

Araştırma Makalesi
Research Article

Rize İli Kıyı Şeridinde Bakteriyolojik Kirliliğin Araştırılması

Büşra TAŞPINAR, Bülent VEREP*, Ertuğrul TERZİ, Didem ÇETİNDİR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 53100, Rize-Türkiye.

* Sorumlu yazar tel: :+90 464 223 33 85-1438
e-posta: bulent.verep@erdogan.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.06.2014
Kabul Tarihi:23.01.2015

Abstract

A Research on the Bacteriological Pollution on the Coastal Water of Rize City

In this study, It has been investigated the water samples from four different stations to determine of bacteriological pollution level in the coastal water of Rize. There were four stations in the research area, one from out of town as İyidere-Sarayköy fisheries port and beach, the others were selected in the city centre coast as Fener beach, Central fisheries port, Islampaşa marina. Determining method of bacteriological water pollution is Multiple Tube-gas Fermentation (MPN) and physico-chemical water quality parameters were measured with a multi parameter gasprobe by electrometric and potentiometric methods, seasonally. The results of faecal and total coli form bacteria levels were evaluated with Turkish Regulations related to swimming water quality standards. In study, there was no important difference between station in terms of physico-chemical water quality parameters but in the station of Central fisheries port, it has been measured as low level dissolved oxygen in autumn and winter season. It has been found appropriate situations in terms of other physico-chemical parameters. In Fener and Islampaşa stations, it has been determined the bacteriological pollution in terms of total coli form bacteria level when the results were evaluated in the season of autumn. In the winter season, no stations were exceed the maximum level of faecal coli form but the results were showed that the maximum level of total coli form bacteria were exceed in the Fener Mh. beach. In the spring season, no stations were exceeding the maximum level of faecal coli form but the results showed that the maximum level of total coli form bacteria exceed in the Islampaşa marina. There were no stations with faecal and total coli form pollution in the season of summer. In the result of the bacteriological water pollution research in the costal water of Rize city, İyidere-Sarayköy fisheries port and people beach coastal waters were very clean during the year in terms of human health and Turkish Regulations related to swimming water quality standards. On the other hand, no faecal pollution in the stations of city centre of Rize, but total coli form bacteria level was rarely exceeded the limits. In Rize, the domestic and waste water of city centre of sewage discharges with deep discharge system. According to these results, it may be expressed that the coastal water of Rize city centre is not suitable for swimming in terms of human health and Turkish Regulations related to swimming water quality standards but the beaches of outside of town is acceptable for swimming and other recreational efforts.

Keywords: Water pollution, bacteriological pollution, swimming water quality, coli form bacteria.

Özet

Bu çalışmada Rize ili kıyı sularının bakteriyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi amacıyla dört farklı istasyondan mevsimsel olarak alınan su örnekleri incelenmiştir. Rize ili şehir merkezi kıyı şeridini temsilen Fener Mahallesi Sahili, Merkez Balıkçı Barınağı ve İslampaşa Yat Limanı ve şehir merkezi dışında ise İyidere ilçesi Sarayköy Balıkçı Barınağı ve Aile Plajı örnekleme istasyonları olarak tespit edilmiştir. İncelenen su örneklerinde bakteriyolojik kirlilik araştırması Çoklu Tüp Fermantasyon (MTF) ve En Muhtemel Sayı (EMS) metoduna göre gerçekleştirilmiş olup fizikokimyasal su

kalite parametreleri ise elektrometrik olarak multi parametre su kalite ölçer ile ölçülmüştür. Bakteriyolojik su kirliliği araştırmasında incelenen su örneklerinde fekal ve toplam koliform bakteri sayıları En Muhtemel Sayı Metoduna göre tespit edilerek Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği standartlarına göre değerlendirilmiştir. Çalışmada istasyonlarda gerçekleştirilen fiziksel su kalitesi ölçümlerinde istasyonlar arasında önemli bir farklılık görülmez iken sadece Merkez Balıkçı Barınağında sonbahar ve kış mevsiminde çözünmüş oksijen seviyesinde düşük seviyeler ölçülmüştür. Diğer parametreler açısından deniz suyu kalitesi standartlarına göre uygun koşullar kaydedilmiştir. Çoklu Tüp Fermantasyon Metoduna göre gerçekleştirilen bakteriyolojik kirlilik araştırması sonuçları değerlendirildiğinde sonbahar mevsiminde Fener Mahallesi Sahili ve İslampaşa Yat Limanı istasyonlarında kirlilik tespit edilmiş olup sadece toplam koliform açısından sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür. Kış mevsiminde ise hiç bir istasyonda fekal koliform seviyesi aşılmamış iken sadece Fener Mahallesi Sahilinde toplam koliform sınırı aşılmıştır. İlkbahar mevsiminde ise yine hiçbir istasyonda fekal koliform sınırı aşılmaz iken sadece İslampaşa Yat Limanında toplam koliform bakteri sınır değeri aşılmıştır. Yaz mevsiminde ise hiç bir istasyonda hem fekal hem de toplam koliform sınır değerlerinin aşılmadığı tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak Rize ili kıyı şeridinde gerçekleştirilen bakteriyolojik kirlilik çalışması sonucunda şehir merkezi dışında İyidere Sarayköy Balıkçı Barınağı Aile Plajı istasyonunun yıl boyunca bakteriyolojik kirlilik açısından temiz olduğu ve her mevsim yüzme suyu ve insan sağlığı açısından uygun olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, şehir merkezi kıyı şeridinde ise hiç bir dönem fekal kirlilik görülmez iken toplam koliform açısından Fener Mahallesi Sahili, İslampaşa Yat Limanı ve Merkez Balıkçı Barınağında zaman zaman sınır değerlerin aşıldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre derin deşarj sisteminin çalıştığı Rize şehir merkezi kıyı şeridi sularının bakteriyolojik su kalitesi yüzme suyu kalitesi ve insan sağlığı açısından uygun olmadığı, şehir merkezi dışındaki halk plajlarının ise uygun olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Su kirliliği, bakteriyolojik kirlilik, yüzme suyu kalitesi, koliform bakteri.

Giriş

Sucul ortamlar her zaman canlıların yoğun olduğu yerlerdir, tarihi medeniyetlerin bile su kaynakları etrafında geliştiği görülmektedir. Nil nehri çevresindeki Mısır uygarlığı ve Mezopotamya da ise Anadolu uygarlıkları en güzel örneklerdir. Günümüzde su kaynaklarından gıda, kullanma, tarımsal, endüstriyel, ulaşım, rekreasyonel veya turizm, akuakültür, enerji vb. çok çeşitli amaçlarla yararlanılmaktadır. Su kaynaklarının önemli bir kullanım alanı olan rekreasyonel veya turizm amaçlı kullanımları son yıllarda gittikçe daha ekonomik ve sosyolojik öneme sahip olmaktadır. Ancak sucul ortamların çevresinde giderek yoğunlaşan yerleşim alanları diğer bölgelere göre daha yoğun nüfus barındırması dolayısıyla daha fazla sıvı ve katı atıklarca kirlenmektedir (Verep vd., 2005).

Doğu Karadeniz bölgesi kıyı şeridi incelendiğinde rekreasyonel amaçlı halkın kullanımına sunulabilecek sahil ve plajların karayolunun bu alandan deniz doldurularak geçirilmesi sebebiyle çok kısıtlı sayıda olduğu

görülmektedir. Sadece tünel geçişleriyle korunmuş kıyısız alana sahip olan Rize ilinde 4-5 doğal sahil ve plaj kalmıştır. Günümüzde bu eksikliği gidermek için artık balıkçı barınakları ve mahmuzlar çevresinde yapay plajlarla bu tür faaliyetlere imkan vermek için çalışılmaktadır.

Diğer taraftan sahil ve plajların insani amaçlı rekreasyonel faaliyetler (yüzme ve dalma) için kullanımında diğer bir önemli faktör bakteriyolojik su kalitesidir. Şehirleşme, nüfus artışı ve endüstrileşme hemen hemen tüm toplumların amaçladığı süreçler iken bunların sağlıklı yürümemesi kıyı şeridi sularının fizikokimyasal ve bakteriyolojik kirlenmesini beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla sucul yaşam ve insan sağlığı için bu tür alanların kullanımında özellikle bahar ve yaz aylarında bakteriyolojik su kalitesi kontrolü önem kazanmaktadır.

Su kalitesi tayini için bakteriyel parametrelerin kullanımı, içilebilir su temini ve dağıtım safhalarında içme suyu şebekelerinin ve halk

plajlarının kontrolünde söz konusudur. Bakteriyojik su kalitesinin belirlenmesinde, herhangi bir patojen bakterinin doğrudan araştırılması yerine, fekal ve toplam kirliliğin indikatör organizmaların tespitiyle yaygın rutin uygulama olarak kabul edilmiştir.

Koliform grup bakteriler, Enterobacteriaceae familyası içinde yer alan, fakültatif anaerob, gram negatif, spor oluşturmeyen, 35 C'de 48 saat içinde laktozdan gaz ve asit oluşturan, çubuk şeklinde bakterilerdir. Bu grupta yer alan ve gıda mikrobiyolojisi açısından önemli olan mikroorganizmalar; *Cilrobacter freundii*, *Enterobacteraerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae*' dir (Halkman, 1999; Özkanca, 2014).

Koliform grup içinde fekal koliform olarak tanımlanan bakterilerin büyük çoğunluğunun, *E.coli* olduğu bilinmektedir. Grubun diğer üyeleri toprak ve bitki kökenli olabilmektedirler. Herhangi bir örnekte *E.coli* 'ye veya fekal koliform bakterilere rastlanması oraya doğrudan ya da dolaylı olarak dışkı bulaştığının ve yine bağırsak kökenli *Salmonella* ve *Shigella* gibi primer patojenlerinde olabileceğinin bir göstergesidir. Bu nedenle hiçbir gıda maddesinde, içme ve kullanma sularında, denizlerde ve göllerde *E.coli* ve fekal koliform bulunmasına izin verilmezken, bazı gıdalarda belirli sayıda koliform bakteri bulunmasına izin verilebilmektedir (Halkman, 1999; Özkanca, 2014).

Su kalitesini tayin için bakteriyel parametrelerin kullanımı, içilebilir su temini ve dağıtım safhalarında saptanır. Herhangi bir patojen bakterinin doğrudan araştırılması yerine, fekal kirliliğin indikatör organizmalarının tanımı yaygın rutin uygulama olarak kabul edilmiştir. Geleneksel olarak mikroorganizmalar Koliform grubuna bağlıdır ve bu grubun spesifik üyesi olan *Escherichia coli* bu amaca uygun bulunmuştur. Bakteriyojik su

kalitesi belli başlı iki amaç için ölçülür. Bunlar; toplam kirletici nüfusun tahmini ve indikatör organizmaların tayinidir. Çoğunlukla kullanılan indikatör organizmalar, Koliform grup ve *Fekal streptococci*'dir (Bilgehan, 1995; Özkanca, 2014).

Bakteriyolojik su kalitesi veya su kirliliği araştırmalarında sonuçların değerlendirilmesinde içme suları, yüzey suları ve kıyılarda rekreasyon amaçlı çalışmalar ön plana çıkmaktadır. İnsan sağlığı açısından en hassas standartlar içme sularının su kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılır. Bu açıdan insani tüketim amaçlı olarak kullanılan su kaynaklarının ve içme sularında hiç bir mikrobiyolojik faktörün olmaması bildirilmektedir (Anonim, 2005). Diğer yandan yüzey sularının su kalitesinin değerlendirilmesinde Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliğinde Kıta içi Yüzeysel Suların Sınıflandırılmasıyla ilgili bakteriyolojik standartlar ve Rekreasyon Maksadıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlanması Gereken Standart Değerler kullanılmaktadır (Anonim, 2012).

Ayrıca Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliğinde de özellikle denizel alanlarda kıyı ve plajlarda Yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan suların sağlanması gereken kalite kriterleri su kalite sonuçlarının bakteriyolojik olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Anonim, 2006).

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. Dolayısıyla hemen hemen tüm ölçeklerde yerleşim alanlarında bu tür kirlilik türlerinin atık suların boşaltıldığı su kaynaklarında olması muhtemeldir. Türkiye'nin tatlı su ve deniz kaynaklarında bakteriyolojik su kirliliği konusunda birçok çalışma 1980'li yıllardan günümüze kadar yürütülmüştür. Bakteriyojik su kirliliği literatürü incelendi-

diğinde Türkiye'nin nüfusu yoğun illerinin yanında diğer bölgelerde de bu tür konularda araştırmalar gerçekleştirilmiştir.

Eskişehir içme ve kullanma sularında bakteriyolojik kirlilik konusundaki bir çalışmada; İçme sularında gerek toplam bakteri gerekse koliform bakteri bakımından ilkbahar, kullanma sularında ise yaz aylarında artış görülmüştür. İçme suyu örneklerinin biri, kullanma suyu örneklerinin 10'u toplam 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 streptococcus saptanmıştır (Kıvanç vd., 1996). Van yöresi kaynak sularında gerçekleştirilen 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 olduğu saptanmış olup incelenen kaynak sularının %33,3'ün de koliform organizma tespit edildiği rapor edilmektedir (Ağaoğlu vd., 1999). Üçok ve Gürkanlı (2012) tarafından Ordu ili sahil sularında koliform tayini yapılmış ve toplam yedi istasyonun dördünde *E. coli* kolonisi tespit edilememiştir. Buna karşın diğer üç bölgede düşük miktarda koloniler tespit edilmiştir.

Ünlü ve Uslu (1999) tarafından gerçekleştirilen bir 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. 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 olduğu gözlemlenmiştir (Alkan vd., 1999). Uğur vd. (2000) tarafından evsel atık su arıtma tesisinde gerçekleştirilen bir bakteriyolojik kirlilik araştırmasında atık su

arıtma tesisi girişindeki bakteriyolojik yükün tesis çıkışında önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir.

Kenar ve Altındiş (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 olup bunlardan birinde *E. coli*, birinde *Pseudomonas aeruginosa*, bir diğerinde ise *Aeromonas hydrophyla* izole edilmiştir. Elazığ sularının yedi yıllık bir periyottaki mikrobiyolojik kirliliğinin değişimi çalışmalarında, 1988-1995 yılları arasında koliform organizmaların sayısında göreceli bir artış olduğunu tespit edilmiştir (Keven, 2002). Diğer taraftan Tokat ilindeki içme sularının bakteriyolojik kirliliğiyle ilgili bir araştırma sonucunda; tüm su örneklerine oranlandığında patojen etken olarak 119'unda (34.7%) ısıya toleranslı *E. coli* (fekal koliform), 223'ünde (65.3%) toplam 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., 2006). İstanbul ili içme sularının bakteriyolojik yönden incelenmesi çalışmalarında; ham suların tamamında (% 100) koliform bakteri ve %46'sında dışkı kaynaklı *E. coli* tespit edilmiştir. Bu sularda 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).

Damacana sularının mikrobiyolojik kalitesi üzerine pompa temizliğinin etkisini araştırma amaçlı bir 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 bakteriyeye başlangıçta hiç bir örnekte rastlanmazken, pompa takılması ile örneklerin % 60'ında 15-46 EMS/100ml arasında koliform bakteri tespit edilmiştir (Demirci vd., 2007). Ayrıca, Van bölgesi içme 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 kalitesinin 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 (Alişarlı vd., 2007).

İstanbul'un güneybatı sahili yüzey suları enterik bakterileri üzerine Sivri ve Seker (2009)'in çalışmalarında; çalışma alanının bakteriyolojik kirlenmeyle karşı karşıya olduğu ve mevcut bakteriyel kirlilik seviyesinin akuakültür, balıkçılık ve rekreasyonel aktiviteler için tavsiye edilen değerlerin çok üzerinde olduğu bildirilmektedir. Bitlis ili içme sularının bakteriyolojik kirliliğinin araştırılması ve mikrobiyolojik analizleri sonucunda %30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaerob'lar ve %8'inin ise *E.coli* yönünden standartlarda bildirilen kriterlere uygunluk göstermeyen bir durumda olduğu bildirilmiştir (Alemdar vd., 2009). Karanfilçay deresinin mikrobiyolojik kirliliği Bulut vd., (2010) tarafından araştırılmış 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 *Escherichia coli* 0-0, 0-24 olarak bulunmuştur. Kolören vd., (2011) Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi çalışmalarında; Yüzey suyunda 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.

Son dönemlerde yapılan bir mikrobiyolojik araştırmada, Aymama deresinin Marmara denizine deşarj alanında bakteriyolojik kirlilik araştırılmış ve çalışma sonucunda istasyonların bakteriyolojik kirlilik açısından benzerliğini saptamak üzere kümeleme analizi yapılmış, kümeleme analizi sonucu elde edilen dendogramlardan 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, toplam koliform, fekal streptokok ve *Salmonella spp.* sayıları açısından birinci derecede, deşarj noktasından 1 kilometre açıkta bulunan istasyonun ise genellikle ikinci derecede benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Gürün ve Kımrın-Erdem, 2013).

Ancak literatürde Doğu Karadeniz bölgesi su kaynaklarını konu alan mikrobiyolojik su kalitesi ve kirliliği konusunda az sayıda çalışmanın yürütüldüğü görülmektedir. Erüz vd., (1998) Trabzon kıyılarında su kirliliğinin balıkçılık üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarda çalışma alanı kıyılarında bakteriyolojik su kalitesi üzerinde durmuşlardır. Tabak (2002) Rize ili kıyı şeridinde yapmış olduğu çalışmada sahil sularında fekal kirlenmenin yüksek olduğunu bildirmiştir. Sevim (2005) Trabzon'daki derelerden almış

olduğu su örneklerinde fekal koliform miktarını belirlemiş olup toplam 120 dere suyu örneğinin 119 tanesinde toplam koliform miktarını 1100 EMS/100 ml'den fazla ve sadece bir örnekte 240 EMS/100 ml olarak belirlemiştir. Kolören vd., (2011)'nin Ordu İli Gaga gölü ve Ulugöl'de gerçekleştirdikleri çalışmalarda mikrobiyolojik kirlilik seviyeleri üzerinde durdukları, Üçok ve Gürkanlı (2012)'nin Ordu sahillerinde Koliform bakteri ve *E.coli* üzerine çalışmalar yürüttükleri, Terzi (2013)'nin Rize ve Trabzon illerinde tatlısular üzerinde kurulu alabalık çiftliklerinin giriş ve çıkışlarında yürüttüğü çalışmada incelediği sediment ve su örneklerinde toplam ve fekal koliform miktarlarını en yüksek sırasıyla 1380 EMS/100ml ve 1100 EMS/100ml olarak hesapladığı ve Akkurt ve Özdemir (2007)'in ise, Rize kıyılarında "Deniz sularındaki toplam ve fekal koliform bakteri sayıları" isimli çalışmalar gerçekleştirdikleri görülmektedir.

Son çalışmada kıyı şeridinde seçilmiş 6 farklı istasyonda fekal ve toplam koliform

bakteri kirliliği üzerine yapılan çalışmada; genel olarak fekal kirliliğin yaz aylarında sıcaklığın artmasıyla arttığı ve toplam kirliliğin ise hem yaz hem de bahar aylarında tavsiye edilen sınırları aştığı ifade edilmiştir (Akkurt ve Özdemir, 2007). Bu çalışmada ise Rize ili kıyı şeridinde şehir merkezi ve dışında belirlenen istasyonlarda, denizel kıyı sularında bakteriyolojik su kirliliği incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Rize kıyı şeridi sularının bakteriyolojik kirlilik seviyesinin mevsimsel olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada şehir merkezinde 3, şehir merkezi dışında ise yerleşimin az olduğu bir istasyon olarak İyidere (Rize ili) ilçesi, Sarayköy kıyılarında balıkçı barınağı ve plajında bir istasyon olmak üzere 4 farklı istasyon belirlenmiştir. İstasyonlar; İyidere ilçesinde Sarayköy Balıkçı Barınağı ve Aile Plajı (İst-1), Fener Mahallesi Sahili (İst-2), Merkez Balıkçı Barınağı (İst-3), İslampaşa Yat Limanı (İst-4) şeklinde sıralanabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar.

Numune Alma ve Örneklerin İşlenmesi çalışması Rize İli Sahilinde 4 farklı istasyonda 2011-2012 yılları arasında mevsimlik olarak yürütülmüştür. Deniz ortamında numune alınırken; numunenin alındığı tarih, saat, meteorolojik şartlar (yağış, hava sıcaklığı, rüzgar durumu), numune alma noktalarının koordinatları, noktanın derinliği, o noktadaki toplam su derinliği ve su sıcaklığı kaydedilmiştir. Araştırma süresince Rize sahilinden su örnekleri toplam ve fekal koliform analizleri için 100 ml'lik koyu renkli steril cam şişelere alınmıştır ve hemen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Kimyası Laboratuvarına taşınmıştır. Steril şişelere alınan su örneklerinde fekal ve toplam koliform bakteri sayıları Çoklu-tüp Fermantasyon ve En Muhtemel Sayı yöntemi kullanılarak sayılmıştır (A.P.H.A, 1998; Pepper ve Gerba, 2004).

Yerinde Ölçüm ve Numune Analizleri her istasyonda yerinde çoklu su kalite ölçer (Hach Lange) ile fizikokimyasal su kalite parametreleri (su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve doygunluğu, pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve TDS) ölçülmüştür. Numune alma kurallarına göre alınan su örnekleri laboratuara getirilerek bakteriyolojik analizler için hazırlanmıştır. Numunelerin bakteriyolojik analizlerinde Toplam ve Fekal koliform bakteri sayımları gerçekleştirilmiş olup bunların belirlenmesinde Çoklu Tüp Fermantasyon ve En Muhtemel Sayı (EMS) yöntemi kullanılmıştır (APHA,AWWA, WEF, 2012).

Toplam Koliform ve Fekal Koliform Sayılarının Tahmininde Toplam koliform için Lauryl Sülfat Triptoz (LST) laktoz broth ile hazırlanan üçlü tüp serilerine protokole uygun olarak gerçekleştirilen ekimler neticesinde tüplerdeki gaz oluşturanların sayısı kaydedilerek En Muhtemel Sayı (EMS) tablosunda 100 ml'deki sayıları belirlenmiştir ve devamında gaz oluşturan tüplerden Eozin-Metilen Blue

(EMB) agar besiyerlerine ekimler yapılarak koliform bakterilerin varlığı doğrulanmıştır. Fekal koliform bakteri tespiti için de EC Broth besiyerine de aynı şekilde ekimler yapılarak su örneklerindeki fekal koliform sayıları belirlenmiştir (APHA, 1998; Anonim, 2006, 2012).

Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Su Kalite Sınıfının Belirlenmesi çalışmasında bakteriyolojik su kalite sınıfının tespitinde Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması tablosu kullanılmıştır (Anonim, 2012). Diğer yandan çalışmada yerinde ölçülen fizikokimyasal parametreler ise Rekreasyon Maksadıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerler Tablosu kullanılarak değerlendirilmiştir. Bunların yanında yine Toplam ve Fekal koliform sayıları Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliğinde verilen Yüzme ve Rekreasyon Amacıyla Kullanılan Suların Sağlaması Gereken Kalite Kriterleri Tablosu kullanılarak Rize kıyı şeridinde bulunan plajların yüzme ve rekreasyona uygunluğunun belirlenmesinde kullanılmıştır (Anonim, 2006).

Bulgular

İstasyonlarda Ölçülen Fizikokimyasal Parametrelerde çalışma süresince her istasyonda su örnekleri alınırken yerinde suyun fizikokimyasal bazı özellikleri ölçülmüştür. Tablo 1.'de tüm istasyonlarla ilgili fizikokimyasal su kalite değerleri verilmektedir. Çalışmada istasyonlarda gerçekleştirilen fiziksel su kalitesi ölçümlerinde istasyonlar arasında önemli bir farklılık görülmez iken sadece Merkez Balıkçı Barınağında (İst-3) sonbahar ve kış mevsiminde çözünmüş oksijen seviyesinde düşük seviyeler ölçülmüştür (Tablo 1). Diğer parametreler açısından deniz suyu kalitesi standartlarına göre uygun koşullar görülmüştür.

Bakteriyolojik Bulgularda analiz sonuçları Yüzme suyu kalitesi açısından incelendiğinde Sonbahar mevsiminde fekal koliform bakteri sınır değerinin (200 EMS/100ml) hiçbir istasyonda aşılmadığı görülmüş ancak toplam koliform bakteri sınır değerinin 2. ve 4. istasyonlarda (Fener Mahallesi Sahili ve İslampaşa Yat Limanı) aşıldığı tespit edilmiştir (Tablo 2). Kış mevsiminde fekal koliform bakteri sınır değerinin hiçbir istasyonda aşılmadığı ancak toplam koliform bakteri sınır değerinin 2. istasyonda (Fener Mahallesi Sahili) aşıldığı tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminde fekal koliform bakteri sınır değerinin hiçbir istasyonda aşılmadığı görülmüş, toplam koliform bakteri sınır değerinin ise sadece 4. istasyonda (İslampaşa Yat Limanı) aşıldığı tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde hiçbir istasyonda toplam ve fekal koliform bakteri sınır değerlerinin aşılmadığı gözlenmiştir (Tablo 2).

Bunların yanında, çalışmada elde edilen sonuçlar Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaçi Su Kalite standartlarına göre değerlendirildiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Şehir merkezi dışında seçilmiş olan İyidere Balıkçı Barınağı ve Sarayköy Aile Plajı (İst-1) istasyonunun bakteriyolojik su analiz değerleri incelendiğinde, fekal koliform açısından tüm mevsimlerde Yüksek kaliteli su (I.sınıf), toplam koliform açısından ise sadece Kış mevsiminde Az kirli su kalitesinde (II.sınıf) diğer tüm mevsimlerde yine Yüksek kaliteli suya sahip olduğu görülmektedir (Tablo 2). Çalışmada 2.istasyon olan Fener Mahallesi Sahilindeki sonuçlar hem fekal hem de toplam koliform açısından Sonbahar ve Kış mevsimlerinde Az kirli (II.sınıf) su kalitesi içerirken diğer mevsimlerde Yüksek kaliteli su (I.sınıf) ihtiva etmekte olduğu Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 1. Fizikokimyasal su kalite özellikleri

Parametre	Mevsim	Ortalama	En yüksek	En düşük	SD
Su sıcaklığı (C)	Sonbahar	12,75	13,40	12,08	0,499
	Kış	9,830	10,10	9,70	0,164
	İlkbahar	18,90	19,60	18,10	0,541
	Yaz	25,50	25,70	25,40	0,122
Çözünmüş oksijen (mg/L)	Sonbahar	9,17	10,84	5,60	2,089
	Kış	10,27	11,29	8,10	1,287
	İlkbahar	9,05	10,24	7,47	0,998
Tuzluluk (‰)	Yaz	9,82	11,15	8,29	1,061
	Sonbahar	17,75	17,96	17,35	0,238
	Kış	17,61	17,87	17,15	0,281
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	İlkbahar	17,78	17,80	17,75	0,025
	Yaz	17,45	17,55	17,25	0,117
	Sonbahar	28,65	29,00	28,00	0,409
TDS (g/L)	Kış	28,59	28,80	28,04	0,317
	İlkbahar	29,48	39,40	24,40	5,834
	Yaz	28,48	29,10	28,10	0,390
TDS (g/L)	Sonbahar	17,13	17,35	16,72	0,249
	Kış	17,19	17,38	17,00	0,135
	İlkbahar	18,85	25,20	15,60	3,734
	Yaz	17,08	17,42	16,74	0,245

Tablo 2. Bakteriyolojik su kalite özellikleri

Mevsim	FEKAL	TOPLAM	KALİTE SINIFI	
	KOLİFORM (EMS/100ml)	KOLİFORM (EMS/100ml)	FEKAL KOLİFORM	TOPLAM KOLİFORM
Sonbahar	3,6	460	I	II
	21	1100	II	II
	11	42	II	I
	9,4	1100	I	II
Kış	<3	21	I	I
	43	1100	II	II
	93	210	II	II
	7,3	53	I	I
İlkbahar	<3	160	I	II
	7,2	44	I	I
	11	160	II	II
	<3	1100	I	II
Yaz	<3	460	I	II
	<3	43	I	I
	<3	36	I	I
	<3	290	I	II

Merkez Balıkçı Barınağında ise (İst-3) fekal koliform açısından sadece yaz mevsiminde Yüksek kalitesi su (I.sınıf) diğer tüm mevsimlerde Az kirli su (II. sınıf) kalitesi göz önüne çıkarken, bunun yanında toplam koliform açısından ise kış ve ilkbahar mevsimlerinde Az kirli su (II.sınıf), diğer tüm mevsimlerde ise Yüksek Kalitesi su (I.sınıf) olduğu görülmüştür (Tablo 2). İslampaşa Yat Limanında bakteriyolojik su kalitesinde fekal kirliliğin tüm mevsimlerde söz konusu olmadığı ancak toplam koliform açısından sadece Kış mevsiminde Yüksek kaliteli su standardı görülürken diğer tüm mevsimlerde Az kirli su standardı (2.sınıf) göze çarpmaktadır (Tablo 2).

Tartışma

Kanalizasyon suları, besin maddeleri ve mikroorganizmalar bakımından zengindir. Dolayısıyla deniz ortamına boşaltıldıkları zaman fekal kirlenmeye sebep olarak doğal ekosistemi bozarlar. Yoğun yerleşim bölgelerinde bu kirlilik fazladır ve insanların deniz-

lerden faydalanabilirliğini azaltır. Kanalizasyonlar ile denizlere ulaşan patojenler; insanlara yüzme, dalma ve benzeri sportif amaçlar için denizler kullanılırken direkt olarak bulaşabildiği gibi, kontamine olmuş deniz ürünlerinin tüketimi ile de bulaşabilir. Bunun yanında akarsularda fekal kirlenmeye neden olan bakteriler bir çok antibiyotiğe karşı dirençli olup, deniz suyu gibi elverişli bir ortamda kendisinde bulunan direnç genlerini diğer bakterilere aktarabilmektedir. Bu gibi nedenlerden dolayı, doğal bir kaynak olarak pek çok kullanımı olan denizlerin fiziko-kimyasal ve bakteriyolojik su kalitesinin saptanması ve kontrolü önemlidir.

Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2006) ve Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmelikleri (Anonim, 2012) dikkate alındığında; Rize kıyı şeridinde şehir merkezi dışındaki plajlarda deniz sularında yüzülmesi insan sağlığı açısından yıl boyunca herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Nitekim İyidere Balıkçı Barınağı ve Sarayköy Aile Plajı (İst-1)

suları şehir merkezi dışında seçilmiş bir istasyon olarak hem fekal hem de toplam koliform açısından yıl boyunca Yüksek kaliteli su kalitesine sahiptir. Şehir merkezinde seçilmiş istasyonlar incelendiğinde ise fekal koliform açısından yıl boyunca tüm mevsimlerde yüzme açısından tavsiye edilen sınırlar aşılmaz iken toplam koliform açısından zaman zaman bu sınırın aşıldığı görülmektedir. Diğer taraftan bakteriyolojik su kalitesi açısından mevsimsel olarak değişmekle beraber genel olarak şehir merkezi istasyonlarının Az kirli su standardında olması da göze çarpmaktadır. Özellikle yaz döneminde bu çalışmada hem fekal hem de toplam koliform sayılarının tavsiye edilen sınır değerlerinin altında olması şehir kanalizasyonunun derin deşarj sistemine bırakılmasının bir sonucu olduğu ileri sürülebilir. Ancak bu koşullarda bile şehir merkezinde uygun noktalarda denize girmenin henüz insan sağlığı için uygun olduğu söylenemez.

Tabak'ın (2002) Rize sahil sularında fekal kirlenme ile ilgili yapmış olduğu çalışmada sahil sularından alınan örneklerin % 56'sının 1100 EMS/100 ml değerini aştığı bildirilmiştir. Ayrıca Akkurt ve Özdemir (2007) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Rize şehir merkezi kıyı şeridinde seçilmiş istasyonlarda hem fekal hem de toplam koliform açısından yaz ayları başta olmak üzere yüzme açısından sınır değerlerin aşıldığı ve insan sağlığı açısından zaman zaman zararlı seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

Bu açıdan son dönemlerde kanalizasyon sularının derin deşarj sistemiyle derin sulara boşaltılması veya geçmiş dönemlerde olduğu gibi yüzey sularına bırakılmaması ve bu çalışma sonuçları da dikkate alındığında Rize kıyı sularının bakteriyolojik su kalitesinde belirli bir iyileşme olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S. ve Dede, S. 1999. Van ve Yöresinin Kaynak Sularının Mikrobiyolojik,

Fiziksel ve Kimyasal Kalitesi. Van Tıp Dergisi, 6(2):30-33.

Akkurt, S. ve Özdemir, M. 2007. Deniz Sularındaki Toplam ve Fekal Koliform Bakteri Sayıları, RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği, Bitirme Çalışması, 30s, Rize.

Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S. ve Alışarlı, M. 2009. Bitlis İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji Dergisi, 19(73):29-38.

Alışarlı, M., Ağaoğlu, S. ve Alemdar, S. 2007. Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk sağlığı Yönünden İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Veteriner Fakültesi Dergisi, 12(1):67-77.

Alkan, U., Çalışkan, S. ve Mescioğlu, Ü. 1999. Ulubat Gölünün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi, Ekoloji Çevre Dergisi, 9(33):3-5.

Anonim, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 17.02.2005/ 25730, T.C.Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2006. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (76/160/AB), Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 09.01.2006/ 26048, T.C.Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme Genel Müdürlüğü Ankara.

Anonim, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 09.01.2006/ 28488, T.C.Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

A.P.H.A. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, DC, USA, 1325 s.

APHA, AWWA, WEF. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group: 9221C. Estimation of Bacterial Density. 9221E Fecal Coliform Procedure In Standard Methods for the Examination of Water and Wa.

Avcı, S., Bakıcı, M. ve Erandaç, M. 2006. Tokat İlindeki İçme Sularının Bakteriler Yönünden Araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 28(4):107-112.

Bilgehan, H. 1995. Klinik Mikrobiyolojide Tanı. Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, Güncelleştirilmiş 2.baskı, 768s.

Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükkara, R. ve 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. ve Demirci, M. 2007. Damacana Sularının Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Pompa Temizliğinin Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(3):271-275.
- Erüz, C., Sivri, N., Boran, M. ve Kurtoğlu, İ.Z., 1998. Trabzon Kıyılarında Su Kirliliğinin Balıkçılık Üzerine Etkileri. Doğu Anadolu Bölgesi III.Su Ürünleri Sempozyumu, 10-12 Haziran 1998, Erzurum, 437-444.
- Gürün, S. ve Kımrın-Erdem, A. 2013. Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne Deşarj Alanındaki Bakteriolojik Kirlilik Düzeyinin İncelenmesi. Ekoloji Dergisi, 22(86): 48-57.
- Halkman, A. 1999. Koliform grup bakterilerin aranması ve sayılması, koliform grup - fekal koliformlar - E. coli ilişkisi. Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu 97 11 12 01 nolu proje, Ankara Üniversitesi Gıda Müh. Böl. Gıda Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.1999.
- Kıvanç, M., Kunduhoğlu, B., Atik, S. ve Malkoçoğlu, B. 1996. Eskişehir'in İçme ve Kullanma Sularının Bakteriolojik Kirliliği. Ekoloji Çevre Dergisi, 19:19-21.
- Kenar, B. ve Altındış, M. 2001. Afyon İl Merkezi İçme ve Kullanma Sularında Hijyenik Kalite Araştırması. Kocatepe Tıp Dergisi, 2:269-274.
- Keven, F. 2002. Elazığ İçme Sularının Yedi Yıllık Periyottaki Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimi. Gıda, 27(5):407-410.
- Kolören, Z., Demirel E. ve Taş, B. 2011. Ulugöl (Ordu, Türkiye)'de Fekal Kirlilik İndikatörü Bakterilerin Tespiti. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 4(2):151-156.
- Köksal, F., Oğuzkurt, N. ve Samastı, M. 2007. İstanbul İçme Sularının Bakteriolojik Yönden İncelenmesi. Türk Mikrobiyolojisi Cemiyeti Dergisi, 37(3):164-168.
- Özkanca, R. 2014. Akuatik Mikrobiyoloji. Sürat Üniversitesi Yayınları, Gazimur, İzmir.
- Pepper, I. L. ve Gerba, C. P. 2004. Environmental Microbiology, A Laboratory Manual. Second Edition, Elsevier Academic Press, Burlington, USA, 209 s.
- Sevim, A. 2005. Trabzon'daki Derelerin Fekal Koliform Kirliliği ve Koliform Bakterilerin Antibiyotik Direnç Profillerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sivri, N. ve Şeker, D. 2009. İstanbul Güneybatı Sularında Enterik Bakterilerin CBS Desteği ile İncelenmesi. 10(4):505-511.
- Tabak, F. 2002. Rize Sahillerinde Fekal Kirlenmenin Boyutları ve Özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 58 s, Trabzon.
- Terzi, E. 2013. Alabalık İşletmelerinden İzole Edilen Bakterilerde Antibiyotik Direnç Genlerinin Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Doktora Tezi, Trabzon.
- Uğur, A., Yılmaz, F. ve Besler, A. 2000. Muğla Üniversitesinde Evsel Atık Su Arıtma Tesisinde Bakteriolojik ve Fiziko-Kimyasal Araştırma. Ekoloji Çevre Dergisi, 10(37):9-11.
- Üçok, M. C. ve Gürkanlı, Ç. T. 2012. Ordu Sahil Bölgesinde Koliform ve E.Coli Tayini. Mavi Yaşam Dergisi, 3(2):11-12.
- Ünlü, A. ve Uslu, G. 1999. Hazar Gölünde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, Ekoloji, 8(32): 7-13.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D. ve Şahin, C. 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. Ekoloji Dergisi, 14(57): 24-35.