

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

**SARIÇAY VE BİGA ÇAYINDA (ÇANAKKALE) BAZI KİRLİLİK
PARAMETRELERİNİN SAPTANMASI VE NİTRİT, NİTRAT
BAKTERİLERİ İLE SÜLFÜR OKSİTLEYEN BAKTERİLERİN
İZOLASYONU**

Nurcihan HACIOĞLU
Biyoloji Anabilim Dalı
Tezin Sunulduğu Tarih: **04/02/2011**

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Başaran DÜLGER

ÇANAKKALE

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NURCİHAN HACIOĞLU tarafından **DOÇ. DR. BAŞARAN DÜLGER** yönetiminde hazırlanan “**SARIÇAY VE BİGA ÇAYINDA (ÇANAKKALE) BAZI KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN SAPTANMASI VE NİTRİT, NİTRAT BAKTERİLERİ İLE SÜLFÜR OKSİTLEYEN BAKTERİLERİN İZOLASYONU**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Başaran DÜLGER

Danışman

Prof. Dr. Sanver EKMEKÇİ

Doç. Dr. C.Cem ERGÜL

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Yrd.Doç. Dr. Mustafa YILDIZ

Yrd. Doç. Dr. Binnur M. YAPICI

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Sıra No:.....

Tez Savunma Tarihi: 04/02/2011

Prof. Dr. İsmail TARHAN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Nurcihan HACIOĞLU

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı bana öneren, planlanmasında ve gerçekleştirilmesinde ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Başaran DÜLGER'e, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji laboratuvarının imkanlarını sunan Biyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Veysel Aysel'e, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen - Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü laboratuvar imkanlarından yararlanmamı sağlayan Kimya Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Mustafa YILDIZ'a, yine laboratuvar cihazları konusunda yardımlarını esirgemeyen Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Murat TOSUNOĞLU'na ve Biyoloji Bölümü öğretim elemanı Araş. Gör. Çiğdem GÜL'e, çalışmamdaki istatistik analizlerinde yardımcı olan Coğrafya Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Hasan TATLI'ya, meteorolojik verilerin sağlanmasında yardımcı olan Çanakkale Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne, laboratuvar ve arazi çalışmalarında yardımcı olan Biyoloji Bölümü Yüksek Lisans öğrencileri Selvi DUMAN ve Özlem KÖSE'ye, Doktora eğitimimin devamlılığının sağlanmasında maddi destek sağlayan TÜBİTAK/BİDEB Burs Programına ve eğitimimin ve çalışmaların bu noktaya gelmesinin asıl sebebi olan, maddi ve manevi desteklerini her daim hissettiğim annem Hilmiye HACIOĞLU'na, babam İsmail HACIOĞLU'na ve kardeşim Taner HACIOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Nurcihan HACIOĞLU

SİMGELER VE KISALTMALAR

AKM	: Askıda Katı Madde
BGLBB	: Brilliant Green Lactose Bile Broth
BOİ ₅	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
C	: Karbon
°C	: Santigrat derece
Ca	: Kalsiyum
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
CaCl ₂ .6H ₂ O	: Kalsiyum klorür hegzahidrat
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
cfu	: colony forming unit (koloni oluşturan birim)
ÇO	: Çözünmüş oksijen
cm	: Santimetre
Cu	: Bakır
dk	: Dakika
EMS	: En Muhtemel Sayı
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu
Fe	: Demir
FeCl ₃ .6H ₂ O	: Demir (III) klorür hegzahidrat
FeS ₂	: Demir disülfür
FeSO ₄	: Demir sülfat
g	: Gram
Gr	: Gram Boyama
ha	: hektar
HgCl ₂	: Civa (II) klorür
hm ³ /yıl	: hektometreküp/yıl
H ₂ SO ₄	: Sülfürik asit
IMVIC	: Indole – Methyl Red - Voges Proskauer – Citrate Test
K	: Potasyum
KH ₂ PO ₄	: Potasyum dihidrojen fosfat
K ₂ HPO ₄	: Dipotasyum hidrojen fosfat
KI	: Potasyum iyodür
kJ	: kilojoule

KNO_2	: Potasyum nitrit
KNO_3	: Potasyum nitrat
kob	: Koloni oluşturan birim
KOH	: Potasyum hidroksit
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
mg	: Miligram
μg	: Mikrogram
$\mu\Omega$: mikroohm
Mg	: Magnezyum
MgCl_2	: Magnezyum klorür
MgSO_4	: Magnezyum sülfat
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: Magnezyum sülfat heptahidrat
$\text{m}^3/\text{yıl}$: metreküp/yıl
Mn	: Mangan
MnSO_4	: Mangan sülfat
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: Mangan sülfat tetrahidrat
$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: Mangan sülfat heptahidrat
mL	: Mililitre
MPN	: Most Probable Number
$\mu\text{S}/\text{cm}$: mikrosiemens/santimetre
N	: Normal
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
Na_2CO_3	: Sodyum karbonat
NaHCO_3	: Sodyum bikarbonat
NaI	: Sodyum iyodür
NaN_3	: Sodyum azotür
NaNO_2	: Sodyum nitrit
NaNO_3	: Sodyum nitrat
NaOH	: Sodyum hidroksit
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: Disodyum hidrojen fosfat heptahidrat
Na_2SO_3	: Sodyum Sülfid
Na_2SO_4	: Sodyum sülfat
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: Sodyum tiyosülfat

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: Sodyum tiyosülfat pentahidrat
NH_3	: Amonyak
NH_4Cl	: Amonyum klorür
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: Amonyum sülfat
NO_2^-	: Nitrit
NO_3^-	: Nitrat
O_2	: Oksijen molekülü
P	: Fosfor
PCA	: Plate Count Agar
PCR	: Polymerase Chain Reaction
pfu	: plaque forming unit (plak oluşturan birim)
pH	: Power of hydrogen (Asitlik bazlık derecesi)
PO_4^{-3}	: Fosfat
Si	: Silisyum
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
%	: Yüzde
Zn	: Çinko
ZnCl_2	: Çinko klorür

ÖZET

SARIÇAY VE BİGA ÇAYINDA (ÇANAKKALE) BAZI KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN SAPTANMASI VE NİTRİT, NİTRAT BAKTERİLERİ İLE SÜLFÜR OKSİTLEYEN BAKTERİLERİN İZOLASYONU

Nurcihan HACIOĞLU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Başaran DÜLGER

04/02/2011, 195

Bu çalışmada, Çanakkale ilinin Sarıçay ve Biga Çayı, Ekim 2007 – Eylül 2008 tarihleri arasında her ay periyodik olarak incelendi. Belirlenen istasyonlardan alınan örneklerde su kirliliğini belirleyen bazı parametreler; biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), çözünmüş oksijen (ÇO), iletkenlik, pH, sıcaklık, fekal ve toplam koliform ölçüldü. Bu parametrelerin standartlara uygunluğu karşılaştırılarak büyük çoğunluğunun standartların üstünde olduğu bulundu.

Ayrıca, her iki çayda sülfat redükleyici, denitrifikasyon ve amonifikasyon yapan bakterilerin çoklu tüp fermentasyon tekniği ile en muhtemel sayıları hesaplandı. Bu bakterilerin sayısı Sarıçay ve Biga Çaylarında kirlilik yaratan maddelerin çeşidini ve kirliliğin boyutlarını vermektedir. Bu sonuçlara göre Sarıçay ve Biga Çayının evsel, endüstriyel ve hayvansal kaynaklı kirleticilerle kirlendiği bulundu.

Bunlara ilaveten, çaylarda nitrifikasyonu sağlayan bazı nitrit ve nitrat bakterileri ile *Thiobacillus* grubu sülfür oksitleyici bakteri türleri izole edildi.

Anahtar sözcükler: Su kirliliği, fekal koliform, toplam koliform, nitrifikasyon, *Thiobacillus*, Sarıçay, Biga Çayı

ABSTRACT

INVESTIGATION ON SOME POLLUTION PARAMETERS IN SARICAY AND BIGA STREAM (CANAKKALE) AND ISOLATION OF NITRITE AND NITRATE BACTERIA AND SULPHUR OXIDIZING BACTERIA

Nurcihan HACIOĞLU

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Chair for Biology Thesis of Ph.D.

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Başaran DÜLGER

04/02/2011, 195

In this study, Saricay and Biga stream of Canakkale province were analyzed periodically for every month between October 2007 – September 2008. Samples taken from selected stations in some of the parameters that determine water pollution, biochemical oxygen demand (BOD₅), dissolved oxygen (DO), conductivity, pH, temperature, faecal and total coliform were measured. These parameters were compared with the standards and most of them have been found higher than standards.

Furthermore, In two streams most probable number of sulphate reducing, denitrificating and ammonifying bacteria by using the multiple tube fermentation technique were also determined. The number of these bacteria offers kind of polluting substances and size of the pollution in Saricay and Biga streams. According to these results Saricay and Biga streams were found contaminated with domestic, industrial and animal- derived pollutants.

In addition to these some nitrite and nitrate bacteria which providing nitrification at streams and the group of *Thiobacillus* sp., which oxidize sulphur were also isolated.

Keywords: Freshwater pollution, faecal coliform, total coliform, nitrification, *Thiobacillus* sp., Saricay, Biga stream

İÇERİK

	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Çalışma Alanının Tanıtımı	3
2.2. Çanakkale İlinin Kirlilik Kaynakları	6
2.2.1. Sanayi Atıkları	6
2.2.2. Tarımsal Atıklar	6
2.2.3. Pestisidler	8
2.2.4. Askıda Katı Maddeler	8
2.3. Çayların Genel Özellikleri	9
2.3.1. Sarıçay'ın Genel Özellikleri	9
2.3.2. Biga Çayının Genel Özellikleri	15
2.4. Su Kirliliğinin Saptanmasında Kullanılan Bazı Fiziksel, Kimyasal ve	
Bakteriyolojik Parametreler ve Kirlilik Unsurlarının Saptanması	21
2.4.1. Yüzeysel Sularda Kirletici Unsurlar	22
2.4.2. Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması	23
2.5. Su Kirliliğinin Tespitinde Araştırılması Gereken Başlıca Kriterler ...	26
2.5.1. Çözünmüş Oksijen ve Önemi	26
2.5.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı ve Önemi	28
2.5.3. Elektrik İletkenliği ve Önemi	29
2.5.4. pH ve Önemi	30
2.5.5. Su Kirliliğinin Saptanmasında Kullanılan İndikatör	
Mikroorganizmalar	33
2.5.5.1. Koliform Bakteriler	35
2.5.5.1.1. Fekal Kirliliğin İndikatörü Bakteriler	36
2.5.5.2. Azot Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler	38

2.5.5.3. Sülfat Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler	41
2.5.5.4. Sülfür Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler	41
2.6. Su Kaynaklarının Ülkemizdeki ve Dünyadaki Durumu	41
2.7. Su Kirliliği Sorununun Dünyadaki ve Ülkemizdeki Durumu	42
BÖLÜM 3- MATERYAL VE YÖNTEM	71
3.1. Materyal	71
3.1.1. Örneklerin Sağlanması	71
3.1.1.1. Sarıçay Örnek Alım İstasyonları	71
3.1.1.2. Biga Çayı Örnek Alım İstasyonları	72
3.1.2. Besiyerleri	74
3.1.3. Çözeltiler	79
3.1.3.1. Çözünmüş Oksijen Tayininde Kullanılan Çözeltiler	79
3.1.3.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Tayininde Kullanılan Çözeltiler	81
3.1.3.3. Nitrit Oluşumunda Kullanılan Çözeltiler	81
3.1.3.4. Amonifikasyon Yapan Bakterilerin Saptanması İçin Kullanılan Nessler Çözeltisi	82
3.2. Yöntem	82
3.2.1. Örneklerin Alınması	82
3.2.2. Çözünmüş Oksijen Tespiti	84
3.2.3. Sıcaklık Değerlerinin Ölçümü	84
3.2.4. pH Ölçümü	85
3.2.5. Elektriksel İletkenlik Ölçümü	85
3.2.6. Nitrifikasyon Sürecinin Belirlenmesi	85
3.2.6.1. Nitrit Oluşumunun Saptanması	85
3.2.6.2. Nitrat Oluşumunun Saptanması	86
3.2.6.3. Nitrifikasyon Bakterilerin Saptanması	86
3.2.7. Sülfür Oksidasyonunu Sağlayan Bakterilerin Saptanması	86
3.2.8. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Denitrifikasyon Olayını Gerçekleştiren Bakterilerin Sayımı	87
3.2.9. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Amonifikasyon Bakterilerin Sayımı	87
3.2.10. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Sülfat Redükleyen	

Bakterilerin Sayımı	87
3.2.11. Toplam Canlı Bakteri Sayımı	87
3.2.12. Toplam Koliform Sayımı	88
3.2.13. Fekal Koliform Sayımı	88
3.2.14. Araştırmada Kullanılan İstatiksel Yöntemler	88
BÖLÜM 4 - ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	89
4.1. Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Parametre Bulgularına Göre Genel Değerlendirme	89
4.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Bulguları	89
4.1.1.1. Sarıçay'a ait Fiziksel ve Kimyasal Parametre Bulguları	89
4.1.1.2. Biga Çayı'na ait Fiziksel ve Kimyasal Parametre Bulguları	92
4.1.2. Bakteriyolojik Parametrelerin Bulguları	96
4.1.2.1. Sarıçay'a ait Bakteriyolojik Parametre Bulguları	96
4.1.2.2. Biga Çayı'na ait Bakteriyolojik Parametre Bulguları	102
4.1.3. Nitrifikasyon Bulguları	108
4.1.4. Sülfür Oksidasyonu Bulguları	108
4.2. İstatistik Analiz Yöntemlerine Göre Çayların Karşılaştırılması	109
4.3. Meteorolojik Veriler	110
BÖLÜM 5 - SONUÇLAR VE ÖNERİLER	148
KAYNAKLAR	175
Çizelgeler	I
Şekiller	II
Özgeçmiş	V

BÖLÜM 1**GİRİŞ**

Günümüzde çevre kirlenmesi sorunu plansız kaynak kullanımı, sanayileşme ve kentleşme gibi düzensiz ve denetimsiz gelişme sonucunda tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük boyutlara ulaşan bir sorundur. Yaşamın temel kaynağı olan sudan insanlar çok çeşitli amaçlar için yararlanmaktadırlar. Amerikan mucidi ve diplomatı Benjamin Franklin “Suyun değerini kuyu kurduğu zaman anlarız” demiştir. Bugün maalesef Dünyanın büyük bir bölümü, Franklin’in işaret ettiği gerçeğin ne kadar doğru olduğunu deneyerek öğrenmek tehlikesi ile karşı karşıya gelmiştir. Su uzun süreden beri harcanmış, yanlış yönetilmiş ve fazla kullanılmıştır. Bunların sonuçlarını ise Dünya yeni yeni kavramıştır. İnsanların yaşam düzeyleri yükseldikçe suya karşı talep nüfus artışı hızından çok fazla olmaktadır (Brown ve ark.,1993).

Yeryüzündeki sular güneşin sağladığı enerji ile sürekli bir döngü içinde bulunur. İnsanlar, yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri için suyu bu döngüden alır ve kullandıktan sonra tekrar aynı düzeye verirler. Bu süreçler sırasında suya karışan maddeler, suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek, “su kirliliği” olarak adlandırılan olguyu ortaya çıkarırlar. Söz konusu özellik değişimleri, aynı zamanda sularda yaşayan çeşitli canlı varlıkları da etkiler. Böylece su kirlenmesi sucul ekosistemlerin etkilenmesine, dengelerin bozulmasına ve giderek doğadaki tüm suların sahip oldukları kendi kendine temizleme kapasitesinin azalmasına veya yok olmasına yol açabilir. Su kirliliğini kısaca, antropojen etkiler sonucunda ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri olarak tanımlanmaktadır. Su kirliliği; evsel ve endüstriyel atıkların su ortamlarına arıtmaksızın boşaltımları, tarımda verimi artırma amacıyla kullanılan doğal ve yapay maddelerin su ortamlarına taşınmaları gibi sebeplerle gerçekleşir.

Akarsuların endüstriyel ve evsel atıklarla kirlenmesi, son yıllarda özellikle tarımsal sulama ve su ürünleri bakımından önem kazanmaktadır. Endüstriyel ve evsel atıklar akarsulardaki canlı hayatı tehdit eden toksik maddeler bulundurmakta ve doğal temizlemeyi azaltıcı etkileri nedeniyle de kullanma suyunu teminde güçlükler yaratmaktadır. Çünkü akarsulara bırakılan ve kirlenmeye neden olan bu atık maddelerin bir kısmı parçalanma, çökme, adsorbsiyon veya herhangi bir şekilde yok olma özelliğine sahip değildir (Soyupak, 1987).

Akarsular, küçük dereler, yağmur, kar ve kaynak sularıyla beslenirler. Kanalizasyon suları, fabrika atıkları ile havayı kirleten etkenlerin yağmur ve yüzey akışlarıyla taşınması, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan pestisit ve gübre gibi kimyasal atıklar, akarsuları kirleten başlıca etkenlerdir. Akarsular ve okyanuslar belli bir seviyeye kadar olan kirliliği arıtma özelliğine sahiptir. Bu sınır aşıldığında suda aşırı kirlilik ve bozulma olur. Akarsuların bazı etkenlerle kirlenmesi sonucu akarsularda mevcut olan ekolojikdenge bozulmakta, bitkiler ve hayvanlar olumsuz yönde etkilenmektedir (Ayan, 2005).

Akarsu, göl ve denizler yerüstü sularını oluştururlar. Dünya nüfusunun hızla artmasına rağmen su kaynaklarının sabit olması, bu kaynakların kirletilmemesini ve çok iyi kullanılmasını gerektirmektedir. Bilinçli su kullanımıyla, yaşam kalitemizi bomadan alacağımız basit tedbirlerle su kaynaklarımızın kirlenmesini ve tükenmesini önleyebiliriz.

Gelişmiş ülkeler, su kirliliği sorunlarının çözüm yollarını belirleme çalışmalarını başlatmışlar ve son yıllarda çevre sorunlarının çözümlenmesinde önemli ilerlemeler kaydetmişlerdir. Ülkemizde de son yıllarda çevre konusunda gelişmeler yaşanmaktadır. Bu durum sevindirici olmasına karşın, henüz yeterli bir düzeye ulaşamamışlardır. Toplumumuzun bilinçlenmesi, olayın önemini anlaşılması önemli bir aşamadır. Ancak henüz sorunların çözümü için yerleşmiş bir politika oluşturulmamıştır.

Ülkemizdeki su kirlenmesinin önlenmesi ve giderilmesi doğrultusunda bugüne kadar yapılan çalışmalar ne yazık ki gerekli etkinliği gösterememiştir. Su kirlenmesi sorunu ile ilgili tek bir sorumlu kuruluşun olmaması, kuruluşlar arasındaki iletişim ve eşgüdüm eksikliği birçok araştırmacının gereksiz yere tekrarlanmasına neden olmuş, buna karşın bazı sorunlu bölgelerde hiçbir çalışma yapılmamıştır.

Çanakkale ilindeki Sarıçay ve Biga Çayları evsel ve çeşitli endüstrilerden gelen atıklarla kirlenmeye maruz kalmaktadır. Bu kirlilik halk sağlığını önemli ölçüde tehdit etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada su kirliliğini belirleyen bazı kirlilik parametreleri ile çaylardaki azot ve kükürt döngüleri ve bu döngülerdeki bakterilerin varlığı ve sayıları saptanarak kirliliğin boyutlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Halk sağlığı konusunda önemli bir risk teşkil eden bu çaylarda kirlilik düzeyinin belirlenmesi ve kirliliğe sebep olan konularda halkın bilinçlenmesini sağlayarak gerekli uyarıların yapılması oldukça önem arz etmektedir. Uygulanacak prosedür ve alınacak tedbirler ülkemizdeki benzer diğer su kaynaklarına örnek olacaktır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çanakkale ili yaklaşık 650 km'lik kıyı şeridi ile Ege Denizi ve Marmara Denizini birleştiren suyolu olan Çanakkale Boğazı'nın ayırdığı, Avrupa yakasındaki Gelibolu Yarımadası ile Anadolu'nun batı uzantısı olan Biga Yarımadası üzerinde toprakları olan bir il'dir İl; 25° 37' – 27° 45' doğu meridyenleri ile 39° 40' – 40° 45' kuzey paralelleri arasında 9736,9 km²'lik bir alan kaplar (Anonim, 2007).

Çanakkale İli topraklarının büyük kısmı Marmara Bölgesinin Güney Marmara bölümüne, Edremit Körfezi kıyısındaki küçük bir alan ise Ege bölgesine girer. Çanakkale İlinin jeolojik yapısı incelendiğinde, en altta Triyas öncesi yaşlı Fazlıkonağı formasyonu yer aldığı görülmüştür. Fazlıkonağı formasyonu üzerine uyumsuz olarak Alt Triyas yaşlı Karakaya formasyonu gelir. Karakaya formasyonunu uyumlu olarak Orta-Üst Triyas yaşlı Kapıkaya formasyonu takip eder ve o da uyumsuzluklarla jura yaşlı Sarıkaya formasyonu tarafından örtülür. Sarıkaya formasyonunun üzerine yine uyumsuz olarak Maestrihtien-Üst Paleosen yaşlı Lört formasyonu gelir. Bu birimin üzerinde uyumsuz olarak Alt Lütésiyen yaşlı Karaağaç Limanı formasyonu yer alır. Bu formasyonu Fıçitepe formasyonu izler. Fıçitepe formasyonunu uyumsuz olarak Üst Lütésiyen yaşlı Soğucak formasyonu örter. Soğucak formasyonunu Eosen yaşlı Burgaz, Korudağ, Keşan, Kanlıbent ve Oligosen yaşlı Armuttepe formasyonları izler. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Çanakkale formasyonu alttaki yaşlı birimleri uyumsuz olarak örtmektedir (Anonim, 2007).

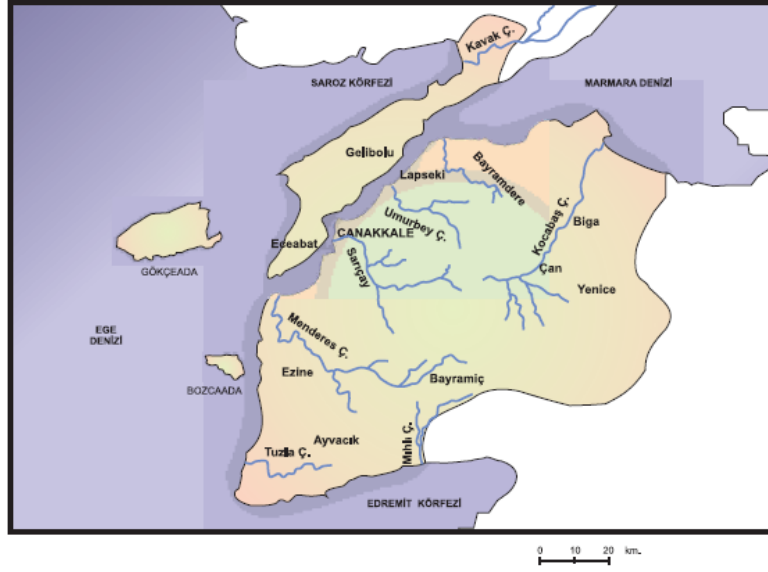
Çanakkale İlinde doğal bitki örtüsü olan ormanlar il topraklarının % 54'ünü (526 148 hektar) oluşturur. Ormanların % 39,1'i normal kuru, % 17,1'i bozuk kuru, % 10,5'i normal baltalık ve % 33,3'ü bozuk baltalıktır (Anonim, 2007).

Bölgedeki ormanların ana ağaç türlerini başta Kızılcım olmak üzere Karaçam, Bodur, Ardiç, Meşe, Kayın, Kestane, Kazdağ Köknarı ve Adi Porsuk oluşturur. İlin düzlük alanlarında (Eceabat, Ezine, Biga ve Karabiga Ovaları) su kenarlarında bulunan çayır ve meralar 63 011 ha alan kaplamaktadır. Çayır ve meraların % 10'u düz, % 3,6'sı hafif, % 15'i orta, % 71,4'ü dik ve daha fazla eğimlidir. İlde, Uluslararası öneme sahip "A Sınıfı" sulak alan kriterinde herhangi bir bölge bulunmamaktadır (Anonim, 2007).

Çanakkale ili, Ülke nüfusunun yaklaşık % 25'ini ve sanayinin % 60'ını barındıran, ülkenin yüzölçümünün ise sadece % 9'luk bir bölümünü kaplayan Marmara Bölgesinde bulunmaktadır. Özellikle 1960'lı yılların ikinci yarısından sonra sahil bölgelerindeki hızlı yapılaşma, buna paralel olarak gelişen turizm hareketleri ve artan nüfusun katkısıyla evsel ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan kirlilik özellikle bir iç deniz niteliğinde olan Marmara Denizini tehdit etmektedir (Anonim, 2007).

Hızlı kentleşme ve çarpık yapılaşma sonucu ortaya çıkan evsel atıklar yanında sanayiden kaynaklanan ve arıtılmadan alıcı ortamlara verilen atık sular doğrudan ya da dolaylı olarak su kaynaklarına ve denizlerimize deşarj edilmekte, bu durum kıyı uzunluğu 670 km'ye varan Çanakkale sahillerini büyük oranda etkilemektedir. Çanakkale kent merkezinde ve Eceabat, Lapseki, Gelibolu ilçelerinde evsel atık sular kanalizasyon sistemi ile toplanıp, derin deniz deşarjı sistemi ile Çanakkale Boğazı'na diğer yerleşim yerlerinde ise dere yataklarına deşarj edilmekte ya da fosseptiklerde toplanmaktadır. İl merkezinde, kanalizasyon sisteminin son noktası Çimenlik Kalesi mevkiinde tarihi sit alanı içinde yer almaktadır (Anonim, 2007).

Çanakkale ilinde bulunan tüm akarsuların düzenli bir akış rejimi yoktur. Tüm akarsularda sonbahar yağmurlarında ve yüksek kesimlerdeki karların erimeye başladığı Nisan ve Mayıs aylarında su hacmi artmaktadır. Bunun dışındaki sürelerde akarsu debileri dakikada bir kaç litreye kadar düşmektedir. İl sınırları içinde Biga Yarımadasında yer alan Biga (Kocabaşçayı), Bayramdere, Umurbey Çayı ve Sarıçay Kuzey Marmara Havzasında, Menderes Çayı, Tuzla Çayı ve Mihli Çayı ise Güney Marmara Havzasında yer almaktadır. Bu çaylardan özellikle Sarıçay, Kocabaş Çayı ve Menderes Çayı drenaj alanları itibarı ile birçok yerleşim yeri ile etkileşim içinde bulunduğu için kirlilik tehdidi altında kalmaktadırlar (Şekil 2.1) (Anonim, 2007). İl sınırları içinde bulunan akarsular ulaşım, taşımacılık ve su sporlarına uygun bir özellik göstermemektedir. Sadece tatlı su balıklarının varlığı, amatör olarak yöresel balıkçılık faaliyetlerine neden olmakta, ancak bu faaliyetler güçlü bir ekonomik potansiyel oluşturmamaktadır.



Şekil 2.1. Çanakkale ili önemli akarsuları (Anonim, 2007).

İl sınırları içinde su kaynaklarına etkisi olan yaklaşık 300 adet işletme vardır. Bu işletmelerden 230 tanesi gıda sektörüne, 60 tanesi dericilik sektörüne ve 6 tanesi de çimento ve toprak sanayine aittir. Özellikle Biga ve Ezine İlçelerinde bulunan deri işletmelerinden kaynaklanan atık sular, İldeki en önemli su kirliliği kaynağı olarak göze çarpar. Biga İlçesindeki Tabaklar Odasına kayıtlı yaklaşık 2007 yılı sonu itibarı faal olan yaklaşık 20 kadarının atık suları İlçe Merkezinden geçen Biga (Kocabaş) Çayını, Ezine İlçesinde de bulunan 4 adet deri işletmesinden kaynaklanan atık sular Eski Menderes Çayını kirletmektedir (Anonim, 2007).

Bununla beraber İl genelinde özellikle Biga, Bayramiç ve Ezine İlçelerine yayılmış 80 civarında mandıra ve yine Bayramiç, Ayvacık ve Ezine Bölgelerinde yayılmış 66 kadar zeytinyağı imalathanesi, yerel yönetimlere ait mezbahalar İlde diğer kirlilik kaynakları olarak göze çarpmaktadır (Anonim, 2007).

Özellikle İl sınırları içinde faaliyet gösteren küçük ölçekli zeytinyağı imalathaneleri ve süt ürünleri işleyen tesisler atık sularını kuru dere yataklarına veya alıcı su ortamlarına vermektedirler. Bu işletmeler atık sularının bertarafı için basit fiziki tedbirler almakla birlikte, bu tedbirler çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bununla beraber zeytinyağı imalathaneleri ve mandıra gibi işletmelerden kaynaklanan atık suların BOİ₅ değerlerinin oldukça yüksektir (Anonim, 2007).

2.2. Çanakkale İlinin Kirlilik Kaynakları

2.2.1. Sanayi Atıkları

Çanakkale ilindeki geçim kaynağının temelini küçük sanayi işletmelerinin yanında tarım ve hayvancılık oluşturmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda sebze, deniz ürünleri ve hayvansal gıda işleme alanındaki alt sanayi kolları da gelişme göstermiştir.

Toprağa dayalı seramik ve çimento, madencilik, kimya, sentetik deri ve şarap il sanayisinde önemli bir yere sahiptir. Sanayi atıklarından kaynaklanan kirlenmeyi en aza indirebilmek için ilde çeşitli işletmelerde arıtma tesisi kurulmuştur (Odabaşı, 2005; Anonim, 2007).

2.2.2. Tarımsal Atıklar

Tarım, ildeki en önemli gelir kaynağı olmakla beraber diğer bir gelir kaynağı olan hayvan ve tavuk çiftliklerinden kaynaklanan katı atıklar büyük oranda gübre olarak kullanılmaktadır. Fazla miktarda azot içeren suni gübre, azota doymuş hayvansal gübre, tarım toprağına bırakıldığından insan ve çevre sağlığı açısından sorunlar yaratabilir. İlin sulu ve kuru tarım yapılan yaklaşık 338 094 ha tarım arazisinde önemli miktarda gübre kullanıldığı tahmin edilmektedir (Odabaşı, 2005; Anonim, 2007).

Azot bileşikleri su kirliliği açısından çeşitli etkiler yaparlar. Bunların başlıcaları; ötrifikasyon, oksijen bilançosunun etkilenmesi ve içme sularındaki toksikoloji sorunlarıdır. Yüzeysel sulara karışan azot bileşikleri doğal ya da antropojen kökenli olabilir. Antropojen kökenli azot yükleri, doğal kaynaklı olanlara nazaran çok daha büyük önem taşır. Antropojen kaynaklı azot yükleri noktasal ve dağınık olmak üzere ikiye ayrılmakta olup, noktasal azot yüklerinin en önemli bölümünü arıtılmış ya da arıtılmamış evsel atıksular oluşturmaktadır. Dağınık kaynaklı azot yükünün en önemli bölümünü ise tarımsal üretim oluşturmaktadır. Tarımsal arazinin drenajı ile oluşan nitrat yükü; bitkilerin cinsi, besin maddesi gereksinimi ve büyüme süresine, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile nemlilik ve yeraltı suyu hareketlerine, gübrelemenin cinsi, miktarı ve zaman içindeki dağılımına, yağış miktarı ve rejimine, ayrıca arazinin topoğrafyasına önemli ölçüde bağlıdır. Çanakkale İlinin önemli su kaynaklarından olan akarsuların verimli ovalarla etkileşim içinde bulunduğu tarım topraklarında nitrat konsantrasyonları genelde sınır değerinin üzerinde çıkmakta, bu değerler I. Sınıf Kıtaçi Su Kaynakları sınır değerini sağlamamaktadır (Anonim, 2007).

Yüzeysel su ortamlarında birincil üretimin (Ototrofik) sınırlayabileceği faktörler azot ve fosfor olmaktadır. Bu nutrientler kullanılmış sularda önemli ölçülerde bulunabildikleri için birincil üretimi hızlandırmakta, bunun sonucunda da ötrofikasyon oluşmaktadır (Anonim, 2007).

Sulara karışan azot ve bileşiklerinin diğer bir olumsuz yanı, biyolojik süreç içinde nitrit ve nitrat dönüşümlerinde önemli oranda oksijen tüketimine neden olunmasıdır. Yapılan araştırmalarda 1 mg/L amonyağın nitrata oksitlenmesi sırasında 3,9 - 4,1 mg/L oksijen tüketildiğini ortaya koymaktadır. Yine içme sularındaki nitrat ve amonyum konsantrasyonları yüksek değerlerde olması insan sağlığına önemli ölçüde zarar vermekte, 4,5 mg/L üzerindeki nitrat miktarı kişilerde barsak, sindirim ve üriner sistemde rahatsızlıklara neden olmaktadır. Bununla beraber balıklar ve diğer su canlıları için nitratın toksisite sınırı 3 - 13 g/L, nitritin ise 20 - 30 mg/L civarındadır. Sudaki serbest amonyağın 0,2 – 2 mg/L'nin üzerinde bir değerde bulunması, balıkların merkezi sinir sistemi ile kan dolaşımını olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir (Samsunlu, 1999).

Fosfor, sulu sistemlerde çok yönlü ve karmaşık kimyasal ve biyokimyasal dengelerin anahtarı durumundadır. Fosfor çok çeşitli türleri ile su kirliliğinin temel unsurlarından biri olup, büyük oranda endüstriyel ve evsel atıksular ile alıcı ortama verilir. Evsel kökenli kanalizasyon sularındaki fosfatların % 35 - 70'i deterjanlardan kaynaklanmaktadır.

Yüksek konsantrasyonlardaki fosforun akarsu, göl ve denizlerde ötrofikasyona neden olduğu bilinmekte olup, çeşitli yollarla yüzey sularına ulaşan fosfatlar suyun oksijen bakımından zengin üst kısımlarında bulunan alg ve diğer fotosentetik bitkilerin aşırı miktarda çoğalmasına yol açmakta ve suyun anaerobik karakterli dip kısmına çöken organizmaların sayısında bir artış meydana gelmektedir.

Çanakkale İli sınırları içinde yer alan Atikhisar ve Bayramiç Baraj göllerinde yapılan toplam fosfat ölçümlerinde elde edilen değerler I. Sınıf Kıtaçi Su Kaynakları için belirlenen sınır değerinin ortalama on kat üzerinde çıkmıştır. Bu durum bize tarımsal faaliyetlerde kullanılan fosfatlı gübrelerin bir kısmının yağışlardan kaynaklanan drenaj ile su kaynaklarına geçtiğini göstermektedir (Anonim, 2007).

2.2.3. Pestisidler

Pestisidler, diğer adıyla biositler arzu edilmeyen organizmaları ortadan kaldırmada kullanılan sentetik veya organik kökenli bileşiklerdir. Tarımda bitki zararlıları ile yapılan

mücadelelerde kullanılan her türlü ilaç, preparat ve bunların imalinde kullanılan maddeler pestisid grubuna girmektedir (Anonim, 2007).

Çanakkale ilinde, tarım yapılan topraklar 338 094 hektarlık alan ile ilin yaklaşık % 37,4'sini kaplamakta olup bu değer zeytinlik alanlarla 360 000 hektarı bulmaktadır. Bu topraklarda kullanılan pestisid miktarının son 15 yıllık ortalama değeri 1250 - 1300 g'dır. Yılın önemli bir bölümünde rüzgar hakim olduğundan tarımsal ilaçlama, havadan değil, yerden yapılmaktadır. Bu tip ilaçlamada kullanılan pestisidlerin % 75 - 80 kadarı doğrudan doğruya toprağa geçtiğinden tarım toprakları önemli bir tehdit altındadır (Odabaşı, 2005; Anonim, 2007).

2.2.4. Askıda Katı Maddeler (AKM)

Yüzeysel sularda askı halinde bulunan tanecikler, mineral veya organik kökenli olabilir. Mineral kökenli askı maddeleri, zemin erozyonundan kayanaktanıp, suda kum ve kil tanecikleri şeklinde görülür. Askıda katı maddeler suda canlı yaşamına olumsuz etki yaparlar. Bahse konu maddeler bulanıklılığı arttırdığı için suyun ışık geçirgenliği azalır ve bunun sonucu fotosentez ile oksijen üretimi azalır. Askıda katı maddeler, akarsular üzerine kurulan baraj haznelere açısından da olumsuz özelliklere sahiptir. Bu haznelerde akım hızının azalması ve uzun bekleme süreleri nedeniyle çökeltme olayı artar, böylece suyu biriktirme amacıyla kurulmuş olan baraj haznelerinin faydalı hacmi yıldan yıla azalır.

Askıda organik maddelerin önemli bir bölümü bitki artıkları, humus, doğal gübreler ile evsel ve endüstriyel atıksuklardan oluşur. Yüzeysel sulardaki organik madde tanecikleri akış süreci boyunca askıda kalmayabilir. Bunlardan bir kısmı tabana çökerek dip çamurunu oluştururken diğer bir kısmı fiziksel parçalanma ve biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda koloidal ve moleküler düzeyde çözülmüş organik maddeye dönüşür. Özellikle kanalizasyon çıkış ağızlarında oluşan çamur birikintilerinin giderilmesi oldukça pahalı işlemler gerektirir. Akarsularda askı maddesini azaltmak amacıyla ağaçlandırma ve teraslama gibi önlemler alınmalıdır. Çanakkale İli sınırlarında bulunan önemli akarsuların mansablarından 1998 - 2005 yılları arasında alınan su örneklerinin mevsimsel ortalama Askıda Katı Madde değerleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (Anonim, 2007).

Çizelge 2.1. Önemli yüzeysel su kaynaklarında ortalama AKM değerleri (Anonim, 2007)

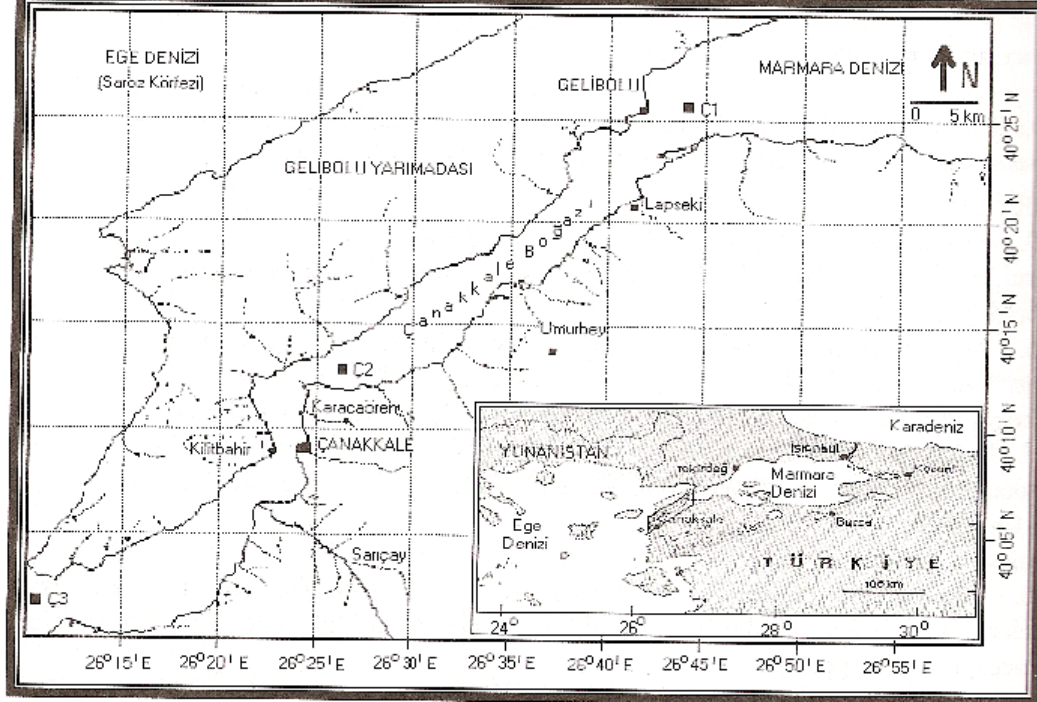
Parametre (mg/L)	Sarıçay		Menderes		Kocabaş	
	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış
AKM	74	124	95	138	84	132

Ayrıca Çanakkale kent merkezinde ve Eceabat, Lapseki, Gelibolu, Gökçeada ilçelerinde evsel atıksular kanalizasyon sistemi ile toplanıp, derin deniz deşarjı sistemi ile Çanakkale Boğazı'na, diğer yerleşim yerlerinde ise dere yataklarına deşarj edilmekte ya da fosseptiklerde toplanmaktadır. İl merkezinde, kanalizasyon sisteminin son noktası Çimenlik Kalesi mevkiinde tarihi sit alanı içinde yer almaktadır (Karslıoğlu ve ark., 2004).

2.3. Çayların Genel Özellikleri

2.3.1. Sarıçay'ın Genel Özellikleri

Çanakkale kent merkezinde olan Sarıçay (Kocaçay); Bursa iline 271, İzmir'e 325 ve Balıkesire 210 km uzaklıktadır. 25° 37' – 27° 45' doğu meridyenleri ile 39° 40' – 40° 45' kuzey paralelleri (Şekil 2.2) koordinatları arasında olup, deniz seviyesine göre yüksekliği 2 m'dir (Anonim, 2007).



Şekil 2.2. Sarıçay'ın genel konumu (Türkoğlu ve ark., 2008).

Sarıçayın jeolojik yapısı incelendiğinde; Çanakkale kenti ve çevresinde 3 farklı jeomorfolojik birim belirlenmiştir. Bunlar; Sarıçay deltası ve alüvyal taban düzlüğü, bu taban düzlüğünü çevreleyen ve tabana doğru hafifçe eğimli yamaç arazileri ile yükseltisi 50 – 100 m arasında değişen dalgalı plato düzlükleridir. Boğaz çevresindeki topoğrafyanın Pliyosen sonu ve Kuaterner boyunca gerçekleşmiş gelişmelerinde, akarsu erozyonunun hakim rol oynadığı belirlenmiştir. Kentin kurulduğu ve gelişim gösterdiği Sarıçay alüvyal düzlüğü, Sarıçay'ın havzasından taşıdığı pekişmiş kil, kum ve çakıl iriliğinde alüvyonlardan meydana gelmiştir. Alüvyal düzlüğü çevreleyen yamaçların alt kademelerinde, akarsu taraçalarıyla birikinti koni ve yelpazeleri sıralanmaktadır. Çevre plato sahaları Çanakkale Formasyonu olarak tanımlanan Miosen ve Pliyosen yaşlı bir denizel istif üzerinde gelişmiştir (Çavuş, 2007).

Sarıçay Havzasının iklimi, bulunduğu yer nedeniyle geçiş iklimi özellikleri gösterir. Genel olarak Akdeniz ile Karadeniz iklimi arasında bir durum arzeder. Genel karakter, Sonbahar ve İlkbaharda olmak üzere bütün yıl yağışlı, kışlar soğukça, yazlar sıcak ve hava bütün yıl hareketlidir. Yıllık ortalama hava sıcaklığı (1929 - 1998) 14,8 °C'dir. En yüksek sıcaklık 38,8 °C ile Ağustos, en düşük sıcaklık ise - 11,5 °C ile Şubat ayında gerçekleşmiştir. Son 37 yıllık rasatlarda; yıllık ortalama hava sıcaklığı 14,9 °C olarak kayda geçmiştir. Son 40 yıllık rasatlar sonucu; yıllık yağış ortalaması 629,1 mm olup,

yıllık ortalama en fazla yağış 116,6 mm ile Aralık ayında, yıllık ortalama en az yağış da 7,4 mm ile Ağustos ayında tespit edilmiştir. Yine son 39 yıllık rasatlarda; nispi nem ortalaması % 71, yıllık nem ortalamasının en yüksek olduğu ay % 79'luk değerle Aralık ayı, en düşük ay ise % 59'luk değerle Temmuz ayı olarak gözlemlenmiştir (Anonim, 2007).

Bölgenin beşinci büyük akarsuyu olan ve yörenin Asya yakasındaki diğer akarsuları gibi Kazdağları'ndan doğan Sarıçay'ın (Kocaçay) su potansiyeli $75 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Uzunluğu 40 km olan Sarıçay; Kirazlı Dağı, Aladağ ve Kayalı Dağlarından gelen derelerle beslenip, Çiftlik Deresi ile birleşene kadar Şeytan Deresi adı ile de anılmaktadır. Kurşunlu Köyü yakınlarında Çanakkale Ovasına çıkan çay, Çanakkale Merkez İlçe'sini ikiye ayırarak Çimenlik Kalesi'nden boğaza dökülür. Sarıçayın genel görünümü Şekil 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.3. Sarıçay'dan bir kesit

(<http://img138.imageshack.us/img138/9828/dscf0596dgl.jpg>).

Sarıçay'a yer altı suları da katkıda bulunmaktadır. Çanakkale Kirazlı Ovası'nda yer altı suyundan akarsuya drenaj, yıllık ortalama $2,7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ civarındadır. Aynı ovada denize drenaj miktarı ise $1,2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ kadardır (Anonim, 2007).

Debisi, en az $15 - 20 \text{ m}^3/\text{sn}$, en yüksek $300 \text{ m}^3/\text{sn}$ arasında değişmektedir. Yıllık ortalama akım Çanakkale merkezde $1019 \text{ m}^3/\text{saniye}$ 'dir. Sarıçay'dan arazi sulaması ve kullanma suyu olarak faydalanılırken; Sarıçay üzerinde kurulan Atikhisar barajından içme suyu olarak yararlanılmaktadır (Koç, 2006).

Şehrin gelişiminde doğal sınırlayıcı faktörlerden biri de Sarıçay'dır. Çanakkale Kent Merkezi'nin üzerinde bulunduğu alan, Sarıçay'ın taşıdığı alüvyonların birikmesi ile

oluşmuş bir deltadır. Sarıçay'ın çevresindeki bataklıklar yerleşmeyi engellemiş, fakat bu sahalar 1970'li yıllarda drene edilerek kullanıma açılmıştır. Sarıçay, Sarıçay Ovası'nı oluşturmuştur ve onu sulamaktadır. Geçmişten bu yana tarihi, kültürel ve ticari açıdan önemli bir yere sahip olan kıyı kenti Çanakkale'de özellikle son yıllardaki hızlı ve plansız kentleşmeden nasibini almıştır. Bu baskı özellikle Çanakkale Boğazı kıyılarında kendini yoğun olarak hissettirmektedir. Kentin en önemli su kaynaklarından biri olan Sarıçay'da bu baskıdan nasibini almış durumdadır. Özellikle sanayi, yerleşim, katı atık ve çöp depolama amaçlı olarak kıyısız alanlar adeta işgal edilmiştir (Koç, 2006). Sarıçay'da bu sebeplerle görülebilecek fiziksel, kimyasal su kalitesi değişimlerine ait analiz sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.2) (Anonim, 2007).

Çizelge 2.2. Sarıçay akarsuyuna ait fiziko-kimyasal su kalitesi analiz sonuçları (Anonim, 2007)

Parametre	Sosyal Konutlar Önü									SKKY Çizelge 1- 1. sınıf (mg/L)
	Atikhisar Barajı- Kurşunlu Köyü arası (mg/L)			Truva Köprüsü (mg/L)			Tahta Köprü Altı (mg/L)			
	1998	2001	2003	1998	2001	2003	1998	2001	2003	
Sıcaklık (°C)	24,1	24,6	21,2	24,3	25,6	21,4	23,8	25,3	21,6	25
Çözünmüş oksijen (mg/L)	8,9	8,2	8,4	8,8	6,3	7,2	7,8	4,1	6,8	8,0
pH	8,1	7,7	7,4	8,0	7,9	7,8	8,2	8,2	7,9	6,5-8,5
BOİ ₅ (mg/L)	10	8	8	24	24	18	22	36	28	4
KOI (mg/L)	30	24	26	65	62	48	50	88	62	25
Nitrit (mg/L)	0,015	0,01	0,001	0,028	0,09	0,03	0,023	0,06	0,04	0,002
Nitrat (mg/L)	0,9	1,9	1,4	1,31	1,65	1,3	1,55	2,45	1,9	5
T. Fosfat (mg/L)	0,02	0,06	0,04	0,045	0,38	0,18	0,02	0,18	0,22	0,02
Kadmiyum (mg/L)	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0,001	0,003
Kurşun (mg/L)	0,028	0,012	0,01	0,071	0,034	0,02	0,051	0,052	0,03	0,01
Çinko (mg/L)	0,01	< 0,2	< 0,2	0,1	< 0,2	< 0,2	0,1	0,2	0,2	0,2

Çanakkale ilinde büyük boyutta sel felaketi yaşanmamasına rağmen 1963 - 1965 yılları arasında görülen yağışlar sebebiyle Merkez İlçe içinden geçen Sarıçay'ın taşması sonucu yer yer su baskınları meydana gelmiş, ancak Sarıçay üzerine Atikhisar barajı yapıldıktan sonra yoğun yağışlardan kaynaklanabilecek su baskını tehlikesi önemli ölçüde

engellenmiştir. Atikhisar barajından Çanakkale'nin içme suyu kaynağı olarak yararlanılmasının dışında Sarıçay'dan herhangi bir ekonomik değer elde edilememiştir (Anonim, 2007).

Sulak alanlar; özellikleri ve barındırdıkları canlıların zenginliği yönünden doğal dengenin sürekliliğinde büyük öneme sahiptir. Ancak evsel, tarımsal ve bazı sanayi atıklarının sucul ortama boşaltılması Sarıçay'da biyolojik çeşitliliğin etkilenmesine neden olmaktadır.

Sarıçay üzerinde kuşlar için önemli bir sulak alan olan Atikhisar barajı bulunur. Gürkan (2005), Atikhisar baraj göleti, Sarıçay taşkın ovası ve Sarıçay Deltası denilen 3 bölgeyi kapsayan çalışmasında Sarıçay Deltasında görülen kuş türlerini incelemiş 15 Ordo'dan (Podicipediformes, Procellariiformes, Pelecaniformes, Ciconiformes, Anseriformes, Falconiformes, Gruiformes, Charadriiformes, Columbiformes, Cuculiformes, Strigiformes, Apodiformes, Coraciiformes, Piciformes, Passeriformes) 34 Familya'ya dahil toplam 90 kuş türü gözlemiştir. Bölgede gözlenen kuş türleri *Podiceps cristatus* (Bahri), *Podiceps nigricollis* (Kara Boyunlu Batağan), *Puffinus yelkouan* (Yelkovan), *Phalacrocorax carbo* (Karabatak), *Phalacrocorax aristotelis* (Tepeli Karabatak), *Phalacrocorax pygmeus* (Cüce Karabatak), *Egretta garzetta* (Küçük Ak Balıkçıl) *Casmerodius albus* (Büyük Ak Balıkçıl), *Ardea cinerea* (Gri Balıkçıl), *Ardea purpurea* (Erguvani Balıkçıl) *Ciconia nigra* (Kara Leylek), *Ciconia ciconia* (Leylek), *Tadorna ferruginea* (Angıt), *Milvus migrans* (Kara Çaylak), *Haliaeetus albicilla* (Ak Kuyruklu Kartal), *Accipiter nisus* (Atmaca), *Buteo buteo* (Şahin), *Buteo rufinus* (Kızıl Şahin), *Aquila chrysaetos* (Kaya Kartalı), *Falco tinnunculus* (Kerkenez), *Falco peregrinus* (Gök Doğan), *Fulica atra* (Sakarmeke), *Burhinus oedicephalus* (Kocagöz), *Charadrius alexandrinus* (Akça Cılibıt), *Vanellus vanellus* (Kızkuşu), *Scolopax rusticola* (Çulluk), *Tringa totanus* (Kızılbacak), *Actitis hypoleucos* (Dere Düdükçünü), *Arenaria interpres* (Taşçeviren), *Larus melanocephalus* (Akdeniz Martısı), *Larus minutus* (Küçük Martı), *Larus ridibundus* (Karabaş Martı) *Larus cachinnans* (Gümüş Martı), *Sterna hirundo* (Sumru), *Columba livia* (Kaya Güvercini), *Columba palumbus* (Tahtalı), *Streptopelia decaocto* (Kumru), *Streptopelia turtur* (Üveyik), *Cuculus canorus* (Guguk), *Otus scops* (İshakkuşu), *Athene noctua* (Kukumav), *Apus apus* (Ebabil), *Alcedo atthis* (Yalıçapkını), *Merops apiaster* (Arıkuşu), *Upupa epops* (İbibik), *Picus viridis* (Yeşil Ağaçkakan), *Dendrocopus syriacus* (Alaca Ağaçkakan), *Melanocorypha calandra* (Boğmaklı Toygar), *Galerida cristata* (Tepeli Toygar), *Alauda arvensis* (Tarla Kuşu), *Hirundo rustica*

(Kırlangıç), *Hirundo daurica* (Kızıl Kırlangıç), *Delichon urbicum* (Ev Kırlangıcı), *Anthus campestris* (Kır İncirkuşu), *Motacilla flava* (Sarı Kuyruksallayan), *Motacilla alba* (Ak Kuyruksallayan), *Erithacus rubecula* (Kızıl Gerdan), *Luscinia megarhynchos* (Bülbül), *Phoenicurus ochruros* (Kara Kızılkuyruk), *Saxicola torquatus* (Taşkuşu), *Oenanthe oenanthe* (Kuyrukkakan), *Monticola solitarius* (Gökardıç), *Turdus merula* (Karatavuk), *Turdus pilaris* (Tarla Ardıç), *Turdus iliacus* (Kızıl Ardıç), *Turdus viscivorus* (Ökse Ardıç), *Hippolais pallida* (Ak Mukallit), *Sylvia communis* (Ak Gerdanlı Ötleğen), *Regulus regulus* (Çalikuşu), *Parus ater* (Çam Baştankarası), *Parus major* (Büyük Baştankara), *Sitta krueperi* (Anadolu Sıvacısı), *Sitta europaea* (Sıvacı), *Oriolus oriolus* (Sarıasma), *Garrulus glandarius* (Alakarga), *Pica pica* (Saksağan), *Corvus monedula* (Küçük Karga), *Corvus corone* (Leş Kargası), *Corvus corax* (Kuzgun), *Sturnus vulgaris* (Sığırcık), *Passer domesticus* (Serçe), *Passer hispaniolensis* (Söğüt Serçesi), *Passer montanus* (Ağaç Serçesi), *Fringilla coelebs* (İspinoz), *Carduelis chloris* (Florya), *Carduelis carduelis* (Saka), *Emberiza melanocephala* (Karabaş Kirazkuşu), *Miliaria calandra* (Tarla Çintesi), *Emberiza cirrus* (Bahçe Çintesi), *Emberiza hortulana* (Kirazkuşu)'dır. Yaklaşık uzunluğu 40 km. olan ve üzerinde kuşlar için önemli bir sulak alan olan Atikhisar baraj göletini bulunduran Sarıçay'ın oluşturduğu delta yüzölçümüyle kıyaslandığında, barındırdığı toplam 90 kuş türüyle oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Koruma statüsünde olmayan Çanakkale Sarıçay deltası, artan nüfus, yeni yerleşim alanlarının inşa edilmesi ve sanayileşmenin bir sonucu olarak sürekli kirletilmekte ve kuşlar için doğal bir yaşam ortamı olma özelliğini kaybetmektedir. Çanakkale - Çan yolu üzerinde yer alan bazı fabrikaların ve madencilik kuruluşlarının atıkları Sarıçay'a karışmaktadır. Bunlara ilave olarak diğer sanayi atık ve atıklarıyla birlikte, Sarıçay'a doğrudan ya da dolaylı olarak aktarılan evsel atıklarla, kuş türleri olumsuz yönde etkilenmektedir.

Sarıçay üzerinde kurulu olan Atikhisar barajında aynı zamanda *Cyprinus carpio* L. (Aynalı sazan) üretimi de yapılmaktadır. Bunun dışında ekonomik öneme sahip balık türlerinden ise sadece *Leuciscus cephalus* L. (Tatlı su kefali) ve *Mugil cephalus* (Kefal) türlerinin avlandığı bilinmektedir (Çakır, 2004).

Amfipod *Gammarus insensibilis*, dekapod *Carcinus aestuarii* ve mollusk *Dreissena polymorpha* gibi bazı bentik makroomurgasızlarında Sarıçay'da bulunduğu tespit edilmiştir (Selvi, 2006).

Sarıçay'da yapılan herpetofauna çalışmalarına rastlanmamakla beraber *Hemidactylus tursicus* (Yarım parmaklı keler) türünün burada bulunduğu tespit edilmiştir (Kaya, 2005).

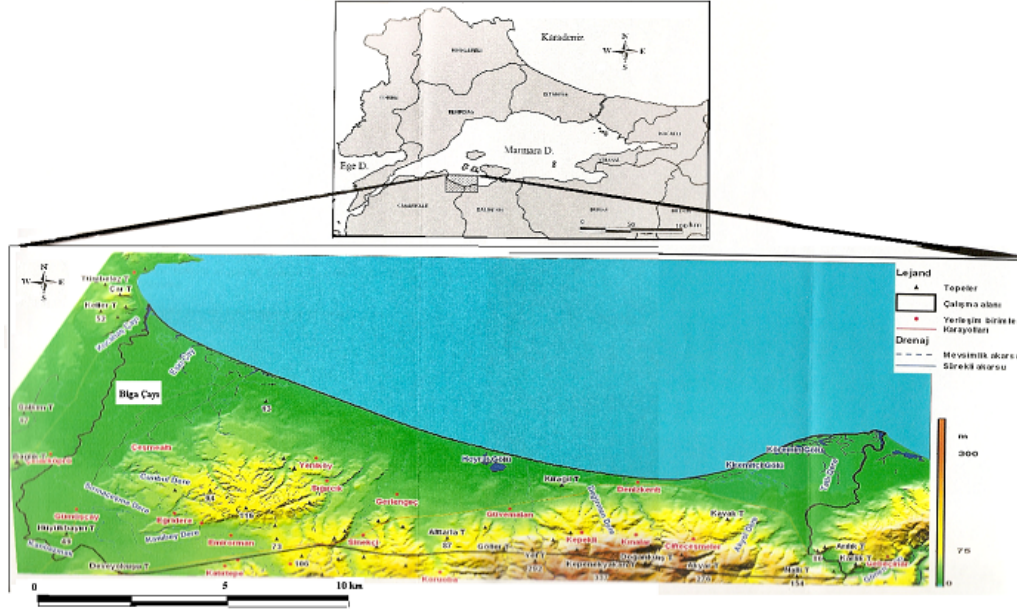
Çanakkale Boğazı suları ile devamlı değişim halinde bulunan Sarıçay'ın deniz ile bağlantılı olduğu deltasında yoğun bir midye *Mytilus galloprovincialis* Lam. yatağı bulunmaktadır. Bununla beraber sürekli koruma altında bulunan *Lutra lutra* (su samuru) türünde Sarıçay'ın farklı lokalitelerinde görüldüğü ve balıkçı barınaklarının çok yakınına kadar gelebildiği ve kendisi için bırakılan balıkları tükettiği bildirilmiştir (Tunçer, 2002).

Sarıçay bölgesi sucul bitkileri üzerine yapılmış literatür çalışmasına rastlanılamamıştır.

Merkez ilçede kirlilik kaynağı olabilen işletmelerin dağılımı: 1 adet Mantar İşletmesi, 1 adet Metal Sanayi, 2 adet Mobilya-Dekorasyon Sanayi, 1 adet Sebze - Meyve İşleme, 1 adet Soğuk Lastik Kap., 1 adet Su Ürünleri İşleme, 2 adet Süt Ürünleri İşleme, 1 adet Tekstil, 15 adet Turizm İşletmesi , 2 adet Toprak Sanayi, 3 adet Un Sanayi, 4 adet Zeytinyağ İmalathanesi olmak üzere toplam 36 adettir.

2.3.2. Biga Çayının Genel Özellikleri

Marmara Bölgesinin güneybatı bölümünde yer alır. Çanakkale kent merkezine 90 km Bursa iline 180 km uzaklıktadır. 27° 13' – 27° 28' doğu boylamları ile 40° 15' – 40° 27' kuzey enlemleri koordinatları olup (Şekil 2.4), deniz seviyesine göre yüksekliği 200 m'dir. Çayın derinliği 50 cm'dir. Biga Çayı (Kocabaş Çayı, Granikos Çayı, Barenos Çayı), Çanakkale ilinin Biga ilçesinin kuzeydoğu kesiminden doğar. Büyük İskender'in kıyılarında savaştığı çay ilçeyi ikiye bölmüştür, iki yakayı birleştiren iki büyük köprü ile birçok ufak köprü bulunur. Çayın genel görünümü aşağıda gösterilmiştir (Okumuş, 2006) (Şekil 2.5).



Şekil 2.4. Biga Çayının genel konumu (Okumuş, 2006).

Biga Çayı'nın jeolojik yapısı incelendiğinde alanın temel yapısını Pliyosen'den günümüze kadar gelen çeşitli yaştaki formasyonlar oluşturur. Sahada en fazla yayılış gösteren formasyonlar Holosene ait alüvyonlardır. Pliyosen ve Pleyistosen yaşlı formasyonlar ise alüvyonlar kadar fazla yayılış göstermezler (Okumuş, 2006).

Pliyosen yaşlı formasyonlar kil, marn, kumtaşı, konglomera, silt taşı ve kireç taşlarından oluşmaktadır (Efe, 1993). Karasal Neojen, Gümüşçay yerleşim birimlerinin çevrelerinde çok geniş bir sahada yayılış göstermektedir (Okumuş, 2006).

İnceleme alanında oldukça geniş yer kaplayan Pleyistosen yaşlı formasyonlar Gümüşçay dolaylarında yaygın olarak görülür. Kil, silt, kum ve çeşitli büyüklükteki çakıllardan oluşan bu taban dolgusu alüvyonları ve seki düzlüklerini oluşturmaktadır. Alüvyonlar tutturulmamış kil, silt, kum ve çakılları kapsar. Sekileri oluşturan materyal alüvyonlardan daha tutturulmuş olarak görülür (Efe, 1993). Biga Çayı'nın denize döküldüğü kesimlerde holosene ait alüvyon ve kumullar gözlenmektedir (Okumuş, 2006). Bu alüvyonlar akarsuların yüksek kesimlerden aşındırıp getirdiği silt, kil, kum ve çakıllardan oluşur. Kumullar ise deniz kıyısındaki dalgalar ve rüzgar işlemesiyle meydana gelmiştir.

Biga meteoroloji istasyonundan (1931 – 1990) alınan sıcaklık değerlerine göre Biga havzasında yıllık ortalama sıcaklık değerleri 14,1 °C'dir. En düşük sıcaklık 5,1 °C, en yüksek sıcaklık ise 23 °C'dir. Yıllık ortalama yüksek sıcaklık değerleri dikkate alındığında

Temmuz ve Ağustos aylarında 29 °C'dir. Yıllık ortalama düşük sıcaklık değerleri ise 1,9 °C ile Ocak ayında görülmektedir (Okumuş, 2006).

Kazdağlarından doğan Biga Çayı'nın su potansiyeli 490 hm³/yıl'dır. Biga Çayı'nın (Kocabaş Çayı) yıllık ortalama akım değeri 17,96 m³/sn' dir. Akımın % 70'lik bir kısmı aralık - mart döneminde meydana gelmektedir. Buna karşılık haziran - ekim döneminde akımın sadece % 3'lük bir kısmı görülmektedir. Uzunluğu yaklaşık 80 km'dir. İç kesimlerde doğarak Çan ilçesinden geçer ve Biga Ovası'nı sulayarak Karabiga belde merkezine 3 km uzaklıkta delta yapmadan Marmara Denizi'ne dökülen akarsu 3 büyük koldan oluşur (Okumuş, 2006).

I. Kol: Şapçı Dağı'nın doğu sırtlarından çıkarak, kuzeydoğu yönünde dağlık araziye aşarak, sağdan ve soldan aldığı kollarla beslenip ilçe kuzeyinde güneybatıdan bir kolla beslenerek ana kola karışır.

II. Kol: Ala Dağı'nın kuzeydoğu ve güney sırtlarından inen kollarla beslenerek, Biga Çayı'na karışır.

III. Kol: Salat Dere, Kocabaş Dere, Çan Deresi veya Granit Çayı olarak adlandırılan akarsulardan oluşur. Asıl ana kolu Ak Dağ'da doğar. Çan deresi ile Güllüçay adlarını alarak ve çeşitli kollarla beslenerek, Çan İlçesi'nden Biga'ya kadar derin bir vadiden geçerken, Akkayrak Köyü yakınlarında doğu yönünden Kırkgeçit Deresi'ni, Abdiğa Köyü yakınlarında da yine doğu yönünden Gürlek Deresi'ni alarak ilçe merkezine ulaşır. Biga ilçe merkezinden sonra durgun bir akış gösterir. Güleç Köy ile Adliye Köy yakınlarında Kıratlı Çayı, Çınar köprü Köyü yakınlarında Hoşap Çayı ile birleşerek Karabiga'ya 3 km yakınında delta yapmadan Marmara Denizi'ne dökülür. Biga Çayı'na yeraltı sularından katkı olduğuna dair bir bilgi bulunmamaktadır (Anonim, 2007). Biga Çayı'na ait fiziko-kimyasal su kalitesi analiz sonuçları Çizelge 2.3'de gösterilmiştir (Anonim, 2007).



Şekil 2.5. Biga Çayı’ndan bir kesit

(<http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=26203&start=30>).

Biga Çayı’nın yatağında, zamanla değişiklikler olmuş ve çay yatak değiştirmiştir. Yağışlara bağlı olarak, yazın azalan su miktarı kışın çoğalır. Hatta taşkınlara neden olarak önemli zararlar yapar. Taşkınları önlemek amacıyla 1966 yılında, ilçe merkezinde 600 m uzunluğunda bir set yapılmıştır. Fakat buna rağmen Çayın suları çok kez tehlike teşkil edecek seviyelerde yükselmeye devam etmiştir. 2007 Ocak ayı başlangıcı itibariyle Çayın çevresinde ıslah çalışmaları başlatılmıştır. Yapılan çalışma ile şehir kanalizasyon suyunu çaya karışmadan gerekli yere ulaşması hedeflenmektedir. Şehirdeki büyük park yeri sıkıntısını çözmek için otopark olarak düzenlenen Çayın kenarları, dönüşümlü olarak araç girişlerine kapatılmaktadır. Biga Çayı’nda su derinliği ortalama ilkbaharda 1 m civarında olup, yazın 20 - 25 cm’ye kadar iner. Debisi, en az 15 - 20 m³, en çok 1345 m³’tür (Anonim, 2007).

Çizelge 2.3. Biga Çayı'na ait fiziko-kimyasal su kalitesi analiz sonuçları (Anonim, 2007)

Parametre	Çan İlçesi girişi mg/L	Çan İlçesi çıkışı mg/L	Biga İlçesi çıkışı mg/L	SKKY Çizelge 1- 1. sınıf mg/L
Sıcaklık °C	13,6	13,4	13,8	25 °C
Çözünmüş oksijen	8,2	6,8	5,8	8,0
pH	7,7	7,4	7,1	6,5-8,5
BOİ ₅	8	22	34	4
KOİ	22	58	76	25
Nitrit	< 0,002	0,02	0,08	0,002
Nitrat	2,8	6,4	7,8	5
T. Fosfat	0,03	2,2	2,8	0,02
Kadmiyum	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003
Kurşun	< 0,01	0,022	0,048	0,01
Çinko	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2
Krom +6	< 0,001	< 0,001	0,08	Ölçülmeyecek kadar az
Toplam krom	< 0,02	< 0,02	0,58	0,02

Biga Çayı'nın üzerinde sulama ve taşkın önleme amacıyla kurulmuş olan Bakacak Barajı bulunmakla beraber; Çayın yöreye ekonomik katkısı yok denecek kadar az olup aşırı kirlilik ve beslendiği kaynakların azalması nedeniyle birçok akarsu gibi tehlike içindedir. Son yıllarda Çayın ve çevresinin ıslahı için büyük çabalar sarfedilmektedir (Anonim, 2007).

Biyolojik çeşitlilik bakımından Biga Çayı incelendiğinde; Biga Çayı ve Sulak Çayırları'nın Koruma statüsünde olmadığı, bölge çevresinde bulunan çöplük ve tarım alanlarının genişlemesinden dolayı baskı altında olduğu gözlenmektedir. Bölgede görülen kuş türlerinin başında *Tringa totanus* (Kızılbacak), *Tringa erythropus* (Kara kızbacak), *Anas platyrhynchos* (Turna) ve *Actitis macularia* (Düdükçün) türleri gelmektedir (Anonim, 2007). Literatür çalışmalarında kaydı bulunamamasına rağmen arazi çalışmalarımız sırasında Biga Çayı çevresinde *Anas platyrgynchos* (Yeşilbaş Ördek) ve *Pelecanus onocrotalus* (Ak Pelikan) kuş türlerine de rastlanmıştır (Anonim, 2007).

Biga Çayı'nda bulunan balık türleri arasında ise *Leuciscus cephalus* (Tatlı su kefali), *Petroleuciscus borysthenicus* (Tatlı su kefali), *Rhodeus amarus* (Acı balık), *Chalcalburnus chalcoides* (Kolyoz balığı), *Barbus tauricus escherihi* (Sarıbalık), *Capoeta capoeta bergamae* (Siraz balığı), *Gobio gobio* (Dere kaya balığı), *Cobitis fahirae* sayılabilir (Anonim, 2007).

Biga Çayı'nda Ephemeroptera (Insecta) Limnofaunasına ait 9 familyadan 16 cinse bağlı 22 tür tespit edilmiştir. Bunlar arasında *Baetis buceratus*, *B. rhodani*, *B. digitatus*, *B. fuscatus*, *B. lutheri*, *B. vernus*, *Cloeon dipterum*, *C. smile*, *Centroptilum luteolum*, *Procloeon bifidum*, *Choroerpes picteti*, *Haprophlebia lauta*, *Heptagenia longicauda*, *Ecdyonurus dispar*, *Electrogena* sp., *Rhitrogena* sp., *Siphonurus aestivalis*, *Ephemerella ignita*, *Epheron virgo*, *Oligoneuriella rhenana*, *Isonychia ignota*, *Caenis macrura* yer almaktadır (Narin ve Tanatmış, 2004).

Biga Çayı ve çevresinde yapılan herpetofauna çalışmalarında *Rana ridibunda* (Ova kurbağası), *Natrix tessellata* (Su yılanı), *Natrix natrix* (Yarı sucul yılanı), *Mauremys rivulata* (Çizgili kaplumbağa), *Testudo graeca* (Mahmuzlu Akdeniz kaplumbağası) türlerine rastlanmıştır (Kaya, 2005).

Biga Çayı bölgesi sucul bitkileri üzerine yapılmış literatür çalışmasına rastlanılamamıştır.

Biga Çayı ve çevresinde karşılaşılan çevre sorunları incelendiğinde; Biga Çayı çevresindeki alüvyon topraklarında yetiştirilen çeltik bölgede bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Bunlar ekim alanlarının genişlemesiyle beraber buralarda sivrisinekler için uygun yaşama ortamlarının oluşması ve yer altı sularının aşırı kullanılmasıdır.

Yörede yetiştirilen koyun ve sığırlardan elde edilen ürünler Biga'daki işletmelerde değerlendirilmektedir. Ancak buralarda bulunan işletmelerden kaynaklanan atıklar Biga

Çayı'nda fiziksel ve kimyasal kirliliğe yol açarak hem su kalitesinin hem de ekolojik dengenin bozulmasına yol açmaktadırlar. Bölgede kurulu olan salça ve konserve fabrikaları özellikle 1999 yılına kadar Biga Çayı'nda fiziksel ve kimyasal kirliliğe yol açarken 1999 yılında faaliyete geçen arıtma tesisi sayesinde bu kirliliğin önüne geçilmiştir. Biga Çayı'nın getirmiş olduğu besin maddelerinin bol olduğu sığ kıyılarda balıklar hem beslenme hem de üreme olanakları bulmasına rağmen Marmara'daki aşırı kirlenme, son yıllarda Marmara Denizi'nde olduğu gibi bu kıyılarda da balık miktarı ve türlerinin azalmasına neden olmuştur (Anonim, 2007).

Biga ilçesinde bulunan deri işletmelerinden kaynaklanan atık sular, 20 adet deri işletmesi Biga Çayı'nda kirliliğe neden olmaktadır. Ayrıca ilçede bulunan mandıralarda çay üzerinde benzer etkilere neden olmaktadır (Akbulut ve ark., 2006).

Biga Çayı hem Biga hem de Çan ilçelerinde yer alan işletmelerin kirletici etkilerine maruz kalmaktadır. Biga İlçesinde kirlilik kaynağı olabilen işletmelerin dağılımları:

3 adet Çeltik Fabrikası, 1 adet Entegre Tersane, 20 adet Deri Sanayi, 2 adet Kalsit Öğütme, 2 adet Mobilya-Dekorasyon San., 1 adet Plastik Boru Üretimi, 1 adet Salça Konserve, 1 adet Sebze-Meyve İşleme, 9 adet Süt Ürünleri İşleme, 2 adet Turizm İşletmesi, 10 adet Un ve Yem Sanayi olmak üzere toplam 52 adettir.

Çan İlçesinde kirlilik kaynağı olabilen işletmelerin dağılımları:

1 adet End. Ham. Zengin. Tesisi, 6 adet Maden Sanayi, 4 adet Süt Ürünleri İşleme, 1 adet Saniter Seramik, 1 adet Salça Konserve, 5 adet Seramik Sanayi, 1 adet Enerji Üretimi, 1 adet Turizm İşletmesi , 2 adet Un Sanayi olmak üzere toplam 22 adettir (Anonim, 2007).

2.4. Su Kirliliğinin Saptanmasında Kullanılan Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Parametreler ve Kirlilik Unsurlarının Saptanması

Kirletici unsurların alıcı su ortamlarında yaptıkları etkilerin belirlenmesinde niceliksel olarak somut bir biçimde ifade edilebilmesi için, su kalitesini tanımlayan bir dizi fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik parametreler kullanılır (Anonim, 2004).

Yüzeysel suların kullanılmış sular ve diğer atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı ortam olarak kullanılması düşünüldüğünde, oluşabilecek etkilerin kestirilebilmesi açısından, bu atıkların doğal dengelere getirebilecekleri kirlilik türlerinin sınıflandırılmasında yarar vardır (Şengül ve Türkman, 1991).

2.4.1. Yüzeysel Sularda Kirletici Unsurlar

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) yüzeysel sularında kirletici etki yapabilecek unsurları aşağıdaki gruplar içinde tanımlamaktadır (Karaca, 2008).

a. Bakteri, virüs ve diğer hastalık etkeni organizmalar nedeniyle ortaya çıkan hijyenik kirlenme

Çizelge 2.4. Yüzeysel sularından gelen mikroorganizmalar (Özdemir ve Eltem, 2000)

Mikroorganizma çeşidi	Hastalık Tipi
Bakteriler	
Vibrio cholerae	Kolera
Salmonella typhi	Tifo
Salmonella paratyphi A ve B	Paratifo
Salmonella montevideo B	Salmonellosis
Salmonella typhimurium	Salmonellosis
Shigella sonnei	Basilli dizanteri
Shigella dysenteriae	Basilli dizanteri
Shigella flexneri	Basilli dizanteri
Escherichia coli serotipleri	Enteritis
Leptospira interrogans serotipleri	Leptospirosis
Virüsler	
Hepatit A virusu	İnfeksiyöz hepatit
Enterovirüsler	Solunum yolu enfeksiyonları
Adenovirüsler	Solunum yolu enfeksiyonları
Parvo virüsler	Solunum yolu enfeksiyonları
Reovirüsler	Solunum yolu enfeksiyonları
Protozoonlar	
Entamoeba histolytica	Amipli dizanteri
Entamoeba acanthamoeba	Amipli dizanteri
Entamoeba coli	Amipli meningoencephaliti
Entamoeba trophozoit	Amipli meningoencephaliti
Helmintler	
Ascaris lumbricoides	Askariyazis
Enterobius vermicularis	Enterobiyozis
Trichuris trichiura	Trichuriyazis
Taenia saginata ve taenia solium	Taeniyazis
Schistosoma spp.	Schistosomiyazis

- b. Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme: (Tarımsal atıklar, bitki ve hayvan kalıntıları)
- c. Endüstri atık suları: Bu sular fenol, arsenik, krom, kadmiyum, yağ ve diğer kimyasallar bakımından önemli yüklere sahiptir
- d. Yağlar ve benzeri maddeler: Tanker ve boru hattı kazaları ve sızıntılar.
- e. Sentetik deterjanlar
- f. Radyoaktivite
- g. Yapay organik kimyasal maddeler (mikro kirleticiler): Farmasotik, petrokimya, zirai kimya endüstrisi atık suları ve ürünleri
- i. Anorganik tuzlar: Toksik olmamakla birlikte yüksek dozlarda kalite bozucu ve kirletici maddeler
- j. Hayvan dışkıları, çiftlik gübresi ve ticari (yapay) gübreler: Sularda azot ve fosfor yükünün artmasına ve ötrofikasyon ile su kalitesinin bozulmasına etken olan kirleticiler
- k. Atık ısı enerjisi: Endüstri sırasında soğutma suları ile ortaya çıkan termal kirlenme faktörü

2.4.2. Kıtaıçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması

Akarsu, göl ve baraj rezervuarlarında biriktirilen kıtaıçi yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan sınıflama aşağıda verilmiştir (Anonim, 2004).

Sınıf I: Yüksek kaliteli su

Sınıf II: Az kirlenmiş su

Sınıf III: Kirli su

Sınıf IV: Çok kirlenmiş su

Çizelge 2.5’de sınıflandırma için geçerli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerleri Sınıf I, II, III ve IV için ayrı ayrı verilmiştir. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahiledilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır.

Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su kullanım alanları için uygun olduğu kabul edilir.

A. Sınıf I - Yüksek kaliteli Su

- 1) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini
- 2) Rekreatif 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) Rekreatif amaçlar
- 3) Alabalık dışında balık üretimi
- 4) Teknik Usuller Tebliği'nde 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 kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılacak yüzeysel sulardır.

Çizelge 2.5. Kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim, 2004)

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
3) Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0,2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0,002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0,02	0,16	0,65	> 0,65
11) Toplam çözülmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0,5	1,5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0,02	0,3	0,5	> 0,5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0,05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0,002	0,01	0,1	> 0,1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0,02	0,1	0,5	> 0,5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0,001	0,01	0,1	> 0,1
C) İnorganik kirlenme parametreleri^d				
1) Cıva (µg Hg/L)	0,1	0,5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000

SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
17) Bor ($\mu\text{g B/L}$)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum ($\mu\text{g Se/L}$)	10	10	20	> 20
19) Baryum ($\mu\text{g Ba/L}$)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0,3	0,3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform($\text{EMS}/100 \text{ mL}$)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform ($\text{EMS}/100 \text{ mL}$)	100	20000	100000	> 100000

- (a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.
- (b) Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.
- (c) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu $0.02 \text{ mg NH}_3\text{-N/L}$ değerini geçmemelidir.
- (d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.
- (e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri $300 \mu\text{g/L}$ 'ye kadar düşürmek gerekebilir.

2.5. Su Kirliliğinin Tespitinde Araştırılması Gereken Başlıca Kriterler

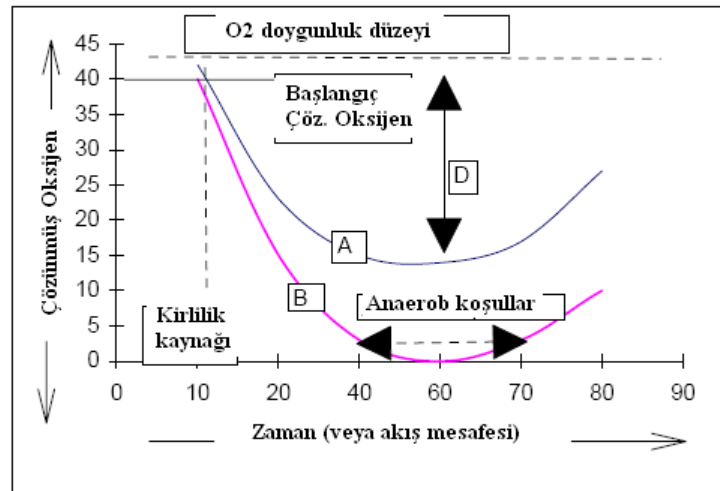
2.5.1. Çözünmüş Oksijen ve Önemi

Doğal ve/veya atık sularında çözünmüş oksijen seviyeleri sudaki fiziksel ve kimyasal aktivitelere bağlıdır. Çözünmüş oksijen su kirlenmesi kontrol faaliyetlerinde ve atıksu tasfiye işlemlerinin kontrolünde önemlidir (Şengül ve Türkman, 1991).

Canlı organizmaların çoğu yaşamlarını sürdürebilmek için oksijene ihtiyaç duymaktadırlar. Mikroorganizmalarda yaşama ve üreme için gereken enerjiyi oksijenden yararlanarak üretmekte ve bu nedenle uygun oksijen biçimlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Çözünmüş oksijen, su içinde çözünmüş halde bulunan oksijen konsantrasyonu anlamındadır ve genellikle mg/L olarak ifade edilir. Atmosferdeki tüm gazlar suda belirli bir derecede çözünmektedir. Azot ve oksijenin her ikisi de suda çok az çözünür ve su ile kimyasal reaksiyona girmediklerinden çözünürlükleri doğrudan doğruya kısmi basınçlarıyla ilgilidir. Tatlı sularında 1 atm basınçta havadaki oksijenin çözünürlüğü 0°C 'de $14,6 \text{ mg/L}$, 35°C 'de 7 mg/L 'dir (Şengül ve ark., 1982; EPA, 1990; Samsunlu, 1999).

Yüksek akış hızına sahip sığ yüzeysel sularda; biyokimyasal reaksiyonlarda tüketilen oksijen madde derişiminin yüksek olmasına karşın, akım hızının düşük ve derinliğin fazla olduğu akarsularda atmosferden oksijen kazanılması, sudaki biyokimyasal reaksiyonlar sırasındaki oksijen tüketiminden daha yavaş olabilir. Sonuç olarak suda çözülmüş halde oksijen kalmaz. Bu durumda suda bulunan aerobik mikroorganizmalar yok olur. Aerobik mikroorganizmaların yerini alan anaerobik mikroorganizmalar da sudaki organik maddeleri tüketir. Ancak bunların yaşamsal reaksiyonları sonucunda pis kokulu metan, hidrojen sülfür ve amonyak gibi gazlar ortaya çıkar. Demirsülfür (FeS) oluşumu suyun rengini siyaha dönüştürür. Anaerobik ortamlarda balık yaşamı sona erer. Aerobik duruma geçmiş olan akarsularda, yeterli akım süreleri sonucunda atmosferden oksijen kazanılması tekrar mümkün olabilir. Çürüme ürünleri oksidasyona uğrayabilir. Böylece akarsu tekrar aerobik hale dönüşür (Şekil 2.6) (Uslu ve Türkman, 1987).

Biyolojik oksidasyon hızları, sıcaklığın artması ile arttığından kirli suların oksijen gereksinimi artar. Bu olayın aksine yüksek sıcaklıklarda oksijen suda çok az çözünmektedir. Bu iki olay yaz aylarında sularda oluştuğundan yüzeysel sularda oksijen konsantrasyonları kritik seviyelere düşer ve bu olay suların kirliliğinde önemlidir. Tuzlu sularda oksijen çözünürlüğü distile ve tatlı sulardan daha azdır. Bu nedenle sabit bir sıcaklıkta oksijen çözünürlüğü tatlı sudan haliç ve okyanus sularına doğru gidildikçe azalmaktadır (Kocataş, 1999).



Şekil 2.6. Bir akarsuda kirlenme ve çözünür oksijen düzeyi arasındaki ilişkiler (Karaca, 2008).

Çizelge 2.5’de kıta içi su kaynaklarının sınıflara göre çözünmüş oksijen değerleri verilmiştir. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahiledilebilmesi için bütün parametre değerleri belirtilen sınıf için verilen parametre değerleri ile uygunluk göstermelidir (Anonim, 2004).

Sıvı atıklarda oksijen, biyolojik değişimlerin aerobik veya anaerobik organizmalar aracılığıyla olup olmadığını belirlemeye yarayan bir faktördür. Aerobik ve fakültatif anaerobik mikroorganizmalar organik ve inorganik maddelerin oksidasyonu için serbest oksijeni kullanır ve ayrışmayan son ürünler oluşur. Anaerobik mikroorganizmaların ise ayrışma reaksiyonları için çözünmüş oksijene ihtiyaçları yoktur. Ortamda oksijen bulunmadığında anaerobik mikroorganizmalar gelişme gösterirler (Özdemir, 1992; Karaboz ve ark., 1997).

2.5.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅) ve Önemi

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅) tespiti sularda mikroorganizmalarca ayrıştırılabilen organik maddelerin miktarını belirtmekte kullanılan bir parametre olup, bu maddelerin ayrıştırılması için gerekli oksijen miktarını belirtir (EPA, 1990; Şengül ve Türkman, 1991; Samsunlu, 1999).

BOİ₅ kavramı aerobik organotrofik mikroorganizmalar için elverişli bir organik karbon kaynağı içeren bir suyun kirlenme potansiyelinin; bu sudan alınmış bir numunede mikroorganizmaların gelişmeleri sırasında kullandıkları oksijenin ölçülmesiyle belirlenmesi esasına dayanır. BOİ₅, biyolojik olarak ayrışabilmeleri koşuluyla organik maddeler arasındaki farkları belirtmez. Ancak onların toplamı hakkında bilgi verilebilir. Bu açıdan BOİ₅ kolektif bir parametredir (Şengül ve Türkman, 1991; Samsunlu, 1999).

BOİ₅ tayini işlemi atıksuların ve kirlenmiş suların oksijen ihtiyacını belirleyerek bu değerden sitokiyometrik olarak organik madde miktarını geçebilecek şekilde standartlaştırılmış bir deneydir. Deney, suda bulunan organik kirleticilerin saptanmasında kullanılan analitik bir yöntemdir. Bu deney arıtma tesislerine gelen atıkların kirlilik yüklerinin ölçümünde ve arıtma verimlerinin (BOİ₅ giderme yöntemi) hesabında olduğu kadar, büyük su kütlelerinin kirlilik derecelerinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Sudaki organik maddelerin ayrışması sonucu oksijen tükenmekte, amonyum ve fosfat gibi besleyici tuzlar serbest kalmaktadır (Kışlaoğlu ve Berkes; 1985; Müezzinoğlu ve Efeoğlu, 1990).

BOİ₅ deneyi aerobik oksidasyonda 20 °C’de karışık bir mikroorganizma topluluğu tarafından kullanılan oksijen miktarının ölçümünü içeren bir yaşam testidir (Uslu ve Türkman, 1987; Samsunlu, 1999).

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı testinde oluşan reaksiyonlar biyolojik aktivitenin sonucudur. Bu yüzden reaksiyon hızı, mikroorganizma topluluğu sayısı ve sıcaklığına bağlıdır. Metabolik işlemler 20 °C’de test koşullarında günlerce devam edebilir. Teorik olarak organik maddelerin tam biyolojik oksidasyonu için sonsuz zaman gereklidir. Fakat pratik amaçla reaksiyonun 20 günde tamamlandığı esas alınmıştır. Ancak 20 gün beklemek çok zaman aldığından BOİ₅ testinde 5 günlük süre kabul edilerek inkübasyon süresi 5 gün ile sınırlandırılmıştır. Bu nedenle test BOİ₅ adını almıştır. Burada şunu belirtmek gerekir ki 5 günlük değerler, toplam BOİ₅’nin ancak belli bir kısmını vermektedir. Evsel ve endüstriyel atıksular ile yapılan araştırmalarda, 5 günlük BOİ₅ değerlerinin, toplam BOİ₅ değerinin % 70 - 80 kadarı olduğu kabul edilerek teste 5 günlük inkübasyon periyodu seçilmiştir (Samsunlu, 1999).

BOİ₅ testinde uygun standart koşullarda mikroorganizmalarla aşılınmış su örneği inkübatörde tutularak 5 gün sonunda tüketilen oksijen değeri belirlenmek suretiyle ölçüm yapılmaktadır. Nitrifikasyon olayı 5. günün sonundan itibaren meydana gelmeye başlamaktadır (Namerow, 1974).

BOİ₅ testinin doğruluğu % ± 17 civarında olup testin yapıldığı koşullar su ortamının gerçek durumunu yansıtmamaktadır. Çünkü test koşullarındaki ortam sıcaklığı, mevcut mikroorganizma türü ve derişimi, nutrient miktarı gibi parametreler gerçek durumlardan hayli farklıdır (Müezzinoğlu ve Efeoğlu, 1990).

Çizelge 2.5’de kıtaîçi su kaynaklarının sınıflarına göre BOİ₅ değerleri verilmiştir (Anonim, 2004).

2.5.3. Elektrik İletkenliği ve Önemi

Elektrik iletkenliği suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çözeltinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençtir. Bu özellik suda iyonize olan maddelerin toplam konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlıdır. İyonların yer değiştirme hızı üzerine sıcaklığın etkisi vardır. Yeni damıtılmış damıtık suyun iletkenliği 0,5 - 2 mikroohm/cm’dir. Zamanla havanın karbondioksitinin adsorbsiyonu ile bu değer 2 - 4 mikroohm/cm olur. İletkenlik yardımı ile damıtık suyun saflığının kontrolü, sudaki çözünmüş madde miktarlarının değişimi, suyun kimyasal analizinin kontrolü yapılabilir. Bir cismin spesifik

iletkenliği 1 cm'lik kesitten 1 volt/cm potansiyel farkı altında geçen akım miktarıdır. Suda çözünen tuzların konsantrasyonunun az olması nedeniyle, ölçülecek elektrik iletkenliği değeri çok küçük olacaktır. Bu nedenle elektrik iletkenliği değeri çok küçük olacağından 10^6 ile çarpılarak mikroohm/cm cinsinden ifade edilir (mikroohm/cm = 1 μ S/cm).

Suda çözülmüş olan tuzun cinsi değişince, elektrik iletkenliği de değişir. Ayrıca bir çözeltinin sıcaklığı arttırılınca buna bağlı olarak elektrik iletkenliği değeri artar. Sıcaklığın 1 °C artması, elektrik iletkenliği değerinde yaklaşık olarak % 1 - 2'lik bir artışa neden olur (www.kimyaevi.org).

Çizelge 2.5'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre elektrik iletkenliği limitleri verilmiştir (Anonim, 2004).

2.5.4. pH ve Önemi

pH ölçeği, bir çözeltinin iyon derişiminin ya da eşitliğinin belirlenmesine yarayan bir yöntemdir. Asit suda H^+ iyonları, baz suda hidroksil (OH^-) iyonları bir araya gelerek suyu oluştururlar. Bir asit ya da bazın kuvveti, suda iyonlarına ayrılan moleküllerin oranına bağlıdır. Hidrojen iyonları derişimi, sudaki asit yada baz moleküllerinin derişimine, ayrılan moleküllerin oranına ve sıcaklığına bağlıdır.

Demir bakterilerinin gelişmesi pH'ya bağlıdır. pH aralığı 5,5 - 8,2'dir. Optimum pH ise 6,5'dir. Kırmızı renkli suyun meydana gelmesi demir bakterilerinin ani olarak gelişmesiyle görülür. $Fe(OH)_3$ teşekkül eder. Uygun şartlar altında demir bakterileri çok çabuk gelişir. Su boruları 1 hafta içerisinde tıkanır.

Hidrojen sülfür gazının oluşması ile suda çürük yumurta kokusu ortaya çıkar. Klorlama işleminde azot triklorür'ün kötü kokusu pH 7'de yükselir. Yüksek pH değeri içme suyuna acı tat verir.

Suda renk yoğunluğu pH'nın artmasıyla artar, su kalite kontrolünde bütün renk ölçümlerinin pH 8,3'de ölçülmesi tavsiye edilmektedir.

Toprakta doğal olarak mevcut bulunan kireç ile temas sonucunda suyun pH derecesi yükselir. Turbalarda bulunan hümik asitlerin etkisiyle bu gibi bölgelerde pH derecesi düşüş gösterir. Na, Ca, Cl ve NO_3^- gibi bazı iyonların çözünürlüğü pH'dan bağımsızdır. Öte yandan özellikle metal iyonlarının çözünürlüğü pH'nın düşüşüyle artar. Suyun zemin içindeki hareketi sırasında hümik asitlerin suda çözünmesi ve özellikle organik maddelerin aerobik ve anaerobik ayrışması sonucunda pH derecesi düşer.

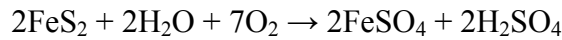
pH değerinin düşmesine neden olan etmenler şunlardır:

- a) pH değerinin düşmesi, çürümüş organik maddelerin suya karışmasının sonucu olabilir.
- b) Suda pH'nın 6,5'den daha düşük çıkması halinde sebebi araştırılmalı, bilhassa organik ve mineral asitler ve diğer (çürümüş organik maddeler) kirleticiler kontrol edilmelidir.
- c) Bazı enterobakterilerin üremeleri yönünden 9'un üstündeki pH önemlidir. Özellikle 9,2 civarında ideal üremeye kavuşur.

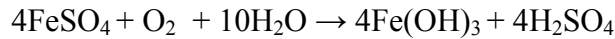
Sularda asitliğin artması başlıca iki şekilde olur:

- a) Yağmur sularıyla
- b) Madencilik drenajlarıyla

Yağmur sularının etkisiyle sulardaki asitliğin artması son zamanlarda fark edilen bir olaydır. Madencilik drenajlarıyla sudaki asitliğin artması ise çok eskiden bilinen bir olay olup buna demir, kurşun, bakır, çinko gibi metal sülfürleri atıkları sebep olurlar. Demir sülfür sulara genelde kömür yıkamaları sonucu karışır. Suları da en çok bu kirletir. Söz konusu demir, sülfürprittir. Prit, FeS₂ bileşiminde olup sülfür değil bir polisülfürdür. Bu madde kömür yataklarında ayrı bir kütle halinde bulunur. Kömürün yıkanması esnasında büyük oranda ayrılır. Prit bazı cins bakterilerle aşağıdaki reaksiyona göre yükseltgenir.

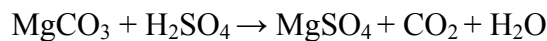


Bakterilerin bu reaksiyonda rolleri iyice bilinmemektedir. Reaksiyon bununla da kalmayıp daha ileri giderek daha çok H₂SO₄ meydana getirir.



Bu reaksiyonda meydana gelen Fe(OH)₃ sarı bir çamur halinde suyun dibinde toplanır.

Yukarıda verilen reaksiyonlar sonucu meydana gelen H₂SO₄ sularda çözülmüş halde veya süspansiyon halinde bulunan karbonatlarla reaksiyona girer.

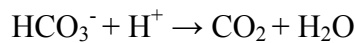
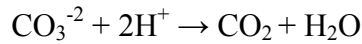


Bunun sonucu suların asitliği azalır. Ancak sertliği artar. Çünkü reaksiyon sonucu meydana gelen CaSO₄, MgSO₄ gibi metal sülfatları suda karbonatlarından daha çok çözünürler.

Sülfürik asit suda bulunan diğer bileşikleri de çözdüğünden suların toksik özellikleri daha da artar. Kirlenmemiş doğal sular karbonat ve bikarbonat içerdiklerinden bunların tampon etkisi dolayısıyla pH değerleri içerisinde çözünen asit ve bazlardan fazla etkilenmez. Suda denge halinde bulunan bu iyonlar ayrıca sucul bitkilerin karbon ihtiyacı için büyük bir kaynaktır. Bu, dengenin bozulmaması ve kaynağın kirletilmemesi için gereklidir. Bazı sularda bitkilerin tükettiği kadar karbon havadan alınmaz ve bitkilerin büyümesi durur. Yalnız bu olayı insanoğlu herhangi bir şekilde kontrol edemez. Sulara kuvvetli asit karıştığı zaman suda CO₂'in çözünürlüğü azalacağından bitkilerin karbon ihtiyacı daha da kritik bir hal alır. Bunun sonucu olarak sucul hayat tahrip olup, korozyon artar, tarım ürünleri zarar görür.

pH 4 ve altında sucul hayat hemen hemen durur. Bu pH'taki sularda omurgalı ve omurgasız canlılarla mikroorganizmalar tahrip olur. Ancak birkaç cins bakteri ve algler yaşar. Suları bu derece asitlendiren kaynakların başında kükürtlü maden drenaj suları gelir. Yağışlı mevsimlerde bazı suların pH'ı 2,5'e kadar düşer.

pH'ın 4,5'in altına düşmesi sonucu topraktaki demir, alüminyum, magnezyum gibi element iyonlarının konsantrasyonları artar. Bu artan konsantrasyondaki iyonla da bitkiler için toksik etki gösterdiğinden verim düşer. Asidik suların aquatik hayata zararlı olmasının nedeni öyle sulardaki CO₂, CO₃⁻² ve HCO₃⁻ dengesinin bozulmasıdır. Bu dengenin bozulması sonucu CO₃⁻² ve HCO₃⁻ konsantrasyonları düşerken CO₂ konsantrasyonu yükselir.



Bu fazla CO₂ sucul canlıların solunum dengesini bozar. Bilindiği gibi metabolik aktiviteler sonucu hayvan hücrelerinde meydana gelen CO₂ kan ile solungaçlara nakledilir (solunum organları kanı suya geçirmediği halde CO₂'i geçirir). Solunum sistemlerinde CO₂ difüzlenererek suya geçer. Ancak sudaki CO₂ konsantrasyonu yükselince bu geçiş zorlaşır. Hatta durabilir. Dolayısıyla kanda CO₂ çoğalır. Oksijen taşınması azalır. Kanın pH'sı düşer. Sonunda da canlı oksijensizlikten boğularak ölür (www.kimyaevi.org).

Çizelge 2.5'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre pH limitleri verilmiştir (Anonim, 2004).

2.5.5. Su Kirliliğinin Saptanmasında Kullanılan İndikatör Mikroorganizmalar

İndikatör organizmalar, Schardinger'in 1892 yılında sularda *Salmonella typhi* yerine *E.coli*'nin indikatör mikroorganizma olarak aranmasını önermesinden bu yana kullanılmaktadır. *E.coli*'nin bu amaçla indikatör olarak önerilmesinin nedeni, her iki bakterinin de dışkı kökenli olması ve *E.coli*'nin gıda kaynaklı enterik patojenlerin hepsinden çok daha kolay izole edilip tanımlanabilmesidir. Bu öneriye göre, sularda *E.coli* varlığı, suyun fekal kontaminasyona uğradığına ve suda *Salmonella* veya diğer bağırsak patojenlerinin bulunabileceğine işaret etmektedir. T. Smith ise içme sularının içilebilirliğinin bir ölçüsü olarak *E.coli*'yi belirlemeye yönelik bir test önermiştir. Sonuçta da koliformlar sulardaki patojenlerin indikatörü olarak kullanılmaya başlanmıştır (Anonim, 2003).

Günümüzde indikatörlerden sanitasyon göstergesi olarak yararlanılmaktadır. Sanitasyon göstergesi indikatörler, genelde suda enfeksiyon ya da intoksikasyon etkeni patojen mikroorganizmaların olası varlığının işareti olarak kabul edilen mikroorganizmalardır. Pek çok laboratuarda patojenlerin veya bunların toksik ürünlerinin varlığının saptanması ve analizlerinin yapılması pratik olmamaktadır. Bu nedenle belirlenmeleri ve/veya sayımları daha kolay ve ekonomik olan bazı mikroorganizmaların indikatör olarak seçilip kullanılmaktadır. Bu durumda bir su örneğinde indikatör mikroorganizma varlığının belirlenmesi veya bu indikatörün belirli bir limitin üstünde bulunması, su numunesinin patojen ve toksijenik mikroorganizmalarla kontamine olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Anonim, 2003).

Bu açıklamaların ışığında ideal bir indikatörün aşağıdaki kriterlere sahip olması istenir:

1. İndikatör mikroorganizmanın sayımı ve tanımlanması kolay ve hızlı olmalıdır.
2. İndikatör mikroorganizma ve/veya mikroorganizma grubu sularda bulunan floranın diğer üyelerinden kolayca ayrılabilmelidir.
3. Bulunma olasılığını gösterdiği patojenle birliktelik içinde olmalıdır. Örneğin bir indikatör mikroorganizma olası bir fekal kontaminasyona veya potansiyel bir bağırsak patojeninin varlığına işaret ediyorsa, bu indikatörün normal bağırsak (dışkı) florası ve bu florada bulunabilecek patojenlerle birliktelik içinde olması gereklidir.

4. İndikatör mikroorganizma sayısı ile varlığını gösterdiği patojen mikroorganizmanın aynı ortamda varlığı ve/veya sayısı arasında yüksek bir korelasyon olmalı, diğer bir ifade ile patojen varlığına rastlanmayan bir su numunesinde indikatör mikroorganizmanın kendisi belirli bir sayının altında bulunmalı veya ideal olarak hiç bulunmamalıdır.
5. İndikatör mikroorganizma, varlığına işaret ettiği patojen mikroorganizmanın üreme gereksinimlerine ve üreme hızına benzer özelliklere sahip olmalıdır.
6. Bulunduğu ortamda indikatör mikroorganizma, en azından varlığına işaret ettiği patojen mikroorganizmanınkine eşdeğer bir süre veya ideal olarak daha uzun süre varlığını devam ettirebilmelidir.
7. İndikatör mikroorganizma, analiz edilen su numunesinin doğal bir kontaminantı olmamalıdır. Aksi takdirde indikatör mikroorganizmanın varlığı her zaman için suda işaret ettiği patojen mikroorganizmanın bulunma olasılığının göstergesi olmayacaktır (Anonim, 2003).

İndikatörlerin tarihsel gelişim içindeki durumu değerlendirildiğinde; indikatörler ve varlığına işaret ettiği patojenlerin genelde dolaylı ve dolaysız fekal kontaminasyonlardan kaynaklanan bağırsak orijinli mikroorganizmalar olduğu görülmektedir. Fekal indikatörler incelendiğinde ise bazı ek özelliklere sahip oldukları görülmektedir. Bu özellikler;

1. Fekal indikatör olarak seçilen bir mikroorganizmanın doğal olarak yalnızca dışkıda bulunduğu, diğer bir ifade ile doğal habitatının insan ve hayvan bağırsağı olduğu kanıtlanmış olmalıdır.
2. Dışkıda yüksek düzeylerde bulunmalıdır.
3. Olumsuz çevre koşullarına karşı dirençli olmalıdır.
4. Su örneklerinde çok düşük düzeylerde bulunmaları durumunda bile nispeten kolay ve güvenilir bir şekilde saptanabilmelidir.

Koliform, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, kolifaj ve aerobik plak sayımları indikatör testler olarak kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra bazı funguslar, viruslar ve protozoalardan da indikatör mikroorganizma olarak yararlanılabilmektedir. Bu mikroorganizma gruplarından hangisinin indikatör özelliği taşıdığı; indikatörün bulaşma kaynağına, enterik patojenlerle ilişkisine, sayım yöntemlerinin uygunluğuna, üreme

koşullarına ve suda canlılıklarını sürdürebilme özelliklerinin bilinmesine bağlıdır (Anonim, 2003).

2.5.5.1. Koliform Bakteriler

Koliform grup bakteriler denildiğinde, 37 °C’da 48 saat içinde laktozdan asit ve gaz oluşturan, Gram negatif, sporsuz, çubuk şeklinde olan bakteriler anlaşılır. Bu tarife göre Enterobacteriaceae familyası üyeleri olan *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* ve *Klebsiella pneumoniae* koliform grup bakteriler tanımlanmış olur (Anonim, 2005).

Koli-aerogenes grubu olarak da isimlendirilebilen koliform bakteriler içerisinde en tipik iki bakteri *Escherichia coli* ve *Enterobacter aerogenes* bakterileridir. Önemli olabilen diğer türler arasında *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Citrobacter freundii* sayılabilir. Koliform bakterilerin tiplendirilmesinde klasik IMVIC testlerinin çok büyük önemi vardır (Anonim, 2003). Çizelge 2.6’da bazı koliform bakterilerin IMVIC test sonuçlarına yer verilmiştir.

Çizelge 2.6. Koliform grubu bazı bakterilerin^a IMVIC test sonuçları (Jay, 1992’den düzenlenmiştir)

Koliform bakteri	İndol testi	Metil kırmızısı testi	Voges Proskauer testi	Sitrat testi
<i>Escherichia coli</i>				
Biyotip I (tipik)	+	+	-	-
Biyotip II (atipik)	-	+	-	-
<i>Enterobacter cloacae</i>				
Tip I (tipik)	-	-	+	+
Tip II (atipik)	+	-	+	+
Ara tipler (<i>Citrobacter</i>)				
Tip I	-	+	_(b)	+
Tip II	+	+	_(b)	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	_(c)	_(c)	+	+
Düzensiz diğer tipler	d	d	d	d

(a): Bu bakteriler 35 - 37 °C’de laktozdan 48 saatte asit ve gaz üretirler.

(b): Nadiren zayıf pozitif reaksiyon verenlerine rastlanmaktadır.

(c): Nadiren pozitif sonuç verenlerine rastlanmaktadır.

(d): Değişken

Koliform bakteriler insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak sistemlerinde doğal olarak bulunduğundan başlangıçta fekal kontaminasyonun en önemli indikatörü olarak değerlendirilmişlerdir. Bunun bir sonucu olarak da koliform varlığı suda aynı zamanda enterik patojenlerin bulunabileceğinin de bir göstergesi olarak kabul edilmiştir. Ancak bazı koliform bakteriler sadece fekal orjinli değildir. *E.coli* tipik fekal orjinli bir koliform bakteridir ve birincil doğal habitatı insan ve sıcakkanlı hayvanların sindirim sistemidir. *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Citrobacter freundii* ise doğada hem bitkilerde, hem de insan ve hayvanların bağırsak sisteminde bulunur (Anonim, 2003).

2.5.5.1.1. Fekal Kirliliğin İndikatörü Bakteriler

Fekal (termotolerant) koliformlar, $44,5 \pm 0,2$ °C'da 24 ± 2 saatte EC broth besiyerinde laktozu fermente ederek gaz oluşturan koliform bakterilerdir (APHA, 1998). Fekal koliform terimi Eijkman'ın 1904 yılında fekal orjinli koliformların 46 °C'ye yükseltilmiş inkübasyon sıcaklığında glukozdan gaz oluşturmalarını, fekal orjinli olmayanların ise bu ortam koşullarında gelişemediğini keşfetmesiyle ortaya çıkmıştır. Fekal koliformların sayısı, ortam koşulları ile yakından ilgilidir. Bu bakteri grubunu oluşturan mikroorganizmalar farklı yerlerde farklı sayılarda bulunurlar. Örneğin, insan dışkısında sayıları yaklaşık olarak 10^9 , arıtılmış kanalizasyon çamurunda $10^6 - 10^8/100$ mL ve ikincil arıtmadan geçmiş kanalizasyon sularında $10^4 - 10^6/100$ mL'yi bulmaktadır (Spencer, 1984; Veissmann ve Hammer, 1993).

Fekal koliformlar, koliform bakteriler grubunun içinde yer alırlar ve doğrudan fekal kontaminasyon indeksi olarak aranırlar ya da sayılırlar. Fekal koliform bakteriler ile saptanan üyelerin hemen tamamı *E.coli* olduğu için, günlük uygulamada sadece *E.coli* aranması genellikle yeterlidir (Anonim, 2005).

E.coli en tipik Gram negatif bakteridir. Sıcakkanlı hayvanların (memeliler ve kanatlılar) bağırsak sistemlerinde bulunur. Bu nedenle herhangi bir örnekte *E.coli*'ye rastlanması o örneğe doğrudan ya da dolaylı olarak kanalizasyon suyu ile dışkı bulaştığının kesin göstergesidir (Anonim, 2005).

E. coli triptofandan indol üreten termotolerant koliformların bir üyesi olup; β -glukoronidaz enzimine sahip koliformlar olarak tanımlanır. *E. coli* sağlıklı insanların ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasının doğal bir üyesi olup total bakteri biyokütlesinin % 1'ini oluşturur. İnsan, çiftlik hayvanı ve evcil hayvan dışkılarında *Citrobacter*,

Klebsiella ve *Enterobacter* (KEC koliformlar)'lerden daha büyük oranlarda bulunmaktadır. *E. coli* strainlerinin yalnızca küçük bir grubu hastalığa neden olur. Çocuk ve yetişkinlerde gastroenteritise neden olan *E.coli* strainleri 'patojenik *E.coli* strainleri olarak tanımlanır (WHO, 1993). İnsanda diyare hastalıklarının etmeni olan 6 tip *E.coli* straini bulunmaktadır. Bunlar: enteropatojenik (EPEC), enterotoksijenik (ETEC), enteroinvaziv (EIEC), enterohemorajik (EHEC), enteroaggregatif (EAaggEC) ve Diffuz adeziv (DAEC) *E.coli* gruplarıdır (Tallon ve ark., 2005).

Amerika Birleşik Devletleri Çevresel Koruma Ajansı (USEPA) fekal kirliliğin en iyi indikatörünü tespit etmek için yaptığı çalışmada; Enterokok ve *E.coli*'lerin denizel ve tatlı su kaynaklarında görülen hastalık oranlarıyla en yüksek korelasyona sahip olduğunu saptamıştır. Bu nedenle fekal yükün su sistemlerindeki ve sağlık üzerindeki potansiyel etkilerini belirlemede *E.coli* yoğun biçimde kullanılmaktadır (Ishii ve Sadowsky, 2008).

Çizelge 2.7'de Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre fekal koliform bakteri sayısı limitleri verilmiştir (Anonim, 2004).

Çizelge 2.7. Kıta içi su kaynaklarının sınıflara göre kalite kriterleri (Anonim, 2004)

Parametre	Su kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
	Yüksek Kaliteli Su	Az Kirlenmiş Su	Kirli Su	Çok Kirlenmiş Su
BOİ ₅ (mg/L)	4	4-8	8-20	>20
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	8	6-8	3-6	<3
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	100	100-20,000	20,000-100,000	>100,000
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	10	10-200	200-2000	>2000

2.5.5.2. Azot Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler

Azot doğada azotlu organik bileşikler, amonyum (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-) gibi formlarda ve N_2 , NO ve N_2O gibi atmosferik gaz ürünleri halinde bulunabilir.

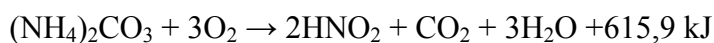
Mikroorganizmalar biosferin işleyişinde büyük önem taşıyan element döngüsü ve enerji akışının birçok basamağında önemli rol oynamaktadırlar. Bu esasen mikroorganizmaların çok çeşitli metabolik işlemleri gerçekleştirmelerinden kaynaklanmaktadır. Oldukça stabil bir bileşik olan amonyak ardışık olarak faaliyet gösteren litotrofik amonyak ve nitrit okside eden bakteriler tarafından kolaylıkla nitrifiye edilir (Bock ve ark., 1992). Oluşan nitrat aerobik zona ulaşarak geniş çeşitlilikteki denitrifikasyon bakterileri tarafından organik maddenin mineralizasyonunda elektron alıcısı olarak kullanılır. Ortamdan fiske edilmiş haldeki azotun (NO_3^- , NO_2^-) kaybına sebep olan denitrifikasyon işlemi sonunda gaz halindeki son ürünler (N_2O , N_2 ve NO) ortama salınır. Bu işlem, ayrıca oksijenin yokluğunda organizmanın oksidatif metabolizmasını ilerlettiği için önemlidir.

Yüzeysel sulara karışan azot bileşikleri doğal ya da antropojen kökenli olabilir. Doğal azot yükleri bu ortamlarda bulunan mikroorganizmaların bağladığı ve yağışların getirdiği azot bileşenlerinden oluşur (Uslu ve Türkman, 1987). Antropojen azot yüklerinin kaynaklarını, noktasal kaynak diye adlandırılan kentsel, endüstriyel atıksu kanalizasyonu çıkışları oluşturur. Bunun yanı sıra yağmur suyu kanalizasyonları, çöplükler önemli azot kaynaklarıdır (Erdur, 1990).

Amonyaklaşma süreci içinde oluşan amonyak iyonları bir yandan bitki besi maddesi olarak tüketilirler. Öte yandan da oksijenli ve yeterli tampon kapasitesi olan ortamlarda belirli kemolitoototrof organizmalar tarafından nitrit ve daha sonrada nitrate yükseltgenirler. Azot döngüsü sırasında nitrifikasyon reaksiyonları büyük önem taşır. Nitrifikasyon gerek ototrof gerekse de heterotrof bakteriler tarafından gerçekleştirilmektedir. Heterotrof nitrifikasyon konusunda bilgilerimiz oldukça ilkel düzeydedir. Nitrifikasyon ototrof iki bakteri grubu tarafından gerçekleştirilir. Bunlardan nitrit bakterileri örneğin *Nitrosomonas* türleri amonyumu nitrite dönüştürür (Dülger, 2002).



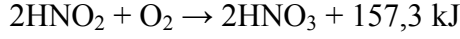
veya



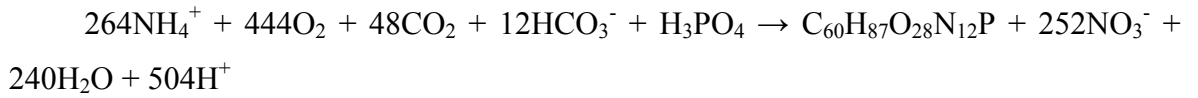
Nitrat bakterileri diye isimlendirilen türlerden örneğin *Nitrobacter* türleri (*N. agilis*, *N. winogradsky*) ise nitriti nitrata dönüştürür.



veya



Nitrifikasyon süreçleri sırasında ortaya çıkan kimyasal enerji azot bakterileri tarafından CO₂ asimilasyonunda kullanılır. Nitrifikasyon ile asimilasyonu açıklayan bir reaksiyon şu şekilde verilebilir:



Anoksik koşullar altında nötrale yakın pH değerlerinde ve organik hidrojen vericilerinin bulunması halinde denitrifikasyon oluşmaktadır. Denitrifikasyon sırasında nitrat nitrite ve azot oksitler aracılığı ile de moleküler azota indirgenir. Bu süreç bir solunum olayını andırıldığından nitrat solunumu diye adlandırılır. Şekerler, asetik asit, etanol, aseton ve metanol gibi çeşitli organik maddeler denitrifikasyonda elektron vericisi olarak davranabilmektedir.

Aşağıda verildiği gibi metanolde denitrifikasyon iki aşamada gerçekleşir (Erdur, 1990).



Yüzeysel su ortamlarında mavi-yeşil bakteriler (Cyanobacteria) tarafından önemli ölçüde moleküler azot bağlanması söz konusudur. Bu suların dip çökeltlerinde anaerobik olarak yaşayan *Clostridium* türleri de moleküler azotu bağlayabilme yeteneğindedirler. Ototrofik su ortamlarında su sütununun içindeki ayrı bölgelerde (epilimniyon, metalimniyon, hipolimniyon) değişik azot reaksiyonlarının yer aldığı ortamlardır. Özellikle stabil yaz tabakalaşmasının mevcut olduğu durumlarda epilimniyon bölgesinde nitrifikasyon süreçleri yer almaktadır (Demircioğlu, 1993).

Suda organik azot fakültatif aerobik mikroorganizmalar aracılığıyla amonifikasyon işlemi ile amonyum azotuna dönüşmektedir. Amonyum azotu ise ortamda nitrite; nitrit, nitrat bakterileri tarafından yine aerobik ortamda nitrata dönüştürülmektedir. Bu iki aşamalı olay nitrifikasyon olarak adlandırılır. Sedimentte bulunabilecek organik azot anaerobik koşullarda ayrışarak amonyum azotuna dönüşebilmekte ve suya geçebilmektedir. Sedimentte anoksik koşullarda nitrat, denitrifikasyon işlemiyle nitrite ve anaerobik denitrifikasyon işlemiyle de moleküler azot gazına dönüşmektedir (Erdur, 1990). Bu işlemlerin her birini ayrı organizma grupları yapmaktadır. *Nitrobacter* kendi ortamında bulunabilecek çok az miktarda biel amonyaktan rahatsız olmakta ve onun etkilerine dayanmamaktadır (Öner, 1987).

Su ortamlarında bulunabilecek aerobik bakterilerin bazı fakültatif tipleri anaerobik koşullarda elektron alıcısı olarak nitrit ve nitratı kullanabilmektedir. Bu nedenle sularda veya atıksu içersindeki azot ayrışmaları sediment varlığına dayanmaktadır (Erdur, 1990).

Erdur (1990)'un belirttiğine göre, yüzeysel sulara karışan azot bileşikleri birçok olumsuz sonuçlar yaratmaktadır. Bunların en önemlileri aşağıda verilmiştir.

- a. Nitrifikasyon süreçleri nedeni sularda oksijen bileşiminin etkilenmesi
- b. Sularda primer üretiminin artması ve ötrofikasyon sorunu
- c. Sularda yaşayan organizmalara serbest amonyak ve nitritin yaptığı toksik etkiler
- d. Su arıtımı sırasında ortaya çıkan güçlükler
- e. İçme sularında nitrat değişimlerinin artması ve bunun yarattığı toksik etkiler

Yüzeysel sularda amonifikasyon ve denitrifikasyon yapan bakterilerin çokluğu suyun ne kadar organik azotça kirlendiğini göstermektedir (Dülger, 2002).

İçme ve kullanma sularında yüksek azot içeriği insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Su ve besin zinciri yoluyla insan ve hayvan vücuduna ulaşan nitrat sağlık açısından tehlikeli durumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çünkü içme suyu ile insan vücuduna alınan nitrat nitrit formuna redükte olarak barsak zarlarının parçalanmasına neden olabilmekte, nitrozamin formuna dönüşerek de kanserojen etki göstermektedir. Bu durum bebeklerde daha etkili olmaktadır. Atık sulardaki azot giderimi biyolojik ve kimyasal yöntemlerle yapılabilir (Güven ve ark., 2000).

2.5.5.3. Sülfat Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler

Sularda sülfat redükleyici bakteriler sülfatı sülfide redükler. Bu işlemde *Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum* türleri ve *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Saccharomyces* üyelerinin bazı strainleri rol oynar. Sülfat redükleyici bakterilerin çokluğu ilgili su kaynağına çok miktarda sülfid (S^{-2}) karıştığını gösterir (Köse, 1990; Özdemir, 1992).

2.5.5.4. Sülfür Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler

Biyojen kökenli sülfür, asimilatif ve disimilatif sülfat redüklenmesinden kaynaklanır. Sülfat, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından asimilasyon işlemi aracılığıyla organik sülfür bileşiklerinin biyosentezi için sülfür kaynağı olarak kullanılır. Biyolojik materyalde sülfür genellikle en indirgenmiş formda (örneğin sistein gibi aminoasitlerde sülfid (S^{-2}) olarak bulunur. Aerobik koşullar altında bu materyalin parçalanması esnasında organik sülfid, hidrojen sülfür (H_2S) olarak serbest bırakılır. Hidrojen sülfürün diğer önemli kaynağı olan disimilatif sülfat redüklenmesi, anaerobik ortamlarda sülfat redükte eden bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Bu işlemde bakteriler, organik bileşiklerin veya moleküler hidrojenin oksitlenmesi için sülfatı elektron alıcısı olarak kullanabilirler (Kuenen ve ark., 1992). Sülfid esasen dip sularına çöken veya orada üretilen organik materyalden bakteriyal sülfat redüklenmesi tarafından transfer edilen kimyasal enerjinin büyük bir kısmını içerir. Oksijenin varlığında bu sülfid oksidasyonunu katalizleyebilen renksiz sülfür bakterileri tarafından kullanılır. Sonuç olarak kimyasal enerji kısmen bakterilerin biyoması içinde korunur (Jorgensen ve Bak, 1991). Yüzeysel sularda insan faaliyetleri sonucu aşırı sülfür bakterisi üremesi olduğunda bu şekildeki büyümeler dolaylı kirleticiler olarak tanımlanırlar. Bazı nehirlerde sülfür bakterileri kalın büyüme gösterirler. Bunun nedeni, endüstriyel atık salınımından oluşan veya organik maddelerin anaerobik parçalanması sonucu suya karışan sülfür bileşikleridir (Köse, 1990).

2.6. Su Kaynaklarının Ülkemizdeki ve Dünyadaki Durumu

Dünya su kaynakları bakımından yeterli gözükse de, kullanılabilir su kaynakları bakımından oldukça sınırlıdır. Dünyadaki çok büyük miktarlardaki suyun sadece küçük bir kısmı tatlı su olarak kullanılmaktadır. Bu tatlı su miktarı dünya üzerinde gelişigüzel dağılmıştır. Dünyadaki su kütesinin yaklaşık olarak % 97'si okyanuslarda bulunmaktadır. Okyanuslardaki su, içme, tarım ve soğutma hariç sanayide kullanım için çok tuzlu olarak kabul edilmektedir. Geriye kalan % 3'lük tatlı suyun % 99'undan fazlası kutuplarda ve

buzullarda buz olarak tutulmuş ya da çok derinlerde ve çıkarılması masraflı olan yer altı suyu şeklindedir (Ağırğün, 1995; Erdem, 2000).

Kullandığımız tatlı sular iki kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlar yüzey suları ve yer altı sularıdır. Yeraltına süzülmeleyen ya da evaporasyonla veya transpirasyonla atmosfere dönen yağış yüzey suyu olarak adlandırılmaktadır. Akarsularda, göllerde, bataklıklarda ve havzalarda toplanan sular tatlı sularlardır (Tuncay, 1994; Erdem, 2000).

Ülkemizdeki tatlı su potansiyeli dünya tatlı su potansiyeli ortalamasının altındadır. Dünyadaki yıllık yağış ortalaması 984 mm iken, Türkiye'nin yıllık yağış ortalaması 652,5 mm'dir. Bu ise Dünya ortalamasının % 69'u kadardır (Tuncay, 1994; Ağırğün, 1995). Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli ortalama 501 milyar m³/yıl olarak hesaplanmaktadır. Yağış, akış, yeraltı suyu beslemesi ve komşu ülkelerden gelen miktarlar göz önüne alındığında, brüt toplam yenilenebilir yüzeysel su potansiyeli 234 milyar m³ olmaktadır. Ancak, mevcut teknolojik ve ekonomik şartlar altında bu değer, yılda toplam 112 milyar m³ mertebesinde değerlendirilmektedir. Bu miktarın 40,1 milyar m³'ü 2003 yılı itibariyle kullanıma açılmıştır. 40.1 milyar m³ suyun % 74'ü sulama sektöründe, % 15'i içme suyu sektöründe ve % 11'i ise sanayide kullanılmaktadır. Buna göre kişi başına düşen teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir yıllık su miktarı 1,500 - 1,735 m³ civarında kalmakta ve Türkiye su kısıtı (azlığı) yaşayan bir ülke konumuna girmektedir. Yılda kişi başı 1,000 m³'ün altında su kullanan ülkeler "su fakiri"; 1,000 - 3,000 m³ arasında su kullananlar "su kısıtı su stres"i çeken ülke; 10,000 m³'ün üzerinde su tüketenler ise "su zengini" ülkeler olarak nitelendirilmektedir. Türkiye için 2030 yılı ve 100 milyon nüfus öngörüsüyle, bu değerın 1,000 m³/kişi.yıl'ın altına düşebileceği ileri sürülmektedir (Anonim, 2008).

2.7. Su Kirliliği Sorununun Dünyadaki ve Ülkemizdeki Durumu

Yaşadığımız çevreyi, birbirlerine ayrılmaz bir şekilde bağlı ve biri diğerine sürekli etki eden toprak, hava ve su meydana getirir. Evrenin bir parçasının herhangi bir nedenle bozulması diğer parçalarını da aynı şekilde etkiler.

Hızla artan dünya nüfusu, sağlıksız kentleşme, plansız ve bilinçsiz endüstrileşme, belirli süreçlerde ortaya çıkan ya da kasıtlı olarak çıkartılan savaşlar ve ulusların bunlara hazırlık amacıyla yaptığı askeri tatbikatlar, nükleer denemeler; birim alana düşen verimi arttırmak amacıyla kullanılan tarım ilaçları, yapay gübreler ve deterjan gibi kolay ve rahat yaşamı sağlayan kimyasal maddeler giderek çevreyi kirlletmeye başlamış bunun sonucu olarak da büyük oranda kirlenen hava, su ve toprak, canlılar için zararlı boyutlara ulaşmış;

yaşamı etkileyen ve çeşitli hastalıklara neden olan belli başlı tehlike kaynakları durumuna gelmiştir (Egemen, 1999).

FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu) (1983), su kirliliğini; canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmalarını engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yaratabilecek maddelerin suya atılması şeklinde tanımlar (Egemen, 1999).

Sürdürülmesi istenen gelişme sürecine karşıt olarak, teorikte doğal ve tatlı su kaynaklarının çevre kirliliği sürecinden tamamen arındırılması mümkün değildir (Dökmen, 2000).

Suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak kirlenmesi nedeniyle suyun kalitesinde ve özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler suda yaşayan canlıları etkilemektedir.

Bu nedenle su kirlenmesi sucul ekosistemlerin zarar görmesine ve suların sahip olduğu kendi kendini temizleme kapasitesinin yok olmasına neden olmaktadır (Gidirişlioğlu ve ark., 1998).

Akarsular çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenen su ekosistemleridir. Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticiler ilk olarak akarsulara karışmaktadır. İnsan nüfusunun az olduğu dönemlerde akarsulara karışan atık maddeler kısa bir mesafede seyreltilip doğal yollardan parçalanabiliyordu. Ancak kalkınma ile beraber gelen aşırı nüfus artışı ve sanayileşme ile evsel ve endüstriyel atıklar da çoğalmış ve akarsular kendi kendini temizleyemez duruma gelmiştir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004).

Akarsuyun kirlenmesinde, suya karışan kirletici maddenin cins ve miktarı yanında akarsuyun debisi önem taşımaktadır. Akarsuya verilen kirletici atıkların suyun debisinin az olduğu zaman daha fazla, suyun debisinin yüksek olduğu zaman daha az kirliliği sebep olmaktadır. Akarsulardaki bu kirlilik doğal ortamdaki bazı türlerin yok olmasına diğer türlerin aşırı derecede atmasını sağlayarak doğal dengenin bozulmasına sebep olur (Aydoğdu ve Gezer, 2006).

Dünyanın pek çok yerinde, insanların su gereksinimi ile var olan su kaynakları arasındaki uçurum giderek büyümektedir. Bunu, su kaynaklarının sürekli olarak azalması açık seçik göstermektedir. Gerçekten, bütün dünyada yer altı sularının düzeyi hızla düşerken, öte yandan birçok akarsu denize ulaşmamaktadır. Ayrıca yer altı ve yer üstü suları, akıl almaz bir şekilde kirletilerek, yararlanılamaz hale getirilmektedir. Bütün

bunların sonucunda da su kaynakları için rekabet her gün biraz daha artmaktadır. O nedenle, bir zamanların Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri Boutros Gali, ‘Geleceğin savaşları politik nedenlerden değil, su için çıkacaktır’ demişti. Dünya genelinde su kullanımının 1940 ile 1980 arasında iki katına çıktığını göstermektedir. İki katına çıkan su kullanım miktarının 2000’li yıllarda daha da artacağı tahmin edilmektedir (Aydoğdu ve Gezer, 2006).

Geldreich ve Clarke (1966), tatlı su balıklarının bağırsak sistemlerinde koliform, fekal koliform ve fekal streptokok varlığını, dağılımını ve devamlılığını araştırmak için 14 farklı tür de 132 adet balık örneği incelemişlerdir. 78 balık örneğinde gözlenen fekal kirlenmenin mavi solungaç balığında, kedi balığına oranla daha az olduğu, fekal streptokok yoğunluğunun ise her iki tür için sırasıyla gram başına 220 ve 240 olduğu belirlenmiştir. Balıklardaki fekal koliform varlığının çaydaki sıcakkanlı hayvan kaynaklı kirliliğin işareti olduğu da ortaya konmuştur.

Resnick ve Levin (1981), insan kaynaklı fekal kirlilik etmeni olarak üzerinde çalışılan *Bifidobacterium* türlerinin lağım suyunda $10^6/100$ mL olarak bulunduğunu ve bu yoğunluğun atık su arıtma çalışmalarlarıyla yüksek oranda azaltılabildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca bu genusa ait türlerin tatlı su ve denizel su kaynaklarında *E.coli* kadar canlı kalamadığı da ortaya konmuştur.

Bir diğer çalışmada ise fekal *E.coli* bakterisinin tanımlanmasında önemli karakteristikler olan laktozdan gaz oluşturma ve indol üretimi özelliklerinin ısı değişimi ve soğukta saklama koşullarında değişimleri incelenmiştir. Yükseltelen ısı aralıklarında indol özelliğinin, laktozdan gaz oluşturma özelliğinden daha stabil olduğu ve 44,5 °C’de her iki özelliğinde kaybedildiği saptanmıştır (Bueschkens ve Stiles, 1984).

Burton ve ark. (1987), *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella newport*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* gibi insan patojeni bakterilerin 5 farklı tatlı su sedimetinde canlı kalabilme seviyelerini incelemişlerdir. Bakteriyal canlılık 14 günlük periyodlarda devamlı akar odacıklarda gözlemlenmiş ve bakteriyal ölüm oranları 1’den 5’e sıralanmıştır. Buna göre *E.coli*, *S. newport* ve *P. aeruginos* bakterisinden daha uzun süre canlı kalırken, bu sürenin *K. Pneumoniae* bakterisinde *E.coli* bakterisinden daha uzun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca *E.coli* ve *K. Pneumoniae* bakterilerinin canlı kalma sürelerinin en azından % 25 oranında killi olan sedimentlerde daha yüksek olduğu da belirtilmiştir.

Niemi ve Niemi (1988), Finlandiya körfezine dökülen Vantaanjoki nehrinde bir yıllık periyot içinde fekal indikatörlerin varlığı ve yıllık değişimlerini saptamışlardır. Süreç içinde kirli nehirden izole edilen 931 termotolerant koliformun % 74'ü API20E identifikasyonu sistemine göre *E.coli* olarak tanımlanmıştır. 3441 strainin toplamında (44,5 °C'de) gaz ve indol üretimi test edilmiştir. Bunların, % 73'ü gaz pozitif ve % 89'u indol pozitif olarak saptanmıştır. Fekal streptokokların 3567'sinin % 67'si 44,5 °C'de "Bile Esculine Azide Agar" besiyerinde esculine pozitif ve katalaz negatif olarak doğrulanmıştır. Doğrulanmış fekal indikatörlerin oranı mevsimsel olarak ve nehrin farklı kollarında değişimler göstermiştir. Araştırmacılar fekal indikatörlerin arasındaki korelasyon ve fekal indikatörler ile su kalitesi arasındaki değişimleri modellendirmişlerdir. Niemi ve Niemi (1990), 11 ırmakta rastgele örnekleme yaparak membran filtrasyonla 341 örnekten 232'sinde termotolerant koliform ve fekal streptokokları tanımlamışlardır. Bakteriyolojik konsantrasyonların hidrojeolojik karakteristiklerinde yardımıyla yüksek oranda değişiklik gösterdiğini ve kuru periyodlar da yağışlı dönemlere oranla azaldığını da belirtmişlerdir. Yine Niemi ve Niemi (1991), Güney Finlandiya'da 22 bozulmuş bölgeden ve 6 zirai bölgedeki sulardan muhtemel *Escherichia coli* ve muhtemel fekal streptokokların varlığı ve termotolerant koliform bakterilerin konsantrasyonlarının tespitine yönelik yaptıkları bir başka çalışmada; mukayese için kullandıkları 3 atık su deneme sitesinden aldıkları su örneklerindeki fekal indikatörleri karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak zirai ve bozulmamış doğal sularda kış aylarında bakteriyal kirliliğin oldukça yüksek durumlara ulaştığını tespit etmişlerdir. Ayrıca termotolerant koliformların diffüze yüklemeler ile kontamine olan sularda güvenilir kirlilik indikatörleri olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca Niemi ve ark. (1994), Finlandiya'dan Aurajoki nehrinde fekal streptokoklar ile termotolerant koliform bakterilerinin uzun dönemli temporal değişimlerini araştırmışlar ve bakteriyal konsantrasyon, boşaltım ve kimyasal su kalite parametreleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmışlardır.

Turick ve ark. (1988), sudaki fekal koliformları yapısında biriktirme özelliği gösteren ve aktif bir filtratör gibi davranan taze su midyesi (*Elliptio complanata*)'nin su sütunlarında meydana gelen fekal kirlenmenin düzeyini belirlemede kullanılabileceğini ve bakteriyolojik su kalitesi indikatörü olarak kullanılabileceklerini önermişlerdir.

Bergstein ve ark. (1991), İsrail'de Kinneret gölündeki fekal indikatör bakterilerin dağılımını bir yıllık süreçte izlemişlerdir. Bu dağılımda sedimantasyon ve göle dökülen Jordan nehrinin boşaltımı gibi faktörlerin etkili olduğu saptanmıştır. Göldeki sedimentler,

dip suları ve yüzey suları arasındaki indikatör fekal bakterilerin yoğunluğu üzerine istatistiksel modellemeler çıkarılmıştır. Yine Bergstein ve ark. (1992), aynı araştırma bölgesinin littoral zonunda meydana gelen fekal kirliliğin indikatör bakterilerinin dağılımı üzerine bir araştırma yapmışlardır. Göl suyu ve sedimenindeki bakteriyal konsantrasyonun sahil şeridine göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumu mevsimsel şartlara, jeografikal durum ve göle giren nutrient konsantrasyonuyla ilişkilendirmişlerdir.

Nix ve ark. (1993), aquatik sistemlerde fekal kontaminasyonun bir bütünleyicisi olarak "sediment torba tekniği" adı verilen bir yöntem geliştirilmiştir. Su kolonundaki örnekleme için bir alternatif olarak, sedimentler fekal kirliliğin indikatörleri olarak kullanılmaktadır. Konvensiyonel mikrobiyolojik araştırmalar kontaminasyonun kaynağını ya da kapsamını belirleyememektedirler. Çünkü istasyonların devamlı izlenmesi klasik mikrobiyolojik tekniklerle pratik olmamakta ve oldukça masraflıdır. Bu yüzden sediment torbalar sedimentteki çamur tabakasına yerleştirilerek sedimentteki koliform bakteri absorplamaktadırlar. Elde edilen sonuçlara göre bu tekniğin kontaminasyon kaynaklarını tanımlayabildiklerini ortaya çıkarmışlardır.

Medama ve Schets (1993), Hollanda-Amstertam'da rekreasyonel sahillerde su orjinli bir gastro-enterit amili olan ve son zamanlarda tatlı sularda bakteriyal kirlilik indikatörü olarak aranan *Plesiomonas shigelloides* yoğunluğunun fekal kirlilik ve trofik durum arasındaki korelasyonunu ortaya çıkarmışlardır.

Palmer ve ark. (1993), Kanada – Ontorio'daki yükleme limanlarındaki disposal yıkama sularında indikatör organizmaları tespit etmişlerdir. Fekal koliform yoğunluğunu $10^5 - 10^8$ cfu/mL olarak saptamışlar ve değerlerin standartların oldukça üzerinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Islam ve ark. (1994), Bangladeş Dhaka çevresinde ve içinde beş su kaynağında Mayıs 1988 – Nisan 1989 arasında bir yıllık periyotta fekal pollusyon durumunu incelemişlerdir. Sonuçlar 4 su kaynağının ağır şekilde fekal kirlenmeye uğradığını ve bu su kaynaklarının halk sağlığı açısından potansiyel sağlık rizikoları taşıdığını göstermiştir.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada tatlı su ve denizel balıkları, tatlı su ve denizel karidesler, yumuşakçalar, kurutulmuş balık ve karidesler ve balık yumurtaları eneterotoksijenik *E.coli* varlığı bakımından taranmış ve toplam 17 *Escherichia coli* straini izole edilmiştir. O:87, O:128, O:2, O:20 ve O:3 gibi farklı serotiplere ait olan *E.coli*

strainlerinin antibiyotik dirençliliği bakımından halk sağlığı için ciddi tehlikeler yaratacağı ortaya konmuştur (Singh ve Kulshrestha, 1994).

Figueras ve ark. (1996), fekal streptokokların hızlı şekilde tanımlanması için M-Enterococcus ortamını geliştirmişler ve ‘Standard Method for the Examination of Water and Wastewater’da’ doğrulaması yapılması gereken kolonilerin seçiliminde yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Joyce ve ark. (1996), fekal koliformlarca yüksek seviyede kontamine olmuş su örneklerindeki güçlü ekvatoryal güneş ışığının termal etkisi üzerinde çalışmışlardır. 20×10^5 cfu/mL başlangıç popülasyonu ile kontamine olmuş durumdaki su örnekleri direkt güneş ışığına (maksimum su sıcaklığı, 55 °C) maruz bırakılmıştır. Örnekler 7 saat içerisinde tamamen dezenfekte olmuş, canlı hiçbir *E. coli* saptanmamıştır. 12 saatin sonunda yeniden oluşan bakteriyal hücre de gözlenmemiştir.

Eckner (1998), içme ve yıkama suyu kalitesini izlemede rutin olarak kullanılan koliform bakteri, *Escherichia coli* ve *Enterococcus* bakterilerinin tespiti için “Colilert” ve “Enterolert” metotları adını verdiği yeni testlerin Çoklu-tüp Fermantasyon ve Membran Filtrasyon metoduyla karşılaştırmalarını yapmıştır. Sonuçlara göre “Colilert” metodu içme suyu örneklerinde İsviçre Standart metotlarında rutin olarak uygulanan koliform grubu bakterilerin tespiti metotlarına göre daha duyarlı olduğu saptanırken, yıkama suyu örneklerinde ise doğrulama zorlukları nedeniyle anormal sonuçlar vermiştir. Enterokok tespitinde ise “Enterolert” metodu İsviçre standart metoduyla aynı sonucu vermiştir.

Polo ve ark. (1998), tatlı sularda insanlarda ciddi bazı gastroenteritlere sebep olan *Salmonella* varlığı ve bu bakterinin fekal indikatörler ile olan ilişkileri üzerine araştırmalarda bulunmuşlardır. Yoğun şekilde kirliliğe maruz kalmış bölgeler ve aşırı yüksek sayıda kirlilik indikatörlerinin tesbit edildiği habitatlarda *Salmonella* varlığının o düzeylerde yükseldiğini saptamışlardır. Ayrıca *Salmonella* varlığının tespit edilemediği yerlerde indikatör bakteri gruplarının da çok düşük düzeylerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlarına göre en yüksek frekansların sırasıyla nehirlerde % 58,7, tatlı su rezervuarlarında % 14,8 ve deniz suyunda ise % 5,9 olduğu gözlenmiştir.

Alderisio ve Deluca (1999), yüzeysel sulardaki fekal kontaminasyonu belirlemek için tüneğe yatan kuşların dışkılarını incelemişlerdir. Westchester County’deki 236 Kanada kazı ve 249 halka ağızlı martıdan alınan fekal örnekler, 2 yıllık bir periyotta analiz edilmiştir. Sonuçlara göre kaz dışkısına oranla ($1,53 \times 10^4$), martı dışkısında yüksek bir

fekal koliform konsantrasyonu içermesiyle oldukça dikkat çekici olduğu vurgulanmıştır. Ancak kazlardaki ortalama fekal numune ağırlığının martılara göre 15 kez daha yüksek olduğu da bildirilmiştir.

Alonso ve ark. (1999), modifiye ettikleri sodyum piruvat katkılı CECCP, Lauryl sülfat tabanlı MLSA ve kendileri tarafından geliştirilen CHROM agar EEC (CEEC) isimli besi ortamlarını su ortamlarından *Escherichia coli* ve diğer koliform bakterilerin tespiti ve sayımları için karşılaştırmalı olarak denemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre hem CECC ve hem de CECCP üzerinde 41 ve 44,5 °C’lerde Termotolerant koliform sayımlarında belirli bir farklılık göstermiştir. MLSA ile karşılaştırılan CECC ve CECCP üzerine toplam termotolerant koliformların sayımında belirli farklılıklar da saptanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları göstermiştir ki, 41 °C’de inkübe edilen CECCP agarın nehir ve deniz sularında *E. coli* ve diğer koliform bakterilerin sayımları için diğer ortamlara göre daha etkili olduğu saptanmıştır.

Harwood ve ark. (1999), bir su kaplumbağası olan *Malaclemys terrapin centrata*'nın dışkısından total ve fekal koliform bakterilerinin izolasyonunu yapmışlardır. Koliformların büyük çoğunluğunun *Escherichia coli* olduğu ve *Salmonella* genusu üyelerinin de 39 su kaplumbağasının sadece ikisinde izole edildiğini bildirmişlerdir.

Parveen ve ark. (1999), fekal kirlenmenin indikatörü olarak kullanılan *Escherichia coli* varlığının kirlenme kaynaklarını ayırt etmede spesifik olmadığını bildirmişlerdir. Denemelerde toplam 238 *E. coli* izolatu (insan kaynaklı ve insan kaynaklı olmayan) hayvanlardan direkt olarak çamur arıtım istasyonlarından ve Apalachicola Ulusal Haliç Araştırma Rezervlerinden toplanmış ve bunlar Ribotip profili için test edilmişlerdir. İnsan kaynaklı (HS) ve insan kaynaklı olmayan (NHS) izolatları 41 ve 61 RT (ribotip profili) derecesi göstermiştir.

Byamukama ve ark. (2000), Uganda – Kkampala tropikal sularında farklı düzeylerde kirlenmiş bölgelerden sülfite indirgeyen anaerobik spor üreticiler, fekal koliform, total koliform ve *Escherichia coli* tespiti ve sayımı yapmışlardır. Ayrıca fekal kontaminasyonu belirlemek için geliştirdikleri yüksek bir ayırım etkinliğine sahip Chromacult Koliform Agar besiyerini kullanarak yapılan testlerde *E. coli* kontaminasyonunun kantitatifliğinin oldukça etkili olduğu ve 24 saat içinde çalışılan bölgede fekal kirlenmeyi belirlemede uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Gabriele ve ark. (2000), kıyusal subtropik alanlardaki *E.coli* varlığını araştırdıkları çalışmalarında nehirlere *E.coli* girişinin sağanak yağışlar süresince artış gösterdiğini, sağanaklardan sonra taban seviyelere dönüş yaptığını ancak medcezirlerle korelasyon göstererek periyodik olarak değiştiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca medcezir olayı esnasında nehir topraklarında *E.coli* gelişimine maruz kaldığı belirtilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak subtropikal ve tropikal alanlarda *E.coli*'nin sularda kirlilik indikatörü olarak kullanılabilmesi önerilmiştir.

Goni-Urriza ve ark. (2000), tatlı sulardaki bakteriyal popülasyonların antimikrobiyal dirençliliği hakkında çalışmak amacıyla, Arga nehri ve atıksu boşaltım kanalında akıntı yönünde ve akıntıya karşı alanlardan örnekler almışlar ve Enterobacteriaceae strainleri ile *Aeromonas* türlerinin antimikrobiyal dirençliliğini incelemişlerdir. *Aeromonas* türlerinin (% 72) çoğu ve birçok Enterobacteriaceae (% 20)'nin nalidiksik aside dirençli olduğunun saptanırken; Enterobacteriaceae üyelerinin diğer kinolonlardan ziyade tetrasiklinlere (% 24,3) ve beta-laktamlara; *Aeromonas* türlerinin ise tetrasiklin (% 27,5) ve so-trimoxazole'e (% 26,6) dirençli olduğu ve her iki bakteri grubu içinde dirençliliğin akıntı yönünde arttığı belirlenmiştir.

Lipp ve ark. (2001), kıyusal alanlarda fekal kontaminasyon (fekal koliform bakteri, enterokok, *Clostridium perfringens*, kolifaj) indikatörü bakteriler ve insan patojenlerinin (*Cryptosporidium*, *Giardia* ve enteroviruslar) varlığını saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada; tüm indikatör seviyelerinin <5 cfu/100 mL ve >4000 cfu/100 mL arasında olduğunu; *Cryptosporidium* ve *Giardia*'nın örneklerde sırasıyla % 6,8 ve % 2,3 oranında bulunduğunu tespit etmişlerdir. Enfektöz enterovirusların ise 6 su örneğinin 5'inde düşük seviyelerde bulunmakla beraber; enterovirus varlığının yüzme amaçlı kullanılan deniz kıyılarında sağlık açısından da büyük risk taşıcağını ortaya koymuşlardır.

Beloti ve ark. (2003), sudaki total koliform ve *E.coli*'nin sayımı için PETRİFİLM™ EC ve HS metodunu geliştirmişler ve doğal su kaynaklarındaki sayım sonuçlarının En Muhtemel Sayı yöntemiyle korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Frischer ve ark. (2005), biyoluminesens bakterilerin kıyusal suların kimyasal kontaminasyonun belirlenmesinde indikatör olarak kullanılmalrı üzerine yaptıkları araştırmada, bu grup mikroorganizmaların dizel yakıt, civa ve poliklorinat bifenillerle (PCB'ler) meydana gelen kirlenmelerin tespitinde kullanılabilmesini saptamışlardır.

Ayrıca biyoluminesens bakterilerin çeşitliliğinde su kalitesinde standart indikatör organizmalar olan total ve fekal koliformlarla korelasyon göstermediğini belirtmişlerdir.

Servais ve ark. (2005), tatlı sularda ve akarsularda fekal kontaminasyon indikatörü olan fekal koliformlar ve *E.coli*'nin sayılmasında kullanılan kültüre dayalı klasik metotlar yerine; *E.coli*'ye özgü enzim olan β -D-glucuronidase'ın MUG substratı kullanarak enzim aktivitesinin tespit edilmesi üzerinde çalışmışlardır. Elde edilen veriler doğrultusunda bu metodun klasik metotlara göre tatlı sularda mikrobiyal kirliliğin taranmasında daha hızlı ekonomik ve verimli olduğu belirlenmiştir.

İçme suları genellikle bir kısmı insanlar için patojenik olan mikroorganizmaları da (virüsler, bakteriler ve parazitler) içeren nehir sularından elde edilir. İçme suyu eldesi için yüksek mikrobiyal yükün dezenfekte edilmesindeki zorluklardan dolayı nehir suyundan içme suyu üretimi giderek zorlaşmaktadır.

Su (nehir suyu) kaynaklarının mikrobiyal kalitesinin izlenmesi ve içme suyu sistemlerindeki su dağıtımı, temel bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Klasik metotlarla su kalitesi fekal kontaminasyonun bakteriyal indikatörlerinin araştırılması ve ölçülmesi yoluyla izlenmektedir (Servais ve Billen, 1990). Fakat, bu organizmalar patojenik bakterilerle kontaminasyonun iyi bir indikatörü olmasına rağmen, virüs ve parazitlerle kontaminasyon bakımından zayıf indikatörlerdir (Schwartzbrod ve ark., 1985; Havelaar, 1993).

Diğer bazı indikatörler ise viral kontaminasyon bakımından çok daha iyi indikatörlerdir. Bazı çalışmalar patojenik virüslere, viral yapı, boyut ve doğaları bakımından benzemelerinden dolayı bakteriyofajların viral kontaminasyonun iyi bir indikatörü olabileceğini göstermiştir. Bu alanda kullanılan başlıca bakteriyofajlar: somatik kolifaj, F-spesifik fajlar ve *Bacteroides fragilis* fajlarıdır (Jofre ve ark., 1986; Borrego ve ark., 1987; Woody ve Cliver, 1995).

Yeni indikatörler kullanılmadan önce bu indikatörlerin varolan bakteriyal indikatörlerle karşılaştırıldığında orijinal bir yanıt verebildiğinin belirlenmesi önemlidir.

Evans ve ark. (1981), içme sularında ve muamele görmemiş yüzey sularından izole edilen toplam koliform türlerinin farklı özelliklerini ortaya koymak amacıyla, membran filtre (MF), standart en muhtemel sayı [Standard most-probable number (S-MPN)] ve modifiye en muhtemel sayı [modified most-probable number (M-MPN)] yöntemlerini karşılaştırmışlardır. MF yöntemi *Citrobacter freundii*'yi en yaygın koliform türü olarak

gösterirken; fermentasyon tüp teknikleri *Escherichia coli* ve *Klebsiella* türleri için seçicilik göstermektedir. M-MPN tekniği muamele görmemiş yüzey sularından izole edilen *C. freundii* ve *Enterobacter* spp. ve içme sularından izole edilen *Enterobacter* ve *Klebsiella* spp. için S-MPN yönteminden daha etkili bulunmuştur.

Araujo ve ark. (1989), farklı düzeyde fekal kirliliğe sahip 3 tatlı su kaynağında bulunan fekal koliformların sayısı ile mezofilik aeromonadların varlığı arasındaki korelasyonu araştırmışlardır. Su örneklerinde *Aeromonas* spp. $10^2 - 10^9$ cfu/mL arasında ve fekal koliformları $9 - 10^7$ cfu/mL arasında saptamışlardır. Fekal kirlilikten yoksun su habitatlarında ise olası bir korelasyon saptanamamış, buna karşın kirli sularda ise aeromonadlar, fekal koliformlar ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı arasında bir ilişki tespit edilmiştir.

Eashwar ve ark. (1990), Hindistan'da Tutucarın liman sularında *Thiobacillus* bakterilerinin varlığını ortaya koymuşlardır. Thiosülfat agar üzerinde koloni birim olarak saptanan *Thiobacillus* bakterilerinin sayısının, denizel kaynaklarda rapor edilenlerden çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar *Thiobacillus* bakterilerinin liman sularının kirlilik düzeyini belirlediği kadar, bu sulardan karışan sahil sularındaki yayılımı da saptamışlardır.

Frances ve ark. (1991), hastalığı taşıyan hayvanlardan insanlara geçen septisemi, menenjit ve düşükklere neden olan Listeriosis etmeni *Listeria* türlerinin varlığı üzerine yüzeysel sularda araştırmalarda bulunmuşlardır. Araştırmacıların 12 farklı bölgeden aldıkları 30 su örneği üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarına göre; izolatlar *Listeria seeligen*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua* ve *Listeria welshimeri* olarak tanılanmış ve izolasyon oranının en çok göllerden olduğu vurgulanarak % 27 olduğunu saptamışlardır. Bu göllerdeki yüzme ve rekreasyonel amaçların oldukça risk taşıdığını belirtmişlerdir.

Kuenen ve ark. (1992), *Thiobacillus* genusunun H₂O ve O₂'nin bir arada bulunduğu Jannasch ve ark. (1972), tamamen anaerobik olan Karadeniz'in sularında toplam örneklerde *Thiobacillus* genusunun bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Do ve ark. (1993), sıcakkanlı hayvanların ve özellikle insanların barsak membranlarında sodyum kanallarını bloke eden kuvvetli bir nörotoksin olan Tetrodotoksin (TTX) üreten bakterilerin izolasyonu ve bunların sedimentte birikimleri üzerine araştırmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarında Japonya'daki Suwa gölünün sedimentlerinden HPLC, gaz kromatografi-kütle spektrometresi ve doku kültür teknikleri kullanılarak

tetrodotoksin ölçümleri gerçekleştirmiştir. Ayrıca bu sedimentlerden TTX-üreten 5 genusa ait 17 bakteri türünü izole etmişler ve bu bakterilerin gölün yüzme ve rekreasyonel amaçlar için kullanan insanlar üzerinde etkilerinin belirlemişlerdir. Bu bakteri genusları arasında *Bacillus*, *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Caulobacter* ve *Flavibacterium* bulunmaktadır.

Falco ve ark. (1993), Brezilya'nın Araraqua bölgesinde değişik tatlı suların potansiyel patojenik ve patojenik bakterilerini incelemişlerdir. Nehir, rezervuar, artezyen ve havuz sularından alınan 99 su örneğinde heterotrofik mikroorganizmaların sayımları, fekal koliformlar ve *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Mycobacterium*, *Escherichia coli*'nin EPEC, ETEC ve EIEC varyantlarının varlığı analiz edilmiştir. Araştırmacılar bu su kaynaklarından *Shigella*, *Yersinia* ve EIEC varyantlarını izole etmişlerdir. Araştırmacılara göre bu kaynaklar potansiyel sağlık riski oluşturmaktadır.

Gauthier ve Clement (1994), enterik bakteriyal patojenler olan *E.coli*, *Shigella*, *Salmonella*, *Klebsiella* ve *Yersinia* türlerinin deniz suyu ve tatlı sularda karşılaştıkları ısı, asit, besin azlığı gibi streslerden sonra mide de karşılaştıkları asidik koşullara dayanıklılıklarındaki değişimleri incelemişlerdir. Denemeler sonucunda enteriklerin asit dirençliliğinin su çeşidiyle bağlantılı olmadığı aksine bu durumun hücrenin büyüme fazında olmasından etkilendiği saptanmıştır.

Rhodes ve Kator (1994), ABD Virginia eyaletindeki tatlı su göllerinde mezofilik aeromonadların yoğunluğunu trofik durumla karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar aeromonad konsantrasyonlarının trofik durumdan bağımsız olduğunu ve trofik durumu ölçmede kullanılan su kalite parametreleriyle (toplam fosfor, klorofil-1 vb.) istatistiki olarak ilişkisinin bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca çözülmüş oksijen ve toplam çözülmüş nitrojen değerleri ile aeromonad yoğunluğu arasında negatif bir korelasyonun bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Montuelle ve ark. (1996), tatlı su sedimentinde biofilm oluşturan *Nitrobacter* türleri üzerine bir atıksu deneme tesisinin etkisini belirlemişlerdir. Nehre atık suyun boşaltımından sonra fizikokimyasal parametrelerde (çözülmüş oksijen konsantrasyonunda bir azalma, NH₄ - azotu düzeyinde bir artış vb.) yüksek bir değişim gözlenmiştir. Bentik *Nitrobacter* populasyonları atıksu deneme tesisinin boşaltımından sonra kalitatif ve kantitatif değişim göstermiştir. Bu araştırmacılar Immunofloresans teknikleriyle 6 farklı *Nitrobacter* serotipi tanımlamışlardır. *Nitrobacter* serotip çeşitliliğinin boşaltım konsantrasyonuna bağlı olarak değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Araujo ve ark., (1997), farklı oranlarda fekal kirliliğe maruz kalan 257 tatlı su örneğindeki somatik kolifaj, F-spesifik kolifaj ve *Bacteroides fragilis* faj seviyelerini ölçmüşlerdir. Evsel kaynaklı kirlenmenin saptadıkları örneklerde; oran bakımından 3 grup faj arasında yüksek korelasyonun bulunması, bu kirlilik etmenlerinin ortama salınımindaki sürekliliği göstermiştir. Bu örneklerde en yoğun somatik kolifaj bulunurken, F-spesifik kolifajın daha az olduğu ve en az da *Bacteroides fragilis* fajının bulunduğu saptanmıştır. Bununla beraber somatik kolifaj oranında görülen nispi artışında *Bacteroides fragilis* fajıyla korelasyon gösterdiği belirtilmiştir.

Kolombiya’da üç baraj ve bir lagünde ilk kez *Pseudomonas* spp., *Vibrio* spp., *Plesiomonas shigelloides*, *Aeromonas hydrophila* grubu ve fekal ve total koliformların varlığı çalışılmıştır. Lagünde koliform oranı düşük bulunurken; barajlarda insan kaynaklı kirlilikle beraber yüksek oranda olduğu saptanmıştır. *Vibrio* spp. bulunmazken, *P. shigelloides* yoğunluğu düzensiz bir dağılım göstermiştir. *Pseudomonas* spp., tüm numunelerde bulunurken; ötrofikasyonun olduğu bölgelerde sayısında artış görülmüştür. Aynı zamanda total ve fekal koliformlar, pH, nitritler, nitratlar ve ortofosfatlar arasında önemli bir korelasyon ($p < 0.05$) saptanmıştır. Ayrıca *P. shigelloides* varlığı; total koliformlar, fekal koliformlar, *A. hydrophila* ve ışıkla korelasyon göstermektedir (Amparo ve Gabriel, 1999).

Gram ve ark. (1999), deniz orijinli bir bakteri olan ve kulak enfeksiyonlarına yol açan *Shewanella algae* bakterisinin izolasyonu ve identifikasyonu ile çalışmışlardır. Bu bakterinin sadece yaz aylarında deniz suyunda tespit edildiğini bildirmişlerdir. Soğuk ve sınırlı besin koşulları altında organizmanın etkinliğini kaybettiğini tespit etmişlerdir.

Mudryk ve ark. (2000), Gdansk Körfezi sedimentlerinde bulunan sülfat redükleyen bakteri miktarının 0.76×10^3 ve 1.27×10^4 cfu/mL arasında olduğunu; sülfat redüksiyonunun ise $1.89 - 31.6 \text{ nM SO}_4^{2-} \text{ g}^{-1} \text{ 24 h}^{-1}$ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bununla beraber Temmuz ayında maksimum seviyede olan bakterilerin Nisan ayında minimuma indiğini; hidrojen sülfid konsantrasyonu ile bakteriler arasında korelasyon varken benzer durumun sülfat konsantrasyonu ile yaşanmadığı belirlenmiştir. Sedimentte bulunan sülfat redükleyen bakterilerin laktat, asetat ve propiyonat üç farklı organik maddeyi elektron verici olarak kullandıklarında belirtilmiştir.

Ben- Dan ve ark. (2001), Jordan Nehri ve Kinneret Gölü birleşim zonunda seyrelme ve sedimentasyondan ötürü meydana gelen hidrodinamik etkilerin enterik bakteri sayımı

üzerine etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen veriler sıg bir tropikal gölün, göl-nehir etkileşim zonundaki biyolojik kirleticilerin (bakteriler) dağılımı üzerine kavramsal bir model oluşturmada ileri çalışmalar için kullanılabileceğini vurgulamaktadır.

Embrey (2001), ABD – Tacoma’da Puget Bölgesi zirai ve kent çevresinde bulunan akıntılarda 31 bölgeden aldığı örneklerde fekal koliform, enterococci ve somatik kolifaj tespiti ve sayımı gerçekleştirmiştir. Örneklerin % 71 ve 48’indeki bakteri yoğunluğunun Amerikan Çevre Koruma Teşkilatı’nın düzenlediği, *E. coli* ve enterococci için koyduğu yönetmeliğin sınırlarını aştığı ve % 81’inin Washington Eyaleti Fekal Koliform Standartlarını aştığını bildirmiştir. İnsanlara özgü spesifik kolifajları 15 bölgenin örneklerinde tespit etmiştir.

Farag ve ark. (2001), Grand Teton National Park içinde yer alan Garnet Canyon ve Cascade Canyon’un insan yaşayan bölgelerindeki su kalitesi üzerine araştırmalar yapmışlardır. Su kalitesini belirlemede fekal koliform, *Giardia lamblia* ve mikropartikülleri ölçmüşlerdir. Sonuçlarına göre Garnet Çayı’nın kimyasının ve su kalitesinin referans bölgelerle benzerlik gösterdiğini ve *Giardia lablia* ve *Coccidia* bulunmasına rağmen düşük düzeyde fekal koliform saptandığını belirtmişlerdir. Cascade Çayından izole edilen *Escherichia coli* bakterileri üzerinde yapılan ribotip tiplemesine göre bunların geyik, kuş, kemirgen, köpekgiller ve insan dışkılarına ait oldukları saptanmıştır.

Iwane ve ark. (2001), Tokyo – Tama Nehri üzerinde yer alan bir kirli su arıtma sisteminden yedi antibiyotiğe rezistans olan *Escherichia coli* ve koliform grup bakteri izolasyonu yaparak bunların nehir suyunda bulunma sıklıkları ve sayılarını saptamışlardır. Bu bakterilerin arıtma işlemi esnasında yüzey sularındaki sayılarında oldukça yüksek bir düşüşü göz önüne alarak dip çamuru analizlerindeki sayılarla karşılaştırmışlardır. Ham dip çamurunda antibiyotiğe rezistans olan bu bakterilerin çok yüksek sayılara ulaştığını ve arıtma sisteminin bakterilere karşı etkin olmadığını bildirmişlerdir.

Skraber ve ark. (2002), bakteriyofajların, suda bulunan patojenik mikroorganizmalar özellikle de enterik virüsler hakkında önemli bilgilere ulaşılmasında yararlı olabileceğini öne sürmüşlerdir. Bu amaçla çeşitli işlemler sonucunda içme suyu olarak kullanılabilen nehir suyu örneklerinden Şubat ve Kasım 2000 tarihleri arasında 96 adet toplamışlar ve 3 fekal indikatör bakteri (termotolerant koliformlar, enterokoklar ve sülfid indirgeyen anaerob sporlu bakteriler) ve 3 tip bakteriyofaj (somatik kolifajlar, F- spesifik fajlar ve *Bacteroides fragilis* fajları) bakımından analiz etmişlerdir. Termotolerant koliform ve

enterokok yoğunluğunun, su sıcaklığı ve akış hızı gibi fiziksel faktörlere bağlı olduğunu, yüksek ısı ve düşük akış hızının bu mikroorganizmaların yoğunluğunda azalmaya sebep olduğunu hatta fekal kirliliğin görülmediğini; bunun tersine somatik kolifaj, F - spesifik fajlar ve *Bacteroides fragilis* fajlarının yoğunluğunun ise ısı ve akış hızı ne olursa olsun sabit kaldığını saptamışlardır.

Obi ve ark. (2002), Güney Afrika kırsalındaki Venda topluluklarının su kaynakları olan 6 farklı nehrin mikrobiyal kalitesi üzerinde yaptıkları çalışmada fekal ve total koliform, enterokok ve somatik kolifaj sayımları yapılmış ve enterik patojenler olan *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Plesiomonas*, *Aeromonas* ve *Vibrio* türleri de tanımlanmıştır. Tüm örnekleme istasyonlarının minimum ve maksimum değerleri sırasıyla; fekal koliform 1.5×10^3 cfu-mL⁻¹ ve 6.3×10^4 cfu-mL⁻¹, total koliform 6.0×10^2 cfu-mL⁻¹ ve 3.7×10^4 cfu-mL⁻¹, heterotrofik plak sayımı 1.8×10^2 cfu-mL⁻¹ ve 1.3×10^6 cfu-mL⁻¹, enterokok sayımı 1.0×10^1 cfu-mL⁻¹ ve 2.5×10^4 cfu-mL⁻¹ ve somatik kolifajlar için 0 ve 13 pfu-100 mL⁻¹ olarak saptanmıştır. Araştırmacılar, elde edilen indikatör mikroorganizma değerlerinin ‘Department of Water and Forestry of South Africa’nın önerdiği limitlerin üstünde olması ve bununla beraber çeşitli su kaynaklarından enterik patojenlerinde izole edilmesinden dolayı bu nehirlerin içme ve kullanma suyu olarak kullanımlarının insan sağlığı açısından ciddi tehlikeler doğuracağını belirtmişlerdir.

Chao ve ark. (2003), Tayvan’ın kuzeyinde ve merkezindeki 11 ırmak, 6 kaynak ve 7 yeraltı suyu olmak üzere toplam 24 tatlı su kaynağında 5 aylık periyotta 125 su numunesi toplamışlar ve toplam heterotrofik bakteri, total koliform, fekal koliform, enterokok, *Aeromonas hydrophila* ve *Salmonella* sp. sayım sonuçlarını elde etmişlerdir. Total koliform ve *E.coli* sayımında geleneksel membran filtrenin yanında Colilert metod kullanmışlar ve her iki çalışmada elde edilen verilen birbirine denk ya da Colilert metod da elde edilen verilerin daha yüksek olduğu görmüşlerdir. Bunun yanında m-FC agar metodunun subtropikal su numunelerindeki fekal koliform sayımında yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Irmak sularında toplam bakteri sayımıyla fekal bakteri sayıları arasında dikkate değer bir korelasyon görülürken; yer altı ve kaynak sularında benzer bir korelasyonun bulunmayışını ırmak sularında antropojenik kaynaklı bir kirlenme olmasıyla açıklamışlardır. Total koliform/*E.coli* varlığıyla patojenik enterik bakterileri de kapsayan fekal bir kirlenmenin varlığına dikkat çekmişlerdir. Analiz edilen hiçbir su örneğinde *Salmonella* sp. varlığına rastlamamışlardır.

Nebra ve ark. (2003), fekal su kirlenmesinin indikatörü olarak *Bifidobacterium dentium* bakterisinin kullanımı üzerinde çalışmışlardır. Kirlilik alanlarında *Bifidobacterium dentium* kirliliğinin kaynaklarını ortaya koyacak problemler geliştirilmiş ve insan kaynaklı *Bifidobacterium dentium* kirliliğini ortaya koyacak problemin verimli çalıştığı ortaya konmuştur.

Miernik (2004), Vistula nehri ve Zegrze barajında bakteri varlığı ve *E.coli* bakteriyofajlarının potansiyel indikatör olarak kullanılabilirliği üzerine yaptığı çalışmada; yaz aylarında bakteri ve bakteriyofaj yoğunluğunun incelenen su kaynaklarında arttığını, *E.coli*'nin sulardaki oranıyla *E.coli* fajları arasında pozitif korelasyon bulunduğunu ve fekal kirliliğin belirlenmesinde bakteriyofajlarında kullanılabileceğini ancak indikatör organizma olarak kullanımlarında *E.coli*'ye nazaran sorunlar yaşanabileceğini ortaya koymuştur.

Byamukama ve ark. (2005), farklı su kaynaklarında total koliform, fekal koliform, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* bakterilerinin 12 aylık periyottaki değerlerini incelemişlerdir. *Clostridium perfringens* değerlerinin diğer kirlilik indikatörlerine göre daha makul seviyelerde olduğu ve kirliliğin insan kaynaklı olduğu gözlenmiştir.

Figueras ve ark. (2005), insan ve hayvanlarda sucul ortamlardaki varlığından dolayı patojen olan *Aeromonas* türlerine nazaran nadiren bulunan *Aeromonas culicicola* bakterisini içme suyunda ilk kez ortaya koymuşlardır. Multivirulent alyotoen toksininin içme suyunda bulunan *Aeromonas culicicola* bakterisinde tespit edilmesiyle de halk sağlığı bakımından önemli bir tehlike oluşturacağı bildirilmiştir.

Miller ve ark. (2006), kıyısal California ekosisteminde *Salmonella* spp., *Vibrio* spp., *Clostridium perfringens* ve *Plesiomonas shigelloides* yoğunluğunu saptamak amacıyla bazı denizel ve tatlı su omurgasızlarıyla çalışmışlardır. Bulgular, filtreleme ile beslenen invertebratların fekal bakteri kirliliğini kıyıdan denizel ekosistemlere taşıdıkları hipotezini doğrulamış ve kıyısal ekosistemlerdeki insan kaynaklı kirlenme ile fekal bakterilerin çevresel dağılımı arasında yüksek bir korelasyonun olduğunu göstermiştir.

Haller ve ark. (2009), Geneva gölünün Vidy Körfezinde yaptıkları çalışmada fekal kirlilik indikatörü *E.coli* ve *Enterococcus* sp. konsantrasyonları ve dağılımını incelemişler ve 10^5 ve 10^7 cfu 100 g^{-1} arasında değişen konsantrasyonların 6 ve 10 cm'lik derinlerde bulunduğunu belirlemişlerdir.

Akarsu ve kıyasal su kaynaklarında fekal kirliliğin saptanmasında kullanılan klasik yöntemlere alternatif olabilecek bir diğer yöntem Luminex_100TM sistemidir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarla ışımaya prensibiyle çalışan bu probun; fekal indikatörler olan *Bacteroides fragilis*, *Enterococcus* spp., *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Bacteroides distasonis* ve *Enterococcus faecalis* bakterilerinin farklı su kaynaklarındaki biyolojik kirlleticiler olarak saptanmasında kullanılabileceğini saptamışlardır (Baums ve ark., 2007).

Sabae ve Rabeh (2007), Nil nehrinin bir kolunda 2005 – 2006 yılları arasında sıcaklık, geçirgenlik, derinlik, pH gibi bazı fiziksel parametrelerle beraber toplam canlı, total koliform, fekal koliform, fekal streptokok ve patojen bakteri sayımlarını yapmışlar ve izole ettikleri bakterileri tanımlamışlardır. Sıcaklık 17 °C – 25 °C, geçirgenlik 40 – 220 cm, derinlik 3 - 25 m, pH 7,24 - 8,44 arasında değişirken; toplam canlı değerlerinin 22 ve 37 °C’de sırasıyla $10,8 \times 10^7$ - 150×10^7 cfu/mL; $8,8 \times 10^7$ - 152×10^7 cfu/mL arasında olduğu belirlenmiştir. Maksimum fekal koliform değerlerinin yaz aylarında elde edilmesinin yanında identifiye edilen bakteriler *Escherichia coli* (% 16), *Klebsiella pneumoniae* (% 14), *Pseudomonas aeruginosa* (% 12), *Pseudomonas fluorescens* (% 4), *Salmonella colerasuis* (% 11), *Shigella* sp. (% 9), *Serratia liquefaciens* (% 8), *Proteus vulgaris* (% 8), *Acinetobacter* sp. (% 7), *Brenneria nigrifluens* (% 5), *Flavimonas oryzihabitans* (% 3) and *Chryseomonas lutecla* (% 3) olarak sıralanmıştır.

Gugliandolo ve ark. (2009), Alcantra nehrinde mikrobiyolojik ve ekolojik analizler yapmak amacıyla nehir ağzında 3 ve deniz kıyısı zonunda da 1 istasyondan örnekleme yapmışlardır. Nehir ağzındaki fikoplankton ve fikopitoplankton sayılarının Akdeniz kıyı sularına nazaran daha fazla olduğunu ve Alcantra nehrinde kış aylarında fikopitoplankton sayısının arttığını açıklamışlardır. Bununla beraber oranları $x 10^2$ – $x 10^3$ ile $x 10^3$ - $x 10^5$ cfu/100 mL⁻¹ arasında değişen *Aeromonas* ve *Vibrio* spp. sayılarının fekal kontaminasyon seviyesinden bağımsız olduğu da bildirilmiştir.

Kirschner ve ark. (2009), Avrupanın en uzun ikinci nehri olması nedeniyle 19 ülkenin antropojenik etkilerle kirlitici etkilerine maruz kalan Danube nehrinde fekal kirlilik oranlarını ortaya koymuşlardır. Ayrıca elde edilen yüksek *E.coli*, Enterococci ve toplam koliform yoğunluğunun ortofosfat, klorofil a miktarlarıyla da pozitif korelasyon gösterdikleri belirtilmiştir.

Olaniran ve ark. (2009), Güney Afrika’da iki nehirde mikrobiyal kaliteyi ortaya koymak amacıyla toplam koliform ve fekal koliform sayımlarının yapmışlar bununla

beraber izole ettikleri *E.coli* bakterilerinin antibiyogram profillerini de hesaplamışlardır. Her iki nehirde sırasıyla elde edilen antibiyotik direnç profillerinin % 91,7 ve % 71,15 olması her iki su kaynağında içme suyu olarak kullanılamayacağını ortaya koymuştur.

Son yıllarda su kirliliği çalışmalarında elde edilen verilerin istatistiksel metotlarla desteklenerek yorumlanmasına önem verilmektedir. Bu doğrultuda Iscen ve ark. (2008, 2009) Uluabat gölü ve sonrasında Fırat nehrinde yaptıkları çalışmalarda pH, çözünmüş oksijen, PO_4^{-3} , P, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{-3} , BOI_5 , Kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam koliform ve fekal koliform gibi parametreleri kümeleme analizi (cluster) ve faktör analizi gibi çok değişkenli istatistik metotlar kullanılarak birkaç grup altında toplamışlardır. Böylece su kaynaklarında kirlilik üzerine en etkili parametreler ortaya konmuştur.

Zhou ve ark. (2007), kümeleme analizi ve diskriminant analiz gibi çok değişkenli istatistik metotlar kullanarak Hong Kong'da 12 nehirde belirlenen 23 farklı istasyonda, 23 parametre (pH, sıcaklık, BOI_5 , fekal koliform, demir, nikel vs.) inceleyerek geçici ve sürekli olan değişimler yoluyla su kalitelerini belirlemişlerdir. Diskriminant analizin pH, sıcaklık, BOI_5 , fekal koliform, demir, nikel gibi sadece 6 parametre kullanarak su kalitesi değişimlerinin saptanabileceğini bildirmişlerdir.

Sharma ve ark. (2008), temizlik, içme, sulama ve endüstriyel amaçlarla kullanılan Narmad nehrinde (Hindistan) sanayi kaynaklı kirlilik boyutlarını ölçmek için kullandıkları bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerden BOI_5 , nitrat, fosfat ve toplam koliform değerlerinin kabul edilen sınır değerlerin çok üstünde olduğunu saptamışlar ve elde ettikleri bu sonuçları korelasyon vb. istatistiksel analizlerle desteklemişlerdir.

Pejman ve ark. (2009), Haraz nehri havzasında yaptıkları çalışmada ise nehirde belirledikleri 8 istasyonda 4 mevsim boyunca 10 farklı parametrenin (çözünmüş oksijen, fekal koliform, pH, sıcaklık, BOI_5 , nitrat, toplam fosfat, bulanıklık vs.) değişimini inceleyerek elde ettikleri verileri kümeleme analizi, esas bileşen analizi (Principal Component Analysis) ve faktör analizi gibi çok değişkenli istatistik metotlarıyla desteklemişlerdir. Kümeleme analizi sonucunda 8 istasyon düşük, orta ve yüksek kirli şeklinde üç gruba ayrılırken; esas bileşen analizi/faktör analizleriyle de tüm mevsimlerde sıcaklık, inorganik parametreler ve nitratın su kalitesi değişimlerini etkileyen en önemli parametreler olduğu ortaya konmuştur.

Zhao ve Cui (2009), Luan nehrinin (Çin) yüzey sularının kalitesini ortaya koymak amacıyla örneklemeler yapmışlar ve çok değişkenli istatistik metotlardan kümeleme analizi

ve faktör analizi metotlarıyla verilerini desteklemişlerdir. Kümeleme analizi; 12 aylık çalışma periyodunu 3 gruba ayırmış ve bununla beraber bu grupların Kuzey Çin'deki mevsimsel değişimlerle korelasyon gösterdiğini ortaya koymuştur. Faktör analiz metoduyla ise antropojenik aktivitelerden etkilenen bulanıklık ve klorofili Faktör 1; yüzey sularının doğal özellikleriyle ilişkisi olan bazik olma durumu ve sertlik derecesi Faktör 2; mineral ve tarımsal aktivitelerden etkilenen Cl ve NO₂-N'i Faktör 3 olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak faktör analizi temporal değişimlere – mevsimsel değişimlerle bağlantılı olarak- doğal ve insan kaynaklı faktörlerin sebep olduğunu ortaya koymuştur.

Küresel ölçekte Dünya'da yaşanan su kısıtı-su sıkıntısı sorunu Türkiye ölçeğinde de kendini göstermekte ve su niceliği (kaynakları - miktarı) ülke üzerinde üniform (eşit) dağılmayarak, bazı bölgelerde su sıkıntısının yaşanmasına yol açabilmektedir. Eşitsiz dağılıma ilave olarak, son zamanlarda kendini hissettirmeye başlayan iklim değişikliğinden kaynaklanan havzalardaki yağış ve dolayısıyla su rejiminin değişmesi, Türkiye'nin özellikle nüfus ve endüstriyel faaliyetlerin fazla olduğu bölgelerinde “su kısıtı”ndan kaynaklanan sorunları gündemin ilk sıralarına taşımaktadır.

Su kısıtının en önemli nedenlerinden biri Türkiye'nin nüfusunun çoğalması, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerinin gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesinden kaynaklanan “su kullanımına olan talebin artışı”dır. Talep artışı yanında, kirlilik sonucu su niteliğindeki (kalitesindeki) bozulmalar ve miktarda beklenenin dışında dönemsel azalmalar, kısıt oluşumunun diğer mekanizmalarıdır (Anonim, 2008a)

Büyük bir su potansiyeline sahip olan ülkemizde düzensiz kentleşme ve endüstrileşme sonucu su kirliliği hızla yayılma göstermektedir. Arıtma tesislerinin bulunmaması, çevre sağlığı görevini ve kontrollerini tamamiyle yüklenen bir organizasyon olmaması nedeniyle kirliliğin boyutları farkında olunamayan ciddi boyutlarda gelişme göstermektedir. Hemen belirtmek gerekir ki, su kaynaklarımızın ne kadarının doğal kriterler bakımından sağlıklı bir düzeyde olduğunu belirtmek zordur.

Su kirliliği alanında yapılan çalışmalar yetersiz ve dağınıktır. Bazı körfezlerimiz ile kirlenmenin yüksek düzeylerde olduğu bazı akarsu ve göllerimize ait yapılan çalışmalardan, buralardaki kirlenmenin düzeyi hakkında bilgiler edinilmiştir (Karaca, 2008).

Türkiye'de su kirliliği sorunları ilk kez Haliç'in kirlenmesi ile dikkat çekmeye başlamıştır. Bir zamanlar yalnız ulusal değil, Dünya sanat ve edebiyat tarihine de geçmiş

Haliç'in evsel ve endüstriyel atıkları taşıyan kanalizasyon haline dönüşmesi büyük yankılar uyandırmıştır. Haliç kirlenmesini İzmit ve İzmir Körfezi kirlilikleri, Porsuk kirlenmesi takip etmiş, daha sonraki yıllarda önlem alınmaması ya da alınan önlemlerin yeterli olmayışı gibi sebeplerle kirlilik bütün ülkede yaygınlaşmıştır. Kirliliğin yoğunlaşmasına ve yaygınlaşmasına paralel olarak kirlilik kontrolüne ilişkin çalışmalar da hız kazanmış, başta üniversiteler olmak üzere, pek çok kurum ve kuruluş ile gönüllü topluluklar çevre kirlenmesi ve kontrolüne yönelik çalışmalar yapmışlar ve halen yapmaktadırlar.

Türkman (1981), İzmir Körfezine dökülen yan derelerde bazı kirlilik parametrelerini incelemiştir. Sonuç olarak incelediği su kaynaklarının İzmir Körfezinin kirlenmesine katkılarını bildirmiştir.

Yılmaz (1983), İzmir ili yer altı sularında kirlilik parametreleri üzerinde araştırmalarda bulunmuştur. Kirletici kaynakların yer altı sularını nasıl etkilediğini ve bunların düzeylerini bildirmiştir.

Boztepe (1985), Seyhan Nehrinde bazı kirlilik parametrelerinin saptanması üzerine çalışmıştır. Çalışma sonucunda suyun standartlara uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Kolankaya ve ark. (1986), Seka (Afyon-Çay) fabrikası atık suyunun fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik kirlilik parametreleri yönünden incelemişlerdir. Araştırmacılar atık suyun Karamik gölüne etkisini saptamışlardır.

Algur (1988), Erzurum ovasında bazı köylerin içme sularının mikrobiyolojik analizleri üzerinde çalışmıştır. Örneklerden 62'sinde (% 51,6) total bakteri sayısının 500 adet/mL'den fazla olduğunu, 69 örnekte (% 57,5) koliform bakteri ve 55 örnekte (% 48,5) fekal koliform bakteri olduğunu belirlemiştir.

Arıkan ve Çolak (1990), laktoz pozitif Enterobacteriaceae familyası üyelerinin teşhisi için DCLS-agarın bir modifikasyonu şeklinde, ekonomik ve pratik kolaylığa sahip yeni bir selektif besiyeri ortaya koymuşlardır. Yapılan denemeler bu besiyerinin laktoz (+) enteriklerin ayırt edilmesinde kayda değer bir öneminin olduğunu göstermiştir.

Erdur (1990), İzmir Körfezine dökülen nehir ve derelerdeki azot kirliliğini ortaya çıkarmıştır.

Özdemir (1992), İzmir Körfezine dökülen Melez Çayı'nda bazı bakteriyolojik kirlilik parametrelerini incelemiştir. Parametrelerin standartlara uygunluğunu karşılaştırmış ve sonuçta bunların büyük çoğunluğunun standartların üstünde olduğunu saptamıştır.

Develioğlu (1993), tarafından yapılan çalışmada İstanbul'un önemli bir içme suyu kaynağı olan Terkos (Durusu) Gölünün su kalitesini belirlemek amacıyla bakteriyolojik açıdan koliform grubu, kimyasal kirletici olarak ta ağır metallere kadmiyum metallere de alüminyum ve demir parametreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Terkos göl suyunun bakteriyolojik ve kimyasal yönden Dünya Sağlık Örgütü Standartları düzeyinde olmadığını göstermektedir.

Sularda fekal kirliliğin tespitinde indikatör olarak kullanılan *E.coli*'nin yaşam şekli değişik sıcaklıklarda filtre ve sterilize edilmiş göl suyu ve doğal göl suyunda incelenmiştir. Bu sonuçlara göre uzun dönem açlık şartları altında yani filtre ve sterilize edilmiş göl suyunda 4 °C ve 25 °C'de *E.coli* 60 günden daha uzun bir süre yaşarken; 37 °C'de oldukça kısa zaman yaşadığı tespit edilmiştir. Bunun tersine geleneksel metotlarla tesbit edilen *E.coli* yoğunluğu 4 °C'de 60 gün içerisinde hiçbir azalma göstermemiştir. Doğal göl suyunda ise *E.coli*'nin yaşam süresi 4 - 10 gün olup sıcaklık değişimiyle beraber farklılık göstermektedir. Ayrıca *E.coli*'nin yaşam süresinin protozoa saldırganlığı, bakteriler arası rekabet ve bakteriyofaj varlığından da etkilendiği bu çalışmayla ortaya konmuştur (Özkanca, 1994).

Özkanca ve Flint (1995a), göl suyunda *E. coli* bakterisinin açlık şartları altında protein sentezinde meydana gelen değişimleri 2 - boyutlu Poliakrilamid Jel Elektrofrezisi metodu ile incelemişlerdir. Büyümenin durgunluk fazında göl suyuna inoküle edilen *Escherichia coli* bakterisinin 30 günlük açlık stresi sonrasında yeni proteinler sentezlediğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan fosfatın yetersiz olduğu ortamda yetiştirilen *Escherichia coli* bakterisinde 7 yeni protein sentezi tespit edilmiştir. Ayrıca 16 protein örneğinin sentezi azalırken, 22 tanesinde ise artış olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Özkanca ve Flint (1995b) başka bir çalışmada besin maddelerinin göl suyunda yaşayan *Escherichia coli*'nin çoğalma ve canlı kalma yeteneğindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar bazı karbon kaynaklarının (maltoz, laktoz, D-glukoz) ilaveli doğal göl suyundaki *Escherichia coli*'nin yaşamını özellikle 15 °C'de inkübe edildiğinde etkilediğini saptamışlardır. Fruktoz, mannoz ve galaktoz'un ise *Escherichia coli*'nin doğal mikroflora ile başarılı bir şekilde rekabet etmesini uygun inkübasyon sıcaklığına ve bazı besin maddelerinin ortamda bulunmasına bağlı olduğu ortaya konmuştur. Yine Özkanca ve Flint (1996), antibiyotiklerin değişik sıcaklıklarda doğal ve filtre-otoklav göl suyu ortamında yaşayan *Escherichia coli*'nin yaşamı üzerine etkisini gözlemlemişlerdir. Ökaryotik inhibitörler olan Cycloheximide ve Nystatin'in *Escherichia coli* bakterisinin

yaşamını önemli derecede etkilemediğini, prokaryotik inhibitörlerden Neomycin'in doğal göl suyuna ilavesinin *Escherichia coli* bakterisinin yaşam süresini uzattığını saptamışlardır. Antibiyotikleri *Escherichia coli* bakterisinin yaşam süresi üzerine etkisinin inkübasyon sıcaklığına bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Özkanca (1996), göl suyunda açlık stresine maruz bırakılan ve geleneksel agar yayma periyodu metoduyla tespit edilemeyen bazı *Escherichia coli* bakterilerinin metabolik olarak aktif olduğu, solunum sistemi aktivitesinden yararlanılarak tespit etmiştir. Sonuç olarak saptadığı bakteri sayısının, rutin yapılan analizlerden daha yüksek çıktığını bildirmiştir.

Kırımhan ve ark. (1994), Elazığ Hazar gölünün su kalitesini Nisan 1992 – Eylül 1992 tarihleri arasında aylık olarak gözlemlemiştir. Çalışma sonucunda bakteriyolojik kirlenmenin yaz ayları döneminde artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yücel ve ark. (1995), Porsuk Çayı çıkışı olan Oysu ile Eskişehir çıkışı arasındaki seçilen istasyonlardan toprak ve bitki yaprak örneklerini alarak ağır metal düzeylerini saptamışlardır. Sonuç olarak Porsuk Çayı'nda ağır metal kirliliğinin yüksek boyutlara eriştiğini bildirmişler ve bu suyun şehirlerin içme - kullanma su kaynağı olarak kullanmaktan vazgeçilmesini önermişlerdir.

Kıvanç ve ark. (1996), Eskişehir içme ve kullanma sularının bakteriyolojik kirliliğini araştırmışlardır. İçme sularında toplam bakteri ve koliform bakteri bakımından ilkbahar, kullanma sularında ise yaz aylarında bir artış görüldüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca içme sularında Nisan ve Haziran aylarında fekal Streptokok saptamışlardır.

Öztürk ve ark. (1996), Eber Gölü (Afyon) bitki örtüsü ve kirlenme ilişkileri üzerinde çalışmışlardır. Eber Gölü'nde toplam olarak 32 bitki taksonunun yayılış gösterdiğini saptamışlar ve kirliliği indikatör bitkileri olarak kabul edilen *Myriophyllum spicatum*, *Lemne trisulca* ve *Zannichellia palustris* var. *repens*'in Eber Gölü'nde bol olarak bulunmasının gölü kirliliği grubuna soktuğunu bildirmişlerdir.

Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü ile DSİ'nin müşterek olarak yürüttüğü ve Araştırma Fonu tarafından desteklenen 91 - 93 nolu projede Nilüfer ve Kocasu derelerindeki ağır metallerin değişimleri ölçülmüştür. Bu çalışma ile her iki akarsuda demir düzeyinin genel olarak "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinin" öngördüğü değerden düşük olduğu gözlenmiştir (Aksoy, 1993). Yine aynı bölümde yapılan bir Yüksek Lisans tez çalışması ile Nilüfer ve Kocasu derelerinin demir kirliliği yönünden II. Kalite su sınıfında olduğu gözlenmiştir (Delibaş, 1995). Ayrıca yine aynı bölümde yakın

zamanda bitirilen bir Yüksek Lisans tezi Nilüfer ve Kocasu dereleri üzerindeki dört farklı istasyonda (Geçit, Göbelye, Hayırlar ve Ekmekçi) alınan su örneklerinde demir türleştirmesi üzerine çalışılmıştır. Toplam demir derişimi atomik absorpsiyon yöntemi, Fe (II) derişimi ise Ultraviyole-Görünür Bölge Spektrofopisi yöntemi ile belirlenmiş olup her bir istasyondaki suyun “Su Kalite Kontrolü Yönetmeliği” gereği II. Su kalite sınıfında olduğu saptanmıştır (Tüfekçi, 1996).

Utlu ve Çelebi (1996), Peri Suyu’nun birincil elementlerinin derişimlerini aylık su ve katı madde örneklerinde 1 yıl süre ile incelemişlerdir. Sonuçlar, Peri Suyu’nun 8,15’lik bir pH değeri ile bazik bir akarsu olduğunu, erozyonun ifadesi olan katı madde içeriğinin akıma oldukça bağlı olduğunu ve bir orantı etkisinin varlığını ortaya koymuştur. Birincil elementlerden Ca, Mg, Na, K ve Zn’nun hem suda hem de katı maddede, Fe, Cu, Mn ve P’un ise sadece katı maddede zenginleştikleri saptanmıştır. Suda belirgin olmamakla birlikte Ca-K, Ca-Zn ve Fe-Mn gibi birçok element çifti arasından geçerli uyumlu bağlantılar bulunmakta olduğu saptanmıştır. Ayrıca çalışmada çevre kirliliğinden henüz etkilenmeyen Peri Suyu’nun kimyasal bileşimi göz önüne alındığında Missisipi Nehri’ne benzediği de vurgulanmaktadır.

Atıcı (1997), Türkiye’nin en önemli su potansiyellerinden biri olan Sakarya Nehrinde; Ankara Çayı ve Porsuk Çayı gibi kirlenmiş suların nehre karıştığı bölgeden alınan örneklerde bulunan ve sayıca fazla olan alg türlerini tespit etmiştir. Bunların suyun fiziksel ve kimyasal özellikleriyle aralarındaki korelasyonu belirlemiş ve Sakarya nehrinde kirliliğe toleranslı indikatör alg türleri saptamıştır.

Dülger (1997), Marmara Denizi’nin kirlenmesinde rol oynayan Nilüfer Çayı’nın 1996 yılı Ocak – Aralık ayları boyunca her ay periyodik olarak incelemiştir. Parametreler olarak BOİ₅, çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, fekal ve toplam koliform ölçülmüştür. Ayrıca çayda sülfat redükleyici bakteriler, denitrifikasyon ve amonifikasyon bakterilerinin çoklu tüp fermantasyon tekniği ile en muhtemel sayıları saptanmıştır. Bunlara ilaveten çayda nitrifikasyonu sağlayan bazı nitrit ve nitrat bakterileri ile *Thiobacillus* grubu sülfür oksitleyici bakteri türleri izole edilmiştir. Parametrelerin standartlara uygunluğu karşılaştırılmış ve sonuçta bunların büyük çoğunluğu standartların üstünde olduğu sonucuna varılmıştır. Uluabat Gölü üzerine ilgili şu ana kadar yapılmış çalışmalar sınırlı kalmıştır. Uluabat Gölü’nün fitoplanktonik algleri ilk olarak 1962 - 1964 yılları arasında Demirhindi (1972) tarafından araştırılmış ve cis seviyesinde tanımlama yapılmıştır. Daha sonra 1973 - 1977 yılları arasında, Uluabat Gölü’nde belirgin bir duruma erişmiş olan

kirlenme olaylarını incelemek için Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü ve DSİ I. Bölge Müdürlüğü işbirliği ile bir çalışma başlatılmıştır (Artüz ve Korkmaz, 1981). Çalışmada birisi Gölyazı Köyü açıkları, diğeri Gölayağı açıklarından belirlenen iki istasyonda ölçümler yapılarak göl suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda gölün planktonik ve bentik organizmaları cins seviyesinde tanımlanmıştır. Göl sularının 0,12 mg/L dolayındaki PO₄ ve 0,4 mg/L dolaylarındaki NO₃ içeriğine sahip olması ve O₂ miktarının yüzeyden dibe kadar yüksek oluşu nedeniyle gölün oligotrofik karakterde olduğu belirtilmiştir. Ancak gölün gerek plankton ve gerekse bentik organizmaları açısından hiç de fakir olmadığı gözlenmiş, bu açıdan göl ötrofik kategoriye yaklaştırılmıştır. Aynı tarihte (Önel, 1981), Uluabat Gölü, Simav Çayı ve Mustafakemalpaşa Çayı ile bu su kaynaklarının çevrelerindeki tarım alanlarının bor madenlerinden nasıl ve ne miktarda kirlendiğini saptamak ve bor kirliliğinin ortadan kaldırılabilmesi için alınması gerekli tedbirleri bulmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Daha sonraki yıllarda yine DSİ'nin katkılarıyla Torunoğlu ve ark. (1989), Uluabat Gölü'nde araştırmalar yapmışlardır. Eylül 1986 – Temmuz 1988 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada Uluabat Gölü ve Havzası su kalitesi yönünden incelenmiştir. Bu amaçla Emet Çayı üzerinde 10, Orhaneli Çayı üzerinde 15, Mustafakemalpaşa Çayında 3 ve Uluabat gölünde 6 gözlem noktası belirlenmiştir. Her gözlem noktasında suyun besin tuzları içeriği (NH₃, NO₃, NO₂, PO₄, Si gibi), BOI₅ değeri, klorofil-a miktarı, toplam katı madde miktarı ve bor arsenik gibi ağır metal konsantrasyonları ölçülmüştür. Aynı zamanda Uluabat Gölü'nün fitoplanktonu göl girişinden, göl ortasından ve göl çıkışından alınan numunelerde incelenmiş, ancak genus düzeyinde tanımlanmıştır. Çalışma zamanında Uluabat Gölü'nün içerdiği besin tuzları, ölçülen klorofil-a değerleri, fitoplankton çeşitliliği ve yoğunluğu nedeniyle ötrofik, hatta hipertrofik statüde yer aldığı belirtilmiştir. Karacaoğlu (2000), Temmuz 1998 – Haziran 1999 tarihleri arasında gölden aldığı su numunelerinde fitoplanktonlara mevsimsel değişimleri, kompozisyonu, populasyon yoğunlukları ve türlerin bolluk dereceleri incelenmiştir. Her bir istasyonda göl suyunun sıcaklık, pH, seki derinliği, elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş madde, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, nitrat, ortofosfat, sülfat, silis, fenol alkalinite, toplam alkalinite ve sertlik değerleri ölçülmüştür. Ayrıca fitoplankton yoğunlukları ve klorofil-a miktarı arasındaki ilişki belirlenmiştir. Sonuçlara göre gölün ötrofik bir göl olduğu saptanmıştır. Dalkıran (2000), gölün epipelik, epilitik ve epifitik alglerinin mevsimsel değişimlerini ortaya çıkarmış ve bunların bazı fiziksel ve kimyasal analizlerle korelasyonunu tespit etmiştir. Su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı,

toplam çözünmüş madde, iletkenlik, pH, klorofil-a, nitrat, ortofosfat, sülfat, silis, fenol ve toplam alkalinite ile sertlik analizleri sonucunda yine gölün ötrofik göl düzeyinde olduğunu belirtmiştir. Alkan ve ark. (1999), Uluabat Gölü'nün sadece doğu kısmında belirledikleri noktalardan numuneler alarak dökme-plak metodu ile toplam koliform ve *Escherichia coli* sayımları gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlara göre gölün Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğindeki su ortamlarının kalite sınıflandırılması bölümüne göre bazı noktalarda II. ve III. sınıf olduğu, fekal kirlenmenin yüksek olduğu bazı noktalarda ise IV. sınıf olduğunu saptamışlardır.

Işık ve ark. (1999), Kızılırmak Deltası drenaj kanallarındaki kirlilik düzeylerini araştırmışlardır. Elde edilen verilerin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre standartların oldukça üzerinde olduğunu saptamışlardır.

Kimiran (1999), İstanbul'da kıyıların lağım sularıyla ne kadar kirlendiğini belirlemek amacıyla Kilyos, Rumelikavağı, Üsküdar ve Yeşilyurt bölgelerinden her ay deniz suyu örnekleri alarak fekal koliform, total koliform, fekal streptokok ve *Clostridium perfringens* gibi indikatör organizmalar bakımından incelemiştir.

Ayrıca, deniz suyu kalitesini belirlemek amacıyla incelenen pollusyon indikatörü bakterilerin birbirleriyle ve bu organizmaların deniz suyuna adaptasyonunu etkileyen çevresel faktörlerle indikatör bakterilerin bulunuşu arasında bir ilişki olup olmadığını incelemiştir.

Araştırma numunelerinin toplandığı dört bölgede de dört grup bakterinin de aynı anda ürediği ve suda bulunan bakteri yoğunluğunun deniz suyu kalite standartlarının üzerinde olduğunu saptamıştır. İndikatör bakteri sayılarında mevsimlere ve aylara göre görülen farklılığın da sıcaklık, çözünmüş oksijen miktarı, tuzluluk ile ilişkili olmaktan ziyade ağır metal konsantrasyonu ve diğer oşinografik ve atmosferik koşullardan etkilendiği belirtilmiştir.

Yıldırım ve Aras (1999), Ağustos 1994 – Temmuz 1996 tarihleri arasında Çoruh Havzası Oltu Çayı'ndan alınan 16 adet farklı su numunesi üzerinde çalışmışlardır. Suyun fiziksel özelliklerinden bulanıklığın, yağışlara bağlı olarak değiştiğini saptamışlardır.

Ünlü ve Uslu (1999), Elazığ İline bağlı önemli bir turizm potansiyeline sahip Hazar Gölü'nün DSİ tarafından belli peryotlarda yapılan fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizlerini su kirliliği açısından irdelemiştir. Sonuçlara göre göl suyunun kalite

kriterlerini genel olarak I ve II. Sınıf suların özelliklerini gösterdiğini ancak ötrofikasyon kontrol sınır değerlerinin aşıldığını saptamışlardır.

Uluabat gölünde yapılan bir diğer çalışmada, su numuneleri pH, elektrik iletkenliği, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, klorür, karbonat, bikarbonat ve sülfat gibi kimyasal su parametreleri bakımından incelenmiş ve genel olarak sınır değerlerin altında oldukları saptanmıştır. Ancak kimyasal parametrelerin kısa zamanda değişebileceği göz önüne alınarak bundan sonra yapılacak daha geniş çaplı çalışmaların su kirliliğine ışık tutacağı belirtilmiştir (Güneş, 2000).

Kaplan ve Sönmez (2000), Belek özel çevre koruma alanı akarsularından aldıkları numuneler üzerine kirliliği ortaya koyucu birçok analizi uygulamışlardır. Elde edilen bulgulara göre, Belek özel çevre koruma alanı akarsuları ana kirleticilerinin, yerleşim yerleri ile bazı turizm tesislerinin arıtılmayan atık suları ve tarımsal alanlardan drenaj suları olduğunu tespit etmişlerdir. Su örneklerinin analiz sonuçlarının, su kirliliğinin bu suların içme suyu olarak kullanımlarını engelleyecek düzeye ulaştığını, ancak tarımsal sulama amacıyla kullanımını engelleyecek boyuta ulaşmadığını gözlemlemişlerdir.

Kayar ve Çelik (2001), Manisa ili içme sularındaki florür düzeylerini belirlemek üzere İyon Seçici Elektrot yardımıyla potansiyometrik olarak florür tayini yapmışlardır. Bazı numunelerin florür derişimlerinin standart değerlere uygun olmadığını tespit etmişlerdir.

Kıran (2000), İstanbul'un içme ve kullanma suyu ihtiyacının % 16'sını karşılayan Büyükçekmece Gölü'nün 1999 yılı Ocak ve Aralık ayları arasında periyodik olarak inceleyerek bakteriyal kirliliğin boyutlarını tespit ederek standartlarla karşılaştırmıştır. Parametreler olarak sıcaklık, pH, BOİ₅, KOİ, total ve fekal koliform ölçülmüştür. Sonuçlara göre pH ve sıcaklık değerlerinin standartlara uygun olduğu, BOİ₅, KOİ değerlerinin ise mevsimlere ve örnekleme noktalarına göre farklılık gösterdiği saptanmıştır. Göl suyunun kalitesi değerlendirildiğinde genel olarak II. kaliteye girmektedir. Total koliform miktarlarında yaz aylarında büyük artışlar gözlenmiştir. Total ve fekal koliform değerlerinin yüksek olması yerleşim merkezlerinden gelen evsel atıkların arıtılmadan gölü besleyen derelere deşarj edilmesine ve bazı yerleşim merkezlerinin göle çok yakın olmasına bağlanmıştır.

Sümer ve ark. (2001), Büyük Melen Nehri ve kollarının su kalitesini belirlemeye çalışmışlardır. Büyük Melen Nehri'nin kollarından Asar Suyu'nun su kalitesi 2. sınıf,

Küçük Melen'in 2. sınıf, Aksu ve Uğur Suyu'nun 1. sınıf, Büyük Melen'in su kalitesinin ise 2. sınıf olduğunu tespit etmişlerdir. Bölgede yerleşim ve sanayileşme hızı için nehirlerdeki su kalitesinin olumsuz yönde etkilendiğini gözlemlemişlerdir.

Eğirdir gölü'nden avlanan *Carassius auratus*'ların bağırsak bakteriyel florası kalitatif ve kantitatif olarak incelenmiştir. 16 adet balık örneğinin bağırsak florasında *Aeromonas* ve *Vibrio* cinslerinin dominant olduğu ayrıca *Acinebacter*, *Alcaligenes*, Gr (+), *Moraxella*, *Cytophaga-Flavobacterium* cinslerinin yanı sıra Enterobacteriaceae familyası üyelerinin daha az sayıda mevcut olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla beraber toplam aerobik bakteri sayısı $8,6 \times 10^7$ kob/g olarak belirlenmiştir (Diler ve ark., 2003).

Karayakar ve ark. (2004), Mersin kıyı şeridinde yer alan Mersin Balıkçı Barınağı, Karaduvar, Çeşmeli ve Taşucu bölgelerini istasyonlar olarak belirlemişlerdir. Belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinden izole edilen *E.coli* bakterilerinin, III. Kuşak antibiyotiklerden Sefazol (CF), Seftriaxon (CRO) ve Sefizox (ZOX)'a karşı doğal dirençlilik frekanslarını saptamışlardır. En fazla doğal dirençlilik Mersin Balıkçı Barınağı istasyonundan örneklenen bakterilerde saptanırken, bunu Karaduvar, Çeşmeli ve Taşucu istasyon örneklemeleri izlemiştir. Plazmide bağlı dirençlilik en fazla Mersin Balıkçı Barınağı istasyonundan elde edilmişken bunu sırasıyla Karaduvar, Çeşmeli istasyonları takip etmiştir. Taşucundan örneklenen bakterilerde plazmide bağlı antibiyotik dirençliliği belirlenmemiştir. Ayrıca doğal ve plazmide bağlı dirençlilik en fazla Sefazol (CF) antibiyotiğine karşı gelişirken bunu sırasıyla Sefizox (ZOX) ve Seftriaxon (CRO)' a karşı dirençliliğin izlediği belirlenmiştir.

Akaylı ve Zeybek (2005), bazı akvaryum balıklarında enfeksiyon nedeni *Plesiomonas shigelloides* üzerinde yaptıkları çalışmayla izole edilen örneklerin sadece potansiyel sulfonamidlere duyarlı olduklarını saptamışlardır.

İyidere'de (Trabzon) 4 farklı istasyondan alınan örneklerde pH, bikarbonat, karbondioksit, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, nitrit, amonyum, fosfat, askıda katı madde ve alkalinite gibi kimyasal parametrelerle beraber akış hızı, su sıcaklığı, suda çözülmüş oksijen, elektrik iletkenliği ve tuzluluk gibi fiziksel özellikleri de incelemişlerdir. Elde edilen veriler su kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre incelendiğinde (Sınıf 1) yüksek kaliteli su standartında olduğu anlaşılmıştır. Bununla beraber İyidere sularının; sadece dezenfeksiyon ile içme suyu

temini, rekreasyonel amaçlar, hayvan üretimi, çiftlik ihtiyacı vb. amaçlarla kullanılabilir su kaynağı olduğu belirtilmiştir (Verep ve ark., 2005).

Altuğ ve ark. (2006), Sapanca Gölü'nde belirlenen 12 istasyondan Haziran 2002-Temmuz 2003 tarihleri arasında aylık örneklemelemlerle, yüzey sularında bakteriyolojik kirlilik, bakteriyal metabolik aktivasyon düzeyi ve su kalitesi analizleri yapmışlardır. Fekal koliform, *Escherichia coli* ve *Salmonella* spp. ölçümleri membran filtrasyon tekniği kullanarak yapılmış, toplam bakteri sayımına kapsüllü bakteri oranı modifiye organik boyama tekniği ile belirlenerek metabolik olarak aktif bakteri sayısı belirlenmiştir. Sapanca Gölü'nün batı tarafında en yüksek toplam koliform sayısı 24×10^3 MPN/100 mL olarak kaydedilirken, aynı istasyonda *Salmonella* spp. pozitif bulunmuştur. Kapsüllü bakterinin toplam bakteriye oranı aynı istasyonda % 19,6 olarak en yüksek düzeyde kaydedilmesiyle beraber Gölün batı tarafından sürekli kanalizasyon kaynaklı girdi aldığı sonucuna varmışlardır.

Alişarlı ve ark. (2007), Van bölgesi sularının mikrobiyolojik kirlilik durumlarını araştırmak amacıyla; merkez ve ilçelerde (Erciş, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevaş ve Edremit) bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından alınan toplam 366 adet su örneği materyal olarak kullanmışlardır. Örnekler, mezofil ve psikrofil aerob genel canlı, enterokok, koliform grubu mikroorganizma, *E. coli* ve sülfid indirgeyen anaeroblar yönünden incelemişlerdir. Koliform grubu mikroorganizmalar diğer indeks mikroorganizmalarına oranla daha fazla bulunmuş, ayrıca bazı örneklerde doğrulama testleri sonucunda *E. coli* bakterisinde 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.

Aydın (2007), Trakya bölgesindeki yer altı su kaynaklarının insan tüketimine uygunluğunu belirlemek amacıyla Edirne ve Çanakkale (Gelibolu) bölgesindeki 40 istasyondan örnek almıştır. Elde ettiği sonuçlara göre 8 su örneği heterotrofik canlı sayısı bakımından içme su limitlerinin üstündedir. Bununla beraber su örneklerinde farklı oranlarda toplam koliform, termotolerant koliform, *E.coli*, *Enterococcus* spp., *Salmonella* sp., *Staphylococcus* spp. ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterileri saptanmıştır.

Gülle ve ark. (2007), Eğirdir Gölü ile Kovada Gölü arasında bağlantı kuran; Eğirdir ilçesi kanalizasyon suları, soğuk hava depoları ve tarımsal yüzey akış sularının alıcısı olan yapay akarsu Kovada (Boğazova) Kanalı üzerinde belirlenen 7 noktadan aldıkları aylık örneklerde su kalitesinin fiziko-kimyasal, alg florası, zooplanktonik ve makrobentik fauna elemanlarını incelemişlerdir. Sonuç olarak evsel kirlilik yükünün en yüksek olduğu II. İstasyondan bozulan su kalitesinin V. İstasyondan sonra tekrar iyileşmeye başladığı, Eğirdir Gölü çıkışında I. Kalite olan suyun, Kovada Gölü'ne varıldığında III-IV. Kalite su niteliğini almış olduğunu saptamışlardır.

Toroglu ve Toroglu (2009), Gölbaşı Gölünde (Adıyaman) mikrobiyal su kalitesini ve izole edilen *E.coli* bakterisinin antibiyotik dirençlilik profillerini incelemişlerdir. Göldeki toplam bakteri sayısı 20×10^3 cfu/mL, fekal koliform yoğunluğu > 1100 EMS/100 mL olarak belirlenirken; tüm izolatların Penisiline dirençli olduğu ayrıca 2 - 5 arasında değişen oranlarda çoklu antibiyotik direnci gösterdikleri de bildirilmiştir.

Çanakkale Boğazı suları ile devamlı değişim halinde bulunan Sarıçay'ın deniz ile bağlantılı olduğu deltasında yoğun bir midye *Mytilus galloprovincialis* yatağı bulunmaktadır (Tunçer, 2002).

Artan nüfus ve endüstrileşmenin bir sonucu olarak, Sarıçay ve çevresi sürekli olarak kirlenmektedir. Çanakkale Çan Yolu üzerinde yer alan bazı madencilik kuruluşlarının atıkları Sarıçay'a ulaşmaktadır. Buna ek olarak Çanakkale sanayi atık atıkları ile Sarıçay'a doğrudan ya da gizli olarak bağlanan evsel atıkların etkileri, hem su ürünleri avcılığını olumsuz hem de su samurunun yaşam ortamlarını doğrudan etkilemektedir (Tunçer, 2002).

Tunçer (2002), Sarıçay'ı doğal yaşam alanı olarak belirleyen su samurunun (*Lutra lutra*) Sarıçay'da gözlenen kıyı düzenleme çalışmaları nedeniyle meydana gelen bitki örtüsündeki azalmayla paralel olarak yaşam ve avlanma alanlarının giderek azaldığını belirtmiştir.

Yüksek (2003), Sarıçay'ın bazı mikrobiyolojik özelliklerini incelemiş, bu amaçla Sarıçay'da beş farklı istasyondan Ocak-Aralık 2003 döneminde 12 ay boyunca aylık olarak toplam canlı bakteri, toplam koliform ve fekal koliform sayımı, pH, elektrik iletkenliği, çözülmüş oksijen ve BOI_5 değerlerine bakmış ayrıca *E.coli* Tip-I ve *E.coli* Tip-II tanımlaması yapmıştır. İncelemelerinde en kirli istasyonu Cuma Pazarı mevki olarak belirlemiş, Sanayi mevki ve Yeniköprü mevkisini kirli, Kurşunlu-Dörtyol mevkisini daha az kirli, Atikhisar Barajı çıkışını ise en az kirli olarak tespit edilmiştir.

Selvi (2006), Sarıçay’ da yüksek konsantrasyonlarda bulunan bazı ağır metallerin (Fe, Cu, Ni, Zn) amfipod *Gammarus insensibilis*, dekapod *Carcinus aestuarii* ve molluska *Dreissena polymorpha* üzerindeki etkisini incelemiş ve bu türler kullanılarak laboratuvar şartlarında akut toksisite deneyleri ile Fe, Cu, Ni, Zn için LD50 değerlerini araştırmıştır. Sonuçta bu dört ağır metalin *Gammarus insensibilis* üzerindeki öldürücü etkisi sırasıyla Fe>Cu>Zn>Ni, *Carcinus aestuarii* üzerindeki öldürücü etkisi Fe>Cu>Ni>Zn ve *Dreissena polymorpha* üzerindeki öldürücü etkisi Fe>Cu>Ni>Zn olarak hesaplanmış ve böylelikle bu suda tespit edilen Fe konsantrasyonunun daha önce elde edilen LD₅₀ değerine çok yaklaştığı; bakır, nikel, çinkonun henüz kritik sınıra ulaşmadığı görülmüştür.

Kaya (2007), Sarıçay ve Atikhisar Barajında pestisit ve evsel kirlilik düzeylerinin belirlenmesi için yaptığı araştırmada elde ettiği pestisit kalıntılarından dolayı, Atikhisar Baraj Havzasının tarım ve hayvancılık; Sarıçay’ın ise evsel kirliliğe maruz kaldığını bildirmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Örneklerin Sağlanması

Sarıçay ve Biga Çayı'nda kirliliği belirten parametrelerin saptanması amacıyla, bu çaylardan çeşitli noktalardan grab ve ani örnekleme tipine (Şengül ve Türkman, 1991) uyularak örnekler alınmıştır. Çaylardan örnek alma noktaları belirlenirken, örnek alma noktalarının özellikle çaylara evsel ve endüstriyel atık su girdilerinin olduğu noktalardan sonra alınmasına özen gösterilmiştir. Çaylardaki her örnek alma noktasından Ekim 2007 - Eylül 2008 arasında her ay numuneler alınarak, analizler yapılmıştır.

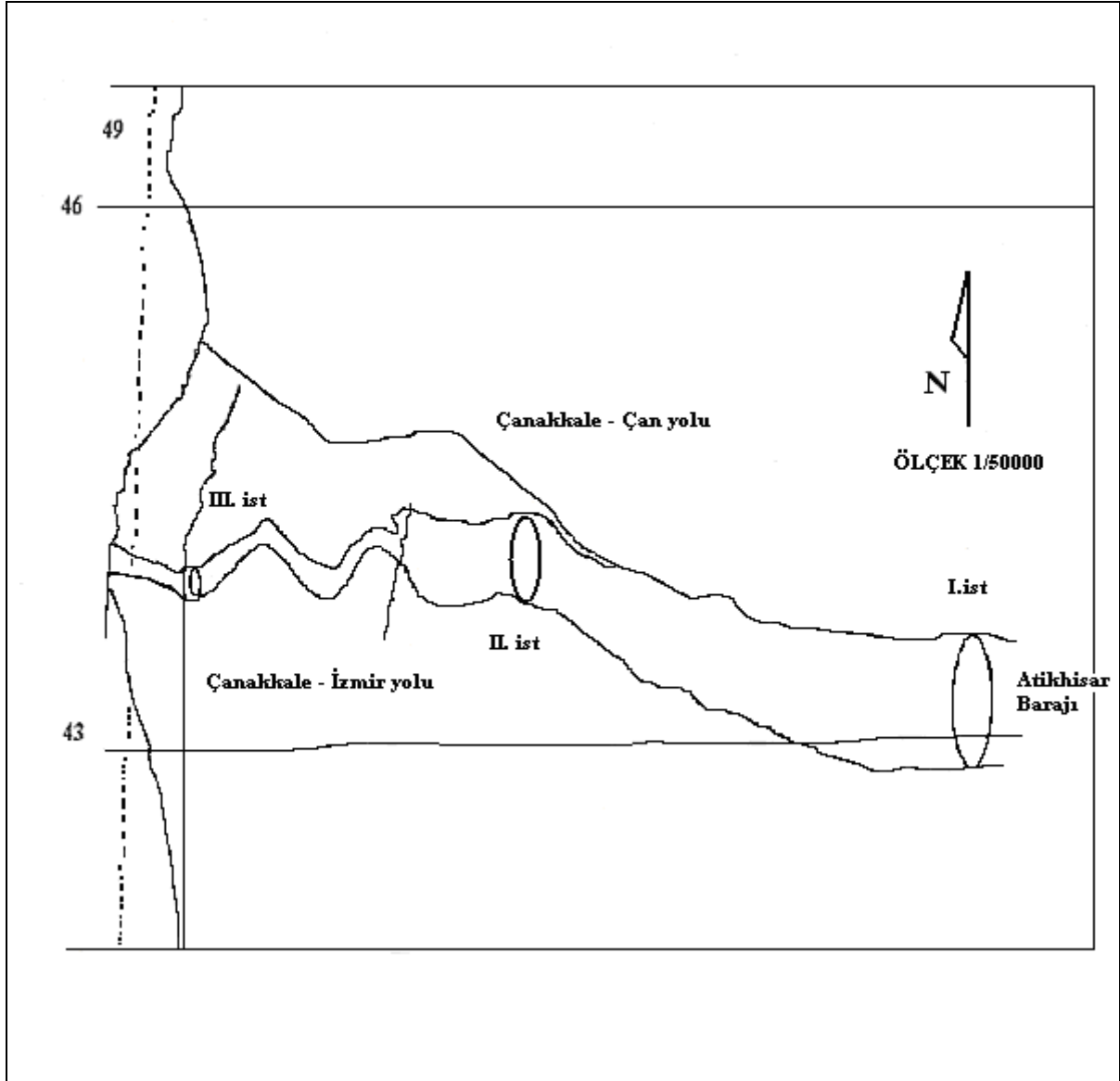
Sarıçay ve Biga Çay'larının örnek alım istasyonları Şekil 3.1. ve 3.2.'de gösterilmiştir.

3.1.1.1. Sarıçay Örnek Alım İstasyonları

I. İstasyon: Bursa Yolu; hem evsel hemde endüstriyel atıklara maruz kalan bir istasyondur. Dört yol köyünden bu bölgeye kadar pek çok sanayi tesisi bulunmaktadır. Bu bölgede suyun akış hızı ve derinliği mevsimlere ve yağışlara göre değişim göstermiştir. Bölgede su içinde ve kenarında çok sayıda bitki olduğu gözlenmiştir. Denize bu istasyonun uzaklığı 4500 m'dir.

II. İstasyon: Yeni Sanayi; yoğun olarak endüstriyel kirliliğe maruz kalan bölgedir. Bölge etrafında düzensiz bir yapılaşma ve gecekondulaşma söz konusudur. Yıl boyunca su miktarında önemli bir değişim gözlenmezken bitki örtüsü yoğunluğunda düşüktür. Denize bu istasyonun uzaklığı 2000 m'dir.

III. İstasyon: D.S.İ.; Çayın denize döküldüğü ağız kısmıdır. Evsel ve endüstriyel kirlenmeye maruz kalan bu bölge aynı zamanda şehir merkezinde olması nedeniyle de yoğun bir insan sirkülasyonuna maruz kalmaktadır. Bölgede yıl boyunca su seviyesinde ve akış hızında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Ayrıca bölgede yağmur suyu kanalları ve kanalizasyon kanalları da bulunmaktadır. Bununla beraber bölge; teknelerin bağlandığı, tamir edildiği bir alan oluşturmaktadır.



Şekil 3.1. Sarıçay örnek alım istasyonları (Yüksek, 2003).

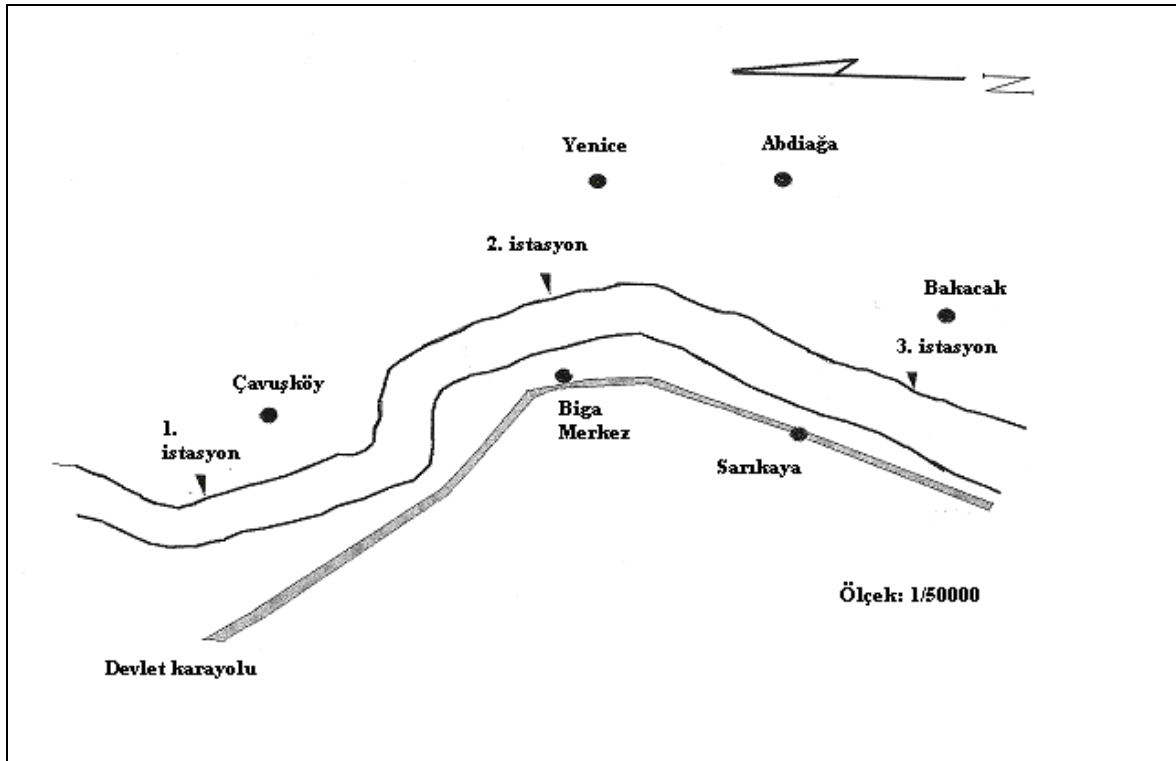
3.1.1.2. Biga Çayı Örnek Alım İstasyonları

I. İstasyon: Bakacak Köyü altı olup; Biga merkeze 4 km uzaklığında, evsel ve hayvansal atıklarla kirlenen bir istasyondur. Su seviyesi ve debisi yağmurlarla paralel artmaktadır. Fakat bu istasyon diğerleri göz önüne alındığında kirlenmenin en az olduğu ve amatör balıkçılığın yapıldığı bir yerdir. Çayın Biga merkez ve merkez çıkışına kadar ne derece kirlendiğini göstermesi bakımından önemli bir istasyon niteliğindedir.

II. İstasyon: Biga ilçe merkezi olup; şehirselen atıkların sanayii atıklarının bırakıldığı bir istasyondur. Sözü edilen bölge çay yatağında, çalışmamızı yaptığımız yıl içerisinde ıslah çalışmaları yapılmış ve çay yatağı düzeltilmiştir. Bu istasyonda birinci istasyona göre yavaş yavaş kirlenmenin gözle görüldüğü, akarsuyun renginin değiştiği dikkat çekmiştir.

III. İstasyon: Çavuşköy çıkışı olup; evsel ve hayvansal atıklarla kirlenen bir istasyondur. Biga merkezine 4 km mesafededir. İstasyonlar içinde endüstriyel, evsel ve hayvansal atıklarla kirlenmenin en üst düzeyde olduğu bir istasyondur. Su seviyesinin ve debisinin yıl içerisinde değiştiği görülmektedir. Su yüzeyindeki organik atıklar ve kötü kokular dikkat çekici bir boyuttadır. Su rengi bazı aylarda neredeyse siyaha yakın bir hal almaktadır.

Sarıçay ve Biga Çaylarının önemli özellikleri ve bu çalışmadaki örnek alma noktalarının tanıtımı ile ilgili parametreler Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Biga Çayı örnek alım istasyonları (Ayan, 2005).

Çizelge 3.1. Sarıçay ve Kocabaş Çaylarının önemli özellikleri ve bu çalışmadaki örnek alma noktalarının tanıtımı

<u>Cayın adı</u>	<u>Örnek alma istasyonları</u>			
<u>Sarıçay</u>	<u>I. Sanayi mevki</u>	<u>II. Cuma Pazarı mevki</u>	<u>III. D.S.İ.</u>	
Kirlilik nedenleri	Endüstriyel kirlilik	Hem evsel hem de endüstriyel atıklar	Evsel ve endüstriyel atıklar	
Özellikleri				
Toplam uzunluğu: 40 km	Minimum debi: 15 – 20 m ³	Maksimum debi: 300 m ³	Kaynak: Kazdağı	Mansabı: Çanakkale Boğazı
<u>Biga Cayı</u>	<u>I. Çavuşköy çıkışı</u>	<u>II. Biga ilçe merkezi</u>	<u>III. Bakacak köyü altı</u>	
Kirlilik nedenleri	Evsel ve hayvansal atıklar	Şehirsels atıklar	Evsel ve hayvansal atıklar	
Özellikleri				
Toplam uzunluğu: 80 km	Minimum debi: 15 – 20 m ³	Maksimum debi: 1345 m ³	Kaynak: Kazdağı	Mansabı: Çanakkale Boğazı

3.1.2. Besiyerleri

Besiyeri 1. Pepton Çözeltisi

KH ₂ PO ₄	2,0	g
Dekstroz	1,0	g
MgSO ₄	0,2	g
FeSO ₄	0,01	g
K ₂ HPO ₄	0,2	g
Distile Su	1000	mL

Ortam tüplerde hazırlanarak, 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Seeley ve Van Demark, 1972; Alexander, 1977). Bu ortam Amonifikasyon Yapan Bakterilerin varlığı ve sayımı (En Muhtemel Sayı) için kullanılır.

Besiyeri 2. C Ortamı

KH ₂ PO ₄	0,5	g
NH ₄ Cl	1,0	g
Na ₂ SO ₄	4,5	g
CaCl ₂ .6H ₂ O	60,0	mg
MgSO ₄ .7H ₂ O	60,0	mg
Sodyum laktat	6,0	g
Yeast ekstrakt	1,0	g
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,10	g
Sodyum sitrat.2H ₂ O	0,03	g
Distile Su	1000	mL
pH	7,5	

Ortam tüplerde hazırlanarak, 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Anonim, 1981). Bu besiyeri Sülfat Redükleyici Bakterilerin izolasyonu ve En Muhtemel Sayı verilmesi için kullanılır.

Besiyeri 3. Nitrat Broth

Nutrient Broth	13,0	g
KNO ₃ veya NaNO ₃	5,0	g
Distile Su	1000	mL

Ortam Durham tüplü olarak tüplerde hazırlanır, 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir (Tamer ve ark., 1989). Bu besiyeri Denitrifikasyon Bakterilerinin varlığı ve sayısını (En Muhtemel Sayı) vermek için kullanılır.

Besiyeri 4. Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB)

Pepton	10,0	g
Laktoz	10,0	g
Safra tuzu	10,0	g
Brilliant Green	13,3	mL
(% 1’lik solüsyondan)		
Distile su	1000	mL

500 mL distile suda Pepton ve Laktoz çözülür. 200 mL distile suda da Safra tuzu çözülür. İki çözelti karıştırılarak distile suyla hacim 950 mL'ye tamamlanır. pH 7,4'e ayarlanır. Brilliant Green'in % 1'lik çözeltisinden 13,3 mL ilave edilip, hacim distile suyla 1000 mL'ye tamamlanır. Ortam Durham tüpü içeren test tüplerine dağıtılarak, 121 °C'de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir (Tamer ve ark., 1989).

Besiyeri 5. Plate Count Agar (PCA)

Tripton	5,0	g
Yeast ekstrakt	0,5	g
Desktoz	1,0	g
Agar	15,0	g
Distile su	1000	mL

Ortam Roux şişelerinde 121 °C'de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir. Sterilizasyon sonunda 45 °C'ye kadar soğutulmuş bu ortam petrilere dökülür (Anonim, 1984). Bu besiyeri Genel Canlı Sayımı için kullanılır.

Besiyeri 6. Nitrit Oluşum Ortamı

(NH ₄) ₂ SO ₄	2,0	g
K ₂ HPO ₄	1,0	g
MgSO ₄	0,5	g
FeSO ₄	0,4	g
CaCO ₃	5,0	g
Distile su	1000	mL

Ortam erlenlerde hazırlanarak 121 °C'de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir (Anonim, 1953; Buchanon ve Gibbons, 1974). Bu besiyeri Nitrit Bakterilerinin kontrolü ve ön inokulum ortamı olarak kullanılır.

Besiyeri 7. Nitrat Oluşum Ortamı

NaNO ₂	1,0	g
K ₂ HPO ₄	1,0	g
MgSO ₄	0,3	g
Na ₂ CO ₃	1,0	g

NaCl	0,5	g
FeSO ₄	0,01	g
Distile su	1000	mL

Ortam 300 mL'lik erlenlerde hazırlanarak 121 °C'de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir (Anonim, 1953; Buchanon ve Gibbons, 1974). Bu besiyeri Nitrat Bakterilerinin kontrolü için ve ön inokulum ortamı olarak kullanılır.

Besiyeri 8. *Nitrobacter agilis* Nelson Ortamı

KNO ₂	0,17	g
K ₂ HPO ₄	0,14	g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,14	g
Na ₂ CO ₃	0,25	g
Biotin	150	mg
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,03	g
CaCO ₃	10,0	g
Distile su	1000	mL

Biotin filtreden geçirilerek sterilize edilir. Na₂CO₃ ayrı olmak üzere, ortam 121 °C'de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir. Sterilizasyon sonrası biotin, Na₂CO₃ aseptik koşullarda, toplam ortam bulunan erlene ilave edilir (Rechcigl, 1977). Bu besiyeri *Nitrobacter agilis* için özeldir.

Besiyeri 9. *Nitrobacter winogradsky* Winslow Ortamı

NaNO ₂	2,0	g
KH ₂ PO ₄	0,15	g
MgSO ₄	0,15	g
FeSO ₄	30,0	g
CaCO ₃	2,0	g
Distile su	1000	mL
Ph	7,5-8,0	

Ortam 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Anonim, 1981).

Besiyeri 10. *Nitrosococcus nitrosus* Migula Ortamı

KH ₂ PO ₄	0,15	g
MgSO ₄	0,15	g
FeSO ₄	30,0	g
CaCO ₃	2,0	g
Distile su	1000	mL
pH	7,5-8,0	

Ortam 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Anonim, 1981).

Besiyeri 11. Genel *Thiobacillus* spp. Ortamı

Na ₂ S ₂ O ₃	10,0	g
K ₂ HPO ₄	4,0	g
KH ₂ PO ₄	4,0	g
CaCl ₂	0,1	g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,1	g
(NH ₄) ₂ .SO ₄	0,1	g
FeCl ₃ .6H ₂ O	0,02	g
MnSO ₄ .7H ₂ O	0,02	g
Glukoz (veya Asparagine)	1,5	g
Distile su	1000	mL
pH	7,0	

Ortam, otoklavda sterilize edilmez. 100 °C’de 1 saat süresince arka arkaya 3 gün tekrarlanarak buharda tutulur. Bu ortam genel olarak *Thiobacillus* spp. gruplarını saptamak ve bu grup bakterileri ön inokuluma tutarak aktive etmek için hazırlanır (Rehçigl, 1977).

Besiyeri 12. *Thiobacillus thioporus* Beijerinck Ortamı

Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O	5,0	g
K ₂ HPO ₄	4,0	g
CaCl ₂	0,25	g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,5	g
(NH ₄) ₂ .SO ₄	4,0	g
FeSO ₄	0,01	g
Distile su	1000	mL
pH	7,0	

Ortam 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir (Rechigl, 1977).

Besiyeri 13. *Thiobacillus denitrificans* Beijerinck Ortamı

Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O	5,0	g
KNO ₃	5,0	g
NaHCO ₃	1,0	g
K ₂ HPO ₄	0,2	g
MgCl ₂	0,1	g
FeSO ₄	0,01	g
Distile su	1000	mL
pH	7,0	

Ortam 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir (Rechigl, 1977).

Besiyeri 14. *Thiobacillus thiooxidans* Walksman and Joffe Ortamı

(NH ₄) ₂ SO ₄	0,2	g
KH ₂ PO ₄	3,0 – 0,5	g
MgSO ₄	0,1 – 0,5	g
FeSO ₄	0,01	g
CaCl ₂	0,25	g
Toz Sülfür	10,0	g
Distile su	1000	mL
pH	7,0	

Ortam 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir (Rechigl, 1977).

Besiyeri 15. *Thiobacillus ferrooxidans* Temple ve Colmer Ortamı

(NH ₄) ₂ SO ₄	0,5	g
MgSO ₄	1,0	g
FeSO ₄	130	g
Distile su	1000	mL
pH	2,0 – 2,5	

Ortam pH’sı H₂SO₄ ile ayarlandıktan sonra otoklavda 121 °C’de 1,1 atmosfer basınçta 15 dk süre ile sterilize edilir (Rechigl, 1977).

3.1.3. Çözeltiler

3.1.3.1. Çözünmüş Oksijen Tayininde Kullanılan Çözeltiler

Mangan Sülfat Çözeltisi

480 g MnSO₄.4H₂O distile suda çözülür, süzülür ve 1 litreye tamamlanır.

Alkali-İyodür-Azotür Çözeltisi

500 g NaOH (veya 700 g KOH) ve 135 g NaI damıtık suda çözülüp, 1000 mL’ye seyreltilir. Bu çözeltiye 10 g NaN₃’ün 40 mL distile suda çözünmüş çözeltisi ilave edilir. Bu reaktif asidik ortamda nişasta çözeltileri ile renk vermemelidir.

Sülfürik Asit Çözeltisi

Derişik, yaklaşık 36N, H₂SO₄ kullanılır. 1 mL’si 3 mL Alkali-iyodür reaktifine eşdeğerdir.

Nişasta Çözeltisi

5 g Çözünebilen nişasta, 800 mL kaynamakta olan suda karıştırılarak çözülür ve 1 litreye tamamlanır. Birkaç

dakika daha kaynatılır. Bir gece bekletilerek üstteki berrak kısım alınır. Bu çözelti litresine 1,25 g salisilik asit veya bir iki damla toluen ilavesiyle korunur.

Sodyum tiyosülfat Stok Çözeltisi, 0,10 N

24,82 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kaynatılmış ve soğutulmuş distile suda çözülerek litreye tamamlanır. Bu çözelti litresine 5 mL kloroform ve 1 g NaOH ilave edilerek korunur.

Standart Sodyum tiyosülfat Çözeltisi, 0.025 N

250 mL stok sodyum tiyosülfat çözeltisi litreye tamamlanarak hazırlanır.

3.1.3.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅) Tayininde Kullanılan Çözeltiler**Fosfat Tampon Çözeltisi**

8,5 g Potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4), 21,75 g dipotasyum hidrojen fosfat (K_2HPO_4), 33,4 g disodyum hidrojen fosfat heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ve 1,7 g amonyum klorür (NH_4Cl), yaklaşık 500 mL distile suda çözülür ve 1 litreye tamamlanır. Bu tampon çözeltinin pH'sı 7,2 olmalıdır.

Magnezyum Sülfat Çözeltisi

22,5g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ distile suda çözülür ve 1 litreye tamamlanır.

Demir III Klorür Çözeltisi

0,25 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ distile suda çözülür ve 1 litreye tamamlanır.

Kalsiyum Klorür Çözeltisi

27,5 g Anhidrit kalsiyum klorür (CaCl_2) distile suda çözdürülür ve litreye tamamlanır.

Asit ve Alkali Çözeltiler

Asidik veya bazik numunelerin nötralizasyonu için kullanılır.

Sodyum Sülfat Çözeltisi, 0,025N

1,575 g Anhidrit Na_2SO_3 , 1000 mL distile suda çözülür. Bu çözelti dayanıklı değildir ve günlük olarak hazırlanmalıdır.

3.1.3.3. Nitrit Oluşumunda Kullanılan Çözeltiler**Trommsdorf Ayırıcı**

% 20'lik 100 mL kaynayan ZnCl_2 çözeltisi, 150 mL su içindeki 4 g Nişasta karışımına yavaşça ilave edilip karıştırılır. Kaynamaya, nişasta mümkün olduğu kadar

çözününceye kadar devam edilir (çözelti hemen hemen berraklaşınca kadar). Daha sonra hacim 1000 mL'ye tamamlanarak filtre edilir ve karanlıkta sıkı kapaklı şişelerde stoklanır.

3.1.3.4. Amonifikasyon Yapan Bakterilerin Saptanması İçin Kullanılan Nessler Çözeltisi

5 g KI, 5 mL distile suda çözülür ve HgCl₂'nin (35 mL'deki 2 g) doymuş çözeltisi çökelti olana kadar ilave edilir. Sonra, 5N NaOH'dan 20 mL ilave edilir; 100 mL'ye su ile tamamlanır; çökelti oluştuktan sonra üstteki temiz kısım alınır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklerin Alınması

Örnek almada sterilize edilebilir örnek kapları kullanıldı. Kontaminasyonu ve diğer girişim yapan maddeleri önlemek için kaplar temizlendi ve steril edildi. Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik tayinler için alınan örnek miktarı 1000 mL'dir. Örnek alırken sedimentin dağılmamasına ve Çayın iki kıyası arasında suyun orta kısmından örnek alınmasına dikkat edildi. Analizleme de çözülmüş oksijen, sıcaklık ve pH örnek alınan yerde derhal, diğer parametreler, örnek mümkün olduğunca çabuk laboratuara taşınarak analiz edildi (APHA, 1985).

Biyokimyasal oksijen ihtiyacının belirlenmesinde kullanılan araç ve gereçler aşağıda verildi:

- a) İnkübasyon şişeleri veya BOI₅ şişeleri: 250 - 300 mL'lik kapaklı özel şişelerdir.
- b) İnkübatör: Termositatik kontrollü 20 °C ± 1'de çalışan cihazlardır.

Biyokimyasal oksijen ihtiyacının belirlenmesi şu şekilde yapılmaktadır:

a) Seyreltme Suyunun Hazırlanışı

Seyreltme suyu, mikroorganizmaların yaşamasını ve gelişimini kolaylaştıracak anorganik tuzları ihtiva etmeli, toksik elementleri ihtiva etmemeli, doyumluğa yakın çözülmüş oksijeni bulunmalıdır. Bu amaçla 20 °C'deki distile su kullanılır. Distile su havalandırılır ve ağzı pamuk tıkaçla kapatılarak korunur. İstenen hacimde distile su uygun kaba alınır ve 1 litre subaşına 1 mL fosfat tamponu, 1 mL MgSO₄ çözeltisi, 1 mL CaCl₂ çözeltisi ve 1 mL FeCl₃ çözeltisi ilave edilir. Bu karışım karıştırmak sureti ile veya bir hava pompası yardımı ile havalandırılır.

b) Aşılama

Örnek çok az mikroorganizma içeriyorsa evsel atık su ile veya özel aşı kullanılarak seyreltme suyu ile aşılanır.

c) Seyreltme Tekniği

Genellikle çözünmüş oksijen tüketimini sağlayacak şekilde seyreltme yapılır. Çalışmamızda 1/10, 1/50, 1/100 ve 1/200 seyreltme oranları kullanıldı. Standart seyreltme suyu, 1000 - 2000 mL kapasiteli ölçülü kaba konur. İstenen seyreltme oranına uygun şekilde örnek hacmi ilave edilir ve karıştırılır. Örnek ile karıştırılmış seyreltme suyu BOİ₅ şişesine sifonlanarak doldurulur, şişelerin kapağı kapatılarak birisi inkübasyon için inkübatöre konur; diğeri de çözünmüş oksijen tayini için ayrılır. 20 °C’de, 5 gün sonunda inkübatörden BOİ₅ şişesi çıkarılır. İnkübatörlerden alınan örnek ve şahitte çözünmüş oksijen tayini yapılır. Çözünmüş oksijen konsantrasyonunun en az 1 mg/L ve 1. gün tayin edilen çözünmüş oksijen ile 5. gün sonunda tayin edilen çözünmüş oksijen konsantrasyonunun farkının en azından 2 mg/L olması arzu edilir. Bunu sağlayan seyreltme oranı güvenilirdir.

d) Eğer seyreltme suyu aşılanıyorsa; aşının oksijen tüketimi bulunur. Bu değer esas örneğin oksijen tüketiminden çıkarılarak numunenin oksijen tüketimi bulunur. Aşılı seyreltme suyuna, aşı düzeltmesi kullanmamak gerekir. Çünkü 5. gün süre ile aşılı seyreltme suyunda, aşının çok fazla seyreltilmesi nedeni ile oksidasyon sonuçları bulunabilir.

e) Seyreltme Suyu Kontrolü

İki BOİ₅ şişesi açıklanmamış seyreltme suyu ile doldurulur, ağzı kapatılır ve inkübatöre konur. Diğer şişede derhal çözünmüş oksijen tayini yapılır. Bu iki şişenin çözünmüş oksijen sonuçları açıklanmış seyreltme suyunun kontrolü için kullanılır. İlk gün ve 5. gün oksijen tüketimleri arasındaki fark 0,2 mg/L’den ve tercihan 0,1 mg/L’den fazla olmayan sabit numuneler uygundur. Bu sonucu gösteren seyreltme suları deneyde uygun bir şekilde kullanılabilir.

Buna göre sonuç aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{Aşı gerekli değilse mgr/L BOI5} = \frac{(D_1 - D_2)}{P}$$

$$\text{Aşılı seyreltme suyu kullanıldığında mgr/L BOI5} = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f}{P} \text{ olur.}$$

Burada,

- (D₁) : Numunenin hazırlandıktan 15 dk. sonraki çözülmüş oksijen değeri
- (D₂) : Seyreltik numunenin inkübasyondan sonraki çözülmüş oksijen değeri
- (B₁) : Aşının inkübasyondan önceki çözülmüş oksijen değeri
- (B₂) : Aşının inkübasyondan sonraki çözülmüş oksijen değeri
- (P) : Numunenin seyreltme oranı (ondalık kesir olarak)
- (f) : Numunedeki aşının kontroldeki aşıya oranıdır.

3.2.2. Çözülmüş Oksijen Tespiti

Çözülmüş oksijen seviyelerinin tespitinde kullanılan araç ve gereçler aşağıda verilmiştir.

- a- Otomatik Büret
- b- BOİ Şişeleri
- c- 500 mL'lik Erlenler

Çözülmüş oksijen tespiti şu şekilde yapılmaktadır.

250 - 300 mL'lik hacmi bilinen BOİ şişesine numune ağzına kadar doldurulur ve şişeden numune karıştırılarak şişenin ağzı kapatılır. Şişenin içinde hava kabarcığı kalmamalıdır. Şişenin kapağı açılarak 2 mL MnSO₄ çözeltisi, bunu takiben 2 mL alkali iyodür-azotür reaktifi şişenin tam dibine doğru uzun bir pipet yardımıyla ilave edilir. Şişenin kapağı kapatılarak şişe en az 15 defa alt-üst edilerek karıştırılır. Çökelek oluştuğunda şişenin kapağı açılarak derhal 2 mL H₂SO₄ çözeltisi katılır ve şişenin kapağı kapatılır. Çökelek, çözüldükten sonra şişedeki çözüldükten 200 mL ölçülerek bir erlene alınır. Erlene alınan çözelti 0,025 N tiyosülfat çözeltisi ile açık sarı renge kadar titre edilir. Sonra iki damla taze hazırlanmış nişasta çözeltisi ilave edilir. Sonra oluşan mavi renk kayboluncaya kadar titrasyona devam edilir. Daha sonra sonuç şu şekilde hesaplanır (Şengül ve Türkman, 1991). 200 mL orjinal numune için, 1 mL 0,025 N sodyum tiyosülfat 1 mg/L çözülmüş oksijen değerine eşdeğer olmaktadır. Sonucu oksijen gazı/litre biriminde elde etmek için 0 °C ve 760 mm basınçta düzeltmek üzere (mg/ÇO) x 0,70 şeklinde yazmak gerekir (Şengül ve Türkman, 1991).

3.2.3. Sıcaklık Değerlerinin Ölçümü

Normal olarak sıcaklık ölçümleri civalı celcius termometreleriyle yapılır. Termometrelerin en az 0,1 °C'lik bölmelerin olması yanında kısa sürede dengeye de ulaşması gerekmektedir (Şengül ve Türkman, 1991).

Su sıcaklığı ölçümleri arazide taşınabilir HQ40d18 katalog numaralı Hatch – Lange marka ekolojik kit termometre ile yapıldı.

3.2.4. pH Ölçümü

pH ölçümünde kullanılan araç ve gereçler aşağıda verilmiştir.

- a- Elektronik pH metre
- b- Cam elektrot
- c- Referans elektrot, gümüş, gümüş klorür
- d- Manyetik karıştırıcı

pH ölçümü yapılmadığı zamanlarda da elektrotların ucu çözelti içerisinde tutulmalıdır. Kullanmadan önce elektrotlar distile su ile yıkanır, yumuşak bir kağıt ile silinir. Alet tampon çözeltiler yardımı ile standardize edilir. Çözelti homojenliği sağlamak için sürekli karıştırmak gerekir. Numunenin pH'sı ölçülmeden önce sıcaklık ölçümü yapılır. pH metrede sıcaklık ayarı yapılır, daha sonra pH değeri okunur. Bir sonraki ölçümden önce elektrotların tekrar yıkanması gerekir. pH ölçümleri uzun aralıklarla yapılacaksa, her seferinde yeniden standardizasyon gerekir (Şengül ve Türkman, 1984).

Arazide pH ölçümü HQ40d18 katalog numaralı Hatch – Lange marka ekolojik kit pH metre ile ölçüldü.

3.2.5. Elektriksel İletkenlik Ölçümü

Elektriksel iletkenlik HQ40d18 katalog numaralı Hatch – Lange marka ekolojik kit ile gerçekleştirildi.

3.2.6. Nitrifikasyon Sürecinin Belirlenmesi

Proteinlerin, aminoasitlerin ve azotun organik formları, mikroorganizmalarca önce nitrite ve sonra da nitrate oksitlenmektedir. Sularda bu olayın belirlenmesi aşağıdaki işlemlerle yapılır (Erdur,1990).

3.2.6.1. Nitrit Oluşumunun Saptanması

Nitrit ortamlarına 10'ar mL su örneği inokule edilir. Erlenler 27 °C'de inkübe edilir. Nitrit varlığı için kültürler her hafta test edilir. Üç damla trommsdorf solüsyonu ile 1 damla H₂SO₄ bir petride karıştırılıp, üzerine 1 mL kültür ilave edilir. Mavi-siyah renk oluşumu nitrit bakterilerinin varlığını gösterir. Bu işlem her hafta tekrarlanarak nitrit oluşumu test edilir (Anonim, 1953).

3.2.6.2. Nitrat Oluşumunun Saptanması

Nitrat ortamlarına 10'ar mL su örneği inokule edilir. Erlenler, 27 °C'de inkübe edilir. Nitrat varlığı her hafta tüplerdeki nitrit negatif oluncaya kadar Trommsdorf ayırıcı ile kültürler test edilir. Bunun nedeni kullanılan difenilamin ayırıcı (veya α -naftol)'nın hem nitrit ve hemde nitrat için pozitif sonuç vermesidir. Nitrit negatif sonucu veren tüplerden 1 damla bir petri kabına konur. Üzerine bir damla difenilamin (veya α -naftol) ve 2 damla konsantre H₂SO₄ ilave edilir. Koyu mavi siyah renk oluşumu nitrat varlığını gösterir (Anonim, 1953).

3.2.6.3. Nitrifikasyon Bakterilerin Saptanması

Amonyacı nitrite oksitleyen ototrofik bakterilerden *Nitrosococcus nitrosus*'u saptamak için, bu organizmanın özel ortamına, nitrit oluşum ortamından ekim yapılır. Ortam 25 °C'de inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonunda gram boyama yapılarak organizmanın varlığı kontrol edilir. Bu ortam 2 - 3 kez hazırlanarak, ilk üremeden inokülasyonu yapıp, organizmanın saf kültürü elde edilir (Anonim, 1981).

Nitriti nitrata oksitleyen *Nitrobacter agilis* (Anonim, 1981), *Nitrobacter winogradsky*'i saptamak için de (Rehçigil, 1977), nitrat oluşumu test edilmiş ortamlardan inokülasyon yapılır. Yine, süre sonunda üremeden gram boyama yapıp, organizmalar kontrol edilir.

3.2.7. Sülfür Oksidasyonunu Sağlayan Bakterilerin Saptanması

İnorganik sülfür bileşiklerini ototrofik bakterilerden en çok bilinen *Thiobacillus* türleri oksitleyebilmektedirler. Bu grup organizmaları saptamak için Genel *Thiobacillus* spp. ortamı hazırlanır (Rehçigil, 1977). 300 mL'lik erlenlere 100 mL hazırlanmış genel *Thiobacillus* spp. ortamına 10 mL su örneği inokule edilir. Ortam karanlıkta, 27 °C'de 7 gün inkübe edilirler. Süre sonunda organizmanın varlığı, gram boyamaları yapılarak kontrol edilir. *Thiobacillus* türlerini saptayabilmek için de, *Thiobacillus thioporus*, *T. denitrificans*, *T. thiooxidans*, *T. ferrooxidans* özel ortamlarına, genel *Thiobacillus* spp. ortamından 10 mL inokule edilir. Ortamlar 300 mL'lik erlenlerde 100 mL olarak hazırlanır. Tüm erlenler, 27 °C'de 4-5 gün karanlıkta inkübasyona bırakılır. Bu özel ortamlar 2 - 3 kez hazırlanarak, ilk üremelerden transfer edilir ve *Thiobacillus* türlerinin morfolojik kontrolleri yapılır.

3.2.8. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Denitrifikasyon Olayını Gerçekleştiren Bakterilerin Sayımı

Su numunesinde gerekli seyreltme işlemi yapıldıktan sonra Nitrat Broth tüplerinden üçüne 10'ar mL, diğer üçüne 1'er mL, son üç tüpe 0,1'er mL numune inokule edilir. Durham tüplerinde gaz birikimi gözlenerek en muhtemel sayı (EMS) belirlenir (Gürgün ve Halkman, 1990).

3.2.9. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Amonifikasyon Bakterilerin Sayımı

Su örneğinde gerekli seyreltme işlemi yapıldıktan sonra pepton çözeltisi içeren 9 tüpten 3'üne 10'ar mL, diğer 3 tüpe 1'er mL, son 3 tüpe 0,1'er mL örnek aşılır. Tüpler 27 - 30 °C'de 1 hafta inkübe edilir. Bütün tüpleri, 2., 4., 7. günde amonyak varlığı için aşağıdaki şekilde denir.

Bir petriye bir damla Nessler ayırıcından damlatılır. Tüpten alınan bir öze dolusu ortam ile bu damla karıştırılır. Koyu sarı renk oluşumu amonyağı belirtir. Kahverengimsi renkteki çökelmeler büyük miktarda amonyak varlığını belirtir. Koyu sarı renk oluşumuna göre EMS çizelgelerinden yararlanılarak 100 mL'de en muhtemel sayı verilir (Gürgün ve Halkman, 1990).

3.2.10. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Sülfat Redükleyen Bakterilerin Sayımı

Su örneğinde uygun dilüsyonlar hazırlandıktan sonra 9'ar tüplük 2 setin ilk 3 tüplerine 10'ar mL, ikinci 3'er tüplere 1'er mL, üçüncü 3'er tüplere 0,1'er mL örnek aşılır. 9 tüplük ilk set 37 °C'de, ikinci set 55 °C'de 1 hafta inkübe edilir. Tüplerde siyahlaşma belirlenip EMS çizelgelerinden yararlanarak 100 mL'de en muhtemel sülfat redükleyici bakterilerin sayısı belirlenir. 55 °C'deki tüpler *Desulfotomaculum nigrificans* sayımı içindir (Gürgün ve Halkman, 1990).

3.2.11. Toplam Canlı Bakteri Sayımı

Su numunesinde gerekli seyreltme işlemi yapıldıktan sonra numunelerden 1'er mL petrilere konulur. Petrilere üzerine 45 °C'ye kadar soğutulmuş PCA dökülerek plaklanmaları sağlanır. Petrilere 5 °C'de 1 hafta, 27 °C'de 3 gün ve 35 °C'de 2 gün inkübe edilir. Süre sonunda oluşan koloniler sayılmış ve psikrofil ve mezofil organizmaların sayısı belirlenir (Finsten, 1972).

3.2.12. Toplam Koliform Sayımı

Su numunelerinde gerekli seyreltme işlemi yapıldıktan sonra, örnekten çift kuvvetli 3 tüpe 10'ar mL, tek kuvvetli tüplerden ilk 3 tüpe 1'er mL, diğer üç tüpe 0,1 mL örnek konulur. Tüpler 37 °C'de 24 - 48 saat inkübe edilir. Bu sürede Durham tüplerinde gaz birikimine bakılır ve EMS çizelgelerinden yararlanılarak En Muhtemel Toplam Koliform Sayısı belirlenir (Finstein, 1972; Gürgün ve Halkman, 1990).

3.2.13. Fekal Koliform Sayımı

Toplam koliform sayım tekniğinde olduğu gibi aynı işlem yapılır. Tüpler 44,5 °C'de 24 - 48 saat inkübe edilir. Durham tüplerinde gaz oluşumuna bakılarak, EMS çizelgelerinden En Muhtemel Fekal Koliform Sayısı belirlenir (Finstein, 1972).

3.2.14. Araştırmada Kullanılan İstatiksel Yöntemler

Karşılaştırılan parametreler bakımından farkın önemli olup olmadığı bir yönlü varyans analizi ile test edilirken; MINITAB Statistical Software 13.20 paket programı kullanıldı. Ayrıca karşılaştırılan gruplar arasında fark gruplarının oluşup oluşmadığı; En Küçük Önemli Fark Testi (LSD) ve Tukey testleri kullanılarak araştırıldı. Buna göre aynı harfler benzer, farklı harfler ise fark gruplarını göstermek için kullanıldı (Zar, 1984).

Bununla beraber tüm parametreler arasındaki korelasyon Pearson's correlation coefficient (Pearson's korelasyon katsayısı) ile test edilirken MINITAB Statistical Software 13.20 paket programı kullanıldı. Ayrıca The Student's t-test istatistiksel önemi tanımlamak için kullanılmıştır. Olasılık derecesi $p < 0.05$ olarak ayarlandı.

Her iki çaya ait istasyonların kendi içinde ve birbirleri arasındaki benzerlik durumları Çok değişkenli Araştırma Tekniklerinden (Multivariate Exploratory Techniques) Kümeleme Analizi (Cluster Analysis) ile test edilirken Statistica Six Sigma Statsoft Release 7 paket programı kullanıldı.

BÖLÜM 4**ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA****4.1. Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Parametre Bulgularına Göre Genel Değerlendirme**

Sarıçay ve Biga Çayı'nda (Çanakkale) saptanan bazı kirlilik parametrelerinin zamansal değişimleri Çizelge 4.1 - 4.6 ile Şekil 4.1 - 4.14'de gösterilmiştir. Bu veriler incelendiğinde parametrelerin zamansal olarak büyük salınım gösterdiği görülmektedir. Evsel ve endüstriyel atıkların karakteristiğine bağlı ani değişimler gözlenmekte ve böylece ölçülen parametrelerin değişimlerinde büyük yükseliş ve düşüşler göze çarpmaktadır.

4.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Parametre Bulguları**4.1.1.1. Sarıçay'a ait Fiziksel ve Kimyasal Parametre Bulguları**

Sarıçay'da belirlenmiş istasyonlardan aylık alınan numunelerin incelenmesi ve istatistiki olarak değerlendirilmesi sonucu aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Sarıçay'a ait istasyonlarda belirlenen sıcaklık değerlerinde Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.1 ve 4.3'de görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan sıcaklık değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve hava sıcaklığına bağlı olarak aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. Sıcaklık değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü-varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$). Çizelge 4.7'de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) görülmüştür. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında sıcaklık değerleri ile pH ($r = 0,529$, $p < 0,001$), iletkenlik ($r = 0,647$, $p < 0,000$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,151$, $p < 0,378$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0,071$, $p < 0,679$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0,220$, $p < 0,198$) ve 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0,197$, $p < 0,248$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.9). Bununla beraber sıcaklık değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = - 0,341$, $p < 0,042$), BOI_5 ($r = - 0,250$, $p < 0,142$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,124$, $p < 0,470$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,265$, $p < 0,119$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,035$, $p < 0,838$), toplam koliform ($r = - 0,433$, $p < 0,008$) ve fekal koliform ($r = - 0,161$, $p < 0,350$) değerleri arasında ise negatif yönde bir korelasyon mevcuttur (Çizelge 4.9). İstasyonlardan alınan su numunelerinde minimum ve maksimum çıkan aylık değerlere göz attığımızda, I. İstasyonda Aralık ayında 6,3 °C ve

Haziran ayında 27,8 °C; II. İstasyonda Aralık ayında 5,8 °C ve Temmuz ayında 26,6 °C; III. İstasyonda Aralık ayında 7,8 °C ve Temmuz ayında 26,9 °C olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalamaları hesaplandığında Sarıçay’da I. istasyon $18,09 \pm 2,30$ °C; II. istasyon $17,40 \pm 2,16$ °C; III. istasyon $17,72 \pm 2,03$ °C olarak hesaplanmıştır. Üç istasyonun genel ortalaması ise $17,737 \pm 0,199$ °C’dir.

İstasyonlarda belirlenen pH değerlerinde Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.4 ve 4.6’da görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan pH değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. pH değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü - varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, α : 0,05). Çizelge 4.7’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, α : 0,05) görülmüştür. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında pH değerleri ile sıcaklık ($r = 0,529$, $p < 0,001$), çözünmüş oksijen ($r = 0,133$, $p < 0,439$), iletkenlik ($r = 0,564$, $p < 0,000$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,331$, $p < 0,048$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,152$, $p < 0,377$) ve 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,015$, $p < 0,931$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.9). Bununla beraber pH değerleri ile BOI_5 ($r = - 0,423$, $p < 0,010$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,076$, $p < 0,660$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,260$, $p < 0,125$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,331$, $p < 0,049$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,062$, $p < 0,718$), toplam koliform ($r = - 0,261$, $p < 0,125$) ve fekal koliform ($r = - 0,169$, $p < 0,324$) değerleri arasında ise negatif yönde bir korelasyon mevcuttur (Çizelge 4.9). Sarıçay I. İstasyondan alınan numunelerde pH değerleri 7,33 (ocak ayı) – 8,12 (ağustos ayı) arasında değişmekte ve ortalama $7,7575 \pm 0,0768$, II. İstasyonda 7,03 (şubat ayı) – 7,9 (ağustos ayı) arasında değişmekte ve ortalama $7,6450 \pm 0,0772$, III. İstasyonda 6,65 (şubat ayı) - 8,05 (ağustos ayı) arasında değişmekte ve ortalama $7,703 \pm 0,111$ olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $7,7018 \pm 0,0325$ ’dir.

İstasyonlarda belirlenen iletkenlik değerlerinde Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.7 ve Şekil 4.9’da görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan iletkenlik değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. İletkenlik değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü - varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, α : 0, 05). Çizelge 4.7’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, α : 0, 05) görülmüştür. Tüm istasyonlardan saptanan verilere göre iletkenlik değerleri

ile sıcaklık ($r = 0,647$, $p < 0,000$), çözünmüş oksijen ($r = 0,006$, $p < 0,972$), BOI_5 ($r = 0,077$, $p < 0,657$), pH ($r = 0,564$, $p < 0,000$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,094$, $p < 0,584$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,217$, $p < 0,204$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,309$, $p < 0,066$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,029$, $p < 0,867$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,029$, $p < 0,868$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,013$, $p < 0,941$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.9). Bununla beraber iletkenlik değerleri ile denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,459$, $p < 0,005$), toplam koliform ($r = - 0,430$, $p < 0,009$), fekal koliform ($r = - 0,178$, $p < 0,299$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon mevcuttur (Çizelge 4.9). Elektrik iletkenliği ($\mu\text{S}/\text{cm}$) bakımından minimum ve maksimum değerler ise istasyonlara göre I. istasyonda 3,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (aralık ayı) - 26,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ağustos ayı), II. istasyonda 3,85 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (aralık ayı) - 28,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ağustos ayı), III. istasyonda 13,42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (aralık ayı) - 31,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ağustos ayı) olarak kaydedilmiştir. İstasyon ortalamaları I. istasyon $14,94 \pm 2,57$ $\mu\text{S}/\text{cm}$, II. istasyon $17,68 \pm 2,46$ $\mu\text{S}/\text{cm}$, III. istasyon için $22,87 \pm 1,81$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak hesaplanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $18,50 \pm 2,33$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ’dir.

İstasyonlarda belirlenen çözünmüş oksijen değerlerinde Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.10 ve 4.12’de görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. Çözünmüş oksijen değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü-varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$). Çizelge 4.7’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark gruplarının oluşmadığı ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) görülmüştür. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında çözünmüş oksijen değerleri ile BOI_5 ($r = 0,285$, $p < 0,092$), pH ($r = 0,133$, $p < 0,439$), iletkenlik ($r = 0,006$, $p < 0,972$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,197$, $p < 0,250$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,542$, $p < 0,001$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,266$, $p < 0,117$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,185$, $p < 0,281$) ve toplam koliform ($r = 0,036$, $p < 0,837$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.9). Bununla beraber Çözünmüş oksijen değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,341$, $p < 0,042$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,063$, $p < 0,715$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,431$, $p < 0,009$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,223$, $p < 0,191$), fekal koliform ($r = - 0,039$, $p < 0,824$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon mevcuttur (Çizelge 4.9). İstasyonlardan alınan su numunelerinde minimum ve

maksimum çıkan aylık değerlere göz attığımızda, I. istasyonda Nisan ayında 4,2 mg/L ve Mart ayında 16,67 mg/L; II. istasyonda Haziran ayında 3,1 mg/L ve Mart ayında 8,84 mg/L; III. istasyonda Haziran ayında 1,6 mg/L ve Mart ayında 8,71 mg/L olduğu belirlenmiştir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerlerinde I. istasyonda $8,387 \pm 0,924$ mg/L, II. istasyonda $6,243 \pm 0,489$ mg/L, III. istasyonda $6,721 \pm 0,588$ mg/L; tüm istasyonların genel ortalamalarının ise $7,117 \pm 0,650$ mg/L olduğu belirlenmiştir.

İstasyonlarda belirlenen BOİ₅ değerlerinde Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.13 ve 4.15’de görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan BOİ₅ değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. BOİ₅ değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü - varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$). Çizelge 4.7’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) görülmüştür. Buna göre kirlilik sıralamasında en kirli istasyonun 269 ± 127 mg/L ile III. istasyon olduğu, $138,8 \pm 27,2$ mg/L değeri ile I. istasyonun onu takip ettiği, $103,5 \pm 26,6$ mg/L değeri ile II. istasyonun 3. sırada BOİ₅ yönüyle kirli olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında BOİ₅ değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = 0,285$, $p < 0,092$), iletkenlik ($r = 0,077$, $p < 0,657$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,194$, $p < 0,258$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,084$, $p < 0,627$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,365$, $p < 0,029$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,332$, $p < 0,048$), fekal koliform ($r = 0,163$, $p < 0,341$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.9). Bununla beraber BOİ₅ değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,250$, $p < 0,142$), pH ($r = - 0,423$, $p < 0,010$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,017$, $p < 0,921$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,081$, $p < 0,640$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,113$, $p < 0,510$), total koliform ($r = - 0,098$, $p < 0,570$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon mevcuttur (Çizelge 4.9). İstasyonlara göre BOİ₅ değerlerinde maksimum olan aylar sırasıyla; I. istasyonda Mart ayında 325 mg/L, II. istasyonda Şubat ve Mart ayında 275 mg/L, III. istasyonda Şubat ayında 1200 mg/L’dir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $170,4 \pm 50,3$ mg/L’dir.

4.1.1.2. Biga Çayı’na ait Fiziksel ve Kimyasal Parametre Bulguları

Biga Çayı’nda belirlenmiş istasyonlardan aylık alınan numunelerin incelenmesi ve istatistiki olarak değerlendirilmesi sonucu aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

İstasyonlarda belirlenen su sıcaklık değerlerinde Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.2 ve 4.3’de görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan sıcaklık değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve hava sıcaklığına bağlı olarak aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. Sıcaklık değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü-varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$). Çizelge 4.8’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) görülmüştür. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında sıcaklık değerleri ile pH ($r = 0,367$, $p < 0,028$), iletkenlik ($r = 0,468$, $p < 0,004$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,256$, $p < 0,132$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,345$, $p < 0,039$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.10). Bununla beraber sıcaklık değerleri ile Çözünmüş oksijen ($r = - 0,779$, $p < 0,000$), BOI_5 ($r = - 0,394$, $p < 0,018$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,221$, $p < 0,196$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,224$, $p < 0,188$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,018$, $p < 0,918$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,372$, $p < 0,026$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,325$, $p < 0,053$), toplam koliform ($r = - 0,380$, $p < 0,022$), fekal koliform ($r = - 0,107$, $p < 0,534$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). İstasyonlardan alınan su numunelerinde minimum ve maksimum çıkan aylık değerlere göz attığımızda, Biga Çayı’nda I. İstasyonda Ocak ayında 3,9 °C ve Temmuz ayında 26,6 °C; II. İstasyonda Ocak ayında 4,0 °C ve Ağustos ayında 25,5 °C; III. İstasyonda Ocak ayında 3,8 °C ve Eylül ayında 25,2 °C olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalamaları hesaplandığında Biga Çayı’nda I. istasyon $15,55 \pm 2,47$ °C; II. istasyon $15,32 \pm 2,37$ °C; III. istasyon $15,73 \pm 2,31$ °C ve tüm istasyonların genel ortalamaları ise $15,533 \pm 0,199$ °C olarak hesaplanmıştır.

İstasyonlarda belirlenen pH değerlerinde Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.5 ve 4.6’da görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan pH değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. pH değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü - varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$). Çizelge 4.8’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) görülmüştür. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında pH değerleri ile sıcaklık ($r = 0,367$, $p < 0,028$), iletkenlik ($r = 0,332$, $p < 0,048$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,199$, $p < 0,244$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,040$, $p < 0,818$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,113$, $p < 0,513$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,002$, $p < 0,989$), 35

°C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,024$, $p < 0,888$), fekal koliform ($r = 0,071$, $p < 0,680$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.10). Ancak pH değerleri ile çözülmüş oksijen ($r = - 0,222$, $p < 0,194$), BOI_5 ($r = - 0,395$, $p < 0,017$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,036$, $p < 0,835$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,325$, $p < 0,053$), toplam koliform ($r = - 0,021$, $p < 0,904$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon mevcuttur (Çizelge 4.10). Biga Çayında I. istasyondan alınan numunelerde pH değerleri 6,77 - 7,96 arasında değişmekte ve ortalama $7,5867 \pm 0,0869$, II. İstasyonda 6,65 - 8,00 arasında değişmekte ve ortalama $7,440 \pm 0,113$, III. İstasyonda 7,04 - 7,90 arasında değişmekte ve ortalama $7,4967 \pm 0,0868$ olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalamaları hesaplandığında pH değeri Biga Çayı’nda $7,5078 \pm 0,0427$ ’dir.

İstasyonlarda belirlenen iletkenlik değerlerinde Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.8 ve 4.9’da görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan iletkenlik değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve hava sıcaklığına bağlı olarak aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. Varyans analizine göre değerler önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$). Çizelge 4.8’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) görülmüştür. Tüm istasyonlardan saptanan verilere göre iletkenlik değerleri ile sıcaklık ($r = 0,468$, $p < 0,004$), pH ($r = 0,332$, $p < 0,048$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,038$, $p < 0,827$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,290$, $p < 0,086$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,150$, $p < 0,382$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon söz konusu iken iletkenlik değerleri ile çözülmüş oksijen ($r = - 0,432$, $p < 0,008$), BOI_5 ($r = - 0,050$, $p < 0,771$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,018$, $p < 0,917$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,303$, $p < 0,073$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,612$, $p < 0,000$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,466$, $p < 0,004$), toplam koliform ($r = - 0,539$, $p < 0,001$), fekal koliform ($r = - 0,239$, $p < 0,160$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon mevcuttur (Çizelge 4.10). Elektrik iletkenliği ($\mu S/cm$) bakımından minimum ve maksimum değerlerin ise istasyonlara göre Biga Çayı I. istasyonda $427 \mu S/cm$ (Şubat ayı) – $1197 \mu S/cm$ (ekim ayı), II. istasyonda $430 \mu S/cm$ (Şubat ayı) – $1195 \mu S/cm$ (ekim ayı), III. istasyonda $423 \mu S/cm$ (Şubat ayı) – $1177 \mu S/cm$ (Ekim ayı) olduğu ve bununla beraber istasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama iletkenlik değerlerinde I. istasyonda $867,2 \pm 61,6 \mu S/cm$, II. istasyonda $877,3 \pm 62,3$

$\mu\text{S/cm}$, III. istasyonda $865,3 \pm 60,4 \mu\text{S/cm}$ olduğu saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $869,93 \pm 3,72 \mu\text{S/cm}$ olarak belirlenmiştir.

İstasyonlarda belirlenen çözünmüş oksijen değerlerinde Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.11 ve 4.12’de görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve hava sıcaklığına bağlı olarak aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. Çözünmüş oksijen değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü-varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, α : 0,05). Çizelge 4.8’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$; α : 0,05) görülmüştür. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında Çözünmüş oksijen değerleri ile BOI_5 ($r = 0,379$, $p < 0,023$), 35°C ’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,314$, $p < 0,062$), 55°C ’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,064$, $p < 0,712$), 5°C ’de toplam canlı sayımı ($r = 0,296$, $p < 0,080$), 25°C ’de toplam canlı sayımı ($r = 0,095$, $p < 0,580$) toplam koliform ($r = 0,279$, $p < 0,100$), fekal koliform ($r = 0,013$, $p < 0,939$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.10). Ancak Çözünmüş oksijen değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,779$, $p < 0,000$), pH ($r = - 0,222$, $p < 0,194$), iletkenlik ($r = - 0,432$, $p < 0,008$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,059$, $p < 0,732$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,156$, $p < 0,362$), 35°C ’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,321$, $p < 0,056$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.10). İstasyonlardan alınan su numunelerinde minimum ve maksimum çıkan aylık değerlere göz attığımızda I. istasyonda Haziran ayında $5,18 \text{ mg/L}$ ve aralık ayında $10,85 \text{ mg/L}$; II. istasyonda Eylül ayında $5,25 \text{ mg/L}$ ve Ocak ayında $11,02 \text{ mg/L}$; III. istasyonda Ağustos ayında $4,95 \text{ mg/L}$ ve Ocak ayında $11,71 \text{ mg/L}$ olduğu belirlenmiştir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerlerinde I. istasyonda $8,837 \pm 0,593 \text{ mg/L}$, II. istasyonda $8,112 \pm 0,669 \text{ mg/L}$, III. istasyonda $8,048 \pm 0,699 \text{ mg/L}$ olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalamalarının ise $8,332 \pm 0,253 \text{ mg/L}$ olduğu saptanmıştır.

İstasyonlarda belirlenen BOI_5 değerlerinde Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.14 ve 4.15’de görüldüğü üzere aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan BOI_5 değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir. BOI_5 değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü - varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, α : 0,05). Çizelge 4.8’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, α : 0,05)

görülmüştür. Buna göre kirlilik sıralamasında en kirli istasyonun $139,5 \pm 23,4$ mg/L ile III. istasyonun olduğu, $138,7 \pm 43,0$ mg/L ile II. istasyonun onu takip ettiği, $131,6 \pm 59,1$ mg/L ile I. istasyonun 3. sırada BOI_5 yönüyle kirli olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında ise BOI_5 değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = 0,379$, $p < 0,023$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,127$, $p < 0,461$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0,066$, $p < 0,701$) değerleri arasında pozitif yönde korelasyon bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4.10). Ancak, BOI_5 değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,394$, $p < 0,018$), pH ($r = - 0,395$, $p < 0,017$), iletkenlik ($r = - 0,050$, $p < 0,771$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,096$, $p < 0,577$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,252$, $p < 0,138$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,223$, $p < 0,192$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,169$, $p < 0,323$) 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,153$, $p < 0,373$), total koliform ($r = - 0,014$, $p < 0,937$), fekal koliform ($r = - 0,086$, $p < 0,616$) değerleri arasında negatif yönde korelasyon saptanmıştır (Çizelge 4.10). İstasyonlara göre BOI_5 değerlerinde maksimum olan aylar sırasıyla; I. istasyonda Ocak ayında 750 mg/L, II. istasyonda Aralık ayında 565 mg/L, III. istasyonda Şubat ayında 260 mg/L'dir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $136,60 \pm 2,51$ mg/L olarak saptanmıştır.

4.1.2. Bakteriyolojik Parametre Bulguları

4.1.2.1. Sarıçay'a ait Bakteriyolojik Parametre Bulguları

Amonifikasyon yapan bakterilerin değerleri Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.25 ve 4.27'de verilmektedir. Bir - yönlü varyans analizi ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre önemsiz bulunmuştur ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) (Çizelge 4.7). Amonifikasyon yapan bakteriler ile çözünmüş oksijen ($r = 0,266$, $p < 0,117$), BOI_5 ($r = 0,365$, $p < 0,029$), pH ($r = 0,152$, $p < 0,377$), iletkenlik ($r = 0,309$, $p < 0,066$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,533$, $p < 0,001$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,065$, $p < 0,705$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0,019$, $p < 0,915$), toplam koliform ($r = 0,113$, $p < 0,513$), fekal koliform ($r = 0,249$, $p < 0,144$) değerleri ile pozitif yönde bir korelasyon mevcutken, amonifikasyon yapan bakteriler ile sıcaklık ($r = - 0,035$, $p < 0,838$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,214$, $p < 0,209$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,102$, $p < 0,553$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,115$, $p < 0,505$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle minimum ve maksimum değerler sırasıyla; I. istasyon Şubat ayında 9×10^2 EMS/100 mL, Ağustos ayında 11×10^4 EMS/100 mL; II. istasyonda Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında 23×10^2 EMS/100 mL, Mart ayında 11×10^4 EMS/100 mL; III.

istasyonda Nisan ayında 14×10^2 EMS/100 mL, Mart ayında 11×10^4 EMS/100 mL olarak belirlenmiştir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama amonifikasyon yapan bakteri değerlerindeki I. istasyonda 14883 ± 8784 EMS/100 mL, II. istasyonda 15633 ± 9304 EMS/100 mL, III. istasyonda 16608 ± 9204 EMS/100 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 15708 ± 499 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

Denitrifikasyon yapan bakterilerin değerleri Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.22 ve 4.24’de verilmektedir. Yıllık ortalamaları bir - yönlü varyans analizi ($F_t > F_h$, α : 0,05) ve Tukey testi sonuçlarına göre önemsiz bulunmuştur ($q_t > q_h$, α : 0,05) (Çizelge 4.7). Denitrifikasyon yapan bakteri değerleri ile 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,123$, $p < 0,476$), toplam koliform ($r = 0,362$, $p < 0,030$), fekal koliform ($r = 0,139$, $p < 0,417$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, denitrifikasyon yapan bakteri değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,265$, $p < 0,119$), çözülmüş oksijen ($r = - 0,063$, $p < 0,715$), BOİ₅ ($r = - 0,017$, $p < 0,921$), pH ($r = - 0,260$, $p < 0,125$), iletkenlik ($r = - 0,459$, $p < 0,005$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = -0,117$, $p < 0,496$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,108$, $p < 0,532$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,214$, $p < 0,209$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,069$, $p < 0,690$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,231$, $p < 0,176$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Ekim ayında 0, Kasım ve Aralık aylarında 11×10^4 EMS/100 mL; II. istasyonda Ekim, Mart, Ağustos ve Eylül aylarında 43×10^2 EMS/100 mL, Haziran ayında 11×10^4 EMS/100 mL; III. istasyonda Mayıs ayında 20×10^2 EMS/100 mL, Şubat ayında 46×10^3 EMS/100 mL’dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama denitrifikasyon yapan bakteri değerlerindeki I. istasyonda 28192 ± 11355 EMS/100 mL, II. istasyonda 24792 ± 8863 EMS/100 mL, III. istasyonda 11517 ± 3673 EMS/100 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 21500 ± 5087 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

İstasyonlarda belirlenen 35 °C’de sülfat redükleyen bakteri değerleri incelendiğinde aylar itibariyle salınımlar söz konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda bulunan değerlerin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir (Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.16 ve 4. 18’de). 35 °C’de sülfat redükleyen bakteri değerlerinin yıllık ortalamaları bir yönlü - varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, α : 0,05). Çizelge 4.7’de Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, α : 0,05) görülmüştür. 35 °C’de sülfat

redükleyen bakteri değerleriyle çözünmüş oksijen ($r = 0,197$, $p < 0,250$), BOI_5 ($r = 0,194$, $p < 0,258$), iletkenlik ($r = 0,094$, $p < 0,584$), $55\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,159$, $p < 0,355$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,533$, $p < 0,001$), $5\text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = 0,212$, $p < 0,214$), toplam koliform ($r = 0,202$, $p < 0,237$), fekal koliform ($r = 0,339$, $p < 0,043$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon mevcutken, $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle sıcaklık ($r = - 0,124$, $p < 0,470$), pH ($r = - 0,076$, $p < 0,660$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,117$, $p < 0,496$), $25\text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,021$, $p < 0,901$), $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,005$, $p < 0,975$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Ekim ayında 0 , Mart - Nisan aylarında 24×10^3 EMS/100 mL; II. istasyonda Ekim, Kasım, Aralık aylarında 0 , Mart ayında 11×10^4 EMS/100 mL; III. istasyonda Ekim, Kasım, Aralık aylarında 0 , Mart ayında 15×10^3 EMS/100 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteri değerlerinde I. istasyonda 6767 ± 2577 EMS/100 mL, II. istasyonda 13267 ± 8859 EMS/100 mL, III. istasyonda 5317 ± 1326 EMS/100 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 8450 ± 2444 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

İstasyonlarda belirlenen $55\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteri değerlerinin istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibariyle de farklılıklar sergilediği görülmektedir (Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.19 ve 4.21'de). Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi istatistiksel analizlere göre $55\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteri değerleri bir – yönlü varyans analizine göre önemsiz bulunmuş ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre de fark grupları ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) oluşmamıştır. $55\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle sıcaklık ($r = 0,151$, $p < 0,378$), çözünmüş oksijen ($r = 0,542$, $p < 0,001$), BOI_5 ($r = 0,084$, $p < 0,627$), pH ($r = 0,331$, $p < 0,048$), iletkenlik ($r = 0,217$, $p < 0,204$), $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,159$, $p < 0,355$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,065$, $p < 0,705$), $5\text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = 0,333$, $p < 0,047$), $25\text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = 0,099$, $p < 0,564$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon mevcutken; $55\text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,108$, $p < 0,532$), $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,004$, $p < 0,983$), toplam koliform ($r = - 0,146$, $p < 0,395$), fekal koliform ($r = - 0,075$, $p < 0,662$) değerleri arasında ise negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Ekim, Kasım, Aralık aylarında 0 , Mart ayında 24×10^3 EMS/100 mL; II.

istasyonda Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında 0, Nisan ayında 43×10^2 EMS/100 mL; III. istasyonda Ekim, Kasım, Aralık aylarında 0, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında 43×10^2 EMS/100 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama 55°C 'de sülfat redükleyen bakteri değerlerlerinde I. istasyonda 2300 ± 726 EMS/100 mL, II. istasyonda 3908 ± 1626 EMS/100 mL, III. istasyonda 1942 ± 386 EMS/100 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 2286 ± 769 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

Sarıçay'dan seçilen istasyonlarda saptanan toplam canlı (5°C) sayımlarına bakıldığında aylar itibariyle salınımlar gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.1 – 4.3, Şekil 4.28 ve 4.30'da). Toplam canlı sayımı (5°C) değerleri bir - yönlü varyans analizi ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre önemsiz bulunmuştur ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) (Çizelge 4.7). 5°C 'de toplam canlı sayımı değerleri ile sıcaklık ($r = 0,071$, $p < 0,679$), çözünmüş oksijen ($r = 0,185$, $p < 0,281$), BOI_5 ($r = 0,332$, $p < 0,048$), iletkenlik ($r = 0,029$, $p < 0,867$), 35°C 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,212$, $p < 0,214$), 55°C 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,333$, $p < 0,047$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,019$, $p < 0,915$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken; 5°C 'de toplam canlı sayımı değerleri ile denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,069$, $p < 0,690$), 25°C 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,049$, $p < 0,777$), 35°C 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,173$, $p < 0,314$), toplam koliform ($r = - 0,266$, $p < 0,117$), fekal koliform ($r = - 0,084$, $p < 0,625$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Ekim ayında 31×10^1 kob/1 mL, Şubat ayında 22×10^3 kob/1 mL; II. istasyonda Aralık ayında 39×10^1 kob/1 mL, Ağustos ayında 29×10^3 kob/1 mL; III. istasyonda Aralık ayında 29×10^0 kob/1 mL, Şubat ve Temmuz aylarında 23×10^3 kob/1 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama 5°C 'de toplam canlı sayımı değerlerlerinde I. istasyonda 8763 ± 2165 kob/1 mL, II. istasyonda 8512 ± 2177 kob/1 mL, III. istasyonda 7884 ± 2221 kob/1 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 8386 ± 261 kob/1 mL olarak saptanmıştır.

Sarıçay'dan seçilen istasyonlarda saptanan toplam canlı (25°C) sayımlarına bakıldığında aylar itibariyle salınımlar gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.1 – 4.3, Şekil 4.31 ve 4.33'de). Toplam canlı sayımı (25°C) değerlerinin Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere bir-yönlü varyans analizi sonucuna göre anlamlı olmadığı ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve verilere uygulanan Tukey testi sonuçlarına göre de fark gruplarının oluşmadığı

saptanmıştır ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$). 25 °C’de toplam canlı sayımı değerleri ile sıcaklık ($r = 0,220$, $p < 0,198$), iletkenlik ($r = 0,029$, $p < 0,868$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteri ($r = 0,099$, $p < 0,564$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,123$, $p < 0,476$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,129$, $p < 0,453$), toplam koliform ($r = 0,229$, $p < 0,179$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, 25 °C’de toplam canlı sayımı değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = - 0,431$, $p < 0,009$), BOI_5 ($r = -0,081$, $p < 0,640$), pH ($r = - 0,062$, $p < 0,718$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,021$, $p < 0,901$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,102$, $p < 0,553$), 5 °C’de toplam canlı sayımı değerleri ($r = - 0,049$, $p < 0,777$), fekal koliform ($r = - 0,066$, $p < 0,704$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Kasım – Şubat aylarında 4×10^2 kob/1 mL, Nisan ayında 195×10^2 kob/1 mL; II. istasyonda Aralık ayında 98×10^1 kob/1 mL, Haziran ayında 65×10^3 kob/1 mL; III. istasyonda Aralık ayında 133×10^1 kob/1 mL, Haziran ayında 29×10^4 kob/1 mL’dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama 25 °C’de toplam canlı sayımı değerlerinde I. istasyonda 9208 ± 2355 kob/1 mL, II. istasyonda 15915 ± 4995 kob/1 mL, III. istasyonda 33503 ± 23416 kob/1 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 19542 ± 7244 kob/1 mL olarak saptanmıştır.

35 °C’ de toplam canlı sayımının istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibarı ile farklılıklar sergilediği görülmektedir (Çizelge 4.1 – 4.3, Şekil 4.34 ve 4.36). Toplam canlı sayımı (35 °C) değerlerinin Çizelge 4.7’de görüldüğü üzere bir-yönlü varyans analizi sonucuna göre anlamlı olmadığı ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve verilere uygulanan Tukey testi sonuçlarına göre de fark gruplarının oluşmadığı saptanmıştır ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$). 35 °C’de toplam canlı sayımı değerleri ile sıcaklık ($r = 0,197$, $p < 0,248$), pH ($r = 0,015$, $p < 0,931$), iletkenlik ($r = 0,013$, $p < 0,941$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,129$, $p < 0,453$), toplam koliform ($r = 0,091$, $p < 0,597$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon saptanmıştır (Çizelge 4.9). Ancak 35 °C’de toplam canlı sayımı değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = - 0,223$, $p < 0,191$), BOI_5 ($r = - 0,113$, $p < 0,510$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,005$, $p < 0,975$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteri ($r = - 0,004$, $p < 0,983$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,231$, $p < 0,176$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,115$, $p < 0,505$), 5 °C’de toplam canlı sayımı değerleri ($r = - 0,173$, $p < 0,314$), fekal koliform ($r = - 0,067$, $p < 0,697$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Şubat ayında 4×10^2 kob/1 mL, Ekim ayında 7×10^4 kob/1 mL;

II. istasyonda Aralık- Haziran aylarında 8×10^2 kob/1 mL, Eylül ayında 85×10^3 kob/1 mL; III. istasyonda Şubat ayında 3×10^2 kob/1 mL, Haziran ayında 28×10^3 kob/1 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama $35 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı değerlerindeki I. istasyonda 13493 ± 5568 kob/1 mL, II. istasyonda 11600 ± 6763 kob/1 mL, III. istasyonda 6384 ± 2137 kob/1 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 10492 ± 2126 kob/1 mL olarak saptanmıştır.

Toplam koliform değerleri Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.37 ve 4.39'da verildiği üzere aylar itibariyle salınımlar göstermektedir. Varyans analizi ($F_t > F_h$, α : 0,05) ve Tukey testi sonuçlarına göre yıllık ortalamaların anlamlı olmadığı ve değerler arasında fark gruplarının oluşmadığı ($q_t > q_h$, α : 0,05) belirlenmiştir (Çizelge 4.7). İstasyonlardan alınan numunelerde belirlenen toplam koliform değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = 0,036$, $p < 0,837$), $35 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,202$, $p < 0,237$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,362$, $p < 0,030$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,113$, $p < 0,513$), $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = 0,229$, $p < 0,179$), $35 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = 0,091$, $p < 0,597$), fekal koliform ($r = 0,179$, $p < 0,297$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, toplam koliform değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,433$, $p < 0,008$), BOI_5 ($r = - 0,098$, $p < 0,570$), pH ($r = - 0,261$, $p < 0,125$), iletkenlik ($r = - 0,430$, $p < 0,009$), $55 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteri ($r = - 0,146$, $p < 0,395$), $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,266$, $p < 0,117$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Haziran ve Eylül aylarında 23×10^2 EMS/100 mL, Kasım ve Aralık aylarında 11×10^4 EMS/100 mL; II. istasyonda Ağustos ayında 23×10^2 EMS/100 mL, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Mart ve Eylül aylarında 11×10^4 EMS/100 mL; III. istasyonda Ekim, Nisan, Mayıs aylarında 43×10^2 EMS/100 mL, Aralık ve Haziran aylarında 11×10^4 EMS/100 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama toplam koliform değerlerindeki I. istasyonda 41017 ± 10760 EMS/100 mL, II. istasyonda 66408 ± 13670 EMS/100 mL, III. istasyonda 31958 ± 11166 EMS/100 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 46461 ± 10311 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

Fekal koliform değerleri de Çizelge 4.1 – 4.3 ve Şekil 4.40 ve 4.42'de verildiği üzere aylar itibariyle salınımlar göstermektedir. Fekal koliform değerlerinin yıllık ortalamalarında bir-yönlü varyans analizi önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, α : 0,05). Tukey testi sonuçlarına göre de fark grupları oluşmamıştır ($q_t > q_h$, α : 0,05) (Çizelge 4.7). İstasyonlardan alınan numunelerde belirlenen fekal koliform değerleri ile BOI_5 ($r = 0,163$, $p < 0,341$), $35 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de

sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,339$, $p < 0,043$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,139$, $p < 0,417$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,249$, $p < 0,144$), toplam koliform ($r = 0,179$, $p < 0,297$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, fekal koliform değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,161$, $p < 0,350$), çözülmüş oksijen ($r = - 0,039$, $p < 0,824$), pH ($r = - 0,169$, $p < 0,324$), iletkenlik ($r = - 0,178$, $p < 0,299$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteri ($r = - 0,075$, $p < 0,662$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,084$, $p < 0,625$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = -0,066$, $p < 0,704$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,067$, $p < 0,697$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.9). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül aylarında 23×10^2 EMS/100 mL, Kasım, Ocak ve Temmuz aylarında 11×10^4 EMS/100 mL; II. istasyonda Şubat ayında 15×10^2 EMS/100 mL, Ocak, Mart, Nisan ve Temmuz aylarında 11×10^4 EMS/100 mL; III. istasyonda Haziran ve Temmuz aylarında 23×10^2 EMS/100 mL, Mart ayında 11×10^4 EMS/100 mL olarak belirlenmiştir. İstasyon ortalamaları I. istasyon için 33692 ± 13475 EMS/100 mL, II. istasyon için 42950 ± 14480 EMS/100 mL, III. istasyon için 22667 ± 8429 EMS/100 mL olarak hesaplanırken; tüm istasyonların genel ortalaması ise 33103 ± 5863 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

4.1.2.2. Biga Çayı’na ait Bakteriyolojik Parametre Bulguları

Biga Çayı’nda amonifikasyon yapan bakterilerin değerleri Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.26 ve 4.27’de verilmektedir. Bir - yönlü varyans analizi ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre önemsiz bulunmuştur ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) (Çizelge 4.8). Amonifikasyon yapan bakteriler ile pH ($r = 0,113$, $p < 0,513$), iletkenlik ($r = 0,290$, $p < 0,086$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,042$, $p < 0,806$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,040$, $p < 0,818$), toplam koliform ($r = 0,139$, $p < 0,420$), fekal koliform ($r = 0,184$, $p < 0,282$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, Amonifikasyon yapan bakteriler ile sıcaklık ($r = - 0,018$, $p < 0,918$), çözülmüş oksijen ($r = - 0,156$, $p < 0,362$), BOI_5 ($r = - 0,223$, $p < 0,192$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,142$, $p < 0,409$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteri ($r = - 0,192$, $p < 0,262$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,134$, $p < 0,437$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,172$, $p < 0,315$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında 23×10^2 EMS/100 mL, Ekim ve Mart aylarında 11×10^4 EMS/100 mL; II. istasyonda Mayıs ayında 2×10^3 EMS/100 mL, Ekim, Nisan ve

Temmuz aylarında 11×10^4 EMS/100 mL; III. istasyonda Aralık, Ocak, Şubat, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında 23×10^2 EMS/100 mL, Ekim ve Mart aylarında 11×10^4 EMS/100 mL olarak belirlenmiştir. İstasyon ortalamaları I. istasyon için 20417 ± 12081 EMS/100 mL, II. istasyon için 32842 ± 13903 EMS/100 mL, III. istasyon için 21808 ± 11936 EMS/100 mL olarak hesaplanırken; tüm istasyonların genel ortalaması ise 25022 ± 3930 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

Denitrifikasyon yapan bakterilerin değerleri Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.23 ve 4.24’de verilmiştir. Yıllık ortalamalarında bir-yönlü varyans analizi önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$). Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmamıştır ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$) (Çizelge 4.8). Denitrifikasyon yapan bakteri değerleri ile pH ($r = 0,040$, $p < 0,818$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,042$, $p < 0,806$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,231$, $p < 0,176$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,784$, $p < 0,000$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,173$, $p < 0,312$), toplam koliform ($r = 0,511$, $p < 0,001$), fekal koliform ($r = 0,371$, $p < 0,026$), değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, denitrifikasyon yapan bakteri değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,224$, $p < 0,188$) çözünmüş oksijen ($r = - 0,059$, $p < 0,732$), BOI_5 ($r = - 0,252$, $p < 0,138$), iletkenlik ($r = - 0,303$, $p < 0,073$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,210$, $p < 0,220$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,148$, $p < 0,390$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Şubat ayında 11×10^2 EMS/100 mL, Ekim ve Kasım aylarında 11×10^4 EMS/100 mL; II. istasyonda Nisan ayında 7×10^2 EMS/100 mL, Kasım ayında 11×10^4 EMS/100 mL; III. istasyonda Nisan ayında 4×10^2 EMS/100 mL, Kasım ayında 11×10^4 EMS/100 mL olarak belirlenmiştir. İstasyon ortalamaları I. istasyon için 22217 ± 11936 EMS/100 mL, II. istasyon için 17742 ± 8723 EMS/100 mL, III. istasyon için 15925 ± 8700 EMS/100 mL olarak hesaplanırken; tüm istasyonların genel ortalaması ise 18628 ± 1870 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

35 °C’de sülfat redükleyen bakteri değerlerine bakıldığında, aylar itibariyle salınımlar gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.17 ve 4.18). Çizelge 4.8’de görüleceği üzere istatistiksel analizlere göre bir - yönlü varyans analizi önemsiz bulunmuş ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre de fark grupları oluşmamıştır ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$). 35 °C’de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle çözünmüş oksijen ($r = 0,314$, $p < 0,062$), BOI_5 ($r = 0,127$, $p < 0,461$), iletkenlik ($r = 0,038$, $p < 0,827$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,014$, $p < 0,935$) değerleri arasında pozitif yönde bir

korelasyon mevcutken, 35 °C'de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle sıcaklık ($r = -0,221$, $p < 0,196$), pH ($r = -0,036$, $p < 0,835$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = -0,210$, $p < 0,220$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = -0,142$, $p < 0,409$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r = -0,005$, $p < 0,975$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r = -0,132$, $p < 0,444$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r = -0,235$, $p < 0,168$), toplam koliform ($r = -0,077$, $p < 0,654$), fekal koliform ($r = -0,025$, $p < 0,885$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Ekim ayında 0, Nisan ayında 46×10^3 EMS/100 mL, II. istasyonda Ekim, Aralık, Şubat, Temmuz ve Ağustos aylarında 23×10^2 EMS/100 mL, Mart ve Haziran aylarında 21×10^3 EMS/100 mL, III. istasyonda Ekim ayında 0, Ocak ayında 46×10^3 EMS/100 mL olarak saptanmıştır. İstasyon ortalamaları I. istasyon için 10025 ± 3820 EMS/100 mL, II. istasyon için 6517 ± 2002 EMS/100 mL, III. istasyon için 7958 ± 3795 EMS/100 mL olarak hesaplanırken; tüm istasyonların genel ortalaması ise 8167 ± 1018 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

55 °C'de sülfat redükleyen bakteri değerlerinin aylar itibariyle farklılıklar gösterdiği görülmüştür (Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.20 ve 4.21). Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi istatistiksel analizlere göre bir - yönlü varyans analizi önemsiz bulunmuş ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmamıştır ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$). 55 °C'de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle sıcaklık ($r = 0,256$, $p < 0,132$), çözünmüş oksijen ($r = 0,064$, $p < 0,712$), pH ($r = 0,199$, $p < 0,244$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,014$, $p < 0,935$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0,038$, $p < 0,826$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon mevcutken, 55 °C'de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle BOI_5 ($r = -0,096$, $p < 0,577$), iletkenlik ($r = -0,018$, $p < 0,917$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = -0,148$, $p < 0,390$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = -0,192$, $p < 0,262$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r = -0,097$, $p < 0,574$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r = -0,088$, $p < 0,610$), toplam koliform ($r = -0,024$, $p < 0,889$), fekal koliform ($r = -0,127$, $p < 0,460$) değerleri arasında ise negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Ekim ve Kasım aylarında 0, Ağustos ayında 93×10^2 EMS/100 mL, II. istasyonda Ekim ve Aralık 0, Mayıs ayında 21×10^3 EMS/100 mL; III. istasyonda Ekim ayında 0, Şubat ve Temmuz 43×10^2 EMS/100 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama 55 °C'de sülfat redükleyen bakteri değerlerinde I. istasyonda 2300 ± 726 EMS/100 mL, II. istasyonda 3908 ± 1626 EMS/100 mL, III. istasyonda 1942 ± 386 EMS/100 mL olduğu

belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 2717 ± 605 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

Biga Çayı'nda seçilen istasyonlarda saptanan toplam canlı sayılarına (5°C) bakıldığında aylar itibarıyla salınımlar gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.4 - 4.6 ve Şekil 4.29 ve 4.30). Toplam canlı sayımı (5°C) değerlerinde Çizelge 4.8'den de anlaşıldığı üzere anlamlı olmadığı ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre de fark gruplarının oluşmadığı görülmektedir ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$). 5°C 'de toplam canlı sayımı değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = 0,296$, $p < 0,080$), BOI_5 ($r = 0,066$, $p < 0,701$), 55°C 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0,038$, $p < 0,826$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,231$, $p < 0,176$), 25°C 'de toplam canlı sayımı ($r = 0,351$, $p < 0,036$), toplam koliform ($r = 0,234$, $p < 0,170$), fekal koliform ($r = 0,082$, $p < 0,634$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken; 5°C 'de toplam canlı sayımı değerleri ile sıcaklık ($r = -0,372$, $p < 0,026$), pH ($r = -0,325$, $p < 0,053$), iletkenlik ($r = -0,612$, $p < 0,000$), 35°C 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = -0,005$, $p < 0,975$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = -0,134$, $p < 0,437$), 35°C 'de toplam canlı sayımı ($r = -0,087$, $p < 0,613$) değerleri arasında ise negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). Aylar itibarıyla saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Aralık ayında 244×10^1 kob/1 mL, Şubat ayında 21×10^3 kob/1 mL, II. istasyonda Ekim ve Aralık aylarında 12×10^2 kob/1 mL, Aralık ayında 84×10^3 kob/1 mL, III. istasyonda 3×10^1 kob/1 mL, 14×10^4 kob/1 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama 5°C 'de toplam canlı sayımı değerlerinde I. istasyonda 12573 ± 2761 kob/1 mL, II. istasyonda 17258 ± 6493 kob/1 mL, III. istasyonda 22673 ± 11057 kob/1 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 17501 ± 2918 kob/1 mL olarak saptanmıştır.

25°C 'de toplam canlı sayısının istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibarı ile farklılıklar sergilediği görülmektedir (Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.32 ve 4.33). Toplam canlı sayımı (25°C) değerlerinde Çizelge 4.8'de görüleceği üzere bir - yönlü varyans analizi ile anlamlı olmadığı bulunmuş ve ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre de fark gruplarının oluşmadığı görülmüştür ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$). 25°C 'de toplam canlı sayımı değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = 0,095$, $p < 0,580$), pH ($r = 0,002$, $p < 0,989$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,784$, $p < 0,000$), 5°C 'de toplam canlı sayımı ($r = 0,351$, $p < 0,036$), toplam koliform ($r = 0,478$, $p < 0,003$), fekal koliform ($r = 0,365$, $p < 0,028$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, 25°C 'de toplam canlı sayımı değerleri ile sıcaklık ($r = -0,325$, $p < 0,053$), BOI_5 ($r = -0,169$, $p < 0,323$), iletkenlik

($r = - 0,466$, $p < 0,004$), $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,132$, $p < 0,444$), $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,097$, $p < 0,574$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = - 0,172$, $p < 0,315$), $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,098$, $p < 0,570$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Ağustos ayında 54×10^2 kob/1 mL, Kasım ayında 97×10^3 kob/1 mL, II. istasyonda Temmuz ayında 68×10^2 kob/1 mL, Kasım ayında 17×10^4 kob/1 mL, III. istasyonda Temmuz ayında 21×10^2 kob/1 mL, Kasım ayında 19×10^4 kob/1 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı değerlerinde I. istasyonda 23150 ± 7224 kob/1 mL, II. istasyonda 27842 ± 13036 kob/1 mL, III. istasyonda 25142 ± 15049 kob/1 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 25378 ± 1360 kob/1 mL olarak saptanmıştır.

$35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de toplam canlı sayısında istasyonlara göre değişim gösterdiği ve aylar itibarı ile farklılıklar sergilediği görülmektedir (Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.35 ve 4.36). Toplam canlı sayımı ($35\text{ }^{\circ}\text{C}$) değerlerinde Çizelge 4.8'de görüleceği üzere bir - yönlü varyans analizi ile anlamlı olmadığı bulunmuş ve ($F_t > F_h$, $\alpha: 0,05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre de fark grupları oluşmamıştır ($q_t > q_h$, $\alpha: 0,05$). $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı değerleri ile sıcaklık ($r = 0,345$, $p < 0,039$), pH ($r = 0,024$, $p < 0,888$), iletkenlik ($r = 0,150$, $p < 0,382$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,173$, $p < 0,312$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,040$, $p < 0,818$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = - 0,321$, $p < 0,056$), BOI_5 ($r = - 0,153$, $p < 0,373$), $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,235$, $p < 0,168$), $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,088$, $p < 0,610$), $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,087$, $p < 0,613$), $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,098$, $p < 0,570$), toplam koliform ($r = - 0,195$, $p < 0,253$), fekal koliform ($r = - 0,249$, $p < 0,144$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Aralık ayında 38×10^1 kob/1 mL, Ekim ayında 84×10^3 kob/1 mL, II. istasyonda Aralık ayında 45×10^1 kob/1 mL, Ağustos ayında 145×10^3 kob/1 mL, III. istasyonda Ocak ayında 61×10^1 kob/1 mL, Ekim ayında 15×10^3 kob/1 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de toplam canlı sayımı değerlerinde I. istasyonda 19708 ± 7764 kob/1 mL, 18085 ± 11633 kob/1 mL, 7776 ± 1272 kob/1 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 15190 ± 3736 kob/1 mL olarak saptanmıştır.

Toplam koliform değerleri Çizelge 4.4 – 4.6 ve Şekil 4.38 ve 4.39’da verildiği üzere aylar itibariyle salınım göstermektedir. Varyans analizi ve Tukey testi sonuçlarına göre anlamlı olmadığı ($F_t > F_h$, α : 0,05) dolayısıyla fark gruplarının oluşmadığı görülmüştür ($q_t > q_h$, α : 0,05) (Çizelge 4.8). İstasyonlardan alınan numunelerde belirlenen toplam koliform değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = 0,279$, $p < 0,100$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,511$, $p < 0,001$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,139$, $p < 0,420$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,234$, $p < 0,170$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,478$, $p < 0,003$), fekal koliform ($r = 0,501$, $p < 0,002$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, toplam koliform değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,380$, $p < 0,022$), BO_5 ($r = - 0,014$, $p < 0,937$), pH ($r = - 0,021$, $p < 0,904$), iletkenlik ($r = - 0,539$, $p < 0,001$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,077$, $p < 0,654$), 55 °C’de sülfat redükleyen bakteri ($r = - 0,024$, $p < 0,889$), 35 °C’de toplam canlı sayımı ($r = - 0,195$, $p < 0,253$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Haziran, Temmuz ve Eylül aylarında 23×10^2 EMS/100 mL, Kasım, Mart ve Ağustos aylarında 11×10^4 EMS/100 mL, II. istasyonda Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos ve Eylül aylarında 43×10^2 EMS/100 mL, Kasım, Aralık, Şubat, Mart ve Temmuz aylarında 11×10^4 EMS/100 mL, III. istasyonda Temmuz ayında 23×10^2 EMS/100 mL, Kasım ayında 11×10^4 EMS/100 mL’dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama toplam koliform değerlerinde I. istasyonda 41067 ± 13070 EMS/100 mL, II. istasyonda 52233 ± 15089 EMS/100 mL, III. istasyonda 24842 ± 8932 EMS/100 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 39381 ± 7952 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

Fekal koliform değerleride Çizelge 4.4 - 4.6 ve Şekil 4.41 ve 4.42’de verildiği üzere aylar itibariyle salınımlar göstermektedir. Varyans analizi ve Tukey testi sonuçlarına göre anlamlı olmadığı ($F_t > F_h$, α : 0,05) dolayısıyla fark gruplarının oluşmadığı görülmüştür ($q_t > q_h$, α : 0,05) (Çizelge 4.8). İstasyonlardan alınan numunelerde belirlenen fekal koliform değerleri ile çözünmüş oksijen ($r = 0,013$, $p < 0,939$), pH ($r = 0,071$, $p < 0,680$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,371$, $p < 0,026$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0,184$, $p < 0,282$), 5 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,082$, $p < 0,634$), 25 °C’de toplam canlı sayımı ($r = 0,365$, $p < 0,028$), toplam koliform ($r = 0,501$, $p < 0,002$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, fekal koliform değerleri ile sıcaklık ($r = - 0,107$, $p < 0,534$), BO_5 ($r = - 0,086$, $p < 0,616$), iletkenlik ($r = - 0,239$, $p < 0,160$), 35 °C’de sülfat redükleyen bakteriler ($r = - 0,025$, $p < 0,885$), 55 °C’de sülfat redükleyen

bakteri ($r = - 0,127$, $p < 0,460$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r = - 0,249$, $p < 0,144$) değerleri arasında negatif yönde bir korelasyon vardır (Çizelge 4.10). Aylar itibariyle saptanan minimum ve maksimum değerler ise sırasıyla; I. istasyonda Aralık ayında 9×10^2 EMS/100 mL, Kasım, Mart ve Ağustos aylarında 11×10^4 EMS/100 mL, II. istasyonda Haziran ayında 4×10^2 EMS/100 mL, Ekim, Kasım, Aralık ve Mart aylarında 11×10^4 EMS/100 mL, III. istasyonda Ocak ve Şubat ayında 9×10^2 EMS/100 mL, Kasım, Mart, Nisan ve Temmuz ve Ağustos aylarında 11×10^4 EMS/100 mL'dir. İstasyonlardan alınan numunelerde yıllık ortalama toplam koliform değerlerinde I. istasyonda 32058 ± 13691 EMS/100 mL, II. istasyonda 39458 ± 15051 EMS/100 mL, III. istasyonda 55983 ± 14233 EMS/100 mL olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 42500 ± 7072 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

4.1.3. Nitrifikasyon Bulguları

Nitrifikasyon iki aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada nitrit oluşumunda temel ortam, besiyeri 6'da verilmiştir. Buradaki amaç amonyağın nitrite oksitlenmesi olduğundan; organizma amonyak kaynağı olarak besiyerindeki diamonyum sülfatı kullanmaktadır. Nitrit varlığı için kültürler her hafta test edildi. Nitrit bakterilerinin varlığı tespit edildikten sonra, nitrit oluşum ortamından amonyağı nitrite oksitleyen *Nitrosococcus nitrosus* (Şekil 4.46) için özel hazırlanmış besiyeri 10'a ekim yapıldı. 2-3 haftalık bir inkübasyondan sonra organizmanın varlığı Gram boyama uygulanarak kontrol edildi. Yapılan incelemelerden sonra bakterinin Gram (-) karakterde 1,5 µm çapında olduğu saptandı. Nitrifikasyonun ikinci aşamasında ise, nitrat oluşumu söz konusudur. Bu aşamada nitritin, nitrate oksitlenmesi gerçekleşir. Nitrat oluşum ortamı besiyeri 7'de verildi. İşlem, ortamın içeriğinde bulunan sodyum nitritin kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Nitrat oluşum ortamından *Nitrobacter winogradsky* için hazırlanmış besiyeri 9'a ve *Nitrobacter agilis* için besiyeri 8'e ekim yapıldı. 2-3 haftalık bir inkübasyon periyodundan sonra organizmaların varlığı Gram boyama yapılarak kontrol edildi. Yapılan incelemeler sonucunda *Nitrobacter winogradsky* bakterisinin (Şekil 4.47) Gr (-) ve 1,8 µm çapında; *Nitrobacter agilis* bakterisinin (Şekil 4.48) ise Gr (-) ve 1,5 µm çapında olduğu tespit edildi.

4.1.4. Sülfür Oksidasyonu Bulguları

İnorganik kükürtün bileşikleri ototrofik bakteriler tarafından yükseltilmektedir. Kükürt yükseltgeyici organizmalar enerji kaynağı olarak elementel kükürt, sülfid, tiyosülfat, tetrasyonat ve tiyosiyanatı kullanırlar. Sülfür bakterilerinin saptanmasında,

organizmayı aktif hale getirmek için besiyeri 11 kullanıldı. Besiyerinin içeriğindeki sodyum tiyosülfat organizma tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ön inokulum ortamından yapılan Gram boyama sonucunda Gr (-), küçük basil formunda veya hafif uzamış yapıdaki türler saptandı. Türlerin identifikasyonları için besiyeri 12, 13, 14, 15 kullanıldı. Denemelerin sonucunda Çaylardan Sülfür oksitleyen bakteriler olarak *Thiobacillus thioporus*, *T. thiooxidans*, *T. ferrooxidans* ve *T. denitrificans* izole edildi. Gram (-) özellik gösteren bu izolatlar için ortam pH'sı çok önemlidir. Ortamın son pH'sı *Thiobacillus thioporus* bakterisi için 4,1 – 4,6, *T. thiooxidans* ve *T. ferrooxidans* için 2'den küçük ve *T. denitrificans* için 5,15'dir. Optimum pH, *T. ferrooxidans* ve *T. thiooxidans* için 2 – 4, *T. thioporus* ve *T. denitrificans* için 6 - 8'dir. Mikroskopik ve kültürel incelemeler sonucunda *T. thioporus* bakterisinin 0,5 x 1,7 µm çapında basil formunda, Thiosülfat Agarda 1 – 2 mm çapında koloniler oluşturduğu gözlemlendi (Şekil 4.49). *T. denitrificans* incelendiğinde 0,5 x 1,0 – 3,0 µm boyutunda kısa basil formunda, genellikle tek veya çiftler halinde oldukları gözlemlendi ve Thiosülfat Agarda 0,5 – 1 mm çapında küçük koloniler oluşturduğu bulundu (Şekil 4.50). *T. thiooxidans* incelendiğinde, bu bakterinin 0,5 x 1,0 – 2,0 µm boyutunda kısa basil formunda, tekli veya çiftli kısa zincirler şeklinde ve Thiosülfat Agar yüzeyinde 0,5 – 1 mm çapında sarı pigmentli koloniler oluşturduğu saptandı (Şekil 4.51). *T. ferrooxidans* ise 0,5 x 1,6 – 1,9 µm boyutunda kısa basil formunda tek veya çiftler halinde olduğu, Thiosülfat Agarda 0,5 – 1 mm çapında koloniler oluşturduğu belirlendi (Şekil 4. 52).

4.2. İstatistik Analiz Yöntemlerine Göre Çayların Karşılaştırılması

Çalışmamızda Anova ve Tukey testlerinin yanı sıra her iki çay içinde incelenen fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametreler arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla korelasyonları hesaplanmıştır (Çizelge 4.9 ve 4.10). Pearson korelasyon katsayısına göre Sarıçay ve Biga Çayında elde edilen önemli derecedeki ($p < 0,05$) pozitif yada negatif yöndeki korelasyonlar yıldız imi ile gösterilmiştir (Çizelge 4.9 ve 4.10).

Bunun dışında su kalitesi parametrelerini dolayısıyla su kirlilik düzeylerinin gruplandırılabilmesi amacıyla çok değişkenli analiz metotlarından kümeleme analiz yöntemi kullanılmıştır. Sarıçay'a ait 3 istasyonun tüm parametrelerinin karşılaştırılması ile 3 değişkenli tek bağlantı öklid uzaklığından yararlanılarak kümeleme analizleri yapılmış ve Şekil 4.46'da gösterilmiştir. Kümeleme analiz metoduna göre elde edilen dendogramda (ağaç grafiği) Sarıçay'a ait 3 istasyondan I ve II. istasyonlar arasında incelenen

parametreler bakımından % 86 oranında benzerliğin bulunduğu (D_{link}/D_{max}) x 100 < 87, III. istasyonun ise diğer iki istasyondan farklı olduğu belirlenmiştir.

Biga Çayı'na ait 3 istasyonun tüm parametrelerinin karşılaştırılması ile 3 değişkenli tek bağlantı öklid uzaklığından yararlanılarak kümeleme analizleri yapılmış ve Şekil 4.47'de gösterilmiştir. Buna göre Kümeleme analiz metoduna göre elde edilen dendogramda Biga Çayı'na ait 3 istasyondan I ve II. istasyonlar arasında incelenen parametreler bakımından % 60 oranında benzerliğin bulunduğu [$(D_{link}/D_{max}) \times 100 < 65$] III. istasyonun ise diğer iki istasyondan farklı olduğu belirlenmiştir.

İki Çayın birbirleriyle karşılaştırılmasına ait Kümeleme analiz yöntemi Şekil 4.48'de gösterilmiştir. Buna göre Biga Çayına ait 3. istasyon dışında diğer tüm istasyonlar arasında % 85 oranında benzerliğin bulunduğu [$(D_{link}/D_{max}) \times 100 < 86$] belirlenmiştir.

4.3. Meteorolojik Veriler

Çanakkale ilinde tek bir meteorolojik veri istasyonu bulunması sebebiyle Biga ilçesine ait meteorolojik verilere ulaşılamadı. Bu nedenle Çanakkale ili Biga ilçesine ait sıcaklık, toplam yağış ve buharlaşma değerleri verilememektedir. Çanakkale ilinde elde edilen minimum sıcaklık değeri 4,5 °C ile Ocak 2008 tarihinde kaydedilirken, bu tarihte toplam yağış 22,0 mm ve buharlaşma 40,2 mm olarak tespit edildi. Ortalama maksimum sıcaklık 26,1 °C ile Ağustos 2008'de kaydedilirken, bu ayda tespit edilen toplam yağış 34,1 mm, buharlaşma 327,1 mm olarak tespit edildi. Bununla beraber Çanakkale'de maksimum toplam yağış 140,8 mm değeriyle Kasım 2007'de ve maksimum buharlaşma 366,1 mm ile Temmuz 2008'de elde edilirken minimum toplam yağış ve buharlaşma değerleri sırasıyla 0,2 mm (Mayıs 2008) ve 40,2 mm (Ocak 2008)'dir (Çizelge 4.11). Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Çanakkale gözlem istasyonu verilerine göre Ekim 2007 – Eylül 2008 tarihleri arasında Çanakkale'de kaydedilen aylık ortalama sıcaklık, toplam yağış ve buharlaşma değerleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.43 – 4.45'de verildi.

Çizelge 4.1. Sarıçay (Çanakkale/Merkez) I. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri

Parametre/Tarih	Eki/07	Kas/07	Ara/07	Oca/08	Şub/08	Mar/08	Nis/08	May/08	Haz/08	Tem/08	Ağu/08	Eyl/08
Sıcaklık (°C)	17,7	12,7	6,3	8,2	9,6	13,6	18,8	22,0	27,8	27,5	26,6	26,3
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	4,53	6,51	8,38	7,53	8,35	16,67	4,20	7,47	8,59	8,04	10,29	10,08
BOİ ₅ (mg/L)	5	85	30	260	100	325	150	175	215	155	95	70
pH	7,63	7,63	7,68	7,33	7,34	8,08	7,61	7,84	7,96	7,85	8,12	8,02
Elektrik İletkenliği (EI) (µS/cm)	13,53	3,74	3,25	4,45	9,72	22,7	7,34	21,69	20,45	20,3	26,7	25,4
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 mL)	0	23 x 10 ²	23 x 10 ²	15 x 10 ³	23 x 10 ²	24 x 10 ³	24 x 10 ³	2 x 10 ³	4 x 10 ²	23 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 mL)	0	0	0	23 x 10 ²	4 x 10 ²	24 x 10 ³	23 x 10 ²	43 x 10 ²	4 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	0	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	21 x 10 ³	24 x 10 ³	24 x 10 ³	93 x 10 ²	21 x 10 ²	93 x 10 ²	24 x 10 ³	23 x 10 ²	23 x 10 ²
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	75 x 10 ²	75 x 10 ²	75 x 10 ²	23 x 10 ²	9 x 10 ²	21 x 10 ³	75 x 10 ²	23 x 10 ²	75 x 10 ²	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/1 mL)	31 x 10 ¹	29 x 10 ²	35 x 10 ¹	12,8 x 10 ³	22 x 10 ³	2 x 10 ⁴	14 x 10 ³	6 x 10 ³	35 x 10 ²	45 x 10 ²	14 x 10 ³	48 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/1 mL)	25 x 10 ²	23,2 x 10 ³	40 x 10 ¹	18 x 10 ³	4 x 10 ²	16 x 10 ³	195 x 10 ²	125 x 10 ²	45 x 10 ²	6 x 10 ³	23 x 10 ²	52 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) (kob/1 mL)	70 x 10 ³	16,8 x 10 ²	12,3 x 10 ²	28,2 x 10 ³	4 x 10 ²	82 x 10 ²	85 x 10 ²	89 x 10 ²	14 x 10 ³	8 x 10 ³	35 x 10 ²	93 x 10 ²
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	43 x 10 ²	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	46 x 10 ³	46 x 10 ³	46 x 10 ³	24 x 10 ³	93 x 10 ²	23 x 10 ²	46 x 10 ³	46 x 10 ³	23 x 10 ²
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	93 x 10 ²	11 x 10 ⁴	24 x 10 ³	11 x 10 ⁴	36 x 10 ²	42 x 10 ²	24 x 10 ³	23 x 10 ²	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²	23 x 10 ²

Çizelge 4. 2. Sarıçay (Çanakkale/Merkez) II. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri

Parametre/Tarih	Eki/07	Kas/07	Ara/07	Oca/08	Şub/08	Mar/08	Nis/08	May/08	Haz/08	Tem/08	Ağu/08	Eyl/08
Sıcaklık (°C)	17,8	12,7	5,8	8,9	9,4	12,9	17,2	20,1	26,4	26,6	25,8	25,2
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	4,68	7,29	8,32	7,29	7,74	8,84	4,87	5,08	3,10	5,58	6,11	6,02
BOİ ₅ (mg/L)	95	85	20	40	275	275	175	85	12,5	10	85	85
pH	7,69	7,82	7,70	7,17	7,03	7,64	7,71	7,86	7,72	7,70	7,90	7,80
Elektrik İletkenliği (EI) (µS/cm)	19,84	16,08	3,85	8,21	4,33	24,3	12,60	24,1	22,1	23,4	28,1	25,3
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 mL)	0	0	0	93 x 10 ²	75 x 10 ²	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	9 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	93 x 10 ²	93 x 10 ²
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 mL)	0	0	0	0	9 x 10 ²	15 x 10 ²	43 x 10 ²	9 x 10 ²	15 x 10 ²	9 x 10 ²	15 x 10 ²	15 x 10 ²
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	43 x 10 ²	46 x 10 ³	15 x 10 ³	24 x 10 ³	46 x 10 ³	43 x 10 ²	15 x 10 ³	93 x 10 ²	11 x 10 ⁴	15 x 10 ³	43 x 10 ²	43 x 10 ²
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	46 x 10 ³	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	93 x 10 ²	23 x 10 ²	39 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/1 mL)	13 x 10 ²	26,5 x 10 ²	39 x 10 ¹	98x10 ²	13 x 10 ³	94 x 10 ²	9 x 10 ³	4 x 10 ³	96 x 10 ²	85 x 10 ²	29 x 10 ³	55 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/1 mL)	62 x 10 ²	15,1 x 10 ³	98 x 10 ¹	28 x 10 ³	82 x 10 ²	11 x 10 ³	2 x 10 ⁴	19 x 10 ³	65 x 10 ³	65 x 10 ²	7 x 10 ³	4 x 10 ³
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) kob/1 mL)	48 x 10 ²	18 x 10 ²	80 x 10 ¹	12,2 x 10 ³	35 x 10 ²	68 x 10 ²	98 x 10 ²	9 x 10 ³	8 x 10 ²	38 x 10 ²	9 x 10 ²	85 x 10 ³
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	46 x 10 ³	11 x 10 ⁴	93 x 10 ²	93 x 10 ²	24 x 10 ³	46 x 10 ³	23 x 10 ²	11x10 ⁴
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	43 x 10 ²	15 x 10 ³	20 x 10 ²	11 x 10 ⁴	15 x 10 ²	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	24 x 10 ³	24 x 10 ³	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²	23 x 10 ²

Çizelge 4.3. Sarıçay (Çanakkale/Merkez) III. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri

Parametre/Tarih	Eki/07	Kas/07	Ara/07	Oca/08	Şub/08	Mar/08	Nis/08	May/08	Haz/08	Tem/08	Ağu/08	Eyl/08
Sıcaklık (°C)	18,0	13,5	7,8	9,0	11,2	12,5	16,6	20,1	26,6	26,9	25,5	25,0
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	6,57	7,47	8,64	8,47	7,95	8,71	8,20	5,94	1,60	5,04	6,06	6,00
BOİ ₅ (mg/L)	70	110	80	60	1200	1190	305	10	12,5	15,0	90	80
pH	7,87	7,90	7,69	7,46	6,65	7,65	7,96	8,01	7,64	7,55	8,05	8,00
Elektrik İletkenliği (EI) (µS/cm)	28,3	29,2	13,42	15,61	18,50	26,6	16,40	29,0	19,80	19,50	31,3	26,8
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 mL)	0	0	0	23 x 10 ²	93 x 10 ²	15 x 10 ³	75 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	75 x 10 ²	93 x 10 ²	43 x 10 ²
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 mL)	0	0	0	4 x 10 ²	2 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	43 x 10 ²	15 x 10 ³	15 x 10 ³	43 x 10 ²	46 x 10 ³	21 x 10 ²	93 x 10 ²	2 x 10 ³	21 x 10 ³	21 x 10 ²	15 x 10 ³	21 x 10 ²
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	46 x 10 ³	93 x 10 ²	93 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	14 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	75 x 10 ²	23 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/1 mL)	63 x 10 ¹	15,5 x 10 ²	30	65 x 10 ²	23 x 10 ³	94 x 10 ²	99 x 10 ²	5 x 10 ³	52 x 10 ²	23 x 10 ³	6 x 10 ³	44 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/1 mL)	52 x 10 ²	19,2 x 10 ³	13,3 x 10 ²	49 x 10 ²	19 x 10 ³	11 x 10 ³	122 x 10 ²	43 x 10 ²	29 x 10 ⁴	43 x 10 ²	25 x 10 ³	56 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) (kob/1 mL)	72 x 10 ¹	15,1 x 10 ²	35 x 10 ²	14,8 x 10 ²	3 x 10 ²	68 x 10 ²	72 x 10 ²	44 x 10 ²	28 x 10 ³	7 x 10 ³	85 x 10 ²	72 x 10 ²
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	43 x 10 ²	24 x 10 ³	11 x 10 ⁴	24 x 10 ³	46 x 10 ³	24 x 10 ³	43 x 10 ²	43 x 10 ²	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	43 x 10 ²	24 x 10 ³
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	24 x 10 ³	93 x 10 ²	21 x 10 ³	24 x 10 ³	28 x 10 ²	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	24 x 10 ³	23 x 10 ²	23 x 10 ²	24 x 10 ³	24 x 10 ³

Çizelge 4.4. Biga Çayı (Çanakkale/Biga) I. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri

Parametre/Tarih	Eki/07	Kas/07	Ara/07	Oca/08	Şub/08	Mar/08	Nis/08	May/08	Haz/08	Tem/08	Ağu/08	Eyl/08
Sıcaklık (°C)	15,1	7,1	6,3	3,9	7,2	11,4	13,9	21,9	23,6	26,6	25,2	25,4
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	6,02	8,86	10,85	11,08	10,69	9,43	9,00	9,08	5,18	5,80	10,15	9,90
BOİ ₅ (mg/L)	45	25	250	750	50	24,5	100	5,2	75	70	100	85
pH	7,65	7,65	7,61	6,77	7,44	7,70	7,88	7,96	7,63	7,43	7,77	7,55
Elektrik İletkenliği (EI) (µS/cm)	1197	551	872	961	427	720	930	1017	1011	1008	857	855
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 mL)	0	23 x 10 ²	43 x 10 ²	15 x 10 ³	93 x 10 ²	15 x 10 ³	46 x 10 ³	21 x 10 ²	9 x 10 ²	23 x 10 ²	21 x 10 ³	21 x 10 ²
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 mL)	0	0	23 x 10 ²	9 x 10 ²	43 x 10 ²	9 x 10 ²	23 x 10 ²	21 x 10 ²	9 x 10 ²	23 x 10 ²	93 x 10 ²	23 x 10 ²
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	20 x 10 ²	11 x 10 ²	15 x 10 ²	15 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	21 x 10 ³	23 x 10 ²
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/1 mL)	26,4 x 10 ²	27,5 x 10 ³	24,4 x 10 ²	18,3 x 10 ³	21 x 10 ³	275 x 10 ²	194 x 10 ²	8 x 10 ³	35 x 10 ²	5 x 10 ³	9 x 10 ³	66 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/1 mL)	12 x 10 ³	97 x 10 ³	25 x 10 ³	19,8x10 ³	14 x 10 ³	136 x 10 ²	134 x 10 ²	58 x 10 ²	29 x 10 ³	35 x 10 ³	54 x 10 ²	78 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) kob/1 mL)	84 x 10 ³	12 x 10 ³	38 x 10 ¹	82 x 10 ¹	85 x 10 ²	38 x 10 ²	45 x 10 ²	145 x 10 ²	1 x 10 ³	45 x 10 ³	7 x 10 ³	55 x 10 ³
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	46 x 10 ³	11 x 10 ⁴	46 x 10 ³	93 x 10 ²	46 x 10 ³	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	24 x 10 ²	11 x 10 ⁴	9 x 10 ²	93 x 10 ²	24 x 10 ³	11 x 10 ⁴	21 x 10 ²	21 x 10 ²	93 x 10 ²	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²

Çizelge 4.5. Biga Çayı (Çanakkale/Biga) II. istasyonundan alınan örneklerle ait kirlilik parametreleri

Parametre/Tarih	Eki/07	Kas/07	Ara/07	Oca/08	Şub/08	Mar/08	Nis/08	May/08	Haz/08	Tem/08	Ağu/08	Eyl/08
Sıcaklık (°C)	15,4	7,3	6,7	4,0	5,4	11,9	14,3	21,6	23,3	23,4	25,5	25,0
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	7,01	9,17	10,44	11,02	10,83	9,88	8,55	9,15	5,32	5,30	5,43	5,25
BOİ ₅ (mg/L)	20	10	565	90	262	125	130	100	85	57	130	90
pH	7,65	7,43	7,71	6,65	7,07	7,02	7,89	8,00	7,68	7,58	7,38	7,22
Elektrik İletkenliği (EI) (µS/cm)	1195	552	870	958	430	753	949	1065	1057	980	869	850
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 mL)	23 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²	75 x 10 ²	23 x 10 ²	21 x 10 ³	43 x 10 ²	43 x 10 ²	21 x 10 ³	23 x 10 ²	23 x 10 ²	43 x 10 ²
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 mL)	9 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	9 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	21 x 10 ³	21 x 10 ³	43 x 10 ²	9 x 10 ²	43 x 10 ²
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	15 x 10 ³	11 x 10 ⁴	75 x 10 ²	23 x 10 ²	24 x 10 ³	24 x 10 ³	7 x 10 ²	15 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	15 x 10 ³	43 x 10 ²
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	46 x 10 ³	11 x 10 ⁴	2 x 10 ³	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	23 x 10 ²	23 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/1 mL)	12 x 10 ²	84 x 10 ³	12 x 10 ²	23,6 x 10 ³	23 x 10 ³	204 x 10 ²	16 x 10 ³	85 x 10 ²	48 x 10 ²	55 x 10 ²	124 x 10 ²	65 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/1 mL)	12 x 10 ³	17 x 10 ⁴	18,3 x 10 ³	17,5 x 10 ³	275 x 10 ²	23 x 10 ³	11 x 10 ³	11 x 10 ³	156 x 10 ²	68 x 10 ²	94 x 10 ²	12 x 10 ³
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) kob/1 mL)	10,2 x 10 ³	85 x 10 ²	45 x 10 ¹	87 x 10 ¹	52 x 10 ²	35 x 10 ²	55 x 10 ²	16 x 10 ³	1 x 10 ³	58 x 10 ²	145 x 10 ³	15 x 10 ³
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	46 x 10 ³	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	93 x 10 ²	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	43 x 10 ²
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	93 x 10 ²	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	23 x 10 ²	4 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²

Çizelge 4.6. Biga Çayı (Çanakkale/ Biga) III. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri

Parametre/Tarih	Eki/07	Kas/07	Ara/07	Oca/08	Şub/08	Mar/08	Nis/08	May/08	Haz/08	Tem/08	Ağu/08	Eyl/08
Sıcaklık (°C)	16,7	9,4	6,6	3,8	6,7	11,7	14,4	21,8	23,6	23,8	25,0	25,2
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	7,21	8,40	10,88	11,71	11,00	9,28	8,62	8,47	5,56	5,50	4,95	5,00
BOİ ₅ (mg/L)	20	35	135	250	260	204	125	83	237	100	125	100
pH	7,69	7,65	7,68	7,19	7,04	7,05	7,90	7,89	7,68	7,48	7,41	7,30
Elektrik İletkenliği (EI) (µS/cm)	1177	551	858	961	423	752	918	1023	1029	980	862	850
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 mL)	0	9 x 10 ²	23 x 10 ²	46 x 10 ³	39 x 10 ²	43 x 10 ²	21 x 10 ³	43 x 10 ²	21 x 10 ²	21 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 mL)	0	23 x 10 ²	9 x 10 ²	9 x 10 ²	43 x 10 ²	21 x 10 ²	9 x 10 ²	21 x 10 ²	9 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	9 x 10 ²	43 x 10 ²	21 x 10 ²	15 x 10 ³	4 x 10 ²	75 x 10 ²	93 x 10 ²	93 x 10 ²	15 x 10 ³	15 x 10 ³
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	11 x 10 ⁴	43 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	11 x 10 ⁴	15 x 10 ³	43 x 10 ²	43 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²	23 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/1 mL)	55 x 10 ¹	28 x 10 ³	30	13,8 x 10 ³	14 x 10 ⁴	204 x 10 ²	13 x 10 ³	6 x 10 ²	265 x 10 ²	2 x 10 ⁴	4 x 10 ³	52 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/1 mL)	9 x 10 ³	19 x 10 ⁴	11 x 10 ³	17 x 10 ³	12 x 10 ³	14 x 10 ³	15 x 10 ³	95 x 10 ²	14 x 10 ³	21 x 10 ²	46 x 10 ²	35 x 10 ²
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) kob/1 mL)	15 x 10 ³	45 x 10 ²	65 x 10 ²	61 x 10 ¹	12 x 10 ³	35 x 10 ²	9 x 10 ³	44 x 10 ²	14 x 10 ³	55 x 10 ²	85 x 10 ²	98 x 10 ²
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	15 x 10 ³	11 x 10 ⁴	46 x 10 ³	93 x 10 ²	46 x 10 ³	36 x 10 ²	43 x 10 ²	43 x 10 ²	93 x 10 ²	23 x 10 ²	24 x 10 ³	24 x 10 ³
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	46 x 10 ³	11 x 10 ⁴	20 x 10 ²	9 x 10 ²	9 x 10 ²	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	24 x 10 ³	24 x 10 ³	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	24 x 10 ³

Çizelge 4.7. Sarıçay’da saptanan kirlilik parametrelerinin istasyonlara göre Tukey ve LSD testlerine ait fark grupları

Parametre/İstasyonlar	I. istasyon	II. istasyon	III. istasyon	Ortalama	
Sıcaklık (°C)	18,09 ^{a*} ± 2,30	17,40 ^a ± 2,16	17,72 ^a ± 2,03	17,737 ± 0,199	Ft>Fh, qt>qh
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	8,387 ^a ± 0,924	6,243 ^a ± 0,489	6,721 ^a ± 0,588	7,117 ± 0,650	Ft>Fh, qt>qh
BOİ ₅ (mg/L)	138,8 ^a ± 27,2	103,5 ^a ± 26,6	269 ^a ± 127	170,4 ± 50,3	Ft>Fh, qt>qh
pH	7,7575 ^a ± 0,0768	7,6450 ^a ± 0,0772	7,703 ^a ± 0,111	7,7018 ± 0,0325	Ft>Fh, qt>qh
Elektrik İletkenliği (Eİ) (µS/cm)	14,94 ^a ± 2,57	17,68 ^a ± 2,46	22,87 ^a ± 1,81	18,50 ± 2,33	Ft>Fh, qt>qh
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 mL)	6767 ^a ± 2577	13267 ^a ± 8859	5317 ^a ± 1326	8450 ± 2444	Ft>Fh, qt>qh
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 mL)	2300 ^a ± 726	3908 ^a ± 1626	1942 ^a ± 386	2286 ± 769	Ft>Fh, qt>qh
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	28192 ^a ± 11355	24792 ^a ± 8863	11517 ^a ± 3673	21500 ± 5087	Ft>Fh, qt>qh
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	14883 ^a ± 8784	15633 ^a ± 9304	16608 ^a ± 9204	15708 ± 499	Ft>Fh, qt>qh
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/1 mL)	8763 ^a ± 2165	8512 ^a ± 2177	7884 ^a ± 2221	8386 ± 261	Ft>Fh, qt>qh
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/1 mL)	9208 ^a ± 2355	15915 ^a ± 4995	33503 ^a ± 23416	19542 ± 7244	Ft>Fh, qt>qh
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) (kob/1 mL)	13493 ^a ± 5568	11600 ^a ± 6763	6384 ^a ± 2137	10492 ± 2126	Ft>Fh, qt>qh
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	41017 ^a ± 10760	66408 ^a ± 13670	31958 ^a ± 11166	46461 ± 10311	Ft>Fh, qt>qh
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	33692 ^a ± 13475	42950 ^a ± 14480	22667 ^a ± 8429	33103 ± 5863	Ft>Fh, qt>qh

*Tukey Testine göre a fark gruplarından birini temsil etmektedir.

Çizelge 4.8. Biga Çayı'nda saptanan kirlilik parametrelerinin istasyonlara göre Tukey ve LSD testlerine ait fark grupları

Parametre/İstasyonlar	I. istasyon	II. istasyon	III. istasyon	Ortalama	
Sıcaklık (°C)	15,55 ^{a*} ± 2,47	15,32 ^a ± 2,37	15,73 ^a ± 2,31	15,533 ± 0,199	Ft>Fh, qt>qh
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	8,837 ^a ± 0,593	8,112 ^a ± 0,669	8,048 ^a ± 0,699	8,332 ^a ± 0,253	Ft>Fh, qt>qh
BOİ ₅ (mg/L)	131.6 ^a ± 59.1	138.7 ^a ± 43.0	139.5 ^a ± 23.4	136,60 ± 2,51	Ft>Fh, qt>qh
pH	7,5867 ^a ± 0,0869	7,440 ^a ± 0,113	7,4967 ^a ± 0,0868	7,5078 ± 0,0427	Ft>Fh, qt>qh
Elektrik İletkenliği (Eİ) (µS/cm)	867,2 ^a ± 61,6	877,3 ^a ± 62,3	865,3 ^a ± 60,4	869,93 ± 3,72	Ft>Fh, qt>qh
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 mL)	10025 ^a ± 3820	6517 ^a ± 2002	7958 ^a ± 3795	8167 ± 1018	Ft>Fh, qt>qh
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 mL)	2300 ^a ± 726	3908 ^a ± 1626	1942 ^a ± 386	2717 ± 605	Ft>Fh, qt>qh
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	22217 ^a ± 11936	17742 ^a ± 8723	15925 ^a ± 8700	18628 ± 1870	Ft>Fh, qt>qh
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 mL)	20417 ^a ± 12081	32842 ^a ± 13903	21808 ^a ± 11936	25022 ± 3930	Ft>Fh, qt>qh
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/1 mL)	12573 ^a ± 2761	17258 ^a ± 6493	22673 ^a ± 11057	17501 ± 2918	Ft>Fh, qt>qh
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/1 mL)	23150 ^a ± 7224	27842 ^a ± 13036	25142 ^a ± 15049	25378 ± 1360	Ft>Fh, qt>qh
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) (kob/1 mL)	19708 ^a ± 7764	18085 ^a ± 11633	7776 ^a ± 1272	15190 ± 3736	Ft>Fh, qt>qh
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	41067 ^a ± 13070	52233 ^a ± 15089	24842 ^a ± 8932	39381 ± 7952	Ft>Fh, qt>qh
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	32058 ^a ± 13691	39458 ^a ± 15051	55983 ^a ± 14233	42500 ± 7072	Ft>Fh, qt>qh

*Tukey Testine göre a fark gruplarından birini temsil etmektedir.

Çizelge 4.9. Sarıçay'a ait korelasyon değerleri

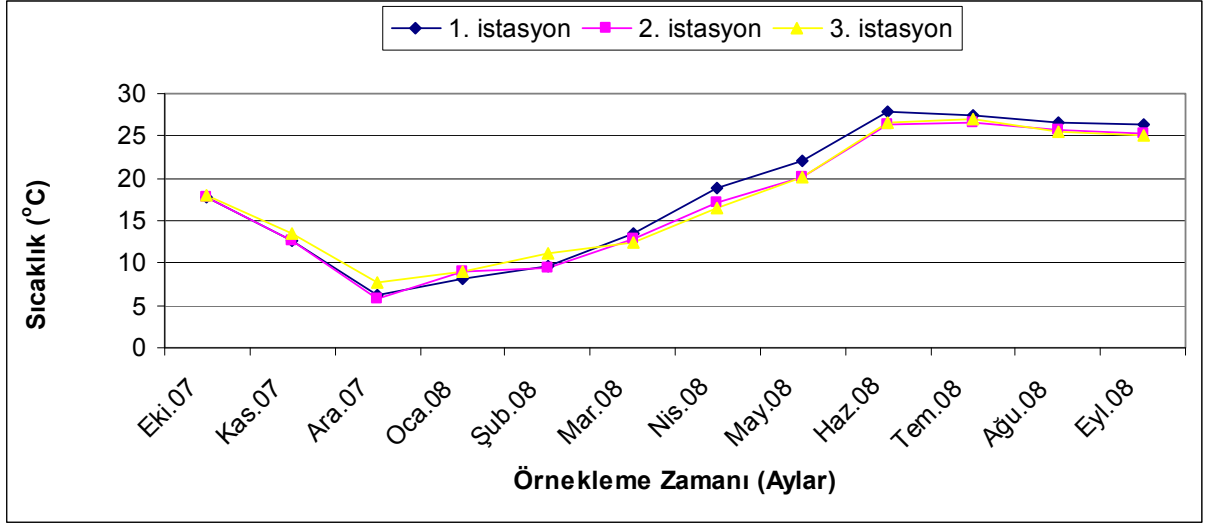
Parametreler	Sıcaklık	ÇO	BOİ ₅	pH	Eİ	Sülfat 35	Sülfat 55	Denit.	Amoni.	Top. 5 °C	Top 25 °C	Top 35 °C	Toplam koliform	Fekal koliform
Sıcaklık	1	-0,341 0,042	-0,250 0,142	0,529* 0,001	0,647* 0,000	-0,124 0,470	0,151 0,378	-0,265 0,119	-0,035 0,838	0,071 0,679	0,220 0,198	0,197 0,248	-0,433 0,008	-0,161 0,350
ÇO		1	0,285 0,092	0,133 0,439	0,006 0,972	0,197 0,250	0,542* 0,001	-0,063 0,715	0,266 0,117	0,185 0,281	-0,431 0,009	-0,223 0,191	0,036 0,837	-0,039 0,824
BOİ ₅			1	-0,423 0,010	0,077 0,657	0,194 0,258	0,084 0,627	-0,017 0,921	0,365 0,029	0,332 0,048	-0,081 0,640	-0,113 0,510	-0,098 0,570	0,163 0,341
pH				1	0,564* 0,000	-0,076 0,660	0,331 0,048	-0,260 0,125	0,152 0,377	-0,331 0,049	-0,062 0,718	0,015 0,931	-0,261 0,125	-0,169 0,324
Eİ					1	0,094 0,584	0,217 0,204	-0,459 0,005	0,309 0,066	0,029 0,867	0,029 0,868	0,013 0,941	-0,430 0,009	-0,178 0,299
Sülfat 35 °C						1	0,159 0,355	-0,117 0,496	0,533* 0,001	0,212 0,214	-0,021 0,901	-0,005 0,975	0,202 0,237	0,339 0,043
Sülfat 55 °C							1	-0,108 0,532	0,065 0,705	0,333 0,047	0,099 0,564	-0,004 0,983	-0,146 0,395	-0,075 0,662
Denit.								1	-0,214 0,209	-0,069 0,690	0,123 0,476	-0,231 0,176	0,362 0,030	0,139 0,417
Amoni.									1	0,019 0,915	-0,102 0,553	-0,115 0,505	0,113 0,513	0,249 0,144
Toplam 5 °C										1	-0,049 0,777	-0,173 0,314	-0,266 0,117	-0,084 0,625
Toplam 25 °C											1	0,129 0,453	0,229 0,179	-0,066 0,704
Toplam 35 °C												1	0,091 0,597	-0,067 0,697
Toplam koliform													1	0,179 0,297
Fekal koliform														1

Çizelge 4.10. Biga Çayı'na ait korelasyon değerleri

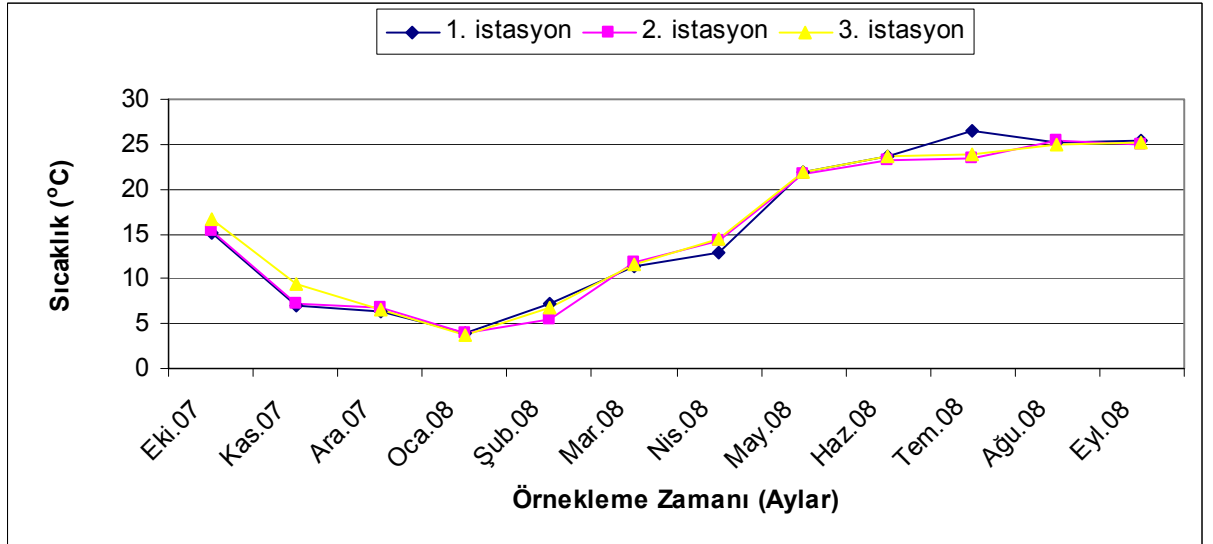
Parametreler	Sıcaklık	ÇO	BOİ ₅	pH	Eİ	Sülfat 35	Sülfat 55	Denit.	Amoni.	Top. 5 °C	Top 25 °C	Top 35 °C	Toplam koliform	Fekal koliform
Sıcaklık	1	- 0.779* 0,000	- 0.394 0,018	0.367 0,028	0.468 0,004	-0,221 0,196	0,256 0,132	-0,224 0,188	-0,018 0,918	-0,372 0,026	-0,325 0,053	0,345 0,039	- 0.380 0,022	- 0.107 0,534
ÇO		1	0.379 0,023	- 0.222 0,194	- 0.432 0,008	0,314 0,062	0,064 0,712	-0,059 0,732	-0,156 0,362	0,296 0,080	0,095 0,580	-0,321 0,056	0.279 0,100	0.013 0,939
BOİ ₅			1	- 0.395 0,017	- 0.050 0,771	0,127 0,461	-0,096 0,577	-0,252 0,138	-0,223 0,192	0,066 0,701	-0,169 0,323	-0,153 0,373	- 0.014 0,937	- 0.086 0,616
pH				1	0.332 0,048	-0,036 0,835	0,199 0,244	0,040 0,818	0,113 0,513	-0,325 0,053	0,002 0,989	0,024 0,888	- 0.021 0,904	0.071 0,680
Eİ					1	0,038 0,827	-0,018 0,917	-0,303 0,073	0,290 0,086	-0,612 0,000	-0,466 0,004	0,150 0,382	- 0.539 0,001	- 0.239 0,160
Sülfat 35 °C						1	0,014 0,935	-0,210 0,220	-0,142 0,409	-0,005 0,975	-0,132 0,444	-0,235 0,168	-0,077 0,654	-0,025 0,885
Sülfat 55 °C							1	-0,148 0,390	-0,192 0,262	0,038 0,826	-0,097 0,574	-0,088 0,610	-0,024 0,889	-0,127 0,460
Denit.								1	0,042 0,806	0,231 0,176	0,784 0,000	0,173 0,312	0,511 0,001	0,371 0,026
Amoni.									1	-0,134 0,437	-0,172 0,315	0,040 0,818	0,139 0,420	0,184 0,282
Toplam 5 °C										1	0,351 0,036	-0,087 0,613	0,234 0,170	0,082 0,634
Toplam 25 °C											1	-0,098 0,570	0,478 0,003	0,365 0,028
Toplam 35 °C												1	-0,195 0,253	-0,249 0,144
Toplam koliform													1	0,501 0,002
Fekal koliform														1

Çizelge 4.11. Çanakkale Meteoroloji İstasyonuna göre aylık ortalama meteorolojik değerler

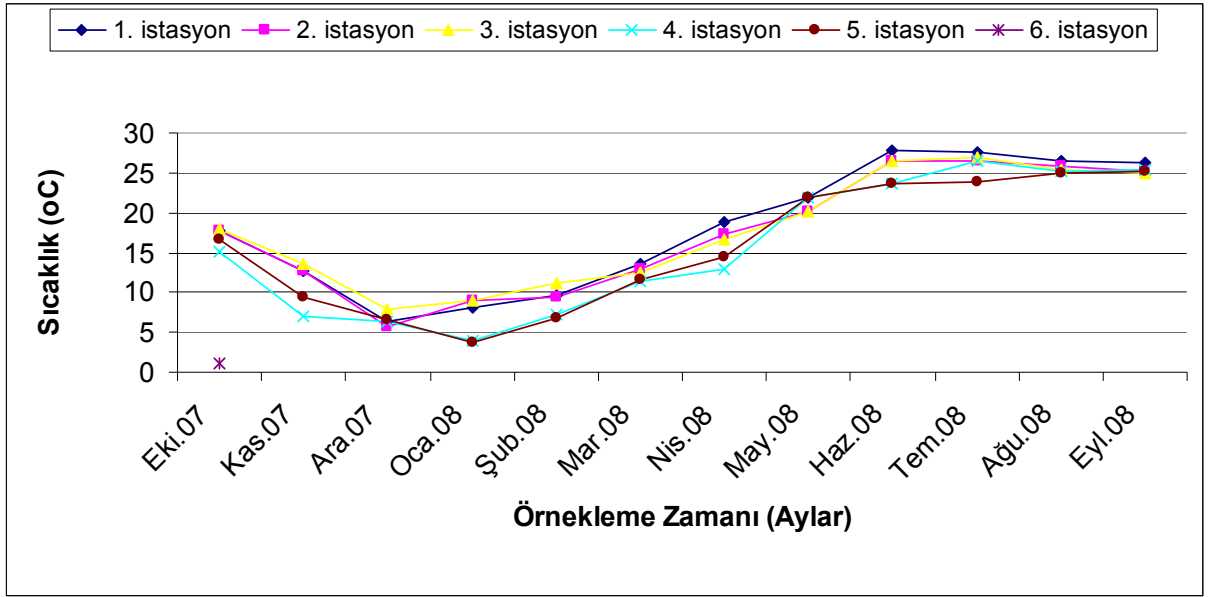
Aylar	Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Buharlaşma (mm)
Ekim – 2007	17,1	61,5	126,8
Kasım – 2007	11,1	140,8	56,2
Aralık – 2007	6,7	54,1	47,3
Ocak – 2008	4,5	22,0	40,2
Şubat – 2008	5,5	9,4	55,5
Mart – 2008	11,3	34,2	78,9
Nisan – 2008	13,7	48,0	130,1
Mayıs – 2008	17,7	0,2	230,1
Haziran – 2008	23,4	6,3	291,0
Temmuz – 2008	25,8	0,6	366,1
Ağustos – 2008	26,1	34,1	327,1
Eylül – 2008	20,5	32,2	181,2



Şekil 4.1. Sarıçay sıcaklık değişimi

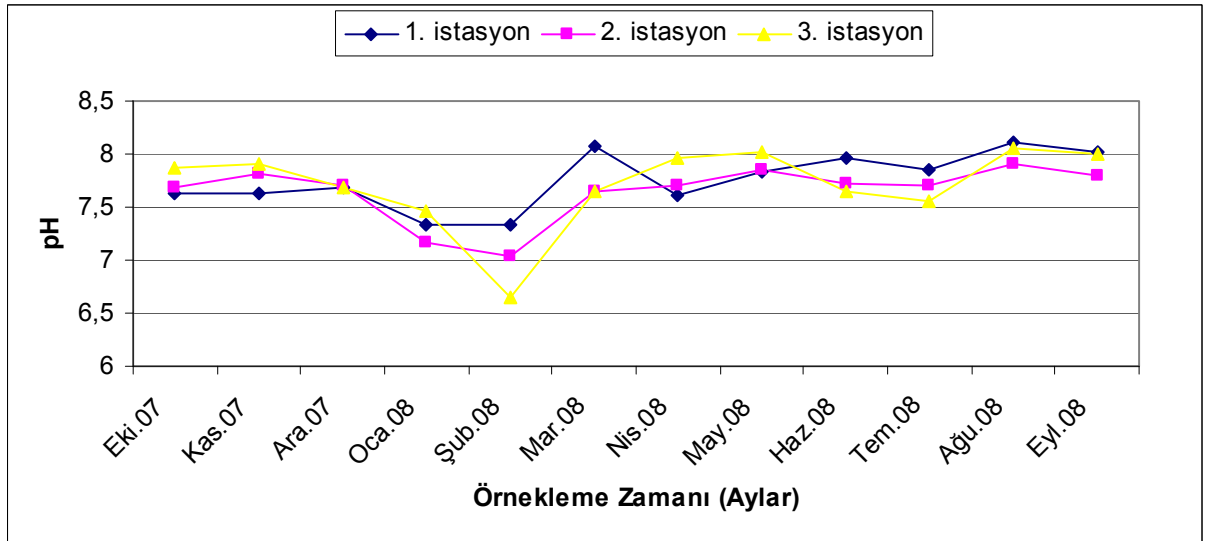


Şekil 4.2. Biga Çayı sıcaklık değişimi

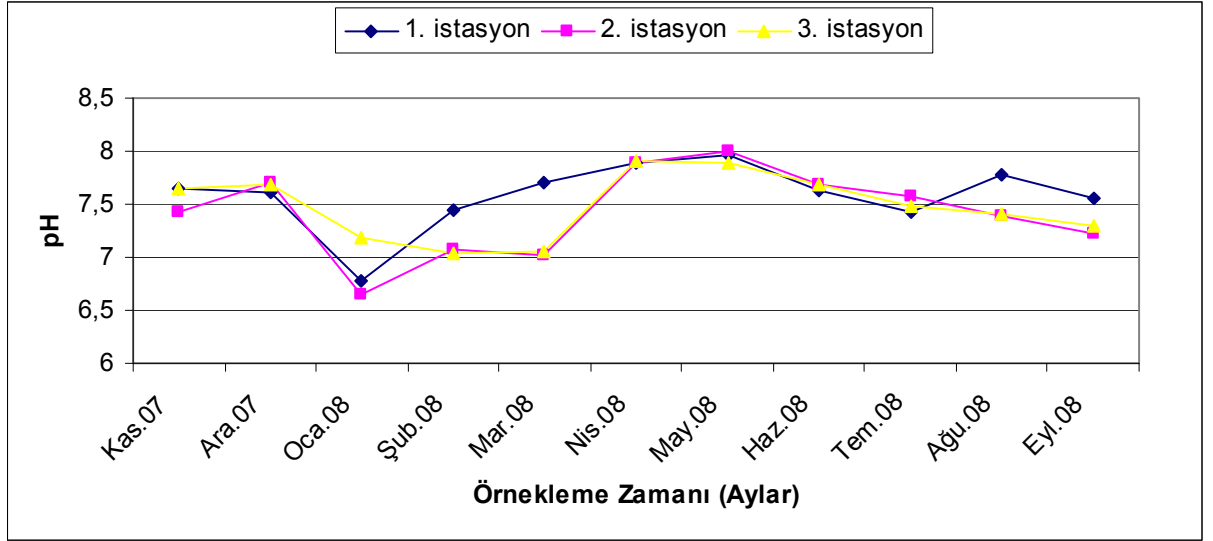


Şekil 4.3. Sarıçay ve Biga Çayları sıcaklık değişimi

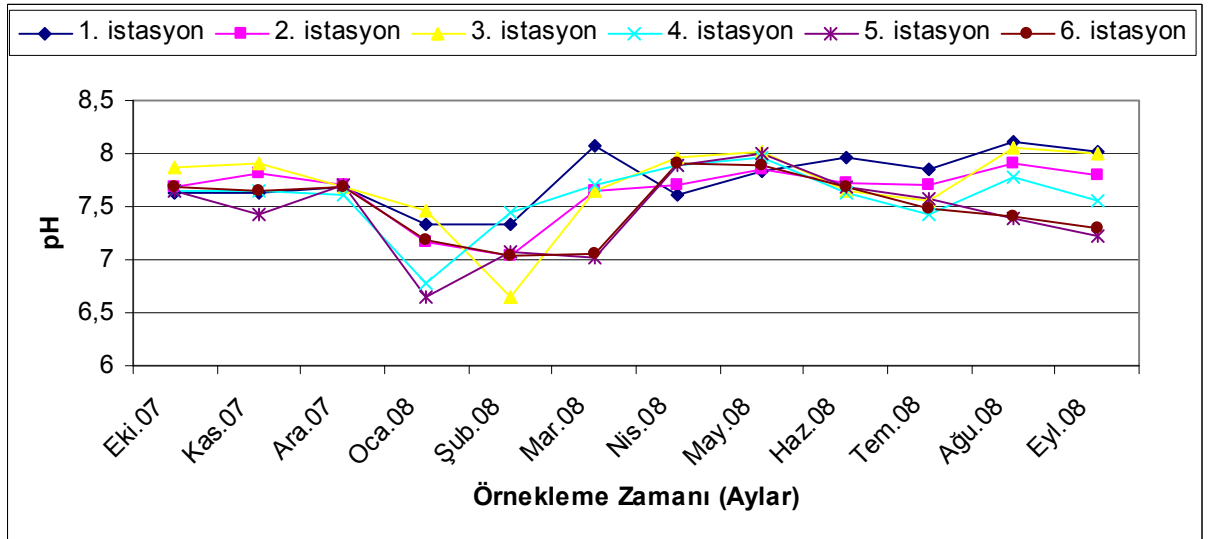
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.4. Sarıçay pH değişimi

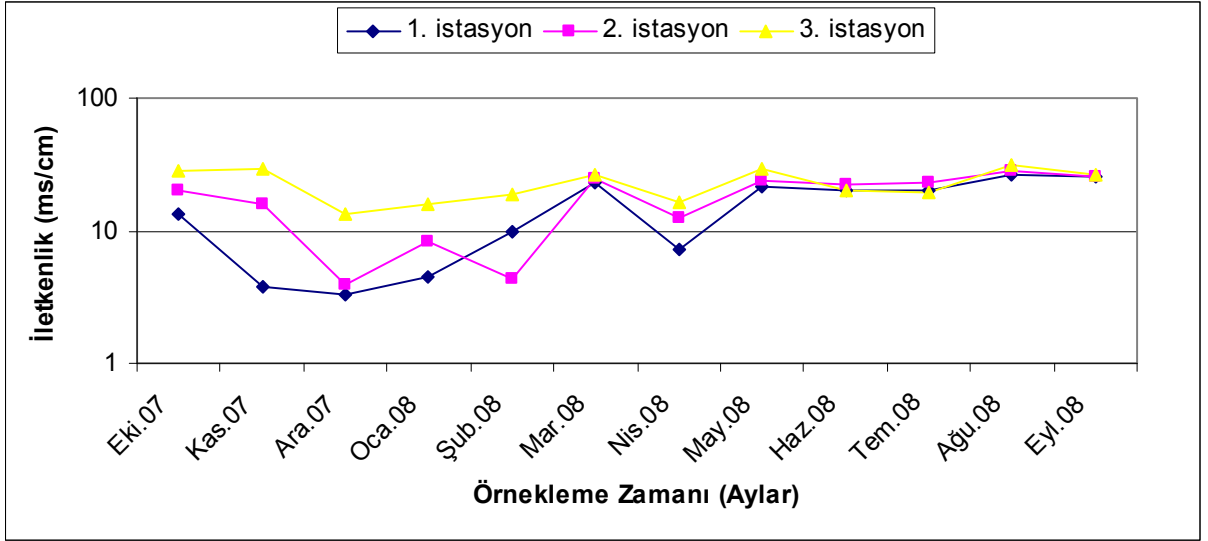


Şekil 4.5. Biga Çayı pH değişimi

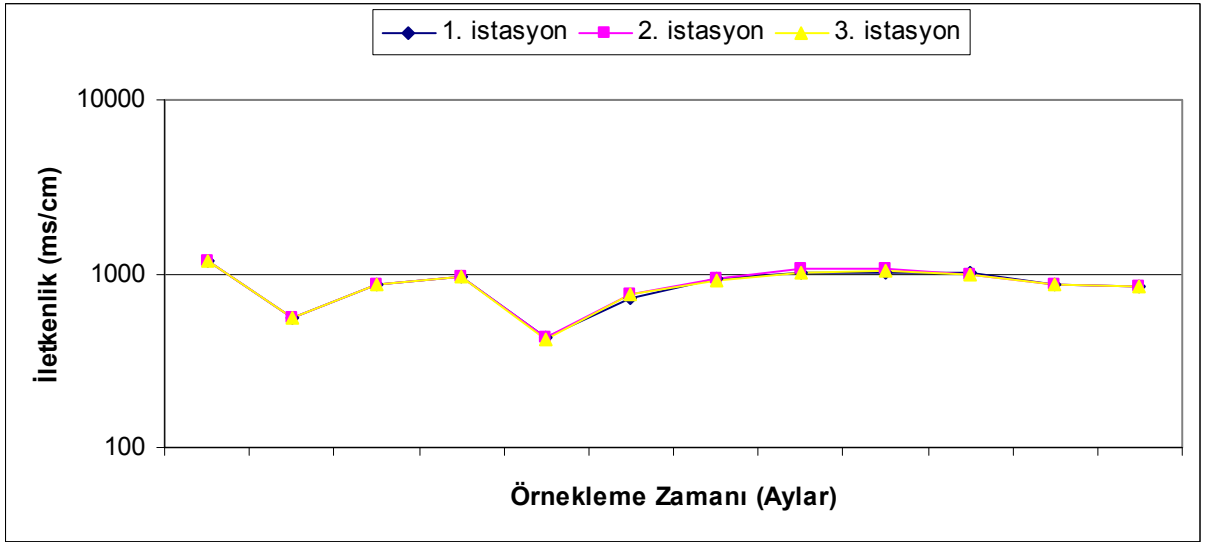


Şekil 4.6. Sarıçay ve Biga Çayları pH değişimi

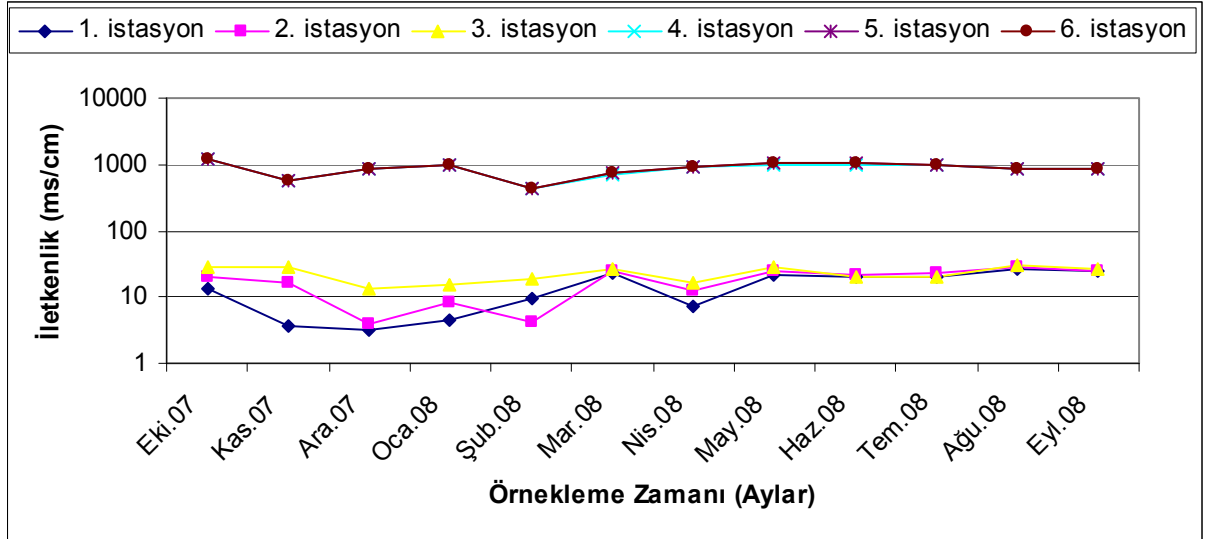
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.7. Sarıçay elektriksel iletkenlik değişimi

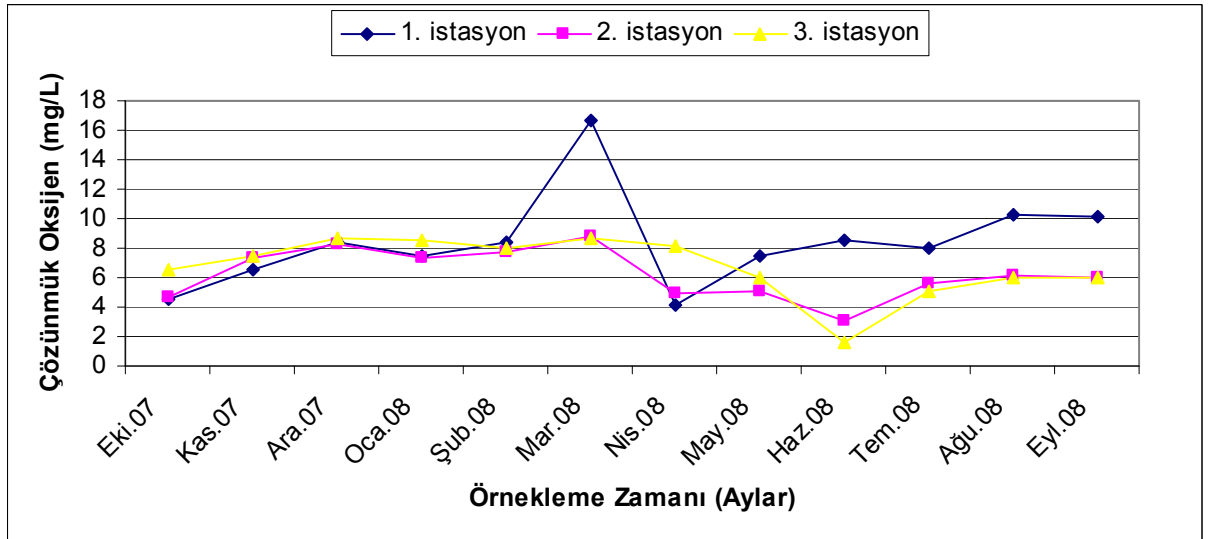


Şekil 4.8. Biga Çayı elektriksel iletkenlik değişimi

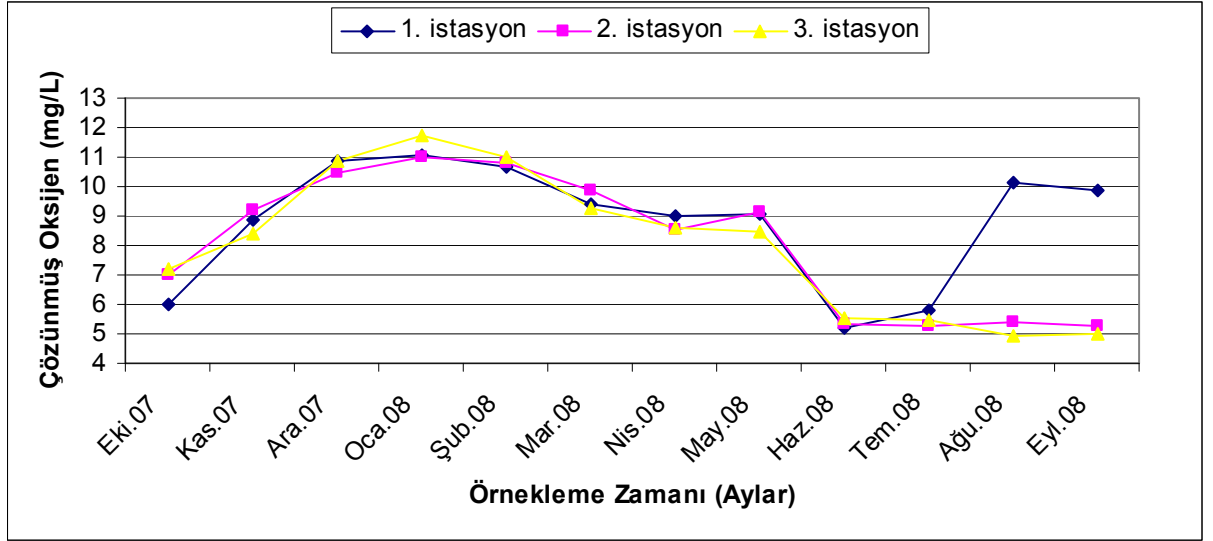


Şekil 4.9. Sarıçay ve Biga Çayları elektriksel iletkenlik değişimi

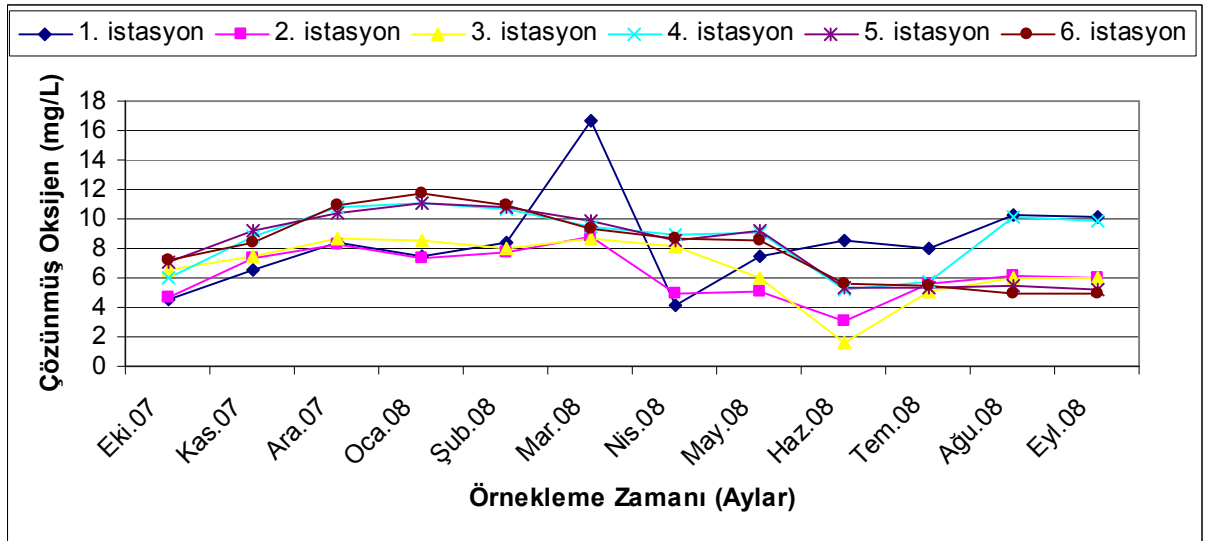
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.10. Sarıçay çözülmüş oksijen değişimi

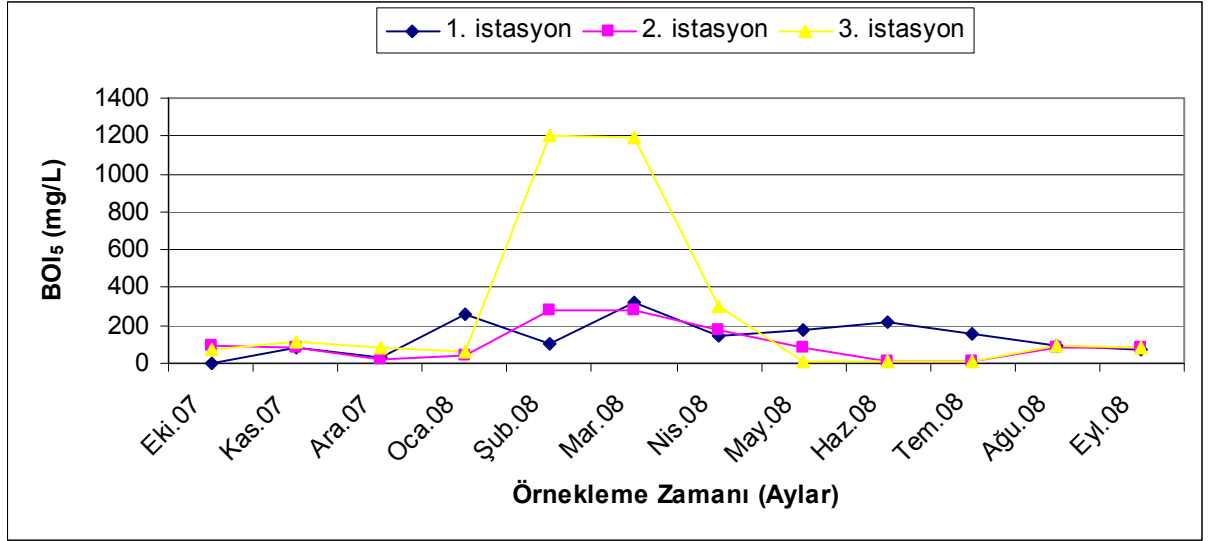


Şekil 4.11. Biga Çayı çözünmüş oksijen değişimi

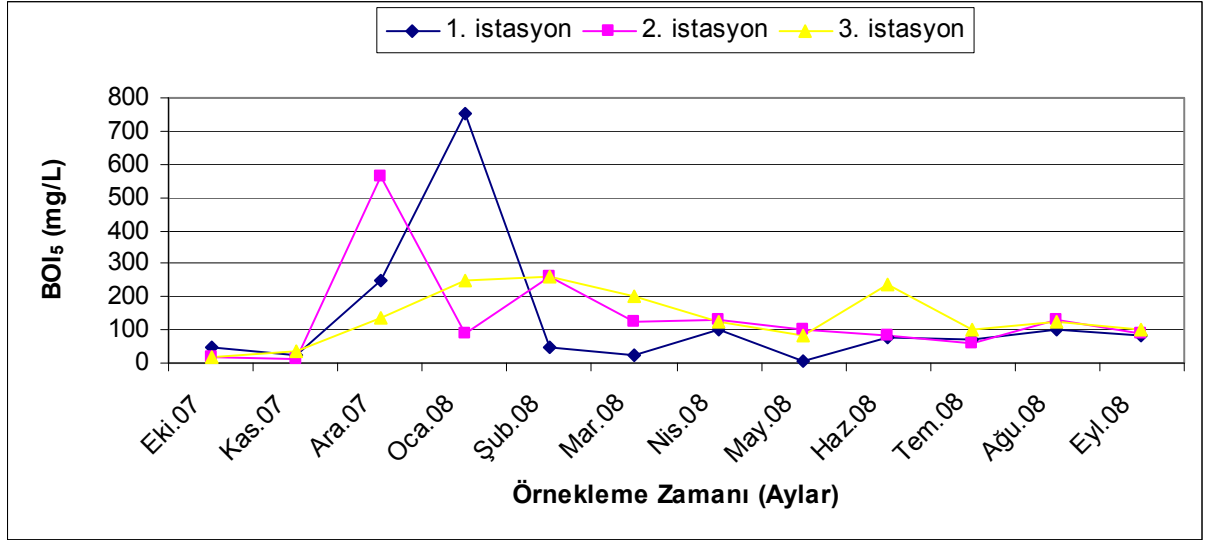


Şekil 4.12. Sarıçay ve Biga Çayları çözünmüş oksijen değişimi

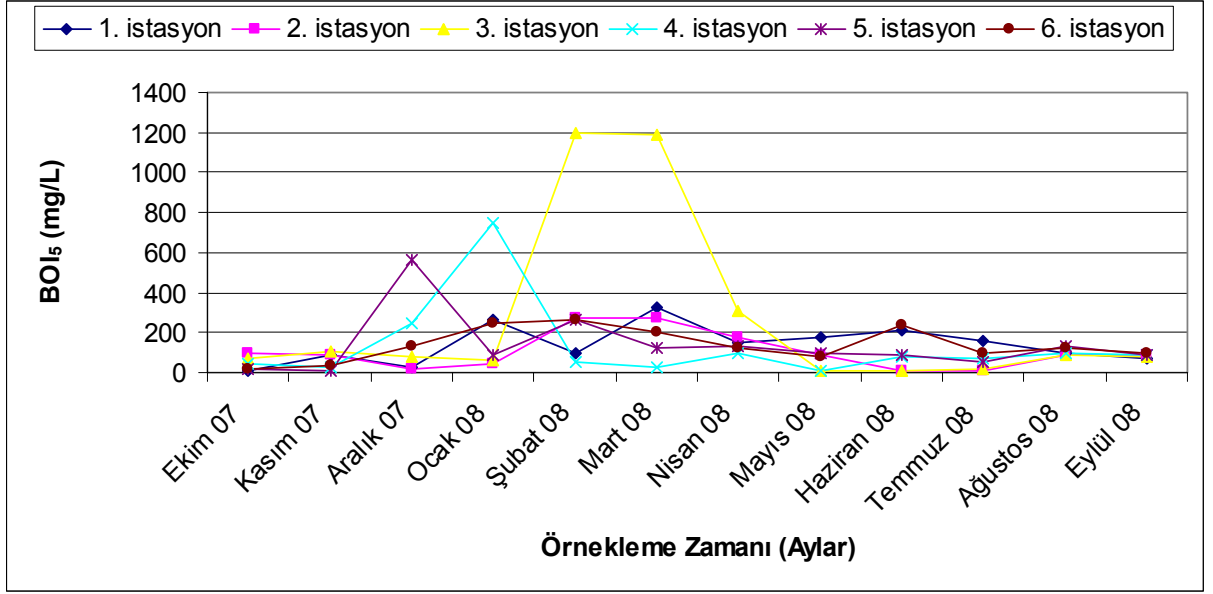
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.13. Sarıçay BOI₅ değişimi

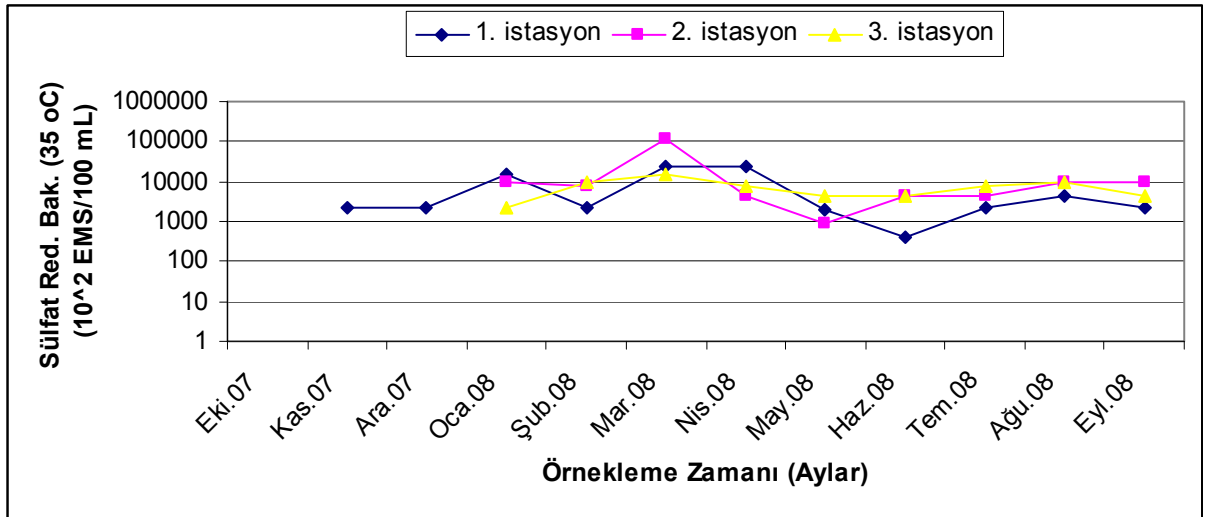


Şekil 4.14. Biga Çayı BOI₅ değişimi

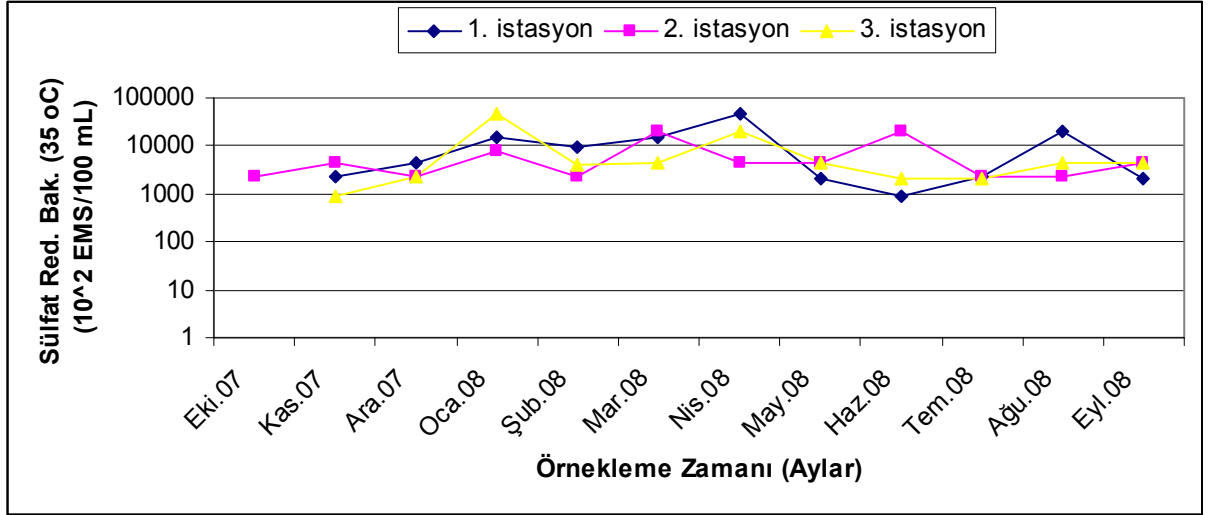


Şekil 4.15. Sarıçay ve Biga Çayları BOI₅ değişimi

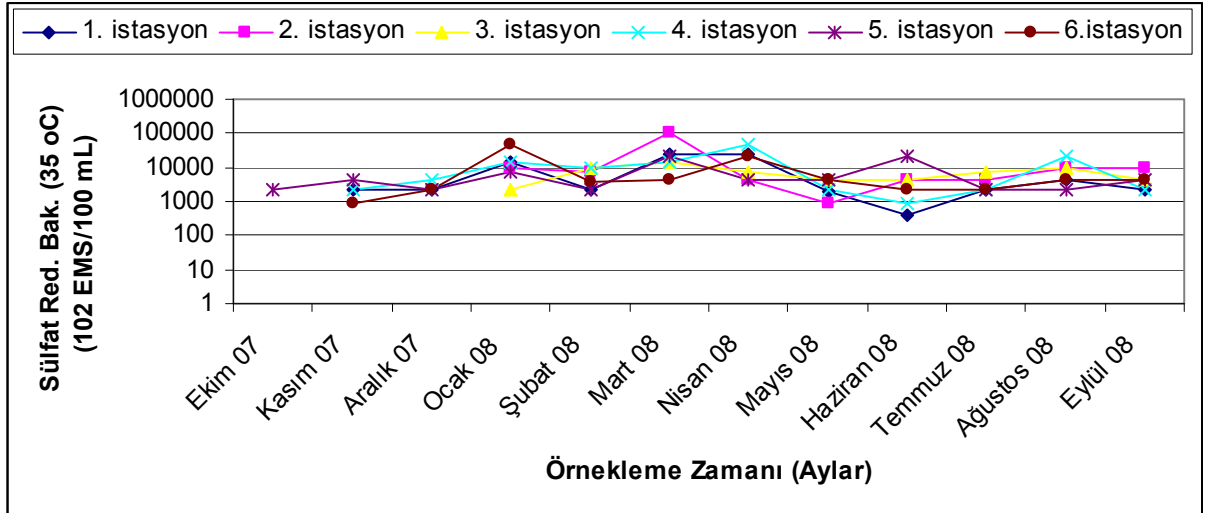
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.16. Sarıçay sülfat redükleyen bakterilerin (35 °C) değişimi

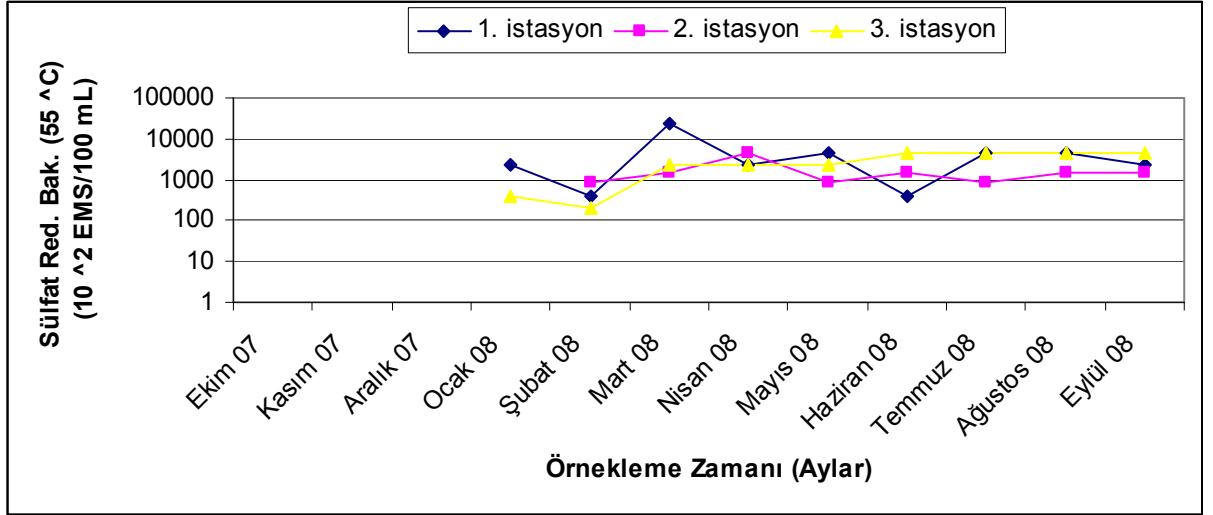


Şekil 4.17. Biga Çayı sülfat redükleyen bakterilerin (35 °C) değişimi

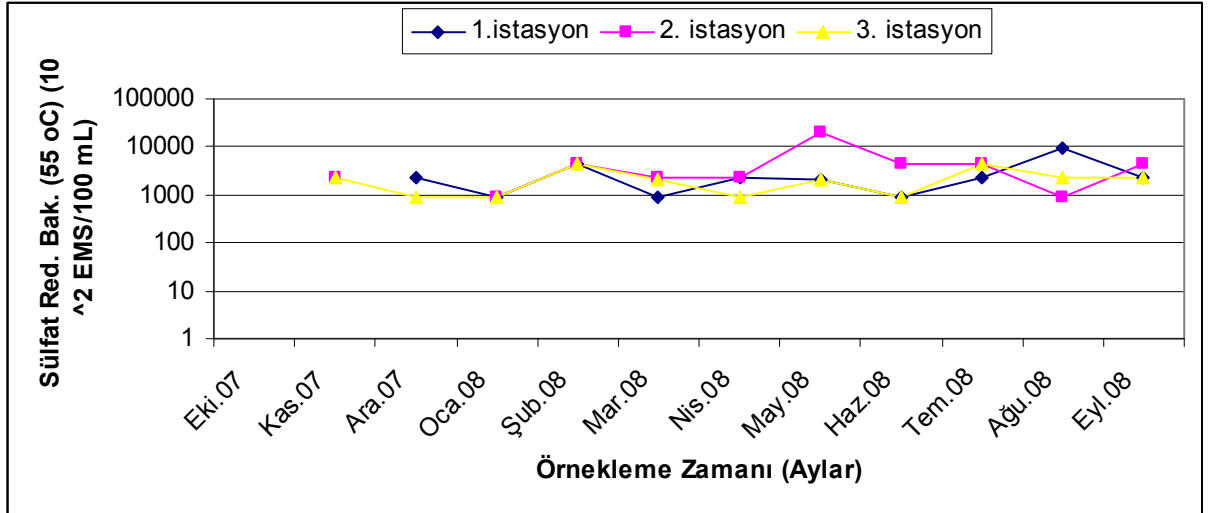


Şekil 4.18. Sarıçay ve Biga Çayları sülfat redükleyen bakterilerin (35 °C) değişimi

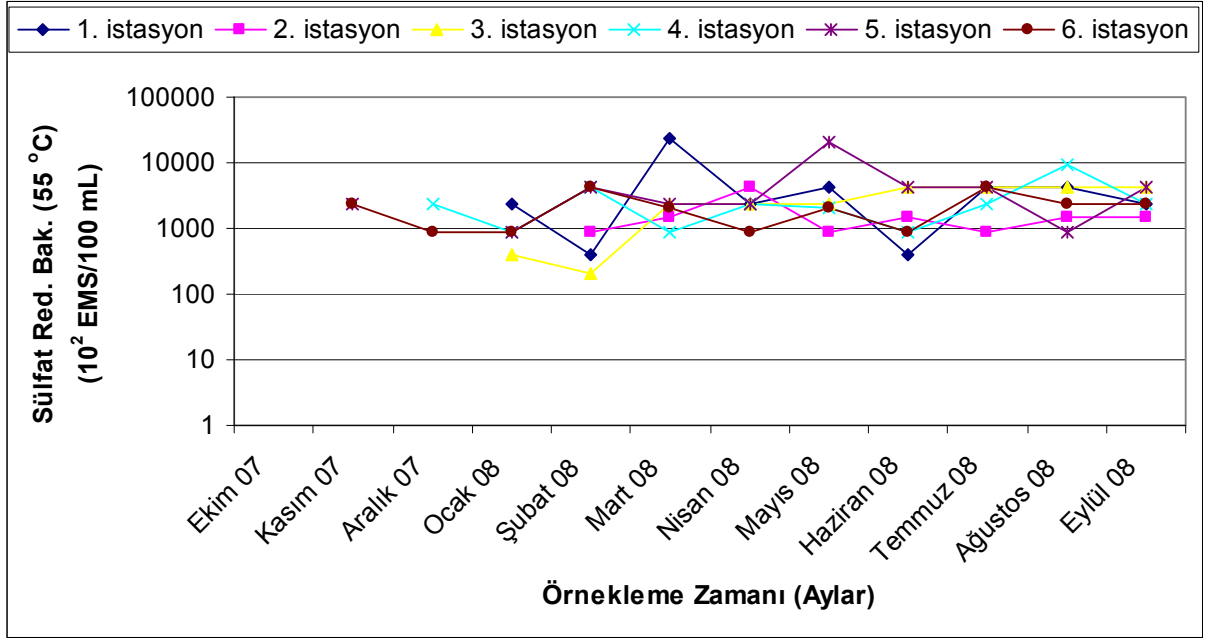
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



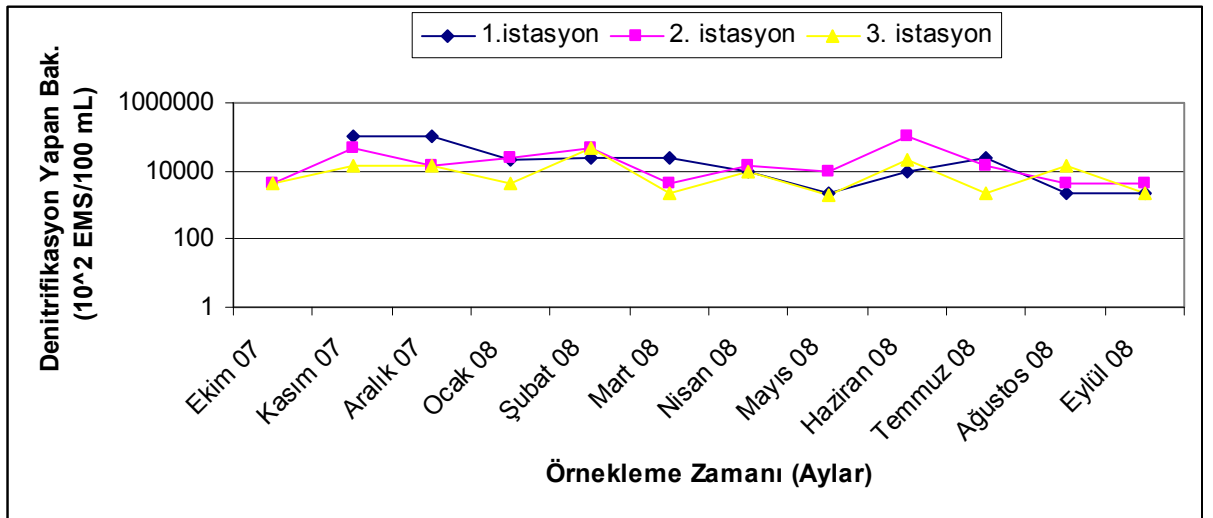
Şekil 4.19. Sarıçay sülfat redükleyen bakterilerin (55 °C) değişimi



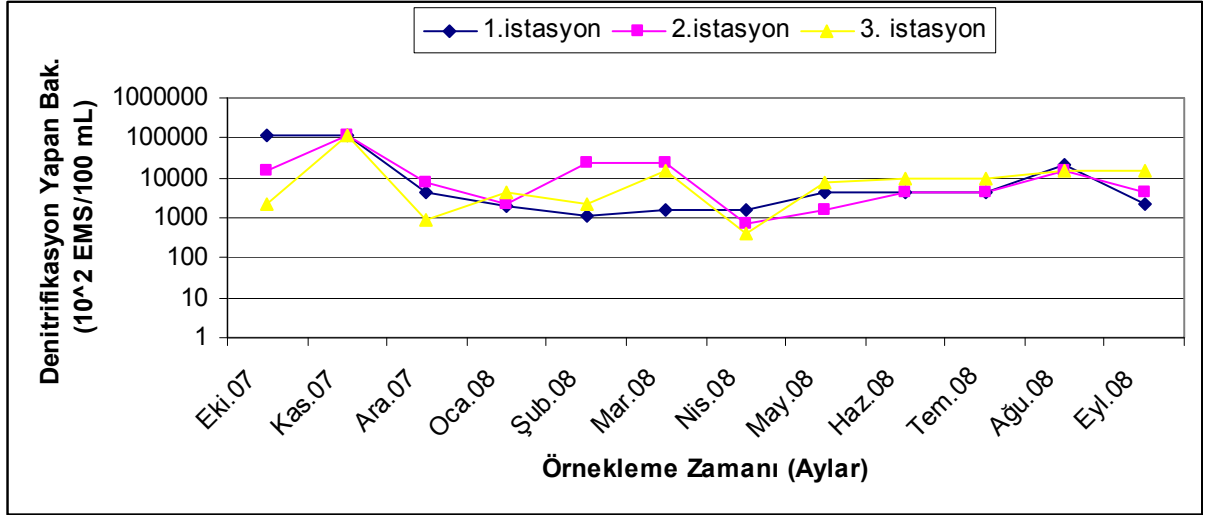
Şekil 4.20. Biga Çayı sülfat redükleyen bakterilerin (55 °C) değişimi



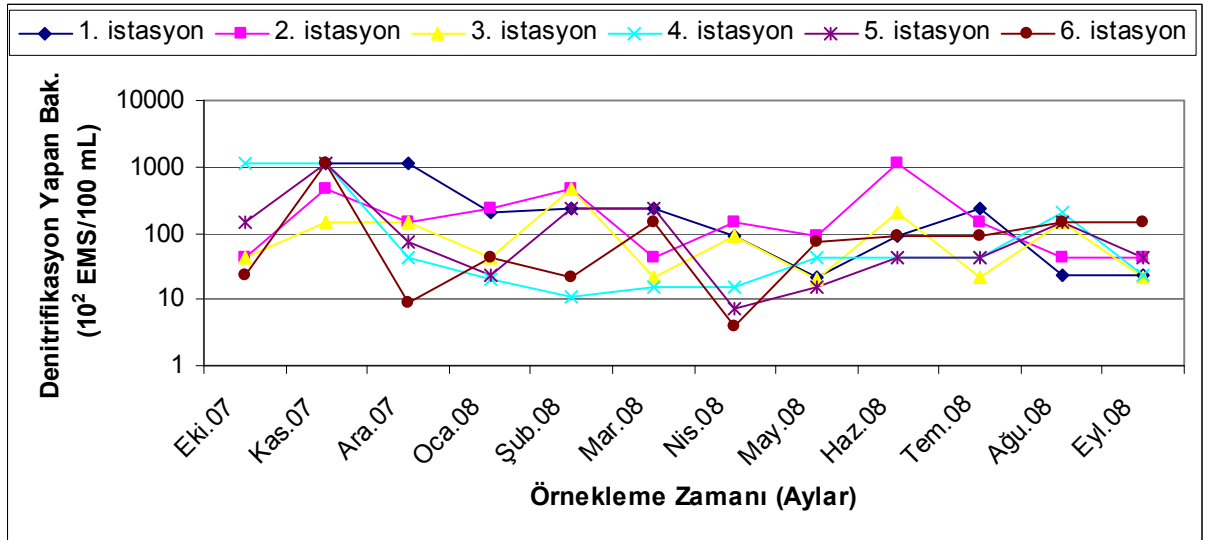
Şekil 4.21. Sarıçay ve Biga Çayları sülfat redükleyen bakterilerin (55 °C) değişimi
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.22. Sarıçay denitrifikasyon yapan bakterilerin değişimi

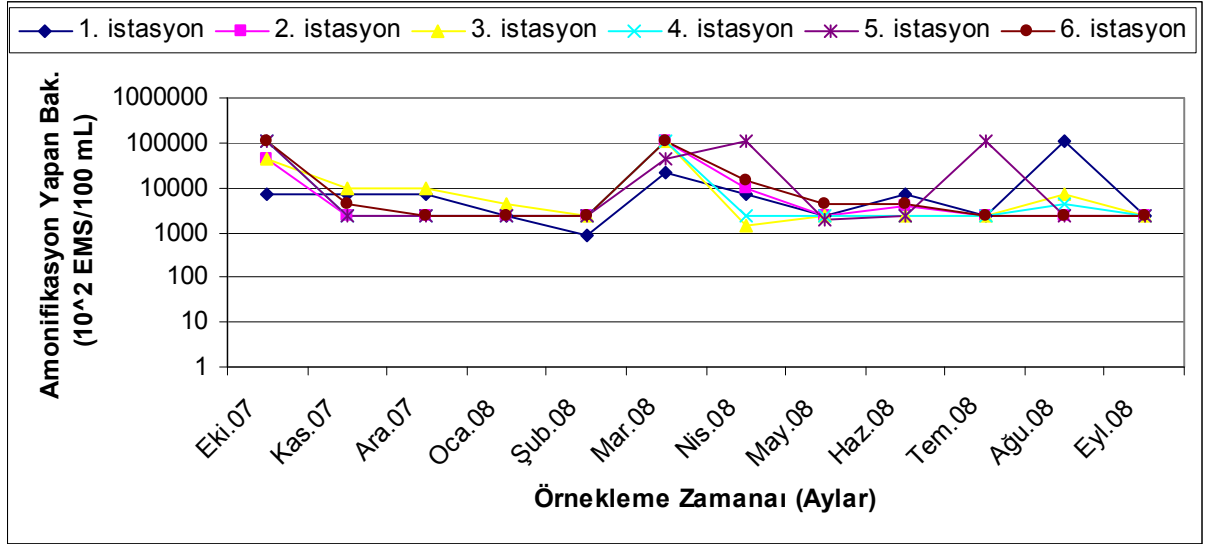


Şekil 4.23. Biga Çayı denitrifikasyon yapan bakterilerin değişimi

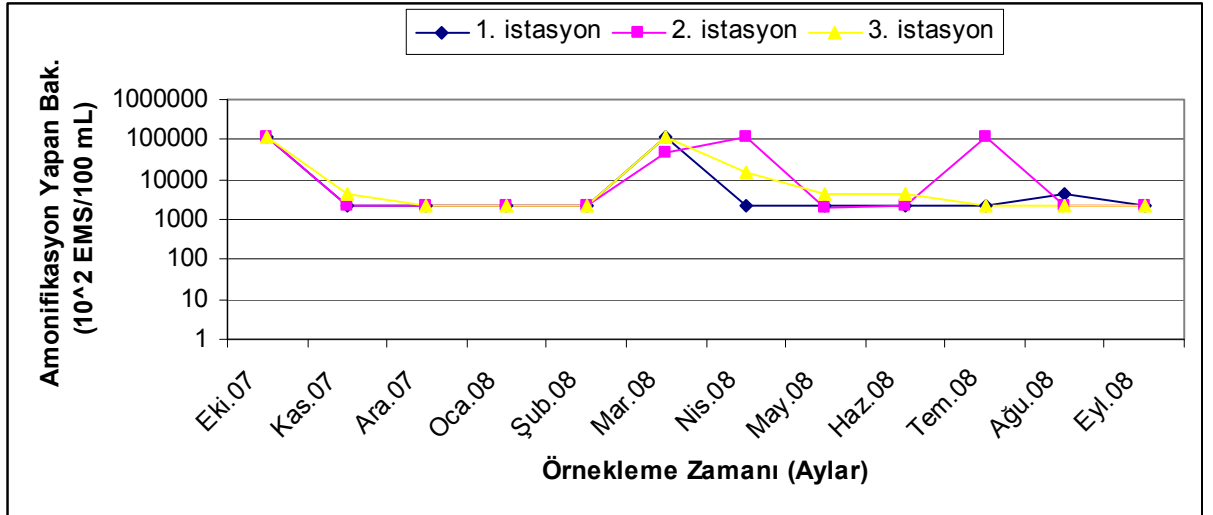


Şekil 4.24. Sarıçay ve Biga Çayları denitrifikasyon yapan bakterilerin değişimi

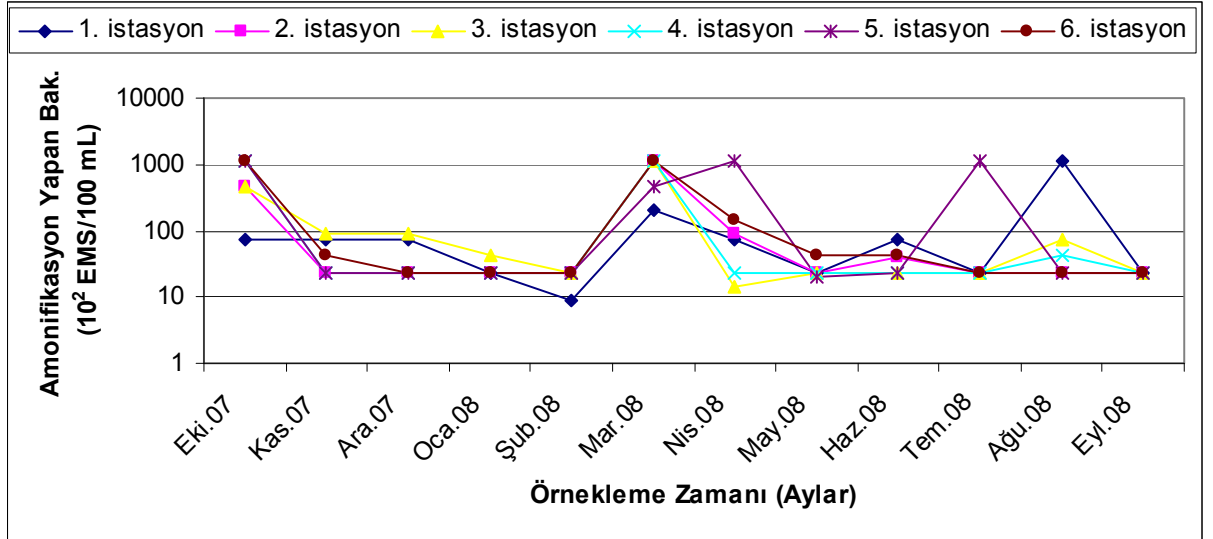
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



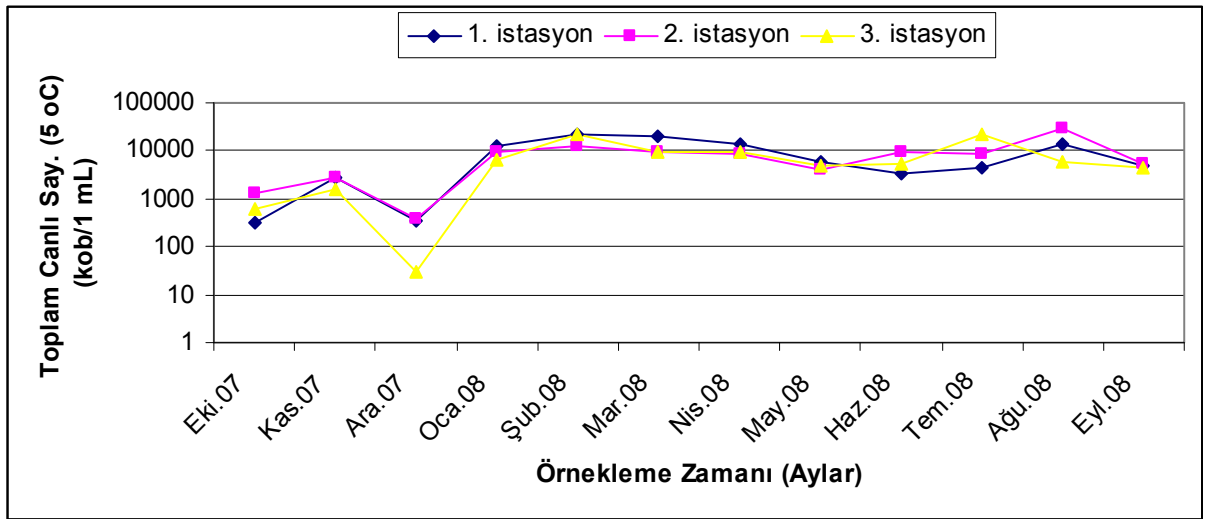
Şekil 4.25. Sarıçay amonifikasiyon yapan bakterilerin değişimi



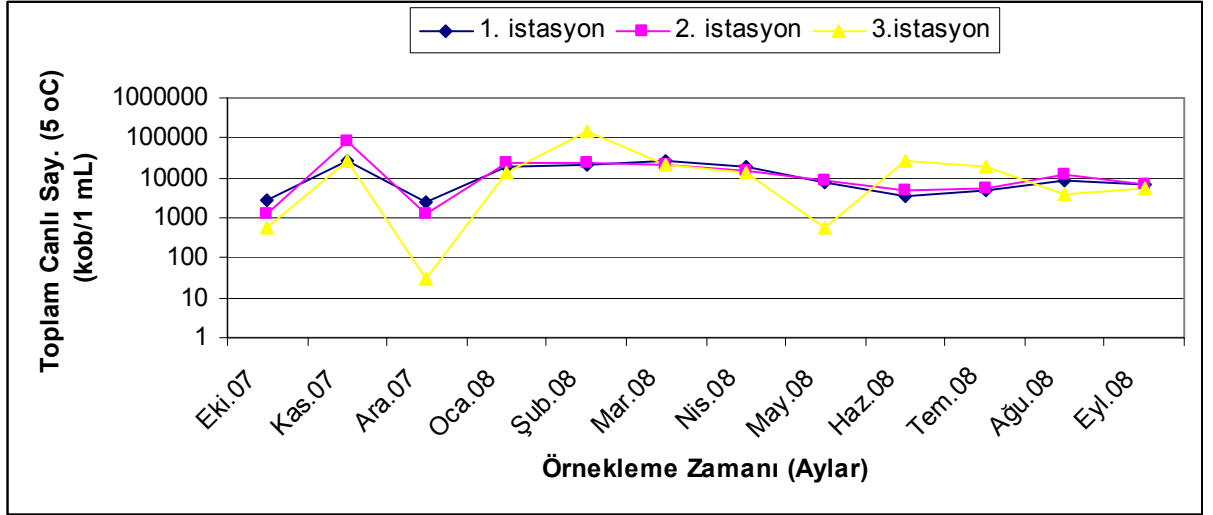
Şekil 4.26. Biga Çayı amonifikasiyon yapan bakterilerin değişimi



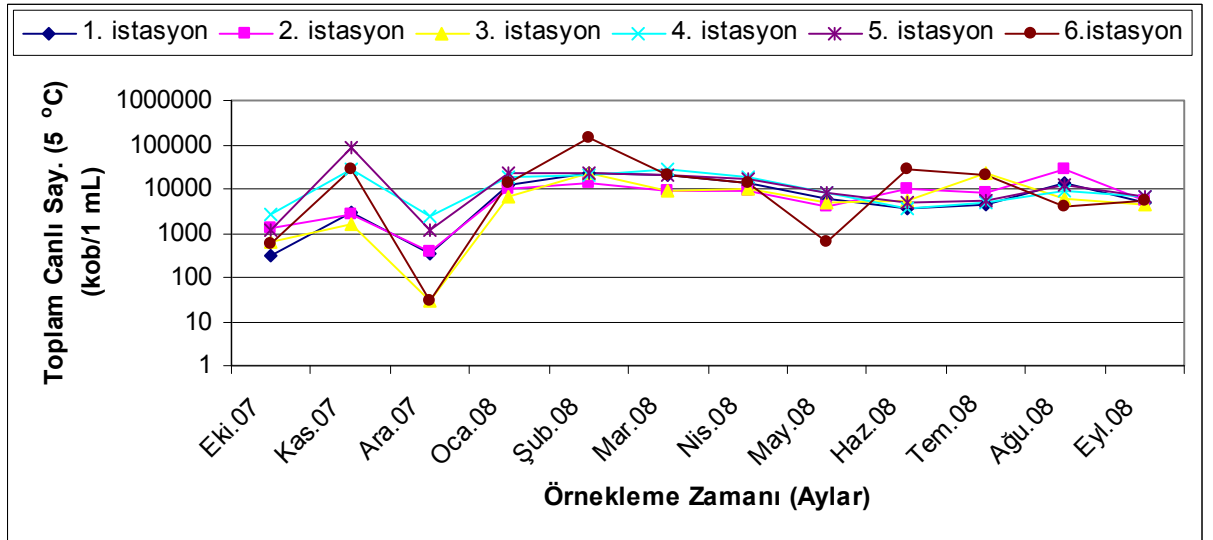
Şekil 4.27. Sarıçay ve Biga Çayları amonifikasyon yapan bakterilerin değişimi
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.28. Sarıçay toplam canlı sayımı (5 °C) değişimi

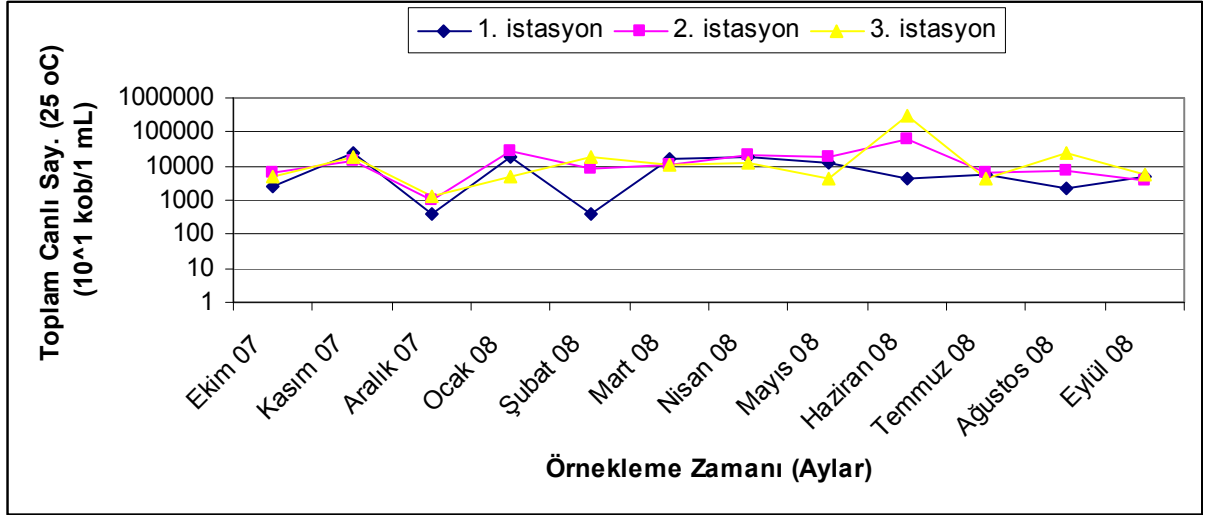


Şekil 4.29. Biga Çayı toplam canlı sayımı (5 °C) değişimi

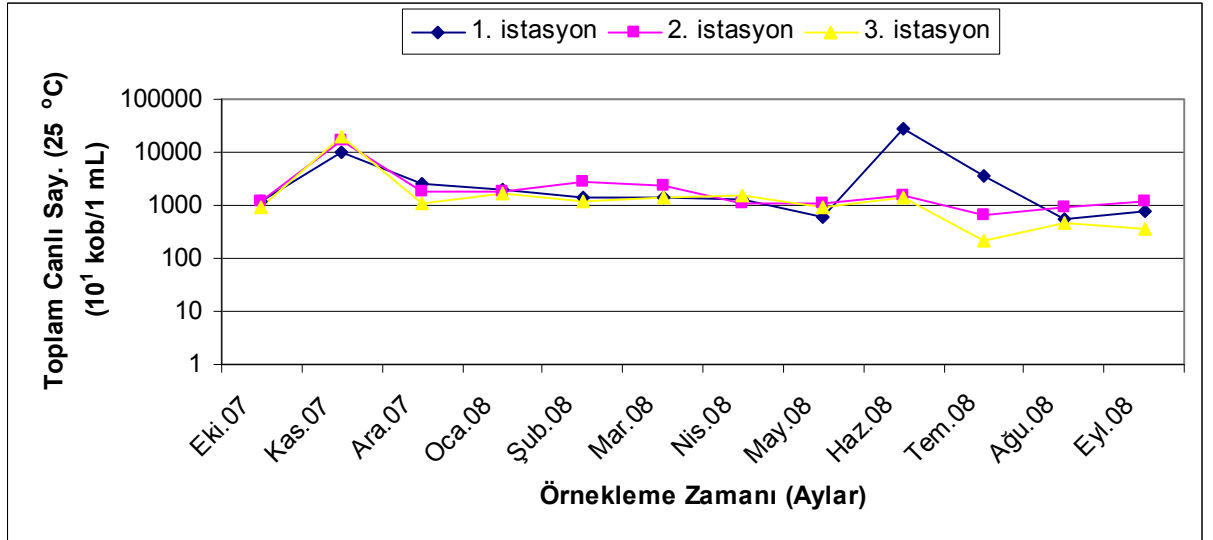


Şekil 4.30. Sarıçay ve Biga Çayları toplam canlı sayımı (5 °C) değişimi

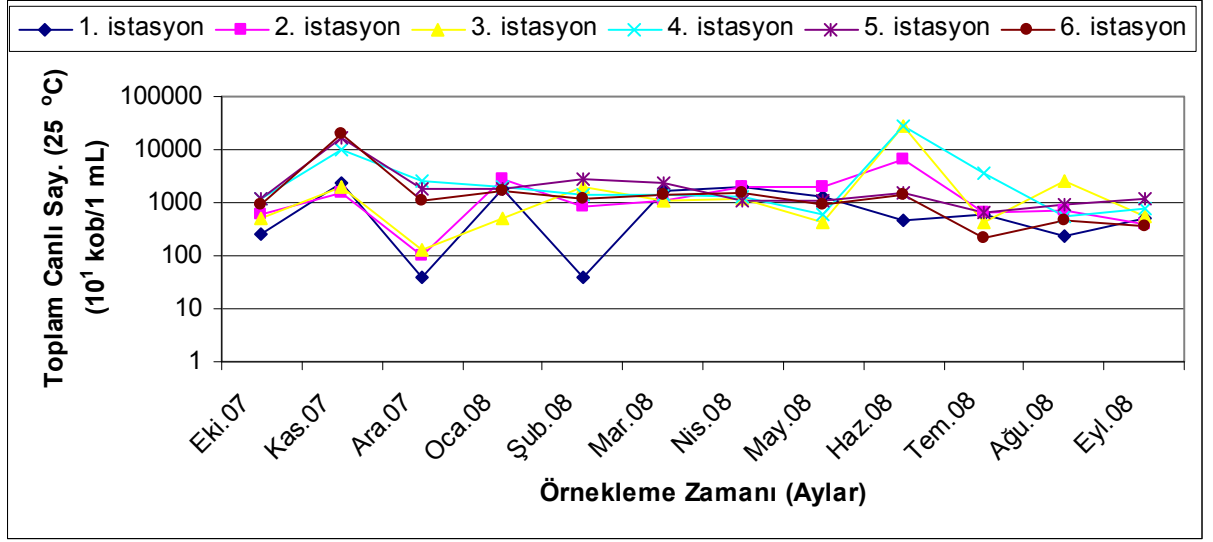
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3. istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6. istasyon)



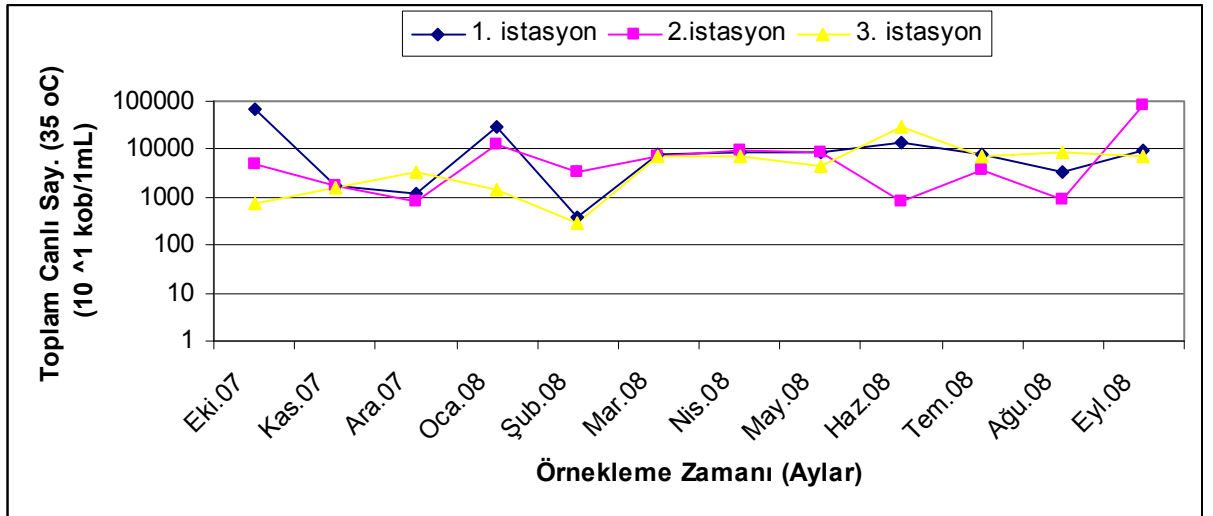
Şekil 4.31. Sarıçay toplam canlı sayımı (25 °C) değişimi



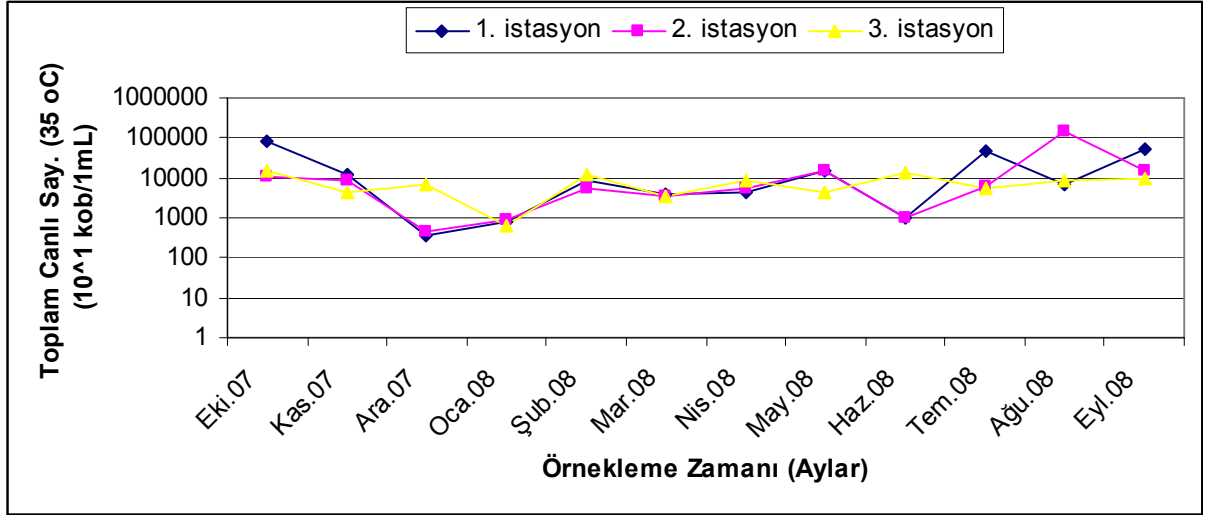
Şekil 4.32. Biga Çayı toplam canlı sayımı (25 °C) değişimi



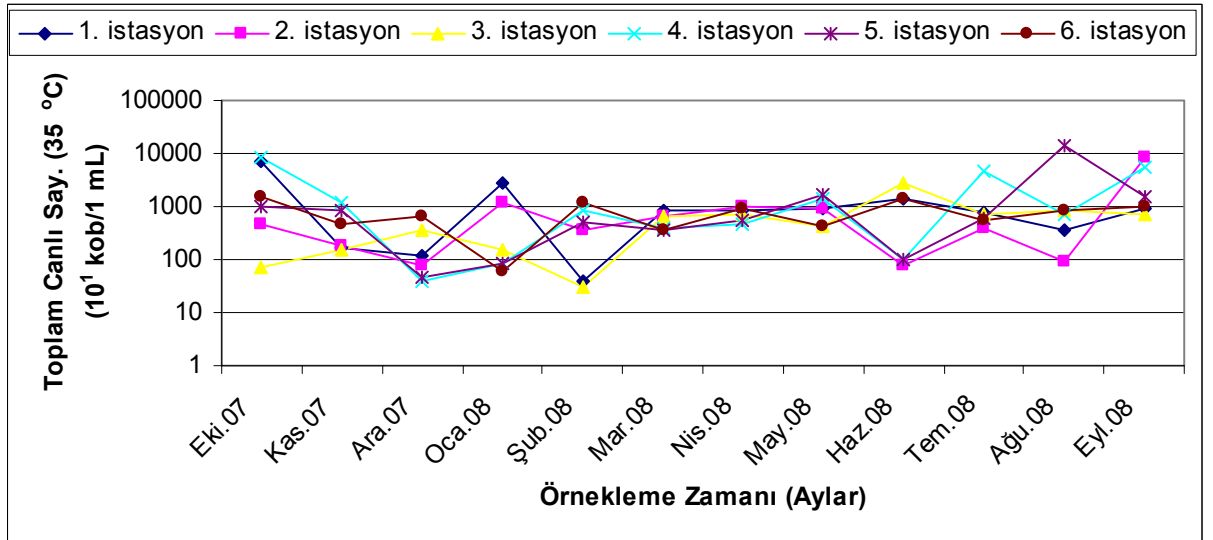
Şekil 4.33. Sarıçay ve Biga Çayları toplam canlı sayımı (25 °C) değişimi
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.34. Sarıçay toplam canlı sayımı (35 °C) değişimi

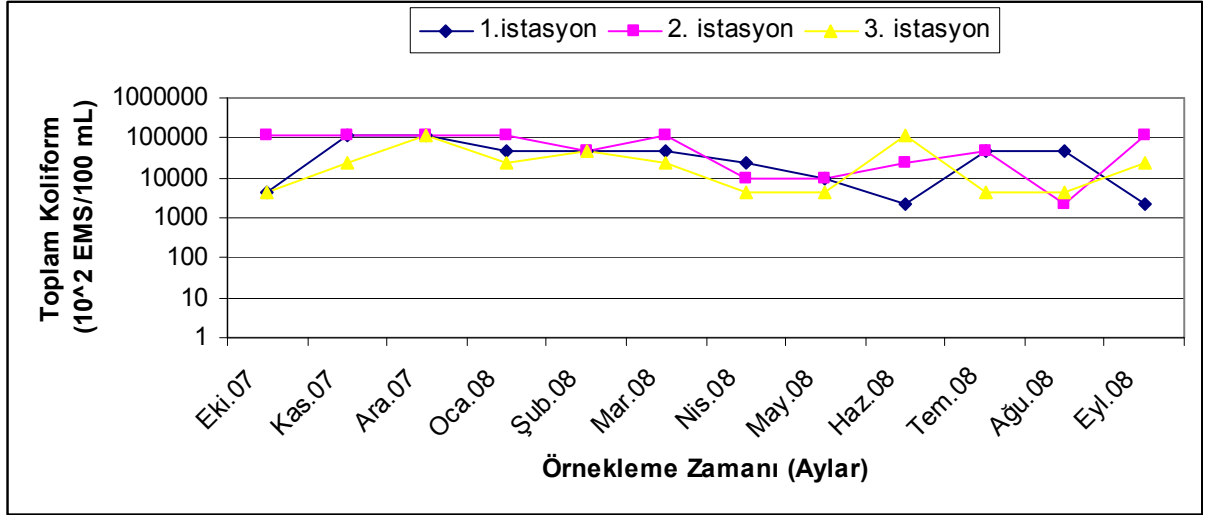


Şekil 4.35. Biga Çayı toplam canlı sayımı (35 °C) değişimi

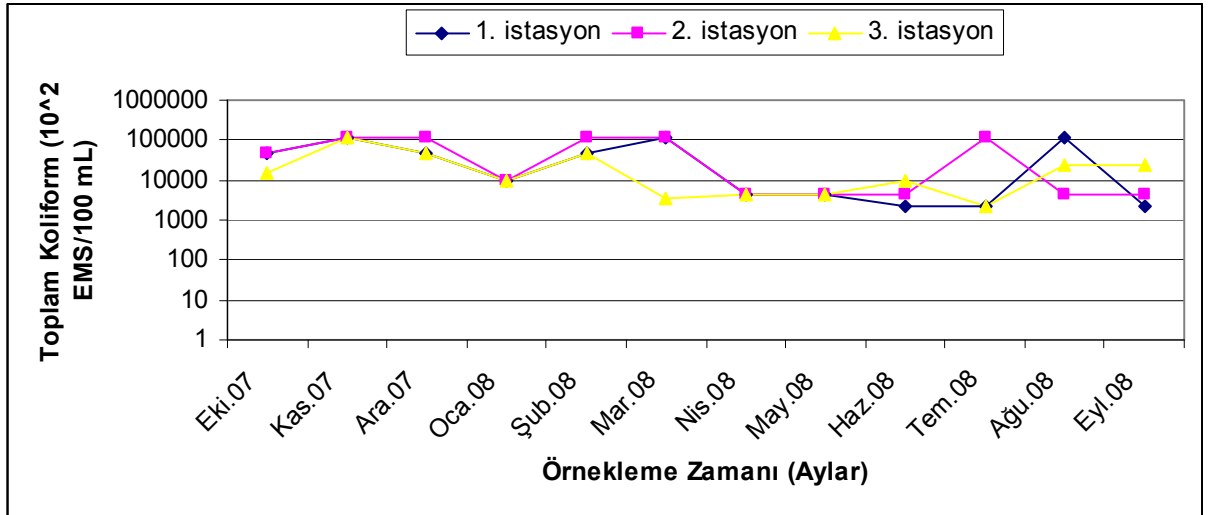


Şekil 4.36. Sarıçay ve Biga Çayları toplam canlı sayımı (35 °C) değişimi

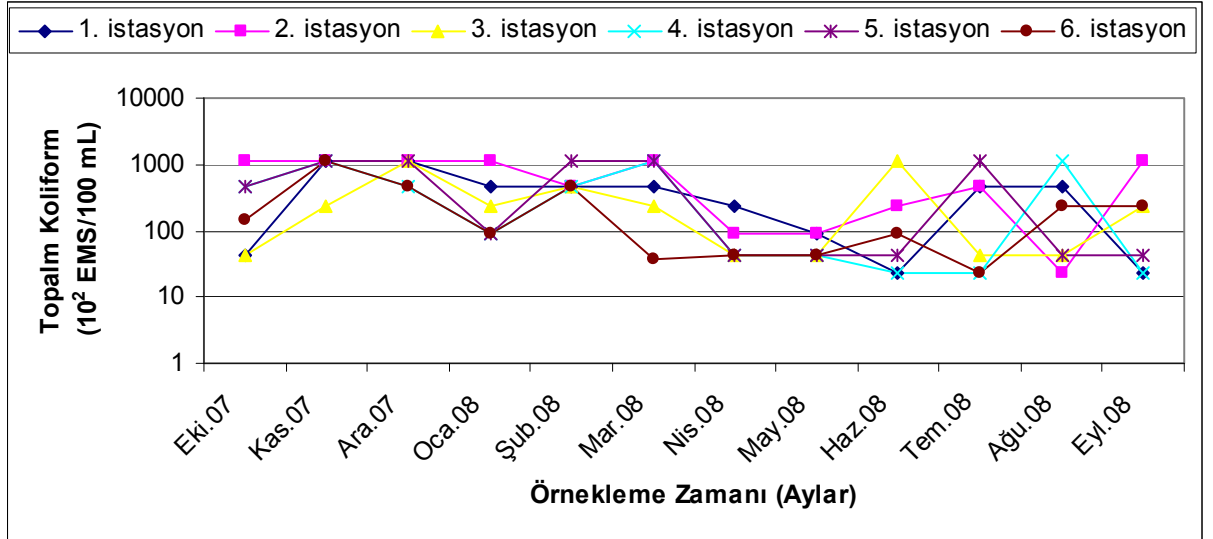
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.37. Sarıçay toplam koliform değişimi

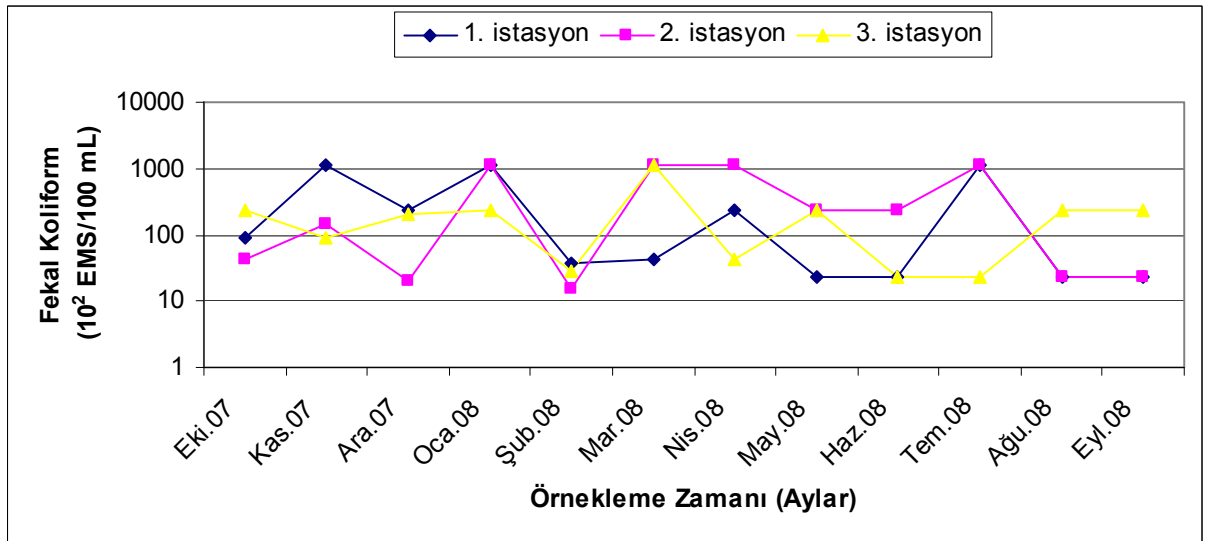


Şekil 4.38. Biga Çayı toplam koliform değişimi

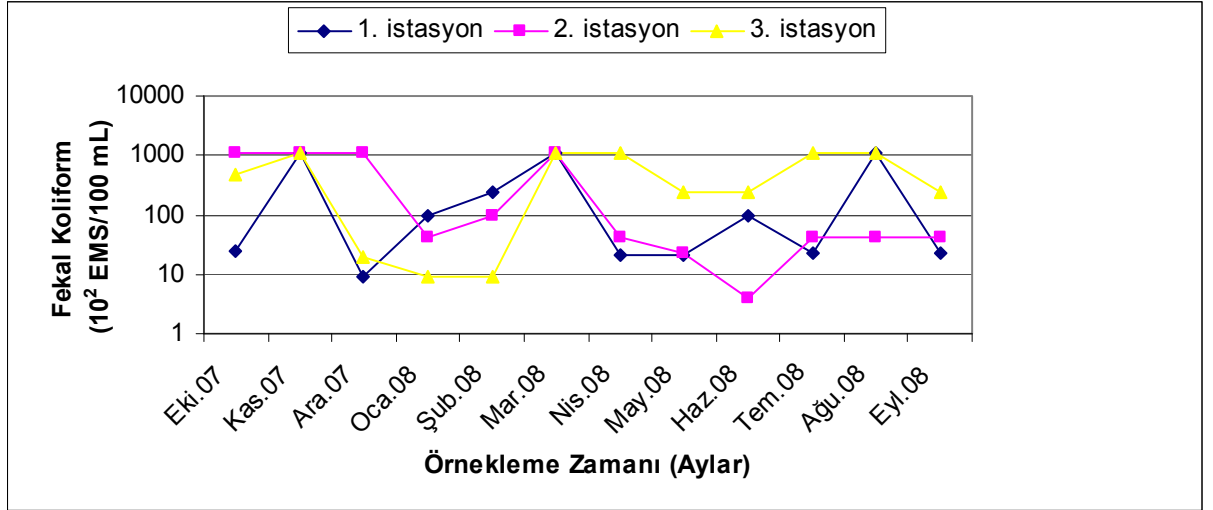


Şekil 4.39. Sarıçay ve Biga Çayları toplam koliform değişimi

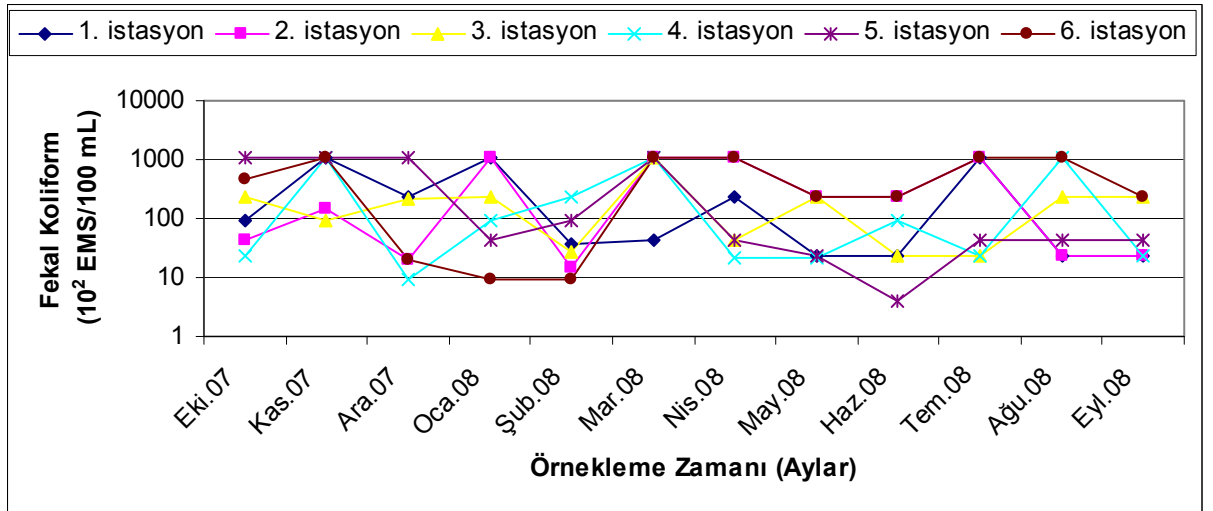
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



Şekil 4.40. Sarıçay fekal koliform değişimi

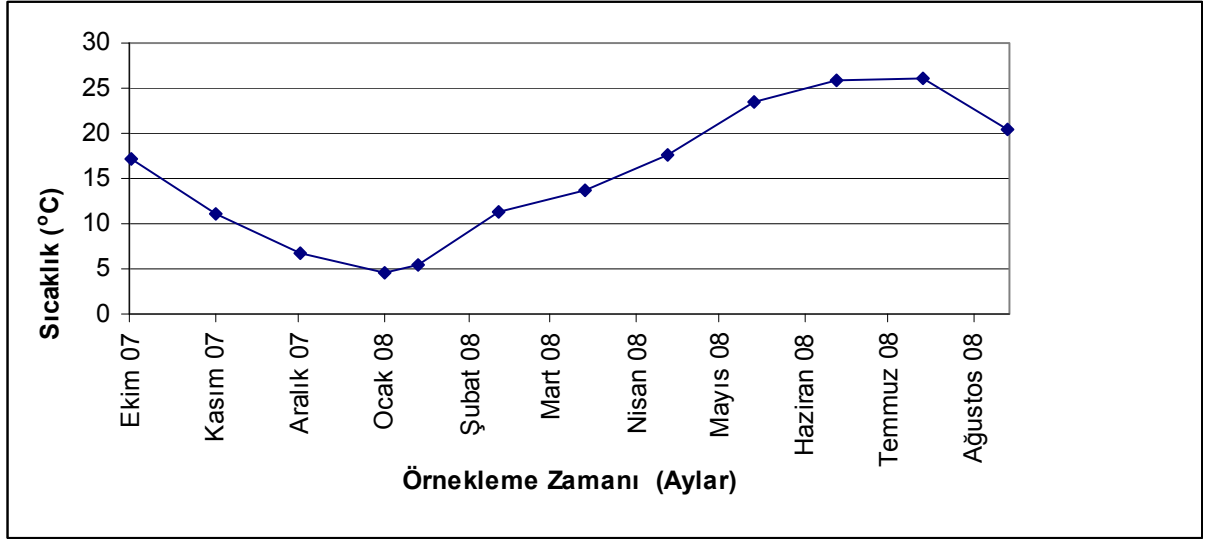


Şekil 4.41. Biga Çayı fekal koliform değişimi

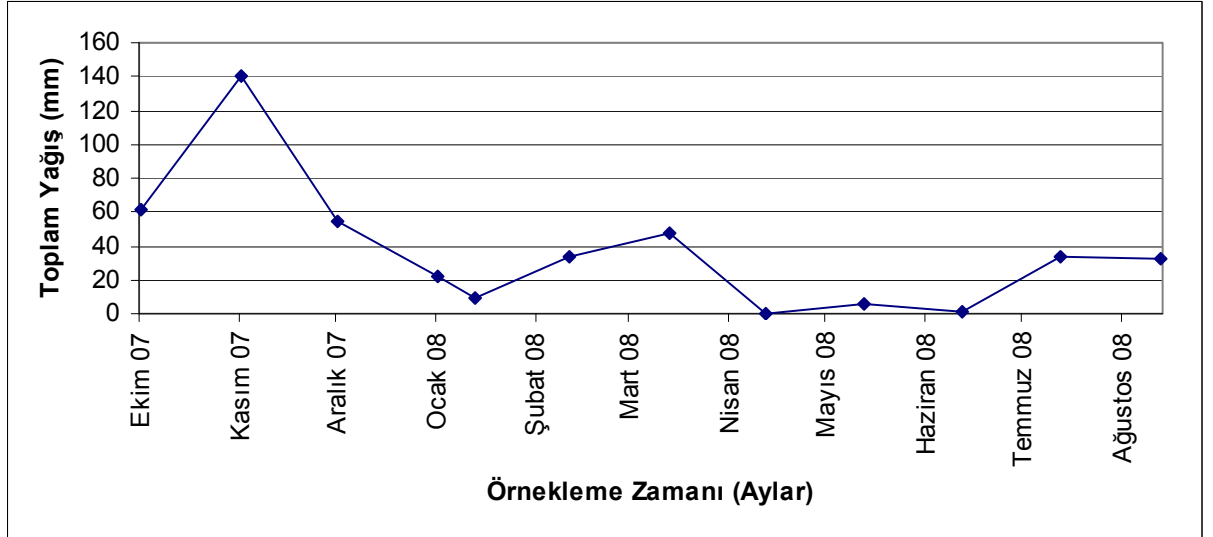


Şekil 4.42. Sarıçay ve Biga Çayları fekal koliform değişimi

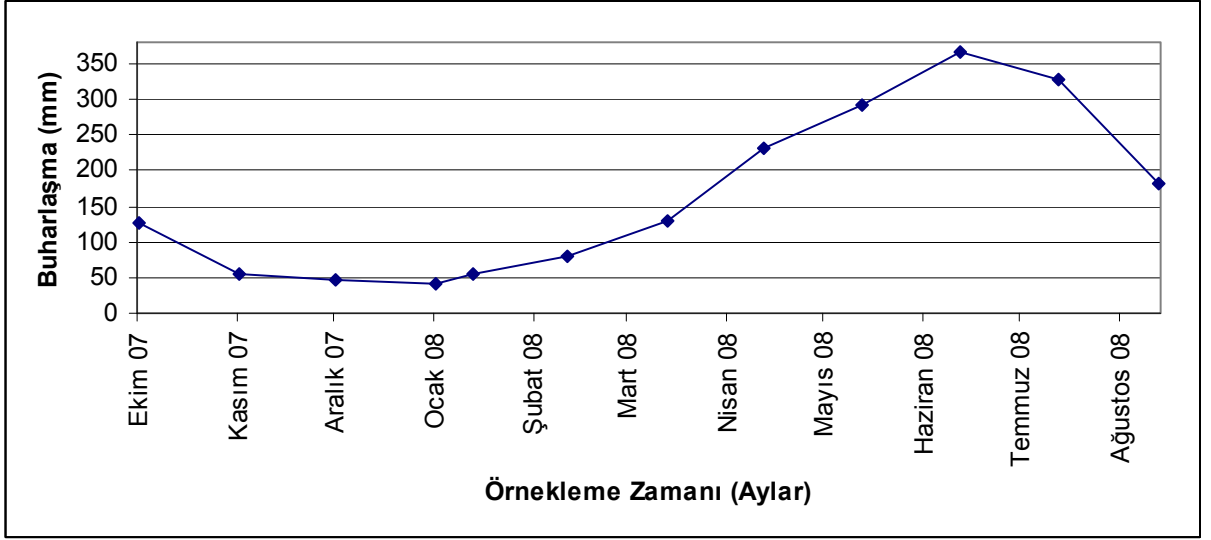
(Sarıçay: 1. İstasyon, 2. istasyon, 3.istasyon/ Biga Çayı: 4. İstasyon, 5. istasyon, 6.istasyon)



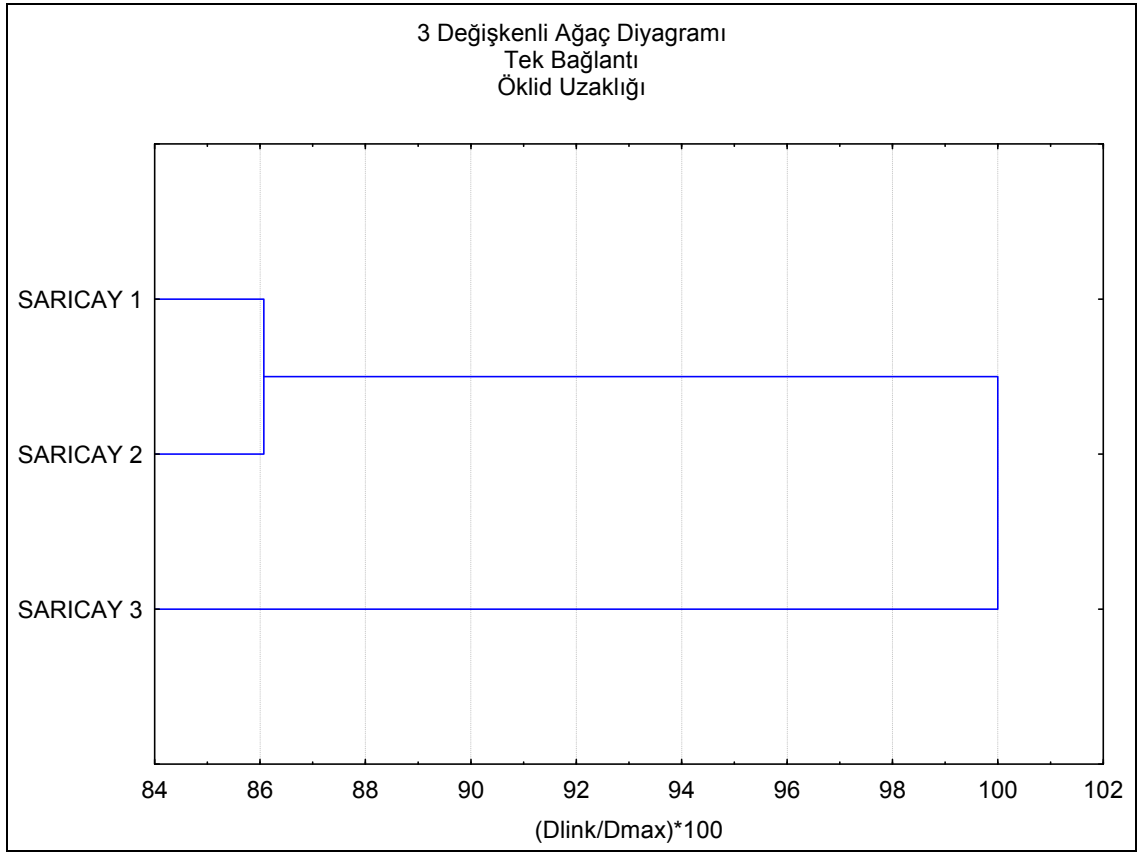
Şekil 4.43. Çanakkale ili istasyonuna ait ortalama sıcaklık (°C) değerleri



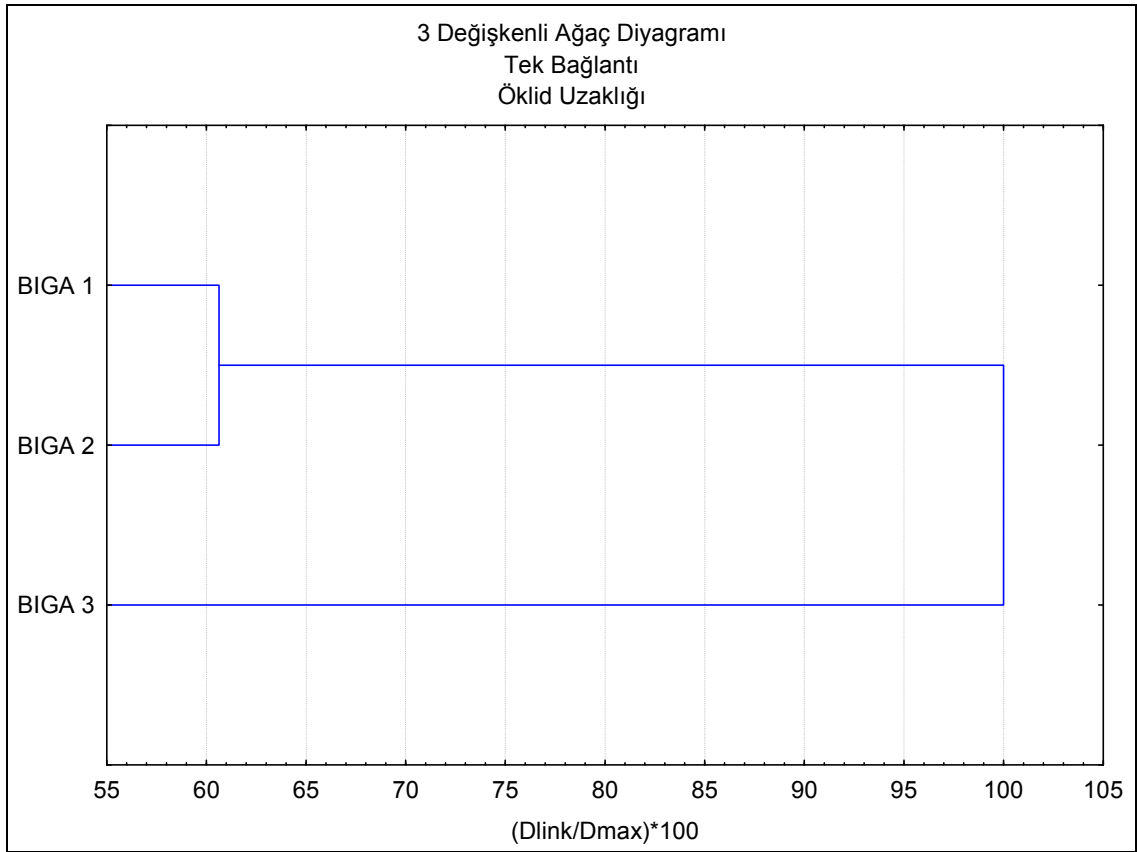
Şekil 4.44. Çanakkale ili istasyonuna ait toplam yağış (mm) değerleri



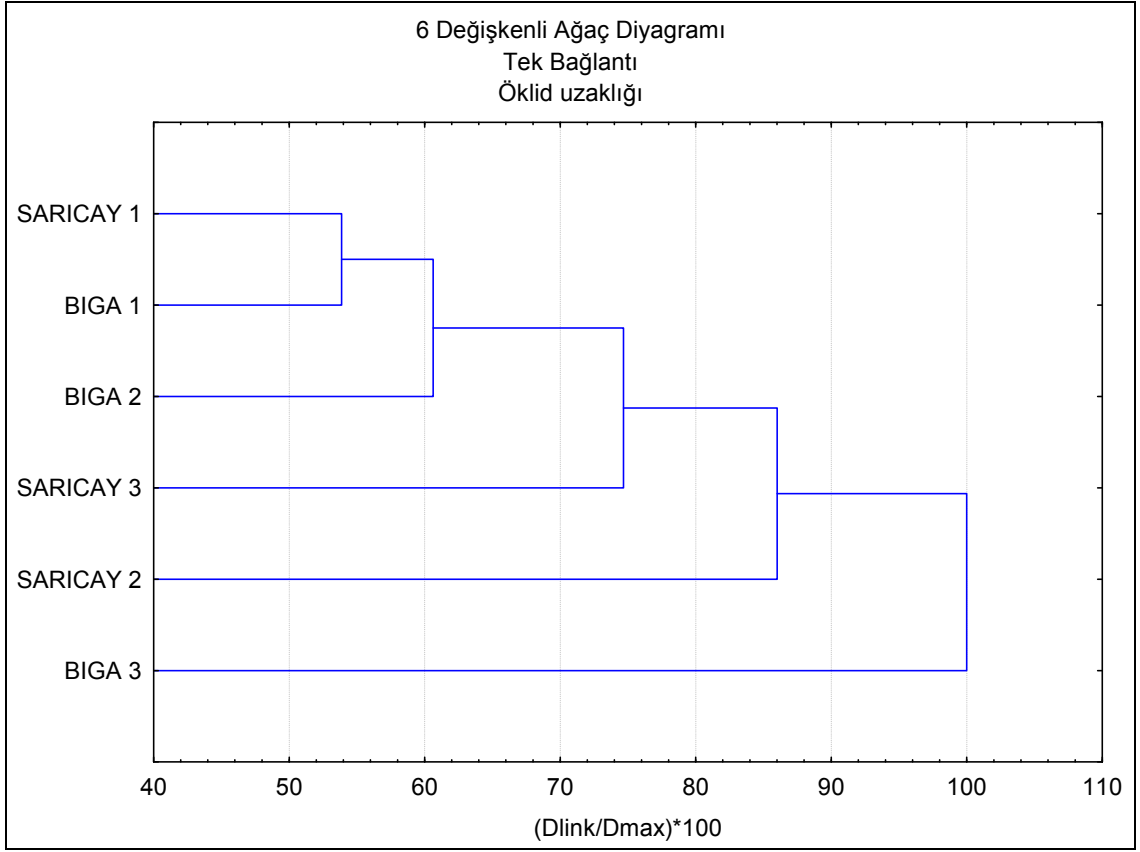
Şekil 4.45. Çanakkale ili istasyonuna ait buharlaşma (mm) değerleri



Şekil 4.46. Sarıçay'a ait 3 istasyonun kümeleme analiz sonuçları



Şekil 4.47. Biga Çayı'na ait 3 istasyonun kümeleme analiz sonuçları



Şekil 4.48. Sarıçay ve Biga Çaylarının kümeleme analizi metoduna göre karşılaştırılması

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hızlı sanayileşme, nüfustaki hızlı artış ve kentleşme, yetersiz altyapı ve sanayi kuruluşlarının pek çoğunda arıtım tesisinin bulunmaması çevre kirliliğini oluşturmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde evsel ve endüstriyel atıkların yeterince arıtılmadan nehir, göl ve deniz gibi ortamlara verilmesi ekolojik sistem için ciddi problemler oluşturmaktadır. Sularda kirlenme değişime uğrayan özelliklerine göre; organik, inorganik, bakteriyolojik ve termal olarak dört grupta incelenmektedir (Egemen, 1999). Organik kirlilik oranı fazla olan sularda düşük çözünmüş oksijen ve yüksek BOİ₅ değerlerine rastlanmaktadır (Gündüz, 1994; Kayar ve Çelik 2003). Su kirliliği ve kontrolü yönetmeliğine göre (Anonim, 1988; Uslu, 1990), kıta içi su kaynaklarının kalitesi, genel, inorganik, organik ve bakteriyolojik kirlilik parametre düzeyleri dikkate alınarak yapılan bir sınıflandırma olup suyun kullanım amacını belirler.

Su kalitesi araştırmalarının en önemli özelliği, su kaynağının dinamik bir yapıya sahip olması ve mevsimlere, hava koşullarına, su kaynağının bulunduğu havzadaki faaliyetler sonucu ortaya çıkan etkilere karşı çok duyarlı olmasıdır. Bir başka deyişle su kaynağının kalitesini belirleyen parametrelerin çoğunun konsantrasyonu ve miktarı dış etkenlerle her an değişebilir. Örneğin su kaynağının bulunduğu alan dışında başka alanlardaki sanayileşme gibi bir olgu hava kirliliği yolu ile suları etkilemektedir (Develioğlu, 1993). Özellikle barajları besleyen akarsu ve nehirlerin su kalitesinin belirlenmesi içme suyu olarak kullanılan su kaynaklarının insan sağlığı açısından oluşturabileceği tehlikelerin de önlenmesinde önemlidir.

Akarsular çevre kirliliğinden birinci derecede etkilenen ekosistemlerdir. Evsel, endüstriyel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticiler ilk olarak akarsulara karışmaktadır. İnsan nüfusunun az olduğu dönemlerde akarsulara karışan atık maddeler kısa bir mesafede seyreltilip doğal yollardan parçalanabiliyordu. Ancak kalkınma ile beraber gelen aşırı nüfus artışı ve sanayileşme ile evsel ve endüstriyel atıklar da çoğalmış ve akarsular kendi kendini temizleyemez duruma gelmiştir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004).

Bununla beraber akarsular döküldükleri göl veya denizlere kirletici maddeler taşırlar. Bu kirletici maddeler doğal veya insan faaliyetlerine bağlı, yani yapay kökenlidirler. Akarsuların taşıdığı kirletici madde miktarının belirlenmesi, kıyılardaki su kalitesinin

anlaşılacak, gelecekte olabilecek değişimlerin de tahmin edilmesinde önemli yer tutar (Boran ve Karaçam, 1996).

Yüzeysel suların bileşimi drenaj havzasındaki doğal faktörlere (jeolojik, topoğrafik, meteorolojik, hidrolojik ve biyolojik) bağlıdır ve yüzeysel akış hacmi, hava şartları ve su seviyelerindeki mevsimsel farklılıklarla değişmektedir (Ünlü ve Tunç, 2007)

Çanakkale ilinin iki önemli tatlı su kaynağı olan Sarıçay ve Biga Çayları ile ilgili yapılan literatür taramaları sonucunda çalışmamızda yer alan fizikokimyasal ve bakteriyolojik parametrelerin tamamını içeren, her iki çayda saptanan kirlilik düzeylerinin karşılaştırıldığı ve elde edilen verilerin istatistiksel metotlarla desteklendiği bilimsel araştırmalara rastlanılamamıştır. Bununla beraber Kıta içi su kaynaklarının kalite kriterlerini belirlemede bazı fizikokimyasal parametreler ile bakteriyolojik parametreler kullanılmaktadır (Anonim, 2004). Bu nedenle Sarıçay ve Biga Çaylarında fiziksel (sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik), kimyasal (çözünmüş oksijen, BOİ), ve bakteriyolojik (sülfat redükleyen bakteriler, denitrifikasyon yapan bakteriler, amonifikasyon yapan bakteriler, Toplam Canlı Sayımı ve Total - Fekal Koliform bakteriler) parametreleri kapsayan bir araştırma tasarlanmış ve bu çayların kirlilik düzeyleri hakkında doğru bilgilere ulaşabilmek amacıyla her iki çaydanda kirlilik kaynaklarını temsil edebilecek üçer istasyon seçilmiştir.

Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular öncelikle Çayların istasyonları bazında kendi aralarında sonrasında iki Çayın birbiriyle karşılaştırılması şeklinde değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar diğer literatür bilgileriyle de mukayese edilmiştir.

Su sıcaklığındaki değişimler, sucul yaşamın geniş tolerans oranından dolayı kirlenmemiş su kaynaklarında önemli olmayabilir. Fakat kirlenmiş sularda sıcaklığın; çözünmüş oksijen ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅) üzerindeki derin etkisinden dolayı önemlidir. Suyun sıcaklığındaki artış su kaynağında bulunan balık, bitki ve diğer canlıların yaşamı için gerekli olan serbest oksijen miktarının azalmasına neden olabilmektedir. Nehir, çay gibi su kaynaklarındaki sıcaklık değişimleri mevsimler, coğrafi konum, örnekleme zamanı ve nehre giren atıkların sıcaklığından etkilenmektedir (Ahipaty ve Puttaiah, 2006). Çalışmamız sonucunda Sarıçay ve Biga çaylarına ait istasyonlarda elde edilen su sıcaklığı değerlerinin mevsimsel değişimlerden etkilendiği dolayısıyla kış aylarında görülen önemli derecedeki düşüşün aksine, yaz aylarında artış gösterdiği görülmektedir. Sarıçay'da ve Biga Çaylarında I. istasyondan III. istasyona gelene kadar su

sıcaklığının birkaç derece oynadığı görülmektedir. Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasında su sıcaklığının en fazla 25 °C olması istenmektedir. Bu bakımdan standardın dışındaki sular II., III. ve IV. sınıf sular kapsamına girmektedir. Araştırmamızda Sarıçay'da I. istasyonun ortalaması $18,09 \pm 2,30$ °C, II. istasyonun ortalaması $17,40 \pm 2,16$ °C, III. istasyonun ortalaması $17,72 \pm 2,03$ °C; Biga Çayı'nda I. istasyonun ortalaması $15,55 \pm 2,47$ °C, II. istasyonun ortalaması $15,32 \pm 2,37$ °C, III. istasyonun ortalaması $15,73 \pm 2,31$ °C'dir. Genel ortalama itibariyle her iki çayda sınır değerler içerisinde kalmakta ancak Sarıçay'da özellikle Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında; Biga Çayı'nda ise I. istasyonda Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında; diğer iki istasyonda ise Ağustos ve Eylül aylarında sınır değerini aştığı saptanmıştır.

Yüksek (2003), Sarıçay'da yapmış olduğu araştırmada sıcaklık değerlerini Cumapazarı mevkiinde 17 °C, Sanayi mevkiinde 15 °C, Yeniköprü mevkiinde 15 °C, Kurşunlu-Dörtüol mevkiinde 15 °C, Atikhisar Barajı çıkışında 17 °C elde ederken; Çakır (2004) ve Sağır (2005) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Ancak araştırmamızda ve diğer çalışmalarda elde edilen tüm sıcaklık değerlerinin Çanakkale İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nün (Anonim, 2005) elde ettiği değerlerden düşük olduğu belirlenmiştir.

Biga Çayı'nda ise Ayan (2005) tarafından yapılan çalışmada ortalama sıcaklık değerlerinin Bakacak Köyü mevkiinde $14,27 \pm 5,17851$ °C, Biga merkezde $15,17 \pm 5,835835$ °C ve Çavuşköy çıkışında $16,57 \pm 7,107913$ °C saptandığı; Yayıntaş ve ark. (2007a,b) tarafından yapılan çalışmalar ile Çanakkale İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nün (Anonim, 2005) elde ettiği değerlerin de bu sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen veriler bu sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Her iki Çay sıcaklık bakımından karşılaştırıldığında Sarıçay'da Biga Çayı'na göre 3 °C'ye ulaşan farkların olduğu bu farkında coğrafi konumlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Suyun asit ve alkali özellikte olduğu pH ile tesbit edilmektedir. Biyolojik yaşam için uygun olan hidrojen iyon konsantrasyon değeri oldukça sınırlı ve kritik aralıkta olup su kaynaklarındaki yaşamın korunması ve istenmeyen kimyasal reaksiyonların önlenmesi için Kıta içi su kaynaklarında 6 - 9 dışında pH değerleri istenmez. Bu değerler dışındaki sonuçların bulunması halinde çok kirlenmiş sudan söz edilir. Çalışmamızda Sarıçay'dan alınan numunelerde I. istasyonun ortalaması $7,7575 \pm 0,0768$; II. istasyonun ortalaması

7,6450 ± 0,0772; III. istasyonun ortalaması 7,703 ± 0,111; Biga Çayı'nda ise I. istasyonun ortalaması 7,5867 ± 0,0869; II. istasyonun ortalaması 7,440 ± 0,113; III. istasyonun ortalaması 7,4967 ± 0,0868 olarak belirlenmiştir. Tüm istasyonların yıllık ortalaması Sarıçay için 7,7018 ± 0,0325; Biga Çayı için 7,5078 ± 0,0427 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlarımıza göre her iki çayda asit ve alkalilik yönünden aşırı bir kirlenme gözlenmemektedir. Sarıçay'da, Yüksek (2003), Çakır (2004), Sağır (2005) ve Çanakkale İl Çevre ve Orman Müdürlüğü (Anonim, 2005) tarafından elde edilen veriler çalışmamızda elde edilen pH değerlerini destekler niteliktedir. Benzer şekilde elde ettiğimiz veriler Biga Çayı'nda Ayan (2005) ve Yayıntaş ve ark. (2007a,b) tarafından elde edilen verilerle paralellik göstermektedir. Her iki Çayın pH değerlerinin kıtaiçi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre I. sınıf su özelliği gösterdiği görülmektedir.

Her iki Çayın pH değerleri karşılaştırıldığında aralarında kayda değer bir fark oluşmadığı ve her iki çay için ortalama değerlerin biyolojik yaşamın devamlılığına uygun olduğu görülmektedir.

İletkenlik, sulara çözülmüş katıların konsantrasyonundaki değişimi ifade etmektedir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Elektriksel iletkenlik, suda iyonlarına ayrılan maddelerin toplam konsantrasyonlarına ve sıcaklığa bağlıdır (Ayan, 2005). Elektriksel iletkenlik, çözülmüş katı maddelerden (nitrat, karbonat, sülfat, klorür, sodyum, potasyum, kalsiyum vb.), özellikle de çözülmüş tuzlardan ileri gelmektedir (Turan, 2007). Sudaki iyonların derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artar, dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir göstergedir. Sanayideki kirliliğin yüksek olduğu dere ve akarsularda 4500 - 5000 µS/cm civarlarında okunabilmekte buna bağlı olarak da tuzluluk ve diğer kimyasal parametrelerde dolayısıyla KOİ değerinde artış göstermektedir ([http:// www.lab-cevreorman.gov.tr /hie /su_ degerlendirme.pdf](http://www.lab-cevreorman.gov.tr/hie/su_degerlendirme.pdf)). Bununla beraber Elektrik iletkenliği su içerisindeki çözülmüş tuzların kalite ve kantitesini gösterir. Suda çözülmüş tuzlar primer produktivitede ve fotosentez de kullanıldığı için dolayısıyla suyun biyolojik verimliliğinde önemlidirler. Bununla birlikte suyun tuzluluğu ile de direkt olarak ilişkilidir. Bu yüzden elektrik iletkenlik seviyesi yüksek sular daha verimlidir (Kaya, 2007).

Dülger (2002), Uluabat Gölünde elektrik iletkenliğini yıllık ortalama bakımından Uluabat köyü göl ayağında 425,58 ± 67,43 µS/cm, Uluabat köyü göl ayağı açıklarında 428,16 ± 52,51 µS/cm, Eskikaraağaç köyü açıklarında 427,16 ± 66,47 µS/cm, Akçalar kasabası kıyısında ise 429,83 ± 75,95 µS/cm olarak gözlemiştir. Tüm istasyonların

ortalamasını ise $427,96 \pm 64,22 \mu\text{S/cm}$ bulmuş ve buna göre göl suyunun ikinci sınıf su kalitesine dahil olduğunu tespit etmiştir.

Çalışmamızda Sarıçay'da yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri I. istasyonda $14,94 \pm 2,57 \mu\text{S/cm}$, II. istasyonda $17,68 \pm 2,46 \mu\text{S/cm}$, III. istasyonda $22,87 \pm 1,81 \mu\text{S/cm}$; genel ortalama ise $18,50 \pm 2,33 \mu\text{S/cm}$, Biga Çayı'nda ise yıllık ortalama I. istasyonda $867,2 \pm 61,6 \mu\text{S/cm}$, II. istasyonda $877,3 \pm 62,3 \mu\text{S/cm}$, III. istasyonda $865,3 \pm 60,4 \mu\text{S/cm}$; genel ortalama ise $869,93 \pm 3,72 \mu\text{S/cm}$ olarak bulunmuştur.

Sarıçay'da III. istasyonda iletkenliğin diğer istasyonlara nazaran yüksek oluşu, denize en yakın istasyon oluşu sebebiyle maruz kaldığı madde yoğunluğuyla açıklanabilir. Ayrıca her iki çayda da kış aylarında düşen iletkenlik değerlerinin sebebinin yağışların artışıyla beraber su akımının da yükselmesinin, çözünmüş katı madde konsantrasyonunda düşmeye neden oluşuyla açıklanabilir. Bu durum Kara ve Çömlekçioğlu (2004) tarafından elde edilen verilerle paralellik göstermektedir.

Yüksek (2003), Sarıçay'da yaptığı çalışmada ortalama elektriksel iletkenlik değerlerini; Cumapazarı mevkiinde $1171 \mu\text{S/cm}$, Sanayi mevkiinde $546 \mu\text{S/cm}$, Yeniköprü mevkiinde $531 \mu\text{S/cm}$, Kurşunlu-Dörtüol mevkiinde $482 \mu\text{S/cm}$, Atikhisar Barajı çıkışında $406 \mu\text{S/cm}$ olarak belirlemiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler Yüksek (2003) ve Kaya (2007) tarafından elde edilen değerlere nazaran çok düşüktür.

Ayan (2005), Biga Çayında elektriksel iletkenlik değerlerini Bakacak Köyü mevkiinde $984,33 \pm 196,90 \mu\text{S/cm}$, Biga merkezde $1083,5 \pm 227,83 \mu\text{S/cm}$ ve Çavuşköy çıkışında $1224,0 \pm 320,36 \mu\text{S/cm}$ olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda elde edilen elektriksel iletkenlik sonuçları Ayan (2005) tarafından yapılan çalışma sonuçlarından farklı olmakla beraber paralellik göstermektedir.

Bu değerlere göre elektriksel iletkenlik bakımından Sarıçay I. sınıf, Biga Çayı ise III. sınıf su kalite sınıfına girmektedir. İki çay arasında elektriksel iletkenlik bakımından önemli derecede farklılık görülmesi; 2003 yılı itibarı ile Biga ilçesindeki Tabaklar odasına kayıtlı yaklaşık 35 deri işletmesine ait atık suların ilçe merkezinden geçen Biga Çayı'nı kirletmesi (Karslıoğlu ve ark., 2004) ve Biga ovasında görülen tuzlanmadaki artış ile açıklanabilir.

Çözünmüş oksijenin suda varlığı, sucul hayatın devamı ve suyun estetik kalitesi açısından temel öneme sahip olduğundan en çok kullanılan su kalitesi parametresidir (Turan, 2007). Ayrıca çözünmüş oksijen konsantrasyonu suyun kirlenme düzeyini, organik

madde konsantrasyonu ve kendi kendine ne derecede temizlenebileceği hakkında fikir vermektedir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Aerobik mikroorganizmaların ve diğer aerobik canlıların solunum fonksiyonu için çözülmüş oksijen gerekmektedir. Ancak oksijen su içinde çok az çözünmektedir. Doğal sulardaki çözülmüş oksijen miktarını sıcaklık, suyun saflığı (tuzluluk, askıda katı madde vb.), gaz çözünürlüğü ve atmosferik basınç gibi fiziksel şartlar belirlemektedir (Turan, 2007). Çözülmüş oksijen sucul ortamda sürmekte olan biyolojik, biyokimyasal ve suyun organik madde yükünün bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir (Dülger, 2002). Düşük çözülmüş oksijen konsantrasyonu toksik maddelerle bir arada bulunduğu sucul ekosistemdeki zarar artmaktadır. Çünkü bazı ağır metallerin (çinko, kurşun, bakır gibi) toksik etkisi düşük çözülmüş oksijen konsantrasyonlarında daha da artmaktadır (Ünlü ve Tunç, 2007). Kıtaiçi su kaynaklarında çözülmüş oksijen değeri 3 mg/L'den az ise adı geçen su çok kirli demektir (Anonim, 2004).

Dülger (1997), Bursa Nilüfer Çayı'nda yapmış olduğu çalışmada Dereçavuş istasyonunda Ocak ayında 1 mg/L, Şubat ayında 7,60 mg/L, Mart ayında 5,0 mg/L, Mayıs ayında 3,5 mg/L, Haziran - Kasım ayları arasında 0,0 mg/L, Aralık ayında 0,3 mg/L olarak belirlemiştir. Dülger (2002), Uluabat köyü göl ayağında $2,56 \pm 0,83$ mg/L, Uluabat köyü göl ayağı açıklarında $2,15 \pm 0,64$ mg/L, Eskikaraağaç köyü açıklarında $2,40 \pm 0,80$ mg/L, Akçalar kasabası kıyısında ise $1,97 \pm 0,62$ mg/L olarak tespit etmiştir.

Başkan ve Saygı (2002), İzmir Körfezindeki Kirliliğin nedenlerini belirlemek amacıyla çözülmüş oksijenin bağımlı değişken; tuzluluk, pH, fosfat, amonyum, nitrit ve nitrat (azot toplamı) gibi fizikokimyasal parametrelerinde bağımsız değişkenler olduğu istatistiksel bir model hazırlamışlardır. Elde edilen veriler ışığında çözülmüş oksijen ile derinlik ve fosfat arasında önemli düzeyde negatif; azot toplamı ile pozitif korelasyon saptanmıştır.

Yüksek (2003) Sarıçay'da belirlediği 5 istasyondan; Cumapazarı mevkiinde 5 mg/L, Sanayi mevkiinde 5 mg/L, Yeniköprü mevkiinde 5 mg/L, Kurşunlu-Dörtyol mevkiinde 7 mg/L, Atikhisar Barajı çıkışında 8 mg/L olduğunu; bakteriyal kirlilik yükünün az olduğu IV. ve V. istasyonda çözülmüş oksijen miktarının daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir. Ayan (2005), Biga Çayı'nda yapmış olduğu çalışmada çözülmüş oksijen değerlerinin ortalamalarını I. istasyonda (Bakacak köyü altı) $8,90 \pm 0,6$ mg/L, II. istasyonda (Biga merkez) $8,17 \pm 1,057728$ mg/L, III. istasyonda (Çavuşköy çıkışı) $5,07 \pm 2,674232$ mg/L; genel ortalamalarını ise $7,38 \pm 2,3562$ mg/L olarak saptamıştır. Çanakkale İl Çevre ve

Orman Müdürlüğü (Anonim, 2005) tarafından 2004 yılında yapılan analizler sonucunda Biga Çayında I,II ve III. istasyonda sırasıyla 8,8 mg/L, 6,6 mg/L ve 6,8 mg/L değerleri elde edilmiştir. Yayıntaş ve ark., (2007a,b) tarafından Biga Çayında yapılan her iki çalışmada ise tüm istasyonlarda çok kirli su sınıfının çözünmüş oksijen değerinin (< 3 mg/L) üstünde, (4,15 – 8,03 mg/L) arasında değerler elde edildiği ve sudaki yüksek çözünmüş oksijen değerlerine çaydaki yüksek akış hızının neden olduğu bildirilmiştir.

Çalışmamızda Sarıçay'da saptadığımız çözünmüş oksijen değerlerinin ortalamaları I. istasyonda $8,387 \pm 0,924$ mg/L, II. istasyonda $6,243 \pm 0,489$ mg/L, III. istasyonda $6,721 \pm 0,588$ mg/L; Biga Çayında ise I. istasyonda $8,837 \pm 0,593$ mg/L, II. istasyonda $8,112 \pm 0,669$ mg/L, III. istasyonda $8,048 \pm 0,699$ mg/L olarak saptanmıştır. Genel ortalamaları ise Sarıçay'da $7,117 \pm 0,650$ mg/L ve Biga Çayında $8,332 \pm 0,253$ mg/L'dir. Sarıçay'da elde ettiğimiz çözünmüş oksijen verileri; Yüksek (2003) ve Çanakkale İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'nün (Anonim, 2005) elde ettiği verilerle paralellik göstermektedir. Biga Çayında ise elde ettiğimiz veriler I. ve II. istasyon bakımından Ayan (2005) tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterirken; III. istasyonun çözünmüş oksijen değerleri Ayan (2005) tarafından elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum Ayan (2005) tarafından en kirli istasyon olarak adlandırılan Çavuşköy çıkışının çözünmüş oksijen değerlerini azaltan kirlilik etmenlerinde azalmalar olduğunu gösterebilir. Biga Çayında çözünmüş oksijen değerlerimiz Yayıntaş ve ark., (2007a,b) tarafından elde edilen değerlerle örtüşmektedir. Benzer şekilde Biga Çayındaki yüksek çözünmüş oksijen değerlerini bizde özellikle kış aylarında çayda görülen yüksek akış hızına bağlayabiliriz.

Akarsu ve çaylarda atık maddelerin karıştığı noktadan itibaren akarsuyun akımı ile taşınması nedeniyle, sonraki bölgeler mikroorganizmaların bu maddeleri aktif olarak ayrıştırdığı bölgelerdir. Bu ayrıştırma işlemi biyolojik oksijen ihtiyacını arttırdığı için sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu düşmektedir (Akman ve ark., 2000; Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Bu nedenle her iki çayda da III. istasyondaki ortalama çözünmüş oksijen değerleri ilk iki istasyona göre düşük çıkmıştır.

Sarıçay'da I. istasyonda yaz aylarında artış görülmesi yönünde bazı sapmalar olmakla beraber genel olarak her iki çayda da çözünmüş oksijen miktarında sıcaklığa bağlı olarak bir periyodisite görülmüştür. Çay suları özellikle sıcaklığın ve produktivitenin arttığı yaz aylarında oksijence daha fakir olmuş, kış aylarında ise su sıcaklığındaki düşme ile birlikte oksijenin çözünürlüğü artmış ve daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Bu durum çözünmüş oksijen miktarı ile sıcaklık, değerinin ters orantılı olduğunu

göstermektedir. Genel ortalamaları itibariyle her iki çayda I. sınıf su kalite sınıfına girmektedir. Ancak Sarıçay'da Haziran ayında II. istasyon III. kalite; III. istasyon ise IV. kalite su sınıfına girmektedir.

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), su kaynaklarında süspans ve çözülmüş halde bulunan organik madde bakımından su kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli parametredir (Ahipaty ve Puttaiah, 2006). BOİ₅, mikroorganizmaların yaşamlarını sürdürmek ve gelişip çoğalmak için gerekli metabolik aktiviteleri sırasında harcadıkları oksijen miktarıdır (Müezzinoğlu ve Efeoğlu, 1990). Deney suda oksijen ihtiyacını belirleyerek sitokiyometrik olarak organik madde miktarına geçebilecek şekilde hazırlanıp standartlaştırılmış bir deneydir (Uslu ve Türkman, 1987). Kıta içi su kaynaklarında BOİ₅ değeri 20 mg/L'den daha büyükse adı geçen su kaynağı çok kirli su olarak nitelendirilir (Anonim, 2004). Kıran (2000), Büyükçekmece Gölü'nün bakteriyolojik kirlenme parametrelerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada BOİ₅ değerlerinin 2 – 110 mg/L arasında değiştiğini saptamıştır. Karacaoğlu (2000), Uluabat Gölü'nde Temmuz 98 – Ağustos 99 tarihleri arasında yaptığı çalışmasında BOİ₅ değerlerini 0,97 – 9,23 mg/L arasında değiştiğini bildirmiştir. Dülger (2002) yine Uluabat Gölü'nde yaptığı çalışmada BOİ₅ değerlerinin 13,33 ± 3,74 mg/L ile 30,33 ± 5,89 mg/L arasında değiştiğini belirtmiştir. Yüksek (2003), Sarıçay'da yaptığı çalışmada Cumapazarı mevkiinde 32 mg/L, Sanayi mevkiinde 28 mg/L, Yeniköprü mevkiinde 20 mg/L, Kurşunlu-Dörtüol mevkiinde 9 mg/L, Atikhisar Barajı çıkışında ise 9 mg/L olarak belirlemiştir. Çanakkale İl Çevre ve Orman Müdürlüğü (Anonim, 2005) tarafından 2004 yılında yapılan analizler sonucunda Sarıçay'da BOİ₅ değerlerini Atikhisar Barajı – Kurşunlu Köyü arasında 8 mg/L, Truva Köprüsü (Sosyal Konutlar önü) mevkiinde 18 mg/L, Tahta Köprü altında 28 mg/L olarak belirlerken; Biga Çayı'nda, Çan İlçesi Girişinde 8 mg/L, Çan İlçesi Çıkışında 22 mg/L; Biga İlçesi Çıkışında 34 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Ayan (2005) tarafından Biga Çayı'nda yapılan çalışmada I. istasyonun ortalaması 42,08 ± 19,70 mg/L, II. istasyonun ortalaması 75,83 ± 30,36 mg/L, III. istasyonun ortalaması ise 177,50 ± 83,57 mg/L ve yıllık genel ortalamayı ise 98,47 ± 77,55 mg/L olarak saptamıştır.

Çalışmamızda ortalama BOİ₅ değerleri Sarıçay'da I. istasyonda 138,8 ± 27,2 mg/L, II. istasyonda 103,5 ± 26,6 mg/L, III. istasyonda 269 ± 127 mg/L, Sarıçay'da genel ortalama 170,4 ± 50,3 mg/L; Biga Çayı'nda ise I. istasyonda 131,6 ± 59,1 mg/L, II.

istasyonda $138,7 \pm 43,0$ mg/L, III. istasyonda $139,5 \pm 23,4$ mg/L ve genel ortalama $136,60 \pm 2,51$ mg/L olarak hesaplanmıştır.

Sarıçay ve Biga Çayında elde edilen veriler incelendiğinde özellikle Şubat ve Mart aylarında BOI_5 değerlerinde anormal derecede artışların gözlemlendiği görülmektedir. Bu durum diğer bakteriyolojik parametrelerde de artışlarla kendini göstermektedir. Bu anormal değişimlerin çevrede her iki Çayı'n çevresinde bulunan sanayi kuruluşlarından çaylara yüksek oranda atık girdisine bağlanabilir. Bunun tam tersine bazı aylarda görülen düşük BOI_5 değerleri de çaylara giren seyrelme suyundan kaynaklanmaktadır.

Sarıçay'da elde ettiğimiz veriler Yüksek (2003) ve Anonim (2005) ile karşılaştırıldığından çalışmamızda elde edilen BOI_5 değerlerinin genel ortalama itibariyle önceki çalışmalarda elde edilen değerlerden çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Biga Çayında ise değerlerimiz Ayan (2005) tarafından elde edilen değerlerle benzerlik göstermekte özellikle III. istasyonda ise küçük oranda bir düşüş olduğu gözlenebilmektedir. Her iki Çay değerleri karşılaştırıldığında Sarıçayın BOI_5 bakımından Biga Çayı'na göre daha yoğun bir atık girişine maruz kaldığı söylenebilir. Bununla beraber her iki çayda BOI_5 değerleri bakımından IV. kalite su sınıfına girmektedir.

Yağmur suları tabiatın belki en temiz sularıdır, pek az yabancı madde içerir. Yağmurun yere düşmesi çoğunlukla havada fırtına ve şimşek çakmasıyla birlikte olur ki; bu sırada meydana gelen elektrik su buharına etki ederek onu kısmen elementlerine, yani hidrojen ve oksijene ayırır. Havanın temel bileşiminde bulunan azotu bu hidrojenle birleştirerek amonyak ve bununda karbondioksit ile birleşmesinden amonyum karbonat ve yine elektrik etkisiyle oluşan nitrit ve nitrat asidinden amonyum-nitrit ve nitrat yağmur suyunda çözülmüş olarak bulunur. Yağmur suyu yere düşünce yeryüzü sularına karışır. Dolayısıyla içme ve kullanma sularına bu yolla nitrat ve nitrit karışır (Uçar, 1990).

Sarıçay ve Kocabaş Çaylarına yağmur sularının yanı sıra yüksek oranlarda endüstriyel, evsel ve tarımsal atıkların verilmesi ve atıklardaki yoğun miktarlarda bulunan azot bileşikleri nedeniyle her iki Çayda azot bakımından kirlenmektedir. Serbest amonyak çoğu organizmalar için çok toksiktir. Fakat amonyum iyonu sadece orta derecede toksiktir. pH ve sıcaklık artarken serbest amonyağın oranı da artmaktadır. Amonyağın toksik etkisi oksijen eksikliği, sıcaklığın artışı ve diğer toksik maddelerin bulunması ile daha da artmaktadır (Uslu ve Türkman, 1987). Amonyağın su içerisinde bulunan klor bileşikleriyle reaksiyonu sonucu oluşan kloraminlerin, düşük konsantrasyonlarda dahi su canlıları

üzerinde zararlı etkiye sahip oldukları görülmüştür (Ünlü ve Tunç, 2007). Çanakkale İl Çevre ve Orman Müdürlüğü (Anonim, 2005) tarafından Sarıçay ve Biga Çayında üç istasyonda yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre ortalama nitrit ve nitrat düzeyleri belirlenmiştir. Elde edilen verilerde amonyak düzeylerine rastlanılmamıştır. Sarıçay'da Atikhisar Barajı - Kurşunlu Köyü Arası istasyonunda nitrit ve nitrat düzeyleri sırasıyla 0,001 mg/L ve 1,4 mg/L; Sosyal Konutlar Önü istasyonunda 0,03 mg/L ve 1,3 mg/L; Tahta Köprü Altı istasyonunda 0,04 mg/L ve 1,9 mg/L; Biga Çayında Çan İlçesi Girişi istasyonunda nitrit ve nitrat düzeyleri sırasıyla < 0,002 mg/L ve 2,8 mg/L; Çan İlçesi Çıkışı istasyonunda 0,02 mg/L ve 6,4 mg/L; Biga İlçesi Çıkışı 0,08 mg/L ve 7,8 mg/L olarak saptanmıştır (Anonim, 2005). Sarıçay'da Ilgar (2000), Odabaşı (2005) ve Selvi (2006) tarafından Biga Çayında Yayıntaş (2007a,b) tarafından yapılan çalışmalarla ağır metal kirliliklerine dikkat çekilmiş ancak amonyak, nitrit ve nitrat düzeylerini açıklayan bir çalışmaya her iki çayda da rastlanılmamıştır. Bununla beraber; Akbulut ve ark., (2006) tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübrenin belirli bir kısmının bitkilerce kullanıldığını, geriye kalan kısmının ise akarsulara karışarak insan ve çevre sağlığını tehdit ettiğini belirterek, benzer durumun Çanakkale ili içinde geçerli olduğunu bildirmişlerdir. Çanakkale ilinde sulu ve kuru tarım yapılan yaklaşık 338 bin hektar arazide kullanılan gübrede bulunan nitratın, bu arazileri sulayan doğal su kaynaklarındaki oranı; I. Sınıf Kıtaiçi Su Kaynaklarında olması gereken sınır değerinin üzerindedir. Bu durum önemli miktarda nitratın yağışlarla su kaynaklarına taşındığını kanıtlamaktadır.

Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde ötrofikasyon için toplam azotun 1 mg/L olması gerektiği bildirilmektedir. Asidik çevrelerde nitrit, nitrat ve azot monooksit (NO)'e parçalanır (kemodenitrifikasyon). Fakat nötral ve düşük bazik ortamda kimyasal olarak kararlıdır (Bock ve Knoop, 1992; Güngör ve Uçar, 2000). Azot çevriminde rol oynayabilen amonifikasyon ve denitrifikasyon yapan bakterilerin bu çalışmada her iki çay için çoklu tüp fermentasyon tekniği ile en muhtemel sayıları (EMS) bulunmuştur (Çizelge 4.1 - 4.6 ve Şekil 4.25 - 4.27 ve Şekil 4.22 - 4.24). Oldukça stabil bir bileşik olan amonyak ardışık olarak faaliyet gösteren litotrofik amonyak ve nitrit okside eden bakteriler tarafından kolaylıkla nitrifiye edilir. Bununla beraber bazı heterotrofik bakteriler, funguslar ve hatta alglerin nitrifikasyon işlemine katkıda buldukları ileri sürülmüştür. Ancak bu, bazı özel çevrelerle, örneğin asidik orman toprakları ve daha nötral organik topraklar ile sınırlıdır; ayrıca heterotrofik nitrifikasyonun son ürünü genellikle nitrittir (Bock ve ark., 1992).

Güngör ve Uçar (2000), İzmir İç Körfezinin su ve sedimentlerinde yaptıkları çalışmada amonyum azotunun Temmuz, Ekim ve Ocak aylarında ötrofikasyona işaret ederek 6 – 100 µm arasında değişen oldukça yüksek konsantrasyonlarda bu periyotlarda en bol bulunan inorganik azot formu olduğu vurgulamışlardır. Bununla beraber denitrifikasyon yapan bakterilerin İç Körfez'deki organik madde mineralizasyonuna önemli oranda karıştığı ve nitrifikasyon bakterilerinin de sedimentte hem aerobik hemde anaerobik su örneklerinde bulunduğunu belirlemişlerdir. Ancak, nitritin, nitrifikasyon bakterileri tarafından nitrate oksitlenerek bu ötrofik ortamda birikmediğini gözlemlemişlerdir. Nevondo ve Cloete (1999), 5 farklı su kaynağında yaptıkları çalışmada nitrat ve nitrit düzeylerinin açısından sağlık bakımından risk oluşturmayan 0 – 6 mg/L düzeyleri içinde kaldığını gözlemlemişlerdir. Dülger (1997) Nilüfer Çayı'nda denitrifikasyon yapan bakteri oranlarını Panayırdere sonrası istasyonunda Ağustos ayında 460×10^7 EMS/100 mL; Dereçavuş istasyonunda Ağustos ayında 460×10^7 EMS/100 mL ve Göbelye istasyonunda Temmuz ve Ağustos aylarında 1100×10^7 EMS/100 mL olarak belirlerken; amonifikasyon yapan bakterileri ise yine aynı istasyonlarda Panayırdere sonrası istasyonunda Temmuz ayında 64×10^8 EMS/100 mL, Dereçavuş istasyonunda Temmuz ve Ağustos aylarında 23×10^8 EMS/100 mL; Göbelye istasyonunda ise Haziran ayında 150×10^8 EMS/100 mL olarak saptamıştır. Yine Dülger (2002) Uluabat Gölünde yaptığı çalışmada tüm istasyonlarda denitrifikasyon bakterilerinin genel ortalamalarının 611973 ± 1171397 EMS/100 mL iken amonifikasyon yapan bakterilerin yıllık ortalamalarının $65008,3 \pm 169625,3$ EMS/100 mL olduğunu belirlemiştir. Henriksen ve ark. (1989), Danimarka sularında yaptıkları mikrobiyolojik analizler sonucunda nitrifikasyon bakterilerinin, amonifikasyon bakterilerine nazaran daha fazla izole edildiği ve sayımlarında büyük bir oran olduğunu bildirmiştir. Sarıçay ve Biga Çayları yüksek miktarda endüstriyel ve evsel atık verilmesi sonucu ve atıklarda yüksek miktarda azot bileşikleri bulunması sebebiyle azot bakımından kirlenmektedirler. Çalışmamızda azot çevriminde rol oynayabilen amonifikasyon ve denitrifikasyon bakteri değerleri bakımından; Sarıçay'da tüm istasyonların genel ortalamalarına bakıldığında denitrifikasyon bakterilerinin yıllık ortalamalarının 21500 ± 5087 EMS/100 mL; amonifikasyon yapan bakterilerin yıllık ortalamalarının ise 15708 ± 499 EMS/100 mL olduğu; Biga Çayında ise denitrifikasyon bakterilerinin yıllık ortalamalarının 18628 ± 1870 EMS/100 mL iken, amonifikasyon yapan bakterilerin yıllık ortalamalarının 25022 ± 3930 EMS/100 mL olduğu belirlenmiştir. Gerek amonifikasyon gerekse denitrifikasyon yapan bakterilerin çokluğu bu çayda azot çevriminin olduğunu göstermektedir. Azot

dönüşümlerinin en önemli basamakları denitrifikasyon, amonifikasyon ve nitrifikasyondur. Suda organik azot fakültatif aerobik mikroorganizmalar aracılığı ile amonifikasyon işlemi ile amonyum azotuna dönüşür. Amonifikasyon yapan bakterilerin çokluğu Çayın ne kadar organik azotça kirlendiğini gösterir. Amonyum azotu ise ortamda bulunabilecek *Nitrosomonas* gibi nitrit bakterileri tarafından aerobik ortamda nitrite dönüştürülmektedir. Nitrifikasyon denen bu iki aşamalı olayı gerçekleştiren bakteri türlerinin çalışmamızda izole edilmesi çayda nitrifikasyon işleminin olduğunu kanıtlamaktadır. Anoksik koşullarda nitrat, denitrifikasyon işlemiyle nitrite ve anaerobik denitrifikasyon işlemiyle de azot gazına dönüşmektedir. Denitrifikasyon bakterilerinin çokluğu da bu çayda anaerobik koşullarda denitrifikasyon işleminin gerçekleştiğini göstermektedir.

Her iki çaya da farklı formlarda olmakla beraber yoğun bir azot girişinin olduğu görülmektedir. Her iki Çayın ortalamaları arasında paralellikler saptanırken; bu değerler Dülger (1997) ve Dülger (2002) tarafından elde edilen sonuçların oldukça altındadır. Kaya (2007), evsel atıklardan iç sulara ulaşan lağım atıklarında organik maddenin yanında deterjan, fosfat ve nitrat ve diğer endüstriyel atıkların olduğunu bildirmiştir. Bu durumda şehir merkezinden geçmeleri sebebiyle evsel kirliliğe maruz kalan her iki çaydaki nitrat kirliliğinin nedenini açıklayabilir. Bununla beraber sonuç olarak Sarıçay ve Biga Çaylarında, içerdikleri azottan dolayı olumsuz etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu etkiler, nitrifikasyon süreçleri nedeniyle sularda oksijen bilançosunun etkilenmesi, sularda yaşayan organizmalara serbest amonyak ve nitratın yaptığı toksik etkiler, su arıtması sırasında içme sularında nitrit derişimlerinin artması ve bunun toksik etkileri olarak gruplanabilir.

Biyojenik kökenli sülfür, asimilatif ve disimilatif sülfat redüklenmesinden kaynaklanır. Sülfat, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından asimilasyon işlemi aracılığıyla organik sülfür bileşiklerinin biyosentezi için sülfür kaynağı olarak kullanılır. Doğal sulardaki sülfatın başlıca kaynakları; magmatik kayalar, deri, selüloz, tekstil, sülfirik asit, metalürji endüstrisi atıksuları, asit yağmuru ve kükürt içeren maden sahalarının drenaj suları yüzey ve yeraltı sularındaki sülfat miktarını arttıran kaynaklardır. Yerleşim bölgelerinde evsel atıksuların yüzeysel sulara boşaltılması veya çeşitli yollarla yeraltı suyuna sızması, bu sulardaki sülfat derişimini yükseltir. Yüzey sularında sülfat derişimi birkaç mg/L ile binlerce mg/L arasında değişebilir (http://www.lab-cevreorman.gov.tr/hie/su_degerlendirme.pdf).

Biyolojik materyalde kükürt genellikle indirgenmiş formda (örneğin sistein gibi amino asitlerde sülfür (S⁻²) olarak) bulunur. Aerobik koşullar altında bu materyalin

parçalanması esnasında organik kükürt, önce okside edilir ve ardından sülfat bileşiğine dönüşür. Anaerobik koşullar altında kükürt, hidrojen sülfür (H₂S) bileşiğine dönüşür. Hidrojen sülfürün diğer önemli kaynağı olan disimilatif sülfat redüklenmesi, anaerobik ortamlarda sülfat redükte eden bakteriler (*Desulfotomaculum* sp., *Desulfovibrio* sp.) tarafından gerçekleştirilir. Bu işlemde bakteriler, organik bileşiklerin veya moleküler hidrojenin oksidasyonu için sülfatı elektron alıcısı olarak kullanabilirler. Kükürt esasen dip sularına çöken veya orda üretilen organik materyalden bakteriyal sülfat redüklenmesi tarafından transfer edilen kimyasal enerjinin büyük bir kısmını içerir. Oksijen varlığında bu enerji sülfid oksidasyonunu katalizleyebilen renksiz sülfür bakterileri tarafından kullanılır; sonuç olarak kimyasal enerji kısmen bakterilerin biyoması içinde korunur (Güngör ve Uçar, 2000).

Sülfür bakterileri; göllerin, nehirlerin, haliçlerin ve limanların dip çamurlarında bulunurlar. Yüzeysel sularda insan faaliyetleri sonucu aşırı sülfür bakterisi üremesi olduğunda bu şekildeki büyümeler dolaylı kirleticiler olur. Oksidatif sülfür bakterileri sadece H₂S'in bulunduğu bölgelerde gelişme gösterirler. Anaerobik olarak bilinen sülfat redükleyici bakterilerin Sarıçay ve Biga Çaylarının aerobik su kolonundan izole edilmeleri oldukça dikkat çekicidir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda sülfat redükte eden bakterilerin çok daha esnek metabolik kapasiteye sahip olduklarına dair yeni kanıtlar elde edilmiş ve bu bakterilerin aerobik koşullarda dormant (uyku, dinlenme hali) halde kalarak dayanabilmelerinin ötesinde nitrat ve hatta oksijen ile solunum yapabildikleri gösterilmiştir (Jorgensen ve Bak, 1991).

Güngör ve Uçar (2000), İzmir İç Körfezi'nin sediment yüzeyleri tüm örnekleme dönemi boyunca *Thiobacillus* ve *Beggiatoaceae* üyelerini barındırmasına karşın *Thiobacillus*'ların denemeye alınan su örneklerinden sadece birkaçında bulunmasından dolayı su kolonunun bu genus için uygun olmadığını düşünmüşlerdir. Nispeten yüksek oksijen ve çok düşük H₂S konsantrasyonlarına sahip olan İç Körfez'in su kolonu söz konusu renksiz sülfür bakterileri için elverişli görünmemektedir. Bu bakteriler H₂S ve O₂'nin bir arada bulunduğu mikroaerobik habitatlarda yaygın olarak gelişen gradient organizmalardır (Kuenen ve ark., 1992). Buna karşın anaerobikleşen su ve sediment örneklerinde *Thiobacillus*'ların mevcut olması bu ortamda anaerobik olarak büyüeyebilen türlerin baskın olabileceğini işaret etmektedir. Jannasch ve ark. (1972), tamamen anaerobik olan Karadeniz'in sedimentlerinde ve su kolonundan toplanan örneklerde *Thiobacillus* genusunun bulunduğunu rapor etmişlerdir. Kıyısız bir deniz sedimentinde *Beggiatoa*'nın

dağılımını araştıran Jorgensen (1977), sedimentin üst birkaç mm'sinde bu organizmanın yüzeyi tamamen kaplamamakla birlikte yıl boyunca mevcut olduğunu saptamıştır. Filament biçimindeki bu renksiz sülfür bakterilerinin indirgenmiş sülfür bileşiklerini okside ettikleri metabolik faaliyetleri sonucunda buldukları yüzey sedimentlerinin sülfür içeriğini daha derin sedimentlerinkinden beş kat zenginleştirerek elemental sülfür depoladıkları bildirilmiştir (Grant ve Bathmann, 1987).

Sülfat redüklenme oranlarını ölçen araştırmacıların çalışmaları (Christensen, 1989; Jorgensen ve Bak, 1991); sülfat redüklenmesinin hem indirgeyici sediment tabakalarında hem de oksitlenmiş ve hatta aerobik yüzey tabakalarında oluştuğunu ve bu işlemin organik madde mineralizasyonunun ana mekanizması olduğunu doğrulamıştır.

Brown ve ark. (1982), Alaska'da altın - madeni drenajına maruz kalabilecek 35 nehirde arsenik oranı ve asidofilik demir ve sülfür okside edebilen *Thiobacillus ferrooxidans* bakterisinin miktarını araştırmıştır. Altın - madeni drenajından etkilenen 9 nehirde 8'inde, etkilenmeyen 26 nehirde 1'inde *T. ferrooxidans* bakterisinin bulunduğu belirtilmiştir.

Fernández ve Vilda (1988), Guadalquivir nehrinin bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile beraber sülfür bileşenlerinin transformasyonuna sebep olan bazı mikroorganizmaların yoğunluğunu incelemiştir. Yoğunluk olarak nehirde sırasıyla *Thiobacillus thioparus* > Sülfat redükleyenler > *T. denitrificans* > *T. thiooxidans* bakterilerinin varlığını saptamışlardır. Bununla beraber yapılan regresyon analizine göre bu bakteri yoğunluklarının sıcaklık ve permanganatın asitleşme yeteneğine bağlı olarak değiştiği de belirtilmiştir.

Eashwar ve ark. (1990), Hindistan'da Tutucarın liman sularında *Thiobacillus* bakterilerinin varlığını ortaya koymuşlardır. Liman sularına yüksek seviyede yükleme ve boşaltma işlemleri esnasında elemental sülfür girdisi olmaktadır. Araştırmacılar elde ettikleri *Thiobacillus* izolatlarından en sık olarak *T. thiooxidans* ve *T. ferrooxidans* türlerini tanımlamışlardır. Diğer izolatlar ise *T. neopolitanus*, *T. thioporus*, *T. concretivorus* ve *T. neopolitanus*'un her zaman disposal organik atık ve çamurda bulunduğunu belirleyen araştırmacılar sularda *T. thiooxidans* ve *T. ferrooxidans*'in bulunmasını lokal popülasyonun varlığının indikatörü olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda Sarıçay'da Ekim, Kasım, Aralık 2007 örnekleme zamanları ve Biga Çayında Ekim 2007 örnekleme zamanı haricinde her istasyonda çok yüksek sayılarda sülfat redükleyen bakteriler tesbit edilmiştir

(Çizelge 4.1 - 4.6 ve Şekil 4.16 – 4.18, Şekil 4.19 – 4.21). Ayrıca istasyonlardan alınan numunelerde *Thiobacillus denitrificans*, *T. thiooxidans*, *T. thioporus*, *T. ferrooxidans* izole edilmiştir. Bu durum her iki çayada yüksek oranda kükürtlü bileşiklerin karıştığı ve oksidatif sülfür bakterileri sadece H₂S varlığında ürediklerinden kirliliğin yüksek olduğunun göstergesidir (Droop ve Jannasch, 1977; Dülger, 2002). Ayrıca renksiz sülfür bakterileri evrensel olarak oksijen kullanmalarına rağmen bazı türleri, sülfür bileşiklerinin oksidasyonunun nitrat veya nitrit gibi azot oksitlerin redüksiyonuna bağlayarak anaerobik koşulları tolere edebilmektedir. Sahip oldukları metabolik kapasiteleriyle *Thiobacillus* üyelerinin her iki çayda da sülfür ve azot bileşiklerinin dönüşümlerinde önemli rol oynadıkları düşünülmektedir.

Sarıçay'a ait üç istasyon sülfat redükleyen bakteriler bakımından karşılaştırıldığında bakteri yoğunluğunun II. istasyonda daha fazla olduğu ve bunun yerleşim bölgeleri içinde kalan istasyonun; evsel atıksuların yüzeysel sulara boşaltılması veya çeşitli yollarla yeraltı suyuna sızması ve dolayısıyla bu sulardaki sülfat derişiminin yükselmesine bağlanabileceği düşünülmektedir.

Biga Çayı'nda sülfat redükleyen bakteriler bakımından karşılaştırma yapıldığında üç istasyonun bakteri yoğunluğu bakımından aynı olduğu söylenebilir. Bu durum Biga ilçesinde bulunan deri sanayi atıklarının homojen dağılacak şekilde çaya bırakıldığını göstermektedir.

Her iki çay ise ortalama sülfat redükleyen bakteri değerleri bakımından benzer verilere sahiptir. Bu durum her iki Çayı'nda evsel ve endüstriyel atıklarla yoğun biçimde kirlendiğinin bir diğer kanıtını oluşturmaktadır.

Sarıçay ve Biga Çay'larının derinliklerine ait Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün veya İl Çevre ve Orman Müdürlüğünün herhangi bir kaydına rastlanılamamıştır. Bununla beraber Sarıçay'a yeraltı sularının da katkıda bulunduğu ve Çanakkale Kirazlı Ovası'nda yeraltı suyundan akarsuya akışın, yıllık ortalama $2,7 \times 10^6$ m³/yıl civarında olduğu bilinmektedir. Aynı ovada denize akış miktarı ise $1,2 \times 10^6$ m³/yıl kadardır (Anonim, 2007). Debisi ise, en az 15 - 20 m³/sn, en yüksek 300 m³/sn arasında değişmektedir. Yıllık ortalama akım Çanakkale merkezde 1019 m³/saniye'dir. (Koç, 2006).

Biga Çayı'nın ise derinliği 50 cm'dir (Okumuş, 2006). Kazdağlarından doğan Biga Çayı'nın su potansiyeli 490 hm³/yıl'dır. Biga Çayı'nın (Kocabaş Çayı) yıllık ortalama akım değeri 17,96 m³/sn' dir. Akımın % 70'lik bir kısmı Aralık - Mart döneminde

meydana gelmektedir. Buna karşılık Haziran - Ekim döneminde akımın sadece % 3'lük bir kısmı görülmektedir. Biga Çayı'nda su derinliği ortalama ilkbaharda 1 m civarında olup, yazın 20 - 25 cm'ye kadar iner. Debisi, en az 15 - 20 m³, en çok 1345 m³'tür (Anonim, 2007).

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Biga ve Çanakkale merkezde istasyonları bulunmaması nedeniyle ile en yakın istasyonun verileri elde edilebilmiştir. Buna göre Çanakkale ilinde, en düşük sıcaklık 4,5 °C (Ocak 2008), en yüksek sıcaklık 26,1 °C (Ağustos 2008); en düşük toplam yağış 0,2 mm (Mayıs 2008), en yüksek toplam yağış 140,8 mm (Kasım 2007) ve buharlaşma oranları en düşük 40,2 mm (Ocak 2008), en yüksek 366,1 mm (Temmuz 2008) olarak ölçülmüştür. Ayan (2005) tarafından Çanakkale merkeze ait sıcaklık ve ortalama yağış değerleri incelendiğinde en düşük sıcaklığın 5,4 °C (Ocak 2005), en yüksek sıcaklığın 25,3 °C (Temmuz 2005), ortalama yağışın en düşük 0,2 mm (Eylül 2004), en yüksek 218,4 (Ocak 2008) olduğu belirtilmiştir. Bununla beraber; Okumuş (2006), Biga meteoroloji istasyonundan 1931 – 1990 yılları arasında alınan sıcaklık değerlerine göre Biga havzasında yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin 14,1 °C olduğunu; en düşük sıcaklığın 5,1 °C, en yüksek sıcaklığın ise 23 °C arasında değiştiğini; yıllık ortalama yüksek sıcaklık değerleri dikkate alındığında ise Temmuz ve Ağustos aylarında 29 °C ve yıllık ortalama düşük sıcaklık değerlerinin ise 1,9 °C ile Ocak ayında görüldüğünü bildirmiştir (Okumuş, 2006).

Suların bakteriyolojik kirlilik analizlerinde koliform testine ilaveten en çok kullanılan testler toplam canlı sayımlarıdır. İngiltere'de kısmi ve tam su kontrollerinde uygulanması önerilirken; Amerikan Standart Metotlarında her su analizinde koliform testi ile birlikte yapılması önerilmektedir. Ülkemizdeki mevzuata göre de yapılması istenilen bir testtir. Toplam canlı sayımı testi, içme ve kıta içi yüzeysel suların güvenilirliğini diğer bir ifade ile sağlığa zararlı olup olmadığını gösterme yönünden temel bir test olmamakla beraber, suyun temizlik derecesini ölçmede yararlı bir kriterdir. Diğer taraftan doğal olarak yüksek sayıda bakteri içeren sular sağlığa az veya çok zararlı kabul edildiğinden toplam canlı sayımı suyun kirlilik derecesi hakkında bir fikir verir (Kıvanç ve ark., 1996; Dülger, 2002). Fransa'da kıta içi suların sınıflandırılmasında toplam canlı sayım kriterlerine göre mL'deki bakteri sayısı 10,000 - 100,000 arasında ise su kirli, 100,000'den fazla ise su çok kirli olarak değerlendirilmektedir (Spencer, 1984; Veissman ve Hammer, 1993; Ünlütürk ve Turantaş, 2003). Nevondo ve Cloete (1999), farklı su kaynaklarında yaptıkları çalışmada; heterotrofik bakteri sayısının Tshwane nehrinde $7,75 \times 10^3 - 4,56 \times 10^4$ cfu/mL

arasında, Lefatlheng kaynak suyunda $2,91 \times 10^3 - 5,08 \times 10^4$ cfu/mL arasında, Matlaisane yer altı suyunda $7,0 \times 10^2 - 1,08 \times 10^6$ cfu/mL arasında, Tlhaloganyo yağmur suyunda $1,0 \times 10^1 - 1,63 \times 10^4$ cfu/mL arasında ve Tlhaloganyo yer altı suyunda $0 - 1,15 \times 10^4$ cfu/mL arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Bununla beraber 5 su kaynağı için heterotrofik bakteri sayılarının genel olarak $1,0 \times 10^2$ cfu/mL üzerinde olduğu fakat üst sınırlarda değerler olmayıp mikrobiyolojik kalite bakımından herhangi bir risk oluşturmadığı belirtilmiştir.

Dülger (1997), Nilüfer Çayında bakteriyolojik kirlilik parametreleri üzerine yaptığı çalışmada; 5 °C'de toplam canlı sayımında Panayırdere sonrası istasyonunda Ağustos ayında 21×10^7 kob/1 mL, Dereçavuş istasyonunda Temmuz ayında 123×10^7 kob/1 mL, Göbelye istasyonunda Ağustos ayında 29×10^7 kob/1 mL, 25 °C için Panayırdere sonrası istasyonunda Ağustos ayında 29×10^7 kob/1 mL, Dereçavuş istasyonunda Ağustos ayında 72×10^7 kob/1 mL, Göbelye istasyonunda Ağustos ayında 81×10^7 kob/1 mL, 35 °C için Panayırdere sonrası istasyonunda Ağustos ayında 111×10^7 kob/1 mL, Dereçavuş istasyonunda Ağustos ayında 126×10^7 kob/1 mL, Göbelye istasyonunda Ağustos ayında 142×10^7 kob/1 mL olarak tespit etmiştir. Yine Dülger (2002), Uluabat Gölünde yapmış olduğu çalışmada 5 istasyonun ortalamalarının 5 °C'de toplam canlı sayımı için $13290216,66 \pm 29392667,06$ kob/1 mL, 25 °C'de toplam canlı sayımı için $79229883,33 \pm 200043473,16$ kob/1 mL ve 35 °C'de toplam canlı sayımı değerlerinin ise $84834566,66 \pm 214591257,17$ kob/1 mL olduğunu ve sonuç olarak gölün çok kirli su sınıfına girdiğini bildirmiştir. Toroğlu ve ark. (2005), Aksu nehrinde yaptığı çalışmada 5 istasyonda toplam aerobik bakteri sayılarının (35 °C) 300 kob/1 mL ve 20 000 000 kob/1 mL değerleri arasında değiştiğini ve nehirin bu parametre bakımında çok kirli su sınıfına girdiğini belirtmişlerdir. Yüksek (2003), Sarıçay'da yapmış olduğu çalışmada sadece 35 °C'de toplam canlı sayımı değerleri ele alınmış ve yıllık genel ortalamalarının da Cuma pazarı mevkiinde 1 000 000 kob/1 mL, Sanayi mevkiinde 2300 kob/1 mL, Yeniköprü mevkiinde 6400 kob/1 mL, Kurşunlu-Dörtüol mevkiinde 6600 kob/1 mL, Atikhisar Barajı çıkışında ise 9700 kob/1 mL olarak tespit etmiş ve Cuma Pazarı mevkiinin çok kirli diğer istasyonların ise kirli su sınıfına girdiğini belirlemiştir. Çakır (2004), yine Sarıçay'da yapmış olduğu çalışmada toplam aerobik canlı sayısının genel itibariyle minimum 600 kob/1 mL, maksimum ise 1700 kob/1 mL olduğunu belirtmiş ayrıca bu değerlerin mevsimler göz önüne alındığında yaz ve sonbahar mevsimlerinde toplam aerobik bakteri sayılarında artış olduğunu saptamıştır. Bununla beraber Çakır (2004)'de elde edilen

veriler Yüksek (2003) tarafından elde edilen verilerle karşılaştırdığında I ve II. istasyonlarda benzer sonuçlar elde edildiği; III. istasyon sonuçlarının ise farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayan (2005), Biga Çayında yaptığı çalışmada 5 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalamasını $33308 \pm 46940,91$ kob/1 mL; 25 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalamasını $148836 \pm 210183,82$ kob/1 mL; 35 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalamasını ise $570497 \pm 793265,86$ kob/1 mL olarak belirlemiştir.

Çalışmamızda Sarıçay'da 5 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalaması 8386 ± 261 kob/1 mL; 25 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalaması 19542 ± 7244 kob/1 mL; 35 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalaması 10492 ± 2126 kob/1 mL olarak elde edilirken; Biga Çayında 5 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalaması 17501 ± 2918 kob/1 mL; 25 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalaması 25378 ± 1360 kob/1 mL; 35 °C'de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalaması ise 15190 ± 3736 kob/1 mL olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre Sarıçay ve Biga çayları kirli su sınıfına girmektedir.

Bununla beraber Sarıçay'da daha önce Yüksek (2003) ve Çakır (2004) tarafından yapılan çalışmalarla elde ettiğimiz değerler mukayese edildiğinde 35 °C'de toplam canlı değerlerinde önceki yapılan çalışmalara nazaran değerlerde artma görülmektedir. Bu durum, drenaj alanı itibariyle yerleşim yerleriyle etkileşim içinde bulunan Sarıçay'da tarım, sanayi ve antropojenik kaynaklı kirliliğin gün geçtikçe arttığını göstermektedir.

Biga Çayı'nda, Ayan (2005) tarafından yapılan çalışmada elde edilen değerlerin aksine toplam canlı sayımı değerlerinde önemli düşüşlerin olduğu bunun sebebi olarakta bölgede görülen yağışların Biga Çayı suyunda meydana getirdiği seyreltme ekisi gösterilebilir.

Çaylar, insan ve hayvan kullanımı için ana su kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Bu nedenle çay ve nehirlerde meydana gelen kirlilik halk sağlığı açısından ciddi sorunlar yaratır (Pathak ve ark., 1993). Evsel atık depolama ve rekreasyonel amaçlı su kullanımı mikrobiyolojik risk faktörlerini arttırmaktadır. Klasik olarak su kalitesi incelemeleri fekal kontaminasyonun bakteriyal indikatörlerinin aranması ve tanımlanmasında şeklinde yapılmaktadır (Gronewold ve Wolpert, 2008). Önemli bir grup olan Gram (-) basil şeklindeki Enterobacteriaceae familyası üyeleri; dünya çapında dağılım göstermektedir.

Bununla beraber fakültatif anaerobik olan bu bakterilerin temel kaynağı insan ve hayvanların intestinal yapıları olup; içlerinde insanlarda hastalık etkeni olanlar mevcuttur (Djuikom ve ark., 2006).

Su kalitesinin mikrobiyal indikatörleri olarak en yaygın kullanılan bakteriler total, fekal koliformlar ve fekal streptokoklar olup; tümü fekal kontaminasyon kaynaklarıdır. Fekal maddeler su kaynaklarına olası patojen, nutrient ve organik girişinden dolayı su kalitesinin azalmasına neden olmaktadır (Yillia ve ark., 2008).

Su kaynaklarının bakteriyolojik açıdan incelenmesinde indikatör organizma olarak kullanılan koliform grubu bakteriler, genellikle insan ve hayvan dışkısında bulunurlar. Patojen olarak organizmada bulunmakla beraber aynı zamanda toprakta (*Citrobacter*, *Enterobacter* ve *Klebsiella*), tohumda, bitkilerde (*Klebsiella* ve *Enterobacter*), ev ve endüstriyel atıklarda bulunurlar. Bu grupta yer alan bakteriler lağım veya dışkı kaynaklı su kirlenmesinin indikatörleri olarak kullanılmaktadır (Kimiran, 1999). 100 mL'deki en muhtemel sayıları (EMS) 100000'den fazla ise incelenen su kaynağı çok kötü kirlenmiş su olarak adlandırılmaktadır. Bununla beraber koliform grubu üyelerinin bazılarının, kirlenmemiş alg topluluklarından, içme suyu dağıtım sistemlerinde bulunan biyofilmden veya bazı endüstrilerden gelen atıklar gibi enterik olmayan çevrelerden de suya geçebildiğini belirtmektedirler. Bu nedenle, sadece toplam koliform tayini yapılarak su kirliliği saptandığında bu kirlilik yükünün kaynağının sadece insan ve hayvan dışkısı olmayacağını da bilmek gerekmektedir (Veissmann ve Hammer, 1993; Kimiran, 1999). Sularda koliform bakteri bulunması genle bir bulaşmanın olduğunu gösterir. Bunların bir alt grubu olan fekal koliformlar ise, direk veya indirekt yolla dışkı bulaşmasının kanıtıdır. Sulara direk veya indirekt yolla dışkı bulaşmış olması fekal orjinli enterik patojen mikroorganizmalarında ortamda olabileceğini düşündürür (Ünlütürk ve Turantaş, 2003) Bu nedenle su kaynaklarında toplam koliform tayininin yanı sıra fekal koliform veya fekal Streptokok grubuna dahil bakterilerinde fekal kirliliğin tayininde indikatör olarak kullanılmaları gereklidir (Veissmann ve Hammer, 1993; WHO/UNICEF, 1993; Kimiran, 1999; Nevondo ve Cloete, 1999; Hiriart ve ark., 2000; Bezuidenhout ve ark., 2002). Bu bakterilerin en önemlileri *E.coli*, *Citrobacter* sp., *Enterobacter* sp., *Klebsiella* sp., *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus equi*, *Clostridium perfringens*, *Bifidobacterium* sp. ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterileridir (Hutchinson ve Ridgway, 1977; Touron ve ark., 2007). Bununla beraber *Citrobacter* sp., *Enterobacter* sp., ve *Klebsiella* sp. gibi türlerin kontamine suların yanı sıra toprak,

kirletilmemiş tatlı ve tuzlu su kaynakları ve bitkilerden de izole edilebilir olmaları bu bakterilerin su kaynaklarında bulunmalarının fekal kirlilik göstergesi olamayacağını ortaya koymaktadır (Cabral ve Marques, 2006; Djuikom ve ark., 2006). Ancak sularda *E.coli* varlığının mutlak fekal kontaminasyonun göstergesi olacağı da unutulmamalıdır (Özdemir ve Eltem, 2000). Dolayısıyla *E.coli* ve diğer koliform bakterilerin suda belli miktarda bulunması, aynı ortamda patojen bakterilerinde mevcut olabileceğinin birer göstergesi olmaktadır (Geldreich, 1970; Dülger, 2002). Dülger (2002)'e göre bir kişi günde 100 – 400 milyar arası koliform organizma ve diğer bakteri türlerini deşarj etmektedir. Aynı zamanda fekal koliformlar sıcaklığa dayanıklı olmaları nedeniyle termotolerant koliformlar olarak da adlandırılırlar. Fekal koliformların sayısı, ortam koşulları ile yakından ilgili olduğu için farklı yerlerde farklı sayılarda bulunurlar.

Dülger (1997), Nilüfer Çayı'nda Panayırdere sonrası istasyonunda yıl içi ortalama toplam koliform ve fekal koliform sayılarını sırasıyla $63,9 \times 10^9$ EMS/100 mL ve $133,8 \times 10^8$ EMS/100 mL, Dereçavuş istasyonunda $46,4 \times 10^9$ EMS/100 mL ve $42,6 \times 10^8$ EMS/100 mL, Göbelye istasyonunda $79,8 \times 10^9$ EMS/100 mL ve $10,4 \times 10^8$ EMS/100 mL olduğunu ve buna bağlı olarak Nilüfer Çayı'nın bu yönden çok kirli su sınıfına girdiğini belirtmiştir.

Kıran (2000), Büyükçekmece gölündeki çalışmasında Bahsayış istasyonunda toplam koliform sayısını 170 - 8760 EMS/100 mL, fekal koliform sayısını 0 - 230 EMS/100 mL, Çakıldere istasyonunda toplam koliform sayısı 280 - 3440 EMS/100 mL, fekal koliform sayısını 0 - 200 EMS/100 mL, Tepecik istasyonunda toplam koliform sayısı 221 - 14570 EMS/100 mL, fekal koliform sayısını 0 - 40 EMS/100 mL, Mezarlıkönü istasyonunda toplam koliform sayısı 220 - 12000 EMS/100 mL, fekal koliform sayısını 0 - 280 EMS/100 mL olarak belirlemiş ve sonuçta su kalitesinin de sırasıyla I. ve II. Kalite su sınıfına girdiğini tespit etmiştir.

Balcı (2007), Seyhan Baraj Gölü'nün Bakteriyolojik kirlilik seviyesini belirlemek üzere yaptığı çalışmada toplam ve fekal koliform sayılarının EMS tablosuna göre 23/100 mL ile $> 1000/100$ mL arasında olduğunu; izole edilen izolatların biyokimyasal analizleri sonunda ise, 179'unun *E. coli*, 179'unun *Enterobacter* sp., 47'sinin *Citrobacter* sp., 21'sinin *Klebsiella* sp., olduğunu tespit etmiştir.

Yine Dülger (2002), Uluabat gölündeki çalışmasında, ortalama toplam koliform ve fekal koliform sayısını Uluabat köyü gölayağı $1057000 \pm 2133135,63$ EMS/100 mL ve

97066,66 ± 210815,04 EMS/100 mL, Uluabat gölayağı açıklarında 10240833,33 ± 13174240,33 EMS/100 mL ve 853250 ± 1038385,99 EMS/100 mL, Eskikaraağaç köyü açıklarında 732833,33 ± 9636153,42 ve 69583,33 ± 106045,70 EMS/100 mL, Kayıkhane yanında 861666,66 ± 1204996,06 EMS/100 mL ve 71745 ± 121885,19 EMS/100 mL, Akçalar kasabası kıyısında ise 21577500 ± 27259360,74 EMS/100 mL ve 1939416,66 ± 2806523,32 EMS/100 mL olarak tespit etmiş ve buna göre göl suyunun IV. Kalite yani çok kirli su sınıfına dahil olduğunu belirtmiştir.

Toroğlu ve ark. (2005), Aksu deresinde yaptıkları çalışmada total ve fekal koliform sayılarının tüm istasyonlarda çok yüksek seviyelerde olduğunu (EMS >1100/100 mL) belirlemişlerdir. Aksu deresinden izole edilen 67 strainin Enterobacteriaceae ve *Pseudomonas* sp. üyesi 3 bakteriyal genusa ait olduğu saptanmıştır. Bununla beraber 45 strainin *E.coli* (% 67,2), 20 strainin *Klebsiella* sp. (% 29,8), 1 strainin *Citrobacter* sp. (% 1,5), 1 straininde *Pseudomonas* sp. üyesi olup yüksek oranda antibiyotik dirençlilik profiline sahip olduğunu da belirtmişlerdir.

Bezuidenhout ve ark. (2002), içme, yıkama ve tarımsal sulama amaçlı kullanılan Mhlathuze nehirinde Mart 1998 - Kasım 1999 tarihleri arasında total ve fekal koliform ortalamalarının sırasıyla $8,2 \times 10^2$ cfu – $125,2 \times 10^2$ cfu ve $2,8 \times 10^2$ cfu – $32,25 \times 10^2$ cfu arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yüksek (2003), Sarıçay'da toplam ve fekal koliform değerleri bakımından sırasıyla; Cumapazarı mevkiinde 42×10^3 EMS/100 mL ve 24×10^2 EMS/100 mL, Sanayi mevkiinde 16×10^3 EMS/100 mL ve 2×10^2 EMS/100 mL, Yeniköprü mevkiinde 21×10^3 EMS/100 mL ve 67×10^1 EMS/100 mL, Kurşunlu-Dörtyol mevkiinde 54×10^1 EMS/100 mL ve 17×10^1 EMS/100 mL, Atikhisar Barajı çıkışında ise 28×10^1 EMS/100 mL ve $5,7 \times 10^1$ EMS/100 mL sonuçlarını elde etmiştir. Aynı zamanda araştırmasında *E.coli* Tip - I, *E.coli* Tip - II tanımlaması yapmış; 60 su numunesinden 17 tanesinde enteropatojenik özellikte olan *E.coli* Tip – I bakterisi diğerlerinde ise *E.coli* Tip – II bakterisi tanımlamıştır. Buna bağlı olarak Sarıçay'ın insan sağlığını tehdit edebilecek patojen risk faktörlerini taşıdığını tespit etmiştir. Ayrıca bu sonuçlardan yola çıkarak Cumapazarı mevkiinde Çay'ın IV. sınıf su grubuna girdiğini belirtmiştir.

Çakır (2004), Sarıçay'da yapmış olduğu çalışmada Bursa yolu (I. istasyon), Sanayi (II. istasyon), ve DSİ (III. istasyon) bölgelerinde koliform grup bakteriler bakımından tüm istasyonlarda ve aylarda aşırı bir üreme olduğunu (> 1100 EMS/100 mL) belirtmiştir.

Fekal koliform oranlarının ise I. istasyonda Aralık ve Mayıs ayında, III. istasyonda ise sadece Aralık ayında çok yoğun (> 1100 EMS/100 mL) olduğunu tespit etmiştir. Bu durumu özellikle Aralık ve Mayıs aylarında ilgili istasyonlara yoğun bir atık girişinin olmasıyla açıklamıştır.

Sarıçay'da yaptığımız çalışmada I. istasyonda alınan numunelerde ortalama toplam ve fekal değerleri sırasıyla 41017 ± 10760 EMS/100 mL ve 33692 ± 13475 EMS/100 mL; II. istasyonda 66408 ± 13670 EMS/100 mL ve 42950 ± 14480 EMS/100 mL; III. istasyonda 31958 ± 11166 EMS/100 mL ve 22667 ± 8429 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. Buna göre istasyonların tamamı toplam koliform değerleri bakımından su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre III. kalite ve fekal koliform değerleri bakımından da IV. kalite su sınıfına girmektedir. Elde ettiğimiz veriler Yüksek (2003) ile karşılaştırıldığında Cumapazarı civarında insan yoğunluğunda ve çaya atık girişinde herhangi bir değişim olmamasına bağlı olarak benzer sonuçların elde edildiği ve kirliliğin aynen devam ettiği görülmektedir. Bununla beraber diğer istasyonlardan dolayısıyla çaya fekal kirlilik kaynaklarının artan değerlerde girişinin devam ettiği ve bunun da insan sağlığını tehdit eder düzeylere ulaştığı görülebilmektedir. Çakır (2004) tarafından yapılan çalışma ile mukayese edildiğinde ise Aralık ayında benzer şekilde çaya koliform girişinin olduğunun görülmesiyle beraber fekal kaynakların çaya girdisinin belirli aylarla sınırlandırılmayacağı da ortaya çıkmıştır.

Ayan (2005), Biga Çayında yapmış olduğu çalışmada toplam koliform sayısının yıl içi ortalamasını Bakacak köyü altı mevkiinde $100025 \pm 123254,7$ EMS/100 mL, Biga merkezde 988600 ± 878928 EMS/100 mL, Çavuşköy çıkışında $5600167 \pm 4739993,8$ EMS/100 mL; fekal koliform sayısını Bakacak köyü altı mevkiinde $24299 \pm 33672,5$ EMS/100 mL; Biga merkezde $65625 \pm 78720,28$ EMS/100 mL; Çavuşköy çıkışında $227675 \pm 228203,81$ EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. Ayan (2005), sonuç olarak toplam koliform ve fekal koliform yönünden en kirli istasyonun III. istasyon olduğunu saptamıştır.

Yayıntaş ve ark. (2007a), Biga Çayında belirledikleri üç istasyonda bazı ağır metal parametreleri ve mikrobiyolojik kirlilik parametrelerini incelemiştir. Toplam ve fekal koliformların mevsimsel dağılımının Nisan ayında ($10^4 - 10^6$ EMS/100 mL) diğer aylara göre ($10^4 - 10^9$ EMS/100 mL) daha düşük seviyelerde olduğunu belirlemişlerdir. Bununla beraber elde edilen düşük fekal koliform değerleri bu aydaki düşük pH ve yüksek tuzluluk değerlerine bağlanmıştır. Nisan ayında Biga Çayında mikrobiyal yoğunluğun düşük

olmasına rağmen, tüm bakteriyolojik konsantrasyon seviyelerinin Türk Standartları Enstitüsü'ne göre IV. kalite; European Community Quality Standartlarına göre ise D kalite olduğu saptanmıştır. En yüksek fekal koliform seviyeleri Temmuz ayında ($10^7 - 10^9$ EMS/100 mL) II. ve III. istasyonda belirlenmiş ve bunun sebebi olarakta bu dönemde şehirdeki yoğun insan popülasyonu gösterilmiştir. Aynı zamanda su sistemlerinde koliform varlığının sebebi olarak evsel atıkları ve sel sularını; fekal koliform kaynağı olarakta sisteme lağım sularının karışmasını göstermiştir. Bu nedenle araştırmacılar Biga Çayında bakteriyolojik kirlilik kaynaklarının evsel atıklar ve lağım suları olduğunu belirtmişlerdir.

Yapmış olduğumuz çalışmada ise Biga Çayında ise I. istasyondan alınan numunelerde ortalama toplam ve fekal koliform değerleri sırasıyla 41067 ± 13070 EMS/100 mL ve 32058 ± 13691 EMS/100 mL; II. istasyonda 52233 ± 15089 EMS/100 mL ve 39458 ± 15051 EMS/100 mL; III. istasyonda 24842 ± 8932 EMS/100 mL ve 55983 ± 14233 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. Buna göre istasyonların tamamı toplam koliform değerleri bakımından su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre III. kalite ve fekal koliform değerleri bakımından da IV. kalite su sınıfına girmektedir. Yaz aylarına doğru sıcaklık artışıyla birlikte her iki değerde de artış görülmüştür. Bu durum Ayan (2005) tarafından yapılan çalışmayla paralellik göstermektedir. Yayıntaş ve ark., (2007) tarafından saptanan değerlerden farklı olarak çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerin salınımlar gösterdiği görülmektedir. İlkbahar aylarında yağmurların artışıyla beraber suda görülen seyrelmeye bağlı olarak bakteri yoğunluğunda bir azalma, yaz aylarında su seviyesinde yüksek orandaki azalmadan dolayı beklenenin aksine bakteri değerlerinde düşüşlerin görülmesine rağmen genel anlamıyla yıl içinde su kaynağına düzenli evsel ve lağım sularına maruz kalması nedeniyle su yoğun bir bakteriyal kirlilikle karşı karşıya kalmaktadır.

Her iki Çayın toplam ve fekal koliform değerlerinin genel ortalamaları incelendiğinde ise sırasıyla; Sarıçay'da 46461 ± 10311 EMS/100 mL ve 33103 ± 5863 EMS/100 mL ve Biga Çayında 39381 ± 7952 EMS/100 mL ve 42500 ± 7072 EMS/100 mL olarak hesaplanmıştır. Bu değerler karşılaştırıldığında su kontrol yönetmeliğine göre toplam koliform değerleri bakımından III. kalite yani çok kirli; fekal koliform bakımından ise IV. kalite su sınıfına girdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca toplam ve fekal kirlilik bakımından her iki Çayın aynı su kalite sınıflarında olması benzer fekal orjinli kirlilik kaynaklarına maruz kaldıklarının da bir göstergesidir.

Yukarıda yer alan bilgiler özetlenerek her iki Çay içinde incelenen parametreler bakımından istasyonların ortalamaları ve her iki Çaydaki genel ortalamalar verilerek dahil edilmesi gereken Kıta İçi Su Kaynaklarına göre sınıfları Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Sarıçay ve Biga Çay’larında istasyonlara göre su kalite sınıfları

Parametre	Sarıçay				Biga Çayı			
	I. istasyon	II. istasyon	III. istasyon	Ortalama	I. istasyon	II. istasyon	III. istasyon	Ortalama
Sıcaklık (°C)	18,09 I-II	17,40 I-II	17,72 I-II	17,737 I-II	15,55 I-II	15,32 I-II	15,73 I-II	15,533 I-II
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	8,387 I	6,243 I	6,721 I	7,117 I	8,837 I	8,112 I	8,048 I	8,332 I
BOD ₅ (mg/L)	138,8 IV	103,5 IV	269 IV	170,4 IV	131,6 IV	138,7 IV	139,5 IV	136,60 IV
pH	7,7575 I-II	7,6450 I-II	7,703 I-II	7,7018 I-II	7,5867 I-II	7,440 I-II	7,4967 I-II	7,5078 I-II
Elektrik İletkenliği (E.C.) (µS/cm)	14,94 I	17,68 I	22,87 I	18,50 I	867,2 III	877,3 III	865,3 III	869,93 III
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	41017 III	66408 III	31958 III	46461 III	41067 III	52233 III	24842 III	39381 III
Fekal Koliform (EMS/100 mL)	33692 IV	42950 IV	22667 IV	33103 IV	32058 IV	39458 IV	55983 IV	42500 IV

Su kaynaklarının dinamik ve değişken bir yapıda olması, aralarında birbirleriyle ilişkili çok fazla sayıda fiziksel ve kimyasal parametre içermesi, zamansal ve konumsal değişimlerin saptanmasını zorlaştırdığından, veri seti karmaşıktır. Bu veri setlerinin değerlendirilmesinde tek değişkenli istatistik yöntemler yetersiz kalacağından, çok değişkenli istatistik yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Bu yöntemler tekil elemanlar yerine bütün verileri analiz edebilmekte ve birçok faktörü aynı anda göz önünde bulundurabilmektedir (Mahloch, 1974; Arslan, 2008). Bu nedenle çalışmamızda tek değişkenli istatistik yöntemlerin (Anova, Korelasyon) yanı sıra çok değişkenli istatistik analiz tekniği olan Kümeleme Analizi (Cluster Analysis) kullanılmıştır.

Uygulanan istatistik metotlar; her iki çayda da istasyonlar arasında çok büyük farklılıkların oluşmadığı, coğrafi alan olarak birbirinden uzak oldukları düşünülse de her iki Çayın benzer jeolojik ve klimatolojik yapılarının yanında benzer antropojenik ve

endüstriyel kirlilik etmenlerine maruz kaldıklarını kanıtlar nitelikte sonuçlar ortaya koymuştur.

Sarıçay istasyonlar bazında farklı kirlilik düzeylerine sahip olmasına rağmen elde edilen kirlilik oranları İzmir Melez, Bursa Nilüfer Çayları ve Bursa Uluabat gölünde elde edilen kirlilik düzeylerine nazaran çok daha düşüktür. Diğer büyük şehirlere oranla endüstrideki nispeten daha düşük seviyedeki gelişmeler, Atikhisar Barajından çıkan su ve Sarıçay'ın döküldüğü boğaz Sarıçay'ın kirlilik yükünü azaltmaktadır. Bununla beraber Sanayi, Cuma Pazarı ve D.S.İ istasyonlarında endüstriyel ve evsel atıklar sebebiyle ortaya çıkan ve had safhaya ulaşan kirlilik önlem alınmadığı takdirde ekonomi ve sağlık alanında önemli sorunları da beraberinde getirecektir. Bu nedenle Sarıçay ve çevresinin rekreasyon alanı olarak kullanımı ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla bu konuda uzman kuruluşların bir arada çalışacağı geniş kapsamlı projeler üretilmelidir.

Bu amaçla; baraj çevresinde tarım ve hayvancılığın kontrol altına alınması, havzayı etkileyebilecek alanlarda ekolojik tarıma geçilmesi, tarımla uğraşan çiftçilerin bilinçli bir şekilde tarım ilaçlarını kullanmaları, ilaç atıklarının ve ilaçlama depolarının Sarıçay'ı kirletmemesi için eğitim verilmesi ve bilinçlendirilmesi, Çanakkale ili merkezinde bulunan sanayi bölgesinden Sarıçay'a endüstriyel ve evsel atık sularının boşaltılmaması için yetkililer tarafından gerekli önlemlerin alınması, D.S.İ. önündeki Cuma Pazarı noktasına kadar olan bölgede dipte bulunan ve oldukça kötü kokan siyah çamurun yetkililer tarafından temizlenmesi, D.S.İ. önündeki çekek yerindeki tekne tamirat alanlarından kaynaklanan kirliliğin önlenmesi önerilebilir.

Biga Çayında elde edilen kirlilik düzeyleri ise İzmir Melez, Bursa Nilüfer Çayları ve Bursa Uluabat gölünde elde edilen kirlilik oranlarına nazaran çok daha düşük ancak Sarıçay'da elde edilen değerlere benzerdir. Biga merkez ve çevre köylerdeki nüfus artışı ve beraberinde getirdiği hayvancılık ve sanayide görülen gelişme; son yıllarda ilçede önemli çevre sorunlarının çıkışına sebep olmuştur. Bu durum halk sağlığını tehdit eder düzeyde bozulmaları ve dolayısıyla çevre planlama zorunluluğunu da beraberinde getirmiştir.

Biga Çayı ilçe merkezine ulaşmadan evsel, endüstriyel ve hayvansal atılara maruz kalmakta, bu durum ilçe merkezinde en üst düzeye ulaşmaktadır. Bu nedenle Çay özellikle yaz aylarında Biga merkez çıkışında kötü kokuların ortaya çıktığı ve organik kirlenmenin had safhaya ulaştığı bir konuma dönüşmektedir. Çay yatağına yönelik yapılmış olan ıslah çalışması da çevre düzenlenmesinden ileri gidemediğinden, Çay'da kanalizasyon

atıklarından kaynaklanan kirliliğin önüne geçilememiştir. Bunun haricinde Çay çevresinde besicilik yapan işletmelerin gübre vb. atıklarını tarım alanları yerine Çay yatağına boşaltmaları ve Çay yatağına yakın alanlardaki işletmelerden gübre altı sularının Çay yatağına sızması Çayın mikrobiyal kirlenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla; Biga Çayı'nın daha da kirletilmemesi ve buna bağlı olarak kendini temizleyebilmesi için Çay ile bağlantılı olan sanayi kuruluşlarının arıtma sistemlerine geçmeleri ve bunların çalışırılığının denetlenmesi, ilçe merkezinden Çay'a verilen kanalizasyon atıkları için arıtma sistemlerinin kurulması, Çay'a ilçe giriş çıkışlarından hayvansal atık bırakılmasının önlenmesi vb. çözümlerin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak; Sarıçay ve Biga Çayları'nın mevcut kirliliğinden kurtulması ve daha fazla kirlenmesini önlemek amacıyla aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır;

a) Sarıçay ve Biga Çayı'nın kirlilik kaynakları belirlenmeli, çaylara kirlilik akışının engellenmesine çalışılmalıdır.

b) Özellikle üniversitelerde farklı bilim dalları arasında koordine çalışmalar yoluyla Çaylarda gözlenen kirliliğin her yönüyle araştırılıp farklı yönleriyle değerlendirilmesine gidilmelidir. Bununla beraber her iki Çayın kirliliği üzerine İl Çevre, Tarım Orman ve Köy İşleri, Devlet Su İşleri, İl Sağlık Müdürlükleri ve Üniversitelerin kendi bünyelerinde yürütülen çalışmalarını bu kurumları bir araya getirerek ortak bir zeminde birleştirilmesi ve karşılaşılan sorunlara derhal müdahale edilmesi çok önemlidir.

c) Üretilen çözüm önerilerinin farklı bilim dalları arasında tartışılması ve ortak eylem planlarının çıkarılması gereklidir. Bu anlamda elde edilecek verilere ve çözüm önerilerine ilişkin, çevre halkının ve sanayi kuruluşlarının fikirlerinin alınması da önemlidir.

d) Çaylar ile bağlantısı olan sanayi kuruluşlarının bir an önce arıtma tesisine geçirilmesi ve bunların çalışırılığının denetimi sağlanmalıdır.

e) Çayların çevresindeki yerleşim yerlerinin atıksuları kurulacak bir kanalizasyon ağı ile toplanmalı ve mümkün olan en ucuz yöntemle arıtılmalıdır.

f) Çaylara, ilçe merkezine girmeden ve merkez çıkışından sonra hayvansal atıkların direkt veya dolaylı olarak verilmesi engellenmelidir. Bu amaçla çevredeki ahırlar uzaklaştırılmalıdır.

g) Yerel idarenin bu konuda çevre sorunlarıyla ilgilenen sivil toplum kuruluşlarıyla yakın işbirliği içinde çevre halkını bilinçlendirmeye yönelik çalışmalar yapması ve bunların yaygınlaştırılması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Ağırgün S., 1995. Yeni Türkiye, *Çevre Özel Sayısı*. 489 s.
- Ahipaty M.V. ve Puttaiah E.T., 2006. Ecological Characteristics of Vrishabhavathy River in Bangalore (India). *Environ Geol*, 49: 1217 – 1222.
- Akaylı T. ve Zeybek Z., 2005. Bazı Akvaryum Balıklarında *Plesiomonas shigelloides* Enfeksiyonu Üzerinde Bir Araştırma. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 22 (1-2): 31-34.
- Akbulut M., Odabaşı S.S., Odabaşı D.A. ve Çelik E.Ş., 2006. Çanakkale İli'nin Önemli İçsuları ve Kirletici Kaynakları. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/1): 9 -15.
- Akman Y., Ketenoğlu O., Evren H., Kurt L. ve Düzenli S., 2000. Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara, 189 s.
- Aksoy M.S., 1993. Güney Marmara'nın Akarsularında Ağır Metal Kirliliği ile Önemli Kirletici Parametrelerin Düzeylerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Alderisio K.A. ve Deluca N., 1999. Seasonal Enumeration of Faecal Coliform Bacteria from the Feces of Ring-Billed Gulls (*Larus delawarensis*) and Canada Geese (*Branta canadensis*). *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (12): 5628-5630.
- Alexander M., 1977. *Introduction to Soil Microbiology* (2nd ed.). Cornell University. 46-122.
- Algur Ö.F., 1988. Erzurum Ovasındaki Bazı Köylerin İçme Sularının Mikrobiyolojik Analizleri. *Doğa Tr. J. Biol.*, 12: 1-5.
- Alışarlı M., Ağaoğlu S. ve Alemdar S., 2007. Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden İncelenmesi. *YYÜ Vet Fak Derg.* 18 (1): 67-77.
- Alkan U., Çalışkan S. ve Mescioğlu Ü., 1999. Uluabat Gölü'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. *Ekoloji-Çevre Dergisi*, 9 (33): 3-5.
- Alonso J.L., Soriano A., Carbajo O., Amoros I. ve Garelick H., 1999. Comparison and Recovery of *Escherichia coli* and Termotolerant Coliforms in Water with a Chromogenic Medium Incubated at 41 and 44,5 °C. *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (8): 3746-3749.

- Altuğ G., Yardımcı C.H., Okgerman H. ve Tarhan S.A., 2006. Levels of Bacterial Metabolic Activity, Indicator (Coliform, *Escherichia coli*) and Pathogen Bacteria (*Salmonella* spp.) in the Surface Water of Sapanca Lake, Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 12: 67 - 77.
- Amparo C. ve Gabriel P., 1999. Bacteriological Eutrophication Indicators in Four Colombian Water Bodies (South America). *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 4 (1 -2): 23 - 27.
- Anonim, 1953. *Difco Manual of Dehydrated Culture Media and Reagents for Microbiology and Clinical Laboratory Procedures*. Difco Laboratories, Detroit, Michigan. 896 p.
- Anonim, 1981. *American Society for Microbiology, Manual of Methods For General Bacteriology*, Washington. 232 p.
- Anonim, 1984. Difco, M., *Difco Manual of Dehydrated Culture Media and Reagents for Microbiology*. 10. Edition, Difco Laboratories, Detroit, Michigan. 896 p.
- Anonim, 1988. *Türkiye'nin Çevre Sorunları*. Türk Çevre Mevzuatı. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2003. (Ed., Ünlütürk A. ve Turantaş F.) *Gıda Mikrobiyolojisi*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir. 2 - 151.
- Anonim, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği- I. Bölüm, Resmi Gazete, Sayı: 25687, 31 Aralık 2004. 7 - 29.
- Anonim, 2005. *Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. Ed. Halkman A.K. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara. 141-151.
- Anonim, 2007. Çanakkale İli Çevre Durum Raporu 2006 - 2007, Çanakkale Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Çanakkale, 410 s.
- Anonim, 2008. *Türkiye'de Su Yönetiminin Durumu: Sorunlar ve Öneriler*. TÜSİAD Basım Bülteni, TS/BAS-BÜL/08 - 77.
- APHA, 1985. American Public Health Assosiation: WPCF, AWWA, *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*, (14th ed.).

- APHA, 1998. American Public Health Association: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed, American Public Health Association, Washington, D.C.
- Araujo M.R., Arribas M.R., Lucena F. ve Pares R., 1989. Relation Between *Aeromonas* and Faecal Coliforms in Freshwaters. *J. Appl. Bact.*, 67: 213-217.
- Araujo R.M., Puig A., Lasobras J., Lucena F. ve Jofre J., 1997. Phages of Enteric Bacteria In Fresh Water With Different Levels of Faecal Pollution. *Journal of Applied Microbiology*, 82: 281–286.
- Arıkan B., ve Çolak Ö., 1990. Laktoz Pozitif Enterobacteriaceae Üyelerinin Teşhisi İçin Geliştirilmiş Yeni Bir Selektif Agar Besiyeri. *KÜKEM Dergisi*, 13 (12):15-21.
- Arslan O., 2008. Su Kalitesi Verilerinin CBS ile Çom Değişkenli İstatistik Analizi (Porsuk Çayı Örneği). *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 2 (9): 5 - 11.
- Artüz M.İ. ve Korkmaz K., 1981. *Su Kirlenmesi Açısından Apolyont Gölünde Yapılan Araştırmalara İlişkin Ön Rapor*. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Su Kirlenmesi Araştırmaları Kısmı, 50 s.
- Atıcı T., 1997. Sakarya Nehri Kirliliği ve Algler. *Ekoloji-Çevre Dergisi*, 24: 28-32.
- Ayan T.İ., 2005. Kocabaş Çayında (Çanakkale/Biga) Bazı Bakteriyolojik Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Aydın A., 2007. The Microbiological and Physico-Chemical Quality of Groundwater in West Thrace, Turkey. *Polish J. of Environ. Stud*, 16 (3): 377 - 383.
- Aydoğdu M. ve Gezer K., 2006. *Çevre Bilimi*. Anı Yayıncılık, Ankara. 86 - 87.
- Balcı R.S., 2007. Seyhan Baraj Gölü'nün Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve Enterobacteriaceae Üyelerinde Antibiyotik Dirençliliği (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Başkan O. ve Saygı H., 2002. İzmir Körfezi'ndeki Kirliliğin İstatiksel Bir Modelle İncelenmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 19 (1-2): 133 – 145.
- Baums I.B., Goodwin K.D., Kiesling T., Wanless D., Diaz M.R. ve Fell J.W., 2007. Luminex Detection of Fecal Indicators in River Samples, Marine Recreational Water, and Beach Sand. *Marine Pollution Bulletin*, 54: 521–536.

- Beloti V., Souza J.A., Barros M. ve Nero L., 2003. Evaluation of PETRİFİLM™ EC and HS for Total Coliforms and *Escherichia coli* Enumeration in Water. *Brazilian Journal of Microbiology*, 34: 301-304.
- Ben-Dan T.B., Shteinman B., Kamenir Y., Itzhak O. ve Hochman A., 2001. Hydrodynamical Effectes on Spatial Distribution of Enteric Bacteria in the Jordan River – Lake Kinneret Contact Zone. *Water Research*, 35: 311-314.
- Bergstein T., Dan B. ve Stone L., 1991. The Distribution of Fecal Pollution Indicator Bacteria in Lake Kinneret. *Water Research.*, 25 : 263-270.
- Bergstein T., Dan B. ve Koppel F., 1992. Indicator Bacteria for Fecal Pollution in the Littoral Zone of Lake Kinneret. *Water Research*, 26 (11): 1457-1469.
- Bock E. ve Knoop H., 1992. The Genus Nitrobacter And Related Genera. In A. Balows Et al (Eds.). *The Prokaryotes. A Handbook on The Biology of Bacteria: Ecophysiology, Isolation, Identification, Applications.* Springer- Verlag, New York.
- Bock E., Knoop H., Ahlers B. ve Harms H., 1992. Oxidation of Inorganic Nitrogen Compounds as Energy Source. In A. Balows et al (Eds.). *The Prokaryotes, A Handbook on the Biology of Bacteria: Ecophysiology, Isolation, Identification, Applications.* Springer- Verlag, New York, 631 p.
- Boran M., ve Karaçam H., 1996. Değirmendere ve Karadere’de (Trabzon, Türkiye) Kirlenici Akımlarının Mevsimsel Değişimi. *Ege Üni. Su Ürün. Fak. Su Ürünleri Dergisi*, 13:3 – 4, 396.
- Borrego J.J., Morinigo M.A., De Vicente A., Cornax R. ve Romero P., 1987. Coliphages as an Indicator of Faecal Pollution in Water. Its Relationship with Indicator and Pathogenic Microorganisms. *Water Research*, 21: 1473 - 1480.
- Boztepe H., 1985. Seyhan Nehrindeki Bazı Kirlilik Parametrelerinin Saptanması. *Çevre 86 Sempozyumu*, İzmir. 1-34.
- Brown E.J., Luong H.V. ve Forshaug J.M., 1982. The Occurrence of *Thiobacillus ferrooxidans* and Arsenic in Subarctic Streams Affected by Gold - Mine Drainage. *Arctic*, 35 (3): 417 - 421.
- Brown L.R., Durning A., Flavin C., French H. ve Jacobseb J., 1993. Dünyanın Durumu 1993, World Watch Enstitü Raporu, *Tema Vakfı Yayını*, 4: 23 s.

- Buchanon R.E. ve Gibbons N.E., 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (8th ed.). The Williams and Wilkins Company, Baltimore. 1574 p.
- Bueschkens D.H. ve Stiles M.E., 1984. *Escherichia coli* Variants for Gas and Indole Production at Elevated Incubation Temperatures. *Applied and Environmental Microbiology*, 48 (3): 601-605.
- Burton G.A., Gunnison D. ve Lanza G.R., 1987. Survival of Pathogenic Bacteria in Various Freshwater Sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 53 (4): 633-638.
- Byamukama D., Kamsiime F., Mach R.L. ve Farnleitner A.H., 2000. Determination of *Escherichia coli* Contamination with Chromocult Coliform Agar Showed a High Level of Discrimination Efficiency for Different Faecal Pollution. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (2): 864-868.
- Byamukama D., Mach R., Kamsiime F., Manafi M. ve Farnleitner A.H., 2005. Discrimination Efficacy of Fecal Pollution Detection in Different Aquatic Habitats of a High-Altitude Tropical Country, Using Presumptive Coliforms, *Escherichia coli*, and *Clostridium perfringens* Spores. *Applied and Environmental Microbiology*, 71 (1): 65-71.
- Cabral J.P. ve Marques C., 2006. Faecal Coliform Bacteria in Febros River (Northwest Portugal): Temporal Variation, Correlation with Water Parameters, and Species Identification. *Environmental Monitoring and Assessment*, 118:21 – 36.
- Chao K.K., Chao C.C. ve Chao W.L., 2003. Suitability of the Traditional Microbial Indicators and Their Enumerating Methods in the Assessment of Fecal Pollution of Subtropical Freshwater Environments. *J Microbiol Immunol Infect*, 36: 288 - 293.
- Çakır F., 2004. Sarıçay Akarsuyu'nun ve Bazı Balıkların Mikrobiyal Kalite Değişimleri Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Çavuş Z.C., 2007. Çanakkale'de Kentsel Gelişimin Uzaktan Algılama ve GPS Ölçümleri ile İzlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 15: 44 – 58.

- Dalkıran N., 2000. Uluabat Gölünün (Bursa) Epipelik, Epifitik ve Epilitik Alglerinin Mevsimsel Değişimi (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa. 89 s.
- Delibaş Ö., 1995. Demir Kirliliği Olan Sularda Türlendirme ve Bazı Demir Komplekslerinin Job Yöntemiyle Formüllerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Demircioğlu G., 1993. Akarsu Kirliliğinin Matematiksel Kirliliğinin Matematiksel Modellenmesi İçin Yapılan Çalışmalar. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl., (Bitirme Ödevi), İzmir, 44 s.
- Demirhindi Ü., 1972. The Preliminary Planktonic Investigation in the Coastal Lagoons and Several Brackish Water Lakes of Turkey. *İ.Ü. Fen Fak. Mec.*, 37 (3-4): 205 - 232.
- Develioğlu H., 1993. Terkos Gölünde Bakteriyolojik ve Kimyasal (Kadmiyum, Alüminyum ve Demir) Kirlilik Parametrelerinin Tesbiti. Marmara Üni. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi).
- Diler Ö., Altun S., Diler A. ve Işıklı I., 2003. Eğirdir Gölü'nden Avlanan *Carassius auratus* (L.1758)'larda Bağırsakların Bakteriyel Florası Üzerinde Bir Araştırma. *S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7-1: 58-63.
- Djuikom E., Njine T., Nola T., Sikati V. ve Jugnia L.B., 2006. Microbiological Water Quality of the Mfoundi River Watershed at Yaoundé, Cameroon, As Inferred From Indicator Bacteria of Fecal Contamination. *Environmental Monitoring and Assessment*, 122: 171 – 183.
- Do H.K., Hamasaki K., Ohwada K., Simidu U., Noguchi T., Shida Y. ve Kogure K., 1993. Presence of Tetrodotoxin and Tetrodotoxin-Producing Bacteria in Freshwater Sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 59 (11): 3934-3937.
- Dökmen F., 2000. İhsaniye Yöresi Su Kaynaklarında Ağır Metal İçeriği ve Sulama Suyu Kullanımına Etkileri . *GAP Çevre Kongresi Bildiri Kitabı*, Şanlıurfa. 215-216.
- Droop M.R. ve Jannasch H.W., 1977. *Advances in Aquatic Microbiology*, vol. 1 (Academic Press. London), 347 p.

- Dülger B., 1997. Nilüfer Çayı'nda Bazı Bakteriyolojik Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üni., Fen Bilimleri Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.
- Dülger B., 2002. Uluabat Gölü'nde (Bursa) Bazı Bakteriyolojik Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması. (Doktora Tezi). Uludağ Üni., Fen Bilimleri Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.
- Eashwar M., Maruthamethu S. ve Balakrishman K., 1990. Occurrence of Thiobacilli in Tuticorin Harbour Waters. *Ind. J. Mar. Sci.*, 19: 107-109.
- Eckner K.F., 1998. Comparison of Membrane Filtration and Multiple-Tube Fermentation by the Colilert and Enterolert Methods for Detection of Waterborne Coliform Bacteria, *Escherichia coli* and Enterococci Used in Drinking and Bathing Water Quality Monitoring in Southern Sweden. *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (8): 3079-3083.
- Efe R., 1993. Biga Yarımadası Kuzeydoğusunda Armutçuk Dağları ile Biga ve Gönen Çayları Arasındaki Çevrenin Jeomorfolojisi (Doktora Tezi). İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.
- Egemen Ö., 1999. *Çevre ve Su Kirliliği*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:42. 2. Baskı. 1 - 22.
- Elmas D., 2000. Çanakkale YüzeY Deniz Suyunun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri, Fakültesi (Bitirme Tezi), Çanakkale.
- Embrey S.S., 2001. Microbiological Quality of Puget Sound Basin Streams and Identification of Contaminant Sources. *Journal of the American Water Resources Association*, 37 (2): 407-421.
- EPA,1990. Drinking Water Treatment Technology: Comparative Health Effects Assessment. Government Institutes, Inc., 55: 143-30370.
- Erdem Ü., 2000. Çevre Bilimi. Ege Üni. Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları, 1:231.
- Erdur D., 1990. İzmir Körfezine Dökülen Nehir ve Derelerdeki Azot Kirliliği (Bitirme Tezi). Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl., Bornova-İzmir.

- Evans T.M., LeChevallier W., Waarvick C.E. ve Seidler R.J., 1981. Coliform Species Recovered from Untreated Surface Water and Drinking Water by the Membrane Filter, Standard and Modified Most-Probable- Number Techniques. *Applied and Environmental Microbiology*, 41 (3): 657 – 663.
- Falcao D.P., Valentini R.V. ve Leite C.Q.F., 1993. Pathogenic or Potentially Pathogenic Bacteria as Contaminants of Fresh Water from Different Sources in Araraquara, Brazil. *Water Research*, 27: 1737-1741.
- FAO, 1983. *Manual of Methods in Aquatic Environment Research*. Part I. Fish Tech. Pap. (137), 201-202.
- Farag A.M., Goldstein J.N., Woodward D.F. ve Samadpour M., 2001. Water Quality in Three Creeks in the Back Country of Grand Teton National Park, USA. *Journal of Freshwater Ecology*, 16 (1): 135-143.
- Fernández A.L. ve Vilda E.A., 1988. Ecology of Some Species of *Thiobacillus* and Sulphate-Reducing Bacteria in The Middle Course of The River Guadalquivir (Spain). *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 73 (3): 309 – 318.
- Figueras M.J., Inza I., Polo F.L., Feliu M.T. ve Guarro J., 1996. A Fast Method for the Confirmation of Fecal Streptococci from M-Enterococcus Medium. *Applied and Environmental Microbiology*, 62 (6): 2177-2178.
- Figueras M.J., Suarez-Franquet A., Chaco'n M.R., Soler L., Navarro M., Alejandro C., Grasa B., Mart'inez-Murcia A. J. ve Guarro J., 2005. First Record of the Rare Species *Aeromonas culicicola* from a Drinking Water Supply. *Applied and Environmental Microbiology*, 71 (1): 538-541.
- Finstein M.S., 1972. *Pollution Microbiology a Laboratory Manual*. Marcel Dekker Inc., New York. 213 p.
- Frances N., Hornby H. ve Hunter, P.R. 1991. The Isolation of *Listeria* Species from Fresh-Water Sites in Cheshire and North Wales. *Epidemiol Infect.*, 107: 235-238.
- Frischer M.E., Danforth J.M., Foy T.F. ve Juraske R., 2005. Bioluminescent Bacteria as Indicators of Chemical Contamination of Coastal Waters. *J. Environ. Qual.*, 34: 1328-1336.

- Gabriele H.S., Wolfert M., Desmarais T.R. ve Palmer C., 2000. Sources of *Escherichia coli* in a Coastal Subtropical Environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (1): 230-237.
- Gauthier M.J. ve Clement R.L., 1994. Effect of A Short Period of Starvation in Oligotrophic Waters on The Resistance of Enteric Bacterial Pathogens to Gastric pH Conditions. *FEMS Microbiology Ecology*, 14: 275 - 284.
- Geldreich E.E. ve Clarke N.A., 1966. Bacterial Pollution Indicators in the Intestinal Tract of Freshwater Fish. *Appl. Microbiol.* 14: 429-437.
- Gidirişlioğlu A., akır R., Tok H.H., Ekinci H. ve Yksel O., 1998. Ergene Nehri ve Kollarının Eysel ve Endüstriyel Atıklarla Kirlenmesi ve Toprak zerine Etkileri. Ky Hizmetleri Kırklareli Araştırma Enstitüsü Mdrlğ, Kırklareli, 308-321.
- Goni-Urriza M., Capdepuy M., Arpin C., Raymond N., Caumette P. ve Quentin C., 2000. Impact of an Urban Effluent on Antibiotic Resistance of Riverine Enterobacteriaceae and *Aeromonas* spp.. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (1): 125-132.
- Gram L., Bundvad A., Melchiorsen J., Johansen C. ve Vogel B.F., 1999. Occurence of *Shewanella algae* in Danish Coastal Water and Effecte of Water Temperature and Culture Conditions on Its Survival. *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (9): 3896-3900.
- Grant J. ve Bathmann U.V., 1987. Swept Away: Resuspension of Bacterial Mats Regulates Benthic-Pelagic Exchange of Sulfur. *Science*, 236: 1472-1474.
- Gronewold A.D. ve Wolpert R.L., 2008. Modeling the Relationship Between Most Probable Number (MPN) and Colony- Forming Unit (CFU) Estimates of Fecal Coliform Concentration. *Water Research*, 42: 3327 – 3334.
- Gugliandolo C., Lentini V., Fera M.T., Camera E.L. ve Maugeri T.L., 2009. Water Quality and Ecological Status of the Alcantra River Estuary (Italy). *New Microbiologica*, 32: 77 - 87.
- Gülle İ., Ertan .O., Yüce A. ve Karaşahin B., 2007. Kanalizasyon Suyu Karışımı Olan Kovada Kanalı'nın Su Kalitesi ve Biyolojik zelliklerinin İncelenmesi. *VII. Ulusal Ekoloji ve evre Kongresi*. İnönü Üniversitesi Kongre ve Kültür Merkez. Malatya. s. 181.

- Gündüz T., 1994. *Çevre Sorunları*. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Güneş U., 2000. Bursa Uluabat Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi. (Bitirme Çalışması). Uludağ Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl. Bursa.
- Güngör F. ve Uçar F. 2000. İzmir Körfezi'nde Azot ve Sülfür Döngüsüne Karışan Bakterilerin Dağılımı. *Turk J Biol.* 24: 65 - 79.
- Gürgün V. ve Halkman A.K., 1990. *Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri*. Gıda Teknoloji Derneği, Yayın no. 7, (2. Baskı), Ankara. 2-98.
- Gürkan M., 2005. Çanakkale Sarıçay Deltası'nın Ornithofaunası (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Güven K., Karakaş N., Kıvanç M., Yılmaz N ve Mutlu M.B., 2000. Porsuk Çayı'ndan İzole Edilen Karışık Nitrat Bakteri Kültürü İle Azot Giderimi. *XV. Ulusal Biyoloji Kongresi 'Uluslar arası Katılımlı'*, Ankara.
- Haller L., Pote' J., Loizeau J.L. ve Wildi W., 2009. Distribution and survival of faecal indicator bacteria in the sediments of the Bay of Vidy, Lake Geneva, Switzerland. *Ecological Indicators*, 9, 540 - 547.
- Harwood V.J., Butler J., Parrish D. ve Wagner V., 1999. Isolation of Faecal Coliform Bacteria from The Diamonback Terrapin (*Malaclemys terrapin centrata*). *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (2): 865-867.
- Havelaar A.H., 1993. *A Bacteriophage Standard for Bathing Waters*. Final Report. European Contract B4-3040/92/012609.
- Hiriart M.M., Cifuentes E., Velázquez E. ve Calva J.J., 2000. Microbiological Groundwater Quality and Health Indicators in Mexico City. *Urban Ecosystems*. 4: 91-103.
- Ilgar R., 2000. Çanakkale Boğazı ve Çevresi Ekosisteminin Coğrafi Açından İncelenmesi, İstanbul Üni. Deniz Bilimleri İşletmeciliği Enstitüsü. Denizel Çevre Ana Bilim Dalı, Deniz ve Kıyı Koruma Bilim Dalı, İstanbul, s. 153. (Doktora Tezi).
- Iscen C.F., Emiroglu Ö., İlhan S., Arslan N., Yılmaz V. ve Ahiska S., 2008. Application of Multivariate Statistical Techniques in the Assessment of Surface Water Quality in Uluabat Lake, Turkey. *Environ. Monit. Assess.*, 144: 269 – 276.

- Iscen C.F., Altın A., Şenoğlu B. ve Yavuz H.S., 2009. Evaluation of Surface Water Quality Characteristics by Using Multivariate Statistical Techniques: A Case Study on the Euphrates River Basin, Turkey.
- Ishii S. ve Sadowsky, M.J., 2008. *Escherichia coli* in the Environment: Implications for Water Quality and Human Health. *Microbes Environ.* 23 (2): 101-108.
- Islam M.S., Alam M.J., Khan S.J. ve Huq A., 1994. Faecal Pollution of Freshwater Environments in Bangladesh. *Intern. J. Environ. Stud.*, 46: 161-165.
- Işık M., Topaloğlu B. ve Bakan G., 1999. Kızılırmak Deltası Drenaj Kanallarında Kirlilik Araştırılması. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 31: 14-19.
- Iwane T. ve Yamamoto K., 2001. Possible Impact of Treated Wastewater Discharge on Incidence of Antibiotic Resistant Bacteria in River Water. *Water Science and Technology*, 43 (2): 91-99.
- Jannasch H.W., Truper H.G. ve Tuttle J.H., 1972. *Microbial Sulfur Cycle in Black Sea*. Woods Hole Oceanographic Institution Contribution, No 2877, 419-425.
- Jay J.M., 1992. *Modern Food Microbiology*. 4th ed., An AVI Book, New York. 364 p.
- Jofre J., Bosch A., Lucena F., Gironés R. ve Tartera C., 1986. Evaluation of *Bacteroides fragilis* Bacteriophages as Indicators of the Virological Quality of Water. *Water Sci Technol.*, 18:167-73.
- Jorgensen B.B., 1977. Distribution of colorless sulfur bacteria (*Beggiatoa* spp.) in a coastal marine sediment. *Marine Biology*, 41 :19 – 28.
- Jorgensen B.B. ve Bak. F., 1991. Pathways and Microbiology of Thiosulfate Transformations and Sulfate Reduction in a Marine Sediment (Kattegat, Denmark). *Applied and Environmental Microbiology*, 57 (3): 847-856.
- Joyce T.M., McGuigan K.G., Elmore-Meegan M. ve Conroy R.M., 1996. Inactivation of Faecal Bacteria in Drinking Water by Solar Heating. *Applied and Environmental Microbiology*, 62 (2): 399-402.
- Kaplan M. ve Sönmez S., 2000. Belek Özel Çevre Koruma Alanı Akarsularının Su Kalitelerinin ve Kirleticilerinin Değerlendirilmesi. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 34: 21-26.

- Kara C. ve Çömlekçioğlu U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*. 7 (1): 1-7.
- Karaboz İ., Eltem F., Özdemir G. ve Ateş M., 1997. İzmir Körfezi'nde Patojen Mikroorganizmalar ve Bunların Yükünün ve Kaynaklarının Tespiti. Proje No: YDABÇAĞ., İzmir.
- Karaca A., 2008. Su Kirliliği, Bölüm 4. (Ders Notları). www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences (26 Ekim 2008).
- Karacaoğlu D., 2000. Uluabat (Bursa) Gölünün Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Karayakar F., Ay Ö. ve Cicik, B., 2004. Mersin Kıyı Şeridinden Alınan Su Örneklerinden İzole Edilen *Escherichia coli* Suşlarının Bazı Antibiyotiklere Karşı Plasmid Kökenli Dirençliliğin Saptanması. *Ekoloji*, 13 (52): 28-32.
- Karlıoğlu E., Baba A. ve Deniz O., 2004. Çanakkale İlinin Çevre Problemleri. *V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, Bolu, 513 – 538.
- Kaya S., 2005. Çanakkale İli ve Civarının Herpetofaunası (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Kaya H., 2007. Atikhisar Barajı ve Sarıçay'da Pestisit ve e Evsel Kirliliğin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Kayar N. ve Çelik A., 2001. Manisa İli İçme Sularında Florür Düzeylerinin İyon Seçici Elektrot ile Saptanması. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 40: 9-11.
- Kayar N. ve Çelik A., 2003. Gediz Nehri Kimi Kirlilik Parametrelerinin Tayini ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 12 (47): 17 - 22.
- Kıran A., 2000. Determination of Some Bacteriological Pollution Parameters Büyükçekmece Lake (Master Thesis). Fatih University, Institute of Sciences and Engineering, 63 p.
- Kırımhan S., Keven F. ve Aral N., 1994. Hazar Gölünde Bakteriyolojik Kirlenme. *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi*, Çevre Seksiyonu Kitapçığı, Edirne. 53-60.

- Kışlaoğlu M. ve Berkes F., 1985. Ekoloji ve Çevre Bilimleri. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları, 20: 70-174, Ankara.
- Kıvanç M., Kunduhoğlu B., Atik S. ve Malkaçoğlu B., 1996. Eskişehir İçme ve Kullanma Sularının Bakteriyolojik Kirliliği. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 19: 19-21.
- Kimiran A., 1999. İstanbul Deniz Suyu Örneklerinin Kirlilik İndikatörü Bakteriler Yönünden İncelenmesi. (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. 142 s.
- Kirschner A.K.T., Kavka G.G., Velimirov B., Mach R.L., Sommer R. ve Farnleitner H., 2009. Microbiological Water Quality Along the Danube River: Integrating Data from Two Whole- River Surveys and A Transnational Monitoring Network. *Water Research*, 43: 3673 – 3684.
- Kocataş A., 1999. Ekoloji ve Çevre Bilimi Ders Kitabı. Ege Üni. Su Ürünleri Fak. 51: 435, İzmir.
- Koç T., 2006. “Çanakkale’nin Kentsel Gelişimi (1462 - 2006) İle Fiziki Coğrafya İlişkisi” Proje Raporu. Çanakkale Kent Konseyi, Çanakkale Yerel Gündem 21 ve Çanakkale Belediyesi.
- Kolankaya N., Gök S., Sağlam N. ve Cansunar E., 1986. Seka (Afyon-Çay) Fabrikası Atık Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Yönden İncelenmesi ve Karamık Gölü’ne Etkisinin Araştırılması. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 1: 59-67.
- Köse S., 1990. Melez Çayında Atmosferin H₂S Emisyonlarının Araştırılması. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl. (Bitirme Tezi). İzmir. 64 s.
- Kuenen J.G., Robertson L.A. ve Tuovinen O.H., 1992. *The Genera Thiobacillus, Thiomicrospora and Thiosphaera*. In A. Balows et al (Eds.). The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria: Escophysiology, Isolation, Identification, Application. Springer-Verlag, New York. 631 p.
- Lipp E.K., Farrah S.A. ve Rose J.B., 2001. Assessment and Impact of Microbial Fecal Pollution and Human Enteric Pathogens in a Coastal Community. *Marine Pollution Bulletin*, 42 (4): 286-293.
- Mahloch J.L., 1974. Multivariate Techniques for Water Quality Analysis, *Journal of the Environmental Engineering Division*, 100 (5):1119- 1132.

- Medama G. ve Schets S., 1993. Occurrence of *Plesiomonas shigelloides* in Surface Water: Relationship with Faecal Pollution and Trophic State. *Zbl. Hyg.* 194: 398-404.
- Miernik A., 2004. Occurrence of Bacteria and Coli Bacteriophages as Potential Indicators of Faecal Pollution of Vistula River and Zegrze Reservoir. *Polish Journal of Environmental Studies.* 13(1): 29 - 84.
- Miller W.A., Miller M.A., Gardner I.A., Atwill E.R., Byrnel B.A., Jang1 S. ve Haris M., 2006. *Salmonella* spp., *Vibrio* spp., *Clostridium perfringens* and *Plesiomonas shigelloides* in Marine and Freshwater Invertebrates from Coastal California Ecosystems. *Microbial Ecology*, 52: 198–206.
- Montuelle B., Volat B., Torio-Fernandez M. ve Navarro E., 1996. Changes in *Nitrobacter* Serotypes Biodiversity in a River: Impact of a Wastewater Treatment Plant Discharge. *Water Research*, 30: 1057-1064.
- Mudryk Z.J., Podgorska B., Ameryk A. VE Bolalek J., 2000. The Occurrence and Activity of Sulphate-Reducing Bacteria in the Bottom Sediments of the Gulf of Gdansk. *Oceanologia*, 42 (1): 105 -117.
- Müezzinoğlu A. ve Efeoğlu H., 1990. Deniz Ortamında Kirlilik Parametreleri. Dokuz Eylül Üni. Fen Bil. Ens. Çevre-89-AR-066, Araş. Raporları. 67 s., İzmir.
- Namerow N.L., 1974. Scientific Stream Pollution Analysis. Hemisphere Publishing Corporation. Mc Graw Hill Book Company, USA.
- Narin N.Ö. ve Tanatmış M., 2004. Gönen (Balıkesir) ve Biga (Çanakkale) Çayları'nın Ephemeroptera (Insecta) Limnofaunası. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*, 6 (1): 16 -25.
- Nebra Y., Bonjoch X. ve Blanch A.R., 2003. Use of *Bifidobacterium dentium* as an Indicator of the Origin of Fecal Water Pollution. *Applied And Environmental Microbiology*, 2651–2656.
- Nevondo T.S. ve Cloete T.E., 1999. Bacterial and Chemical Quality of Water Supply in the Dertig Village Settlement. *Water SA*, 25 (2):215 – 220.
- Niemi R.M. ve Niemi J.S., 1988. Annual Variation and Reliability of Fecal Indicators in a Polluted River. *Toxicity Assessment An International Journal*, 3: 657-677.
- Niemi R.M. ve Niemi J.S., 1990. Monitoring of Fecal Indicators in Rivers on The Basis of Random Sampling and Percentiles. *Water, Air and Soil Pollution*, 50: 331- 342.

- Niemi R.M. ve Niemi J.S., 1991. Bacterial Pollution of Waters in Pristine and Agricultural Lands. *J. Environ.Qual.*, 20: 620-627.
- Niemi J.S., Niemi R.M. ve Pajakko P.M., 1994. Long-Term Temporal Variation of Hygienic Indicator Bacteria in a River. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 1901-1909.
- Nix P.G., Daykin M.M. ve Vilkas K.L., 1993. Sediment Bags as an Integrator of Fecal Contamination in Aquatic Systems. *Water Research*, 27: 1569-1576.
- Obi C.L., Potgieter N., Bessong P.O. ve Matsaung G., 2002. Assessment of the Microbial Quality of River Water Sources in Rural Venda Communities in South Africa. *Water SA*, 28 (3): 287 – 292.
- Odabaşı S.S., 2005. Çanakkale Bölgesindeki Sarıçay Akarsuyu'nda Su Kalitesinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Okumuş, A., 2006. Biga ile Gönen Çayı Ağızı Arasındaki Kıyının Kullanımı ve Planlaması (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Olaniran A.O., Naicker K. ve Pillay B., 2009. Antibiotic Resistant Profiles of *Escherichia coli* Isolates from River Sources in Durban, South Africa. *World J Microbiol Biotechnol*, 25: 1743 – 1749.
- Önel A., 1981. Simav Çayı, Mustafakemalpaşa Çayı ve Apolyont Gölü ile Bu Su Kaynaklarının Çevresindeki Tarım Alanlarının Bor'dan Kirlenmesi. *Doğa Bilim Dergisi*, Atatürk Özel Sayısı, 51 -60.
- Öner M., 1987. Mikrobiyal Ekoloji. Ege Üni. Fen Fak. Kitaplar Serisi No.100, İzmir, 89-167.
- Özdemir G., 1992. Melez Çayında Bazı Kirlilik Parametrelerinin Saptanması ve Nitrit, Nitrat Bakterileri ile Sülfür Oksitleyen Bakterilerin İzolasyonu (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniv., Fen Bil. Ens., İzmir.
- Özdemir G. ve Eltem R., 2000. Su ve Atık Suların Mikrobiyolojik İncelenmesi ve Arıtım Uygulamaları. Üniversiteliler Ofset, Bornova, İzmir. 214 s.

- Özkanca R.,1994. Değişik Çevre Faktörlerinin Göl Suyunda Yaşayan *Escherichia coli* Bakterisinin Yaşamı ve Ortamdan Tesbit Edilmesine Etkisi. *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi*, Edirne, V: 19-23.
- Özkanca R. ve Flint K.P., 1995a. Changes in Protein Patterns of *Escherichia coli* Under Starvation Stress in Lake Water. *Doğa Tr. J. Biol.*, 19: 399-406.
- Özkanca R. ve Flint K.P., 1995b. The Effects of Nutrient Sources on the Growth and Survival of *Escherichia coli* in Lake Water. *Doğa Tr. J. Biol.*, 19: 377-390.
- Özkanca R., 1996. Metabolik Olarak Aktif Fakat Kültürü Yapılamayan *Escherichia coli*'nin Göl Suyundaki Yaşamı ve Determinasyonu. *Doğa Tr. J. Biol.*, 20: 87-97.
- Özkanca R. ve Flint K.P., 1996. The Effects of Antibiotics on the Survival of *Escherichia coli* in Untreated and Filtered - Autoclaved Lake Water at Different Temperatures. *Doğa Tr. J. Biol.*, 20: 339-350.
- Öztürk M., Seçmen Ö. ve Leblebici E., 1996. Eber Gölü (Afyon) Bitki Örtüsü ve Kirlenme İlişkileri. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 120: 14-16.
- Palmer D.M., Holloran F.M. ve Roberts J.M., 1993. The Effects of Indicator Organisms in Wash Water Disposal on Mooring Embayments. *J. Great Lakes Res.*, 19 (2): 352-360.
- Parveen S., Portier K.M., Robinson K., Edmiston L. ve Tamplin M.L., 1999. Discriminant Analysis of Ribotype Profiles of *Escherichia coli* for Differentiating Human and Non - human Sources of Faecal Pollution. *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (7): 9142-9147.
- Pathak S.P., Bhattacharjee J.W. ve Ray P.K., 1993. Seasonal Variation in Survival and Antibiotic Resistance Among Various Bacterial Populations in a Tropical River. *J.Gen. Appl. Microbiol.*, 39: 47 - 56.
- Pejman A.H., Bidhendi G.R.N., Karbassi A.R., Mehrdadi N. ve Bidhendi M.E., 2009. Evaluation of Spatial and Seasonal Variations in Surface Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 6(3): 467 – 476.
- Polo F., Figueras M.J., Inza I., Sala J., Fleisher J.M. ve Guarro J., 1998. Relationship Between Presence of *Salmonella* and Indicators of Faecal Pollution in Aquatic Habitats. *Fems Microbiology Letters*, 160: 253-256.

- Qunhe W.U., Zhang R., Huang S. Ve Zhang H., 2008. Effects of Bacteria on Nitrogen and Phosphorus Release from River Sediment. *Journal of Environmental Sciences*, 20: 404 – 412.
- Rechcigl, M., 1977. *CPC Handbook Series In Nutrition and Food*. Section 6: Diets, Culture Media, Food Supplements Volume III Culture Media for Microorganisms and Plants. 344 p.
- Resnick I.G. ve Levin M.A., 1981. Assessment of *Bifidobacteria* as Indicators of Human Fecal Pollution. *Applied and Environmental Microbiology*, 42 (3): 433 - 438.
- Rhodes W.M. ve Kator H., 1994. Seasonal Occurrence of Mesophilic *Aeromonas* spp. as a Function of Biotype and Water Quality in Temperate Freshwater Lakes. *Water Research*, 28: 2241-2251.
- Sabae S.Z. ve Rabeh S.A., 2007. Evaluation of The Microbial Quality of The River Nile Waters at Damietta Branch, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 33 (1): 301 - 311.
- Samsunlu A., 1999. Çevre Mühendisliği Kimyası. İstanbul Teknik Üni., Çevre Müh. Böl. Sam. Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Sarı H.M., Balık S., Ustaoglu M.R. ve İlhan A., 2006. Distribution and Ecology of Freshwater Ichthyofauna of the Biga Peninsula, North-western Anatolia, Turkey. *Turk J. Zool.*, 30:35 - 45.
- Schwartzbrod L., Finance C., Aymard M., Brigand M. ve Lucena F., 1985. Recovery of Reovirus from Tap Water. *Zbl Bakt Hyg I Abt Org B.*, 181: 383-9.
- Sharma S., Dixit S., Jain P., Shah K.W., Vishwakarma R., 2008. Statistical evaluation of hydrobiological parameters of Narmada River water at Hoshangabad City, India. *Environ Monit Assess*, 143: 195 - 202.
- Seeley, H.W. ve Van Demark, P.J. 1972. *Microbes in Action A Laboratory Manual of Microbiology*. Selected Exercises From 2. Edition. 112-188.
- Selvi K., 2006. Çanakkale, Sarıçay' daki Ağır Metal Kirliliğinin (Ni, Fe, Cu, Zn) Bazı Bentik Makroomurgasızlar Üzerindeki Toksik Etkilerinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Çanakkale.

- Servais P., ve Billen G., 1990. Le contrôle de la qualité bactériologique des eaux de baignades. *Tribune de l'eau*. 543: 23 - 8.
- Servais P., Armisen T.G., Lepeuple A.S. ve Lebaron P., 2005. An Early Warning Method to Detect Faecal Contamination of River Waters. *Annals of Microbiology*, 55 (2): 151 -156.
- Singh B.R. ve Kulshrestha S.B., 1994. Incidence of *Escherichia coli* in Fishes and Seafoods: Isolation, Serotyping, Biotyping and Enterotoxigenicity Evaluation. *J. Food Sci Technol.*, 31 (4): 324-326.
- Skraber S., Gantzer C., Maul A. ve Schwartzbrod L., 2002. Fates of Bacteriophages and Bacterial Indicators in the Moselle River (France). *Water Research*, 36: 3629 - 3637.
- Spencer R., 1984. Microbiological Quality Control. *Elsevier Applied Science Publ.* 135-153.
- Sood A., Singh K.D., Pandey P. ve Sharma S., 2008. Assessment of Bacterial Indicators and Physicochemical Parameters to Investigate Pollution Status of gangetic River System of Uttarakhand (India). *Ecological Indicators*, 8: 709 – 717.
- Soyupak S., 1987. *Akarsu Kirlenmesi*. O.D.T.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümğ Kurs Notları, Ankara.
- Sümer B., İleri R., Şamandar A. ve Şengörür B., 2001. Büyük Melen ve Kollarındaki Su Kalitesi. *Ekoloji-Çevre Dergisi*, 10 (39): 13-18.
- Şengül F., Müezzinoğlu A. ve Samsunlu A., 1982. Çevre Mühendisliği Kimyası. Ege Üni. İnşaat Fak. Ders Notları. No: 39. İzmir.
- Şengül F. ve Türkman A., 1991. *Su ve Atıksu Analizleri Lab. Notları*. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak., İzmir. 12-67.
- Tallon P., Magajna B., Lofranco C. ve Leung K.T., 2005. Microbial Indicators Of Faecal Contamination In Water: A Current Perspective. *Water, Air, and Soil Pollution*, 166: 139–166.
- Tamer A.Ü., Uçar F., Ünver E., Karaboz İ., Bursalıoğlu M. ve Oğultekin R., 1989. *Mikrobiyoloji Laboratuar Kılavuzu* (3. Baskı). Ege Üniv., Biyoloji Böl., Temel ve

Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı. E.Ü. Fen Fak. Teksirler Serisi No.55, İzmir. 312-376.

- Toroğlu S., Dinçer S. ve Korkmaz H., 2005. Antibiotic Resistance in Gram Negative Bacteria Isolated from Aksu River in (Kahramanmaraş) Turkey. *Annals of Microbiology*, 55 (3): 229 – 233.
- Toroğlu E. ve Toroğlu S., 2009. Microbial Pollution of Water in Golbasi Lake in Adiyaman, Turkey. *J. Environ. Biol.*, 30 (1): 33 - 38.
- Torunoğlu T., Erbil A., Göllü, S., Şentürk E., Öner, H., 1989. Örnek Çalışma: Uluabat Gölü ve Havzası. *Su Kalitesi Gözlem ve Denetimi Semineri*. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü İçme Suyu ve Kanallar Daire Başkanlığı. 301-387.
- Touron A., Berthe T., Gargala G., Fournier M., Ratajczak M., Servais P. ve Petit F., 2007. Assessment of Faecal Contamination and the Relationship Between Pathogens and Faecal bacterial Indicators in an Estuarine Environment (Seine, France). *Marine Pollution Bulletin*, 54: 1441 – 1450.
- Tuncay H., 1994. Su Kalitesi. Ege Üni. Ziraat Fak. Yayınları, 1:512.
- Tunçer S., 2002. Çanakkale Sarıçay'da Su Samuru'nun Yaşama Ortamları. *Su Samuru'nun Türkiye'deki Durumu, II. Sempozyum*, Antalya, 59-62.
- Turick E.C., Sexstone J.A. ve Bissonnette K.G., 1988. Freshwater Mussels as Monitors of Bacteriological Water Quality. *Water, Air and Soil Pollution*, 40: 449-460.
- Tüfekçi S., 1996. Demir (III) İyonunun Bazı Oksijen Verici Ligandlar ile Oluşturduğu Komplekslerin İncelenmesi ve Demir Kirliliği Olan Sularda Türlendirme (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniv., Fen Bil. Ens., Bursa.
- Türkman A., 1981. İzmir Körfezine Dökülen Yan Derelerin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi. *Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri*, 2 (32).
- Türkoğlu M., Ergün S. ve Yiğit M., 2008. Çanakkale Boğazı'nda Farklı Su Tabakalarındaki Fizikokimyasal Koşullara Bağlı Olarak Bölgenin Su Ürünleri Üretim Potansiyelinin Geliştirilmesi. *Çanakkale İli Değerleri Sempozyumları, Çanakkale Merkezi Değerleri Sempozyumu*, Çanakkale, 401- 415.

- Uslu O. ve Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, 1: 14-43.
- Uçar S., 1990. Tekirdağ İçme Suyu, Kuyu Suyu, Kaynak Suyu, Deniz Suyunda Bakteriyolojik Kirlilik ve Nitrit Aranması Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. S. 59. (Yüksek Lisans Tezi).
- Uslu O., 1990. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği. *Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi*, 1 (1): 7-14.
- Utlu F. ve Çelebi H., 1996. Peri Suyu'nun Hidrojeokimyasal Özellikleri. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 19: 12-17.
- Ünlü A. ve Uslu G., 1999. Hazar Gölü'nde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Ekoloji-Çevre Dergisi*, 32: 7-13.
- Veissman W. ve Hammer M.J., 1993. *Water Supply and Pollution Control*, Fifth Ed., Harper Collins College Publishers, New York, 45-189.
- Verep B., Serdar O., Turan D. ve Şahin C., 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 14 (57): 26 - 35.
- WHO/UNICEF, 1993. Joint Monitoring Programme. Water Supply and Sanitation Monitoring Report. World Health Organization/United Nations International Childrens Emergency Fund Monogr., New York. Health Organization, Geneva.
- Woody M.A. ve Cliver D.O., 1995. Effects of Temperature and Host Cell Growth Phase on Replication of F-specific RNA Coliphage Q β . *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 1520-6.
- Yayıntaş Ö.T., Yılmaz S., Türkoğlu M., Çolakoğlu F.A. ve Çakır F., 2007a. Seasonal Variation of Some Heavy Metal Pollution with Environmental and Microbiological Parameters in Sub-Basin of Kocabas Stream (Biga, Canakkale, Turkey) by ICP-AES. *Environ Monit Assess*, 134: 321 – 331.
- Yayıntaş Ö.T., Yılmaz S., Türkoğlu M., Dilgin, Y., 2007b. Determination of Heavy Metal Pollution with Environmental Physicochemical Parameters in Waste Water of Kocabas Stream (Biga, Canakkale, Turkey) by ICP-AES. *Environ Monit Assess*, 127: 389 – 397.

- Yıldırım A. ve Aras S.M., 1999. Oltu Çayı'nın (Çoruh Nehri) Su Kalitesinin Bazı Parametrelerindeki Yıllık Değişimler ve Su Ürünleri Açısından Değerlendirilmesi. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 31: 22-28.
- Yılmaz Z., 1983. Kirletici Kaynaklardan Etkilenen Yeraltı Sularında Kirlilik Parametreleri İlgileri (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl., İzmir.
- Yillia P.T., Kreuzinger N. ve Mathooko J.M., 2008. The Effect of the In-Stream Activities on the Njoro River, Kenya. Part II: Microbial Water Quality. *Physics and Chemistry of The Earth*. 33: 729 – 737.
- Yücel E., Doğan F. ve Öztürk M., 1995. Porsuk Çayında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri ve Halk Sağlığı İlişkisi. *Ekoloji-Çevre Dergisi*, 17: 29-32.
- Yüksek Y., 2003. Çanakkale İlindeki Sarıçay'ın Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Üni. Fen Bil. Ens. Çanakkale.
- Zhao Z. ve Cui F., 2009. Multivariate statistical analysis for the surface water quality of the Luan River, China. *Journal of Zhejiang University*, 10(1): 142 - 148.
- Zhou F., Liu Y. ve Guo H., 2007. Application of Multivariate Statistical Methods to Water Quality Assessment of the Watercourses in Northwestern New Territories, Hong Kong. *Environ Monit Assess*, 132: 1 - 13.
- Zar J.H., 1984. Biostatistical Analyses. Printice- Hall International Inc. Second Edition. 185- 309.
- <http://img138.imageshack.us/img138/9828/dscf0596dg1.jpg> (12-12-2008)
- <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=26203&start=30> (10-02-2009)
- Su ve Atık Su Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ölçüm ve Denetim Daire Başkanlığı.
- http://www.lab-cevreorman.gov.tr/hie/su_degerlendirme.pdf
- Elektriksel İletkenlik. www.kimyaevi.org. (13-11-2008)

ÇİZELGELER	Sayfa No
Çizelge 2.1. Önemli yüzeysel su kaynaklarında ortalama AKM değerleri	9
Çizelge 2.2. Sarıçay akarsuyuna ait fiziko-kimyasal su kalitesi analiz sonuçları .	12
Çizelge 2.3. Biga Çayına ait fiziko-kimyasal su kalitesi analiz sonuçları	19
Çizelge 2.4. Yüzey sularından gelen mikroorganizmalar	22
Çizelge 2.5. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	25
Çizelge 2.6. Koliform grubu bazı bakterilerin IMVIC test sonuçları	35
Çizelge 2.7. Kıtaiçi su kaynaklarının sınıflara göre kalite kriterleri	37
Çizelge 3.1. Sarıçay ve Kocabaş Çaylarının önemli özellikleri ve bu çalışmadaki örnek alma noktalarının tanıtımı	74
Çizelge 4.1. Sarıçay (Çanakkale/Merkez) 1. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri	111
Çizelge 4. 2. Sarıçay (Çanakkale/Merkez) 2. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri.....	112
Çizelge 4.3. Sarıçay (Çanakkale/Merkez) 3. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri	113
Çizelge 4.4. Biga Çayı (Çanakkale/Biga) 1. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri	114
Çizelge 4.5. Biga Çayı (Çanakkale/Biga) 2. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri	115
Çizelge 4.6. Biga Çayı (Çanakkale/ Biga) 3. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri	116
Çizelge 4.7. Sarıçay’da saptanan kirlilik parametrelerinin istasyonlara göre Tukey ve LSD testlerine ait fark grupları	117
Çizelge 4.8. Biga Çayı’nda saptanan kirlilik parametrelerinin istasyonlara göre Tukey ve LSD testlerine ait fark grupları	118
Çizelge 4.9. Sarıçay’a ait korelasyon değerleri	119
Çizelge 4.10. Biga Çayı’na ait korelasyon değerleri	120
Çizelge 4.11. Çanakkale Meteoroloji İstasyonuna göre aylık ortalama meteorolojik değerler	121
Çizelge 5.1. Sarıçay ve Biga Çay’ların da istasyonlara göre su kalite sınıfları ...	179

ŞEKİLLER	Sayfa No
Şekil 2.1. Çanakkale ili önemli akarsuları	5
Şekil 2.2. Sarıçay'ın genel konumu	10
Şekil 2.3. Sarıçay'ın genel görünümü	11
Şekil 2.4. Biga çayının genel konumu	16
Şekil 2.5. Biga çayının genel görünümü	18
Şekil 2.6. Bir akarsuda kirlenme ve çözünür oksijen düzeyi arasındaki ilişkiler ..	27
Şekil 3.1. Sarıçay örnek alım istasyonları	72
Şekil 3.2. Biga Çayı örnek alım istasyonları	73
Şekil 4.1. Sarıçay sıcaklık değişimi	122
Şekil 4.2. Biga Çayı sıcaklık değişimi	122
Şekil 4.3. Sarıçay ve Biga Çayları sıcaklık değişimi	123
Şekil 4.4. Sarıçay pH değişimi	123
Şekil 4.5. Biga Çayı pH değişimi	124
Şekil 4.6. Sarıçay ve Biga Çayları pH değişimi	124
Şekil 4.7. Sarıçay elektriksel iletkenlik değişimi	125
Şekil 4.8. Biga Çayı elektriksel iletkenlik değişimi	125
Şekil 4.9. Sarıçay ve Biga Çayları elektriksel iletkenlik değişimi	126
Şekil 4.10. Sarıçay çözünmüş oksijen değişimi	126
Şekil 4.11. Biga Çayı çözünmüş oksijen değişimi	127
Şekil 4.12. Sarıçay ve Biga Çayları çözünmüş oksijen değişimi	127
Şekil 4.13. Sarıçay BOI ₅ değişimi	128
Şekil 4.14. Biga Çayı BOI ₅ değişimi	128
Şekil 4.15. Sarıçay ve Biga Çayları BOI ₅ değişimi	129
Şekil 4.16. Sarıçay sülfat redükleyen bakterilerin (35 °C) değişimi	129
Şekil 4.17. Biga Çayı sülfat redükleyen bakterilerin (35 °C) değişimi	130
Şekil 4.18. Sarıçay ve Biga Çayları sülfat redükleyen bakterilerin (35 °C) değişimi	130
Şekil 4.19. Sarıçay sülfat redükleyen bakterilerin (55 °C) değişimi	131
Şekil 4.20. Biga Çayı sülfat redükleyen bakterilerin (55 °C) değişimi	131
Şekil 4.21. Sarıçay ve Biga Çayları sülfat redükleyen bakterilerin (55 °C) değişimi	132

Şekil 4.22. Sarıçay denitrifikasyon yapan bakterilerin değişimi	132
Şekil 4.23. Biga Çayı'na ait 3 istasyonun denitrifikasyon yapan bakterilerin değişimi	133
Şekil 4.24. Sarıçay ve Biga Çayları denitrifikasyon yapan bakterilerin değişimi ..	133
Şekil 4.25. Sarıçay amonifikasyon yapan bakterilerin değişimi	134
Şekil 4.26. Biga Çayı amonifikasyon yapan bakterilerin değişimi	134
Şekil 4.27. Sarıçay ve Biga Çayları amonifikasyon yapan bakterilerin değişimi..	135
Şekil 4.28. Sarıçay'a ait 3 istasyonun toplam canlı sayımı (5 °C)	135
Şekil 4.29. Biga Çayı'na ait 3 istasyonun toplam canlı sayımı (5 °C)	136
Şekil 4. 30. Sarıçay ve Biga Çayları toplam canlı sayımı (5 °C)	136
Şekil 4.31. Sarıçay'a ait 3 istasyonun toplam canlı sayımı (25 °C)	137
Şekil 4.32. Biga Çayı'na ait 3 istasyonun toplam canlı sayımı (25 °C)	137
Şekil 4. 33. Sarıçay ve Biga Çayları toplam canlı sayımı (25 °C)	138
Şekil 4.34. Sarıçay'a ait 3 istasyonun toplam canlı sayımı (35 °C)	138
Şekil 4.35. Biga Çayı'na ait 3 istasyonun toplam canlı sayımı (35 °C)	139
Şekil 4. 36. Sarıçay ve Biga Çayları toplam canlı sayımı (35 °C)	139
Şekil 4.37. Sarıçay'a ait 3 istasyonun toplam koliform değişimi	140
Şekil 4.38. Biga Çayı'na ait 3 istasyonun toplam koliform değişimi	140
Şekil 4. 39. Sarıçay ve Biga Çayları toplam koliform değişimi	141
Şekil 4.40. Sarıçay'a ait 3 istasyonun fekal koliform değişimi	141
Şekil 4.41. Biga Çayı'na ait 3 istasyonun fekal koliform değişimi	142
Şekil 4. 42. Sarıçay ve Biga Çayları fekal koliform değişimi	142
Şekil 4.43. Çanakkale ili istasyonuna ait ortalama sıcaklık (°C) değerleri	143
Şekil 4.44. Çanakkale ili istasyonuna ait toplam yağış (mm) değerleri	143
Şekil 4.45. Çanakkale ili istasyonuna ait buharlaşma (mm) değerleri	144
Şekil 4.46. Sarıçay'a ait 3 istasyonun kümeleme analiz sonuçları	145
Şekil 4.47. Biga Çayı'na ait 3 istasyonun kümeleme analiz sonuçları	146
Şekil 4.48. Sarıçay ve Biga Çaylarının kümeleme analizi metoduna göre karşılaştırılması	147

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nurcihan HACIOĞLU
Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Tarihi : 29.07.1981

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat
Fakültesi Biyoloji Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLER

a) Yayınlar -SCI –Diğer

SCI, SCI-Expanded SSCI ve AHCI kapsamında yer alan dergilerde yayımlanan ;

a) Özgün araştırma, makale, derleme

Hacioglu, N., Dulger, B., (2009). Monthly variation of some physico-chemical and microbiological parameters in Biga Stream (Biga, Canakkale, Turkey). African Journal of Biotechnology, 8 (9):1929-1937.

Dulger B., **Hacioglu, N.**, Bilen, S., (2009). 'Antimicrobial Activity of *Cotinus coggyria* from Turkey'. Asian Journal of Chemistry, 21(5): 4139-4140.

Dulger B., **Hacioglu, N.**, Erdugan H., Aysel V., (2009). 'Antimicrobial Activity of Some Brown Algae from Turkey.' Asian Journal of Chemistry, 21 (5): 4113-4117.

Dulger B., **Hacioglu, N.**, Uyar, G., (2009). 'Evaluation of Antimicrobial Activity of Some Mosses from Turkey' Asian Journal of Chemistry, 21(5):4093-4096.

Dulger B., **Hacioglu, N.**, (2009). 'Antimicrobial Activity of *Bacopa caroliniana*, Asian Journal of Chemistry, 21(5): 4077-4080

- Dulger, B., **Hacioglu, N.**, (2009). Antimicrobial Activity of Some Endemic *Verbascum* and *Scrophularia* Species from Turkey. Asian Journal of Chemistry, 20 (5): 3779 -3785
- Dulger, B., **Hacioglu, N.**, Dulger, G., (2009). Antimicrobial Activity of Endemic *Hypericum havvae* from Turkey. Asian Journal of Chemistry, 20(5): 3889 -3892
- Dulger, B., **Hacioglu, N.**, Aydin, G., Uzun, Y. (2008). Antimicrobial Activity of Three *Macrolepiota* Species from Turkey. Asian Journal of Chemistry, 20(5): 3945 - 3948.
- Dulger, B. **Hacioglu, N.** (2008). Antibacterial Activity of Endemic *Lamium tenuiflorum*. Asian Journal of Chemistry, 20(8): 6577-6581.
- Dulger, B., **Hacioglu, N.** (2008). Evaluation of Antimicrobial Activity of Two Endemic Scrophulariaceae Members. Asian Journal of Chemistry, 20 (8): 6385-6390.
- Dulger, B., **Hacioglu, N.** (2008). Antifungal Activity of Endemic *Satureja icarica*. Asian Journal of Chemistry. 20 (8): 6505-6508.
- Dulger, B., **Hacioglu, N.**, (2008). Antifungal Activity of Endemic *Salvia tigrina* in Turkey. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 7(3):1051-1054.

SCI, SCI-Expanded, SSCI ve AHCI dışındaki uluslararası indeksler tarafından taranan hakemli dergilerde yayımlanan;

a) Özgün araştırma, makale, derleme

- Dulger, B., Dulger, G., **Hacioglu, N.**, F. Gucin, (2007). “A new record for the Turkish mycota: *Xylaria filiformis*“, Mycologica Balcanica 4(1-2): 95-96.
- Dulger, B., Suerdem, T.B., **Hacioglu, N.**, (2007). “A New Myxomycete Record for Turkish Myxobiota: *Comatricha suksdorfii*”, Mycologica Balcanica 4(1-2): 77-78.
- Dulger, B., Karabacak, E., Suerdem, T.B., & **Hacioglu, N.** (2005). “A new myxomycete record for the fungi flora of Turkey”, International Journal of Botany, 1(1): 62-63.
- Dulger, B., Suerdem, T.B. Yeşilyurt, D., **Hacioglu, N.** & Çamdeviren, A., (2005). “Evaluation of antimicrobial activity of the macrofungus *Phellinus torulosus*”, Journal of Biological Sciences, 5(4): 436-439

Ulusal hakemli bilimsel dergilerde yayımlanan ;

a) Özgün araştırma, makale ve derleme

Hacıoğlu, N., Özşen, E., Dülger, B., (2009). Çanakkale Evdişi Havasından Saptanan Bakteri Grupları ve İzole Edilen Aktinomisetlerin Antimikrobiyal Aktiviteleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13-3

Dülger, B. Süerdem T., **Hacıoğlu, N.**, (2007) *Lycogala epidendrum* (J.C. Bux B.Ex L.) Fr.'un (Miksomiset) Antimikrobiyal Aktivitesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(1): 259-266.

b) Bildiriler -Uluslararası –Ulusal

Uluslararası kongre, sempozyum, çalıştay, konferans, panel gibi bilimsel toplantılarda sunulurken, programda yer alan ;

a) SCI, SCI-Expanded, SSCI ve AHCI kapsamındaki dergi özel sayılarında veya aynı kapsamdaki kongre kitaplarında özet metin olarak yayımlanan bildiri, poster veya gösteri

Dulger B., **Hacıoğlu N.**, (2009). Activity of three endemic *Verbascum* Species Against Hospital Isolates Methicillin- Resistant *Staphylococcus aureus*. Biotechnol & Biotechnol. EQ. 23/2009/ Special Edition/On-Line. 760-762.

Dulger B., **Hacıoğlu N.**, (2009) Antibacterial Activity of Three Endemic *Hypericum* Species used in Folkloric Medicine Against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. Biotechnol.& Biotechnol. EQ. 23/2009/SE. Special Edition/On-Line. 763-765.

c) Özet metin olarak yayımlanan bildiri yada poster veya gösteri

Hacıoğlu N., Dulger B., (2009). Antibacterial Activity of Three Endemic *Hypericum* Species in Folkloric Medicine Against Methicillin- Resistant *Staphylococcus aureus*. XI. Anniversary Scientific Conference 120 Years of Academic Education in Biology, 45 Years Faculty of Biology. (Poster) 27-29 May 2009. Sofia Bulgaria

Hacıoğlu N., Dulger B., (2009). Activity of Three Endemic *Verbascum* Species Against Hospital Isolates of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. XI. Anniversary Scientific Conference, 120 Years of Academic Education in Biology, 45 Years Faculty of Biology.(oral presentation) 27-29 May 2009. Sofia, Bulgaria.

- Dülger, B., **Hacıoğlu N., (2009).** Antibacterial Activity of Two Endemic *Origanum* Species Against Methicillin- Resistant *Staphylococcus aureus*. ISOPS 9th International Symposium on Pharmaceutical Sciences. 23-26 June 2009. Ankara.
- Dülger, B., Sener A., **Hacıoğlu N., (2009).** Antifungal Activity of Two Endemic *Lamium* Species Against Some Medical Yeast *Candida* and *Cryptococcus* Species. ISOPS 9th International Symposium on Pharmaceutical Sciences. 23-26 June 2009. Ankara.
- Dülger B., **Hacıoğlu N., (2009).** Yılmaz S., Yagmur S., Antifungal Activity of Phenazopyridine Hydrochloride and Its Schiff Base Derivates Against Clinically Relevant Yeast Cultures. ISOPS 9th International Symposium on Pharmaceutical Sciences. 23-26 June 2009. Ankara.
- Dulger, B., **Hacıoğlu, N. (2009).** Antimicrobial Activity of Three *Hypericum* L. Species Against Coliform Bacteria Isolated from Two Polluted Streams in Canakkale (Turkey). Internatonal Conference on Plants & Environmental Pollution. 6-11 July. Kayseri. Turkey. (Oral Presentations)
- Dulger, B., **Hacıoğlu, N., 2009.** Antifungal Properties of the Leaves of *Cotinus coggyria* Against Clinically Relevant Fungal Pathogens. 5th Balkan Botanical Congress, 7-11 September, Belgrade, Serbia. (poster presentation)
- Dulger B., **Hacıoğlu, N.,** Antibacterial Activity of Three Endemic *Hypericum* Species Used in Folkloric Medicine Against Methicillin- Resistant *Staphylococcus aureus*. 5th Balkan Botanical Congress. 7-11 September 2009. Belgrade, Serbia.(poster presentation)

b) Kongre kitapçığında tam metin olarak yayınlanan bildiri

- Dulger, B., **Hacıoğlu, N. & Suerdem, T.B. (2006).** Evaluation of Antimicrobial Activity of the Macrofungus *Suillus bellini* (Inz.) Marchand. Sofia-BULGARIA. 20-26 June 2006 IV. Balkan Botanical Congress Scientific Area E.
- Hacıoğlu, N.,** Dulger, B., Uzun, Y., **(2006).** Antimicrobial Activity of Some *Agaricus* Species From Turkey. Sofia-BULGARIA. 20-26 June 2006 IV. Balkan Botanical Congress Scientific Area E.
- Hacıoğlu, N.,** Dulger, B., Uzun, Y., **(2006).** Antimicrobial Activity of Some Macrofungi From Turkey. Sofia-BULGARIA. 20-26 June 2006 IV. Balkan Botanical Congress Scientific Area E.

Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunularak, programda yer alan ;

a) Tam metin olarak yayımlanan bildiri

Dülger, B., Gönüz, A., Hacıoğlu, N., (2007). *Hypericum calycinum* L. Bitkisinin Antimikrobiyal Aktivitesi Üzerine Bir Çalışma, Bayramiç Sempozyumu, 07. s.105.

b) Özet metin olarak yayımlanan bildiri yada poster veya gösteri

Yılmaz S., Ergün S., Hacıoğlu N. ve Dülger, B., (2009). Bitki Özütlerinin Melek Balığı (*Pterophyllum scalare*) Yumurtalarının Açılımına Etkisi (Sözlü Bildiri). 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize.

Dülger, B., Hacıoğlu, N., Köse, Ö., Duman, S. (2009). "Türkiye İçin Yeni Bir Koprofilöz Fungus Kaydı: *Pilobolus crystallinus* (Wiggers) Tode", IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi (7-10 Ekim 2009), Özet Kitabı, 158, Nevşehir

Hacıoğlu, N., Dülger, B. (2009). "Sarıçay'da (Çanakkale/Türkiye) Bazı Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerin Aylık Değişimleri", IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi (7-10 Ekim 2009), Özet Kitabı, 287, Nevşehir.

Hacıoğlu, N., Dülger, B., Dülger, G., (2008). "Bazı Makrofungus Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi". 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, (23-27 Haziran 2008) Özetler Kitapçığı, 239, Trabzon

Hacıoğlu, N., Dülger, B., (2008). "Ticari Olarak Satılan Bazı Bitki Preparatlarının Antimikrobiyal Aktivitesi" 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, (23-27 Haziran 2008) Özetler Kitapçığı, 241, Trabzon

Hacıoğlu, N., Dülger, B., Gücin, F., (2008). "Türkiye İçin Yeni Bir Koprofilöz Fungus Kaydı" 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, (23-27 Haziran 2008) Özetler Kitapçığı, 250, Trabzon

Hacıoğlu, N., Dülger, B., Dülger, G., Özşen, E., Gücin, F., (2008). "Türkiye Mikrobiyotası İçin Yeni Bir Kayıt: *Lachnella alboviolascens*" 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, (23-27 Haziran 2008) Özetler Kitapçığı, 251, Trabzon

Hacıoğlu, N., Köse, Ö., Özşen, E., Dülger, B., (2008). "Çanakkale'de Tüketilen Dondurmaların Mikrobiyolojik Kalitesi" 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, (23-27 Haziran 2008) Özetler Kitapçığı, 299, Trabzon.

Ayan, T.İ., **Hacıoğlu, N.**, Dülger, B., (2007). Kocabaş Çayında (Çanakkale/Biga) Bazı Bakteriyolojik Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması. VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi.

Dülger, B., **Hacıoğlu, N.** (2007). Türkiye İçin Yeni Koprofilöz Fungus Kayıtları. VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi.

Dülger, B., Süerdem, T.B. & **Hacıoğlu, N.** (2006) Miksomiset *Lycogala epidendrum* Fr.'un Antimikrobiyal Aktivitesi. (26-30 Haziran 2006) 18. Ulusal Biyoloji Kongresi (Poster ve bildiri Kitapçığı) 208-209, Aydın

Dülger, B., Süerdem, T.B., **Hacıoğlu, N.**, Çamdeviren, A. & Aydın, G., (2006). “Phallus impudicus L.ex Pers. ve Scleroderma polyrhizum J.F.Gmel. ex Pers Makrofunguslarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması”. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi (26-30 Haziran 2006), (Poster ve Bildiri Kitapçığı), 217, Aydın.

Hacıoğlu, N., Dülger, B., Uzun, Y., Bazı Agaricus Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesi. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi (26-30 Haziran 2006) .(Poster ve bildiri Kitapçığı), 213, Aydın.

Hacıoğlu, N., Dülger, B.& Uzun, Y., (2006). “Bazı Makrofungus Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesi”. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi (26-30 Haziran 2006), Poster ve Bildiri Kitapçığı, 213, Aydın, (2006).

c) Katıldığı Projeler

Üniversitenin altyapısına destek veren tamamlanmış Projelerde görev alma

a) Ulusal Kuruluşlarca (TUBİTAK, DPT, TUBA vb.) desteklenenler

Spiro ve ansa fosfazen bileşiklerinin sentezi, yapılarının ve antimikrobiyal özelliklerinin incelenmesi, 106T108, TUBİTAK, (2006-2009).

İŞ DENEYİMİ:

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü (Araştırma Görevlisi) 2007 -

İLETİŞİM:

E-posta Adresi:nurcihan.n@gmail.com