmektedir. Bu çalışma sonuçlarına da bakıldığında Salarha havzası sularının 1,8 ile 11,5 FS (Fransız Sertlik Derecesi) arasında değiştiği ortalama 4.2 FS olduğu görülmektedir. 0-7 FS aralığına sahip sular çok yumuşak sular olarak adlandırılırken, 14 FS'den sonra hafif sertlik özellikleri oluşmaktadır. Dolayısıyla Salarha havzası akarsuları çok yumuşak sular ihtiva ettiği söylenebilir (Şekil 23).



Şekil 23. Toplam Sertlik aylara göre değişimi.

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5 mg/L):

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı ölçümleri sonucunda Salarha havzasında Biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin 0,1 - 5 mg/L arasında değiştiği ve Biyokimyasal oksijen ihtiyacı ortalama değerinin 1,64 mg/L olduğu belirlenmiştir. En düşük Biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerinin en düşük (0,1 mg/L) haziran ayında 6. istasyonda (Pazarköy, Güneysu köprü altı) kaydedilirken en yüksek biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerinin (5 mg/L) ise Kasım ayında 5. istasyonda (Andon) ölçülmüştür (Tablo 2). Kıta içi Su Kalite standartlarına göre 4 mg/L üzerindeki BOİ5 değerine sahip sular az kirli olarak adlandırılırken 8 mg/L değeri üzerindeki değerler ise kirli suları temsil etmektedir (Anonim, 2004). Bu çalışma sonuçları buna göre değerlendirildiğinde Salarha havzası suları genel olarak temiz sayılabilirken Sahil köprü (1.istasyon), Güneysu çıkışı (7.istasyon) ve Andon arıtma tesisi sonrası (5.istasyon) istasyonlarda bir kez az kirli sular ölçülmüştür (Şekil 24).



Şekil 24. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı değerinin aylara göre değişimi.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, sucul yaşamın korunması için genel su kalite kriterleri ve yüzeysel suların kirlilik derecelerinin belirlenme kriterlerine göre değerlendirildiğinde pH, toplam çözünmüş katı madde, bulanıklık, elektriksel iletkenlik ve askıda katı madde açısından önemli sonuçları ortaya çıktığı görülmüştür. Nitekim havza akarsularının aşağı kesimlerinde pH değeri bazı aylar 9'un üzerine çıkarken (bazı) üst kotlarda da yine bazı dönemlerde pH değeri 4,8 değerine kadar düştüğü (asidik) gözlenmiştir. Ancak genel olarak tüm yıl boyunca tüm istasyonlarda aylık ortalama pH değerleri nötr ile hafif alkali olarak nitelendirilebilir.

Bu çalışmanın sonuçları daha önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında pH açısından şunlar görülmektedir. Serdar (2015) Doğu Karadeniz havzasında bazı akarsuların fizikokimyasal su kalitesini incelediği çalışmada havza sularının pH değerinin 6,30 - 8,87 arasında değiştiği ve ortalama 7,78 civarında olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada ise ortalama pH seviyesi açısından havza ortalamasıyla aynı değerlere sahipken en düşük pH seviyesi 4,8'e kadar düşmektedir. Rize çevresindeki bazı akarsuların su kalitesiyle ilgili bazı çalışmalarda ortalama pH seviyesinin Fırtına deresinde 7,16 (Gedik ve ark., 2010) ve İyidere deresinde ise 7,5 (Verer ve ark., 2005) olduğu, Giresun Aksu deresinde 8,14-8,42 arasında değiştiği (Kalyoncu ve ark., 2008) ve Artvin Arhavi Kapistre deresinde ise 7,36 olduğu görülmektedir (Serdar, 2015).

Toplam çözünmüş katı madde açısından ise çok yağışlı dönemlerde ve yaz aylarında şiddetli yağışların olduğu zamanlarda oldukça yüksek seviyelere çıktığı gözlenirken, aynı dönemlerde bulanıklık ve iletkenlik parametrelerinin normal değerler üzerinde olduğu ve yine benzer zamanlarda askıda katı madde miktarı açısından 1., 2., 6. ve 7 nolu istasyonlarda yani havzanın denize yakın ve Güneysu ilçe merkezi çıkış sularında kirli ve çok kirli sayılabilecek koşulların oluştuğu tespit edilmiştir.

Doğu Karadeniz havzası suları elektriksel iletkenlik açısından bakıldığında ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0,183 mS/cm (0,041-0,577 mS/cm) (Serdar, 2015) iken Fırtına deresinde 0,055 mS/cm (Gedik ve ark., 2010), İyidere'de 0,058 mS/cm (Verrep ve ark., 2005), Aksu deresinde 0,17-0,49 mS/cm (Kalyoncu ve ark., 2008) ve Kapistre deresinde ise 0,085 mS/cm (Serdar, 2015) olduğu belirtilmektedir. Salarha havzası sularının elektriksel iletkenlik değerinin Doğu Karadeniz havzası suları içerisinde

düşük elektriksel iletkenliğe sahip olduğu göze çarparken benzer bir trendin bulanıklık ve askıda katı madde için söz konusu olduğu söylenebilir. Nitekim Salarha havzası sularının ortalama bulanıklığı 15,66 NTU iken Doğu Karadeniz havzası akarsuları ortalama bulanıklığı 39,6 FTU (Serdar, 2015), Fırtına deresi 9,89 NTU (Gedik ve ark., 2010), Aksu deresinde 4,16-99,15 NTU arasında (Kalyoncu ve ark., 2008) ve Kapistre deresinde ise 8,5 FTU (Serdar, 2015) olarak kaydedilmiştir.

Tablo 1. Salarha havzası akarsularının fizikokimyasal su kalite istatistikleri

Parametreler	İstasyonlar								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Su Sic. (°C)	Ort.	15,8	16,1	16,3	14,7	13,1	16,7	15,7	14,8
	Std. Sap.	5,4	5,3	5,0	5,7	5,3	4,9	5,3	4,8
	Min.	8,7	8,9	10,5	7,1	6,9	10,9	9,1	8,3
	Mak.	23,0	23,3	23,4	22,0	21,2	23,2	22,4	20,9
pH	Ort.	8,2	8,1	7,7	8,0	7,8	7,7	7,4	7,3
	Std. Sap.	0,7	0,9	0,6	0,8	0,8	1,1	1,2	1,1
	Min.	7,2	6,1	6,6	5,9	6,1	4,8	4,9	5,2
	Mak.	9,7	9,6	8,9	8,8	8,6	9,1	8,4	8,3
EC (µs/cm)	Ort.	233,3	107,9	181,4	96,8	107,5	115,7	96,3	137,6
	Std. Sap.	401,0	20,8	85,3	36,7	92,6	25,8	49,9	247,3
	Min.	79,9	72,4	92,5	66,3	57,3	75,8	61,8	48,1
	Mak.	1504,0	153,2	426,0	173,7	392,0	148,5	242,0	922,0
Çöz. Oks. (mg/L)	Ort.	9,7	9,9	9,5	9,4	9,7	9,0	9,4	9,5
	Std. Sap.	1,3	1,3	1,3	1,4	1,2	1,2	1,4	1,3
	Min.	7,6	8,1	7,8	7,9	8,2	7,1	7,3	7,6
	Mak.	11,4	11,5	11,2	11,3	11,0	10,9	11,3	11,4
Askıda Katı Madde (mg/L)	Ort.	52,8	73,2	11,6	17,2	24,1	70,7	83,8	26,9
	Std. Sap.	84,4	114,9	14,9	21,7	32,7	90,2	119,9	27,8
	Min.	5,0	5,0	1,0	1,0	0,0	0,0	3,0	3,0
	Mak.	300,0	389,0	55,0	68,0	99,0	239,0	377,0	87,0
Top. Çöz. Katı Madde (mg/L)	Ort.	114,1	51,2	89,6	42,7	50,4	56,5	46,6	67,2
	Std. Sap.	201,0	9,9	39,5	13,9	44,6	11,4	23,9	121,6
	Min.	37,6	34,2	43,6	31,1	26,8	35,6	29,0	22,1
	Mak.	751,0	72,4	205,3	80,9	188,6	70,3	115,5	453,0
Turbidite (NTU)	Ort.	17,4	23,3	5,4	6,2	9,0	22,9	26,4	14,7
	Std. Sap.	24,0	32,6	5,5	6,5	9,1	25,6	34,2	24,3
	Min.	1,4	2,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,8	0,5
	Mak.	87,7	113,7	16,1	19,8	28,9	69,9	110,2	87,8
Top. Sertlik (mg CaCO ₃ /L)	Ort.	51,8	45,5	48,5	32,6	37,7	42,8	43,1	31,7
	Std. Sap.	18,7	24,1	19,4	7,0	12,3	12,3	16,9	8,8
	Min.	34,0	24,0	19,0	23,0	22,0	24,0	25,0	18,0
	Mak.	104,0	115,0	90,0	45,0	60,0	68,0	85,0	46,0
Top. Alkalinite (mg CaCO ₃ /L)	Ort.	8,3	7,0	5,8	6,9	5,0	5,6	6,2	4,8
	Std. Sap.	6,9	9,8	4,3	5,4	4,0	3,5	4,7	3,7
	Min.	1,2	0,1	0,5	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3
	Mak.	21,5	36,6	17,1	16,9	15,3	13,3	15,3	11,8

Tablo 2. Salarha havzası akarsularının fizikokimyasal su kalite istatistikleri

Parametre	İstasyonlar								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
BOI ₅ (mg/L)	Ort.	2,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,2	2,4	1,7
	Std. Sap.	1,2	1,3	1,2	0,6	1,5	1,0	1,4	0,8
	Min.	0,2	0,2	0,2	0,6	0,3	0,1	0,6	0,3
	Mak.	4,2	4,0	3,8	2,3	5,0	3,0	4,8	2,6
NO ₂ -N (mg/L)	Ort.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Std. Sap.	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Mak.	0,9	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1
NO ₃ -N (mg/L)	Ort.	2,2	2,0	2,9	1,5	0,7	1,9	1,5	1,2
	Std. Sap.	1,3	1,4	1,9	1,3	0,7	1,1	1,0	1,3
	Min.	1,1	0,2	0,1	0,1	0,1	1,2	0,5	0,0
	Mak.	5,8	4,9	8,3	5,0	2,2	5,4	4,3	4,8
NH ₄ -N (mg/L)	Ort.	1,0	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2
	Std. Sap.	1,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,7	0,5	0,4
	Min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Mak.	5,1	2,1	1,7	2,3	1,5	1,8	1,7	1,6
o-PO ₄ -P (mg/L)	Ort.	1,3	1,8	1,2	1,0	1,5	1,6	1,8	1,7
	Std. Sap.	1,4	3,0	1,7	0,8	1,8	2,1	3,9	1,8
	Min.	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Mak.	5,0	10,8	6,2	2,5	5,1	7,6	13,7	6,9

Kimyasal su kalite parametrelerinden toplam sertlik ortalama 41,7 mg/L (18-115 mg/L), toplam alkalinite ortalama 65,42 mg/L (1,3-366 mg/L), BOİ₅ ortalama 1,64 mg/L (0,1-5 mg/l), Nitrit azotu ortalama 0,033 mg/L (0-0,91 mg/L), Nitrat azotu ortalama 1,73 mg/L (0,1-8,3 mg/L), amonyum azotu ortalama 0,33 mg/L (0,01-5,11 mg/L), orto-fosfat ortalama 1,47 mg/L (0.02-13,7 mg/L) olacak şekilde bir yıllık periyot içerisinde değişmişlerdir.

Salarha havzası akarsularının kimyasal su kalite parametreleri incelemelerinde elde edilen bulgular sucul yaşamın korunması için genel su kalite kriterleri ve yüzeysel suların kirlilik derecelerinin belirlenme kıstaslarına göre değerlendirildiğinde, havza akarsularının toplam sertlik açısından çok yumuşak olduğu, toplam alkalinite değerleri yıl boyunca ve istasyonlar boyunca genel anlamda normal aralıklar içerisinde olduğu, ancak bazen 1. ve 2. istasyonlarda toplam alkalinite normal aralık değerlerinin (20-300 mg/L) üstüne çıktığı gözlenmiştir.

Havza akarsularında organik kirliliği gösteren BOİ₅ açısından bakıldığında genel olarak temiz su karakterinde olduğu, ancak bazen 1., 7. ve 5. istasyonlarda az kirli sayılabilecek koşulların olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan havza akarsularında besleyici element (N ve P) formlarının konsantrasyonları değerlendirildiğinde; havza akarsuları nitrit azotu açısından genel olarak az kirli ve bazı dönemlerde 1., 2., 5., 6., 7. ve 8. istasyonlarda çok kirli koşulların olduğu, nitrat azotu açısından genel olarak temiz su koşullarının olduğu, bazı dönemlerde 1., 3., 4. ve 6. istasyonlarda az kirli sayılabilecek durumlar, amonyum azotu açısından genel anlamda az kirli ve bazı dönemlerde ise 1, 2 ve 4 nolu istasyonlarda çok kirli sayılabilecek koşulların olduğu ve nihayet orto-fosfat açısından genel olarak çok kirli sayılabilecek koşulların olduğu gözlenmiştir.

Doğu Karadeniz havzası suları toplam sertlik açısından incelendiğinde ortalama sertlik değeri 90,45 mg/L (15-240 mg/L) (Serdar, 2015) iken Fırtına deresinde ortalama 66,88 mg/L (Gedik ve ark., 2010), İyidere'de 34,90 mg/L (Verep ve ark., 2005), Aksu deresinde 10,93-18,12 mg/L (Kalyoncu ve ark., 2008) ve Kapistre deresinde ise 57,50 mg/L (Serdar, 2015) olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada ise Salarha havzası sularının toplam sertliği ortalama 41,7 mg/L olup Doğu Karadeniz havzası akarsularıyla uyumlu olduğu ve oldukça yumuşak bir su olduğu anlaşılmaktadır.

Toplam alkalinite açısından bakıldığı zaman ise Salarha havzası sularının ortalama alkalinite değeri bu çalışmada 65,42 mg/L iken yapılan bazı çalışmalarda Fırtına deresi ortalama alkalinite değeri 45,6 mg/L (Gedik ve ark., 2010) normal aralıklarda olmakla beraber bölge sularıyla uyumlu bir kimyasal karakterde olduğu görülmektedir.

Suların organik kirliliği hakkında bilgi veren BOİ₅ değeri, Salarha havzasında bu çalışmada ortalama 1,64 mg/L (0,1-5 mg/l) olduğu görülürken yapılan bazı çalışmalarda bulunan değerler; İyidere'de ortalama BOİ₅ değeri 2,40

mg/L (Verep, 2005), Aksu deresinde 3,4 mg/L (Kalyoncu ve ark., 2008) olduğu bildirilmektedir. Dolayısıyla Salarha havzası sularının organik kirlilik durumu Aksu ve İyidere'ye oranla daha temiz olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada Salarha havzası suları için ölçülen ortalama nitrit azotu konsantrasyonu ortalama 0,033 mg/L olduğu halde Doğu Karadeniz havzası suları ortalama değeri 0,0041 mg/L (Serdar, 2015) iken Fırtına deresi ortalama 0,0012 mg/L (Gedik ve ark., 2010) ve Kapistre deresi ortalama 0,0019 mg/L'dir (Serdar, 2015). Bir diğer azotlu nütrient olan nitrat azotunun Doğu Karadeniz havzası akarsu konsantrasyonu ortalama 0,685 mg/L (Serdar, 2015), Fırtına deresi 1,36 mg/L (Gedik ve ark., 2010) ve Kapistre deresi ise 0,63 mg/L (Serdar, 2015) iken bu çalışmada Salarha havzası için ortalama 1,73 mg/L olarak ölçülmüş olup havza sularıyla uyumlu bir düzeydedir.

Amonyum azotu dikkate alınır, Doğu Karadeniz havzası suları ortalama 0,028 mg/L'lik (Serdar, 2015) bir konsantrasyon ihtiva ederken, Fırtına deresi ortalama 0,048 mg/L (Gedik ve ark.,2010), Aksu deresi ortalama 0.050 mg/L (Kalyoncu ve ark., 2008) ve Kapistre deresinde 0,005 mg/L (Serdar, 2015) konsantrasyon göze çarparken Salarha havzasında 0,33 mg/L gibi havzaya göre oldukça yüksek bir değer tespit edilmiştir.

Orto-fosfat göz önüne alındığında Doğu Karadeniz havzası akarsuları ortalama değeri 0,0055 mg/L (Serdar, 2015), Fırtına deresi ortalama 0,11 mg/L (Gedik ve ark., 2010) ve Kapistre deresi ortalama 0,033 mg/L (Serdar, 2015) olduğu görülürken bu çalışmada Salarha havzası sularının oldukça yüksek orto-fosfat fosforuna sahip olduğu (ortalama 1,47 mg/L) görülmektedir.

ÖNERİLER

Çalışma alanında elde edilen su kalite sonuçları değerlendirildiğinde şu sonuçlara ulaşmak mümkündür. İnorganik kirlilik açısından bazı fiziksel su kalite parametreleri mevsimsel olarak önemli olabilmektedir. Özellikle bölgenin dağlık ve eğimi yüksek arazi yapısı yanında yağışlı iklimsel özellikleri nedeniyle yağışlı dönemlerde ve özellikle şiddetli yağışların olduğu yaz aylarında bulanıklık ve toplam çözünmüş katı madde miktarı açısından özellikle Güneysu ilçe merkezi çıkış suları ve havza nehir ağız istasyonlarında kirli ve çok kirli sayılabilecek koşullar oluşabilmektedir. Doğal bir süreç içerisinde oluşan bu su kalite problemiyle ilgili olarak eğimli arazilerde toprağı tutacak bitki örtüsü ve ağaçlandırmaya önem verilmesi gerekmektedir. Organik kirlilik açısından bakıldığında genel olarak havza sularında az kirli sayılabilecek bir nitelikte olmakla beraber azotlu bileşiklerden nitrit açısından çok kirli, nitrat ve amonyum açısından az kirli ve orto-fosfat bakımından ise oldukça kirli su kalite koşulları görülmektedir.

Salarha havzası gerek insani yerleşim ve gerekse küçük ve orta çaplı endüstriyel tesisler bakımından Rize ili merkezinde akarsu havzaları açısından en yoğun bölgedir. Hatta Güneysu ilçesi akarsuları evsel ve diğer atık sularıyla birlikte Taşlıdere ile birleşerek Salarha havzası sularını oluşturmaktadır. Özellikle çay fabrikaları bakımından 200 adete yakın tesisin bulunduğu havzada kum, çakıl ve hazır beton üretim tesisleri, kömür depolama alanları, gıda üretim fabrikaları, kamu ve özel yerleşim alanları, balık üretim çiftlikleri ve son yıllarda sayıları gittikçe artan hidroelektrik santraller atık sularıyla havza akarsularının kalitesini etkilemektedirler.

Ülke çay üretiminin neredeyse %90'ının üretildiği Rize ilinde olduğu gibi Salarha havzasında da çay tarım alanları bölge arazilerinde yapılan yegane tarım ürünüdür. Son yıllarda gelişen kivi üretimi henüz önemli boyutlara ulaşmamıştır. Çay tarımı ilaç kullanılmayan ancak gübre kullanımının önemli olduğu bir faaliyet olup üretim seviyesini kontrol etmektedir. Dolayısıyla Rize çevresinde olduğu gibi Salarha havzasında da tarımsal gübre kullanımından kaynaklanan yüzeysel akış sularının taşımış olduğu gübre kalıntıları da havza sularını etkileme olasılığına sahiptir. Hatta gübreleme zamanının Mart-Nisan aylarında olması ve aynı zamanda bölge ikliminde bu dönemlerin yağışlı dönemler olması uygun olmayan zamanlarda ve miktarlarda gübreleme nedeniyle havza akarsularında tarımsal gübre nedeniyle su kalitesinde etkileşimler olabilmektedir.

Mevcut durum ve değerlendirmeler ışığında Salarha havzasındaki akarsularda su kalite değişimleri ve su kirliliği problemlerinin mevcut olduğu söylenebilir. Askıda katı madde veya bulanıklık gibi fiziksel parametreler dışında, inorganik kirlilik parametrelerinden azotlu (nitrit, nitrat ve amonyum azotu) ve fosfatlı bileşikler bakımından su kalite bozulması havzada, evsel ve kanalizasyon atıklarının, endüstriyel tesisler ve fabrika atık sularının ve tarımsal gübreleme nedeniyle oluşan yüzeysel akış sularındaki gübre kalıntılarının Salarha havzası akarsularını etkilediğini göstermektedir. Dolayısıyla bu sorunların çözümünde öncelikle Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen endüstriyel tesislerin atık su deşarj standartlarına uygun deşarj yapmaları için kontrollerin periyodik yapılması, deşarj standartlarına uygun olmayan atık sulara sahip tesislerin arıtma tesisi kurmalarına teşvik edilmeleri gereklidir. Kamuya ait çay fabrikaları ve evsel atık su toplama tesisine sahip belediyelerin de atık su deşarj standartlarına uygun deşarj yapmaları, gerekirse arıtma tesisi kurmaları tavsiye edilmektedir.

Akarsu havzalarında kurulmuş çakıl, kum ve hazır beton tesislerinin ilgili yönetmelik ve tebliğlere uygun olarak kurulması, tesis yer seçiminden tutun atık sularının akarsuya ulaştırılmasına kadar tüm süreçlerinin ilgili yönetmeliklere uygun olup olmadıkları kontrol edilmelidir. Havzada kurulmuş hidroelektrik santrallerin dere yatağındaki suyu kullandıktan sonra bırakmak zorunda oldukları can suyunun yeterli olması, yerinde ve zamanında bırakması, atık

maddelerinin suya bırakılmaması ve balık geçitlerinin çalışır durumda olup olmadığının kontrol edilmeleri önemli olmaya başlamıştır.

Son olarak bölge ve ülke ekonomisi için oldukça önemli olan çay tarımında yeterli ve doğru bileşimdeki uygun miktarda bilinçli gübre kullanımının yaygınlaştırılması, eğer mümkün olursa gübre kullanımının oldukça sınırlandırıldığı organik tarıma geçilmesi inorganik azot ve fosfor içeren gübre kullanımının su kaynakları üzerindeki etkilerini önemli ölçüde azaltacaktır. Su kaynaklarının kalitesi ve kirliliği gerek kamu ve gerekse araştırma kuruluşlarınca periyodik olarak takip edilmeli, gerektiğinde yerel ve yöresel su havza yönetim planlarıyla su kaynaklarının sürdürülebilirliği sağlanmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yüksek Lisans tez projesi olup RTEÜ Bilimsel Araştırma Projeleri biriminde "Salarha Havzası Akarsularında Evsel Atıksulardan Dolayı Oluşabilecek Bakteriyolojik ve Deterjan Kökenli Kirliliğin Araştırılması" isimli ve 2014.103.01.01 kod numaralı projeye desteklenmiştir. Çalışma alanının haritasının hazırlanmasında katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi. Ali Erdem ÖZÇELİK'e teşekkür ediyoruz.

KAYNAKLAR

- A.P.H.A. (1998).** Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington, DC, USA, 1325.
- Akkan, T. (2017).** An assessment of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) pollution in Harsit stream, Giresun, Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(5), 3217-3221.
- Anonim. (2004).** T.C. Resmi Gazete Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 25687, 31.12.2004,6s.
- Anonim. (2012).** Ankara Tabip Odası, Aski-Sukader, Ziraat Mühendisleri Odası, Halk Evleri, İnşaat Mühendisleri Odası, Tüketici Dernekleri Federasyonu.
- Anonim. (2013).** T.C. Kalkınma Bakanlığı Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma Dairesi Başkanlığı, Rize İl Raporu.
- Anonim. (2014).** Türkiye Su Ayak İzi Raporu, Su, Üretim ve Uluslar Arası Ticaret İlişkisi.
- Fevzioglu, S. & Urçuk, H. (2007).** *Salarha havzasında fizikokimyasal su kalitesi üzerine bir araştırma*, Bitirme Çalışması, Rize Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Rize, Türkiye, 87s.
- Gedik, K., Verep, B., Terzi, E. & Fevzioglu, S. (2010).** Fırtına deresi (Rize)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, **19**(76), 25-35.

Göksu, M.Z.L. (2003). *Su Kirliliği Ders Kitabı*, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:7, Balcalı, Adana.

Kalyoncu, H., Yorulmaz, B. & Barlas, M. (2008). Akсу çayı'nın su kalitesi ve fiziko-kimyasal parametrelerinin makro omurgasız çeşitliliği üzerine etkisi. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi* **20**(1), 23-33.

Selim, S. (2011). Akarsu vadisindeki insan kaynaklı faaliyetlerin ekosistem bütünlüğüne olası etkileri: Çağlayan vadisi örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **15**(2), 94-101.

Serdar, S. (2015). *Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fiziko-kimyasal su kalitesi değişiminin incelenmesi*. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 120s.

Taşpınar, B. (2016). Salarha havzası akarsularında evsel atık sulardan dolayı oluşabilecek bakteriyolojik ve deterjan kökenli kirliliğin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 75s.

Uncumusaoğlu, A., Şengül, Ü. & Akkan, T. (2016). Environmental contamination of heavy metals in the Yağlıdere stream (Giresun), southeastern Black Sea, *Fresenius Environmental Bulletin*, **25**(12), 5492-5498

Verep, B., Serdar, O., Turan, D. & Şahin, C. (2005). İyidere (Trabzon)'nin fiziko-kimyasal açıdan su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, **14**(57), 26-35.

***Corresponding author's/Başlıca yazar:**

Öğr. Gör. Dr. Tanju MUTLU

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O., Su Ürünleri Bölümü, Rize.

✉E-mail: tanjumutlu61@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6514-6914>