

Salarha Havzası Akarsularında Bakteriyolojik ve Yüzey Aktif Madde Kirliliğinin İncelenmesi

Bülent VEREP^{1*} Büşra Taşpınar ÖLMEZ¹ Cengiz MUTLU²

¹Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, 53100, Rize

²Giresun Üniversitesi, FEF Biyoloji Bölümü, Giresun

*[ID: https://orcid.org/0000-0003-4238-8325](https://orcid.org/0000-0003-4238-8325),

[ID: https://orcid.org/0000-0003-4656-850X](https://orcid.org/0000-0003-4656-850X),

[ID: https://orcid.org/0000-0002-9741-4167](https://orcid.org/0000-0002-9741-4167)

Received date: 22.10.2019

Accepted date: 21.12.2019

Atf yapmak için: Verep, B., Taşpınar Ölmez, B. & Mutlu, C. (2019). Salarha Havzası Akarsularında Bakteriyolojik ve Yüzey Aktif Madde Kirliliğinin İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 565-574.

How to cite: Verep, B., Taşpınar Ölmez, B. & Mutlu, C. (2019). Investigation of Bacteriological and Detergent-Based Pollution in the Salarha Basin Rivers. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 565-574.

Öz: Salarha havzası akarsularında endüstriyel, tarımsal ve evsel atık sularından dolayı oluşabilecek bakteriyolojik ve deterjan kökenli kirliliğin belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada; su sıcaklığı 15,4 °C (6,9-23,4 °C), pH 7,78 (4,8-9,7), çözünmüş 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. Havza sularının evsel atık su kaynaklı deterjan kirliliğinin (anyonik yüzey aktif madde) 0,53 mg/L (0,08-1,53) düzeyinde ve az kirli olduğu belirlenmiştir. Bakteriyolojik kirlilik seviyesi ise toplam koliform 5261 kob/100 ml (4-28000 kob/100 ml), fekal koliform 1825 kob/100 ml (0-12500 kob/100 ml), fekal streptokok 1814 kob/100 ml (24-18750 kob/100 ml) ve ayrıca *E. coli* bakteri sayısının ise 604 kob/100 ml (0-5000 kob/100 ml) olduğu belirlenmiştir. Salarha havzası akarsuları toplam ve fekal koliform bakteri bakımından II. Sınıf yani az kirli, fekal streptokok bakımından havza sularının yüzme suyu kalitesine uygun olmadığı ve *E. coli* sayısı bakımından ise rekreatif amaçlarla kullanılamayacak bir su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Bakteriyolojik kirlilik, deterjan kirliliği, Salarha havzası, su kalitesi.

Investigation of Bacteriological and Detergent-Based Pollution in the Salarha Basin Rivers

Abstract: In this study which has been aimed that the determination of bacteriological and detergent pollution due to industrial, agricultural and domestic waste water in Salarha basin; 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) were measured. The detergent pollution concentration was 0,53 mg/L (0,08-1,53) and has been determined as less polluted. The level of bacteriological pollution parameters were total coliform 5261 kob/100 ml (4-28000 kob/100 ml), fecal coliform 1825 kob/100 ml (0-12500 kob/100 ml), fecal streptococcus 1814 kob/100 ml (24-18750 kob/100 ml) and the number of *E. coli* was 604 kob/100 ml (0-5000 kob/100 ml). It has been determined that the water of Salarha basin has a quality as second class or less polluted on account of fecal coliform bacteria, as unsuitable for swimming with regard to fecal streptococcus and as unusable for recreative aims in point of *E. coli*.

Keywords: Bacteriologic pollution, detergent pollution, Salarha basin, water quality.

GİRİŞ

Türkiye'nin tatlı su ve deniz kaynaklarında bakteriyolojik su kirliliği ve deterjan kirliliği konusunda birçok çalışma 1980'li yıllardan günümüze kadar yürütülmüş ve birçok dergide yayınlanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları ise şöyledir; Kıvanç vd. (1996), Eskişehir içme ve kullanma sularında bakteriyolojik kirlilik çalışmalarında: İçme sularında gerek toplam bakteri gerekse koliform bakteri bakımından ilkbahar, kullanma sularında yaz aylarında artış görülmüştür. İçme suyu örneklerinin birinde, kullanma suyu örneklerinin 10'unda total bakteri sayısı standartlarına uymamaktadır. Yine içme sularının 88'inde koliform bakteri saptanmıştır. Koliform saptanan örneklerin tümünde *E. coli* ve fekal koliform belirlenmiştir. İçme sularının Nisan ve Haziran aylarında fekal streptokok saptanmıştır (Kıvanç vd., 1996). 1999 yılında Ağaoğlu vd. (1999), tarafından Van yöresi kaynak sularında gerçekleştirdikleri mikrobiyolojik çalışmalarda genel mikroorganizma sayısı $0-9,4 \times 10^4$ kob/ml (ort. $2,7 \times 10^3 \pm 0,2 \times 10^1$) arasında saptandı. İncelenen kaynak sularının %33,3'ün de koliform organizma tespit edildi (Ağaoğlu vd., 1999). Üçok vd. (1999), Ordu sahil bölgesinde koliform tayini yapmış ve yedi istasyonun dördünde *E. coli* kolonisi tespit edilememiştir. Buna karşın diğer üç bölgede düşük miktarda koloniler tespit edilmiştir. Ünlü vd. (1999)'nin yaptığı çalışmada, Hazar gölünde su kalitesi değerlendirmesinde bakteriyolojik kirlilik açısından göl suyunun kalite kriterleri genel olarak I. ve II. Sınıf suların özelliklerini gösterdiği ötrofikasyon kontrol sınır değerlerinin aşıldığı görülmüştür (Üçok vd., 1999). Alkan vd. (1999) Ulubat gölünün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi çalışmaları sonucunda suyun kalitesinin, gölün bazı noktalarında II. ve III. Sınıf olduğu, fekal kirlenmenin yüksek olduğu ve bazı noktalarda ise IV. Sınıf olduğunu göstermiştir (Alkan vd., 1999). Ağaoğlu vd. (1999), tarafından kaynak sularında gerçekleştirilen mikrobiyolojik çalışmalarda genel mikroorganizma sayısını $0-9,4 \times 10^4$ kob/ml (ort. $2,7 \times 10^3 \pm 0,2 \times 10^1$) arasında tespit edildi ve incelenen kaynak sularının % 33,3'ünde koliform grubu organizma saptandı.

Uğur vd. (2000), tarafından gerçekleştirilen evsel atık su arıtma tesisinde bakteriyolojik kirlilik çalışması sonucunda ise atık su arıtma tesisi girişindeki bakteriyolojik yükün tesis çıkışında azaldığını göstermiştir. Kenar vd. (2001), tarafından Afyon il merkezi içme ve kullanma sularında hijyenik kalite araştırmasında çalışmaya alınan su örneklerinin yedisinde (%23,3) PCA ve laktozlu buyyon ile patojen koliform mikroorganizma kolonisi saptanmış, bunlardan birinde *E. coli*, birinde *Pseudomonas aeruginosa*, bir diğerinde ise *Aeromonas hydrophyla* izole edilmiştir (Kenar vd., 2001). 2002 yılında Keven vd. (2002), tarafından gerçekleştirilen Elazığ sularının yedi yıllık periyottaki mikrobiyolojik kirliliğinin değişimi çalışmalarında 1988-1995 yıllarında arasında koliform organizmaların sayısında

göreceli bir artış olduğunu tespit etmişlerdir (Keven vd., 2002).

Avcı vd. (2005)'nin Tokat ilindeki içme sularının bakteriyolojik kirliliğini araştırmış ve çalışmaları sonucunda tüm su örneklerine oranlandığında patojen etken olarak 119'unda (34,7%) ısıya tolerans *E. coli* (fekal koliform), 223'ünde (65,3%) total koliform tespit edilmiştir. Bu inceleme sırasında koliform kontaminasyon durumunun yılın belirli aylarına göre değişkenliği de izlenmiş ve bu açıdan bazı aylarda arttığı gözlenmiştir (Avcı vd., 2005). Toroğlu vd. (2006)'nin Aksu çayında (Kahramanmaraş) akarsu kirliliğini araştırmış olduğu çalışmada şehir ve çevresinde su kullanımına olan ihtiyacın arttığını, temiz su temininin ve atık suların bertarafının bir problem olarak ortaya çıkmış olduğunu belirtmişlerdir (Toroğlu vd., 2006).

Köksal vd. (2007)'nin İstanbul içme sularının bakteriyolojik yönden incelenmesi çalışmalarında ham suların tamamında (%100) koliform bakteri ve %46'sında dışkı kaynaklı *E. coli* tespit edilmiştir. Bu sulara ayrıca *Aeromonas* %97, *Pseudomonas* %67, *Vibrio* %8, *Plesiomonas* %5, *Yersinia* %1 ve *Shigella* %1 oranlarında bulunmuştur. Arıtma tesisi genel çıkış sularıyla şebeke sularında sırasıyla koliform bakteri %4 ve %5, dışkı kaynaklı *E. coli* %1 ve %2, *Aeromonas* %16 ve %23, *Pseudomonas* %10 ve %14 oranlarında saptanmıştır (Köksal vd., 2007).

Demirci vd. (2007)'nin Damacana sularının mikrobiyolojik kalitesi üzerine pompa temizliğinin etkisini araştırma amaçlı bir çalışma yapmış ve çalışma sonucunda toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı başlangıçta ortalama $8,36 \times 10^1$ kob/ml olarak tespit edilirken, damacanaya takılan pompa ile bu sayının ortalama $3,43 \times 10^3$ kob/ml seviyelerine çıktığı belirlenmiştir. Koliform bakteriye başlangıçta hiçbir örnekte rastlanmazken, pompa takılması ile örneklerin % 60'ında 15-46 EMS/ml arasında koliform bakteri tespit edilmiştir (Demirci vd., 2007).

Şarlı vd. (2007)'nin Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden incelenmesi çalışmalarında koliform grubu mikroorganizmalar diğer indeks mikroorganizmalarına oranla daha fazla bulunmuş, ayrıca bazı örneklerde doğrulama testleri sonucunda *E. coli* de belirlenmiştir. Bulgular yerleşim yerlerine göre incelendiğinde, musluk ve depo sularının hijyenik kalitesi Van merkezinden alınan örneklerde ilçelere göre daha iyi bulunmuş, ancak kuyu ve dere sularında benzer sonuç elde edilememiştir. Bu sonuçlar, Van merkezdeki içme ve kullanma sularının hijyen kontrollerinin ve dezenfeksiyon işlemlerinin düzenli yapıldığını, ancak kuyu ve derelerin yerleşim yoğunluğuna bağlı olarak daha fazla kirlendiğini göstermiştir (Şarlı vd., 2007).

Sivri vd. (2009)'nin İstanbul Güneybatı Sahili Yüzey Sularındaki Enterik Bakterilerin araştırılması çalışmalarında çalışma alanı bakteriyolojik kirlenmeyle karşı

karşıyadır ve mevcut bakteriyel kirlilik seviyesi akuakültür, balıkçılık ve rekreasyonel aktiviteler için belirlenen değerlerin çok üzerindedir (Sivri vd., 2009). Alemdar vd. (2009)'nin Bitlis ili içme sularının bakteriyolojik kirliliğini araştırmış ve mikrobiyolojik analizler sonucunda %30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaerob'lar ve %8'i *E. coli* yönünden standartlarda bildirilen kriterlere uygunluk göstermemiştir (Alemdar vd., 2009). Bulut vd. (2010)'nin Karanfilli çay deresinin mikrobiyolojik kirliliğini araştırmış ve çalışma sonucunda Toplam aerobik bakteri $5-3.7 \times 10^4$, $3,2 \times 10^3-2 \times 10^7$; Koliform grubu bakteri; 0-29, 13->16000 ve *E. coli* 0-0, 0-24 bulunmuştur (Bulut vd., 2010).

Koloren vd. (2011)'nin Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nin Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi çalışmalarında; Yüzeysel suyun toplam koliform bakteri sayısı >1000 kob/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >11 ve <26 kob/100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >2 ve <20 kob/100 ml olarak bulunmuştur. 5 m derinlikte ise toplam koliform bakteri sayısı >1000 kob/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >8 ve <24 kob/100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >1 ve <13 kob/100 ml arasında tespit edilmiştir (Koloren vd., 2011).

Taşpınar ve Çetindemir (2012), Rize ili sahilinde bakteriyolojik kirlilik seviyesinin araştırılması çalışmasında; en temiz istasyonunun İyidere Sarayköy limanı olduğunu, hiçbir mevsim su kalitesi 1.sınıf su kalitesinin altına inmemiş olduğu, insan sağlığına uygun olmayan bir dönemin söz konusu olmadığı belirtilmiştir. Diğer istasyonlarda (RTEÜ kampüsü sahili, Rize Merkez balıkçı limanı ve İslampaşa sahili) ise özellikle bahar aylarında su kalitesi bakteriyolojik olarak bozulmakta ve insan sağlığı açısından denize girmek sakıncalı olabilmek olduğunu belirtmişlerdir.

Gurun vd. (2013)'i tarafından Aymama Deresinin Marmara denizine Deşarj alanındaki bakteriyolojik kirlilik araştırılmış ve çalışma sonucunda istasyonların bakteriyolojik kirlilik açısından benzerliğini saptamak üzere kümeleme analizi yapılmış, kümeleme analizi sonucu elde edilen sonuçlardan deşarj noktasından 500 metre açıkta bulunan istasyon, Hava Harp Okulu (Yeşilköy) ve dört yıldızlı bir otel ve Yeşilyurt Spor Kulübü önu olarak belirtilen istasyonların fekal koliform, total koliform, fekal streptokok ve *Salmonella spp.* sayıları açısından birinci derecede, deşarj noktasından 1 kilometre açıkta bulunan istasyonun ise genellikle ikinci derecede benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Gurun vd., 2013).

Akkan vd. (2019)'nin Yağlıdere Çayı (Giresun)'nın bakteriyolojik su kalitesi ve kirlilik düzeyinin araştırılması amacıyla 1 yıl boyunca aylık olarak 5 farklı istasyondan su ve sediment örnekleri toplamışlardır. Araştırmacılar fekal koliform bakteri sayısı, fekal streptokok bakteri sayısı ve *E. coli* sayısının, yılın hemen hemen her ayında birden fazla istasyonda referans değerlerden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Süzek vd. (1994)'i tarafından Van Gölü'nde yaşayan İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) balığı ve su piresi

(*Daphnia sp.*) için deterjan kirliliğinin etkisini araştırmış ve bu çalışma sonucunda Van şehir kanalizasyonu hiçbir arıtma işlemine uğramadan göle dökülmekte olduğunu ve Van Gölünün henüz kirli olmadığını, fakat önlem alınmazsa yakın bir gelecekte Van Gölü'nün ekolojik dengesinin bozulacağını belirtmişlerdir (Süzek vd., 1994). Özdemir vd. (1994)'nin İskenderun Körfezi ile Çevresindeki kirlilik düzeyini araştırmış ve bu araştırma sonucunda İskenderun Körfezinin, İzmir ve İzmit Körfezi gibi kirli olduğunu, Akdeniz sahilindeki ülkelerin atıklarının İskenderun Körfezi'ne sürüklendiğini, aynı zamanda farklı ülkelere gelen gemiler de sıntıne sularını körfeze bırakmakta olduğunu, İskenderun Körfezi'nin kirlilik problemlerinin her yıl arttığını belirtmişlerdir (Özdemir vd., 1994).

Minareci vd. (2009)'nin Manisa organize sanayi arıtım tesisinin Gediz nehrinde deterjan kirliliğine olan etkilerini belirlemiş ve çalışma sonucunda anyonik deterjan konsantrasyonları 0,217–0,577 mg/L arasında, fosfat konsantrasyonları 0,021–0,184 mg P/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Elde edilen değerler, yüzeysel sulardaki anyonik yüzeysel aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları ile karşılaştırılmış ve atık suyun anyonik deterjan yönünden birinci sınıf yani yüksek kaliteli su, fosfat yönünden de ikinci sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında olduğu saptanmıştır (Minareci vd., 2008).

Karaçay'da (Manisa) yürütülen bir deterjan kirliliği araştırma ve analiz sonuçlarına göre anyonik deterjan konsantrasyonu 0,071–1,122 mg/L, fosfat konsantrasyonu 0,002–0,225 mg/L ve bor konsantrasyonu 0,134–3,937 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Karaçay'ın anyonik deterjan parametresi yönünden III. Sınıf (kirlenmiş su) ve fosfat açısından II. Sınıf (az kirlenmiş su) sınıfında olduğu saptanmıştır. (Minareci vd., 2009).

Gültekin vd. (2012)'i Trabzon ili akarsularının yağışlı dönem su kalitesi parametrelerini belirlemiş ve çalışma sonucunda inceleme alanındaki tüm suların Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Kriterleri'ne göre birçok parametre açısından yüksek kaliteli sular sınıfında iken, genellikle Cu, Pb, Mn, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄⁻, CN⁻ ve KOİ parametreleri açısından az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş su sınıfında olduğu bildirilmiş ve sularda kirlilik oluşturan parametrelerin çoğunlukla tarımsal faaliyetlerden ve çevresel atıklardan kaynaklandığı belirtilmiştir (Gültekin vd., 2012).

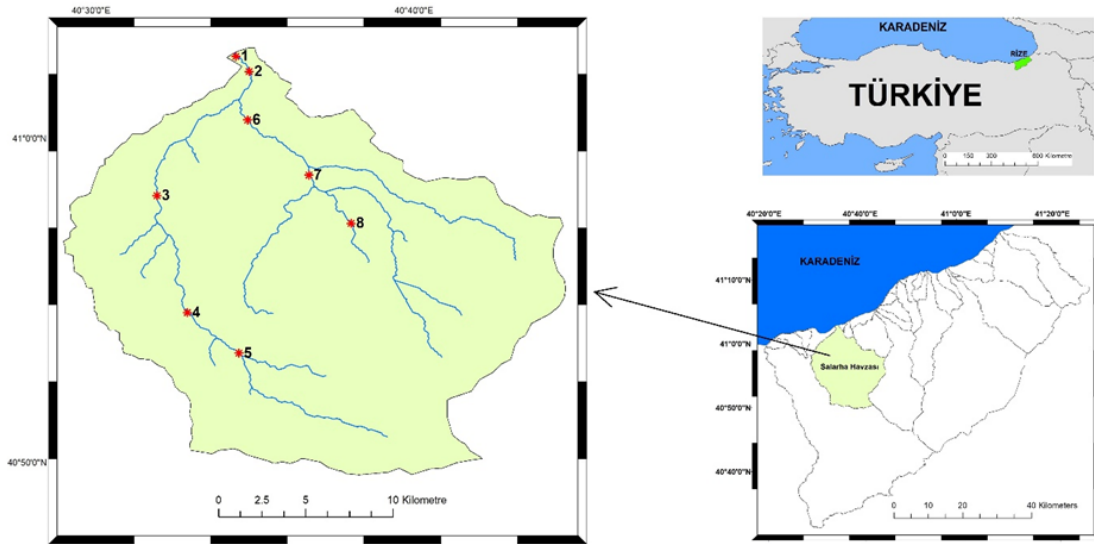
Günlük insani faaliyetler içerisinde oldukça yoğun atık su üretimi söz konusu olurken bu atık suların içeriğinde deterjan ve dışkı atıklarının ön planda olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Polat ve Akkan (2016), Giresun sahil şeridinde 24 farklı noktadan 8 istasyonu temsil edecek şekilde topladıkları su örneklerinde anyonik deterjan konsantrasyonu değişiminin 0,887-1,987 mg/L olduğunu rapor etmişlerdir. Akkan (2017), Harşit Çayı yüzeysel suyu numunelerinde yapmış olduğu çalışmada anyonik deterjan konsantrasyonunun 0,311 ile 0,757 mg/L aralığında seyrettiğini tespit etmiştir.

Yukarda özeti sunulan literatüre bakıldığında Türkiye'nin nüfusu yoğun illerinin yanında diğer bölgelerde de bu tür konularda araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak Doğu Karadeniz bölgesinde mikrobiyolojik su kalitesi ve deterjan kirliliği konusunda yeterli sayıda çalışmaların yürütülmediği görülmektedir. Bu çalışmada Rize ili çevresinde nüfus yoğunluğunun en yoğun olduğu akarsu havzalarından Salarha havzası seçilmiş olup Güneysu, Taşlıdere ve Muradiye kollarında evsel atık suların etkisini belirlemek amacıyla bakteriyolojik ve deterjan kökenli su kirliliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal: Bu araştırma Salarha akarsu havzasında Taşlıdere olarak bilinen mevkiden başlayarak 378 m yükseklik koduna ulaşan 8 farklı istasyonda yürütülmüştür. Çalışmadaki örnekleme istasyonları Taşlıderenin denize

döküldüğü nehir ağzına yakın olan sahil karayolu köprüsü altında belirlenmiş ilk istasyon (İst.1), yine Taşlıdere üzerinde tespit edilmiş Askoroz köprüsüne yakın mevkideki ikinci istasyon (İst.2), Çaykent istasyonu (İst.3), Muradiye istasyonu (İst.4) ve Andon (İst.5) istasyonları Muradiye kolunda, Pazarköy (İst.6), Güneysu Gürgen deresi (İst.7) ve Güneysu Kibledağı (İst.8) istasyonları ise Güneysu kolu üzerinde olmak üzere, Salarha deresinin Taşlıdere, Muradiye ve Güneysu kolları üzerinde bulunmaktadır. Bu havza yerleşik nüfus açısından bakıldığında 11.234 kişinin yaşadığı bir havza olup yerleşim oldukça dağınık, akarsu yataklarına yakın konumda ve dar bir arazi yapısı arz etmektedir. Havzada sahilinden itibaren özel ve Çaykur'a bağlı olmak üzere birçok çay işleme fabrikası faaliyet göstermektedir. Son dönemlerde Taşlıdere ve Güneysu dereleri üzerinde Hidro Elektrik Santrallerin (HES) inşaat ve işletme çalışmaları da havzada önemli bir çevresel sorun teşkil etmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanı.

Çalışma alanı: Salarha havzası, Rize'nin güneydoğusunda Taşlıdere'nin denizle birleştiği noktadan güneye doğru akarsu havzası boyunca uzanmaktadır. Doğudan Çayeli, Batıdan İkizdere, Kuzeyden Rize-Merkez ve Güneyden Erzurum hudutları (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 söz konusudur. Salarha havzasında bulunan ilçe, belde ve köylerde 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.

Su numunelerinin örnekleme: 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 Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği göre su kaynağını en iyi temsil edebilecek noktalardan, akarsu yüzeyinden yaklaşık 50 cm derinlikten ve akıntı yönüne doğru alınmıştır (Anonim, 2004). Numune alım noktasının sıcaklığı, çözülmüş oksijen, çözülmüş oksijen yüzdesi, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, toplam çözülmüş katı madde ve pH'sı 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 standart metot kurallarına uyulmuştur APHA (1998).

Kimyasal analizler için 2,5 litrelik seyreltik asitli su ve deiyonize suyla temizlenmiş plastik şişeler kullanılmıştır.



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



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



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



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



Şekil 6. V-Örnekleme İstasyonu (Andon).



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



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

Metot: Çalışma bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su numuneleri üzerinde arazide öncelikle fiziko-kimyasal su kalite parametreleri (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve yüzdesi, elektriksel iletkenlik, TDS, tuzluluk ve pH) ölçüm yerinde taşınabilir özellikte Hach Lange HQ40D marka çoklu su kalite ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Dışarıdan kaynaklanacak kontaminasyonları engellemek için su numunelerinin toplanmasında ve su analizi çalışmalarında APHA (1998) standart metot kurallarına uyulmuştur. Mikrobiyolojik analizler için alınan numuneler önceden steril edilmiş örnek toplama kaplarına kurallara uygun olarak alınır ve soğutma kaplarında araştırma laboratuvarına ulaştırılmıştır.

Mikrobiyolojik analizler için koyu renkli 500 ml'lik kapaklı plastik şişeler kullanılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için kullanılan cam şişeler pastör fırınında 170 °C de 1 saat bekletilerek kurutulur ve ardından otoklavda 121 °C de 1 atm basınç altında 20-25 dk. tutularak steril hale getirilir. Diğer

analizler için 2,5 litrelik seyreltik asitli su ve deiyonize suyla temizlenmiş plastik şişeler kullanılmıştır.

Yapılan ölçümler ve izlenen parametreler: Çalışma bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su numuneleri üzerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerde Fekal koliform, Total koliform, Fekal streptokok ve *E. coli* miktarları tespit edilmiştir. Fizikokimyasal parametreler ve deterjan (yüzey aktif madde) ölçümleri aylık, mikrobiyolojik analizler ise mevsimlik olarak gerçekleştirilmiştir. Toplamda 12 aylık ölçüm ve analizler istatistiki olarak değerlendirilerek mevsimsel değişimler ortaya koyulmuştur.

Deterjan kirliliği tayin metodu: Bu metot, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle reaksiyona girdiğinde mavi renkli tuz veya iyon çifti oluşturması prensibine dayanır. Metot; anyonik yüzey aktif maddeleri ile (LAS, diğer sülfonatlar ve sülfat esterleri gibi) uygun sonuçlar vermektedir. Bu metot ile tayin edilen maddeler 'metilen mavisini aktif maddeleri olarak ifade edilir. Metilen mavisinin, anyonik deterjanlarla reaksiyonu sonucu oluşan mavi renkli tuz, kloroformda çözünür ve oluşan mavi rengin şiddeti, konsantrasyon ile orantılıdır. Çalışmada su numunelerinde deterjan analizinde fotometrik yöntem kullanılmıştır. Su örneklerinde deterjan analizleri, HachLange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak geliştirilmiş kitlerle (HachLange LCK332; 0,05-2,0 mg/L) fotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.

Mikrobiyolojik kirlilik tayin metotları: Çalışmada bakteri tayini için Membran Filtrasyon yöntemi kullanılmıştır. Hidrofobik Grid Membran Filtre (HGMF) tekniği özellikle su ve diğer sıvı gıdaların analizinde kullanılmaktadır. Bu teknikte örnek önce bir membran filtreden geçirilerek mikroorganizmalar filtre üzerinde tutulmaktadır. Daha sonra bu filtreler uygun besiyeri üzerine arada hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmekte ve oluşan koloni sayısından materyaldeki mikroorganizma sayısı hesaplanmaktadır. Filtreler üzerinde bulunan birbirini dik kesen hidrofobik hatlar, oluşan kolonilerin dağılmasını önlemekte ve böylece kolay sayım yapılmasını sağlamaktadır. HGMF tekniği ile *E. coli* sayımı AOAC (Amerikan Resmi Analitik Kimyacılar Birliği) tarafından standart analiz yöntemi olarak kabul edilmiştir. Membran filtrasyon tekniğinin çoklu tüp yönteminden bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri; örnekte aranan mikroorganizma sayısı 10 ml de 1 veya daha az ise bile mikroorganizmayı belirleme imkânı vermesi ve inkübasyondan sonra filtrelerin kurutulmasıyla saklanabilmesidir. Ayrıca bu yöntemle sıvı besiyeri hazırlamanın birçok safhası ortadan kalktığı için kontaminasyon riski en aza inmiş olur (Tayar, 2013).

Membran filtrasyon yöntemi: Süzme işlemine başlamadan önce, filtre (süzme) aleti ve çelik huni bek alevinden geçirilerek sterilize edilir. Daha sonra filtre vakum aletine bağlanan özel erlenmayer şişesine aktarılır. İçinde katı besiyeri bulunan petri kutusunun kapağı bek alevinin yanında açılarak, steril bir pipetle 3 ml steril damıtık su koyulur ve

kapağı kapatılır. Filtre membranı tutmak için kullanılarak düz ağızlı pens ispiroya batırılarak sterilize edilir. İçinde filtre membranı bulunan zarf yırtılır. Steril membran, düz ağızlı steril pensle tutulup, çelik huni altındaki süzgecin üzerine kareli yüzü yukarı gelecek şekilde yerleştirilir. Üst kısmına çelik huni sterilize edilerek takılır, kıskaçla kilitlenir ve filtrenin alt kısmında bulunan musluk açılır. Vakumlu motor çalıştırılıp, hunideki numune erlene süzülür. Süzülme istenen sıvılar filtreden kendi ağırlıklarıyla geçemediğinden, süzme için basınç kullanmak gerekir.

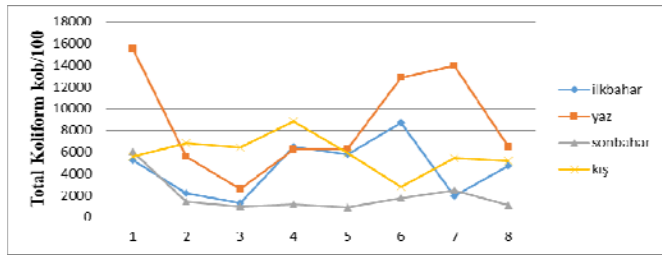
Bu sistemde elektrikli vakum pompası çalıştırılarak, erlenin yatay durumdaki dar borusundan erlenin içindeki hava emilerek suya basınç uygulamak yoluyla süzülür. Süzülen su numunesindeki bakteriler, zardaki küçük porlardan geçemediklerinden zarın üzerinde kalırlar. Süzme işlemi bittikten sonra elektrikli vakum pompası durdurulur, çelik huni yeniden çıkarılır. Tekrar steril edilmiş pensle membran filtrenin kenarından tutularak alınır ve içinde uygun besiyeri bulunan petri kutusuna membran filtrenin kareli kısmı üste gelecek şekilde yerleştirilir. Petri kapatılarak etüve konulur ve uygun sıcaklıkta inkübasyona bırakılır. Membranda sayılamayacak kadar çok koloni oluşması durumunda, tekrar yapılacak olan ekimden önce "dilüsyon yöntemi" uygulanarak numune steril şartlarda, homojen şekilde 10, 100, 1000 veya 10000 kat seyreltildikten sonra ekimi yapılır.

Membran filtrasyon yöntemi ile toplam koliform tayininde filtreler endobesiyeri üzerine konularak ve 37-38°C de 24 ile 48 saat arasında etüve bırakılır. HGMF ile fekal koliform sayılmasında ise filtreler m-FC Agar besiyerine alınmış ve 44,5°C de 22-24 saat inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonunda bir veya birden fazla mavi renkli koloni gelişimi görülen alanlar belirlenir ve değerlendirme koliform bakteri sayımında olduğu gibi yapılır. Membran filtrasyon yöntemi ile *Streptococcus faecalis* saptamada filtreler azide (safralı) besiyeri üzerine yerleştirilir ve en az 2 gün olmak üzere 2-3 gün arasında 37-38°C de etüve konulur. İnkübasyon sonunda besiyerinde çapları 0,5 ile 2 mm arasında değişen koyu kahverengi ve etrafı düz olan koloniler *Streptococcus faecalis* olarak tespit edilir ve sayılır (Özkanca, 2014).

BULGULAR

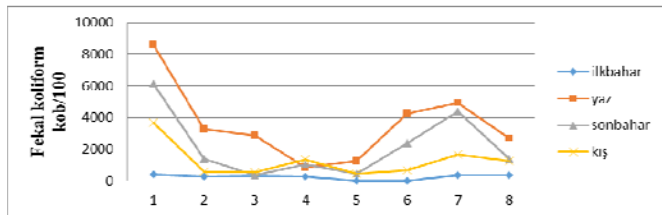
Mikrobiyolojik kirlilik parametreleri: Çalışma periyodu içerisinde 8 farklı istasyondan alınan numuneler üzerinde yapılan bakteriyolojik izlemeler sonucunda Salarha havzasında toplam koliform değerlerinin 4-28000 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama toplam koliform değerinin 5261 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük total koliform bakteri sayısı 4 kob/100 ml kaydedilirken en yüksek toplam koliform bakteri sayısı ise 28000 kob/100 ml olarak ölçülmüştür. Toplam koliform bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde bulunan Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre değerlendirilirse II.

Sınıf yani az kirli olduğu görülmektedir (Anonim, 2012) (Şekil 10).



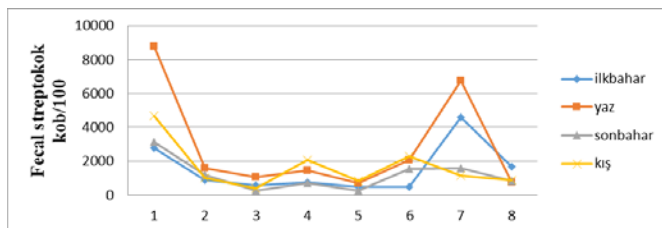
Şekil 10. Toplam koliform ortalama bakteri sayısının mevsimlik değişimi.

Salarha havzasının Fekal koliform bakteri sayısının 0-12500 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal koliform değerinin 1825 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük fekal koliform bakteri sayısı 0 kob/100 ml kaydedilirken en yüksek fekal koliform bakteri sayısı ise 12500 kob/100 ml olarak ölçülmüştür. Fekal koliform bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde bulunan Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre değerlendirilirse II. Sınıf yani az kirli olduğu görülmektedir (Anonim, 2012) (Şekil 11).



Şekil 11. Fekal koliform ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.

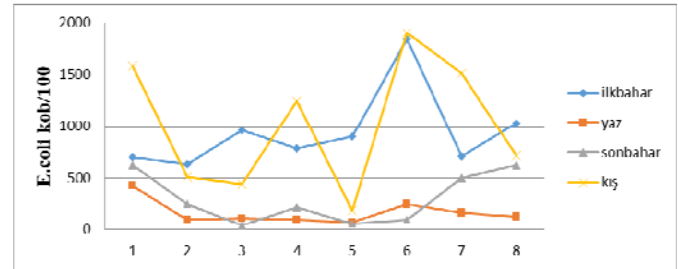
Fekal streptokok bakteri sayısının ise 24-18750 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal streptokok değerinin 1814 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük fekal streptokok bakteri sayısı 24 kob/100 ml kaydedilirken en yüksek fekal streptokok bakteri sayısı ise 18750 kob/100 ml olarak ölçülmüştür. Fekal streptokok bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde insan sağlığı için zorunlu olarak aşılmaması istenen 1000 kob/100 ml değeri aşıldığında yüzme açısından uygun bir su kaynağı olmadığı anlaşılmaktadır (Anonim, 2006) (Şekil 12).



Şekil 12. Fekal streptokok ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.

E. coli sayısının ise 0-5000 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama *E. coli* değerinin 604 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük *E. coli* bakteri sayısı 0 kob/100 ml kaydedilirken en yüksek *E. coli* bakteri

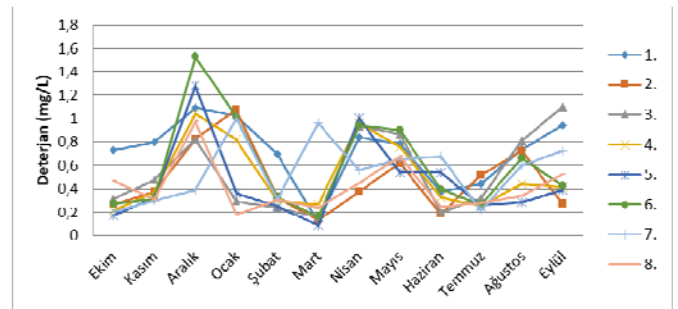
sayısı ise 5000 kob/100 ml olarak ölçülmüştür. *E. coli* bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde bulunan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Rekreasyon Maksadıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerlere bakıldığında aşılmaması istenen zorunlu değerün üstüne çıktığı görülmektedir (Anonim, 2012) (Şekil 13).



Şekil 13. *E. coli* ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.

Yüzey aktif madde (Anyonik deterjan):

Çalışma periyodu içerisinde yapılan anyonik deterjan ölçümleri sonucunda Salarha havzasında deterjan değerlerinin 0,08 ile 1,53mg/L arasında değiştiği ve deterjan ortalama değerinin 0,53 mg/L civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük deterjan değerinin (0,08 mg/L) mart ayında 5. istasyonda (Andon) kaydedilirken en yüksek deterjan değerinin (1,53 mg/L) ise aralık ayında 6.istasyonda (Pazarköy, Güneysu köprü altı) ölçülmüştür (Şekil 14).



Şekil 14. Anyonik deterjan değerlerinin aylara göre değişimi.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde bulunan Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre 1 mg/L üzerindeki Yüzey aktif madde içeren sular kirli olarak adlandırılırken 1,5 mg/L değeri üzerindeki ise çok kirli suları temsil etmektedir (Anonim, 2004). Bu çalışma sonuçları buna göre değerlendirildiğinde Salarha havzası suları genel olarak yüzey aktif madde açısından (deterjan) az kirli sayılırken, Aralık ayında 5 istasyonda (1,4,5,6 ve 8), Ocak ayında ve 2 istasyonda (1 ve 7) ise en yüksek değerler ölçülmüştür. Dolayısıyla Salarha havzasının deterjan kirliliği açısından kış ayları en kirli dönemleri olduğu söylenebilir (Şekil 14).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmanın yürütülmüş olduğu alanda temel fizikokimyasal su kalite göstergeleri sırasıyla 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 μ S/cm (48,1-1504 μ S/cm) ve askıda katı madde 45,03 mg/L (0-389 mg/L) olarak ölçülmüştür. Havza yoğun nüfus yerleşimi içermesi sebebiyle tarımsal aktiviteler, evsel katı ve sıvı atıklar ve havzanın aşağı kotlarında yoğun orta ölçekli endüstriyel tesisler ve çok sayıda çay sanayi sektörüne bağlı fabrikaların çeşitli türden atıkları havza akarsularında evsel atık su kökenli mikrobiyolojik ve deterjan kökenli kirliliğin oluşmasını sağlamaktadır.

Mikrobiyolojik kirlilik: Salarha havzasında toplam koliform değerleri 4-28000 kob/100 ml arasında değişmekte olup ortalama toplam koliform değerinin 5261 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. Toplam koliform bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflandırılmasına göre değerlendirilirse II. Sınıf yani az kirli olduğu görülmektedir (Şekil 10). Diğer taraftan fekal koliform bakteri sayısının 0-12500 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal koliform değerinin 1825 kob/100 ml civarında olduğu görülmektedir. Fekal koliform

bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri de Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflandırılmasına göre değerlendirildiğinde II. Sınıf yani az kirli olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 1) (Şekil 11).

Fekal streptokok bakteri sayısının 24-18750 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal streptokok değerinin 1814 kob/100 ml civarında olduğu çalışmada Fekal streptokok bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliğine göre yüzme açısından uygun bir su kaynağı olmadığı ortaya çıkmıştır (Şekil 12). Ayrıca *E. coli* bakteri sayısının ise 0-5000 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama *E. coli* değerinin 604 kob/100 ml civarında olduğu bu çalışmada, *E. coli* bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Rekreasyon Maksadıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerler açısından aşılmaması istenen zorunlu değer üstüne çıktığı görülmektedir (Tablo 1) (Şekil 13).

Tablo 1. Salarha havzası akarsularının bakteriyolojik ve deterjan kirliliği istatistikleri.

İstasyonlar									
Parametre		1	2	3	4	5	6	7	8
Deterjan (Anyonik) (mg/L)	Ortalama	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4
	Std. Sp.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2
	Min.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
	Maks.	1,1	1,1	1,1	1,0	1,3	1,5	1,0	1,0
Fekal Koliform (kob/100ml)	Ortalama	4695,8	1366,0	1034,3	874,8	540,9	1828,3	2831,4	1429,5
	Std. Sp.	3808,6	1780,5	1431,2	755,9	727,3	2243,9	2859,3	1313,9
	Min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maks.	12500,0	6250,0	4250,0	2399,0	2500,0	7500,0	9375,0	4350,0
Fekal Streptokok (kob/100ml)	Ortalama	4835,4	1159,3	576,3	1244,0	560,9	1601,4	3510,8	1030,3
	Std. Sp.	4595,5	644,9	711,7	869,6	520,3	1246,3	4368,1	765,7
	Min.	1200,0	56,0	80,0	236,0	24,0	100,0	848,0	80,0
	Maks.	18750,0	1900,0	2500,0	2900,0	1500,0	4500,0	15625,0	2600,0
<i>Escherichia coli</i> (kob/100ml)	Ortalama	831,0	369,6	387,8	585,0	302,7	1017,9	718,7	622,6
	Std. Sp.	664,9	459,4	691,4	688,6	698,3	1650,0	761,5	751,9
	Min.	125,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0
	Maks.	2500,0	1700,0	2500,0	2099,0	2500,0	5000,0	2574,0	2700,0

Ülkemizin değişik bölgelerinde su kaynaklarında bakteriyolojik su kalitesi çalışmalarında benzer araştırmalar yapılmıştır (Koloren vd., 2011; Ünlü vd., 1999; Alkan vd., 1999; Gurun vd., 2013, Toroğlu vd., 2006). Gaga gölünün (Ordu) mikrobiyolojik su kalitesinin araştırıldığı çalışmada göl suyunun mikrobiyolojik açıdan su kalite sınıfı II. Sınıf yani az kirlenmiş olduğu ifade edilmiştir (Koloren vd., 2011). Diğer taraftan Ünlü ve Uslu (1999) ise Hazar gölünün bakteriyolojik özelliklerini araştırdıkları çalışmada göl suyunun I ve II. Sınıf su kalitesi özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Uluabat gölünün su kalitesiyle ilgili bir çalışmada ise gölün bazı noktalarında mikrobiyolojik su kalitesinin II. ve III. Sınıf olduğu, fekal kirlenmenin yüksek olduğu bazı noktalarda ise IV. sınıf olduğu belirtilmektedir (Alkan vd., 1999). Gurun ve Erdem (2013)'ün Ayamama deresinin Marmara Denizine deşarj noktasında bakteriyolojik kirliliği araştırdıkları çalışmada ise Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi için çok ciddi bir bakteriyolojik risk taşıdığı belirtilmektedir. Aksu çayının (Kahramanmaraş) kirlilik

seviyesinin incelendiği diğer bir çalışmada ise araştırmann yapıldığı tüm istasyonlarda dört mevsim boyunca III. Sınıf yani kirli sayılabilecek bir su kalitesinin mevcut olduğu tespit edilmiştir (Toroğlu vd., 2006).

Bu çalışmada ise genel olarak total ve fekal koliform açısından II. Sınıf yani az kirli, fekal streptokok açıdan bakıldığında Salarha havzası sularının yüzme suyu kalitesine uygun olmayan bir karakterde olduğu ve *E. coli* sayısı bakımında rekreatif amaçlarla kullanılmayacak bir su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle araştırma sahasında belirlenmiş istasyonlardan Güneysu ilçesi çıkışı ve akarsu ağzına yakın istasyonlarda bakteriyolojik kirlilik seviyeleri ön plana çıkmaktadır. Bu sonuçları ortaya çıkaran faktörlerden bazılarının havzanın yerleşik nüfus açısından yoğun olması ve endüstriyel tesislerin özellikle bu havzada yerleşmiş olması olarak ifade edilebilir. Özellikle özel ve devlet kökenli çay fabrikalarının bu yörede bulunması, dört mevsim kırsal yerleşim alanı ihtiva etmesi ve tarımsal faaliyetlerin yoğunluğu bu faktörlere eklenebilir.

Deterjan kirliliği: Salarha havzası sularında Yüze aktif madde (Anyonik Deterjan) değeri ortalama 0,53 mg/L ve 0,08-1,53 aralığında bir yıllık periyot içerisinde değişmiştir. Salarha havzası akarsularının yüze aktif madde parametresi incelemelerinde elde edilen bulgular sucül yaşamın korunması için genel su kalite kriterleri ve yüzeysel suların kirlilik derecelerinin belirlenme kıstaslarına göre değerlendirildiğinde genel olarak az kirli olduğu ancak bazı dönemlerde 1.,2.,4.,5.,6.,7. ve 8. istasyonlarda normal değerlerin üstüne çıktığı görülmektedir. Özellikle Aralık ayında 1.,4., 5. ve 6. İstasyonlarda, Ocak ayında 1.,2., 6. ve 7. İstasyonlarda deterjan açısından kirli sayılabilecek durumlara ulaşılmaktadır. Sadece 6.istasyon olan Güneysu ilçesi çıkış sularını temsil eden Pazarköy istasyonunda çok kirli koşullar Aralık ayında görülmektedir.

Salarha havzası sularının ortalama Yüze aktif madde konsantrasyonu 0,08-1,53 mg/L arasında değişirken Türkiye'nin farklı bölgelerinde deterjan kirliliği çalışmalarında, Karaçay (Manisa)'da 0,071-1,122 mg/L (Minareci, 2009), Ankara Çay'ında 0,88-3,00 mg/L (Vural ve Duygu, 1992) ve Gediz nehrinde 0,217-0,577 mg/L (Minareci, 2009) arasında değişen sonuçlar bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde Türkiye'de farklı bölgelerde gerçekleştirilen çalışmalarla karşılaştırılabilir ölçekte olduğu ve Salarha havzası sularının yüze aktif madde kirliliğinin (anyonik deterjan) Ankara Çayından daha temiz iken Gediz ve Karaçay'dan daha kirli olduğu görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma RTEÜ Bilimsel Araştırma Projeleri biriminde "Salarha Havzası Akarsularında Eysel Atık Sulardan 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

- Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S. & Dede, S. (1999).** Van yöresinin kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kalitesi. *Van Tıp Dergisi*, 6(2), 30-33.
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S. & Alişarlı, M. (2009).** Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji Dergisi*, 19(73), 29-38.
- Alkan, U., Çalışkan, S. & Mescioğlu, Ü. (1999).** Uluabat Gölü'nün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi. *Çevre Dergisi*, 9(33), 3-5.
- Akkan, T. (2017).** An assessment of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) pollution in Harsit Stream, Giresun,

Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(5), 3217-3221.

- Akkan, T., Mehel, S. & Mutlu, C. (2019).** Determining the level of bacteriological pollution level in Yağlıdere Stream, Giresun. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 5(2), 83-88. Doi: 10.17216/limnofish.450722.
- Anonim. (2004).** T.C. Resmi Gazete, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 25687, 31.12.2004, 6s.
- Anonim. (2012).** T.C. Resmi Gazete, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. 28483, 31.1.2012, 6s.
- Anonim. (2006).** T.C. Resmi Gazete, Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği, 26048, 09.01.2006, 7s.
- APHA. (1998).** *Standard methods for the examination of water and wastewater*, American Public Health Association, Washington, DC, USA, 132p.
- Avcı, S., Bakıcı, M. & Erandaç, M. (2006).** Tokat ilindeki içme sularının bakteriler yönünden araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 28(4), 107-112.
- Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükbara, R. & Savaşer, S. (2010).** Karanfilliçay Deresi suyunun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerinin mevsimsel değişimi ve akuakültür açısından değerlendirilmesi. *Fen Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 1-7.
- Demirci, A., Gümüş, T. & Demirci, M. (2007).** Damacana sularının mikrobiyolojik kalitesi üzerine pompa temizliğinin etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3), 271-275.
- Gurun, S. & Erdem, A. (2013).** Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne deşarj alanındaki bakteriyolojik kirlilik düzeyinin incelenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 22(86), 48-57.
- Gültekin, F., Ersoy, A., Hatipoğlu, E. & Celep, S. (2012)** Trabzon ili akarsularının yağışlı dönem su kalitesi parametrelerinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 21(82), 77-88.
- Kenar, B. & Altındış, M. (2001).** Afyon il merkezi içme ve kullanma sularında hijyenik kalite araştırması. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 2, 269-274.
- Keven, F. (2002).** Elazığ içme sularının yedi yıllık periyottaki kimyasal ve mikrobiyolojik değişimi. *Gıda Dergisi*, 27(5), 407-410.
- Kıvanç, M., Kunduhoğlu, M., Atik S. & Malkoçoğlu B., (1996).** Eskişehir içme ve kullanma sularının bakteriyolojik kirliliği. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 19, 19-21.
- Koloren, Z., Taş, B. & Kaya, D. (2011).** Ulugöl (Ordu, Türkiye)'de fekal kirlilik indikatör bakterilerin tespiti. *Ordu Üniversitesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 151-156.
- Köksal, F., Oğuzkurt, N. & Samastı, M. (2007).** İstanbul içme sularının bakteriyolojik yönden incelenmesi.

- Türk Mikrobiyolojisi Cemiyeti Dergisi*, 37(3), 164-168.
- Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö. & Minareci, E. (2008).** Manisa organize sanayi arıtım tesisinin, Gediz nehrinde deterjan kirliliğine olan etkilerinin belirlenmesi, *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1), 65-72.
- Özdemir, N. (1994).** İskenderun Körfezi ile çevresindeki kirlilik. *Çevre Dergisi*, 12, 25-27.
- Özkanca, R. (2014).** *Akuatik Mikrobiyoloji*. Sürat Üniversite Yayınları, 248s.
- Polat, N. & Akkan, T. (2016).** Assessment of heavy metal and detergent pollution in Giresun coastal zone, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(8), 2884-2890.
- Sivri, N. & Şeker, D. (2009).** İstanbul Güneybatı sularında enterik bakterilerin CBS desteği ile incelenmesi. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(4), 505-511.
- Süzek, H. (1994).** Van Gölü'nde yaşayan inci kefali (*Chalcal burnus tarichi*) balığı ve su piresi (*Daphnia* sp.) için deterjan kirliliğinin etkisi. *Ekoloji Dergisi*, 10, 26-27.
- Şarlı, M., Ağaoğlu, S. & Alemdar, S. (2007).** Van Bölgesi içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 18(1), 67-77.
- Taşpınar, B., Verep, B., Terzi, E. & Çetindemir, D. (2015).** Rize ili kıyı şeridinde bakteriyolojik kirliliğin araştırılması. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 17-27.
- Tayar, M. (2018).** *Hijyen ve Sanitasyon*. Bursa Uludağ Üniversitesi Karacabey Meslek Yüksekokulu, 185s.
- Toroğlu, E., Toroğlu, S. & Alaeddinoğlu, F. (2006).** Aksu Çayında Akarsu Kirliliği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 93-103.
- Uğur, A., Yılmaz, F. & Besler, A. (2000).** Muğla Üniversitesinde evsel atık su arıtma tesisinde bakteriyolojik ve fiziko-kimyasal bir araştırma. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10(37), 9-11.
- Üçok, M. & Gürkanlı, Ç. (2012).** Ordu sahil bölgesinde Koliform ve *E. coli* tayini. *Yaşam Dergisi*, 3(2), 11-12.
- Ünlü, A., Çoban, F. & Tunç, M. (2008).** Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 119-127.
- Ünlü, A. & Uslu G. (1999).** Hazar gölü'nde su kalitesinin değerlendirilmesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 8(32), 7-13.
- Vural, N. & Duydu, Y. (1992).** Ankara Çayının anyonik ve noniyonik yüzey aktif madde kirliliğinin araştırılması, *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 21(1-2), 11.

***Corresponding author's:**

Bülent VEREP

RTEÜ, Su Ürünleri Fak., Zihni Derin Yerleşkesi, Rize, Türkiye.

✉E-mail : bulent.verep@erdogan.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>

GSM : +90 (533) 453 68 42

Telefon : +90 (464) 2233385 / 1438

Faks : +90 (464)223 41 18