

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SALARHA HAVZASI AKARSULARINDA EVSEL ATIK
SULARDAN DOLAYI OLUŞABİLECEK BAKTERİYOLOJİK VE
DETERJAN KÖKENLİ KİRLİLİĞİN ARAŞTIRILMASI**

BÜŞRA TAŞPINAR

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. BÜLENT VEREP

TEZ JÜRİLERİ
DOÇ. DR. CENGİZ MUTLU
DOÇ. DR. FİKRİ BALTA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

RİZE-2016

Her Hakkı Saklıdır

T.C.

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SALARHA HAVZASI AKARSULARINDA EVSEL ATIK SULARDAN DOLAYI
OLUŞABİLECEK BAKTERİYOLOJİK VE DETERJAN KÖKENLİ
KİRLİLİĞİN ARAŞTIRILMASI**

Prof.Dr.Bülent VEREP danışmanlığında, Büşra Taşpınar tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 08.01.16 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri Unvanı Adı Soyadı

İmzası

Başkan : Prof.Dr.Bülent VEREP

Üye : Doç.Dr.Cengiz MUTLU

Üye : Doç.Dr.Fikri BALTA

Prof. Dr. SELAMİ ŞAŞMAZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ



ÖNSÖZ

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programında gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasının danışmanlığını yürüten ve her aşamasında tecrübesinden ve bilgisinden istifade ettiğim değerli hocam Sn. Prof. Dr. Bülent VEREP'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında beni büyük bir sabırla gönülden destekleyen başta Babam Niyazi TAŞPINAR ve Annem Fatma TAŞPINAR olmak üzere ailem ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Hazırlanan bu Yüksek lisans R.T.E.Ü. BAP tarafından 2014,103.01.01 nolu proje ile desteklenmiştir.

Büşra TAŞPINAR

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Salarha Havzası Akarsularında Evsel Atık Sulardan Dolayı Oluşabilecek Bakteriyolojik ve Deterjan Kökenli Kirliliğin Araştırılması” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 28/12/2015

Büşra TAŞPINAR

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

SALARHA HAVZASI AKARSULARINDA EVSEL ATIK SULARDAN DOLAYI OLUŞABİLECEK BAKTERİYOLOJİK VE DETERJAN KÖKENLİ KİRLİLİĞİN ARAŞTIRILMASI

Büşra TAŞPINAR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Prof. Dr. Bülent VEREP

Salarha havzası akarsularında evsel atık sulardan 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. 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) olacak şekilde değişmişlerdir. 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 suları yüzme suyu kalitesine uygun olmadığı ve *E. coli* sayısı bakımından ise rekreatif amaçlarla kullanılamayacak bir su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

2016-75 sayfa

Anahtar Kelimeler: Salarha Havzası, Deterjan Kirliliği, Bakteriyolojik Kirlilik, Su Kalitesi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF BACTERIOLOGICAL AND DETERGENT POLLUTION DUE TO DOMESTIC WASTE IN THE RIVERS OF SALARHA BASIN

Büşra TAŞPINAR

Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School
of Natural and Applied Sciences Department of Fisheries
Master Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Bülent VEREP

In this study which has been aimed that the determination of bacteriological and detergent pollution due to domestic waste water in Salarha basin; water temperature 15,4 °C (6,9-23,4 °C), pH 7,78 (4,8-9,7), dissolve doxygen 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 suspendedsolidmatter 45,03 mg/L (0-389 mg/L) were measured. 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) were changed alongthe year. 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*.

2016-75 page

Keywords: Salarha basin, detergent pollution, bacteriologic pollution, water quality

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Türkiye'nin Su Kaynakları.....	2
1.2.1. Doğu Karadeniz Su Havzası.....	4
1.2.2. Rize İlinde Bulunan Akarsular.....	5
1.2.2.1. Salarha Akarsu Havzası Genel, Coğrafi ve Hidrolojik Özellikleri.....	5
1.1. Su Kalitesi ve Kirliliği.....	6
1.3.1. Su Kalitesi.....	6
1.3.2. Su Kirliliği.....	7
1.3.2.1. Mikrobiyolojik Su Kirliliği.....	9
1.3.2.2. Sularda Deterjan Kirliliği.....	10
1.3.2.3. Organik ve İnorganik Su Kirliliği.....	11
1.3.2.4. Su Kirliliği Kontrolünde Kullanılan Standartlar.....	12
1.4. Literatür Özet.....	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	19
2.1. Materyal.....	19
2.1.1. Araştırma Alanı.....	19
2.2. Metod.....	25
2.2.1. Fizikokimyasal Su Kalite Parametreleri Tespit Yöntemleri.....	25
2.2.1.1. Su Sıcaklığı.....	25
2.2.1.2. pH.....	26
2.2.1.3. Çözünmüş oksijen ve doymunluğ.....	26
2.2.1.4. Toplam Çözünmüş Katı Madde.....	26

2.2.1.5.	Bulanıklık.....	27
2.2.1.6.	Elektriksel İletkenlik.....	27
2.2.1.7.	Askıda Katı Madde.....	28
2.2.1.8.	Nitrit Azotu.....	28
2.2.1.9.	Nitrat Azotu.....	29
2.2.1.10.	Amonyum Azotu.....	29
2.2.1.11.	Orto-Fosfat.....	31
2.2.1.12.	Toplam Alkalinite.....	31
2.2.1.13.	Toplam Sertlik.....	32
2.2.1.14.	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı.....	33
2.2.2.	Anyonik Yüzey Aktif Madde Tayin Metodu.....	33
2.2.3.	Mikrobiyolojik Kirlilik Tayin Metodları.....	34
2.2.3.1.	Toplam Koliform.....	36
2.2.3.2.	Fekal Koliform.....	37
2.2.3.3.	Fekal Streptokok.....	38
2.2.3.4.	E.coli.....	39
3.	BULGULAR.....	40
3.2.1.	Fizikokimyasal Su Kalite Bulguları.....	40
3.2.1.1.	Su Sıcaklığı.....	40
3.2.1.2.	pH.....	40
3.2.1.3.	Çözünmüş oksijen ve doyunluğu.....	41
3.2.1.4.	Toplam Çözünmüş Katı Madde.....	43
3.2.1.5.	Bulanıklık.....	43
3.2.1.6.	Elektriksel İletkenlik.....	44
3.2.1.7.	Askıda Katı Madde.....	45
3.2.1.8.	Nitrit Azotu.....	46
3.2.1.9.	Nitrat Azotu.....	47
3.2.1.10.	Amonyum Azotu.....	48
3.2.1.11.	Orto-Fosfat.....	49
3.2.1.12.	Toplam Alkalinite.....	50
3.2.1.13.	Toplam Sertlik.....	51
3.2.1.14.	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı.....	52
3.2.2.	Yüzey Aktif Madde (Anyonik Deterjan).....	53

3.2.3.	Mikrobiyolojik Kirlilik Bulguları.....	54
3.2.3.1.	Total Koliform.....	58
3.2.3.2.	Fekal Koliform.....	58
3.2.3.3.	Fekal Streptokok.....	59
3.2.3.4.	Escherichia coli.....	59
4.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	60
4.1.	Organik ve İnorganik Kirlilik.....	60
4.2.	Deterjan Kirliliği.....	63
4.3.	Mikrobiyolojik Kirlilik.....	64
5.	ÖNERİLER.....	67
	KAYNAKLAR.....	71
	ÖZGEÇMİŞ.....	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Türkiye akarsu havzaları haritası.....	4
Şekil 2.	Çalışmada örneklerin alındığı istasyonlar	9
Şekil 3.	I Numaralı Örnekleme İstasyonu (Sahil Köprü).....	20
Şekil 4.	II Numaralı Örnekleme İstasyonu (Askoroz Köprü).....	20
Şekil 5.	III Numaralı Örnekleme İstasyonu (Çaykent.....	21
Şekil 6.	IV Numaralı Örnekleme İstasyonu (Muradiye).....	21
Şekil 7.	V Numaralı Örnekleme İstasyonu (Andon).....	22
Şekil 8.	VI Numaralı Örnekleme İstasyonu (Pazarköy, Güneysu köprü altı).....	22
Şekil 9.	VII Numaralı Örnekleme İstasyonu (Güneysu köprü üstü).....	23
Şekil 10.	VIII Numaralı Örnekleme İstasyonu (Kıble dağı etekleri).....	23
Şekil 11.	Nitrit azotu ölçümü.....	29
Şekil 12.	Nitrat Azotu.....	30
Şekil 13.	Amonyum Azotu.....	31
Şekil 14.	Orto-Fosfat.....	34
Şekil 15.	Anyonik Yüzey Aktif Madde.....	36
Şekil 16.	Mikrobiyolojik tayin.....	37
Şekil 17.	Total Koliform.....	37
Şekil 18.	Fekal koliform.....	38
Şekil 19.	Fekal streptokok.....	39
Şekil 20.	E. coli.....	40
Şekil 21.	Su sıcaklığının aylara göre değişimleri.....	40
Şekil 22.	pH değerinin aylara göre değişimi.....	41
Şekil 23.	Çözünmüş oksijen değerinin aylara göre değişimi.....	42
Şekil 24.	Çözünmüş oksijen doygunluğunun aylara göre değişimi.....	42
Şekil 25.	Toplam Çözünmüş Katı Madde değerinin aylara göre değişimi.....	43
Şekil 26.	Bulanıklık değerinin aylara göre değişimi.....	44
Şekil 27.	Elektriksel iletkenlik değerinin aylara göre değişimi.....	45
Şekil 28.	Askıda katı madde değerinin aylara göre değişimi.....	46
Şekil 29.	Nitrit değerinin aylara göre değişimi.....	47
Şekil 30.	Nitrat değerinin aylara göre değişimi.....	48

Şekil 31.	Amonyum değerinin aylara göre değişimi.....	49
Şekil 32.	Orto Fosfat değerinin aylara göre değişimi.....	50
Şekil 33.	Toplam Alkalinite değerinin aylara göre değişimi.....	51
Şekil 34.	Toplam Sertlik değerinin aylara göre değişimi.....	52
Şekil 35.	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı değerinin aylara göre değişimi.....	53
Şekil 36.	Anyonik deterjan değerlerinin aylara göre değişimi.....	54
Şekil 37.	Toplam koliform ortalama bakteri sayısının mevsimlik değişimi.....	58
Şekil 38.	Fekal koliform ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.....	58
Şekil 39.	Fekal streptokok ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.....	59
Şekil 40.	E. coli ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.....	59

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Türkiye su kaynakları potansiyeli.....	3
Tablo 2. Kıta İçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....	8
Tablo 3. Toplam Alkalinite Titrasyon Değerleri.....	30
Tablo 4.a. Su numunelerinin bakteriyolojik analizi(Ocak-Haziran).....	56
Tablo 4.b. Su numunelerinin bakteriyolojik analizi (Temmuz-Aralık).....	57

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

m^3/sn	: Metreküp/saniye
mS/cm	: miliSiemens/centimeter
mg/L	: Miligram/Litre
cm	: Santimetre
m	: Metre
$^{\circ}C$: Sanigrat derece
$\%$: Yüzde
Km^2	:Kilo metre kare
Km^3	: Kilo metre küp
NTU	: Nephelometric Turbidity Unit
WHO	: World Heald Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
HES	: Hidro Elektrik Santral
BOI_5	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı (5 günlük)
$Kob/100$: Mililitrede koloni oluşturan birim
NO_3	: Nitrat
NO_2	: Nitrit
NH_4	: Amonyum
NH_3	: Amonyak
CO_3	: Karbonat İyonu
HCO_3	: Bikarbonat İyonu
HCl	: Hidro Klorür
N	: Normalite

S	: Sarfiyat
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
HGMF	: Hirofobik Grid Membran
AKM	: Askıda Katı Madde
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetikasit
İst.	: İstasyon
o-PO ₄	: Orto-Fosfat
EBT	: Eirochrome Black T
LAS	: Lineer alkali benzen sülfonat

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Su ortamı bütün canlıların yaşaması için vazgeçilmez bir unsurdur ve insan hayatında çok geniş bir kullanım alanı vardır. 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 ulaşmaktadır. 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. 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 atıksularla etkilenmektedir. Son dönemlerde ortaya çıkan küresel ısınma çevresel problemi sebebiyle azalan yağışlar ve bölge akarsuları üzerinde kurulan hidroelektrik santraller nedeniyle akarsu yataklarındaki su seviyelerinde azalmalar dikkat çekmektedir.

Bölgenin yerleşime açık arazi yapısı nedeniyle sürekli artan nüfusu bunun yanında akarsu etrafında bulunan çay fabrikaları ve çeşitli sanayi dallarının bulunduğu da dikkate alınırsa Salarha havzası akarsularının su kalitesindeki değişimler kaçınılmazdır. Bu bağlamda Salarha havzası akarsuları üzerinde yerleştirilen 8 farklı örnekleme istasyonunda yapılacak su örnekleme üzerine bakteriyolojik ve deterjan kirliliği düzeyi araştırılması amaçlanmıştır. Havza akarsularının evsel kökenli kirlilik türlerinden bakteriyolojik ve deterjan kirliliği düzeyinin belirlenmesi su ürünleri, insan

sağlığı ve evre koşulları için risk düzeylerinin belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması konusunda önemli bir avantaj sağlayacaktır.

1.2. Türkiye'nin Su Kaynakları

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 gller 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).

Ülkemizde yaklaşık olarak yıllık yağış miktarı 643 mm olmakla birlikte bu oran 501 milyar m³/yıl suya karşılık gelmektedir. Bu suyun 274 milyar m³/yıl'ı bitkilerden oluşan buharlaşmalar, su yüzeyleri ve toprak yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³/yıl'ı yer altı suyunu beslemekte, 158 milyar m³/yıl'lık bölümü ise akarsular aracılığıyla denizlere ve gllere boşaltılmaktadır.

Yer altı suyunu besleyen 69 milyar m³/yıl'lık suyun 28 milyar m³/yıl'ı pınarlar aracılığıyla yerüstü suyunu tekrar geri dönmektedir.

Bunun yanında komşu ülkelerden gelen 7 milyar m³/yıl su ülkemiz su potansiyeline katılmaktadır. Bu sayede ülkemizde yerüstü suyu 193 milyar m³/yıl olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2014).

Görüldüğü gibi yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m³/yıl su ile birlikte ülkemizin toplam su potansiyeli brüt 234 milyar m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Fakat zamanın getirdiği ekonomik şartlar ve teknik gelişmeler içerisinde tketelebilecek yerüstü suyu potansiyeli ülke içerisinde bulunan akarsulardan 95 milyar m³/yıl, komşu ülkelerden ise yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere yılda 98 milyar m³/yıl'ı bulmaktadır. Bunun yanında yer altı suyu ile bu potansiyele baktığımızda ülkemizin

yerüstü ve yer altı su potansiyeli yıllık ortalama 112 milyar m³/yıl olmakla beraber sadece 44 milyar m³/yıl'ı kullanılmaktadır (Anonim,2014).

Türkiye'nin su potansiyelinin ¾'ü sulamada kullanılmaktadır. Kullanılan bu suyun miktarı kalitesi, ürün tipi, toprak yapısı, sulama tekniklerine göre değişmekle birlikte sulama teknolojilerinin kullanılmaması hem ekonomik açıdan hem de çevresel açıdan birçok soruna sebep olmaktadır.

Tablo 1.Türkiye su kaynakları potansiyeli (Anonim, 2014)

Su Kaynakları Potansiyeli	Miktar	Birim
Yıllık ortalama yağış	643	mm/yıl
Türkiye'nin yüzölçümü	783.577	km ²
Yıllık yağış miktarı	501	milyar m ³
Buharlaştırma	274	milyar m ³
Yer altına sızma	41	milyar m ³
Yıllık yüzey akışı	186	milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	98	milyar m ³
Yer Altı Suyu		
Yıllık çekilebilir su miktarı	14	milyar m ³
Toplam Kullanılabilir Su (net)	112	milyar m ³
Gelişme Durumu		
DSİ Sulamalarında Kullanılan	32	milyar m ³
İçmesuyunda Kullanılan	7	milyar m ³
Sanayide Kullanılan Su	5	milyar m ³
Toplam Kullanılan Su	44	milyar m ³

Ülkemizde su potansiyeline baktığımızda kullanım önceliği içme ve kullanma ihtiyacı hayvanlar ve doğal hayatın devamlılığı, tarımda kullanılan su, ticaret, turizm, enerji gibi birçok alanda kullanılmaktadır.Bu açılardan bakıldığında ülkemiz zaten su zengini bir ülke olmamakla beraber kişi başına düşen su miktarına göre de su sıkıntısı çeken bir ülke konumundadır (Aksungur vd.,2008).

1.2.1. Doğu Karadeniz Su Havzası

Ülkemizde 26 su havzası bulunmakla birlikte bu havzalardan önde gelenlerden biride yıllık su akışı açısından 2. sırada yer alan Doğu Karadeniz havzasıdır. Doğu Karadeniz havzasında, özellikle Fırtına, Çağlayan ve Arılı dereleri uluslar arası 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, yapılaşma ve teknolojiadaki değişimlerden dolayı bozulmaya başlamıştır.

İnsan kaynaklı faaliyetler akarsulardaki riskleri arttırmakta ve Doğu Karadeniz havzasını tehlikeye sokmaktadır. Doğu Karadeniz bölgesi topoğrafik yer şekilleri itibariyle yüksek ve engebeli olduğu için akarsu akışları oldukça hızlı ve enerji potansiyelleri yüksektir. Bu yüzden son yıllarda akarsulardan enerji üretmek amacıyla bölge akarsu havzalarında bir çok hidroelektrik santraller kurulmaktadır. Ancak kurulan bu santrallerin faaliyetlerine başlamasıyla birlikte sucul habitatların daralması birçok canlı türünün yok olmakla yüz yüze gelmesine sebep olmakta ve beraberinde bölgesel akarsu havzası çevresinde ekolojik sorunlar oluşmaktadır.



Şekil 1. Türkiye akarsu havzaları haritası (Anonim, 2012)

1.2.2. Rize İlinde Bulunan Akarsular

Doğu Karadeniz Kıyı sıradağlarının kuzey yamacında bulunan Rize toprakları dağlık ve engebeldir. Kıyı şeridi 80 km uzunluğunda olup akarsu vadilerinin dışında ortalama 20-150 m arasında değişim göstermektedir. Oldukça engebeli olan Rize 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 metreye kadar taban seviyesi 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 yerleşik alanlardır (Anonim,2013).

Rize engebeli ve yatay eğimli olduğundan dolayı akarsuları kısa boylu ve hızlı akışlıdır. Rizede 23 akarsu vardır ve bu akarsuların hemen hemen hepsinin 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).

1.2.2.1. Salarha Akarsu Havzası Genel, Coğrafi ve Hidrolojik Özellikleri

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 bir çok 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 12000-13000 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.

1.3. Su Kalitesi ve Kirliliği

1.3.1. Su kalitesi

Su kalitesi suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirli ölçüler değerinde gösteren ve sucul ortamların yönetilmesinde kullanılan bir kavramdır (Fevzioglu ve Urçuk, 2007).Su kalitesinin belirlenmesinde ve izlenmesinde “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” kullanılmaktadır. Bunun yanında su kaynaklarının incelenmesinde İçme Suyu Standartları ve Rekreasyon Amaçlı Kullanılan Sularla İlgili Yönetmelikler de bulunmaktadır. Bu yönetmeliklerde bir su kaynağının sahip olması gereken bütün parametrelerin alt ve üst sınırları, tavsiye edilen değerler ve kıta içi yüzeysel suların kalite sınıfları kriterlere bağlı olarak belirlenmiştir. Bu su kalite sınıflarına göre su kaynakları aşağıda olduğu gibi değerlendirilmektedir;

a) Sınıf I-Yüksek kaliteli su;

- 1) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini,
- 2) Rekreasyonel amaçlar(yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil)
- 3) Alabalık üretimi,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı
- 5) Diğer amaçlar.

b) Sınıf II-Az kirlenmiş su;

- 1) İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini,
- 2) Rekreasyonel amaçlar,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi

- 4) Teknik usuller tebliğinde verilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak,
- 5) Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar.

c) Sınıf III-Kirlenmiş su;

Gıda tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

d) Sınıf IV-Çok kirlenmiş su;

Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük olan ve kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılacak yüzeysel sulardır (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)

1.3.2. Su Kirliliği

İnsanlar tarafından oluşan türlü yerlerden kaynaklanan kullanılmış sular veya lağım suları, bulaşık ve çamaşır makinelerinden kaynaklanan evsel atık sular, çeşitli imalat ve endüstriyel işlemler sonucunda oluşan endüstriyel atık sular, gübre, pestisid vb. kimyasal maddelerin kullanımıyla tarımsal alanlardan drenaj yoluyla gelen sular su kaynaklarındaki su kirliliğinin ana sebeplerini oluşturmaktadır (Göksu, 2003).

Kirli sularda çeşitli türlerde canlıların yaşaması neredeyse imkansızdır veya canlılar bu sularda çok az sayıda bulunabilirler. Çünkü kirliliğin artması sonucunda hassas türler yok olmaya, diğer türler ise ortamdan uzaklaşmaya başlar. Su kirliliği genel olarak 5 gruba ayrılabilir; Bunlar, organik maddelerden kaynaklanan kirlenme, inorganik maddelerden oluşan kirlenme, katı maddelerin sebep olduğu kirlenme, ısı kirlenme ve radyoaktif kirlenmedir (Göksu, 2003). Su kaynaklarının kalitesini etkileyen faktörlere göre oluşan su kirlenmeleri incelendiğinde 11 farklı su kirliliği türü ortaya çıkmaktadır (Akyurt ve Ayık, 1993). Bunlar; başta Mikrobiyolojik kirlilik, Organik kirlilik, Endüstriyel kirlilik, Petrol kirliliği, Sentetik deterjan kirliliği, Radyoaktif

kirlilik, Pestisit kirliliği, Yapay organik madde kirliliği, İnorganik kirlilik, Gübre kirliliği ve atık ısı kirliliği olarak sıralanabilir. Bu çalışmada ağırlıklı olarak Mikrobiyolojik, Deterjan, Organik ve İnorganik kirlilik unsurları üzerinde durulmuştur.

Tablo 2. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği-2014)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
Renk (m ⁻¹)	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: >4,3 RES 525 nm: >3,7 RES 620 nm: >2,5
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	< 6,0 veya > 9,0
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Oksijen doygunluğu (%) ^(b)	>90	70	40	< 40
Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^(b)	> 8	6	3	< 3
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L) ^(c)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 5	10	20	> 20
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,01	0,06	0,12	> 0,3
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L)	< 0,5	1,5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,16	0,65	> 0,65
(C) İz Elementler (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri ^(d)				
Alüminyum (mg Al/L)	≤ 0,3	≤ 0,3	1	> 1
Arsenik (µg As/L)	≤ 20	50	100	> 100
Bakır (µg Cu/L)	≤ 20	50	200	> 200
Baryum (µg Ba/L)	≤ 1000	2000	2000	> 2000
Bor (µg B/L)	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000	> 1000
Civa (µg Hg/L)	≤ 0,1	0,5	2	> 2
Siyanür (toplam) (µg CN/L)	≤ 10	50	100	> 100
Sülfür (µg S=L)	≤ 2	≤ 2	10	> 10
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirlleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2016'den itibaren değerlendirilecektir.			
(D) Bakteriyolojik Parametreler				
Fekalkoliform (Membran)	≤10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (Membran)	≤100	20000	100000	> 100000

1.3.2.1. Mikrobiyolojik Su Kirliliği

İnsanlar yaşamları için gerekli olan suyu hidrolojik çevrimden alırlar ve tekrar geri iade ederler. Artan nüfus, gelişen endüstrileşme suyun kullanımını arttırmakla beraber hızlandıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Birçok ülkede atık sular arıtma işlemine tabi tutulmadan göl, akarsu ve denizlere bırakılmaktadır. Bu yüzden su kaynaklarının kullanımı minimum düzeye inmekte ve bu süreç kirliliğin boyutunu inanılmaz bir seviyeye düşürmektedir (Koloren vd., 2011).

Sularda bulunan ve insan sağlığına zararlı mikroorganizmalar arasında virüsler, patojenler ve bakteriler gelmektedir. Suda bulunan mikroorganizmaları şu şekilde sıralayabiliriz:

a) Suda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar:

Spirillum, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacter* türleri ile *Micrococcus* ve *Sarcinia*'nın bazı türleri bulunabilir. Bu bakterilerin optimum üreme sıcaklıkları 25 °C'nin altındadır.

b) Toprak kökenli mikroorganizmalar:

Suyun toprak tabakalarından geçmesi sırasında ya da yağmurlarla toprağın yıkanması sırasında suya karışır.

Bunlar: *Bacillus*, *Streptomyces* ve *Enterobacteriaceae*'nin saprofit üyeleridir. Bu bakterilerin optimum üreme sıcaklıkları da 25°C veya daha düşük sıcaklıklarıdır.

c) İnsan ve hayvan kökenli mikroorganizmalar:

Başlıcaları: *E.coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenleridir (Altun,2011).

1.3.2.2. Sularda Deterjan Kirliliği

Çevre kirliliğinin gittikçe önemli hale gelmesiyle beraber evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirlilik önem taşımakta ve bu kirleticiler arasında deterjanda bulunmaktadır. Deterjanların boşaltıldıkları sularda; köpük oluşturma, sudaki canlılara olumsuz etkileri, ötrofiksyon, biyolojik ayrışma sonucu oksijen tüketimi ve içme sularına etkileri şeklinde sıralayabiliriz (Minareci vd., 2008).

Deterjan kompozisyonunu oluşturan maddeler şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Yüzey aktif maddeler:

Deterjanın esas temizleme gücünü oluşturan maddeler olup, Anyonik, Katyonik veya Amfoterik özelliklerde olurlar.

a. Anyonik Deterjanlar

En çok kullanılan ve evlerde tüketilen deterjanlar grubuna aittirler. Bunlara örnek verilecek olursa: Alkil benzen sülfonatlar, DDB (dodesil benzen), LAB (Lineer alkil benzen), ABS (Alkil benzen sülfonat), LAS (Lineer alkil sülfonat) vs.

b. Katyonik Deterjanlar

Yumuşatıcıların temel aktif maddesidir. Di-alkil- di-metil amonyum klorür en çok kullanılanıdır. Bu tip deterjanların bakteri öldürücü özelliği vardır.

c. Noniyonik Deterjanlar

Düz alkol etoksilatlar (AEO), Alkil fenol polietilen glikol eterleri (APEO), yağ asitleri ankanol asitleri (FAA), Amin oksitler gibi örnekleri vardır. Yağ lekeleri giderme gücü ve köpük ayarlayıcısı olarak kullanılmaktadırlar.

d. Amfoterik Deterjanlar

Asidik ortamda katyonik, bazik ortamda anyonik özellikte olan deterjanlardır. Alkil ve alkil sülfobetainler fiyatlarının yüksek olması nedeniyle sadece özel tip deterjanlarda kullanılmaktadır.

2. Yapısal maddeler

Suyun sertliğini gideren ve temizleme işlemini kolaylaştıran maddelerdir. Bazı alkaliler, iyon değiştiriciler ve kompleks yapıcılar bu sınıfta yer alır.

3. Ağartıcılar

Oksijen bazlı (sodyum perborat) ve klor bazlı (sodyum hipoklorit, sodyum dikloroizosiyanürat) olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

4. Diğer Yardımcı Maddeler

Enzimler, antiredepozitan maddeler, optik beyazlatıcılar, köpük stabilizatörleri ve ayarlayıcıları, korozyon inhibitörleri, parfümler, boyalar, dolgu maddeleri (Egemen, 2005).

Deterjan kirliliği sulardaki biyolojik kirliliği etkilemesi açısından oldukça önemlidir. Deniz suyunda bulunan deterjan miktar 0,1mg/L fazla olması organik maddelere toksik etki yapmaktadır. Bu toksik etki organizmaların oksijen kullanımını azaltmasıyla birlikte birçok canlı içinde letal doz değeriyle belirtilmektedir (Egemen, 2005).

1.3.2.3. Organik ve İnorganik Su Kirliliği

Organik su kirliliği ölmüş hayvan ve bitki atıkları ile tarımsal atıkların yüzeysel sulara çıkması sonucu ortaya çıkan kirlenmedir. Bu maddelerin alıcı su ortamlarında yarattıkları oksijen sistemi kalitesi açısından önem taşımaktadır. İnorganik su kirliliği

ise çeşitli endüstri kollarından çıkan fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum gibi toksik maddeler içerir. Teknolojik gelişmeye paralel olarak, endüstri atıklarının içerdiği maddelerin bir yandan türleri artmakta diğer yandan da bu bileşenlerin kimyasal yapıları giderek daha karmaşıklaşmaktadır (Akyurt ve Ayık, 1993).

1.3.2.4. Su Kirliliği Kontrolünde Kullanılan Standartlar

Su kaynaklarının su kalite bozulmalarını kontrol edilmesi ve kirliliğe karşı korunması için Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe koyulan çeşitli sayılarda yönetmelik, tebliğ ve genelgeler mevcut bulunmaktadır. Su kaynaklarının su kalitesinin izlenmesi amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından önce Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği 2012 yılında yayınlanmış daha sonra 15.04.2015 tarihinde Yerüstü Suları Yönetmeliği olarak revize edilmiştir. Bu yönetmelik açık deniz suları hariç deniz kıyıları ve geçiş suları yanında daha çok kıta içi su kaynaklarının su kalite durumlarının belirlenmesi, sınıflarının tespiti ve kullanım stratejilerinin ortaya koyulmasında kullanılmaktadır. Diğer taraftan su kaynaklarının veya alıcı ortamların kirleticiler tarafından kirlenmesini önlemek ve kirlilik seviyesi kontrolü için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde çeşitli endüstriyel sektörlerin ayrı ayrı deşarj standartları, kıta içi su kalite sınıfları, göllerin, Türkiye denizlerinin kıyı ve geçiş sularının ötrofikasyona karşı korunması, derin deşarj standartlarında belirtilmektedir. Diğer taraftan ulusal standartlarda bulunmayan su kalite parametreleri için Avrupa Birliği (EU) ve Amerikan Çevre Koruma Ajansı (USEPA) gibi uluslararası çevre koruma kuruluşları tarafından yayınlanan standartlar su kalitesini koruma ve su kirliliği kontrolü amacıyla kullanılabilir.

1.4. Literatür Özeti

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; Eskişehir içme ve kullanma sularında 1996 yılında yapılan 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 streptococcus saptanmıştır (Kıvanç vd., 1996). 1999 yılında Ağaoğlu ve arkadaşları 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). 1999 yılında Üçok ve arkadaşları 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. 1999 yılında Ünlü vd. arkadaşlarının 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)' ne göre 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 ve arkadaşları (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 (Ağaoğlu vd. 1999).

Uğur vd. (2000)'ne göre gerçekleştirilen evsel atık su arıtma tesisinde bakteriyolojik kirlilik çalışması sonucunda ise atık su arıtma tesisi girişindeki bakteriyolojik yükün tesis çıkışında azaldığını göstermiştir (Uğur vd., 2000). Kenar vd. (2001)'ne göre 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 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).

2005 yılında Tokat ilindeki içme sularının bakteriyolojik kirliliğini araştırmış ve çalışmaları sonucunda tüm su örneklerine oranlandığında patojen etken olarak 119.unda (34.7%) ısıya toleranse.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). 2006 yılında Toroğlu ve arkadaşları Aksu çayında (Kahramanmaraş) Akarsu kirliliği araştırılmış şehir ve çevresinde su kullanımına olan ihtiyaç artmış, temiz su temini ve atıksular bir problem olarak ortaya çıkmıştır (Toroğlu vd., 2006).

2007 yılında İstanbul 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).

2007 yılında 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).

2007 yılında 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).

2009 yılında 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). 2009 yılında 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). 2010 yılında Karanfilliçay 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 *Escherichia coli* 0-0, 0-24 bulunmuştur (Bulut vd., 2010).

2011 yılında 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 bakterisi sayısı >8 ve <24 Kob/100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >1 ve <13 Kob/100 ml arasında tespit edilmiştir (Koloren vd., 2011).

2012 yılında 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 (Taşpınar vd., 2012).

2013 yılında Ayamama Deresinin Marmara denizine deşarj alanındaki bakteriyolojik kirlilik araştırılmış ve çalışma sonucunda istasyonların bakteriyolojik kirlilik açısından benzerliğini saptamak üzere kemeleme analizi yapılmış, kemeleme analizi sonucu elde edilen sonuçlardan deşarj noktasından 500 metre açıkta bulunan istasyon, Hava Harp Okulu (Yeşilköy) ve dört yıldıztlı bir otel ve Yeşilyurt Spor Kulübü n 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).

1994 yılında Van Gölü'nde yaşayan İnci kefali (*Chalcal burnustarichi*) balığı ve su piresi (*Daphnia* sp.) için deterjan kirliliğinin etkisini araştırmış ve bu çalışma sonucunda Van şehir kanalizasyonu hiçbir arıtma işlemine uğramadan gle dökülmekte olduğunu ve Van Gölünün henüz kirliliği olmadığını, fakat nlem alınmazsa yakın bir gelecekte Van Gölünün ekolojik dengesinin bozulacağını belirtmişlerdir (Süzek vd., 1994). zdemir ve arkadaşları (1994) İskenderun Körfezi ile çevresindeki kirlilik düzeyini araştırmış ve bu araştırma sonucunda İskenderun Körfezinin, İzmir ve İzmit Körfezi gibi kirliliği olduğunu, Akdeniz sahilindeki ülkelerin atıklarının İskenderun Körfezi'ne sürüklendiğini, aynı zamanda farklı ülkelerden gelen gemiler de sintine sularını körfeze bırakmakta olduğunu, İskenderun Körfezi'nin kirlilik problemlerinin her yıl arttığını belirtmişlerdir (zdemir vd., 1994).

2008 yılında 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 yüzey aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları ile karşılaştırılmış ve atık suyun anyonik deterjan yönünden birinci sınıftan yani yüksek

kaliteli su, fosfat yönünden de ikinci sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında olduğu saptanmıştır (Minareci vd., 2008).

2009 yılında Karaçay'da (Manisa) Deterjan kirliliğini araştırmış ve analiz sonuçlarına göre, anyonik deterjan konsantrasyonu 0.071–1.122 mg/L, fosfat konsantrasyonu 0.002–0.225 mg/L, bor konsantrasyonu 0.134–3.937 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Elde edilen ortalama değerler, “Çevre Mevzuatı”, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”yle karşılaştırılmıştır. Karaçay'ın anyonik deterjan parametresi yönünden III. sınıf (kirlenmiş su), fosfat parametresi yönünden II. sınıf (az kirlenmiş su) sınıfında olduğu saptanmıştır. Bor parametresi ise, bir istasyon haricinde diğer tüm istasyonlarda, inorganik kirlilik sınır değerlerinin üzerinde, IV. sınıf (çok kirlenmiş su) olarak belirlenmiştir (Minareci vd.,2009).

2012 yılında 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 bir çok 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 sınıfındadır. Sularda kirlilik oluşturan parametrelerin çoğunlukla tarımsal faaliyetlerden ve çevresel atıklardan kaynaklandığı belirlenmiştir (Gültekin vd., 2012). YTÜ Çevre mühendisliği bölümü çevre kimyası laboratuvarı yüzey aktif madde tayini, Boran vdadaşları (1998) Deterjanların tatlı su ortamında parçalanması, Güven ve arkadaşları (2007) İstanbul boğazı,haliç ve İzmir körfezi, Çanakkale boğazı ve Aliğa deniz suyu ve sedimentlerinde petrol ve deterjan kirliliği çalışmışlardır.Günlük insani faaliyetleriçersindeoldukça yoğun atık su üretimi söz konusu olurken bu atık suların içeriğinde deterjan ve dışkı atıklarının ön planda olduğu tartışılmaz bir gerçektir. 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

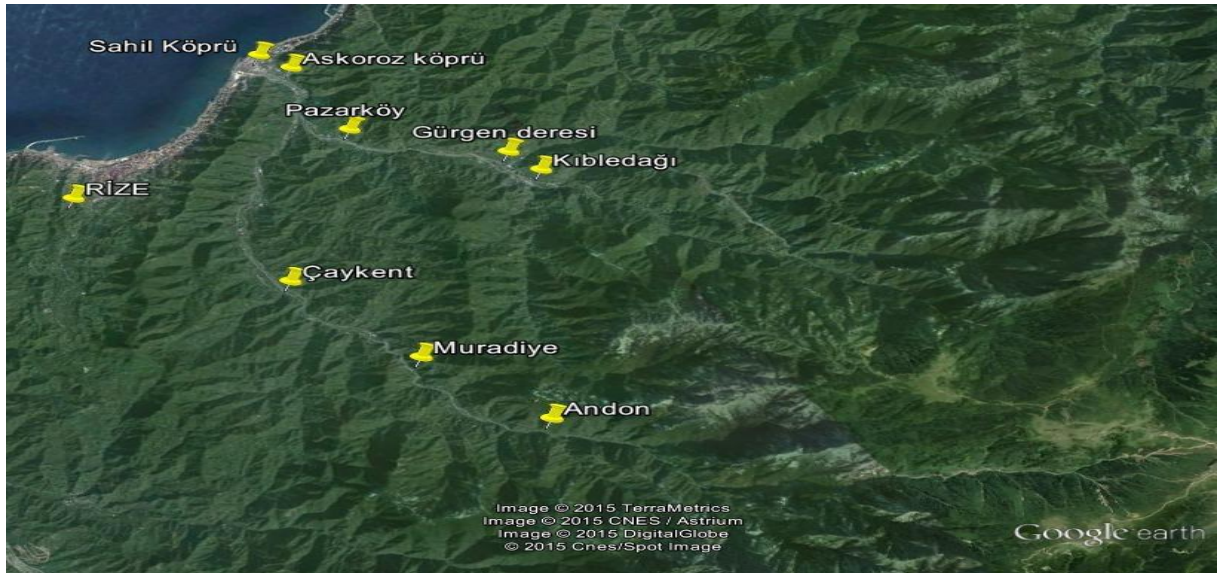
seçilmiş olup Güneysu, Taşlıdere ve Muradiye kollarında evsel atık suların etkisini belirlemek amacıyla bakteriyolojik ve deterjan kökenli su kirliliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma Alanı

Bu çalışma Salarha akarsu havzasında deniz seviyesinden 378 m koduna kadar uzanan 8 farklı istasyonda yürütülmüştür. Çalışmada istasyonlar nehir ağzına yakın olacak şekilde Sahil karayolu köprü altı (İst.1), Askoroz köprüsü (İst.2), Çaykent(İst.3), Muradiye (İst.4), Andon (İst.5), Güneysu kolu üzerinde Pazarköy (İst.6), Güneysu Gürgen deresi (İst.7) ve Güneysu Kibledağı (İst.8) istasyonları olmak üzere Salarha deresinin Taşlıdere, Muradiye ve Güneysu kolları üzerinde bulunmaktadır. Bu havza yerleşik nüfus açısından bakıldığında 11234 kişinin 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 bir çok çay işleme fabrikası faaliyet göstermektedir. Son dönemlerde Taşlıdere ve Güneysu dereleri üzerinde Hidro Elektrik Santrallerin (HES)'lerin inşa çalışmaları da havzada önemli bir çevresel sorun teşkil etmektedir.



Şekil 2. Çalışmada örneklerin alındığı istasyonlar



Şekil 3. I Numaralı Örnekleme İstasyonu (Sahil Köprü)



Şekil 4. II Numaralı Örnekleme İstasyonu (Askoroz Köprü)



Şekil 5. III Numaralı Örnekleme İstasyonu (Çaykent)



Şekil 6. IV Numaralı Örnekleme İstasyonu (Muradiye)



Şekil 7. V Numaralı Örnekleme İstasyonu (Andon)



Şekil 8. VI Numaralı Örnekleme İstasyonu (Pazarköy, Güneysu köprü altı)



Şekil 9. VII Numaralı Örnekleme İstasyonu (Gürgen Deresi, Güneysu köprü üstü)



Şekil 10. VIII Numaralı Örnekleme İstasyonu (Kıble dağı etekleri)

2.1.2. Numune Alımı ve Saklanması

Salarha havzası akarsularında evsel atıksulardan dolayı oluşabilecek bakteriyolojik ve deterjan kökenli kirliliği araştırmak için Salarha havzasında 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 ileri sürülmüş 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 noktasının sıcaklığı, çözünmüş oksijen, çözünmüş oksijen yüzdesi, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde ve pH'sı numune alım sırasında elektrometrik yöntemle ölçüm yapan taşınabilir arazi tipi Hach Lange HQ40D multiprobla 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 kurutulmuş ve ardından otoklavda 121 °C de 1 atm basınç altında 20-25 dk. tutularak steril hale getirilmiştir. Kimyasal analizler için 2,5 litrelik seyreltik asitli su ve deiyonize suyla temizlenmiş plastik şişeler kullanılmıştır.

Araç ve Gereçler: Bunzen beki, membran filtrasyon cihazı (9'lu), cam pipet, öze, spor, alüminyum folyo, hidrofob pamuk, örnek alma şişeleri, ayırma hunisi, cam baget, spektrofotometre küvetleri, kaynama taşı, steril petri plakları, düz ağızlı pens.

Kimyasal maddeler: Les-Endo besiyeri, M-Endo agar, M-Fc agar, safrali azide agar, Demir sülfat agar, kloroform, 5N sodyum hidroksit solüsyonu, 5, 25N sülfrik asit solüsyonu, Ascorbic acid powder pillows, Nitriver 3 Nitrite Reagent Powder Pillows, griess ayırıcı, Nitriver % nitrate powder pillows, nessler ayırıcı, nesslerreagent

solution, 1/3 seyreltik sulfirik asit çözeltisi, sulfate buffer solution, benzene, detergent reagent powder pillows, 0,01N EDTA çözeltisi, sertlik tampon-I çözeltisi, indikatör, NaOH tabletleri, steril membran filtre (47 mm), Lineer alkali sulfonat (LAS).

Yapılan ölçümler ve izlenen parametreler: Çalışma bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su numuneleri üzerinde arazide öncelikle fiziko-kimyasal su kalite parametreleri (su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve yüzdesi, elektriksel iletkenlik, TDS, tuzluluk ve pH) yerinde Hach Lange-multiprob kullanılarak ölçülmüştür. Kimyasal ve diğer parametreler ise örnek şişelerinin buz kaplarında laboratuara ulaştırılmasıyla laboratuvar koşullarında nitrit, nitrat, amonyum bileşenleri, fosfat bileşenleri, yüzey aktif madde konsantrasyonları spektrofotometrik olarak, sertlik, BOİ₅ ve alkalinite ise titrimetrik olarak, ayrıca bulanıklık ise fotometrik olarak analiz edilmiştir.

Mikrobiyolojik olarak ise fekal koliform, total koliform, fekal streptococcus ve *E.coli* miktarları tespit edilmiştir. Fizikokimyasal parametreler, yüzey aktif madde ölçümleri ve mikrobiyolojik analizler aylık periyotlarda gerçekleştirilmiş, mevsimlik olarak değerlendirilmiştir. Toplamda 12 aylık ölçüm ve analizler istatistiki olarak değerlendirilerek mevsimsel değişimler ortaya koyulmuştur.

2.2. Metod

2.2.1. Fizikokimyasal Su Kalite Parametreleri Tespit Yöntemleri

2.2.1.1. Su Sıcaklığı

Sucul ortamlarda sıcaklık en önemli fiziksel su kalite parametrelerinden biridir. Suda çözünmüş oksijen miktarını su sıcaklığı dolaylı olarak etkilemektedir. Sıcaklık arttıkça sudaki çözünmüş oksijen miktarı azalır. Çünkü gazların çözünürlükleri sıcaklıkla azalır. Dolayısıyla sıcaklığı düştükçe sudaki çözünmüş oksijen miktarı da artar. Suyun sıcaklığı, kimyasal maddelerin ve gazların sudaki çözünebilirliklerine ve biyolojik etkinlik hızına etki eder. İçme sularının sıcaklık değeri 7-12 °C arasında olması tercih edilir. İçme sularının yüksek sıcaklıkta olması tat bozukluğuna neden

olmaktadır (Altun,2011).Su sıcaklığı numune alınırken Hach Lange HQ40D marka multi metre ile elektrometrik olarak yapılmıştır.

2.2.1.2. Ph

Sucul ortamın pH'sı ortamda bulunan hidrojen iyonlarının konsantrasyonuyla ilişkilidir. Suyun pH'sı suda kalsiyum bikarbonat ve alkali tuzlar gibi maddeler bulunursa alkali, fazla karbondioksit varsa asit özellik gösterir. Suyun fazla alkali olması kokuşmanın varlığını gösterir (Altun,2011).Biyolojik ve kimyasal sistemler için önemli bir faktör olan pH içme sularında ve diğer su kaynaklarında sucul yaşam sağlığı açısından6,5-8,5 arasındaki değerlerde olması gerekir (Serdar,2012).Hach Lange HQ40D marka multi metre ile arazide elektrometrik olarak ölçülmüştür.

2.2.1.3. Çözünmüş Oksijen ve Doygunluğu

Çözünmüşoksijen ve doygunluğu sucul ortamda fotosentez ve solunum ilişkisi hakkında önemli bilgi sağlamanın yanında pozitif olması ekolojik denge hakkında bilgi vermektedir. Çözünmüş oksijen canlıların yaşamlarında enerji kaynağı olup yaşamlarının devamı için en önemli parametrelerden biridir.Mevsime,günün saatine, suyun akış hızına,akarsuyun morfolojik yapısına ve kirlilik durumuna göre değişir. Doğal sularda oksijen miktarı direkt olarak sıcaklık ile ilişkilidir (Tanyolaç,2004).Hach Lange HQ40D marka multi metre ile optik luminesan ölçüm prensibine göre ölçülmüştür.

2.2.1.4. Toplam Çözünmüş Katı Madde

Suda az miktarda çözünmüş olan maddeler organik ve anorganik tuzlardan kaynaklıdır. Çözünmüş katı madde içinde bulunan başlıca iyonlar, karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat, nitrat, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur. Suda çözünmüş haldeki maddeler tat, sertlik, korozyon gibi suyun özelliklerine etki eder ve kabuklanmaya neden olurlar. Toplam çözünmüş maddeler doğal kaynaklardan, lağım atıklarından, şehir drenaj sularından ve endüstriyel sulardan ileri gelmektedir. Litrede

1000 mg'dan fazla toplam çözünmüş madde bulunan içme suları, içenler için fizyolojik bir etki göstermez. Sucul bir ortamda bulunan çözünmüş katı maddelerin miktar ve çeşitleri, o ortamdaki bitki ve hayvanların bolluk ve çeşitliliğini etkiler. Fitoplanktonlar sucul ortamda bulunan besleyici çözünmüş maddelerden yararlanırlar. Bazı hayvanlar sudaki fitoplanktonun miktar ve çeşidine bağlı olduğundan, dolaylı olarak bu maddelerden yararlanmış olurlar (Şimşek,2011). Hach Lange HQ40D marka multi metre ile elektrometrik olarak ölçülmüştür.

2.2.1.5. Bulanıklık

Suyun bulanıklığı içerisinde asılı halde bulunan organik ve inorganik maddelerden ileri gelir. Bu organik maddeler arasında patojen mikroorganizmalar bulunabilir. Bulanık sular daima şüpheli sular olarak kabul edilmektedir. İçme ve kullanma sularının berrak olması su hijyeni açısından önemlidir. Bulanık sular hiçbir şekilde kaynağı bilinse dahi içilmemesi, işletme ve ev işlerinde kullanılmaması gerekir. Hatta borularda tortu bıraktıklarından dolayı endüstride de kullanılmaması gerekir. Bulanıklık laboratuvar koşullarında bulanıklık ölçer (Turbidimetre) cihazıyla NTU cinsinden ölçülmüştür.

2.2.1.6. Elektriksel İletkenlik

Sulardaki iyon konsantrasyonunun anlaşılabilmesi için geliştirilen bir parametredir. Sularda bulunan çözünmüş katı maddelerden ileri gelmektedir. Doğal sularda başlıca çözünmüş katı maddeler genellikle nitratlar, fosfatlar, karbonatlar, sülfatlar ve klorürlerdir. Ancak sularda elektriksel iletkenliği etkileyen en önemli parametre tuzluluktur. Bu yüzden tuzluluk ve elektriksel iletkenlik yakından ilişkili iki parametredir. Çözünmüş tuzlarca zengin olan yaşayan su ürünlerini etkilediği için, elektriksel iletkenlik önem kazanmaktadır (Göksu,2003). Elektriksel iletkenlik Hach Lange HQ40D marka multi metre ile elektrometrik olarak ölçülmüştür.

2.2.1.7. Askıda Katı Madde

Askıda katı madde su içerisinde bulunan çözülen veya çözilemeyen maddelerin toplamıdır. Genellikle sediment maddeleri, kaya zerrelere, çamur veya kil mineralleri, kolloidal organik madde parçaları ve planktonlardan ibarettir. İnsan faaliyetleri sonucu olarak yüzey sularındaki askıda katı maddelerin miktarı artabilir. Aynı zamanda tarım arazilerinde meydana gelen erozyon da askıda katı madde miktarını artırır. Suda bulunan Toplam Askıda Katı madde belli bir miktardan sonra genellikle suyun fiziksel olarak kirlenmesine sebep olur. Dolayısıyla suyun bulanıklaşmasını, yoğunlaşmasını, toksisitesini artırabileceği gibi ışık geçirgenliğini ve oksijen miktarını azaltarak fauna ve flora üzerine çökerek su canlılarına zarar verir. Askıda katı maddelerin etki derecesi bu maddelerin türüne, miktarına, su canlılarının cinsi ve büyüklüğüne göre değişmektedir. Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak fotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.1.8. Nitrit Azotu

Nitrit amonyum oksidasyonunda bir ara üründür. Doğal sularda olan konsantrasyonları düşüktür. Bu durumun sebebi ise indirgeme ve yükseltgenme reaksiyonlarında bir ara ürün olmasıdır. Yani nitrit ya oksitlenerek nitrata ya da indirgenerek amonyağa dönüşür. Yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmesi için organik kirlenmenin ve çözünmüş oksijenin düşük olması gerekmektedir. Sularda nitritin kaynağı; azotlu gübreler, organik maddeler ve bazı minerallerdir. Yerleşim yerlerinde olan nitrit daha çok organik maddeden dolayıdır. Nitritin yüksek miktarda suda bulunmasına izin verilmez(Barlas,2002).Nitrit tayininde standart spektrofotometrik yöntemler kullanılmıştır(Egemen, 2011).Su örneklerinde nütrient analizleri, Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak geliştirilmiş kitlerle fotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 11.Nitrit azotu ölçümü

2.2.1.9. Nitrat Azotu

Su kalitesi analizlerinde Nitrat duyarlı yöntemlerden en zor olanıdır. Nitrat azotu yüzey sularında az miktarda olmasına rağmen yer altı sularında yüksek oranda bulunabilir. Evsel atık sularda düşük konsantrasyonda bulunan nitrat biyolojik arıtma çıkışlarında giriş suyunun toplam azot içeriğine bağlı olarak 0-50 mg NO₃-N/L değerleri aralığında olabilir (Karadeniz,2007).Nitrat tayininde standart spektrofotometrik yöntemler kullanılmıştır (Egemen, 2011). Su örneklerinde nütrient analizleri, Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak geliştirilmiş kitlelerle fotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 12.Nitrat azotu ölçümü

2.2.1.10. Amonyum Azotu

Amonyak sularda iki formda bulunmaktadır. Birincisi, iyonize olmamış formu olup, amonyak (NH₃),ikincisi ise iyonize olmuş formu olan amonyum (NH₄⁺) olarak isimlendirilmektedir. Doğal sularda amonyak, kısmen proteinlerin bakteriler tarafından

ayrıştırılmasından, kısmen de deaminasyondan yine bakterilerin etkinliği ile gerçekleşir. Oksijenin kullanılması sonucu, kirlenme arttıkça amonyak yoğunluğu da artar. Normal ve alkali sularda serbest amonyağın yoğunluğu 2,5 mg/L'nin üzerinde olduğu zaman birçok canlı türü için zehirli olabilir. Amonyak zehirlilik etkisi pH, sıcaklık, tuzluluk, çözülmüş oksijen konsantrasyonuna göre değişmektedir. Kirlilikte amonyağın hayvanlar üzerindeki zehirlilik etkisini artırabilmektedir (Şimşek,2011).



Şekil 13.Amonyum azotu ölçümü

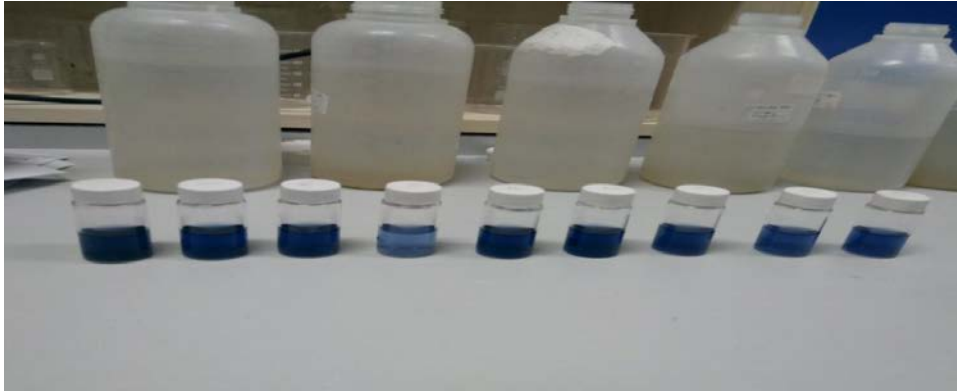
Besin maddesindeki artışlara paralel olarak artan fotosentez ile ortamın karbondioksiti azalmakta, pH'ı artmaktadır. Amonyakın pH ile olan ilişkisi incelendiğinde, arada logaritmik bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani, sudaki amonyak miktarı, pH ile logaritmik olarak azalmaktadır. Örneğin pH 8,5'ten 6,5'e düştüğünde etkisi 100 kat azalmaktadır. Amonyak bilindiği gibi anorganik azot bileşiklerinin en fazla indirgenmiş halidir. Doğada yine biyokimyasal yoldan *Nitrosomonas* grubu bakterilerin etkisiyle aerobik şartlarda nitrit (NO₂) haline oksitlenir. Suda görülecek amonyak sorunu çeşitli yerlerden kaynaklanabilmektedir. Kaynaklardan biri yem artıklarıdır. Ani fitoplankton patlamalarını takip eden süreçte, ölü materyallerin parçalanması aşamasında da amonyak oluşabilmektedir. Evsel ve endüstriyel atıklar ile tarım alanlarından gelebilecek azotlu gübrelerle bulaşık sularının su kaynaklarına karışması diğer bazı amonyak kaynaklarıdır (Şimşek,2011). Amonyum tayini standart spektrofotometrik yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Egemen,2011). Su örneklerinde nütrient analizleri, Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak geliştirilmiş kitler yardımıyla fotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.1.11. Orto-Fosfat

Fosfor bileşikleri önemli bitki besin maddeleridirler. Fosfor bileşikleri suda fazla bulunduğu durumda suyun pH değerini veya suyun tampon sistemini değişikliğe uğrattığı zaman göze çarpar. Temizlik malzemelerinde (deterjan ve benzeri) bulunan polifosfatlar veya fosfor bileşikleri, suyun yüzey gerilimini değiştirerek (köpük teşekkülü) biyolojik olayları olumsuz yönde etkileyebilirler. Ayrıca kompleks fosfatlar suya sertlik veren maddeleri inaktif hale getirirler ve suyun sertliğini kısmende olsa giderirler. Bu şekilde diğer bazı zehirli maddelerin zehirlilik etkisini artırırlar.

Sularda bulunan kompleks fosfatlar kısa sürede bitkilerce kolay alınabilen orto-fosfata parçalanırlar. İçme suyunda 7 mg P₂O₅ /L (üst sınır) zararsızdır (Şimşek,2011).

Fosfat tayini standart spektrofotometrik yöntem ile yapılmıştır (Egemen, 2011). Su örneklerinde nütrient analizleri, Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak geliştirilmiş kitler yardımıyla fotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 14. Orto-Fosfat analizi

2.2.1.12. Toplam Alkalinite

Alkalinite suyun asit kabul etme kapasitesini gösterir. Alkalinite birçok suda bikarbonat ve karbonat predominant kaynaklıdır. Alkalinite ölçümü laboratuvar koşullarında titrimetik ölçümle yapılmıştır (Egemen, 2011).

İşlem: Analiz edilecek örnekten 100 ml örnek alınır.2-3 damla fenolftalein damlatılır. 0,1 N HCl ile pembe renk gidene kadar titre edilir. Sarfiyat kaydedilir (P). Fenolftalein damlatıldığında renk pembe olmazsa P=0 alınır. Aynı örneğe 2-3 damla metiloranj damlatılır. 0,1 N HCl ile renk kırmızı olana kadar titre edilir ve sarfiyat kaydedilir.

Tablo 3. Toplam alkalinite titrasyon değerleri

Titrasyon sonucu	OH	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻
p=0	0	0	m
2p<m	0	2p	m-2p
2p=m	0	2p	0
2p>m	2p-m	2(m-p)	0
p=m	m	0	0

Tablodan elde edilecek değer ile,

- CO₃ tayini için 0,3 ile,
- HCO₃ tayini için 6.1 çarpılarak mg/l cinsinden saptanır.

Burada;

- 1 ml 0,01 N HCl=0,3 mg CO₃
- 1 ml 0,01 N HCl=0,61 mg HCO₃ 'a eşdeğerdir.

2.2.1.13. Toplam Sertlik

Suyun sertliği metal iyonlarının sabunlarla çözünmeyen bileşikler meydana getirme özelliğinden gelmektedir. Suların sertliğine sebep olan tuzlar magnezyum ve kalsiyum bileşikleridir. Başka bir ifadeyle suyun sertliği suyun sabunu çöktürme kapasitesidir. Sabun suda her zaman bulunan magnezyum ve kalsiyum iyonları tarafından çökeltilir. Sularda sertliğe toprakta bulunan alkali iyonlar sebep olmaktadır. Toprak alkali iyonlarda kalsiyum, magnezyum, stronsiyum ve baryum iyonları yer almaktadır. Toplam sertlik ise bütün kalsiyum ve magnezyum iyonlarının toplamı olarak ifade edilmektedir (Egemen, 2011).

İşlem: 100 ml örnek alınır. Üzerine 5 ml tampon çözelti ilave edilir. 0,2 EBT ilave edilip EDTA ile titre edilir. Renk değişimi olduğu andaki EDTA sarfiyatı kaydedilir.

$$\text{Total sertlik} = (1000 \times S \times F) / 100$$

$$\text{Mg}^{++} \text{ (mg/l)} = (\text{Total Sertlik} - \text{Ca}^{++}) \times 0,2432$$

2.2.1.14. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Suda mevcut çözülmüş oksijenin, yine sudaki mikroorganizmalar tarafından ne kadar hızlı kullanıldığını tespit eden kimyasal bir yöntemdir. Bir başka deyişle, sudaki organik maddelerin, suda mevcut bulunan mikroorganizmalar tarafından 5 günlük süre sonunda kullandıkları oksijen miktarıdır (Egemen, 2011). Bu değer sudaki organik kirlilik yükü hakkında belirli ölçüde bilgi vermektedir. Organik kirlilik tespitinde çoğunlukla kullanılan bir su kalite parametresidir. Kıtaiçi Yerüstü Su kaynaklarının Sınıflarına göre Kalite Kriterleri içerisinde yer alan BOI₅ değeri bir su örneğinde 4 mg/L'den az ise I.sınıf (Yüksek kaliteli) 4-8 mg/L ise II.sınıf (Az kirlenmiş), 8-20 mg/L ise III.sınıf (Kirlenmiş su) ve 20 mg/L'den fazla ise IV.sınıf yani çok kirlenmiş bir su kaynağı olduğu ifade edilmektedir.

İşlem : 250 ml'lik BOI₅ şişelerine numune alınır. 2 ml mangan sülfat ve 2 ml alkali iyodür azideklenir. Kapağı kapatılarak homojen olana kadar çalkalanır. 5 dakika kadar beklenir. Üzerine 2 ml sülfirik asit eklenerek çalkalanır. Daha sonra örnekten 100 ml alınır, koyu sarı renkte olan örnek sodyumtiyosülfat ile rengi açık sarı olana kadar titre edilir. Ardından birkaç damla nişasta damlatılır ve tekrar sodyumtiyosülfatla titre edilerek sarfiyat kaydedilir. 5 gün sonra aynı işlem tekrarlanır ve ilk sonuçtan son sonuç çıkarılarak BOI₅ miktarı mg/L cinsinden bulunmuş olur.

2.2.1. Anyonik Yüzey Aktif Madde (Deterjan) 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 mavisi 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, Hach Lange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak geliştirilmiş kitlerle (Hach Lange LCK332; 0,05-2,0 mg/L) fotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.



şekil 15.Anyonik yüzey aktif madde tayini

2.2.3. Mikrobiyolojik Kirlilik Tayin Metodları

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 materyaldaki 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 aranılan

mikroorganizma sayısı 10 ml de 1 veya daha az ise bile mikroorganizmayı belirleme imkânı vermesi ve inkübasyondan sonra filtrelerin kurutulularak saklanabilmesidir. Ayrıca bu yöntemle sıvı besiyeri hazırlamanın bir çok safhası ortadan kalktığı için kontaminasyon riski en aza inmiş olur (Tayar,2013).

Membran Filtrasyon Yönteminde İşlemler: Süzme işlemine başlamadan önce, filtre (süzme) aleti ve çelik huni bek alevinden geçirilerek sterilize edilir. Daha sonra filtre vakum aletine bağlanan özel erlen mayer 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 endo besiyeri 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 feacalis* 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 feacalis* olarak tespit edilir ve sayılır (Özkanca, 2014).

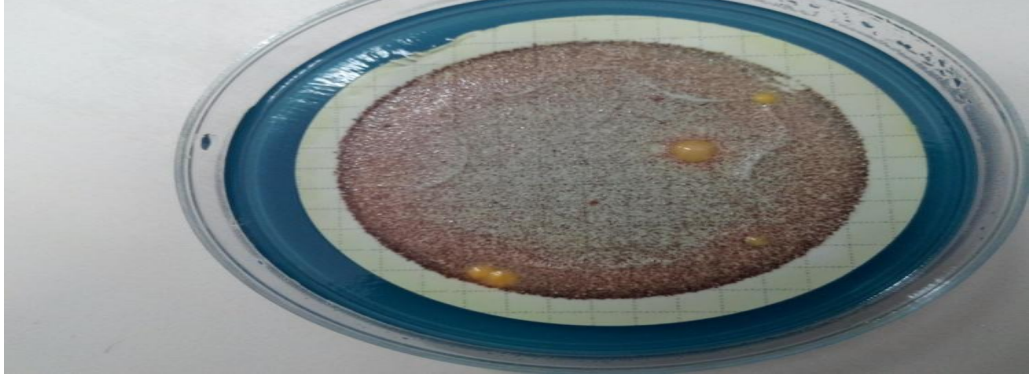


Şekil 16. Mikrobiyolojik kirlilik tayini

2.2.3.1. Total Koliform

Toplam koliform tayin testinde genel olarak m-endo besiyeri veya les-endo besiyeri kullanılmaktadır. Toplam koliform bakteri tayininde petri kapları içerisinde hazır besiyerleri kullanılmaktadır. Bu besiyerlerden bir tanesi ttc agar besiyeridir. 100 ml su örneği 0,45 mikron göz açıklığına sahip filtreden süzülür ve böylece bakteri filtre yüzeyinde tutulu kalır. Daha sonra filtre kağıdı petri kabında bulunan besiyere yerleştirilir. 22-24 saat süreyle 35 °C inkübasyona bırakılır. Eğer içerisinde koliform varsa altın parlaklığında metalik kırmızı renkli koloniler görülür. Koloniler parçalı mikroskop altında sayılmalıdır. Örnekler filtrasyon ve inkübasyon öncesi seyreltilmelidir. Çünkü her bir membran üzerinde 20 ile 80 civarında koloninin

görülmesi gerekir bununla beraber bazı koliform olmayan bakterilerinde altın parlaklığında koloniler üretebilmesinden dolayı örnekteki koliform varlığını doğrulamak için daha fazla testler yapılmalıdır (Özkanca, 2014).

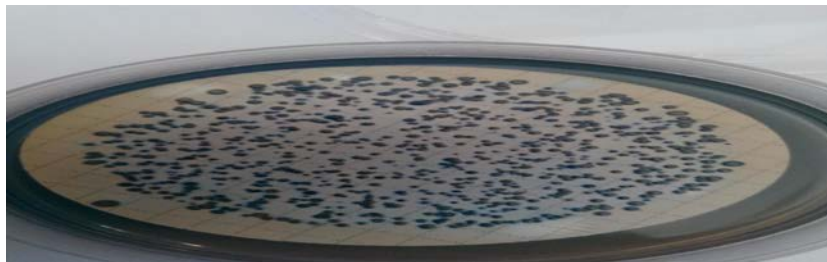


Şekil 17. Total koliform tayini

2.2.3.2. Fekal Koliform

Fekal koliform gram-negative, oksidaz, spor oluşturmeyen, çomak şeklinde, safra tuzu veya diğer yüzey aktif inhibe edici ajanların bulunduğu ortamlarda aerobik veya anaerobik olarak 44°C de fermantasyon yapabilen bakterilerdir. Fekal koliform *Enterobacteriaceae* familyasına dahildir (Özkanca, 2014) .

Fekal koliform tayin testinde Membran filtrasyon sistemi kullanılmıştır. Membran filtre üzerine 0,45 mikron göz açıklığına sahip filtre kağıdı yerleştirilerek 100 ml su örneği süzülmüştür. Daha sonra filtre kağıdı hazır halde petri kabında bulunan m-FC agar besiyerine yerleştirilmiştir. 24 saat 44,5 °C inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda fekal koliform bakteriler sayılmıştır(Özkanca, 2014).

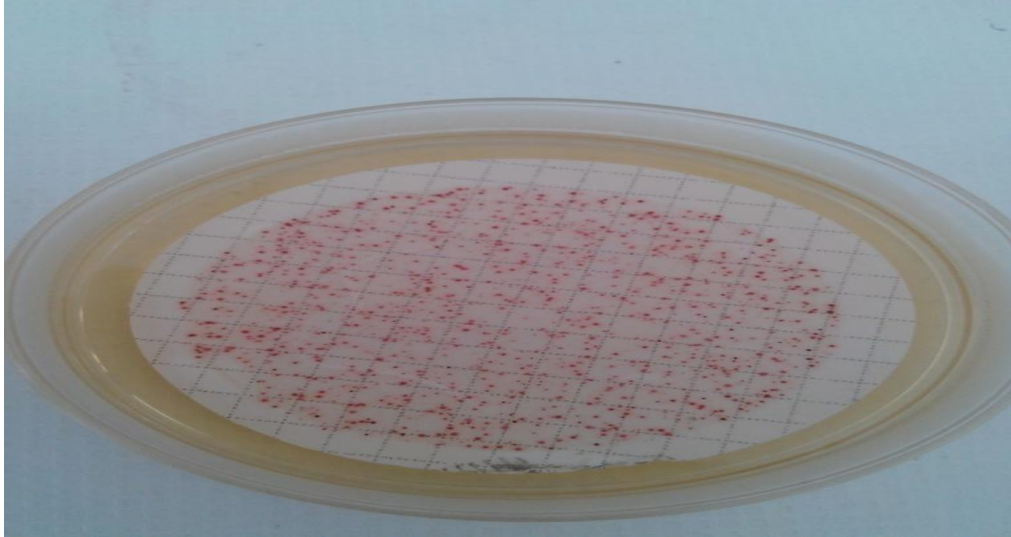


Şekil 18.Fekalkoliform tayini

2.2.3.3. Fekal Streptokok

Geleneksel fekal streptococci su endrütresinde iki gruba ayrılmaktadır ve bu ciddi karışıklıklara neden olmaktadır. Bu gruplar; Enterococcus türleri, *E. faecalis*, *E. aecium* ve *E. durans* türleri, insan ve hayvanların sindirim sisteminde bulunur. Her ne kadar bu türler içme sularının fekal kontaminasyonlarında kullanılmıyorsa da, nehirlerin göllerin ve su rezervuarlarının fekal kontaminasyonunun belirlenmesinde önemlidirler. Dinlenme amaçlı ve deniz sularının fekal kirliliğinin belirlenmesinde koliform grubundan daha çok kullanılan bu grup en uygun indikatör olarak görülmektedir (Özkanca, 2014).

Fekal streptokok tayin testinde membran filtrasyon sistemi kullanılmıştır. Membran filtre üzerine 0,45 mikron göz açıklığına sahip filtre yerleştirilerek 100 ml su örneği süzölmüştür. Daha sonra filtre kağıdı hazır halde petri kabında bulunan Slanetz bartleyagar (m-enterococccuc) agarbesiyerine yerleştirilmiştir. 48 saat 36 °C inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda fekal streptococcus bakteriler sayılmıştır. Pembe ve kırmızı koloniler enterococ kültürleridir (Özkanca, 2014).



Şekil 19. Fekal streptokok tayini

2.2.3.4. E.coli

Laktozu veya mannitolu 44°C de 24 saatte fermante edebilen ve sonuçta asit ve gaz üreten termotolerant koliform, ayrıca triptofandanindol oluşturabilir. *E.coli* citrat'ı kullanamaz Vogé-Proskauer testinde asetil metil karbonil oluşturamaz ve metil kırmızı testinde pozitif sonuç verir.

E.coli tayin testinde Membran filtrasyon sistemi kullanılmıştır. Membran filtre üzerine 0,45 mikron göz açıklığına sahip filtre yerleştirilerek 100 ml su örneği süzölmüştür. Daha sonra filtre kağıdı hazır halde petri kabında bulunan ttc agar besiyerine yerleştirilmiştir. 24 saat 44 °C inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda fekal streptococcus bakteriler sayılmıştır. İnkübasyon sonunda *E.coli* kolonileri yeşil ortam üzerine yeşilimsi turuncu renklindedir (Özkanca, 2014).



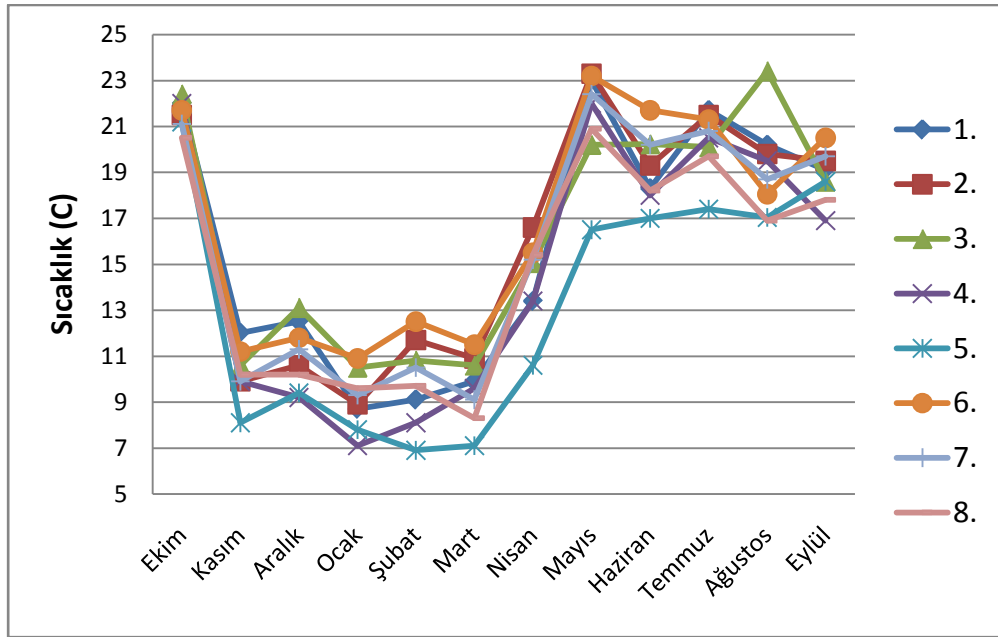
Şekil 20.*E.coli* tayini

5. BULGULAR

3.2.1. Fizikokimyasal Su Kalite Parametreleri

3.2.1.1. Su Sıcaklığı

Çalışma periyodu içerisinde yapılan su sıcaklığı ölçümleri sonucunda Salarha havzasında su sıcaklığı değerlerinin 6,9 °C ile 23,4 °C arasında değiştiği ve ortalama su sıcaklığının 15,4 °C civarında olduğu belirlenmiştir. 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 21).

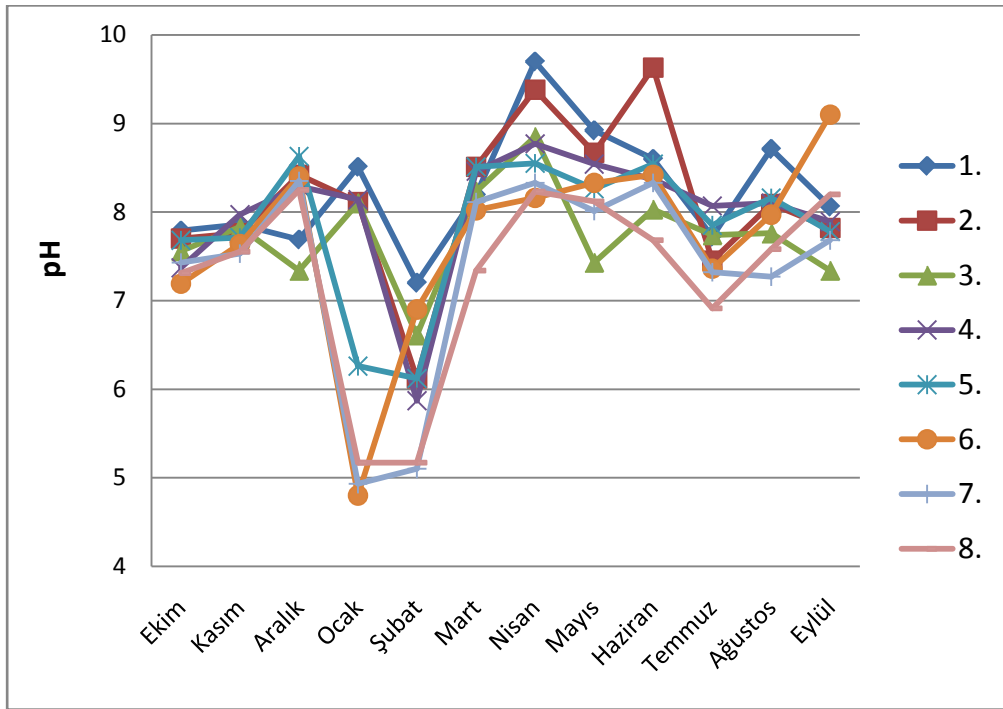


Şekil 21. Su sıcaklığının aylara göre değişimleri

3.2.1.2. pH

Çalışmada gerçekleştirilen pH ölçümleri sonucunda Salarha havzasında pH değerlerinin 4,8 ile 9,7 arasında değiştiği ve ortalama pH değerinin 7,78 civarında

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. 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 22).

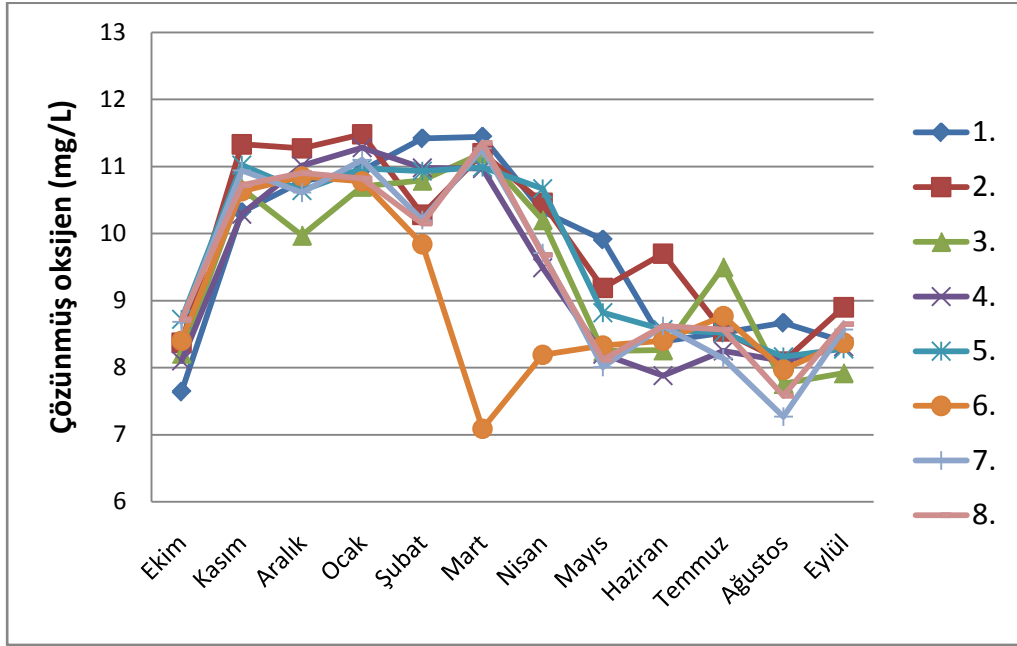


Şekil 22. pH değerinin aylara göre değişimi

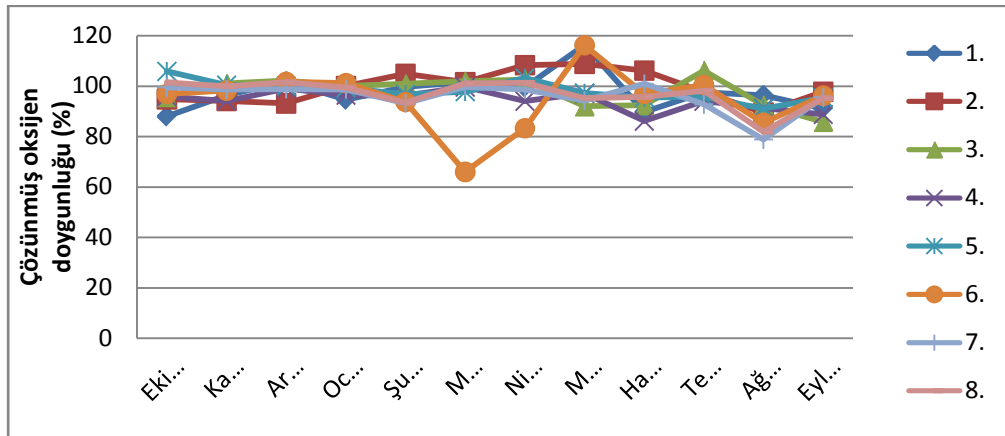
3.2.1.3. Çözünmüş oksijen ve doygunluğu

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 9,50mg/L civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük çözünmüş oksijen (7,09 mg/L) art ayında 6.istasyonda (Pazarköy, Güneysu köprü altı) kaydedilirken en yüksek çözünmüş oksijen (11,48 mg/L) ise Ocak ayında 2.istasyonda (Askoroz Köprü) ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen açısından sucul yaşam

kriteri 5 mg/L civarında olup bu değerin altına düşmemesi tavsiye edilmektedir. Dolayısıyla çalışmada hiçbir dönem ve istasyonda çözünmüş oksijen değeri kritik sınır bir yana 7 mg/L'nin bile altına düşmemiştir. Genel olarak istasyonlarda su sıcaklığıyla ters orantılı olarak kış aylarında çözünmüş oksijen yükselirken yaz aylarında düştüğü görülmüştür (Şekil 23).



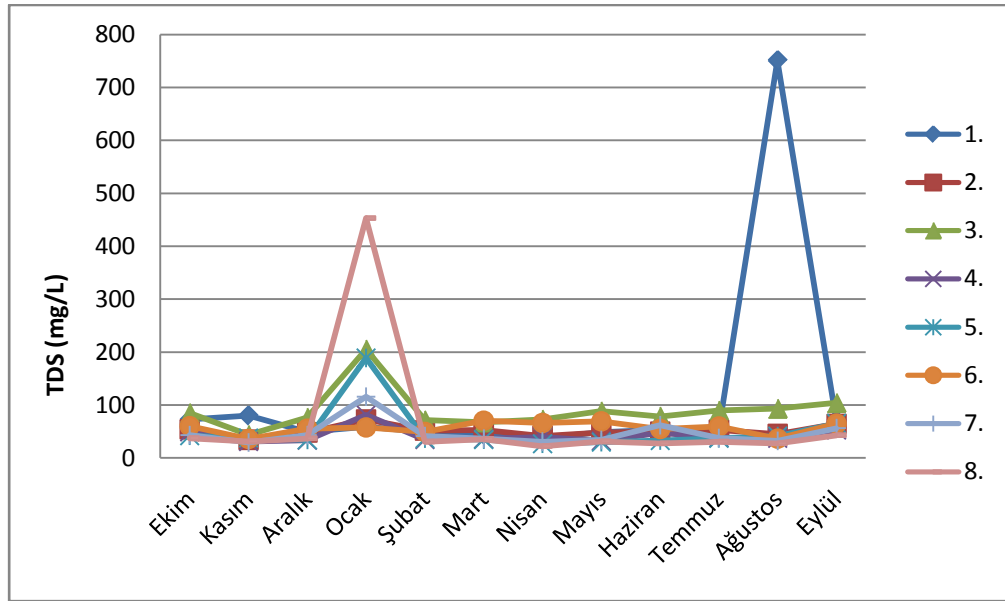
Şekil 23. Çözünmüş oksijen değerinin aylara göre değişimi



Şekil 24. Çözünmüş oksijen doygunluğunun aylara göre değişimi

3.2.1.4. Toplam Çözünmüş Katı Madde

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 Maddedeğerininise64,77 mg/L civarında 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. 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 25).

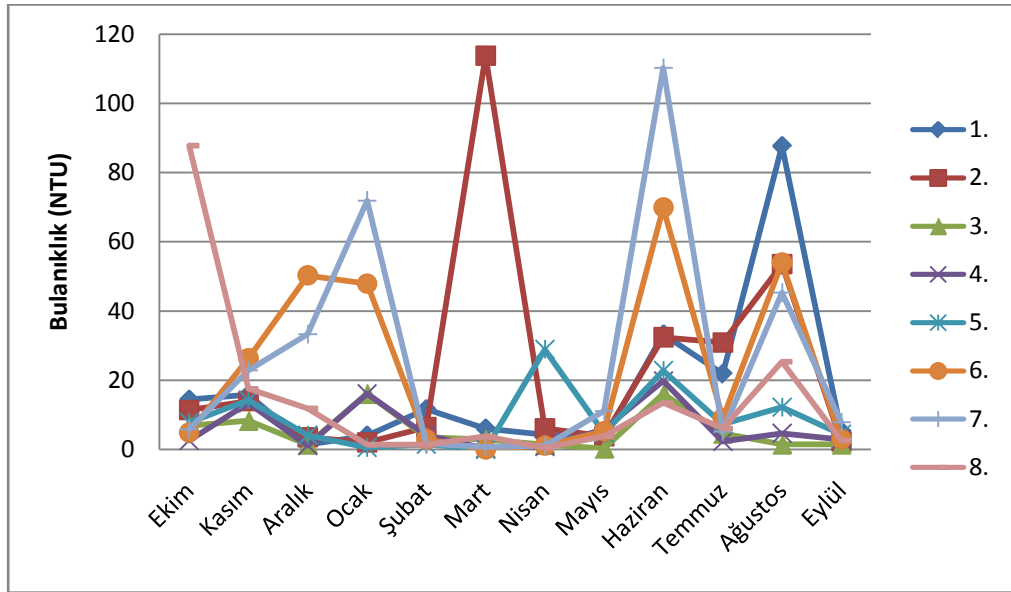


Şekil 25. Toplam Çözünmüş Katı Madde değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.5. Bulanıklık

Bölgesel iklim ve dere ıslah çalışmaları nedeniyle yıllar boyunca akış rejimi değişikliği ve akım farklılıkları önemli olan Doğu Karadeniz akarsularından biri olan Salarha havzası akarsularında çalışma boyunca bulanıklık ölçümleri sonucunda Salarha

havzasında bulanıklık değerlerinin 5,6 ile 113,7 NTU arasında değiştiği ve ortalama bulanıklık değerinin 15,66 NTU civarında 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. Yüzme ve spor gibi rekreatif amaçlarla insanların kullanacağı su ortamlarında bulanıklık genellikle 5 NTU civarında, içme ve kullanma amaçlı sularda bulanıklık 1-5 NTU arası, sucul yaşam için genel olarak bulanıklık değeri 10-50 NTU arası da göl ve akarsularda istenen bulanıklık değeri 50 NTU'den az olması istenmektedir. 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. istasyonlarda akarsu ve göller için ve aynı zamanda sucul yaşamın korunması için ideal bulanıklık değeri olan 50 NTU değerinin üzerinde olduğu görülmüştür (Şekil 26).

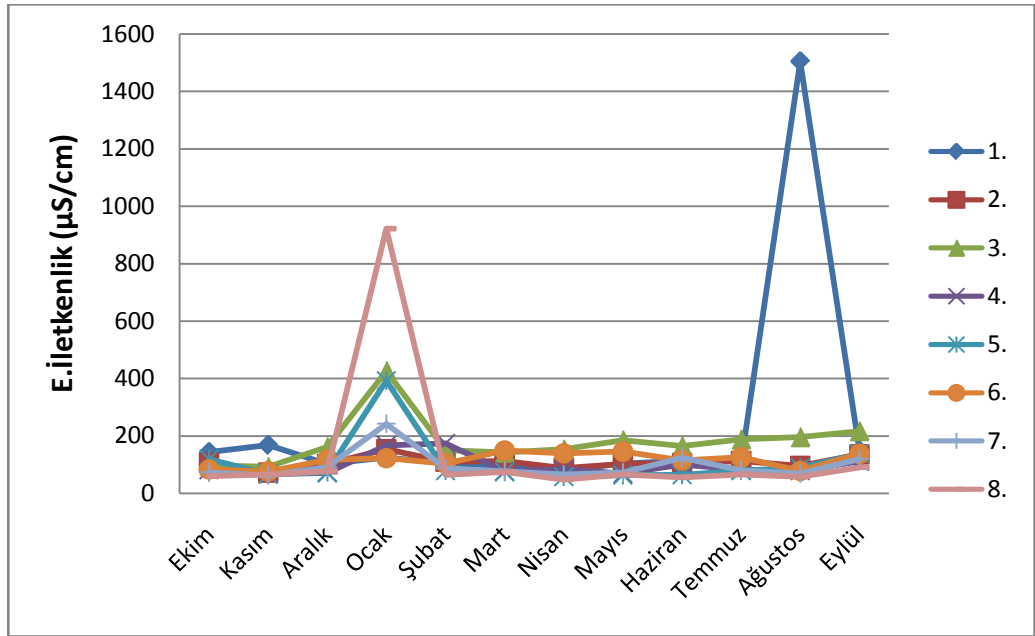


Şekil 26. Bulanıklık değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.6. Elektriksel İletkenlik

Çalışma periyodu içerisinde yapılan elektriksel iletkenlik ölçümleri sonucunda Salarha havzasında Elektriksel iletkenlik değerlerinin 48,1 ile 1504 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değiştiği ve elektriksel iletkenlik ortalama değerinin 134,55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ civarında

olduğu belirlenmiştir. En düşük elektriksel iletkenlik değerinin (48,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$) Mart ayında 8.istasyonda (Kıble Dağı Etekleri) kaydedilirken en yüksek elektriksel iletkenlik (1504 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ise Ağustos ayında 1.istasyonda (Sahil Köprü) ölçülmüştür. Akarsular Elektriksel iletkenlik değerinin değişim aralığı 50-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olup 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 27).

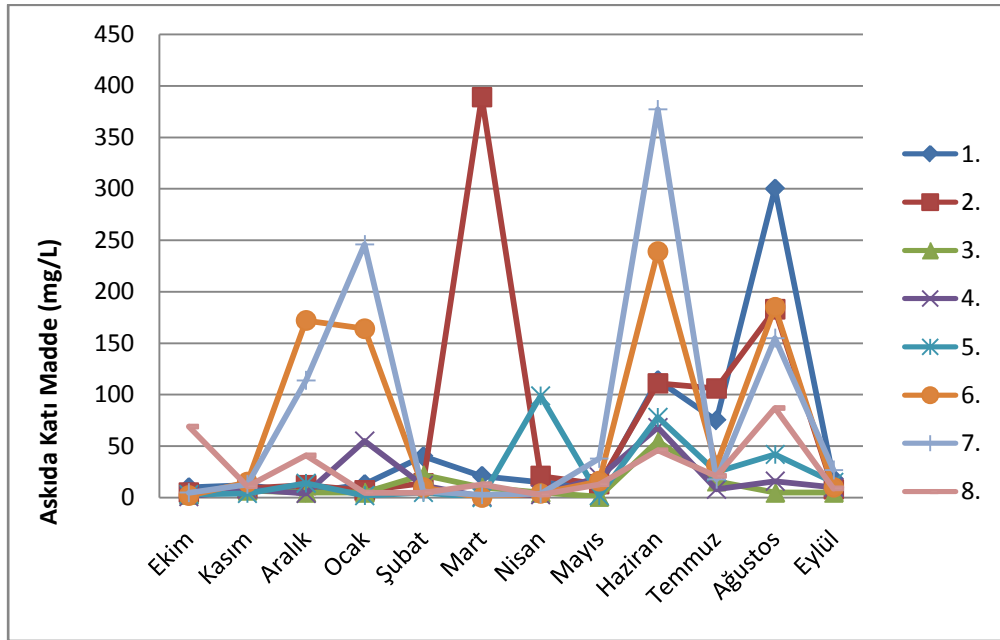


Şekil 27. Elektriksel iletkenlik değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.7. Askıda Katı Madde

Bu çalışma boyunca yapılan askıda katı madde ölçümleri sonucunda Salarha havzasında Toplam askıda katı madde (AKM) değerlerinin 0 ile 389mg/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. 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 28).



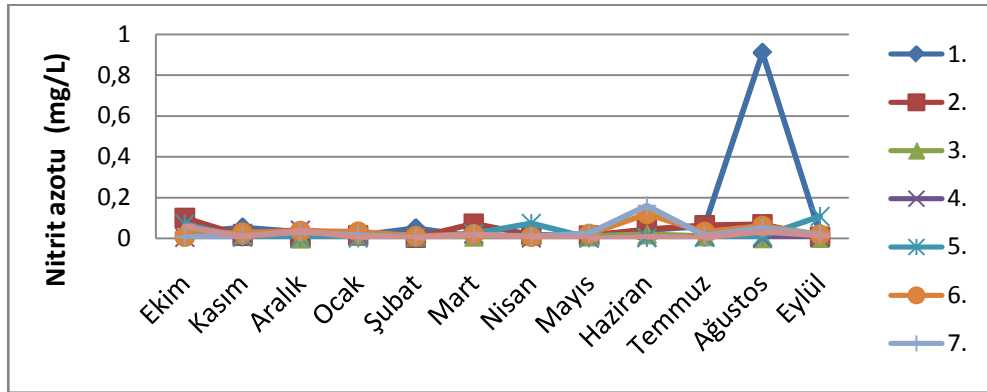
Şekil 28. Askıda katı madde değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.8. Nitrit Azotu

Bu araştırma içerisinde yapılan nitritazotu ölçümleri sonucunda Salarha havzasında nitrit azotu değerlerinin 0 ile 0,91mg/L arasında değiştiği ve nitrit azotu ortalama değerinin 0,033 mg/L civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük nitrit azotu değerinin (0 mg/L) Mayıs ayında 8. istasyonda (Kıble Dağı Etekleri) kaydedilirken en

yüksek nitrit azotu (0,91 mg/L) ise Ağustos ayında 1.istasyonda (Sahil köprü) ölçülmüştür.

Sucul yaşamın korunması için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine bağlı olarak yayınlanan Kıta İçi Su Kalite Sınıflandırmasına göre Salarha havzası akarsularının nitritazotu 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 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 sınıfına 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 atıksuların bırakıldığı bir gerçektir. (Şekil 29).



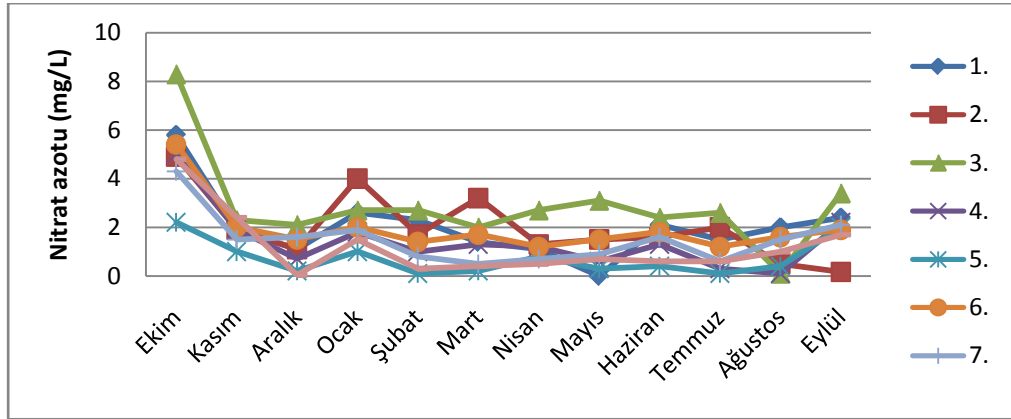
Şekil 29. Nitrit azotu değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.9. Nitrat Azotu

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.

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 atıksuların etkili olduğu söylenebilir (Şekil 30).

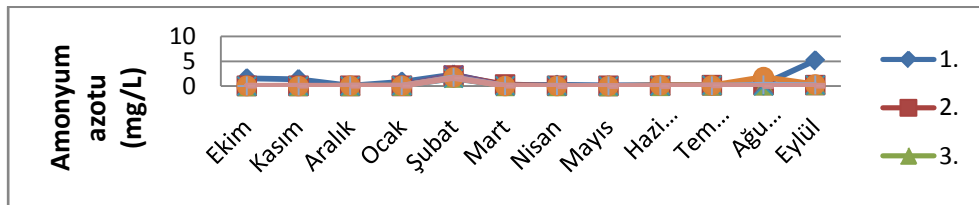


Şekil 30. Nitrat azotu değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.10. Amonyum Azotu

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 civarında 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.

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 sınıfa 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 olduğunu ele alırsak genel manada havzada evsel ve gıda kökenli endüstriyel kirliliğin etkili olduğu söylenebilir (Şekil 31).



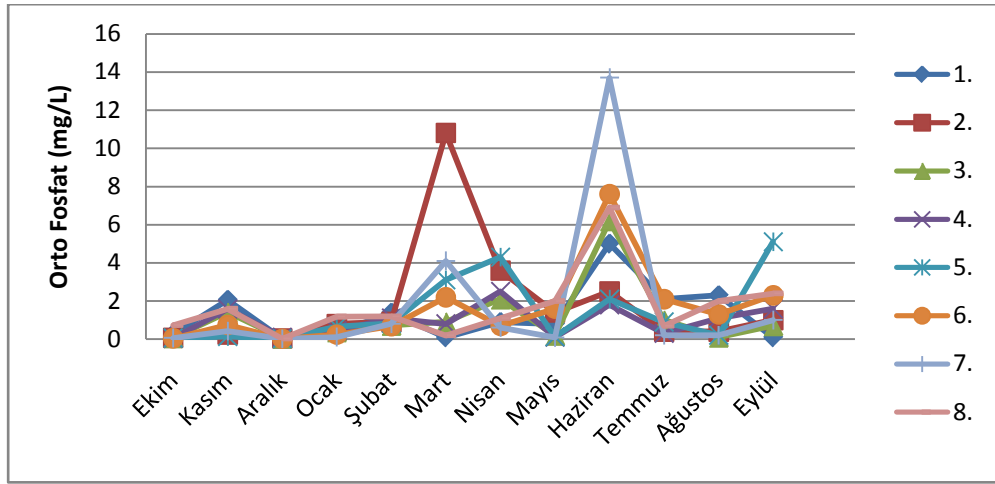
Şekil 31. Amonyum azotu değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.11. Orto-Fosfat

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 deęerinin 1,47 mg/L civarında olduęu belirlenmiřtir. En dūřuk orto-fosfat deęerinin (0,02 mg/L) aęustos ayında 5 ve 7. istasyonlarda (Andon (5) ve Gūrgen Deresi,Gūneysu kōprū ūstū (7)) kaydedilirken en yūksek orto-fosfat (13,7 mg/L) ise haziran ayında 7.istasyonda (Gūrgen Deresi,Gūneysu kōprū ūstū) ōlçūlmūřtur.

Sucul yaşamın korunması için Su Kirlilięi Kontrol Yōnetmelięine bağlı olarak yayınlanan Kıtı İçi Su Kalite Sınıflandırmasında (Toplam fosfor'a gōre) gōre Salarha havzası akarsularının orto-fosfat-fosforu açısından yıllık ortalama değeri bu suların IV.sınıf yani çok kirli olduğunu, en yūksek değer açısından bakıldığında yine IV.sınıf yani çok kirli olduğu anlaşılmaktadır. İstasyonlar açısından incelendiğinde ise 12 aylık değerlerin ortalamasına gōre būtūn istasyonların çok kirli olduğu gōrūlmektedir. Dolayısıyla Salarha havzası akarsularının bu çalışmada orto-fosfat açısından çok kirli olduğu anlaşılmaktadır (şekil 32).



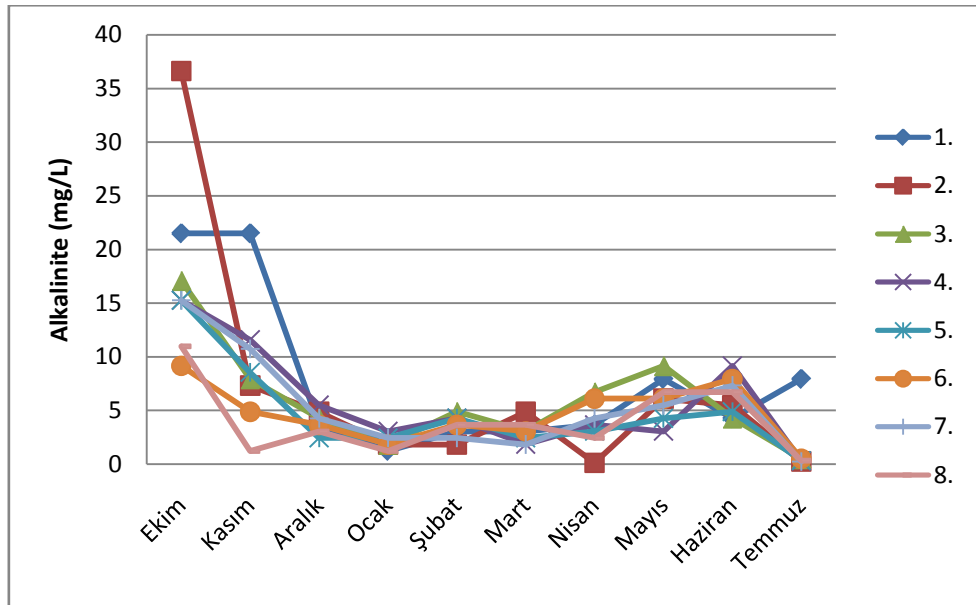
şekil 32. Orto-fosfat değerinin aylara gōre değişimi

3.2.1.12. Toplam Alkalinite

Toplam Alkalinite ōlçūmleri sonucunda Salarha havzasında toplam alkalinite deęerlerinin 1,3 ile 366 mg/L arasında deęiřtięi ve toplam Alkalinite ortalama deęerinin 65,42 mg/L civarında olduęu belirlenmiřtir. En dūřuk Toplam Alkalinite deęerinin (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.

Toplam alkalinite değeri yıllık değişimi incelendiğinde 1. ve 2. istasyon olan nehir ağzı ve Salarha köprü istasyonları havzanın en aşağı kesimleri olup diğer istasyonlardan farklı bir değişim göstermişlerdir. Sucul yaşamın korunması açısından toplam alkalinite değişimleri değerlendirildiğinde Toplam alkalinite değerinin 20 mg/L ile 300 mg/L arasında olması tercih edilmekte olup çalışma alanında havzanın en aşağı kesimlerinde (1. ve 2.istasyonlar) üst sınır aşılmaktadır. Bu istasyonlar evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklarla yoğun olarak etkilenen bir bölgedir. Ancak bu durum sadece bu istasyonlarda ve kısa süreli olarak oluşmuş olup diğer istasyonlar ve diğer tüm aylarda ölçülen toplam alkalinite değerleri normal değerler arasında seyretmiştir (Şekil 33).



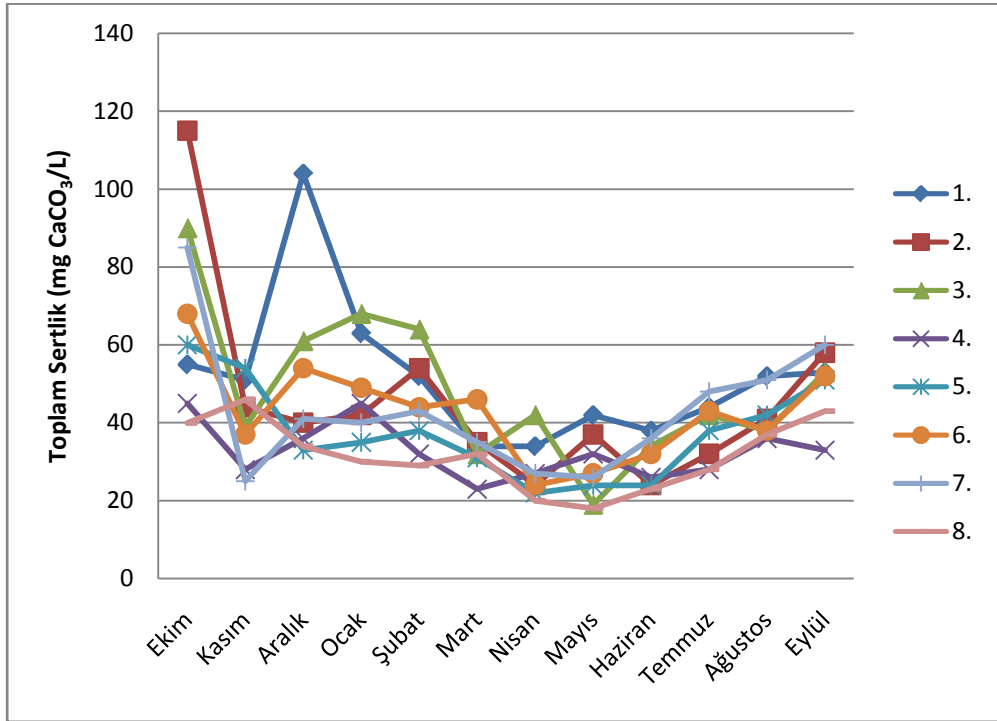
Şekil 33. Toplam Alkalinite değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.13. Toplam Sertlik

Toplam sertlik ölçümleri sonucunda Salarha havzasında toplam sertlik değerlerinin 18 ile 115mg CaCO₃/L arasında değiştiği ve ortalama toplam sertlik değerinin 41,70 mgCaCO₃/L civarında 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(Şekil 34).

Doğu Karadeniz havzası suları genellikle çok yumuşak sulara sahip olduğu bilinmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına da bakıldığında Salarha havzası sularının Fransız sertlik derecesine göre 1,8 ile 11,5 derece arasında değiştiği ortalama 4,2 derece olduğu görülmektedir. Fransız sertlik sınıflandırmasına göre 0-7 derece aralığına sahip sular çok yumuşak karakterli sular olarak adlandırılırken, 14 dereceden sonra hafif sertlik özellikleri oluşmaktadır. Dolayısıyla Salarha havzası akarsuları çok yumuşak karakterde sular ihtiva ettiği söylenebilir (Şekil 34).

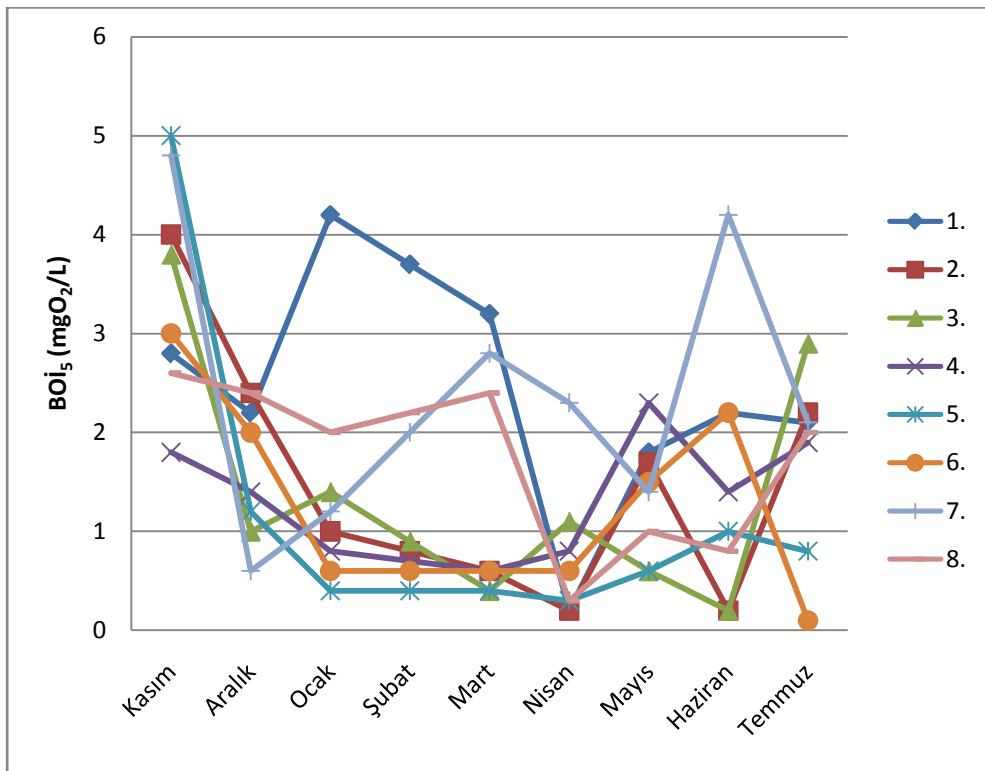


Şekil 34. Toplam Sertlik değerinin aylara göre değişimi

3.2.1.14. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı ölçümleri sonucunda Salarha havzasında Biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin 0,1 ile 5mg/L arasında değiştiği ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı ortalama değerinin 1,64 mg/L civarında 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 (Şekil 35). Kıtaıçi 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. Bu alışma sonuçları buna göre değerlendirildiğinde Salarha havzası suları genel olarak temiz sayılabilirken Sahil köprü (1.istasyon), Güneysu ıkışı (7.istasyon) ve Andon arıtma tesisi sonrası (5.istasyon) istasyonlarda bir kez az kirli olarak ölçülmüştür (Şekil 35).



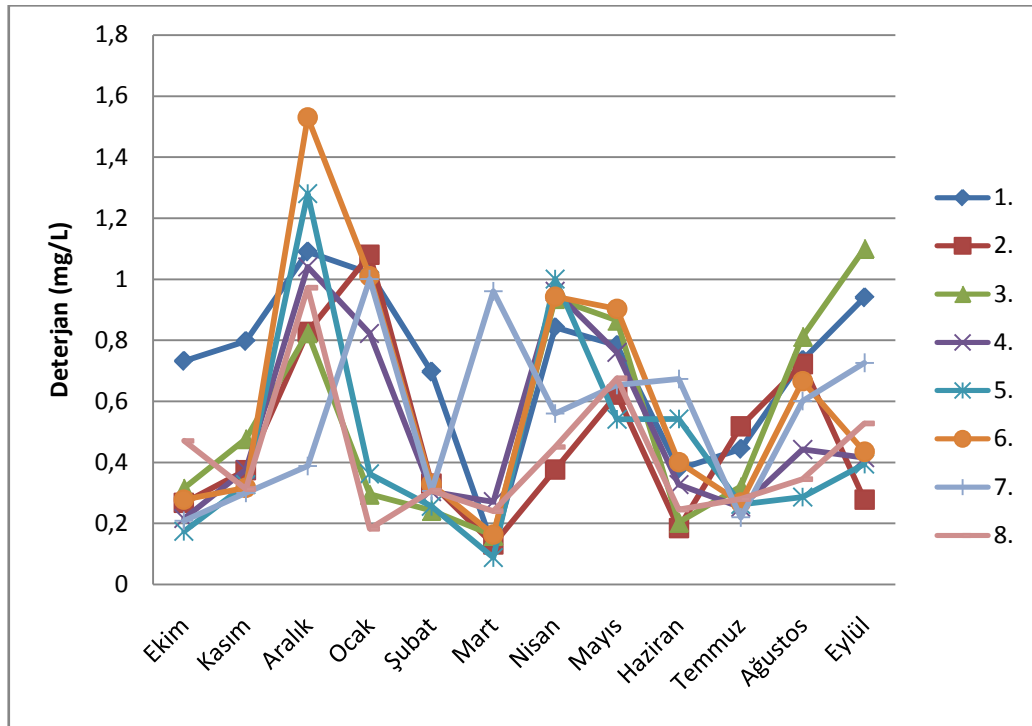
Şekil 35. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı değerinin aylara göre değişimi

3.2.2. Yüzey Aktif Madde (Anyonik Deterjan)

Çalışma periyodu içerisinde yapılan anyonik deterjan ölçümleri sonucunda Salarha havzasında deterjan değerlerinin 0,08 ile 1,53 mg/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 36).

Kıtaçi Su Kalite standartlarına 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. 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 36).



Şekil 36. Anyonik deterjan değerlerinin aylara göre değişimi

3.2.3. 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 tespit edilmiştir. Toplam koliform bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflandırılmasına göre değerlendirilirse II. sınıf yani az kirli olduğu görülmektedir (Tablo 4; Şekil 37).

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 Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflandırılmasına göre değerlendirilirse II. sınıf yani az kirli olduğu görülmektedir (Tablo 4; Şekil 38).

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 aşılması istenen 1000 kob/100 ml değeri aşıldığında yüzme açısından uygun bir su kaynağı olmadığı anlaşılmaktadır (Tablo 4; Şekil 39).

E.coli bakteri 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 Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği rekreasyon maksadıyla kullanılan kıyı vegeçiş sularının sağlanması gereken standart değerlere bakıldığında aşılması istenen zorunlu değer üstüne çıktığı görülmektedir (Tablo 4; Şekil 40).

Tablo 4.a. Su numunelerinin bakteriyolojik analizi(Ocak-Haziran)

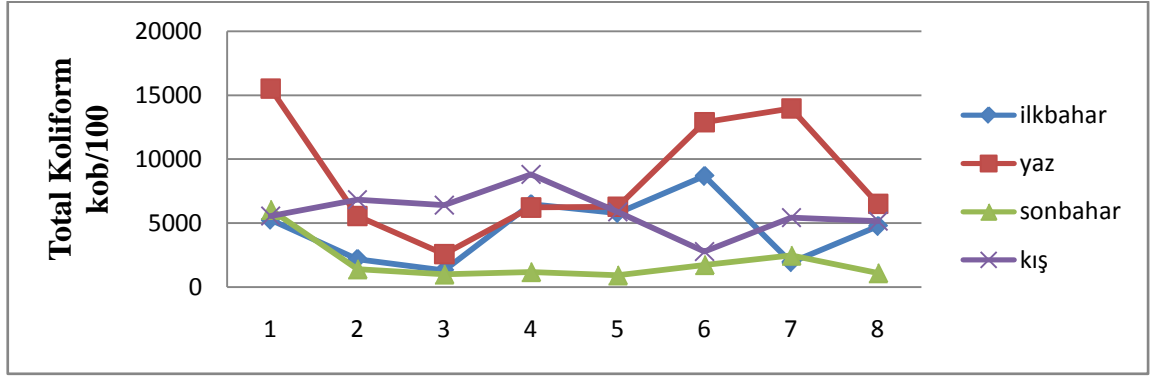
Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (kob/100 ml)			
		Total Koliform	FekalKoliform	<i>E.coli</i>	Fekal Streptokok
OCAK	1	7000	5750	1282	4500
	2	1649	887	587	574
	3	799	987	562	500
	4	9375	2399	2099	2000
	5	661	773	337	1500
	6	3649	608	3649	1212
	7	5375	2487	2574	1299
	8	1474	2161	1161	1503
ŞUBAT	1	4900	0	2500	6000
	2	18000	0	448	1900
	3	17500	0	456	412
	4	15500	0	456	2900
	5	16000	0	20	24
	6	3700	0	196	4500
	7	8900	0	600	848
	8	12500	0	284	80
MART	1	2000	1250	1500	1200
	2	4600	750	1700	1700
	3	3000	1000	2500	1500
	4	16500	875	1600	1700
	5	16000	4	2500	1100
	6	21000	36	5000	125
	7	4500	1125	1500	2900
	8	13500	1125	2700	2600
NİSAN	1	7500	0	400	4100
	2	80	0	0	56
	3	30	0	0	80
	4	12	0	0	236
	5	52	0	12	220
	6	4	0	0	100
	7	188	0	0	2000
	8	24	0	0	2200
MAYIS	1	6250	0	195	2975
	2	1875	0	180	840
	3	875	0	375	187
	4	2875	0	750	318
	5	1250	0	175	140
	6	5000	0	500	1237
	7	1125	0	625	8812
	8	750	0	375	255
HAZİRAN	1	28000	1250	750	18750
	2	5625	6250	175	1625
	3	3750	4250	200	175
	4	12500	375	150	400
	5	15625	1250	100	60
	6	25000	7500	500	2375
	7	30000	9375	300	15625
	8	7500	3125	125	350

Tablo 4.b. Su numunelerinin bakteriyolojik analizi (Temmuz-Aralık)

Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (kob/100 ml)			
		Total Koliform	FekalKoliform	<i>E.coli</i>	Fekal Streptokok
TEMMUZ	1	1875	5625	125	5625
	2	1000	375	0	1875
	3	825	625	15	2500
	4	1125	500	0	2250
	5	325	75	20	1250
	6	1125	875	35	3000
	7	1125	1000	0	3125
	8	750	625	36	1250
AĞUSTOS	1	16625	7600	395	2000
	2	10000	3125	115	1250
	3	3125	3750	110	500
	4	5000	1625	145	1750
	5	2875	2500	90	750
	6	12500	4375	200	875
	7	10750	4375	185	1500
	8	11250	7350	210	625
EYLÜL	1	8750	7500	625	3750
	2	2000	1875	125	1875
	3	1500	375	45	250
	4	1875	1250	75	750
	5	625	500	60	125
	6	1875	2500	100	2125
	7	2000	6250	875	1750
	8	1250	1625	1000	1000
EKİM	1	6250	6125	625	3125
	2	1412	1375	250	1180
	3	1175	370	45	375
	4	1265	1037	325	687
	5	940	440	60	250
	6	1612	2375	90	1563
	7	1750	4375	500	1562
	8	1025	1375	625	812
KASIM	1	3750	4750	625	2500
	2	825	875	375	500
	3	850	375	45	125
	4	687	825	250	625
	5	1250	375	60	375
	6	1375	2250	85	1000
	7	1500	2500	125	1375
	8	800	1125	250	625
ARALIK	1	5375	5250	950	3500
	2	1230	880	480	537
	3	820	680	300	312
	4	5031	1612	1170	1312
	5	393	574	198	937
	6	2512	1420	1860	1106
	7	3430	2490	1340	1330
	8	1130	1643	705	1064

3.2.3.1. Toplam Koliform

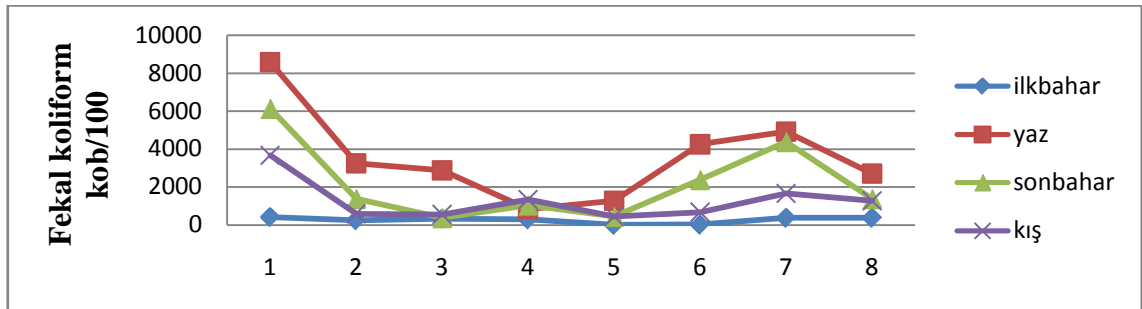
Toplam koliform bakteri sayısı gözlemleri 8 farklı istasyonda aylık olarak incelenmiş olup ortalama 5261 kob/100 ml olduğu hesaplanmıştır. En yüksek bakteri sayısı Yaz mevsiminde 1., 6. ve 7. istasyonlarda ölçülürken, en düşük sayılar 1. ve 7. istasyonlar hariç olmak üzere Sonbahar mevsiminde gözlenmiştir. 1. ve 7. istasyonlarda ise en düşük değerler İlkbaharda kaydedilmiştir (Şekil 37).



Şekil 37. Toplam koliform ortalama bakteri sayısının mevsimlik değişimi

3.2.3.2. Fekal Koliform

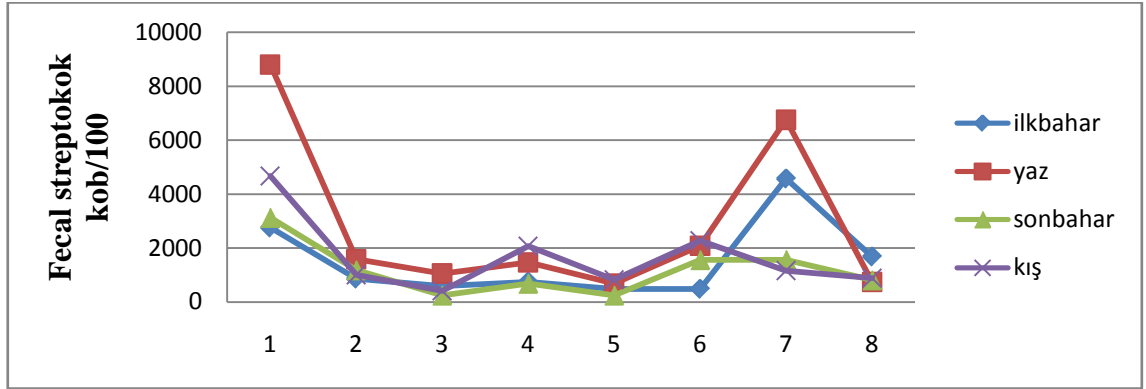
Fekal koliform bakteri sayısı gözlemleri 8 farklı istasyonda aylık olarak incelenmiş olup ortalama 1825 kob/100 ml olduğu hesaplanmıştır. En yüksek bakteri sayısı Yaz mevsiminde 1. ve 7. istasyonlarda ölçülürken, en düşük sayılar 3. istasyon hariç olmak üzere İlkbahar mevsiminde gözlenmiştir. 3. istasyonda ise en düşük değerler sonbahar mevsiminde gözlenmiştir (Şekil 38).



Şekil 38. Fekal koliform ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi

3.2.3.3. Fekal Streptokok

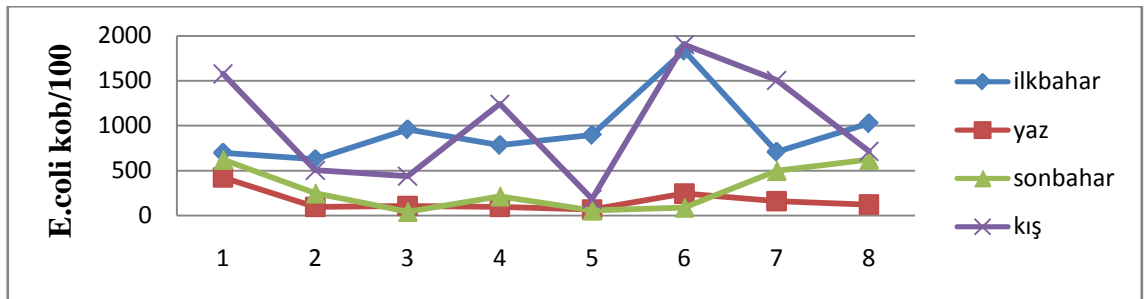
Fekal streptokok bakteri sayısı gözlemleri 8 farklı istasyonda aylık olarak incelenmiş olup ortalama 1814 kob/100 ml olduğu hesaplanmıştır. En yüksek bakteri sayısı Yaz mevsiminde 1. ve 7. istasyonlarda ölçülürken, en düşük sayılar Sonbahar mevsiminde 3. ve 5. istasyonlarda gözlenmiştir (Şekil 39).



Şekil 39. Fekal streptokok ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi

3.2.3.4. E.coli

E. coli bakteri sayısı gözlemleri 8 farklı istasyonda aylık olarak incelenmiş olup ortalama 604 kob/100 ml olduğu hesaplanmıştır. En yüksek bakteri sayısı kış mevsiminde 1. ve 6. istasyonlarda gözlenirken, kış mevsiminde ise yine 6. istasyonda gözlenmiştir. En düşük sayılar 3. ve 5. istasyonlar olmak üzere Sonbahar mevsiminde gözlenmiştir. (Şekil 40).



Şekil 40. *E. coli* ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi

4.TARTIŞMA VE SONUÇLAR

4.1.Organik ve İnorganik Kirlilik

Salarha havzası akarsularının fiziko-kimyasal su kalite parametreleri yanında deterjan ve bakteriyolojik kirliliğinin araştırıldığı bu çalışmada havza akarsularının organik ve inorganik kirlilik durumunu belirlemek üzere fiziksel (su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, bulanıklık, iletkenlik, askıda katı madde, toplam çözünmüş katı madde) ve kimyasal (toplam sertlik, toplam alkalinite, BOİ₅, nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, Orto-fosfat su kalite parametreleri incelenmiştir.

Fiziksel su kalite parametrelerinden su sıcaklığı ortalama 15,4 °C (6,9-23,4 °C), pH ortalama 7,78 (4,8-9,7), çözünmüş oksijen ortalama 9,5 mg/L (7,09-11,48 mg/L), bulanıklık ortalama 15,66 NTU (5,6-13,7 NTU), iletkenlik 134,55 µS/cm (48,1-1504 µS/cm), askıda katı madde ortalama 45,03 mg/L (0-389 mg/L), toplam çözünmüş katı madde ortalama 64,77 mg/L (22,1-751) olacak şekilde bir yıllık periyot içerisinde değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu parametreler sucul yaşamın korunması için genel su kalite kriterleri ve yüzeysel suların kirlilik derecelerinin belirlenme kıstaslarına 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 (bazik) 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 fiziko-kimyasal su kalitesini incelediği çalışmasında havza sularının pH değerinin 6,30 ile 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 vd., 2010) ve İyidere deresinde ise 7,5 (Verep vd.,2005) olduğu, Giresun Aksu deresinde 8,14-8,42 arasında değiştiği (Kalyoncu vd., 2008) ve Artvin Arhavi Kapistre deresinde ise 7,36 (Serkan, 2015) olduğu görülmektedir.

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.,7. 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 vd., 2010), İyidere'de 0,058 mS/cm (Verep vd., 2005), Aksu deresinde 0,17-0,49 mS/cm (Kalyoncu vd., 2008) ve Kapistre deresinde ise 0,085 mS/cm (Serdar, 2015) olduğu belirtilmektedir. Salarhahavzası 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 NTU (Serkan, 2015), Fırtına deresi 9,89 NTU (Gedik vd., 2010), Aksu deresinde 4,16-99,15 NTU arasında (Kalyoncu vd., 2008) ve Kapistre deresinde ise 8,5 FTU (Serdar, 2015) olarak kaydedilmiştir.

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), BOI₅ 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 BOI_5 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 olduğu, amonyum azotu açısından genel anlamda az kirli ve bazı dönemlerde ise 1.,2. ve 4. istasyonlarda çok kirli sayılabilecek koşulların olduğu ve nihayet ortofosfat 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 vd., 2010), İyidere'de 34,90 mg/L (Verap vd., 2005), Aksu deresinde 10,93-18,12 mg/L (Kalyoncu vd., 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 sularıyla uyumlu olduğu ve oldukça yumuşak bir su olduğu tespit edilmiştir.

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 vd., 2010) normal aralıklarda olmakla beraber bölge sularıyla uyumlu bir kimyasal karakterde olduğu belirlenmiştir.

Suların organik kirliliği hakkında bilgi veren BOİ₅değeri, 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 vd., 2008) olduğu bildirilmektedir. Dolayısıyla Salarha havzası sularının organik kirlilik durumu Aksu ve İyidere'ye oranla daha temiz olduğu anlaşılmıştır.

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 vd., 2010) ve Kapistre deresi ortalama 0,0019 mg/L'dir (Serdar, 2015). Bir diğer azotlu nütrient olan Nitrat azotunun Doğu Karadeniz havzası konsantrasyonu ortalama 0,685 mg/L (Serdar, 2015), Fırtına deresi 1,36 mg/L (Gedik vd., 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 alınırca, Doğu Karadeniz havzası suları ortalama 0,028 mg/L'lik (Serdar, 2015) bir konsantrasyon ihtiva ederken, Fırtına deresi ortalama 0,048 mg/L (Gedik vd.,2010), Aksu deresi ortalama 0.050 mg/L (Kalyoncu vd., 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 gözönüne alındığındaDoğu Karadeniz havzası suları ortalama değeri 0,0055 mg/L (Serdar,2015), Fırtına deresi ortalama 0,11 mg/L (Gedik vd.,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.

4.2.Deterjan Kirliliği

Salarha havzası sularında Yüze aktif madde (Anyonik Deterjan) ortalama değer açısından 0,53 mg/L (0,08-1,53 mg/L) olacak şekilde bir yıllık periyot içerisinde

değişmiştir. Salarha havzası akarsularının yüzey aktif madde parametresi incelemelerinde elde edilen bulgular sucul yaşamın korunması için genel su kalite kriterleri ve yüzeysel suların kirlilik derecelerinin belirlenme kriterlerine 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. istasyonlarda, Ocak ayında 1.,2., 6. ve 7. istasyonlarda deterjan açısından kirli sayılabilecek durumlara ulaşılmaktadır. Sadece 6.istasyon olan Güneysu ilçesi çıkış sularını temsil eden Pazarköy istasyonunda çok kirli koşullar Aralık ayında ölçülmüştür.

Salarha havzası sularının ortalama Yüzey 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, 2008) arasında değişen sonuçlar bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde Türkiye'de farklı bölgelerde gerçekleştirilen çalışmalarla uyumlu olduğu ve Salarha havzası sularının yüzey aktif madde kirliliğinin (anyonik deterjan) Ankara Çayından daha temiz iken Gediz ve Karaçay'dan daha kirli olduğu görülmektedir.

4.3.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 (Tablo 4; Şekil 36). 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 4; Şekil 37).

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 (Tablo 4; Şekil 38). Ayrıca *E. coli* bakteri sayısının ise 0-5000 kob/100 ml arasında değerliği ve ortalama *E. coli* değerinin 604 kob/100 ml civarında olduğu bu araştırmada, *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 değerin üstüne çıktığı görölmektedir (Tablo 4; Şekil 39).

Ülkemizin değerliş 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 Kımıran-Erdem (2013)'in 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 ayınının (Kahramanmaraş) kirlilik seviyesinin incelendiği diğer bir çalışmada ise araştırmanın 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 kullanılamayacak 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 faktörlerin etkili olduğu düşünölmektedir.

5.ÖNERİLER

Organik ve inorganik kirlilik unsurları yanında, bakteriyolojik kirlilik ve deterjan kirliliği araştırmalarının gerçekleştirildiği Salarha havzası akarsularında yerinde ve laboratuvar koşullarında belirlenen su kalite ve kirlilik parametreleriyle ilgili ulaşılan sonuçlar incelenirse şu bulgular ortaya çıkmaktadır. Çalışma suresi boyunca fiziksel su kalite parametreleri olan su sıcaklığı ortalama 15,4 C (6,9-23,4 C), pH ortalama 7,78 (4,8-9,7), özünm oksijen ortalama 9,5 mg/L (7,09-11,48 mg/L), bulanıklık ortalama 15,66 NTU (5,6-13,7 NTU), iletkenlik 134,55 S/cm (48,1-1504 S/cm), askıda katı madde ortalama 45,03 mg/L (0-389 mg/L), toplam özünm katı madde ortalama 64,77 mg/L (22,1-751 mg/L) olacak şekilde değişmişlerdir.Diğer yandan 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), BOI₅ 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 ölmşlerdir.

Salarha havzası sularında deterjan kirliliğinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmalarda Yüzey aktif madde (Anyonik Deterjan) konsantrasyonunun havza sularında ortalama 0,53 mg/L (0,08-1,53 mg/L) olduğu görülmüştür. Mikrobiyolojik kirlilik seviyesiyle ilgili çalışmalarda ise toplam koliform değerleri 4-28000 kob/100 ml arasında değişmekte olup ortalama toplam koliform değerinin 5261 kob/100 ml civarında olduğu tespit edilmiştir. Fekal streptokok bakteri sayısının 24-18750 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal streptokok değerinin 1814 kob/100 ml civarında olduğu çalışmada, ayrıca *E. coli* bakteri sayısının ise 0-5000 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama *E. coli* değerinin 604 kob/100 ml civarında olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışma alanında elde edilen su kalite sonuçları değerlendirildiğinde şu sonuçlara ulaşmak mümkün olabilmektedir. 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 ağzı 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.

Yoğun yerleşimin görüldüğü bölgede evsel atık sulardan kaynaklanabilen deterjan kirliliği bakımından havza bazında genel olarak az kirli fakat özellikle kış aylarında Güneysu çıkış suları ve havza çıkışında çok kirli sayılabilecek koşullar oluşmaktadır. Kanalizasyon ve evsel atıksularından kaynaklanan diğer bir kirlilik faktörü olan bakteriyolojik kirlilik seviyesi açısından havza suları incelendiğinde total ve fekal koliform bakteri kirliliği az kirli, fekal streptokok ve *E. coli* bakımından ise rekreatif kullanıma uygun olmayacak düzeyde kirli bulunduğu tespit edilmiştir.

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, helva fabrikaları, kamu ve özel yerleşim alanları, balık üretim çiftlikleri ve son yıllarda sayıları gittikçe artan hidro elektrik santraller atıksularıyla 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 suni 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 taşınması 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, anyonik deterjan ve bakteriyolojik kirlilik faktörlerinin boyutları 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 atıksulara sahip tesislerin arıtma tesisi kurmalarına teşvik edilmeleri gereklidir. Kamuya ait çay fabrikaları ve evsel atıksu toplama tesisine sahip belediyelerin de atıksu 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 ve gerektiğinde su havza yönetim planlamaları su kalitesini düzeltme yönünde gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu S., Ekici, K., Alemdar S. ve Dede S. 1999.** Van Yöresinin Kaynak Sularının Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Kalitesi, Van Tıp Dergisi, 6(2):30-33.
- Aksungur N., ve Firidin Ş. 2008.** Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik, SUMAE Yunus Araştırma Bülteni, 8(2): 1-3.
- Akyurt D., Ayık Ö. 1993.** Su Kirliliği ve Kontrolü, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Yayınları, No:143 (ikinci baskı), Erzurum.
- Alemdar S., Kahraman T., Ağaoğlu S. ve Alışarlı M., 2009.** Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri, Ekoloji Dergisi, 19, 73, 29-38.
- Alkan U., Çalışkan S. ve Mescioğlu Ü. 1999.** UluabatGölü' nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi, Çevkor dergisi 9: (33), 3-5.
- Altun Z. 2011.** Büyük Çekmece Gölünde Mikrobiyolojik Kirlilik. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 258s., 96-114.
- Anonim 2012.** Su ve Yaşam, Algı Tanıtım Yayınları (2012), Ankara, Türkiye, 80 s.
- Anonim 2013.** Rize İl Raporu, Rize, Türkiye, 21s.
- Anonim 2014.** Türkiye Su Ayak İzi Raporu, Ofset Yayınevi, 72s.
- A.P.H.A. 1998.** Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, American Public Health Association, Washington, DC, USA, 1325.
- Avcı S., Bakıcı M. ve Erandaç M. 2006.** Tokat İlindeki İçme Sularının Bakteriler Yönünden Araştırılması Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 28(4):107-112.
- Barlas, M. 2002.** Su kalitesi tayin yöntemleri, yüksek lisans ders notları, 37 s.
- Boran M., Karaçam H. ve Kutlu S. 1998.** Deterjanların Tatlı Suda Biyolojik Parçalanması. III. Su Ürünleri Sempozyum, Erzurum Türkiye, 10-12 Haziran 1998, 5.
- 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.
- Egemen Ö. 2000.** Çevre ve Su Kirliliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 42, Bornova-İzmir.

- Egemen Ö. 2011.** Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:14, 150s, Bornova İzmir (7.Baskı)
- Fevzioğlu S. ve Urçuk H. 2007.** Salarha Havzasında Fizikokimyasal Su Kalitesi Üzerine Bir Araştırma, Rize Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Lisans Bitirme Tezi.
- Gedik K., Verep B., Terzi E. ve Fevzioğlu S. 2010.** Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji Dergisi, 19, 76, 25-35.
- Göksu Z., 2003.** Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları no:7, 3. Baskı, ISBN: 975-8561-24-3, 232 s.
- Gurun S. ve Erdem A. 2013.** Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne Deşarj Alanındaki Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin İncelenmesi, Ekoloji Dergisi, 22, 86, 48-57.
- Gültekin F., Ersoy A., Hatipoğlu E. ve Celep S. 2012.** Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi, Ekoloji Dergisi, 21, 82, 77-88.
- Güven K., Çubukçu N, İptes M., Özyalvaç M., Cumalı S., Nesimigil and Yalçın A. 2007.** İstanbul Boğazı Haliç, İzmit Körfezi, Y. Black Sea, Medi Terran Can Eavira Ment Vol.14, 205-220.
- Kalyoncu, H. ve Zeybek, M. 2009.** Ağlasun ve Isparta Derelerinin Bentik Faunası ve Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere ve Belçika Biyotik İndeksine Göre Belirlenmesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 1(3), 41-48.
- KaradenizŞ.2007.** Riva deresinin bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 81 s.
- 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 Dergisi, 27(5):407-410.
- Kıvanç M., Kunduhoğlu M., Atik S. ve Malkoçoğlu B. 1996.** Eskişehir İçme ve Kullanma Sularının Bakteriyolojik Kirliliği, Ekoloji Çevre Dergisi, 19, 19-21.
- Koloren Z., Taş B., Kaya D.2011.** Ulugöl (Ordu, Türkiye)'de Fekal Kirlilik İndikatör Bakterilerin Tespiti, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi 4 (2): 151-156.
- Köksal F., Oğuzkurt N., Samastı M. 2007.** İstanbul İçme Sularının Bakteriyolojik Yönden İncelenmesi, 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.

- Minareci O., Minareci E. 2009.** Karaçay'da (Manisa) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 26(3), 171-177.
- Özdemir N. 1994.** İskenderun Körfezi İle Çevresindeki Kirlilik, Çevre Dergisi, 12, 25-27.
- Özkanca R. 2013.** Akuatik Mikrobiyoloji, Sürat Yayınları, Gaziemir, İzmir.
- Serdar S. 2015.** Doğu Karadeniz Havzası Akarsularının Mevsimsel Fiziko-Kimyasal Su Kalitesi Değişiminin İncelenmesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 120 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., Şeker D. 2009.** İstanbul Güneybatı Sularında Enterik Bakterilerin CBS Destegi ile İncelenmesi, Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 2009 Elazığ Türkiye 1-4 Ekim, 10(4):505-511.
- Süzek H. 1994.** Van Gölü'nde Yaşayan İnci Kefali (chalcaburnustarichi) Balığı ve Su Piresi (Daphnia sp.) İçin Deterjan Kirliliğinin Etkisi, ekoloji Dergisi, 10, 26-27.
- Şarlı M., Ağaoğlu S., Alemdar S. 2007.** Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden İncelenmesi, Yüzüncü yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 18(1):67-77.
- Şimşek H. 2011.** Sazlıdere Baraj Gölünün Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Tabak F. 2002.** Rize Sahillerinde Fekal Kirlenmenin Boyutları ve Özellikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 58s.
- Tanyolaç J. 2004.** Limnoloji (3.Baskı). Hatipoğlu Yayınevi, 4. Baskı, Ankara.
- Taşpınar B., Verep B., Terzi E. ve Çetindemir D. 2015.** Rize İli Kıyı Şeridinde Bakteriyolojik Kirliliğin Araştırılması, Yunus Araştırma Bülteni, 2015 (2): 17-27.
- Toroğlu E., Toroğlu S. ve Alaeddinoğlu F. 2006.** Aksu Çayında Akarsu Kirliliği, Coğrafi Bilimler Dergisi, 4 (1), 93-103.
- T.C. Resmi Gazete, 2004.** Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 25687, 31.12.2004, 6s.
- Uğur A., Yılmaz F. ve 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. ve 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 Zamanla Değişimi, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ.
- Ünlü A. ve Uslu G. 1999.** Hazar Gölü'nde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, Ekoloji Çevre Dergisi, 8, 32, 7-13.
- Verep B., Serdar O., Turan D. ve Şahin C. 2005.** İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açısından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji Dergisi, 14, 57, 26-35.
- Vural N. ve Duydu Y. 1992.** Ankara Çayının Anyonik ve Noniyonik Yüzey Aktif Madde Kirliliğinin Araştırılması, Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi 2 1, 1-2.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Rize’de doğmuş olup İlköğretimi Rize Çay İlköğretim okulunda, orta öğretimini ise Rize Fener Lisesinde tamamlamıştır. 2008 yılında girmiş olduğu ÖSS sınavında Rize Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2012 yılında Su ürünleri mühendisi unvanıyla mezun oldu. 2013 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalında Tezli Yüksek Lisans Programını kazandı ve halen çalışmalarına devam etmektedir. Aynı zamanda ÇASGEM (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Merkezi)’in altında düzenlenen iş güvenliği eğitimi programını başarıyla tamamlayıp “İş Güvenliği Uzmanı” sertifikasına sahip olmuştur. 2015 Yılında girmiş olduğu POMEM (Polis Meslek Eğitim Merkezi) sınavını kazanmış olup halen polislik eğitimine devam etmektedir.