



128496

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ULUABAT GÖLÜ'NDE (BURSA)
BAZI BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK
PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

TC YÜSEKÖĞRETİM KURULU
EKÜMANTASYON MERKEZİ

BAŞARAN DÜLGER

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

128496

BURSA 2002

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


ULUABAT GÖLÜ'NDE (BURSA)
BAZI BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK
PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

BAŞARAN DÜLGER

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON BİRİMİ

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI


Bu Tez 15/04/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.


Yrd.Doç.Dr. C.Cem ERGÜL
(Danışman)


Prof.Dr. Gonül KAYNAK


Prof.Dr. Fikri BAŞOĞLU


Prof.Dr. Sanver EKMEKÇİ


Prof.Dr. A. Üsame TAMER

ÖZET

Bu çalışmada, özellikle evsel ve endüstriyel kaynaklı kirleticileri taşıyan Uluabat (Apoliyont, Ulubat) Gölü Kasım 2000 – Ekim 2001 tarihleri arasında her ay periyodik olarak incelenmiştir. Belirli istasyonlardan alınan örneklerde kirliliği belirten bazı parametreler ölçülmüştür. Bu parametreler; biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI₅), çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, fekal ve toplam koliform'dur. Bu parametrelerin standartlarla uygunluğu karşılaştırılmış ve sonuçta bunların büyük çoğunluğu standartların üstünde olduğu sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, bu gölde sülfat redükleyici bakteriler, denitrifikasyon ve amonifikasyon yapan bakteriler çoklu tüp fermentasyon tekniği ile en muhtemel sayıları saptanmıştır. Bu bakterilerin sayısı Uluabat Gölü'nün kirliliğinde ne tür maddelerin bulunduğunu ve bu kirliliğin boyutlarını bize göstermektedir.

Bunlara ilaveten, Uluabat Gölü'nde nitrifikasyonu sağlayan bazı nitrit ve nitrat bakterileri ile *Thiobacillus* grubu sülfür oksitleyici bakteri türleri izole edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Su kirliliği, Fekal koliform, Toplam koliform, Nitrifikasyon, *Thiobacillus* sp., Uluabat Gölü

ABSTRACT**STUDIES ON SOME BACTERIOLOGICAL POLLUTION PARAMETERS ON
ULUABAT LAKE (BURSA)**

In this study, Uluabat Lake (Apoloyont, Ulubat) containing especially the pollutants with industrial and domestic sources has been studied. Uluabat Lake was particularly studied periodically for every month between November 2000 – October 2001. Various parameters indicating pollution has been measured in the sample taking from definite stations. These parameters mentioned above were biochemical oxygen demand (BOD₅), dissolved oxygen, temperature, fecal and total coliform. The above parameters were compared with the standarts and most of them have been found higher than standards.

In addition to above work in the lake, most probable number of sulphate reducing, denitrificating and ammonifying bacteria by using the multiple tupe fermentation technique were determined. The number of these bacteria show what kind of pollutants are found and level of pollution of Uluabat Lake.

On the other hand, some nitrite and nitrate bacteria and the group of *Thiobacillus* which oxidize sulphur were also isolated in Uluabat Lake.

Key Words : Freshwater pollution, Faecal coliform, Total coliform, Nitrification, *Thiobacillus* sp., Uluabat Lake

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI.....	4
2.1. Uluabat Gölü'nün Coğrafik ve Jeolojik Yapısı.....	4
2.2. İklim ve Hava Şartları.....	7
2.3. Gölden Faydalanım.....	7
2.4. Göl'ün Ramsar Kapsamına Kabulü ve Etkilenim.....	9
2.5. Biyolojik Çeşitlilik.....	10
2.6. Göle İlişkin Çevresel Sorunlar.....	12
2.6.1. Atıksulardan Kaynaklanan Kimyasal ve Biyolojik Kirlilik.....	12
2.6.1.1. Mustafakemalpaşa İlçesi ve Çevresi	
Atıksularının Oluşturduğu Kirlilik.....	12
2.6.1.2. Karacabey ve Çevresi Atıksuları.....	14
2.6.1.3. Gölyazı Beldesi ve Çevresi Atıksuları.....	16
2.6.1.4. Akçalar Beldesi ve Çevresi Atıksuları.....	17
2.6.1.5. Orhaneli – Harmancık İlçeleri ve	
Çevreleri Atıksuları.....	18
2.6.1.6. Bursa İl Sınırları Dışında Kalan	
ve Kirliliği Uluabat Gölüne Ulaşan Kaynaklar.....	19
2.6.1.7. Diğer Yerleşim Alanlarının Atıksuları	
ve Göl'le İlişkileri.....	20
2.6.2. Atıksuların Göle Ulaşma Yolları.....	20
2.6.3. Gölün Sedimentasyonla Dolması.....	22
2.6.4. Aşırı ve Kaçak Avlanma Sorunu.....	24

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	25
3.1. Su Kirliliğinin Saptanmasında Kullanılan Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Parametreler ve Kirlilik Unsurlarının Sınıflandırılması.....	25
3.1.1. Yüzeysel Sularda Kirlenici Etki Yapabilecek Unsurların Dünya Sağlık Örgütünce (WHO) Yapılan Sınıflandırılması.....	25
3.1.2. Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması.....	26
3.2. Su Kirliliğinin Saptanmasında Kullanılan İndikatör Mikroorganizmalar.....	29
3.2.1. Fekal Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler.....	30
3.2.2. Azot Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler.....	33
3.2.3. Sülfat Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler.....	36
3.2.4. Sülfür Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler.....	36
3.3. Su Kirliliği Sorununun Dünyadaki ve Ülkemizdeki Durumu.....	37
4. MATERYAL ve YÖNTEM.....	51
4.1. Materyal.....	51
4.1.1. Örneklerin Sağlanması.....	51
4.1.2. Çalışmada Kullanılan Besiyerleri.....	53
4.1.3. Çalışmada Kullanılan Çözeltiler.....	60
4.1.3.1. Çözünmüş Oksijen Tayininde Kullanılan Çözeltiler.....	60
4.1.3.2. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) Tayininde Kullanılan Çözeltiler.....	61
4.1.3.3. Nitrit Oluşumunda Kullanılan Çözeltiler.....	62
4.1.3.4. Amonifikasyon Yapan Bakterilerin Saptanması İçin Kullanılan Nessler Çözeltisi	
4.2. Yöntem.....	62
4.2.1. Örneklerin Alınması.....	62
4.2.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacının (BOİ ₅) Belirlenmesi.....	63
4.2.3. Çözünmüş Oksijen Tespiti.....	65
4.2.4. Sıcaklık Değerlerinin Ölçümü.....	66
4.2.5. pH ve Elektriksel İletkenlik Ölçümü.....	66
4.2.6. Nitrifikasyon Sürecinin Belirlenmesi.....	66

4.2.6.1. Nitrit Oluşumunun Saptanması.....	66
4.2.6.2. Nitrat Oluşumunun Saptanması.....	66
4.2.6.3. Nitrifikasyon Bakterilerin Saptanması.....	66
4.2.7. Sülfür Oksidasyonunu Sağlayan Bakterilerin Saptanması.....	67
4.2.8. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Denitrifikasyon Olayını Gerçekleştiren Bakterilerin Sayımı.....	67
4.2.9. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Amonifikasyon Bakterilerinin Sayımı.....	68
4.2.10. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Sülfat Redükleyen Bakterilerin Sayımı.....	68
4.2.11. Toplam Canlı Sayımı.....	68
4.2.12. Toplam Koliform Sayımı.....	68
4.2.13. Fekal Koliform Sayımı.....	69
4.2.14. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Yöntemler.....	69
5. BULGULAR.....	70
5.1. Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Parametrelerin Sonuçlarına göre Genel Değerlendirme.....	70
5.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Sonuçları.....	70
5.1.2. Bakteriyolojik Parametrelerin Sonuçları.....	73
5.1.3. Nitrifikasyon Bulguları.....	81
5.1.4. Sülfür Oksidasyonu Bulguları.....	82
5.2. Meteorolojik Veriler.....	83
6. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	107
KAYNAKLAR.....	123
TEŞEKKÜR.....	138
ÖZGEÇMİŞ.....	139

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

BO ₅	: Beş Günlük Biyolojik Oksijen İhtiyacı
°C	: Santigrat Derece
Ca	: Kalsiyum
CaCO ₃	: Kalsiyum karbonat
Cd	: Kadmiyum
Cr	: Krom
CaCl ₂	: Kalsiyum klorür
cfu / kob	: Koloni Oluşturan Birim
EC	: Elektriksel İletkenlik
EMS/MPN	: En Muhtemel Sayı
Fe	: Demir
Fh	: F Hesap
Ft	: F Tablo
FeSO ₄	: Demir sülfat
g	: Gram
GLİ	: Garp Linyit İşletmesi
HNO ₃	: Nitrik Asit
H ₂ SO ₄	: Sülfürik Asit
Hg	: Civa
HgCl ₂	: Civa klorür
hm ³	: Hekta Metreküp
I-	: iyodür
K ₂ HPO ₄	: Dipotasyum hidrojen fosfat
KH ₂ PO ₄	: Potasyum dihidrojen fosfat
km ²	: Kilometrekare
KNO ₂	: Potasyum nitrit
KNO ₃	: Potasyum nitrat
L	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare

m^3	: Metreküp
mg	: Miligram
$MgSO_4$: Magnezyum sülfat
mL	: Mililitre
MLİ	: Marmara Linyit İşletmesi
Mn	: Mangan
N	: Azot
Na_2HPO_4	: Disodyum hidrojen fosfat
Na_2SO_4	: Disodyum sülfat
$Na_2S_2O_3$: Sodyumtiyosülfat
NaCl	: Sodyum klorür
NH_4Cl	: Amonyum klorür
$(NH_4)_2SO_4$: Diamonyum sülfat
$NaHCO_3$: Sodyum hidrojen karbonat
$NaNO_2$: Sodyum nitrit
$NaNO_3$: Sodyum nitrat
NH_3	: Amonyak
NH_4Cl	: Amonyum fosfat
NO_2	: Nitrit
NO_3	: Nitrat
O_2	: Oksijen
Ort.	: Ortalama
Pb	: Kurşun
PCA	: Plate Count Agar
PO_4	: Fosfat
qh	: q Hesap
qt	: q Tablo
SO_4	: Sülfat
$ZnCl_2$: Çinko klorür
μm	: Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Uluabat Gölü Örnek Alma İstasyonları.....	52
5.1. Uluabat (Apolyont) gölü sıcaklık değişimi.....	91
5.2. Uluabat (Apolyont) gölü pH değişimi.....	92
5.3. Uluabat (Apolyont) gölü elektriksel iletkenlik değişimi.....	93
5.4. Uluabat (Apolyont) gölü çözünmüş oksijen değişimi.....	94
5.5. Uluabat (Apolyont) gölü BOI ₅ değişimi.....	95
5.6. Uluabat (Apolyont) gölü sülfat redükleyen bakterilerin (35 °C) değişimi.....	96
5.7. Uluabat (Apolyont) gölü sülfat redükleyen bakterilerin (55 °C) değişimi.....	97
5.8. Uluabat (Apolyont) gölü denitrifikasyon yapan bakterilerin değişimi....	98
5.9. Uluabat (Apolyont) gölü amonifikasyon yapan bakterilerin değişimi....	99
5.10. Uluabat (Apolyont) gölü toplam canlı sayısı (5 °C).....	100
5.11. Uluabat (Apolyont) gölü toplam canlı sayısı (25 °C).....	101
5.12. Uluabat (Apolyont) gölü toplam canlı sayısı (35 °C).....	102
5.13. Uluabat (Apolyont) gölü toplam koliform değişimi.....	103
5.14. Uluabat (Apolyont) gölü fekal koliform değişimi.....	104
5.15. Uluabat (Apolyont) gölü Eskikaraağaç Göl Gözlem İstasyonu Ortalama Seviye Değerleri.....	105
5.16. Uluabat (Apolyont) gölü Eskikaraağaç Göl Gözlem İstasyonu Toplam Yağış Değerleri.....	105
5.17. Uluabat (Apolyont) gölü Eskikaraağaç Göl Gözlem İstasyonu Buharlaştırma Değerleri.....	106

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<u>Çizelge</u>	
3.1. Kıtaıçı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....	28
3.2. Koliform grubu bazı bakterilerin IMVIC test sonuçları.....	31
3.3. Kıtaıçı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri olarak bazı kirlilik parametre değerleri.....	33
5.1. Uluabat (Apolıyont) gölü 1. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri.....	84
5.2. Uluabat (Apolıyont) gölü 2. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri.....	85
5.3. Uluabat (Apolıyont) gölü 3. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri.....	86
5.4. Uluabat (Apolıyont) gölü 4. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri.....	87
5.5. Uluabat (Apolıyont) gölü 5. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri.....	88
5.6. Uluabat Gölü'nde saptanan kirlilik parametrelerinin istasyonlara göre Tukey ve LSD testlerine ait fark grupları.....	89
5.7. Uluabat (Apolıyont) gölü Eskikaraağaç Göl Gözlem İstasyonu Aylık Ortalama Meteorolojik değerleri.....	90

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 yanlış harcanmış, yönetilmiş ve fazla kullanılmıştır. Senede kişi başına düşen 800 m³ 'lük miktar, 1950 yılından bu yana % 50 artmış ve artmaya devam etmektedir 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 kirliliği; evsel ve endüstriyel atıkların su ortamlarına atılmaksızın boşaltımları, tarımda verimi artırma amacıyla kullanılan doğal ve yapay maddelerin su ortamlarına taşınmaları gibi sebeplerle gerçekleşir. Su kirliliğini kısaca, antropojen etkiler sonucunda ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri olarak tanımlanmaktadır.

Gelişmiş ülkeler, su kirliliği sorunlarının çözüm yollarını belirleme çalışmalarını başlatmışlar ve son yıllarda çevre sorunlarının çözülmesinde önemli ilerlemeler kaydetmişlerdir. Ülkemizde de son yıllarda çevre konusunda gelişmeler yaşanmaktadır. Bu durum sevindirici olmasına karşın, henüz yeterli bir düzeye ulaşamamışlardır. Toplumun bilinçlenmesi, olayın öneminin

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 eksikliğinin bir çok araştırmancının gereksiz yere tekrarlanmasına neden olmuş, buna karşın bazı sorunlu bölgelerde hiçbir çalışma yapılamamıştır.

Göller yer altı suyunu reşarj ve deşarj ederek, taşkınların yokedici etkisini azaltarak, taban suyunu dengeleyerek buldukları bölgenin su rejimini düzenlemektedirler. Yine buldukları çevrenin nem oranını yükselterek başta yağış ve sıcaklık olmak üzere yerel iklim elemanları üzerinde olumlu etki yaparlar. Tortuları, besin maddelerini ve zehirli maddeleri alıkoyarak su kalitesini yükseltmektedirler. Sulak alanlar aynı zamanda tropik ormanlarla birlikte yeryüzünün en fazla biyolojik üretim yapan ekosistemleridir. Bu nedenle, gerek ekolojik değeri, gerekse ticari değeri yüksek değişik türden binlerce canlıya yaşamaya olanak sağlamaktadırlar. Çalışma alanımızı oluşturan Uluabat Gölü gerek plankton, dip canlıları ve sucul bitkiler, gerekse balık ve kuş popülasyonları açısından ülkemizin en zengin göllerinden birisidir. Marmara bölgesi içinde nüfus ve sanayi yoğunluğunun yüksek olduğu bir konumda yer alan göl, bulunduğu konum itibarı ile sürekli kirlenmeye maruz kalmakta ve doğal yapısı gün geçtikçe bozulmaktadır. Günümüzden 40-50 yıl öncesinde günde tonlarca ürünün çıkarıldığı, dış ülkelerde pazarlandığı Uluabat Gölü, yine aynı tarihlerde içme suyu olarak kullanıldığı halde, bugünkü durumunun içler acısı olduğu bilinmektedir. Korunmaya elverişli doğasıyla, su altı ve su üstü zenginliğiyle geleceğinin tehlike oluşturacağı açıkça görülmektedir. Uluabat Gölü için gerek Devlet Su İşleri (DSİ) Bölge Müdürlüğü, gerekse Bursa Valiliği'nin göstermiş olduğu yakın ilgiye karşın, havzanın göl üzerindeki kirlenmeye önüne geçmeleri mümkün olmamıştır. Bu nedenle Ramsar Sözleşmesi kapsamına alınacak yeni sulak alanların ülke genelinde aranmakta olduğu bir sırada, korumada otoritenin zayıf kalan yetkisini güçlendirebileceği ümidiyle Uluabat Gölü Mayıs 1999 tarihinde Ramsar

Sözleşmesi kapsamına aldırılmıştır. Bu nedenlerden yola çıkarak bu çalışmada su kirliliğini belirleyen bazı bakteriyolojik parametreler ile göldeki azot ve kükürt döngüleri ve bu döngülerdeki bakterilerin varlığı ve sayıları saptanarak gölün kirliliğinde ne tür maddelerin bulunduğu ve kirliliğin boyutlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Böylece gerek çevre gerekse halk sağlığı yönüyle yüksek risk oluşturacağı düşüncesi ile gölün kirlilik düzeyinin saptanarak halkın ve endüstri kesiminin bilinçlenmesi sağlanacaktır. Ayrıca göldeki biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik uyarılar yapılması ve alınacak tedbirlerle gölde oluşan kirlenme durumunun ülkemizdeki diğer göller ve akarsularda da meydana gelmemesi amacımızın önemli bir kısmını oluşturmaktadır.



2. ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

2.1. Uluabat Gölü'nün Coğrafik ve Jeolojik Yapısı

Uluabat Gölü (Apolyont, Uluabat) idari olarak Bursa İlinin Karacabey ve Mustafakemalpaşa ilçeleri içerisinde yer almaktadır. Bursa kent merkezine 34 km, Balıkesir iline ise 90 km mesafede olan göl, Bursa-Karacabey karayolunun güneyindedir. 40° 10' Kuzey ve 28° 35' Doğu koordinatları arasında olup, deniz seviyesine göre yüksekliği 8-9 m'dir. Demir ve arkadaşlarının (1998) bildirdiğine göre, gölün 7.50 m derinlikte olduğu ifade edilmiştir.

Göl, Susurluk Havzasının Bursa İli içerisinde en büyük parçası olup kendisini besleyen Mustafakemalpaşa Çayı ve iki kolu Emet ve Orhaneli Çayları ile yıllık toplam 2060 km³ su potansiyeline sahiptir (Anonim 1998). Tamamı 10555 km² olan havzasının büyük bir kısmı, kaynağından denize döküldüğü yere doğru biri Gediz'in kuzeydoğusundan, diğeri batısından doğan Orhaneli ve Emet Çayları ile drene olmakta ve bu iki çay Mustafakemalpaşa ilçe sınırları içerisinde birleşerek Mustafakemalpaşa Çayı adı ile Uluabat Gölü'ne boşalmaktadır. Bu akarsular dışında değişik büyüklüklerde dereler havzanın kalan kısmını, drene etmektedir (Demir ve ark. 1998). Gölün boşalımı, üyesi bulunduğu Susurluk Havzasının Marmara Denizine ulaştığı Karacabey Boğazında Kocasu Deresi (Göluyağı) vasıtasıyla olmaktadır. Ancak Göluyağı gölü her zaman drene edememekte, bazı özel hallerde Kocasu Deresi'nde akım gölü besler yönde, ters doğrultuda meydana gelmektedir (Anonim 1999).

Uluabat Gölü, havzadan gelen sedimantasyonla her yıl bir miktar daha sığlaşmakta ve küçülmektedir. Demir ve arkadaşlarının (1998) bildirdiğine göre, göl ile ilgili olarak hazırlanan raporlarda ve gölü tanıtan verilerde normal su seviyesinde göl yüzey alanı 160 km² olarak belirtilmiştir. Ancak Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Uzaktan Algılama Merkezinin 1984-1993 yıllarının Haziran aylarına ait Landsat-5 TM uyusundan alınan verilere göre göl alanının 1984 yılında % 2 oranında küçülerek 133.1 km² olduğu, 1984 yılından sonra ise Uluabat Gölü'nün yakın çevresindeki yan derelerin ve en önemlisi Mustafakemalpaşa Çayının beslenme havzasını oluşturan yörelerdeki yüksek arazilerden taşıyarak getirdiği sedimentlerle hızla dolması sonucu Uluabat Gölü'nün % 10 civarında azalarak 120 km² 'ye kadar küçüldüğü

belirlenmiştir. Yine aynı merkezin çalışmalarından gölün, doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 22.5 km uzunlukta, kuzey-güney doğrultusunda ise 8.5 km genişlikte olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca Mustafakemalpaşa deltasından gölün kuzey kıyısına olan mesafe 1974 yılında 8.5 km iken, Mustafakemalpaşa Çayı'nın getirdiği sedimentler nedeniyle 4 km kısaldığı ve 4.5 km olduğu 1993 yılı uydu görüntüsünden rahatlıkla gözlenmiştir. Uluabat Gölü'nün yer alan sazlık ve bataklık alanlar mevsimsel olmakla beraber 1974 yılında 19.8 km²'lik bir alana ulaşmıştır.

Gölün kuzey kıyıları oldukça girintili-çıkıntılı bir yapıya sahiptir. Bu kısımda bulunan iki yarımada da Eskikaraağaç ve Gölyazı (Apolyont) köyleri bulunmaktadır. Gölün içinde Halilbey Adası, Terzioğlu Adası, Şeytan Adası ve Mutlu Adası olmak üzere dört büyük ada bulunmaktadır. Bu adalar Jura kalkerinden oluşmuştur (Torunoğlu ve ark. 1989).

Uluabat Gölü'nün jeolojik evrimi hakkında değişik yorumlar mevcuttur. Pfannestiel, Marmara denizinin Güney ve Güney-Batı kıyısında yer alan Manyas, Apolyont (Uluabat) ve Sapanca göllerinin eski Sarmatik denizin kalıntıları olduğunu jeolojik ve paleontolojik bulgulara dayanarak ileri sürmektedir (Artüz ve Korkmaz 1981). Bugünkü Saroz körfezi, Orta Marmara, Karacabey ve Bursa Ovasından Adapazarına kadar uzanan bölgede kuvvetli çökme tektonoği (Graben) olayları sonucunda Sapanca, İznik, Apolyont ve Manyas çukurları oluşmuştur. Mindel öncesi, tatlı ve hafif acı su dönemidir ve eski öksin havzası oluşumu mevcuttur. Riss öncesi dönemde ise Trakya yükselmiştir. Riss-Würmara buzul döneminde tatlı su karakterli Marmara sularının bugünküne oranla 12-15 m yükselmesi ile Akdeniz formlarından Tapes ve Cardium faunası Marmara'ya yerleşmiştir. Würm-I dönemi ise yine acı su dönemidir ve yeni öksin havzası oluşmuştur. Marmara denizi sularının 90 m'ye inmesi sonucu Akdeniz ile olan bağlantı kopmuş, bölgeye Ibreissena-rostriformis faunası yerleşmiştir. Würm-II öncesinde ise Marmara suları tuzlulaşmaya başlamış, tatlı su formları ise sığınak oluşturan iç sulara göçmüştür. Würm II-III ara döneminde ise Marmara Bölgesi, Akdeniz suları ile kaplanmış, Marmara'nın o dönem için karakteristik dreissensia-rastriformi faunasının ortadan kalkışına neden olan tuzluluk yükselişi görülmüş, bölgeye

denizsel mercanlar ve sıcak su formları yerleşmiştir. Würm-III döneminde, Marmara suları 5 m alçalmış, Sakarya üzerinden Karadeniz ile olan bağlantı kopmuştur. Postglasial (buzul dönemi sonu) dönemde; Sapanca, Manyas ve Apolyont (Uluabat) relik gölleri Marmara denizinden ayrılmıştır. Artüz ve Korkmaz (1981), bu göller bölgesinin bazen deniz suları altında kaldığını, bazen de denizden koparak göl durumuna geldiğini belirtmektedirler. Başlangıçta yüzey sularının denizden yükseklikleri aynı olan bu göller, taraçaların güneye doğru kıvrılmaları sonucunda farklı yükseklikler kazanmışlardır.

Pfannenstiel, Deveciyan ve Kosswig, Marmara denizinin tatlı sudan tuzlu su dönemine geçişi süresince, tatlı ve hafif acı sulara ve buna uygun fauna elemanlarına sahip sarmatik denizin birçok elemanının akarsuların beslediği sığınak bölgelere göçtüğünü belirtmekte ve gölün sarmatik reliklere olan balık türlerinin bu duruma kanıt olduğunu ifade etmektedirler (Artüz ve Korkmaz 1981). Bu iki araştırmacı ayrıca Uluabat gölü çevresinde yaptıkları kişisel gözlemleri sonucunda buzul dönemi Karacabey limanının çevreleyen büyük bir çerçevenin ve göl üzerinde yükselen adaların beyaz-pembe Jura kalkerinden oluştuğunu tespit etmişlerdir. Uluabat ve Manyas göllerinde bulunan sarmatik reliklere örnek olarak *Gobius lacteus* Normdan, *Proterorhinus marmoratus* Pallas, *Bubyr caucasicus* Pallas, *Gaspialosa meotica* Grunwald, *Cluoponella muhlisi* Neu ve *Syngnathus nigrolineatus* Eichwals türlerini vermektedirler.

Demirhindi (1972), aynı oluşumu desteklemekte beraber, kanıt olarak da Uluabat ve Manyas göllerinin faunasına adapte olmuş birkaç deniz balığının ve acı su formunun bulunmasını göstermektedir. Gölde bulunan deniz formu oldukları halde tatlı su ortamına adapte olmuş kaya balığının (*Gobius*) her iki gölde de, *Syngnathus baculentus* Rathke ve *Clupeonella muhlisi* (Sinonimi *Clupeonella abrau muhlisi* Neu) türlerinin ise Uluabat gölünde bulunduğunu, acı su planktonu olan *Calonipeda aquaedulcis* 'in ise her iki gölde az oranda bulunmasını kanıt olarak göstermektedirler.

Philipson ve Lahn adlı araştırmacılar Neojende Bursa-Gönen depresyonu alanında büyük bir tatlı su gölünün oluştuğu, Neojen sonu veya Kuvaterner'de oluşan hareketlerle bu göl alanında dört adet küçük küvetin oluştuğu, diğer iki küvetin (Bursa-Gönen) alüvyonlarla dolduğunu, geriye ise

Uluabat ve Kuş Cenneti göllerinin kaldığını bildirmişlerdir. Pleosende tektonizmaya bağlı olarak oluşan Bursa-Gönen çöküntüsü alanının oluşumundan Kuvaterner sonlarına kadar karasal halde iken, daha sonra yöredeki menderesli akarsuların taşıdıkları alüvyonlarla yataklarını tıkamaları sonucu Uluabat ve Kuş Cenneti göllerinin oluştuğunu ve her iki gölün de tipik birer alüvyon-set gölü oldukları kabul edilmiştir (Anonim 1998).

2.2. İklim ve Hava Şartları

Genellikle her mevsimde yağış olmakla birlikte, yaz ayları sıcak ve az yağışlı, kış ayları soğuk ve yağışlı, bahar ayları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Gölyazı (Apolyont) meteoroloji istasyonunun gözlemlerine göre yıllık ortalama yağış 682.3 mm olup, bu değer % 41.2 'si kış, % 23.1'i ilkbahar, % 26.6'sı sonbahar ve % 9.1'i ise yaz aylarında düşmektedir (Anonim 1992).

Bursa meteoroloji istasyonu verilerine göre havzada yıllık ortalama sıcaklık 14 °C'dir. En yüksek sıcaklık 42.6 °C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık ise -25.7 °C ile Şubat ayına aittir (Anonim 1992). Gölde birinci derecede hakim rüzgar Kuzey-Güney yönünde, ikinci derecede hakim rüzgar ise Güneybatı-Kuzeydoğu yönündedir (Torunoğlu ve ark. 1989). Bu nedenle, özellikle öğleden sonları gölde dalga oluşmaktadır.

2.3. Gölde Faydalanım

Havzada yaşayanlar, doğal olarak havzanın getirilerinden de faydalanmaktadır. Havzanın bütününde en yaygın faydalanım şekli, atıksulara alıcı ortam olarak kullanılmasıdır. Diğer iki faydalanımdan biri havzanın suyunun tarımsal sulamalarda kullanılması, diğeri ise Göl'de mevcut su ürünlerinin avlanması şeklinde olmaktadır.

Havzada DSİ Bölge Müdürlüğünce yapımı planlanmış dört ayrı projede enerji-içme-kullanma ve sulama suyu temini amaçlanmaktadır. Bunlardan hidroelektrik enerji ve Bursa Metropolü'ne içme-kullanma suyu temin amaçlı Çınarcık Barajı, yapım halindedir. Orhaneli Çayı üzerinde Çınarcık Köyü yakınlarında 123 m yükseklikte 746 hm³ suyu regüle edip, Uluabat gölü doğu sahilinde Fadıllı Köyü'nde yapılacak 120 MW kurulu güçte HES ile yıllık 548.2

GWh elektrik enerjisi ürettikten sonra Bursa Metropolüne 145 hm³ suyun pompajını öngörmektedir. Bu projeye havza dışına çıkması öngörülen su miktarı yalnızca Fadıllı'dan Bursa'ya pompalanacak olan kısımdır. Orhaneli Çayı'nın baraj mevkiinde sahip olduğu toplam 848 hm³/yıl ortalama debinin 760 hm³ 'ü anılan barajla akarsudan saptırılıp, 11270 m uzunlukta Uluabat Kuvvet Tüneli marifetiyle Fadıllı'ya iletilip, burada enerjisi alındıktan ve 145 hm³'ü Bursa'ya pompalandıktan geriye kalan 615 hm³ su, yine Uluabat Gölü'ne bu defa doğu ucundan akıtılacaktır. Ayrıca, bu havzada yapımı planlanmış ve bir kısmının yapımına başlanılmış projelerden Çınarcık Barajı vasıtasıyla Orhaneli Çayı akımının yaklaşık % 72 'sinin Uluabat Gölü'ne, su değişme oranı batı kesime göre oldukça düşük olan doğu bölgesinden akıtılmasının, Göl Ekosistemi üzerinde yapacağı olumlu etki de tartışmalıdır (Anonim 1999).

Uluabat Gölü'nde su ürünleri avcılığı, doğal şartlarda Göl'de üreyen su canlılarının avlanması şeklinde olmakta, yapay yetiştiricilik yapılmamaktadır. Göl'den bu tarzda faydalanımın boyutları son yılda iyice gerilemiş bulunmaktadır. Göl'e adını vermiş olan Gölyazı (Eski Apolyont) Beldesi sakinlerinin önemli bir bölümünün yaşamı, Göl'den avlayıp satmış oldukları su ürünlerinden elde edilen gelire dayalı bulunmaktadır. Önceleri, belde yaşayanlarının tamamı bir işle meşgul iken kurulmuş olan "Gölyazı Su Ürünleri Muhtahsilleri Kooperatifinin" etkinliği son yıllarda iyice azalmış, adı geçen kooperatif, Gölyazı'da artık balık olmadığı için kullanma gereğini duymadıkları tesislerini bir endüstri şirketine kiralamışlardır.

Göl'ün en popüler su ürünü olan Kerevit, 1986-1988 yılları arasında, batıdan doğuya ülkemizin tüm içsularında etkin olan bir mantar türünün atağına maruz kalmış; bu atak sırasında yaklaşık üç yıl boyunca yerli tür kerevit tamamen telef olmuş, bunun yerine bu mantar türüne bağışıklık elde etmiş yeni bir kerevit nesli çok yavaş bir hızla üremeye başlamıştır. Bu üç yıllık geçiş döneminde Gölyazı balıkçısı, kerevitten olan kazanç kaybını balıkta aşırı avlanmayla sağlamaya çalışmış olduğundan, Göl'de balık potansiyeli de çok azalmıştır (Anonim 1999).

Su ürünleri potansiyelindeki bu kötüye gidişin, zor duruma düşürdüğü Gölyazı insanı, kerevitteki mantarı su ortamındaki kirlenmeye yormuş fakat bu

mantarın ülkemizde ortaya çıkmasından oldukça önce Kanada, Finlandiya, Hollanda ve Avustralya'da etkili olduğu bilgisi yetkili uzman ağızlarından öğrenilmiştir. Fark, sadece ülkelerde mantar tanımlandıktan hemen sonra ülke genetikçileri tarafından o mantara dayanıklı yeni türlerin ivedilikle ve bol miktarda yetiştirilip su ortamlarına salınmış olmasıdır. Ancak bu durumu Uluabat Gölü'nde tabiatın kendisi yapmıştır (Demir ve ark. 1998).

Göl'de su ürünleri potansiyelinin bu derece düşük olmasında; aşırı avlanmadan Devlet adına Göl'ün kiralama şekline, Su Ürünleri Bölge Müdürlüklerinin lağvedilmelerinden Göl'de sığlaşma ve kirlenme etkisinden yüksek bitkilerin istilasına kadar birçok etkinin payları vardır.

Özellikle siltasyonun yaratıcısı olan Mustafakemalpaşa Çayı üzerindeki kum-çakıl ocaklarının, Bursa'nın son yıllardaki hızlı genişlemesine paralel olarak sayıca artmış olmaları, Mustafakemalpaşa Çayı'nın Göl'e mansap olduğu noktadan Göl içine uzanan delta oluşumunu daha da büyütüştür. 1998 yılı tespitlerinde delta, Göl içindeki Halilibey Adası'na doğru ilerlemiş, ilerleyen bu deltanın yaz şartlarında yetişmesine olanak vermiş olduğu yüksek bitkilerin adı geçen adaya mesafeleri 200 metreye kadar yaklaşmıştır. Bu durum, zaten Göl'e güneybatıdan girip batıdan çıkan suyun, Göl'ün geriye kalan üç çeyreğinin değişimine pek fırsat vermez iken, burada varmış olduğu, sığlaşma ve deşarjlarla Göl'e ulaşan besleyicilerle sayıları artmış olan bitki varlığı ve planktonların, fotosenteze dayalı yaşamında günün karanlık dönemi sonuna doğru, sabaha karşı Göl su ortamındaki oksijen azalmasının su ürünleri üzerindeki olumsuz etkisi de su ürünü azlığının belirleyicileri arasındadır (Anonim 1999).

2.4. Göl'ün Ramsar Kapsamına Kabulü ve Etkilenim

Uluabat Gölü, Anadolu'ya kuzeybatıdan giren kuş göç yolu üzerinde yerleşmesi ve Manyas Gölü'ne yakın konumu itibarıyla her yıl azımsanmayacak sayıda göçmen kuşa ev sahipliği yapmaktadır. Manyas Kuş Cenneti'nin son birkaç yılda göçmen kuşlara kötü barınak niteliği kazanmış olmasından dolayı, kuşların Uluabat Gölü sahillerine geldiği anlaşılmıştır (Anonim 1999).

1998 yılında, Ramsar sözleşmesiyle Uluabat Gölü'nün doğal yapısının ve ekolojisinin korunacağı taahhüt edilmiştir. Ramsar sözleşmesine alınmasının nedenlerinden biri, gölde bulunan biyolojik çeşitliliğin çok yüksek olması ve özellikle Uluabat Gölü'nün kuzeybatıdan giren kuş göç yolu üzerinde yer almasıdır. Örneğin 1996 yılı Ocak ayında, gölde 429423 adet su kuşu sayılmıştır. Bu sayı 1970'den bu yana Türkiye'de sulak bir alanda kaydedilmiş en yüksek sayıdır (Anonim, 1998).

2.5. Biyolojik Çeşitlilik

Uluabat Gölü biyolojik çeşitlilik yönünden çok zengin bir göldür. Gerek bitki türleri, gerek hayvan türleri açısından Türkiye'deki en zengin göl durumundadır. Gölde biyolojik çeşitliliğin yüksek olması, gölde yaşayan birçok canlı için besin oluşturmaktadır.

Uluabat Gölü, Dünya çapında yok olma tehlikesi altında olan kuş türlerinden küçük karabatağın (*Phalacrocorax pygmeus*) ülkemizdeki en önemli üreme alanıdır. Türkiye'deki toplam kuluçka popülasyonu 1500 çift olarak tahmin edilen türün, 300 çifti bu alanda kuluçkaya yatmaktadır. Gölde üreme dönemi dışında da önemli sayıda küçük karabatak barınmaktadır. 1995 yılı Ocak ayında türün 1075 bireyi alanda kaydedilmiştir. Uluabat Gölü, yine Dünya çapında yok olma tehlikesi altında olan tepeli pelikanın da (*Pelecanus crispus*) önemli beslenme ve kışlama alanlarından biri olup, Ekim 1994'de gölde 136 bireylik popülasyonu kaydedilmiştir (Anonim 1998).

Gölde kuluçkaya yatan alaca balıkçıl (*Ardeola ralloides* Scopoli), kaşıkçı (*Platalea leukorodia* L.), küçük al balıkçıl (*Ergette garzette* L.), Küçük balaban (*Ixobrychus falcanelus* L.), çeltikçi (*Plegadis falcanelus* L.), gece balıkçılı (*Nycticorax nycticorax* L.) ve bahri (*Podiceps cristatus* L.) önemli türlerden olup; ergunavi balıkçıl (*Ardea purpurea* L.), saz delicesi (*Circus aeruginosa* L.), bataklık kırlangıcı (*Glareola praticola* L.), mahmuzlu kız kuşu (*Hoplopterus spinosus* L.), bıyıklı sumru (*Chlidonias hybridus* L.) ve kara sumru (*Chlidonias niger*) gölde kuluçkaya yatan diğer kuş türleridir (Anonim 1998).

Uluabat Gölü'nde 26 zooplankton genusu Artüz ve Korkmaz tarafından saptanmıştır. Gölde bentik omurgasızlardan da önemli türler mevcuttur. Örneğin

ekonomik önemi olan kerevit (*Astacus leptodactylus* Esch.) ve sülük (*Hirudo medicinalis*, Annelida) bunlardan bazılarıdır. Ayrıca birçok böcek larvası, yine Mollusca'dan bazı *Limnea* türleri ve bazı salyangoz türleri (*Viviparus* spp.) gölün bentik faunasında mevcuttur (Artüz ve Korkmaz 1981).

Gölde 21 değişik balık türü bulunmaktadır. Ülkemizdeki diğer göllerle kıyaslandığında bu sayı oldukça yüksektir. Bu türler içinde ticari amaçla avlananlardan başlıcaları tuma (*Esox lucius* L.) ve sazan (*Cyprinus carpio* L.) balıklarıdır. Az miktarda da olsa yayın (*Silurus glanis* L.), tatlı su kefali (*Leuciscus cephalus* L.) ve kızıl kanat (*Scardinius erythrophthalmus* L.) balıkları da avlanmaktadır. Gölde daha önceki yıllarda yılan balığı (*Anguilla anguilla* L.) bulunduğu ancak şu anda görülmediği belirtilmektedir (Anonim 1998).

1999 yılında Gölyazı Su Ürünleri Kooperatifi, göldeki balık avcılığının ekonomik olmadığını düşünerek İsrail sazani yavrularını göle bırakmıştır. Ayrıca su yılanları (*Natrix natrix* L., *Natrix tessellata* Laurenti) özellikle Halilbey adasında mevcut olup, bol miktarda kurbağanın da (*Rana ridibunda* Pallas, *Triturus vulgaris* L. vb.) gölde bulunduğu tespit edilmiştir (Artüz ve Korkmaz 1981).

Uluabat Gölü sucul bitkiler yönünden de ülkemizin en zengin göllerinden biridir. DSİ 1. Bölge Müdürlüğü'nün, 1997 yılında Uluabat Gölü yabancı su otları ile ilgili hazırladığı raporda 26 bitki türü belirtilmiştir. Çevre bakanlığının Uluabat Gölü'nün tanıtım kitapçığında (Anonim 1998) belirtilen türlerle birlikte gölde belirlenmiş 37 sekonder su bitkisi bulunduğu belirtilmektedir. Artüz ve Korkmaz (1981), çalışmalarında şu anda gölde mevcut olduğu kesin olmayan sarı nilüfer (*Nuphar lutea* L.) gibi bazı türlerle birlikte toplam 19 bitki türünü çalışmalarında listelemişlerdir.

Sucul bitkilerden kamış (*Phragmites australis* L.) ve saz (*Thypha* sp.) gölde hemen hemen tüm kıyılarda dominanttır. Bunun yanında başaklı su civan perçemi (*Myriophyllum spicatum* L.), tilki kuyruğu (*Ceratophyllum demersum* L.), sapsız yapraklı su sümbülü (*Potamogeton perfoliatus*) ve diğer *Potamogeton* türleri de gölde yaygın olan sekonder su bitkileridir. Beyaz Nilüfer (*Nymphae alba* L.) özellikle Akçalar bölgesinde çok geniş bir yayılım gösterirken, Yılanbalığı otu (*Vallisneria spiralis* L.) özellikle Halilbey adası açıklarında su

altında geniş çayırlar oluşturmaktadır. Kıvırcık su sümbülü de (*Potamogeton crispus* L.) Halilibey adası, Gölyazı ve Akçalar da yaygın olarak bulunan bir türdür. Ayrıca su mercimeği (*Lemna* sp.) gölde tespit edilen yüzücü bir diğer bitkidir (Anonim 1997). *Potamogeton* spp. türleri kirli sular için indikatör türlerdir. *Lemna* spp. 'nın birçok türünün ötrofik durumlarda bulunduğu bildirilmiştir (Cook ve ark. 1974).

2.6. Göle İlişkin Çevresel Sorunlar

Uluabat Gölü'ne ilişkin çevresel sorunlar; göle ulaşan atıksulardan kaynaklanan kimyasal ve biyolojik kirlilik, göl havzasında oluşan erozyon sonucu gölün sedimantasyonla dolması ve aşırı avlanma nedeniyle göldeki yaban hayatının ve biyolojik çeşitliliğinin tehdidi ana başlıkları altında incelenebilir.

2.6.1. Atıksulardan Kaynaklanan Kimyasal ve Biyolojik Kirlilik

2.6.1.1. Mustafakemalpaşa İlçesi ve Çevresi Atıksularının Oluşturduğu Kirlilik

I) Kentsel Atıksuların Durumu

Nüfusu yaklaşık olarak 40.000 civarında olan ilçenin belediye Kanalizasyonu, 3 ayrı yerden hiçbir arıtıma tabi tutulmadan Mustafakemalpaşa Çayı'na deşarj edilmektedir. Kaynak yetersizliğinden dolayı hiçbir çalışma olmadığı tesbit edilmiştir (İnan ve ark. 1997).

II) Tabakhaneler (Deri İşletmeleri)

İlçede bulunan Deri İşletmesi sayısı 52'dir. Çevre İl Müdürlüğü elemanlarınca değişik zamanlarda yapılan kontrol ve denetimlerde, arıtma tesisi kurma zorunluluğunun gündeme getirildiğinden söz edilmektedir (İnan ve ark. 1997). Bu çalışmalar sonucu işletmeler toplanarak 2.500 m²'lik alana çökeltme havuzları inşa etmişlerdir. Buraya gelen atıksular her işletmenin içindeki çökeltme havuzunda dinlendirildikten sonra işletme önündeki 1x1 m²'lik havuzlara girmekte, buradan da beton kanallar vasıtasıyla sözü edilen çökeltme havuzlarına akıtılmaktadır. Burada çöken atıklar, Tabakları Koruma Derneği'nce

alınan EDER-600 marka iş makinası ile çıkartılıp bertaraf edilmek üzere Belediyeye teslim edilmektedir (Anonim 1999).

Çökeltme havuzlarından geçen atıksular DSI'nin Tahliye-1 adı verilen drenaj kanalına, oradan da DSI'nin Azatlı Drenaj kanalına verilmekte, bu drenaj kanalının sonunda Uluabat Pompa İstasyonu'na gelmekte ve buradan pompayla Uluabat Göl ayağına verilmektedir.

Normal şartlarda gölü terk eden suya karışan Azatlı Drenaj Kanalı deşarjı, yılın muayyen zamanlarında Gölayağı'nda oluşan ters akım esnasında Göl'e yayılıp kirlitici etki yapmaktadır. Deşarj noktasındaki kirlilik yükü hakkında herhangi bir analiz ve bilgi mevcut değildir.

III) Mezbahaların Durumu

İlçenin hayvan kesim ihtiyacını temin etmektedir. Yılda, 7500 büyükbaş ve 15000 küçükbaş hayvan kesimi yapılmaktadır. Bunların 15000 ton yıllık atıksuları ve 400 ton/yıl kan atığı mevcuttur. Bu atıksular herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan direkt olarak Mustafakemalpaşa Çayı'na deşarj edilmektedir (Anonim 1999).

IV) Mandıraların Durumu

Toplam olarak yılda yaklaşık 6 bin ton civarında peynir üretimi yapan irili ufaklı 27 adet Mandıra bulunmaktadır. Bunların yılda yaklaşık 21 bin ton peynir altı suyu oluşmaktadır. Ekonomik değeri olan bu peynir altı suları ile diğer atık sular Mustafakemalpaşa Çayı'na herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan deşarj edilmektedir (Anonim 1999).

Yine mandıra atıklarına ilişkin deşarj noktasında kirlilik yüküne dair bir çalışma mevcut değildir.

V) Konserve Fabrikalarının Durumu

a) Tat Konserve Fabrikası

Yıllık 42.800 ton salça ve konserve üretimi yapılan fabrikadan yıllık

18.700 m³ atıksu arıtma tesisinden geçtikten sonra bir kanalla Mustafakemalpaşa Çayı'na oradan da Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır (Anonim 1999).

b) Lezzo Konserve Salça Fabrikası

Salça üretimi ve hazır konsantre meyve suyundan sulandırılmış meyve suyu üretimi yapılmaktadır. Günlük 200 tonluk üretim kapasitesine sahip olup günlük 8500 m³ miktarındaki atıksu herhangi bir arıtmaya tabi tutulmadan DSİ'nin Azatlı Drenaj Kanalı'na oradan da Uluabat Gölü'ne deşarj edilmektedir (Anonim 1999).

c) Merko Gıda

Yıllık 10.000 ton salça üretimi yapılan fabrikada günlük 960 m³ atıksu, arıtma tesisinden geçtikten sonra DSİ'nin Azatlı Drenaj Kanalı'na, oradan da Uluabat Pompa İstasyonu Vasıtası ile Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır (Anonim 1999).

2.6.1.2. Karacabey ve Çevresi Atıksuları

Karacabey İlçesi ve çevresinde bulunan Bursa, Balıkesir ve Kütahya illerinden gelen ve kirlilik yüklü üç büyük dere birleşmekte ve Kocadere'yi oluşturarak Marmara Denizine dökülmektedir.

Halen ilçenin kanalizasyon deşarjı Canbolu Deresine, Harmanlı Köyü altından yapılmakta olup bu dere Kocadere'ye ulaşmaktadır.

Belediye'nin mevcut ortak arıtma tesisi çeşitli nedenlerle çalıştırılmamaktadır. Bunun dışında Karacabey ve çevresindeki atıksuların Uluabat Gölü'ne deşarj eden pek çok fabrika bulunmaktadır. Bunlar şu şekildedir;

1) Un Fabrikaları

Besintaş, Dramalı ve Karun un fabrikalarında genellikle evsel atıksular mevcuttur. Bu atıksular DSİ'nin tahliye-10 adlı drenaj kanalına deşarj edilmekte, burada toplanan atıksular DSİ'nin Paşaçayırı Pompa İstasyonu aracılığıyla

Canbolu Deresi'ne deşarj edilmektedir. Her ne kadar Canbolu deresi, Marmara Denizine Kocadere aracılığı ile ulaşmakta ise de, Şubat-Mart-Nisan aylarında yükselen Canbolu Deresi mansap olduğu Göluyağı Kocadere 'de şişkinlik yapıp, ters akım yaratarak Göl'e akmaktadır (Anonim 1999).

II) Mandıraların Durumu

Burada ele alınacak tek işletme Süttaş A.Ş.'dir. Yıllık 28.000 ton çiğ sütün işlendiği bu işletmede, günlük evsel ve endüstriyel atıksu toplamı 500 m³ olup herhangi bir arıtmaya tabi tutulmadan Uluabat Göluyağına deşarj edilmektedir. Bu sular Şubat-Mart-Nisan aylarında Kocadere'nin yükselmesi ile Uluabat Gölü'ne karışmaktadır (Anonim 1999).

III) Konserve Fabrikaları

Burada ele alınacak tek işletme Vatan Konserve Fabrikası'dır. Yıllık 12.000 ton salça üretiminin yapıldığı fabrika sezonluk olup, bu süre genellikle 3-4 ay olmaktadır. Yıllık 270.000 m³ evsel ve endüstriyel nitelikli atıksu fiziksel bir elekten geçirilerek DSI'nin tahliye-8 adı verilen drenaj kanalına deşarj edilmekte ve bu atıksu Azatlı Drenaj kanalı ile Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır (Demir ve ark. 1998)

IV) Bitkisel Yemelik Sıvı Yağ Fabrikaları

Burada yine ele alınan tek işletme Sıla Yağ Fabrikası'dır. Günde 100 ton Hamyağ ve 75 ton Rafine Yağ üretilmekte ve günlük 300 m³ atıksu DSI'nin tahliye-10 adlı drenaj kanalına oradan Paşaçayırı Pompa İstasyonu vasıtasıyla Canbolu Deresi'ne deşarj edilmektedir. Şubat-Mart-Nisan aylarında kabaran Kocadere, Canbolu'dan aldığı atıksuları Uluabat Gölü'ne taşımaktadır (Anonim 1999).

V) Çikolata İşletmeleri

Burada yine tek işletme Nestle'dir. Yılda 5.462 ton hazır çorba ve çikolata üretimi yapılmaktadır. Atıksular herhangi bir arıtma işleminden geçirilmeden DSI tahliye-10 kanalına deşarj edilmekte, bu kanalda Paşaçayırı Pompa İstasyonu

vasıtası ile Kocadere'ye boşaltılmaktadır. Kocadere'nin Şubat-Mart-Nisan aylarında yükselmesiyle bu atıksular Uluabat Gölü'ne karışmaktadır (Anonim 1999).

VI) Diğer İşletmeler

Burada ele alınacak en önemli işletme Küçük Sanayi Sitesi'dir. Sitede toplam 405 adet işyeri bulunmaktadır. Evsel atıksular, Sıla Yağ, Nestle A.Ş. atıksuları ile birleşerek arıtma işleminden geçirilmeden DSİ tahliye-10 kanalına deşarj edilmekte, bu kanalda Paşacayı Pompası İstasyonu vasıtası ile Kocadere'ye boşaltılmaktadır. Kocadere'nin Şubat-Mart-Nisan aylarında yükselmesiyle Uluabat Gölü 'ne karışmaktadır (Anonim 1999).

2.6.1.3. Gölyazı Beldesi ve Çevresi Atıksuları

Ortalama 550 hane mevcut olup, evlerde sızdırmalı toprak fosseptik çukuru mevcuttur. Beldede bulunan ve endüstriyel atığı bulunan işletmeler ve durumları şu şekildedir;

I) Turbel Gıda A.Ş.

Günde 2 ton civarında Hamsi balığı işlenmesi yapılmaktadır. Günde 507 m³ evsel ve endüstriyel nitelikli atıksu mevcut arıtma tesisinden geçtikten sonra Uluabat Gölü'ne deşarj edilmektedir (Anonim 1999).

II) Süthaneler

Uluabat Gölü'nün hemen kıyısında bulunan bu iki mandırada günlük olarak 2-3 ton peynir üretimi yapılmakta ve günde 10 m³ atıksu deşarj edilmektedir. Söz konusu bu iki mandıranın arıtma tesisi olmakla birlikte, yeterli arıtma yapılmamaktadır. Bu iki işletme atıksu olarak çıkan peyniraltı sularının römorklarla taşıyıp yem fabrikalarına, yem katkı maddesi olarak satmaktadırlar. Böylece esas kirliliğe neden olan peyniraltı sularının Uluabat Gölü'ne deşarjı önlenmektedir (Demir ve ark 1998, Anonim 1999).

III) Gökkurtlar

Çingen çeşme mevkiinde bulunan işletmede günlük peynir üretimi yapılmaktadır. Günlük 11 m³ evsel ve endüstriyel atıksu (bilhassa peyniraltı suyu) Seyral Dere vasıtası ile Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır. İşletmenin atıksuları arıtıldıktan sonra deşarj edilmektedir (Anonim 1999).

2.6.1.4. Akçalar Beldesi ve Çevresi Atıksuları

Beldenin evsel atıksuları ile bazı işletmelerden kaynaklanan endüstriyel nitelikli atıksular herhangi bir arıtma tabi tutulmadan Musa Deresi'ne deşarj edilmekte ve oradan da Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır. Beldenin mevcut evsel ve endüstriyel atıksularının, gelecekte artış gösterme olasılığı oldukça yüksektir. Zira beldede yeni konut alanları yerleşime açılmış ve hızla inşaatlar sürmektedir. Bunun dışında, tahsis edilen sanayi alanı her ne kadar gölden uzak bir yere nakledilmişse de, yine de göl havzasında bulunmakta ve gelecekte genişleme riski taşımaktadır. Sanayi ile birlikte oluşacak gecekondulaşma riski de her zaman mevcuttur.

I) Akçalar Mezbahanesi

Günlük olarak ortalama 10 adet büyük baş, 100 adet küçükbaş hayvan kesimi yapılmakta ve çıkan atıksular mezbaha yakınında bulunan çökeltme havuzundan geçtikten sonra herhangi bir arıtma tabi tutulmadan Musa Deresi'ne oradan da Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır (Demir ve ark 1998, Anonim 1999).

II) Kerevitaş A.Ş.

İşletmede yılda 18 bin ton balığı, 20 bin ton su ürünleri ve 40 bin ton Meyve-Sebze işleme yapılmaktadır. Günlük 1200 m³ evsel ve endüstriyel atıksu, işletmede mevcut arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra Musa Deresi vasıtasıyla Uluabat Gölü'ne deşarj edilmektedir (Anonim 1999)..

III) Dona Gıda A.Ş.

Sebze ve meyve işletmesinin yapıldığı işletmede mevsimsel olarak çalışılmakta, evsel ve endüstriyel atıksuları herhangi bir arıtıma tabi tutulmadan Musa Deresi vasıtasıyla Uluabat Gölü'ne deşarj edilmektedir (Demir ve ark. 1998, Anonim 1999).

2.6.1.5. Orhaneli – Harmancık İlçeleri ve Çevreleri Atıksuları

Orhaneli Çayı adıyla Gediz'in kuzey doğusundan gelen ve Mustafakemalpaşa Çayı'na karışan Orhaneli Çayı ilk deşarjı Tavşanlı kanalizasyonundan almaktadır. Daha sonra aşağıda verilen işletmelerle birlikte Tunçbilek, Harmancık, Orhaneli ve civarında bulunan köylerin evsel atıkları bu çaya deşarj edilmektedir.

Orhaneli Çayı üzerinde bulunan ve Bursa il sınırları içerisinde kalan işletmeler şunlardır:

I) Hayri Ögelman Madencilik İşletmesi

Harmancık'ta faaliyet gösteren, bu işletmenin çökeltme havuzları sayesinde kirlilik yükü deşarj standartlarının altına düşürülmektedir. Bu yüzden adı geçen işletmeye Çevre Bakanlığınca deşarj izni verilmiştir(Torunoğlu ve ark. 1989, Anonim 1999).

II) Ege Metal Madencilik İşletmesi

Krom konsantre tesisi olarak faaliyet gösteren işletmede çökeltme işlemi yapılmakla birlikte bu tesis yeterli olmamaktadır (Demir ve ark. 1998, Anonim 1999).

III) Toros Madencilik İşletmesi

Bu işletme yıllardır kapalıdır. Ege Metal Madencilik İşletmesi gibi krom konsantre tesisi olarak faaliyette bulunmakta ve çevre açısından yeterli tedbirleri almamış durumdadır (Torunoğlu ve ark. 1989, Demir ve ark. 1998, Anonim 1999).

IV) Orhaneli Termik Santrali

Evsel atıksuları için arıtma tesisleri mevcuttur (Anonim 1999).

V) Kestelek Bor İşletmesi

Etibank'a ait olan bu işletme, 1997 yılı içerisindeki konsantratör atıksularını kapalı devre kullanmaya yönelik tesis yapmış, Orhaneli Çayı'na konsantratör atıksuyu deşarjını kesmiştir. Ancak; galerilerden gelen yüksek konsantrasyonda çözünmüş bor içeren sızıntı suları önceden olduğu gibi Orhaneli Çayı'na karışmaya devam etmektedir (Demir ve ark. 1998).

2.6.1.6. Bursa İl Sınırları Dışında Kalan ve Kirliliği Uluabat Gölüne Ulaşan Kaynaklar

I) Emet Çayı Üzerindeki Kaynaklar

a) Hisarcık Etibank Kolemanit İşletmesi

İşletmenin 1985 yılına kadar olan kötü etkisi, kurulan kapalı devre tesisleri ile ortadan kalkmıştır. Önceki dönemlerde atık yığınlarından sızan boru sularının etkisi de zamanla azalmıştır (Demir ve ark 1998).

b) Özel Bor Maden İşletmeleri

Emet'de Espet köyü civarında özel bor madeni işleticilerinin bor yıkama suyu ve çamur atıkları yan dereler vasıtasıyla herhangi bir önlem alınmadan Emet Çayı'na deşarj edilmektedir (Anonim 1999).

II) Orhaneli Çayı Üzerindeki İşletmeler

a) Tunçbilek Termik Santrali

Termik santralin kül ve zaman zaman cüruf ihtiva eden atıksuları ile işletmeden ve sosyal tesislerden kaynaklanan evsel atıksuları arıtılmadan deşarj edilmektedir (Demir ve ark. 1998, Anonim 1999).

b) Tunçbilek G.L.İ. Kömür İşletmesi

Bu işletmenin esas kirletici olan kömür yıkama suları için arıtma tesisi ve kömür tozuna geri kazanma tesisi mevcut olup işletilmektedir. Ancak; atölyeler, işçi atıksuları ve saha drenaj suları arıtılmadan çaya akıtılmaktadır. Sonuç olarak havzayı drene eden Orhaneli ve Emet Çayları, genelde yerleşim birimlerinin kanalizasyon atıkları, bor, arsenik, krom ve askıda katı maddelerinin etkisi altında bulunmaktadır (Anonim 1999).

2.6.1.7. Diğer Yerleşim Alanlarının Atıksuları ve Göl'le İlişkileri

Mustafakemalpaşa Çayı, yan dereler ve drenaj kanalları vasıtası ile Mustafakemalpaşa ilçesi ve Akçalar Beldesi evsel atıksuları dışında birçok yerleşim kesiminin evsel atıksuları göle verilmemektedir. Bu yerleşim birimleri evsel atıksularını her hane bahçesine kazdığı foseptik çukurlarına belirtmekte, belediyelere ait vidanjörlerle zaman zaman temizlenip arazilere, bir kısmı da arazide mevcut çukurlara boşaltılmaktadır. Yerleşim birimlerinin büyük çoğunluğunun Mustafakemalpaşa Ovasında olması, bu ovada da ortalama 80-100 cm derinliğinden sonra kum tabakası bulunması nedeni ile foseptik çukurlarına verilen evsel atıksular ile sıvı hayvansal atıkların sızma sureti ile yok oldukları tespit edilmiştir (Anonim 1999).

Yerleşim birimlerindeki hayvansal katı atıkların ise yığınlar halinde biriktirilip çürüme ve kurumayı müteakip tarım arazilerine verilerek doğal gübre olarak değerlendirildiği gözlenmiştir.

Uluabat havzasında olmadığı halde gölü kirleten diğer bir kaynak da Nilüfer Çayı'dır. Zira oldukça kirli olan bu çay, mansap olduğu Kocadere yılın belli zamanlarında oluşan ters akım nedeni ile göle karışmakta ve gölün kirlenmesine neden olmaktadır (Torunoğlu ve ark. 1989, Demir ve ark. 1998, Anonim 1999).

2.6.2. Atıksuların Göle Ulaşma Yolları

1) Mustafakemalpaşa Çayı

Gediz civarından doğan Orhaneli ve Emet Çayları adı verilen kollar, Mustafakemalpaşa ilçesi civarında Camdara mevkiinde birleşerek

TC YATIRIM MENKUL DEĞERLER A.Ş.
MÜHÜRLEME BİRİMİ

Mustafakemalpaşa Çayı adı ile 40 km'lik bir yol daha katederek Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır. Mustafakemalpaşa ilçesinin evsel atıkları ile civarında bulunan 12 adet mandıranın, Mustafakemalpaşa mezbahasının, Tat Konserve'nin Mermer atölyeler ile ilçe ve çevresinde bulunan peynir tatlısı imalathanelerinin atıksuları Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır.

II) Emet Çayı

Gediz civarından doğar. Emet Çayı'na soldan katılarak bor suyu ile besleyen Dursunbey Çayı da geçtiği yerlerden aldığı borlu topraklarla gelmektedir. Bu çayın Uluabat Gölü'ne erozyondan ötürü malzeme açısından olumsuzdur.

III) Orhaneli Çayı

Orhaneli çayında kirletici kaynaklar Tavşanlı, Tunçbilek, Orhaneli ve Kestelek 'de bulunmaktadır. Doğuştan itibaren küçük yerleşim yerlerinin kanalizasyonları dışında önemli bir deşarjın olmadığı Orhaneli Çayı, ilk büyük deşarjı Tavşanlı kanalizasyonundan almaktadır. Daha sonra Tunçbilek kanalizasyonu ile GLİ ve Termik Santralden gelen atıksular bu çayı kirletmektedir.

IV) DSİ Tahliye-8 Kanalı

Bursa-Karacabey karayoluna paralel olarak yer almakta ve Azatlı drenaj kanalına bağlanmaktadır. Bu tahliye kanalına, Vatan Konserve A.Ş. atıksularını deşarj etmektedir.

V) DSİ Tahliye-10 Kanalı

Canbolu-Uluabat seddesine paralel olarak yer almaktadır. Bu kanalla Sıla Yağ Fabrikası, Nestle Türk A.Ş., Karacabey Küçük Sanayi Sitesi, Besintaş, Karun, Dramalı Un Fabrikasının atıksuları deşarj edilmektedir. Bu tahliye kanalı atıksuları DSİ'nin Paşaçayırı Pompa İstasyonuna getirmekte ve bu pompa istasyonunda Canbolu Deresine pompalanmaktadır. Her ne kadar Canbolu Deresi Marmara Denizine Kocadere aracılığı ile ulaşmakta ise de, Şubat-Mart-

Nisan aylarında Kocadere 'de yükselen su tersine akarak Uluabat Gölü'ne bu atıksuları taşımaktadır.

VI) DSİ Azatlı Drenaj Kanalı

Mustafakemalpaşa İlçesinin hemen yakınından başlayıp Uluabat köyünde bulunan Uluabat Pompa İstasyonuna kadar devam etmektedir. Mustafakemalpaşa 'da bulunan 52 adet deri işletmesinin atıksuları, Lezzo Gıda, Merko Gıda, Aysan Süt, Etibank lojmanları atıksularını bu drenaj kanalına deşarj etmektedir. Bu atıksular Uluabat Pompa İstasyonuna gelmekte, burada pompalar yardımıyla Uluabat Göl seddesi aşılarak Uluabat Gölü'ne deşarj edilmektedir. Sulama mevsiminde sulamadan dönen suları toplayıp pompajla sedde aşırarak Gölü'ne deşarj amacıyla yapılmış olan Azatlı Drenaj kanalı, DSİ'ne rağmen Mustafakemalpaşa yerleşiminin bir bölümü ve bir kısım sanayi tesisleri için alıcı ortam durumundadır.

2.6.3. Gölün Sedimentasyonla Dolması

Tamamı 10555 km² olan Uluabat Havzasının büyük bir kısmı, membadan mansaba doğru biri Gediz'in kuzey-doğusundan, diğeri batısından doğan Orhaneli ve Emet Çayları ile drene olmakta ve bu iki çay Mustafakemalpaşa ilçe sınırları içerisinde birleşerek Mustafakemalpaşa Çayı adı ile Uluabat Gölü'ne boşalmaktadır. Bu akarsular dışında değişik büyüklüklerde dereler havzanın kalan kısmını drene etmektedir.

Uluabat Gölü havzası; Tavşanlı, Emet, Orhaneli, Keles, Dursunbey, Mustafakemalpaşa Orman İşletme Müdürlüklerinin seri ormanlarını kapsamaktadır. Ancak havzanın ne kadarının orman alanı olduğu, mevcut ormanların hangi niteliklere sahip olduğu ve ormandışı olanların kullanım şekillerinin ne olduğuna dair yeni ve detaylı envanter çalışmaları bulunmamaktadır.

Göl, havzadan gelen sedimentasyonla her yıl bir miktar daha sığlaşmaktadır ve küçülmektedir. Hatta, Mustafakemalpaşa Çayı Deltası başta olmak üzere gölün sığ yerlerinde erozyonla gelen sedimentlerin oluşturduğu adacıklar olmuştur. Nitekim Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak

Bölümünce “Uzaktan Algılama Tekniği” ile yapılan bir çalışmada; Uluabat Gölü'nün yakın çevresindeki tarım arazilerinin drenaj sularının, yan derelerin ve özellikle Mustafakemalpaşa Çayı'nın getirdiği sedimentlerle dolması sonucu literatürlerde 160 km² olan Göl alanı 1993 yılı itibarıyla 120 km² olmuştur. Bu değişimin 1974 ve 1993 yılları arasındaki durumunu ortaya koymak amacıyla ilk olarak 1974 yılına ait 1:25000 ölçekli topografik haritadan ILWIS 1.4 programı yardımıyla üretilen 1:100000 ölçekli haritadan Uluabat Gölü'nün 135.7 km² 'lik bir yüzey alanına sahip olduğu belirlenmiştir. Daha sonra ise Landsat-5 TM uydusunun 1984 ve 1993 yıllarına ait uydu görüntülerinin aynı program aracılığıyla oluşturulan 1:100000 ölçekli haritalarından Uluabat Gölü'nün yüzey alanının 1984 yılında % 2 oranında küçülerek 133.1 km² olduğu, 1984 yılından sonra ise Uluabat Gölü'nün yakın çevresindeki yan derelerin ve en önemlisi Mustafakemalpaşa Çayı'nın beslenme havzasını oluşturan yörelerdeki yüksek arazilerden taşıyarak getirdiği sedimentlerle hızla dolması sonucu Uluabat Gölü alanının 1993 yılında % 10 oranında azalarak 120 km² 'ye kadar küçüldüğü de belirlenmiştir. Uluabat Gölü'nün çevresinde yer alan sazlık ve bataklık alanlar övimsel olarak alçalıp yükselen suların etkisinde olmakla beraber 1974 yılında 19.8 km² iken % 27 oranında artarak 1993 yılında 25.1 km² 'lik bir alana ulaşmıştır. Mustafakemalpaşa Çayı'nın 1984 yılındaki yatağını değiştirdiği, daha önce sazlık ve bataklık olan alanların günümüzde tarım arazisine dönüştüğünü 1974 yılındaki topografik harita ile 1984 ve 1993 yılına ait uydu görüntülerinden açıkça gözlenebilmektedir. Uluabat Gölü'nün 1974-1984 yılları ile 1984-1993 yılları arasındaki küçülme oranları kıyaslandığında ilk 10 yıllık sürede göl yüzey alanının, meydana gelen doğal erozyon sonucu % 2'lik bir oranda 2.6 km² küçüldüğü fakat insanoğlunun olumsuz etkisinden kaynaklanan doğal dengenin maden ocağı işletmeciliği, yüksek ve eğimli arazilerde toprak işlemeli tarım yapılması, bitki orman örtüsünün çeşitli nedenlerle tahribi, Uluabat Gölü'nün kuzeyindeki yamaçlarda uygun olmayan yöntemlerle sulu tarıma geçilmesi gibi olumsuz faaliyetlerin ortak etkisi sonucu bozulması ile oluşan hızlandırılmış erozyon nedeniyle 9 yılda Uluabat Gölü'nün % 10 'luk bir oranla 13.1 km² (1974-1984 yılları arasında meydana gelen küçülmesinden 5 kat daha fazla) daha küçülmüştür (Aksoy ve ark. 1997).

Orman örtüsünde meydana gelen olumsuz değişimlerin anlaşılabilmesi amacıyla aynı çalışmada 1984 ve 1993 yıllarına ait Landsat-5 TM uydu verilerinden çevre kirliliğinin etkileri, Uludağ'ın eteklerinde yer alan köylerin yakacak temini ve tarım arazisi kazanmak amacıyla orman alanlarını tahrip etmeleri gibi nedenlere bağlı olarak 1984 ve 1993 yılları arasında Uludağ ve yakın çevresini içine alan 97200 hektarlık bir alanda bitki yoğunluğunun hızla azaldığı ve ileri düzeyde tamamen çıplaklaştığı da belirlenmiştir. Bu durumu 1984 ve 1993 yıllarına ait Landsat-5 TM uydu verilerinden elde edilen bitki indeksi yoğunluk değişimi haritaları açıkça ortaya koymuştur. Söz konusu haritalardan çok yoğun bitki örtüsüyle kapalı alanlar 1984 yılında 29153.9 hektar iken, 1993 yılından % 6 oranında azalarak 27446.4 hektar olduğu; çıplak alanların ise 1984 yılında 6691.1 hektar iken % 33 artarak 1993 yılında 10068.4 hektar olduğu belirlenmiştir (Aksoy ve ark. 1997).

Bu bilgiler ışığında erozyonun yıldan yıla şiddetlenmesi ve buna bağlı olarak gölde oluşan sediment birikiminin artması, öncelikle ormanların tahrip edilmesi ve orman dışı alanların korumalı bir biçimde kullanılmamasından kaynaklandığı açıktır.

2.6.4. Aşırı ve Kaçak Avlanma Sorunu

Uluabat gölü birçok yaban hayvanı (yaban ördeği, su tavuğu, saz horozu, yaban kazı, sakarmeke vs.) tarafından doğal yaşam ortamı veya konaklama ortamı olarak kullanılmaktadır. Göl çevresinde yapılan incelemeden ve yörede Kuş Cenneti bölgesinin korunmasında görevli şahıslar ile yapılan birebir temaslardan anlaşıldığı üzere, avcılarca aşırı bir avlanmanın yapıldığı öğrenilmiştir. Hatta ilgililer burada adeta bir "kuş katliamı" nın yapıldığından söz etmektedirler. Bazı bölgelerde çok yakın avcı sığınma ve gözetleme kulübelerine rastlanmıştır. Ayrıca, bu alanlardan çok yoğun bir biçimde boş fişek kovanları bulunmuştur. Hatta bazı yerlerde bu fişeklerin çevre kirliliği yaratacak düzeyde fazla olduğu saptanmıştır.

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

3.1.Su Kirliliğinin Saptanmasında Kullanılan Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Parametreler ve Kirlilik Unsurlarının Sınıflandırılması

Kirletici unsurların alıcı su ortamlarında yaptıkları etkilerin belirlenmesi ve niceliksel olarak somut bir biçimde ifade edilebilmesi için, su kalitesini tanımlayan bir dizi fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik parametreler kullanılır (Anonim 1991).

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).

3.1.1.Yüzeysel Sularda Kirletici Etki Yapabilecek Unsurların Dünya Sağlık Örgütünce (WHO) Yapılan Sınıflandırılması

WHO tarafından yüzeysel sularda kirliliğe neden olabilecek unsurlar aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (Anonim 1997).

- a) Bakteriler, viruslar ve diğer hastalık yapıcı organizmalar
- b) Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme
- c) Endüstri atıkları
- d) Yağlar ve benzeri maddeler
- e) Sentetik deterjanlar
- f) Radyoaktivite
- g) Pestisitler
- h) Yapay organik maddeler
- i) Anorganik tuzlar
- j) Yapay ve doğal tarımsal gübreler
- k) Atık ısı

3.1.2. Kıtaıçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması

Akarsu, göl ve baraj rezervuarlarında biriktirilen kıtaıçi yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan sınıflama aşağıda verilmiştir (Anonim 1988).

Sınıf 1. Yüksek Kaliteli Su

Sınıf 2. Az Kirlenmiş Su

Sınıf 3. Kirli Su

Sınıf 4. Çok Kirlenmiş Su

Çizelge 3.1'de sınıflandırma için gerekli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerleri Sınıf 1, 2, 3, 4 için ayrı ayrı verilmiştir. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır.

Resmi Gazete'de belirtildiği üzere yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su ihtiyaçları için uygun olduğu kabul edilir (Anonim 1988).

A. Sınıf 1 - Yüksek Kaliteli Su

- a) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini
- b) Rekreatyonal amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil)
- c) Alabalık üretimi
- d) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı
- e) Diğer amaçlar

B. Sınıf 2 - Az Kirlenmiş Su

- a) Uygun arıtma ile içme suyu temini
- b) Rekreatyonal amaçlar
- c) Alabalık dışında balık üretimi
- d) Sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak
- e) Sınıf 1 dışındaki diğer kullanımlar

C. Sınıf 3 - Kirlenmiş Su

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

D. Sınıf 4 - Çok Kirlenmiş Su

Yukarıdaki 1, 2, ve 3 sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder.



Çizelge 3.1. Kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim 1998).

Su kalite parametreleri	Su kalite sınıfları			
	I	II	III	IV
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. Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4. Sülfat iyonu (mg SO ₄ /L)	200	200	400	> 400
5. Amonyum azotu (mg NH ₄ -N/L)	0.2 ^b	1 ^b	2 ^b	> 2
6. Nitrit azotu (mg NO ₂ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
7. Nitrat azotu (mg NO ₃ -N/l)	5	10	20	> 20
8. Toplam fosfor ((mg PO ₄ -P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
9. Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
10. Elektriksel İletkenlik (µS/cm)	0-250	250-750	750-2250	2250-5000
Organik parametreler				
1. KOİ (mg/L)	25	50	70	> 70
2. BOİ (mg/L)	4	8	20	> 20
3. Organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4. Toplam kjeldahl azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5. Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
İnorganik kirlenme parametreleri ^c				
1. Cıva (g Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2. Krom (toplam) (g Cr/L)	20	50	200	> 200
3. Mangan (g Mn/L)	100	500	3000	> 3000
4. Kadmiyum (g Cd/L)	3	5	10	> 10
5. Kurşun (g Pb/L)	10	20	50	> 50
Bakteriyolojik parametreler				
1. Fekal koliform (EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2. Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20.000	100.000	> 100.000

- a- Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birinin sağlanması yeterlidir.
- b- pH değerine bağılı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH₃-N/L değerini geçmemelidir.
- c- Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

3.2. Su Kirliliğın Saptanmasında Kullanılan İndikatör Mikroorganizmalar

İnsanların ve diğler memeli hayvanların bağırsaklarında bulunabilen patojen mikroorganizmalar doğrudan doğruya veya dolaylı olarak su kaynaklarına bulaşabilirler ve bu patojenler ağız yolu ile vücuda girdiklerinde hastalık yapabilirler. *Salmonella* gibi patojen mikroorganizmaları saptamak çoğu kez oldukça güç ve zahmetli uğraşları gerektirmektedir. Bunun yerine 19. yüzyılın sonlarından beri indikatör mikroorganizmaların aranması yoluna gidilmektedir (Gürgün ve Halkman 1990).

İndikatör mikroorganizmalar, Schardinger'in 1892 yılında sularda *Salmonella typhi* yerine *Escherichia coli* 'nin indikatör mikroorganizma olarak aranmasını önermesinden bu yana kullanılmaktadır. *Escherichia coli* 'nin bu amaçla indikatör olarak önerilmesinin nedeni, her iki bakterinin de dışkı kökenli olması ve *Escherichia coli* 'nin enterik patojenlerin hepsinden çok daha kolay izole edilip tanımlanabilmesi olmuştur. Bu öneriye göre, sularda *Escherichia coli* varlığı, suyun fekal kontaminasyona uğradığına ve suda *Salmonella* veya diğler bağırsak patojenlerinin bulunabileceğine işaret etmektedir (Ünlütürk ve Turantaş 1998).

İndikatör mikroorganizmalar fekal kirliliğın bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Test edilecek materyalde bunların bulunması, o materyalde bir yolla dışkının bulaştığını, dolayısıyla orada bağırsak kökenli patojen mikroorganizmaların da bulunabileceğini gösterir. Ortamda çok az sayıda bulunan patojen bakteriler için dahi tatmin edici kantitatif yöntemler geliştirilmiştir. Söz konusu indikatör mikroorganizmalar, belli bir hastalık etmenini direkt olarak kanıtlamamakla beraber, patojenlerle birlikte buldukları için rutin olarak belirlenmesi, patojen varlığını göstermede kolay bir yol olarak benimsenmiştir. İndikatör mikroorganizmalar, hijyen açısından patojen olan bakterilerle birinci derecede yakın ve onlarla birlikte yaşayan refakat bakterilerdir (Gürgün ve Halkman 1990).

3.2.1. Fekal Kirliliğin İndikatörü Bakteriler

Koliform bakteriler deyimi içersine, aerobik ve fakültatif anaerobik, gram negatif, spor oluşturmeyan ve 35 °C'de 48 saatlik inkübasyon sonunda laktozdan gaz ve asit oluşturan tüm basiller girmektedir. EMB (Eosin Methylene Blue) Agar ve Endo Agar besiyerlerinde metalik parlaklıkta altın yeşili koloni oluşturarak gelişirler. Koliform bakteriler içine genelde *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ve *Citrobacter* cinsleri dahil edilmektedir. Koli-aerogenes grubu olarak da isimlendirilebilen koliformlar içinde en tipik iki bakteri *Escherichia coli* ve *Enterobacter aerogenes* 'tir. Önemli olabilen diğer türler arasında *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Citrobacter freundii* sayılabilir. Koliform bakterilerin tiplendirilmesinde klasik IMVIC testlerinin çok büyük bir önemi vardır (Gürgün ve Halkman 1990, Veissman ve Hammer 1993). Çizelge 3.2 'de bazı koliform bakterilerin IMVIC test sonuçlarına yer verilmiştir.



Çizelge 3.2. Koliform grubu bazı bakterilerin^a IMVIC test sonuçları (Jay 1992'den düzenlenmiştir)

Koliform Bakteriler	İndol Testi	Metil kırmızısı Testi	Voges-Proskauer Testi	Sitrat Testi
<i>Escherichia coli</i>				
Biyotip I (tipik)	+	+	-	-
Biyotip II (atipik)	-	+	-	-
Ara tipler (<i>Citrobacter</i>)				
Tip I	-	+	-(b)	+
Tip II	+	+	-(b)	+
<i>Enterobacter aerogenes</i>				
Tip I (tipik)	-	-	+	+
Tip II (atipik)	+	-	+	+
<i>Enterobacter cloacea</i>				
	-	-	+	+
<i>Klebsiella pneumonia</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

Koliformlar insan ve sıcak kanlı hayvanların bağırsak sistemlerinde doğal olarak bulunduğundan başlangıçta fekal kontaminasyonun en iyi indikatörleri olarak değerlendirilmişlerdir. Ancak bazı koliform bakteriler fekal orjinli değildir. *Escherichia coli* tipik fekal orjinli bir koliform bakteridir ve birincil doğal habitatı insan ve sıcak kanlı hayvanların sindirim sistemidir. Fekal koliform olarak adlandırılan tipik bakteri *Escherichia coli* 'dir. *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Citrobacter freundii* ise doğada hem bitkilerde bulunmakta hem de toprakta üreyebilmeleri ve sulara buradan karışabilmeleri nedeniyle tam anlamda fekal kirliliğin indikatörü olarak kullanılmamaktadır. Bu bakterilerde total koliform olarak adlandırılmaktadırlar (Anonim 1977, Samsunlu 1986, Veismann ve Hammer 1993).

Fekal koliformlar; 44-46 °C arasında (genellikle 44.5 veya 45.5 °C) *Escherichia coli* (EC) broth besiyerinde laktozu fermente ederek gaz oluşturabilen koliformlar olarak da tanımlanabilirler. 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 teşkil eden mikroorganizmalar farklı yerlerde farklı sayılarda bulunurlar. Örneğin, insan dışkısında sayıları yaklaşık olarak 10^9 /g; 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, Veismann ve Hammer 1993).

Çizelge 3.3 'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri olarak toplam koliform ve fekal koliform limitleri verilmiştir. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır (Anonim 1988).

Çizelge 3.3. Kıtaçı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri olarak bazı kirlilik parametre değerleri (Anonim 1988).

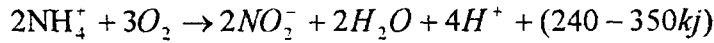
	<u>Su kalite sınıfları</u>			
	I	II	III	IV
	Yüksek Kaliteli Su	Az Kirlenmiş Su	Kirli Su	Çok Kirlenmiş Su
BOI (mg/L)	4	4-8	8-20	> 20
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	8	6-8	3-6	< 3
Toplam Koliform (EMS/100 mL)	100	100-20.000	20.000-100.000	> 100.000
Fekal Koliform (EMS100 mL)	10	10-200	200-2000	> 2000

3.2.2. Azot Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler

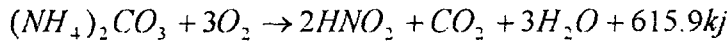
Mikroorganizmalar biosferin işleyişinde büyük önem taşıyan element döngüsü ve enerji akışının birçok basamağında önemli rol oynamaktadırlar. Bu, esasen mikroorganizmaların çok çeşitli metabolik işlemleri gerçekleştirebilmesinden kaynaklanmaktadır. Oldukça stabil bir bileşik olan amonyak ardışık olarak 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 fikse 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 bağıladığı 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 yükü kaynaklarıdır (Erdur 1990).

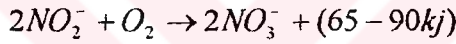
Amonyaklaşma süreci içinde oluşan amonyum iyonları bir yandan bitki besi maddesi olarak tüketilirler. Öte yandan da oksijenli ve yeterli tampon kapasitesi olan ortamlarda belirli kemolitototrof organizmalar tarafından nitrit ve daha sonrada nitrate yükseltgenirler. Azot döngüsü sırasında nitrifikasyon 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.



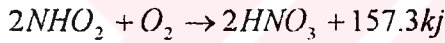
veya,



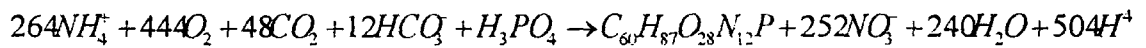
Nitrat bakterileri diye isimlendirilen bakteriler örneğin *Nitrobacter* türleri ise nitriti nitrate dönüştürür.



veya,

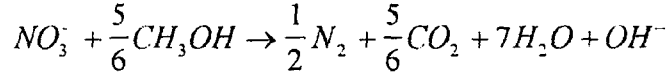
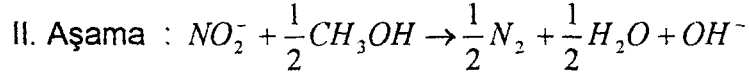
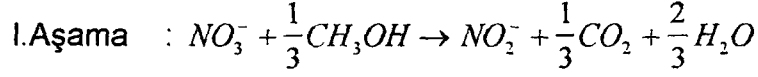


Nitrifikasyon süreçleri sırasında ortaya çıkan kimyasal enerji azot bakterileri tarafından CO_2 asimilasyonunda kullanılır. Nitrifikasyon ile asimilasyonun açıklayan bir reaksiyon şu şekilde verilebilir.



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 metanol ile gösterildiği gibi denitrifikasyon iki aşamada gerçekleşir (Erdur, 1990).



Yüzeysel su ortamlarında mavi-yeşil algler tarafından önemli ölçüde moleküler azot bağlanması söz konusudur. Bu suların dip çökeltlerinde anaerobik olarak yaşayan *Clostridium* türleri de moleküler azotu bağlayabilme yeteneğindedirler. Ötrofik 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 nitrate 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 herbirini ayrı organizma grupları yapmaktadır. *Nitrobacter* kendi ortamında bulunabilecek çok az miktarda bile 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 bir çok olumsuz sonuçlar yaratmaktadır. Bunların en önemlileri aşağıda verilmiştir.

- a- Nitrifikasyon süreçleri nedeni sulara oksijen bilançosunun etkilenmesi
 - b- Sulara primer üretiminin artması ve ötrofikasyon sorunu
 - c- Sulara 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 sulara amonifikasyon ve denitrifikasyon yapan bakterilerin çokluğu suyun ne kadar organik azotça kirlendiğini göstermektedir.

3.2.3. Sülfat Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler

Sulara sülfat redükleyici bakteriler sülfatı sülfide redükler. Bu işlemde *Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum* türleri ve *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Saccharomyces* üyelerinin bazı suşları rol oynar. Sülfat redükleyici bakterilerin çokluğu ilgili su kaynağına çok miktarda sülfid karıştığını gösterir (Köse 1990, Özdemir 1992).

3.2.4. Sülfür Kirliliğinin İndikatörü Bakteriler

Biyogen kökenli sülfür, asimilatif ve disimilatif sülfat indirgenmesinden 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 indirgenmesi, anaerobik ortamlarda sülfat redükte eden bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Bu işlemde bakteriler, organik bileşiklerin veya moleküler hidrojenin oksidasyonu için sülfatı elektron alıcısı olarak kullanılabirler (Kuenen ve ark. 1992). Sülfid esasen dip sularına çöken veya orada üretilen organik materyalden bakteriyal sülfat indirgenmesi 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).

3.3. Su Kirliliği Sorununun Dünyadaki ve Ülkemizdeki Durumu

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 identifikasyonun istemine göre *Escherichia coli* olarak tanımlanmıştır. 3441 strainin toplamı (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'sininin % 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 arasındaki korelasyon ve fekal indikatörler ile su kalitesi arasındaki değişimleri modellendirmişlerdir. 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 tatlı su midyesi (*Elliptio complanata*)'nın su sütunlarında meydana gelen fekal kirlenmenin düzeyini belirlemede kullanılabileceğini ve bakteriyolojik su kalitesi indikatörü olarak kullanılabileceklerini önermişlerdir.

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 korelasyonun saptanamadığını, 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*'ların varlığını ortaya koymuşlardır. Thiosülfat agar üzerinde koloni birim olarak saptanan *Thiobacillus*'ların sayısı, denizel kaynaklardan rapor edilenlerden çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar *Thiobacillus*'ların liman sularının kirlilik düzeyini belirlediği kadar, bu sulardan karışan sahil sularındaki yayılımı da saptamışlardır.

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 konsantrasyon sahil şeridine göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumu mevsimsel

şartlara, jeografikal durum ve göle giren nütrient konsantrasyonu ile ilişkilendirmişlerdir.

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

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

Falcoa ve ark. (1993), Breziya'nın Araraqua bölgesinde değişik tatlısuların 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.

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 saptamışlardır ve değerlerin standartların oldukça üzerinde olduğunu gözlemlemişlerdir.

Do ve ark. (1993), sıcak kanlı hayvanların ve özellikle insanların bağırsak membranlarında sodyum kanallarını bloke eden kuvvetli bir nörotoksin olan Tetradotoksin (TTX) üreten bakterilerin izolasyonu ve bunların sedimentte birikimleri üzerine araştırmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarında Japonya'daki Suwa gölünün sedimentlerinden HPLC, gaz kromatografi-kütle spektrometrisi

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.

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

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

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

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.

Montuelle ve ark. (1996), tatlı su sedimentinde biofilm oluşturan *Nitrobacter* türleri üzerine bir atıksu deneme tesisinin etkisini belirlemiştir. Nehre atık suyun boşaltımından sonra fizikokimyasal parametrelerde (çözünmüş 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 değişimi göstermiştir. Bu araştırmacılar Immunofloresans teknikleriyle 6 farklı *Nitrobacter* serotipi tanımlamışlardır. *Nitrobacter* serotip çeşitliliğinin boşaltım konsantrasyonuna bağlı olarak değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Polo ve ark. (1998), tatlı sularda insanlarda ciddi gastroenteritlere sebep olan *Salmonella* varlığı ve bu bakterinin fekal indikatörler ile olan ilişkileri üzerine araştırmalarda bulunmuşlardır. Yoğun şekilde kirliliğe maruz kamış bölgeler ve aşırı yüksek sayıda kirlilik indikatörlerinin tespit 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.

Eckner (1998), içme ve yıkama suyu kalitesini izlemede rutin olarak kullanılan koliform bakteri, *Escherichia coli* ve *Enterococcus* 'ların tespiti için "Colilert" ve "Enterolert" metotları adını verdiği yeni testlerin Çoklu-tip Fermantasyon ve Membran Filtrasyon metoduyla karşılaştırmalarını yapmıştır. Sonuçlara göre "Colilert" metodu içme suyu örneklerinde İsviç 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 İsviç standart metoduyla aynı sonucu vermiştir.

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.

Alderisio ve Deluca (1999), yüzeysel sulardaki fekal kontaminasyonu belirlemek için tüneğe yatan kuşların dışkılarını incelemişlerdir. Westhester County'deki 236 Kanada kazı ve 249 halka ağızlı martıdan alınan fekal örnekler, 2 yıllık bir periyotta analiz edilmiştir. Sonuçlara göre kaz fecesine oranla martı fecesinin yüksek bir fekal koliform konsantrasyonu içermesiyle oldukça dikkat çekici olduğu vurgulanmıştır. Ancak kazlardaki ortalama fekal numune miktarının 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.

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.

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

Byamukoma ve ark. (2000), Uganda – Kkampala tropikal sularında farklı düzeylerde kirlenmiş sitelerden sülfid 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 kantitatifliği oldukça etkili olduğu ve 24 saat içinde çalışan bölgede fekal kirlenmeyi belirlemede uygun olduğunu belirtmişlerdir.

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 verilerin sığ bir tropikal gölün göl-nehir etkileşim zonundaki biyolojik kirleticilerin (bakteriler) dağılımı üzerine kavramsal bir model oluşturmada ileri çalışmalar için kullanılabileceğini vurgulamaktadırlar.

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 Çayının kimyasının ve su kalitesinin referans sitelerle benzerlik gösterdiğini ve *Giardia lamblia* ve *Coccidia* bulunmasına rağmen düşük düzeyde fekal koliform saptandığını belirtmişlerdir. Cascade Çayından izole edilen *Escherichia coli*'ler üzerinde yapılan ribotip tiplemesine göre bunların geyik, kuş, kemirgen, köpekgiller ve insan dışkılarına ait oldukları saptanmıştır.

Iwane ve Yamamoto (2001), Tokyo – Tama Nehri üzerinde yer alan bir kirlili su arıtma sisteminden yedi antibiyotiğe rezistant olan *Escherichia coli* ve koliform grup bakteri izolasyonu yaparak bunların nehir suyunda bulunma sıklıkları ve sayıları saptanmıştır. Bu bakterilerin arıtma işlemi esnasında yüzey sularındaki sayılarında oldukça yüksek bir düşüşü göz önüne alarak dip çamuru

analizlerindeki sayılarla karşılaştırmışlardır. Ham dip çamurunda antibiyotiğe rezistan olan bu bakterilerin çok yüksek sayılara ulaştığını ve arıtma sisteminin bakterilere karşı etkin olmadığını bildirmişlerdir.

Embrey (2001), ABD – Tacoma’da Puget Bölgesi zirai ve kent çevresinde bulunan akıntılarda 31 siteden 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 sitenin örneklerinde tespit etmiştir.

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. Kirlenici 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 incelemiştir. 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.

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

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

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 çayında ağır metal kirliliğinin yüksek boyutlara eriştiğini bildirmişler ve bu suyun şehirlerin içme-kullanma su kaynağı olarak kullanılmaktan vazgeçilmesini önermişlerdir.

Özkanca ve Flint (1995a), göl suyunda *E. coli* bakterisinin açlık şartları altında protein sentezinde meydana gelen değişimleri 2-boyutlu Polyacrylamide Gel Elektroforezi metodu ile incelemiştir. 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*'de 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 incelemiştir. 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), antibiyotikleri 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*'nin yaşamını önemli derecede etkilemediğini, prokaryotik inhibitörlerden Neomycin'in doğal göl suyuna ilavesinin *Escherichia coli*'nin yaşam süresini uzattığını saptamışlardır. Antibiyotikleri *Escherichia coli*'nin 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 edilmiştir. Sonuç olarak saptadığı bakteri sayısının, rutin yapılan analizlerden daha yüksek çıktığını bildirmiştir.

Kıvanç ve ark. (1996), Eskişehir içme ve kullanma sularını 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.

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.

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 kirli su indikatör bitkileri olarak kabul edilen *Myriophyllum spicatum*, *Lemna trisulca* ve *Zannichellia palustris* var. *repens*'in Eber Gölü'nde bol olarak bulunmasının gölü kirli göller grubuna soktuğunu bildirmişlerdir.

Dülger (1997), Marmara Denizi'nin kirlenmesinde rol oynayan Nilüfer Çayı'nın 1996 yılı Ocak – Aralık ayları boyunca her ay periyodik olarak incelemiştir. Parametreler olarak BOI, 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.

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.

Ünlü ve Uslu (1999), Elazığ İline bağlı önemli bir turizm potansiyeline sahip Hazar Gölü'nün DSİ tarafından belli periyotlarda yapılan fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizlerini su kirliliği açısından irdelenmişlerdir. Sonuçlara göre göl suyunun kalite kriterlerini genel olarak I ve II. Sınıf suların özelliklerini gösterdiğini ancak ötrofikasyon kontrol sınır değerlerinin aşıldığını 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.

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.

Kaplan ve Sönmez (2000), Belek özel çevre koruma alanı akarsularından aldıkları numuneler üzerine kirliliği ortaya koyucu bir çok 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.

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, BOI, KOI, total ve fekal koliform ölçülmüştür. Sonuçlara göre pH ve sıcaklık değerlerinin standartlara uygun olduğu, BOI, KOI 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 yerleşme

ve sanayileşme hızı için nehirlerdeki su kalitesinin olumsuz yönde etkilendiği gözlemlenmiştir.

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.

Çalışma alanımızı oluşturan 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 cins 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), BOD₅ 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, sevi 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, epilimnetik 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.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Materyal

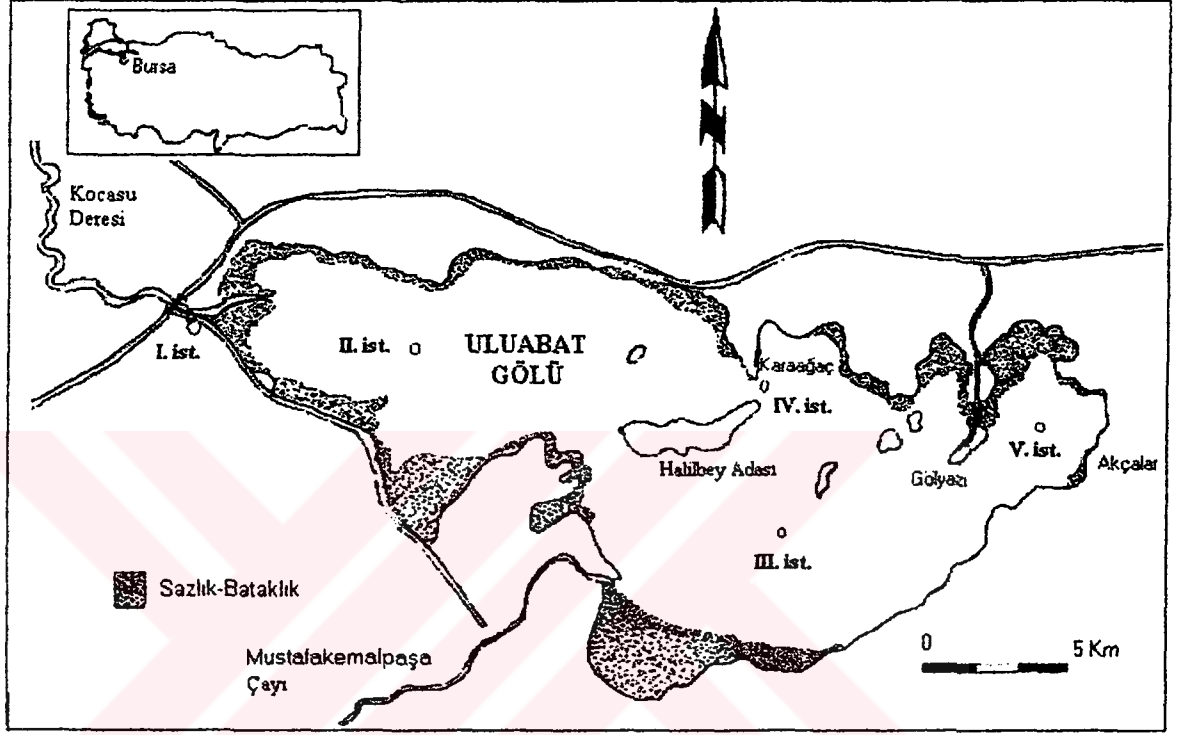
4.1.1. Örneklerin Sağlanması

Uluabat Gölü'nde çoğu kirliliğine yönelik parametreler ile bazı mikrobiyal grupların saptanması amacıyla çeşitli noktalardan grab ve ani örnekleme tipine (Şengül ve Türkman 1991) uyularak örnekler alınmıştır. Gölün örnek alma noktaları belirlenirken tüm göl sathını belirlenmesine özen gösterilmiştir. Göldeki her örnek alma noktasından Kasım 2000 – Ekim 2001 arasında her ay numuneler alınmıştır.

Uluabat Gölü'nün Türkiye'deki yeri ve gölde seçilen istasyonlar Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

İstasyonlar

- I. İstasyon olarak gölün boşalımının gerçekleştiği, Uluabat köyünde bulunan gölayağı seçilmiştir. İstasyon dibi koyu renkli bir çamurla kaplıdır. İstasyon, Kocasu Deresinin başlangıç noktasında olduğu için özellikle kış aylarında su akış hızı çok hızlı olmaktadır. İstasyonun yaklaşık bir kilometre yukarısında Azatlı drenajının boşaldığı Uluabat pompa istasyonu bulunmaktadır.
- II. İstasyon olarak gölün kuzeybatı ucunda yer alan Uluabat gölayağı açıklarından seçilmiştir. Bu istasyon yaz aylarında yoğun su otları ile kaplanmaktadır.
- III. İstasyon gölün kuzeyinde bulunan Eskikaraağaç köyünün açıklarında, Mutlu adasının güneybatısında yer alan bir bölgeden seçilmiştir.
- IV. İstasyon olarak Eskikaraağaç köyünün kıyısında bulunan kayıkhanenin yanı seçilmiştir. Dipte küçük taşlardan ve ince kumlardan oluşmuş bir tabaka bulunmaktadır. Bu istasyon ayrıca Halilbey adasına en yakın kıyı bölgesidir.
- V. İstasyon olarak ise Akçalar kasabası kıyısında, Musa deresinin göle boşaldığı yerin yanı seçilmiştir. Dibi koyu renkli bir sedimanla kaplıdır.



Şekil 4.1. Uluabat Gölü Örnek Alma İstasyonları (Aksoy ve ark.'dan (1997) değiştirerek alınmıştır)

4.1.2. Çalışmada Kullanılan 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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Seeley ve Van Demark 1972, Alexander 1977).

Bu besiyeri amonyum oluşumunu gözlemek ve amonifikasyon yapan bakterilerin En Muhtemel Sayı verilmesi için kullanılmıştır.

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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Anonim 1981).

Bu besiyeri Sülfat Redükleyici Bakterilerin izolasyonu ve En Muhtemel Sayı verilmesi için kullanılmıştır.

Besiyeri 3. "Nitrat Broth"

Nütrient 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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Tamer ve ark. 1989).

Bu besiyeri Denitrifikasyon Bakterilerinin varlığı ve sayısını (En Muhtemel Sayı) vermek için kullanılmıştır.

Besiyeri 4. "Brilliant Green Lactose Bile Broth"

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 su Pepton ve Laktoz çözülür. 200 mL distile suda da Safra tuzu çözülür. İki solüsyon karıştırılarak distile suyla hacim 950 ml'ye tamamlanır. pH 7.4'e ayarlanır. Brilliant Green 'in % 1 'lik solüsyonundan 13.3 mL ilave edilip, hacim distile suyla 1000 ml'ye tamamlanır. Ortam Durham tüplü içeren test tüplerine dağıtılarak, 121 °C'de 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Tamer ve ark. 1989).

Bu besiyeri toplan koliform ve fekal koliform grubu bakterilerin varlığını ve sayılarını (En Muhtemel Sayı) vermek için kullanılmıştır.

Besiyeri 5. "Plate Count Agar (=PCA)"

Tripton	5.0	g
Yeast ekstrakt	0.5	g
Dekstroz	1.0	g
Agar	15.0	g
Distile su	1000	mL

Ortam Roxe şişelerinde 121 °C'de 1.5 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 kullanılmıştır.

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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Buchanon ve Gibson 1974, Anonim 1984).

Bu besiyeri Nitrit Bakterilerinin kontrolü ve ön inokulum ortamı olarak kullanılmıştır.

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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Buchanon ve Gibson 1974, Anonim 1984).

Bu besiyeri Nitrat Bakterilerinin kontrolü için ve ön inokulum ortamı olarak kullanılmıştır.

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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir. Sterilizasyon sonrası biotin Na₂CO₃ aseptik koşullarda, toplam ortam bulunan erlene ilave edilir (Rechigl 1977).

Bu besiyeri *Nitrobacter agilis* için özeldir ve bu nitrat bakterisinin izolasyonu için kullanılmıştır.

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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Anonim 1981).

Bu ortam *Nitrobacter winogradsky* türü nitrat bakterisini izole etmek için kullanılmıştır.

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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Anonim 1981).

Bu ortam *Nitrosococcus nitrosus* türü nitrit bakterisini izole etmek için kullanılmıştır.

Besiyeri 11. "Genel *Thiobacillus* spp. Ortamı"

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	10.0 g
K_2HPO_4	4.0 g
KH_2PO_4	4.0 g
CaCl_2	0.1 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.1 g
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.1 g
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.02 g
$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	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 inokulumla tutarak aktive etmek için hazırlanmıştır (Rehçigl 1977).

Besiyeri 12. "*Thiobacillus thioporus* Beijerinck Ortamı"

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5.0 g
K_2HPO_4	4.0 g
CaCl_2	0.25 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5 g
$(\text{NH}_4)_2 \cdot \text{SO}_4$	4.0 g
FeSO_4	0.01 g
Distile su	1000 mL
pH	7.0

Ortam 121 °C'de 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Rehçigl 1977).

Bu ortam *Thiobacillus thioporus* türü sülfür bakterisinin izolasyonu için kullanılmıştır.

Besiyeri 13. "*Thiobacillus denitrificans* Beijerick Ortamı"

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5.0	g
KNO_3	5.0	g
NaHCO_3	1.0	g
K_2HPO_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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Rehçigl 1977).

Bu ortam *Thiobacillus denitrificans* türü sülfür bakterisinin izolasyonu için kullanılmıştır.

Besiyeri 14. "*Thiobacillus thiooxidans* Walksman and Joffe Ortamı"

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.2	g
KH_2PO_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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Rehçigl 1977).

Bu ortam *Thiobacillus thiooxidans* türü sülfür bakterisinin izolasyonu için kullanılmıştır.

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 1.5 atmosfer basınçta 15 dk. süre ile sterilize edilir (Rehçigl 1977).

Bu ortam *Thiobacillus ferrooxidans* türü sülfür bakterisinin izolasyonu için kullanılmıştır.

4.1.3. Çalışmada Kullanılan Çözeltiler

4.1.3.1. Çözünmüş Oksijen Tayininde Kullanılan Çözeltiler

Mangan Sülfat Çözeltisi

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

Alkali-İyodür-Azid Çözeltisi

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

Sülfürik Asit Çözeltisi

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

Nişaşta özeltisi

5 g çözünebilen nişaşta, 800 ml kaynamakta olan suda karıştırılarak çözülür ve 1 litreye tamamlanır. Birkaç dakika daha kaynatılır. Bir gece bekletilerek üstteki berrak kısım alınır. Bu özelti litresine 1.25 g salisilik asit veya bir iki damla toluen ilavesiyle korunur.

Sodyum tiyosülfat Stok özeltisi, 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 özelti litresine 5 mL Kloroform ve 1 g NaOH ilave edilerek korunur.

Standart Sodyum tiyosülfat özeltisi, 0.025 N

250 mL stok sodyum tiyosülfat çözeltisi litreye tamamlanarak hazırlanır.

4.1.3.2. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOI) Tayininde Kullanılan özeltiler

Fosfat Tampon özeltisi

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 özeltisi

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

Demir III Klorür özeltisi

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

Kalsiyum Klorür özeltisi

27.5 g anhidrit kalsiyum klorür (CaCl_2) distile suda çözündürülür ve litreye tamamlanır.

Asit ve Alkali Çözeltiler

Asidik veya bazik numunelerin nötralizasyonu için kullanılır.

Sodyum Sülfid Çözeltisi, 0.025N

1.575 g anhidrit Na_2SO_3 , 1000 mL distile suda çözülür. Bu çözelti dayanıklı değildir ve günlük olarak hazırlanmalıdır.

4.1.3.3. 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. Kaynaymaya, 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.

4.1.3.4. Amonifikasyon Yapan Bakterilerin Saptanması İçin Kullanılan Nessler Çözeltisi

5 g KI, 5 mL distile suda çözülür ve HgCl_2 'nin (35 mL'deki 2 g) doymuş çözeltisi presipitat olana kadar ilave edilir. Sonra, 5N NaOH'dan 20 mL ilave edilir; 100 mL'ye su ile tamamlanır; presipitat oluştuktan sonra üstteki temiz kısım alınır.

4.2. Yöntem

4.2.1. Örneklerin Alınması

Bursa Uluabat Gölü'nde belirlenen istasyonlardan örnekler alınmıştır. Örnekler aylık periyotlar halinde 24.11.2000 - 24.10.2001 tarihleri arasında 1 yıl boyunca alınmıştır. Örnek almada sterilize edilebilir örnek kapları kullanılmıştır. Kontaminasyonu ve diğer girişim yapan maddeleri önlemek için kaplar temizlenmiş ve steril edilmiştir. Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik tayinler için alınan örnek miktarı 1000 mL'dir. Yüzeyden itibaren 30 cm derinlikten örnek alınımına ve sedimentin dağılmamasına dikkat edilmiştir. Analizlemede

çözünmüş oksijen, sıcaklık ve pH örnek alınan yerde derhal, diğer parametreler, örnek mümkün olduğunca çabuk laboratuvara taşınarak analiz edilmiştir.

4.2.2. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacının (BOI₅) Belirlenmesi

Biyokimyasal oksijen ihtiyacının belirlenmesinde kullanılan araç ve gereçler aşağıda verilmiştir.

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

Biyokimyasal oksijen ihtiyacının belirlenmesi şu şekilde yapılmaktadır.

a) Seyreltme Suyunun Hazırlanışı

Seyreltme suyu mikroorganizmaların yaşaması ve gelişimini kolaylaştıracak anorganik tuzları ihtiva etmeli, toksik elementleri ihtiva etmemeli, doygunluğa yakın çözünmüş oksijeni bulunmalıdır. Bu amaçla 20 °C'deki distile su kullanılır. Distile su havalandırılır ve ağzı pamuk tıkaçla kapatılarak korunur.

İstenecek hacimde distile su uygun kaba alınır ve 1 litre su başına 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 atıksu ile veya özel aşı kullanılarak seyreltme suyu ile aşılır.

c) Seyreltme Tekniği

Genellikle çözünmüş oksijen tüketiminin sağlayacak şekilde seyreltme yapılır. Çalışmamızda 1/10, 1/50, 1/100 ve 1/200 seyreltme oranları kullanılmıştır. Standart seyreltme suyu, 1000-2000 mL kapasiteli ölçülü kaba konur. İstenecek seyreltme oranına uygun şekilde örnek hacmi ilave edilir ve karıştırılır. Örnek ile karıştırılmış seyreltme suyu BOI 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 BOI şişesi çıkarılır. Inkübatörlerden 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 aşılıyorsa; aşının oksijen tüketimi bulunur. Bu değer esas örneğın oksijen tüketiminden çıkarılarak numunenin oksijen tüketimi bulunur. Aşılı seyreltme suyunu, aşı düzeltilmesi kullanmamak gerekir. Çünkü 5. gün süre ile aşılı seyreltme suyunda, aşının çok fazla seyreltilmesi nedeni ile oksidasyon sonuçları bulunabilir.

e) Seyreltme Suyu Kontrolü

İki BOI 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 deney uygun bir şekilde kullanılabilir.

Buna göre sonuç aşağıdaki gibi hesaplanır (Seeley ve Van Demark 1972, Şengül ve Türkman 1991).

$$\text{Aş\ı gerekli değilse mg/L BOI} = \frac{(D_1 - D_2)}{P}$$

$$\text{Aşılı seyreltme suyu kullanıldığında mg/L BOI} = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f}{P}$$

olur. Burda,

(D₁) : Numunenin hazırlandıktan 15 dk. sonra ki çözünmüş oksijen değeri

(D₂) : Seyreltik numunenin inkübasyondan sonraki çözünmüş oksijen değeri

(B₁) : Aşının inkübasyondan önceki çözünmüş oksijen değeri

(B₂) : Aşının inkübasyondan sonraki çözünmüş oksijen değeri

(P) : Numunenin seyreltme oranı (ondalık kesir olarak)

(f) : Numunedeki aşının kontroldeki aşıya oranıdır.

4.2.3. Çözünmüş Oksijen Tespiti

Çözünmüş oksijen seviyelerinin tespitinde kullanılan araç ve gereçler aşağıda verilmiştir.

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

Çözünmüş oksijen tespiti şu şekilde yapılmaktadır.

250-300 mL'lik hacmi bilinen BOI şişesine numune ağzına kadar doldurulur ve şişeden numune karıştırılarak şişenin ağzı kapatılır. Şişenin içinde hava kabarcığı kalmamalıdır. Şişenin kapağı açılarak 2 mL $MnSO_4$ çözeltisi, bunu takiben 2 mL alkali iyödür-azid 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 H_2SO_4 çözeltisi katılır ve şişenin kapağı kapatılır. Çökelek, çözüldükten sonra şişedeki çözeltiden 200 mL ölçülerek bir erlene alınır. Erlene alınan çözelti 0.025 N tiosülfat 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 tiosülfat 1 mg/l çözünmüş oksijen değerine eşdeğer olmaktadır. Sonucu oksijen gazı/litre biriminde elde etmek için 0 °C ve 760 mm basınçta düzeltmek üzere $(mg/ÇO) \times 0.70$ şeklinde yazmak gerekir (Şengül ve Türkman 1991).

4.2.4. Sıcaklık Değerlerinin Ölçümü

Su sıcaklığı ölçümleri Hanna HI 8314 marka cihazla yapılmıştır.

4.2.5. pH ve Elektriksel İletkenlik Ölçümü

pH ölçümleri Hanna HI 8314 marka cihazla, Elektriksel iletkenlik ise WTW LF 95 model alet ile gerçekleştirilmiştir.

4.2.6. Nitrifikasyon Sürecinin Belirlenmesi

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

4.2.6.1. Nitrit Oluşumunun Saptanması

Nitrit ortamlarına 10'ar mL su örneği inokule edilmiştir. Erlenler 27 °C'de inkübe edilmiştir. Nitrit varlığı için kültürler her hafta test edilmiştir. 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 edilmiştir (Anonim 1984).

4.2.6.2. Nitrat Oluşumunun Saptanması

Nitrat ortamlarına 10'ar mL su örneği inokule edilmiştir. Erlenler, 27 °C'de inkübe edilmiştir. 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 1984).

4.2.6.3. Nitrifikasyon Bakterilerin Saptanması

Amonyacı nitrite oksitleyen ototrofik bakterilerden *Nitrosococcus nitrosus* 'u saptamak için, bu organizmanın özel ortamına, nitrit oluşum ortamından ekim yapılmıştır. Ortam 25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda

gram boyama yapılarak organizmanın varlığı kontrol edilmiştir. Bu ortam 2-3 kez hazırlanarak, ilk üremeden transfer edilmiş ve organizmanın saf kültürü elde edilmiştir (Anonim 1981).

Nitriti nitrata oksitleyen *Nitrobacter agilis*, *Nitrobacter winogradsky* 'i saptamak için de nitrat oluşumu test edilmiş ortamlardan inokulasyon yapılmıştır. Yine, süre sonunda üremeden gram boyama yapılmış ve organizmalar kontrol edilmiştir (Rechcigl 1977, Anonim 1981).

4.2.7. 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 hazırlanmıştır. 300 mL'lik erlenlere 100 mL hazırlanmış genel *Thiobacillus* spp. ortamına 10 mL su örneği inokule edilmiştir. Ortam karanlıkta, 27°C'de 7 gün inkübe edilmişlerdir. Süre sonunda organizmanın varlığı, gram boyamaları yapılarak kontrol edilmiştir. *Thiobacillus* türlerini saptayabilmek için de, *Thiobacillus thioporus*, *T. denitrificans*, *T. thiooxidans*, *T. ferrooxidans* özel ortamlarına, genel *Thiobacillus* spp. ortamından 10 mL inokule edilmiştir. Ortamlar 300 mL'lik erlenlerde 100 mL olarak hazırlanmıştır. Tüm erlenler, 27 °C'de 4-5 gün karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Bu özel ortamlar 2-3 kez hazırlanarak, ilk üremelerden transfer edilmiş ve *Thiobacillus* türlerinin morfolojik kontrolleri yapılmıştır (Rechcigl 1977, Anonim 1981).

4.2.8. 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 edilmiştir. Durham tüplerinde gaz birikimi gözlenerek en muhtemel sayı (EMS) belirlenmiştir (Gürgün ve Halkman, 1990).

4.2.9. Çoklu Tüp Fermantasyon Tekniği İle Amonifikasyon Bakterilerinin Sayımı

Su örneğinde gerekli seyreltme işlemi yapıldıktan sonra pepton çözeltilisi 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 edilmiştir. Bütün tüpler, 2., 4., 7. günde amonyak varlığı için aşağıdaki şekilde denenmiştir.

Bir petriye bir damla nessler ayıracından 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 tablolarından yararlanılarak 100 mL'de en muhtemel sayı verilir (Gürgün ve Halkman, 1990).

4.2.10. 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 1'er mL, üçüncü 3'er tüplere 0.1'er mL örnek aşılacaktır. 9 tüplük ilk set 37 °C'de, ikinci set 55 °C'de 1 hafta inkübe edilmiştir. Tüplerde siyahlaşma belirlenip EMS tablolarından yararlanarak 100 mL'de en muhtemel sülfat redükleyici bakterilerin sayısı belirlenmiştir. 55 °C'deki tüpler *Desulfotomaculum nigrificans* sayımı içindir (Gürgün ve Halkman, 1990).

4.2.11. Toplam Canlı Sayımı

Su numunesinde gerekli seyreltme işlemi yapıldıktan sonra numunelerden 1'er mL petrilere konmuştur. Petrilere üzerine 45 °C'ye kadar soğutulmuş PCA dökülerek plaklanmaları sağlanmıştır. Petrilere 5 °C'de 1 hafta, 27 °C'de 3 gün ve 35 °C'de 2 gün inkübe edilir. Süre sonunda oluşan koloniler sayılıp ve psikrofil ve mezofil organizmaların sayısı belirlenmiştir (Finstein 1972, Gürgün ve Halkman 1990).

4.2.12. 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 konmuştur. Tüpler 37 °C'de 24-48 saat inkübe edilir. Bu sürede durham tüplerinde gaz birikimine bakılır ve EMS tablolarından yararlanılarak En Muhtemel Toplam Koliform Sayısı belirlenmiştir (Finstein 1972, Gürgün ve Halkman 1990).

4.2.13. Fekal Koliform Sayımı

Toplam koliform sayım tekniğinde olduğu gibi aynı işlem yapılmıştır. Tüpler 44 °C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Durham tüplerinde gaz oluşumuna bakılarak, EMS tablolarından En Muhtemel Fekal Koliform Sayısı belirlenmiştir (Finstein 1972, Gürgün ve Halkman 1990).

4.2.14. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Karşılaştırılan parametreler bakımından farkın önemli olup olmadığı Bir-Yönlü analizi ile test edilirken; Microsta, SPSS for Windows ve Statistica for Windows paket programları kullanılmıştır. Ayrıca karşılaştırılan gruplar arasında fark gruplarının oluşup oluşmadığı; En Küçük Önemli Fark Testi (LSD) ve Tukey testleri kullanılarak araştırılmıştır. Buna göre aynı harfler benzer, farklı harfler ise fark gruplarını göstermek için kullanılmıştır (Zar 1984).

5. BULGULAR

5.1. Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik Parametrelerin Sonuçlarına göre Genel Değerlendirme

Bursa, Uluabat Gölü'nde saptanan bazı kirlilik parametrelerinin zamansal değişimleri Çizelge 5.1-5.5 ile Şekil 5.1-5.4 '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.

5.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Sonuçları

İstasyonlarda belirlenen Sıcaklık değerlerinde Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.1 'de görüldüğü üzere aylar itibarıyla salınımlar söz konusudur. Sıcaklık değerlerinin yıllık ortalamaları bir-yönlü varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha : 0.05$). Çizelge 5.6 'da 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 ($r=0.422$, $p<0.0007$), BOI_5 ($r=0.536$, $p<0.00001$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.283$, $p<0.028$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.281$, $p<0.029$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.131$, $p<0.317$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0,258$, $p<0.045$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.460$, $p<0.0002$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.562$, $p<0.00003$), fekal koliform ($r=0.624$, $p<0.00001$) ve toplam koliform ($r=0.587$, $p<0,00001$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır ama çözünmüş oksijen ($r=-0.783$, $p<0.00001$), iletkenlik ($r=-0.708$, $p<0.00001$) ve 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.422$, $p<0.0007$) arasında ise negatif yönde bir korelasyon mevcuttur. İstasyonlardan alınan su numunelerinde minimum ve maksimum çıkan aylık değerlere göz attığımızda, I. istasyonda Şubat ayında 4.1 °C ve Ağustos ayında 32.2 °C; II. İstasyonda Şubat ayında 4.0 °C ve Ağustos ayında 31.9 °C; III. İstasyonda Şubat ayında 4.1 °C ve Ağustos ayında 31.8 °C; IV. İstasyonda Şubat ayında 4.2 °C ve Ağustos ayında 32.2 °C ve V. İstasyonda Şubat ayında

4.2°C ve Ağustos ayında 32.1 °C olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 16.74±8.75 °C 'dir.

İstasyonlarda saptanan pH değerlerinde Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.2 'de görüldüğü gibi aylar itibarıyla salınımlar söz konusudur. Varyans analizine göre değerler önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha : 0.05$). Çizelge 5.6 'de görüleceği üzere Tukey ve LSD testlerinin 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 ($r=0.444$, $p<0.05$), BOI_5 ($r=0.358$, $p<0.05$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.145$, $p<0.265$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.178$, $p<0.171$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.076$, $p<0.560$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0,128$, $p<0.327$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.154$, $p<0.237$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.185$, $p<0.155$), fekal koliform ($r=0.256$, $p<0.048$) ve toplam koliform ($r=0.203$, $p<0,119$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunmaktadır ama çözünmüş oksijen ($r=-0.139$, $p<0.289$), iletkenlik ($r=-0.234$, $p<0.071$) ve 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.010$, $p<0.937$), arasında ise negatif yönde bir korelasyon mevcuttur. I. İstasyondan alınan numunelerde pH değerleri 7.7-8.3 arasında değişmekte ve ortalama 8.03±0.20, II. İstasyonda 7.6-8.4 arasında değişmekte ve ortalama 7.99±0.28, III. İstasyonda 7.7-8.4 arasında değişmekte ve ortalama 7.96±0.26, IV. İstasyonda 7.6-8.3 arasında değişmekte ve ortalama 7.99±0.22 ve V. İstasyonda ise 7.7-8.4 arasında değişmekte ve ortalama 8.04±0.24 olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 8.00±0.24 'dir.

İletkenlik değerlerinde Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.3 'de verildiği gibi aylar itibarıyla salınımlar göstermektedir. Varyans analizine göre değerler önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha :0.05$). Çizelge 5.6 'da görüleceği üzere Tukey ve LSD testleri sonuçlarına göre de istasyonlar arasında fark grupları oluşmadığı ($q_t > q_h$, $\alpha : 0.05$) belirlenmiştir. Tüm istasyonlardan saptanan verilere göre iletkenlik değerleri ile sıcaklık ($r=-0.693$, $p<0.05$), BOI_5 ($r=-0.283$, $p<0.05$), pH ($r=-0.234$, $p<0.05$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=-0.226$, $p<0.082$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=-0.232$, $p<0.074$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=-0.147$, $p<0.261$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=-0.259$, $p<0.05$),

35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=-0.258$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=-0.324$, $p<0.05$) değerleri arasında negatif bir korelasyon söz konusu iken çözünmüş oksijen ($r=0.694$, $p<0.05$) ve 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.382$, $p<0.05$) arasında ise pozitif yönde bir korelasyon tespit edilmiştir. I. İstasyondan alınan numunelerde yıllık ortalama iletkenlik değerleri 425.58 ± 67.43 $\mu\text{S/cm}$, II. İstasyonda 428.16 ± 52.51 $\mu\text{S/cm}$, III. İstasyonda 427.16 ± 66.47 $\mu\text{S/cm}$, IV. İstasyonda 428.66 ± 67.96 $\mu\text{S/cm}$ ve V. İstasyonda ise 429.83 ± 75.97 $\mu\text{S/cm}$ olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 427.96 ± 64.22 $\mu\text{S/cm}$ olarak belirlenmiştir.

Uluabat Gölü'nde saptanan Çözünmüş oksijen değerleri Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.4 'de görüldüğü gibi kış aylarından yaz aylarına doğru bir azalma göstermektedir. Kış aylarında görülen artış, yağmur sularından kaynaklanan bir seyrelmeden dolayıdır. Çözünmüş oksijen değerlerinin yıllık ortamlarında bir-yönlü varyans analizi ile önemsiz bulunmuştur ($F_t > F_h$, $\alpha : 0.05$). Çizelge 5.6 'da görüleceği üzere 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 oksijen ile diğer parametreler arasındaki korelasyona göre; sıcaklık ($r=-0.772$, $p<0.05$), BOI_5 ($r=-0.590$, $p<0.05$), pH ($r=-0.158$, $p<0.05$), 35°C'de Sülfat redükleyen bakteriler ($r=-0.435$, $p<0.05$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=-0.484$, $p<0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=-0.451$, $p<0.05$), Amonifikasyon yapan bakteriler ($r=-0.404$, $p<0.05$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=-0.465$, $p<0.05$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=-0.468$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=-0.486$, $p<0.05$) ve toplam koliform ($r=-0.492$, $p<0.05$) değerleri arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Ancak, çözünmüş oksijen değerleri ile iletkenlik ($r=0.698$, $p<0.05$), 5°C'de toplam canlı sayımı ($r=0.222$, $p<0.086$) değerleri arasında ise pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. İstasyonlardan alınan su numunelerinde minimum ve maksimum çıkan aylık değerlere göz attığımızda, I. istasyonda Ağustos ayında 1.5 mg/L ve Kasım ayında 4.1 mg/L; II. İstasyonda Temmuz ayında 1.2 mg/L ve Kasım ayında 3.2 mg/L; III. İstasyonda Ağustos ayında 1.2 mg/L ve Kasım ayında 3.6 mg/L; IV. İstasyonda Ağustos ayında 1.2 mg/L ve Kasım ayında 3.7 mg/L ve V. İstasyonda Temmuz ve Ağustos aylarında 1.1 mg/L ve Kasım ve Mart aylarında

ise 2.9 mg/L olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 2.30 ± 0.75 mg/L 'dir.

BOI₅ değerlerinde Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.5 'de görüldüğü gibi kıştan yaza doğru bir artış saptanmıştır. Bunun nedeni göle gelen seyrelme suyunun azalmasıdır. Böylece yaza doğru BOI₅ değerlerinde yıllık ortalamaları arasındaki fark bir-yönlü varyans analizi ile önemli bulunmuştur ($F_t < F_h$, $\alpha:0.05$). Tukey testi sonuçlarına göre de fark grupları olduğu ($q_t < q_h$, $\alpha:0.05$) saptanmıştır (Çizelge 5.6). Buna göre kirlilik sıralamasında en kirli istasyonun 30.33 ± 5.89 mg/L ile V. İstasyon olduğu, 20.50 ± 4.35 mg/L ile II. İstasyonun onu takip ettiği, I ve IV. İstasyonların 16.66 ± 5.41 mg/L ve 17.83 ± 3.45 mg/L değerleri ile 3. sırada yer aldığı ve 13.33 ± 3.74 mg/L değeri ile III. İstasyonun 4. sırada BOI₅ yönüyle kirli olduğu belirlenmiştir. Tüm istasyonlar göz önüne alındığında ise BOI₅ değerleri ile Sıcaklık ($r=0.532$, $p<0.05$), pH ($r=0.358$, $p<0.05$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.532$, $p<0.05$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.676$, $p<0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.654$, $p<0.05$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0.514$, $p<0.05$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.157$, $p<0.05$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.606$, $p<0.05$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.596$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=0.698$, $p<0.05$) ve toplam koliform ($r=0.718$, $p<0.05$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunduğu saptanmıştır. Ancak, çözünmüş oksijen ($r=-0.590$, $p<0.05$) ve iletkenlik ($r=-0.283$, $p<0.05$) arasında ise negatif yönde bir korelasyon belirlenmiştir. İstasyonlara göre BOI₅ değerlerinde maksimum olan aylar sırasıyla; I. İstasyonda Temmuz ayında 26 mg/L, II. İstasyonda Ağustos ayında 28 mg/L, III. İstasyonda Ağustos ayında 20 mg/L, IV. İstasyonda Ağustos ayında 24 mg/L ve V. İstasyonda Ağustos ayında 42 mg/L 'dir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 19.73 ± 7.36 mg/L olarak saptanmıştır.

5.1.2. Bakteriyojik Parametrelerin Sonuçları

Amonifikasyon yapan bakterilerin değerleri Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.6 'da verilmektedir. Bir-yönlü varyans analizi ($F_t < F_h$, $\alpha : 0.05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre anlamlı bulunmuş ve fark grupları belirlenmiştir ($q_t < q_h$, $\alpha : 0.05$). Çizelge 5.6 'da görüleceği üzere istatistiksel analizlere göre en kirli

istasyonun aynı harf grubunda belirlenen II ve V. istasyonlar olarak 146250 ± 258604 EMS/100 mL, 144500 ± 249988.9 EMS/100 mL ile saptanırken I, III ve IV. İstasyonlarında aynı gruplarda yer alarak sırasıyla 11750 ± 23183.5 EMS/100 mL, 11441.7 ± 26401.8 EMS/100 mL ve 11100 ± 15265.3 EMS/100 mL ile 2. sırada kirli oldukları saptanmıştır. Amonifikasyon yapan bakteriler ile Sıcaklık ($r=0.337$, $p<0.05$), pH ($r=0.128$, $p<0.327$), BOI_5 ($r=0.514$, $p<0.05$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.585$, $p<0.05$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.697$, $p<0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.586$, $p<0.05$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.425$, $p<0.0006$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.743$, $p<0.05$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.807$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=0.754$, $p<0.05$) ve toplam koliform ($r=0.807$, $p<0.05$) değerleri ile pozitif yönde bir korelasyon mevcutken, çözünmüş oksijen ($r=-0.582$, $p<0.00001$) ve iletkenlik ($r=-0.147$, $p<0.261$) arasında ise negatif yönde bir korelasyon belirlenmiştir. Aylar itibarıyla minimum ve maksimum değerler; I. İstasyonda Nisan ayında 4×10^2 EMS/100 mL, Temmuz ayında 75×10^3 EMS/100 mL; II. İstasyonda Kasım, Mart ve Nisan aylarında 15×10^3 EMS/100 mL, Ağustos ayında 93×10^4 EMS/100 mL; III. İstasyonda Mayıs ayında 4×10^2 EMS/100 mL, Temmuz ayında 93×10^2 EMS/100 mL; IV. İstasyonda Ekim ayında 11×10^2 EMS/100 mL, Temmuz ayında 43×10^3 EMS/100 mL ve V. İstasyonda Kasım - Ekim aylarında 23×10^3 EMS/100 mL, Temmuz - Ağustos aylarında 93×10^4 EMS/100 mL olarak belirlenmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 65008 ± 169625.3 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

Denitrifikasyon yapan bakterilerin değerleri Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.7 'de verilmiştir. Yıllık ortalamalarında bir-yönlü varyans analizi önemli bulunmuştur ($F_t < F_h$, $\alpha:0.05$). Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmuştur ($q_t < q_h$, $\alpha:0.05$). Çizelge 5.6 'da görüleceği üzere istatistiksel analizlere göre en kirli istasyonun aynı grupta yer alan 1750000 ± 1700641.59 EMS/100 mL ve 1210000 ± 1245362 EMS/100 mL ile V. ve II. İstasyonlar olduğu buna takiben IV, III ve I. İstasyonlar aynı grupta yer alarak 85916 ± 114477.83 EMS/100 mL, 8158.33 ± 9725.08 EMS/100 mL ve 5791.66 ± 6108.48 EMS/100 mL ile 2. sırada kirli istasyonlar olduğu saptanmıştır. Denitrifikasyon yapan bakteri değerleri ile Sıcaklık ($r=0.270$, $p<0.05$), pH ($r=0.076$, $p<0.560$), BOI_5

($r=0.654$, $p<0.05$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.813$, $p<0.05$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.892$, $p<0.05$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0.586$, $p<0.05$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.519$, $p<0.00002$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.777$, $p<0.05$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.777$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=0.814$, $p<0.05$) ve toplam koliform ($r=0.808$, $p<0.05$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, çözünmüş oksijen ($r=-0.451$, $p<0.05$) ve iletkenlik ($r=-0.232$, $p<0.05$) arasında ise negatif yönde bir korelasyon belirlenmiştir. Aylar itibarıyla saptanan minimum ve maksimum değerler; I. İstasyonda Kasım ayında 9×10^2 EMS/100 mL, Temmuz ayında 21×10^3 EMS/100 mL; II. İstasyonda Kasım ayında 15×10^4 EMS/100 mL, Temmuz ayında 43×10^5 EMS/100 mL; III. İstasyonda Mart ayında 11×10^2 EMS/100 mL, Temmuz - Ağustos aylarında 28×10^3 EMS/100 mL; IV. İstasyonda Kasım ayında 23×10^3 EMS/100 mL, Ağustos ayında 43×10^4 EMS/100 mL ve V. İstasyonda Kasım ayında 28×10^4 EMS/100 mL, Temmuz - Ağustos aylarında 43×10^5 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 611973 ± 1171397 EMS/100 mL olarak saptanmıştır.

35 °C'de sülfat redükleyen bakterilerin değerlerine bakıldığında, bu bakterilerin yaz aylarında oldukça yüksek sayılara ulaştıkları saptanmıştır (Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.8). Çizelge 5.6 'da görüleceği üzere istatistiksel analizlere göre bir-yönlü varyans analizi anlamlı bulunmuş ($F_t < F_h$, $\alpha : 0.05$). Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmuştur ($q_t < q_h$, $\alpha : 0.05$). Buna göre en kirli istasyonun aynı harf grubunda yer alan V. ve II. İstasyonları 158500 ± 215920.7 EMS/100 mL ve 149333 ± 270686.1 EMS/100 mL değerleri ile olduğu tespit edilmiştir. IV, III ve I. İstasyonların 7625 ± 9762.3 EMS/100 mL, 7316.7 ± 11883.7 EMS/100 mL ve 5325 ± 8059.9 EMS/100 mL ile bu istasyonlar aynı harf grubunda bulunarak kirlilik yönüyle takip ettikleri saptanmıştır. 35 °C'de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle Sıcaklık ($r=0.370$, $p<0.05$), pH ($r=0.145$, $p<0.265$), BOI_5 ($r=0.532$, $p<0.05$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.909$, $p<0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.813$, $p<0.05$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0.585$, $p<0.05$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.432$, $p<0.00055$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.934$, $p<0.05$), 35 °C'de

toplam canlı sayımı ($r=0.921$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=0.654$, $p<0.05$) ve toplam koliform ($r=0.647$, $p<0.05$) değerleri ile pozitif yönde bir korelasyon mevcutken, çözünmüş oksijen ($r=-0.435$, $p<0.00001$) ve iletkenlik ($r=-0.226$, $p<0.082$) arasında ise negatif yönde bir korelasyon vardır. Aylar itibarıyla minimum ve maksimum değerler; I. İstasyonda Ocak – Ekim aylarında 15×10^3 EMS/100 mL, Temmuz – Ağustos aylarında 23×10^3 EMS/100 mL; II. İstasyonda Kasım, Mart, Nisan ve Ekim aylarında 23×10^3 EMS/100 mL, Temmuz ayında 93×10^4 EMS/100 mL; III. İstasyonda Mart ayında 9×10^2 EMS/100 mL, Temmuz ayında 43×10^3 EMS/100 mL; IV. İstasyonda Kasım ayında 7×10^2 EMS/100 mL, Temmuz – Ağustos aylarında 28×10^3 EMS/100 mL ve V. İstasyonda Kasım - Ekim aylarında 20×10^3 EMS/100 mL, Temmuz ayında 75×10^4 EMS/100 mL olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 65720 ± 166408.1 EMS/100 mL olarak belirlenmiştir.

55 °C'de sülfat redükleyen bakterilerin sayılarında da yaz aylarındaki artış dikkat çekicidir (Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.9). Çizelge 5.6 'da görüldüğü gibi istatistiksel analizlere göre bir-yönlü varyans analizi anlamlı bulunmuş ($F_t < F_h$, $\alpha : 0.05$). Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmuştur ($q_t < q_h$, $\alpha : 0.05$). Sonuçlara göre en kirli istasyonun aynı harf grubunda yer alan V. ve II. İstasyonların 5491.66 ± 6997.85 EMS/100 mL ve 3591.667 ± 4207.45 EMS/100 mL değerleri ile olduğu saptanmıştır. IV, III ve I. İstasyonların 355.83 ± 656.24 EMS/100 mL, 305 ± 449.51 EMS/100 mL ve 227.50 ± 330.04 EMS/100 mL ile bu istasyonları aynı harf grubunda yer alarak kirlilik bakımından takip ettikleri belirlenmiştir. 55 °C'de sülfat redükleyen bakteri değerleriyle Sıcaklık ($r=0.403$, $p<0.05$), pH ($r=0.178$, $p<0.171$), BOI_5 ($r=0.676$, $p<0.05$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.909$, $p<0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.892$, $p<0.05$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0.697$, $p<0.05$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.484$, $p<0.00008$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.940$, $p<0.05$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.922$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=0.872$, $p<0.05$) ve toplam koliform ($r=0.853$, $p<0.05$) değerleri ile pozitif yönde bir korelasyon mevcutken, çözünmüş oksijen ($r=-0.484$, $p<0.05$) ve iletkenlik ($r=-0.255$, $p<0.05$) arasında ise negatif yönde bir korelasyon vardır. Aylar itibarıyla minimum ve maksimum değerler; I. İstasyonda Kasım – Aralık

aylarında 3×10^1 EMS/100 mL, Ağustos ayında 11×10^2 EMS/100 mL; II. İstasyonda Kasım, Ocak-Mayıs arası ve Ekim aylarında 15×10^2 EMS/100 mL, Temmuz ayında 15×10^3 EMS/100 mL; III. İstasyonda Ocak ayında 3×10^1 EMS/100 mL, Temmuz ayında 14×10^2 EMS/100 mL; IV. İstasyonda Kasım ayında 3×10^1 EMS/100 mL, Temmuz ayında 23×10^2 EMS/100 mL ve V. İstasyonda Kasım, Mart, Mayıs, Eylül ve Ekim aylarında 15×10^2 EMS/100 mL, Temmuz – Ağustos aylarında 20×10^3 EMS/100 mL olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 1994.33 ± 4163.75 EMS/100 mL olarak belirlenmiştir.

Uluabat Gölü'nden seçilen istasyonlarda saptanan toplam canlı sayımlarına bakıldığında aylar itibarıyla salınımlar göstermektedir (Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.10, 5.11 ve 5.12). Toplam canlı sayımı (5°C) değerlerinde Çizelge 5.6 'dan da anlaşılacağı üzere anlamlı bulunmuş ($F_t < F_h$, $\alpha : 0.05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmuştur ($q_t < q_h$, $\alpha : 0.05$). İstatistikal verilere göre en kirli istasyonun aynı harf grubunda yer alan 30775000 ± 38770328.97 kob/1mL ve 32350000 ± 43585391.63 kob/1mL değerleri ile V. ve II. İstasyonlardır. 2782500 ± 327518.59 kob/1mL ile I. İstasyonun ayrı bir fark grubu oluşturarak 2. sırada yer aldığı; 284916.66 ± 343145.46 kob/1mL ve 258666.66 ± 311553.39 kob/1mL ile aynı fark grubu oluşturan III ve IV. İstasyonların 3. sırada yer aldığı belirlenmiştir. 5°C 'de toplam canlı sayımı değerleri ile Sıcaklık ($r = -0.422$, $p < 0.086$) ve pH ($r = -0.010$, $p < 0.937$) arasında negatif bir korelasyon bulunurken, çözünmüş oksijen ($r = 0.222$, $p < 0.086$), BOI_5 ($r = 0.356$, $p < 0.05$), iletkenlik ($r = 0.410$, $p < 0.001$), 35°C 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0.519$, $p < 0.00002$), 55°C 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0.484$, $p < 0.00008$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0.519$, $p < 0.00002$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0.425$, $p < 0.00069$), 25°C 'de toplam canlı sayımı ($r = 0.424$, $p < 0.00072$), 35°C 'de toplam canlı sayımı ($r = 0.322$, $p < 0.0118$), fekal koliform ($r = 0.204$, $p < 0.116$) ve toplam koliform ($r = 0.197$, $p < 0.129$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon vardır. Aylar itibarıyla minimum ve maksimum değerler; I. İstasyonda Nisan ayında 38×10^4 kob/1mL, Kasım ayında 83×10^5 kob/1mL; II. İstasyonda Nisan ve Ağustos aylarında 41×10^5 kob/1mL, Aralık ayında 128×10^6 kob/1mL; III. İstasyonda Temmuz ayında 35×10^3

kob/1mL, Kasım ayında 81×10^4 kob/1mL; IV. İstasyonda Temmuz ayında 39×10^3 kob/1mL, Şubat ayında 82×10^4 kob/1mL ve V. İstasyonda Ağustos ayında 42×10^5 kob/1mL, Kasım ayında 101×10^6 kob/1mL olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $13290216.66 \pm 29392667.06$ kob/1mL olarak belirlenmiştir. Toplam canlı sayımı (25°C) değerlerinde Çizelge 5.6 'dan görüleceği üzere bir-yönlü varyans anlamlı bulunmuş ($F_t < F_h$, $\alpha : 0.05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmuştur ($q_t < q_h$, $\alpha : 0.05$). Verilere göre en kirli istasyonun aynı harf grubunda yer alan $199191666.66 \pm 311131262.73$ kob/1mL ve $175541666.66 \pm 271906135.06$ kob/1mL değerleri ile V. ve II. İstasyonlardır. $1894916.66 \pm 3005383.09$ kob/1mL, $17926666.66 \pm 29498855.85$ kob/1mL ve 1594500 ± 2507039.85 kob/1mL ile aynı fark grubu oluşturan IV, I ve III. İstasyonların olduğu ve bunların kirlilik yönünden 2. sırada bulunduğu belirlenmiştir. 25°C 'de toplam canlı sayımı değerleri ile Sıcaklık ($r=0.461$, $p<0.05$), BOI_5 ($r=0.606$, $p<0.05$), ve pH ($r=0.154$, $p<0.237$), 35°C 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.934$, $p<0.05$), 55°C 'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.940$, $p<0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.777$, $p<0.05$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0.743$, $p<0.05$), 5°C 'de toplam canlı sayımı ($r=0.424$, $p<0.00072$), 35°C 'de toplam canlı sayımı ($r=0.989$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=0.797$, $p<0.05$) ve toplam koliform ($r=0.786$, $p<0.05$) değerleri ile pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, çözünmüş oksijen ($r=-0.465$, $p<0.05$) ve iletkenlik ($r=-0.259$, $p<0.05$) arasında negatif bir korelasyon söz konusudur. Aylar itibarıyla minimum ve maksimum değerler; I. İstasyonda Kasım ayında 57×10^4 kob/ 1mL, Ağustos ayında 88×10^6 kob/ 1mL; II. İstasyonda Kasım ayında 64×10^5 kob/ 1mL, Temmuz ayında 78×10^7 kob/ 1mL; III. İstasyonda Kasım ve Şubat aylarında 72×10^3 kob/ 1mL, Temmuz – Ağustos aylarında 69×10^5 kob/ 1mL; IV. İstasyonda Aralık ayında 68×10^3 kob/ 1mL, Temmuz ayında 84×10^5 kob/ 1mL ve V. İstasyonda Aralık ayında 76×10^5 kob/1mL, Temmuz ayında 92×10^7 kob/1mL olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $79229883.33 \pm 200043473.16$ kob/1mL olarak belirlenmiştir. Toplam canlı sayımı (35°C) değerlerinde Çizelge 5.6 'da belirtildiği gibi bir-yönlü varyans anlamlı bulunmuş ($f_t < f_h$, $\alpha:0.05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmuştur ($q_t < q_h$, $\alpha:0.05$). İstatistikal verilere

göre en kirli istasyonun aynı harf grubunda yer alan $204450000 \pm 305071927.43$ kob/1mL ve $199275000 \pm 321366305.08$ kob/1mL değerleri ile V. ve II. İstasyonlardır. 2033000 ± 3287333.56 kob/1mL, $1874166.66 \pm 3002066.13$ kob/1mL ve $16541666.66 \pm 25610892.86$ kob/1mL ile aynı fark grubu oluşturan IV, I ve III. İstasyonların olduğu ve bunların kirlilik yönünden 2. sırada bulunduğu saptanmıştır. 35 °C'de toplam canlı sayımı değerleri ile Sıcaklık ($r=0.461$, $p<0.05$), BOI_5 ($r=0.596$, $p<0.05$), pH ($r=0.185$, $p<0.155$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.921$, $p<0.05$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.922$, $p<0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.777$, $p<0.05$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0.807$, $p<0.05$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.322$, $p<0.0118$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.989$, $p<0.05$), fekal koliform ($r=0.797$, $p<0.05$) ve toplam koliform ($r=0.807$, $p<0.05$) değerleri ile pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, çözülmüş oksijen ($r=-0.468$, $p<0.05$) ve iletkenlik ($r=-0.258$, $p<0.05$) arasında negatif bir korelasyon söz konusudur. Aylar itibarıyla minimum ve maksimum değerler; I. İstasyonda Aralık ayında 37×10^4 kob/ 1mL, Ağustos ayında 72×10^6 kob/ 1mL; II. İstasyonda Kasım ayında 51×10^5 kob/ 1mL, Ağustos ayında 89×10^7 kob/ 1mL; III. İstasyonda Aralık ayında 46×10^3 kob/ 1mL, Ağustos ayında 92×10^5 kob/ 1mL; IV. İstasyonda Aralık ayında 52×10^3 kob/ 1mL, Ağustos ayında 101×10^5 kob/ 1mL ve V. İstasyonda Aralık ayında 54×10^5 kob/ 1mL, Ağustos ayında 88×10^7 kob/ 1mL olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $84834566.66 \pm 214591257.17$ kob/ 1mL olarak belirlenmiştir.

Fekal koliform değerleri Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.13 'de görüldüğü gibi aylar itibarıyla salınım göstermektedir. Yaz aylarında değerlerin yükselmesi dikkat çekicidir. Fekal koliform değerlerinde yıllık ortalamalarında bir-yönlü varyans analizi ile önemli bulunmuştur ($F_t < F_h$, $\alpha : 0.05$). Tukey testi sonuçlarına göre fark grupları oluşmuştur ($q_t < q_h$, $\alpha : 0.05$). Çizelge 5.6 'da görüleceği üzere istatistiksel analizlere göre en kirli istasyonun 1939416 ± 2806523.32 EMS/100 mL ile V. İstasyon olduğu; 853250 ± 1038385.99 EMS/100 mL ile II. İstasyonun 2. sırada yer aldığı; I,IV ve III istasyonların ise 97066.66 ± 210815.48 EMS/100 mL, 71475 ± 121885.19 EMS/100 mL ve 69583 ± 106045.70 EMS/100 mL değerleri ile aynı fark grubunda yer alarak kirlilik yönünden 3. sırada bulunduğu

belirlenmiştir. İstasyonlardan alınan numunelerde belirlenen fekal koliform değerleri ile Sıcaklık ($r=0.456$, $p<0.05$), pH ($r=0.256$, $p<0.048$), BOI_5 ($r=0.698$, $p<0.05$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.654$, $p<0.05$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r=0.875$, $p<0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r=0.814$, $p<0.05$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r=0.754$, $p<0.05$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.204$, $p<0.116$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.783$, $p<0.05$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r=0.797$, $p<0.05$), ve toplam koliform ($r=0.98$, $p<0.05$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, çözünmüş oksijen ($r=-0.486$, $p<0.05$) ve iletkenlik ($r=-0.324$, $p<0.05$) arasında ise negatif yönde bir korelasyon tespit edilmiştir. İstasyonlardan alınan örneklerde aylar itibarı ile minimum ve maksimum fekal koliform değerleri I. İstasyonda Kasım ayında 9×10^2 EMS/100 mL, Ağustos ayında 75×10^4 EMS/100 mL; II. İstasyonda Kasım ayında 23×10^3 EMS/100 mL, Ağustos ayında 28×10^5 EMS/100 mL; III. İstasyonda Kasım ayında 21×10^2 EMS/100 mL, Ağustos ayında 35×10^4 EMS/100 mL; IV. İstasyonda Kasım ayında 28×10^2 EMS/100 mL, Ağustos ayında 43×10^4 EMS/100 mL ve V. İstasyonda Kasım ayında 43×10^3 EMS/100 mL, Ağustos ayında 93×10^5 EMS/100 mL olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 606158.33 ± 1492002.75 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir.

Toplam koliform değerleri Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.14 'de verildiği üzere yine aylar itibarıyla salınım göstermektedir. Fekal koliform değerleri gibi yaz aylarında değerler oldukça yüksek saptanmıştır. Varyans analizi ($F_t < F_h$, $\alpha: 0.05$) ve Tukey testi sonuçlarına göre anlamlı bulunmuş ve fark grupları belirlenmiştir ($q_t < q_h$, $\alpha: 0.05$). Çizelge 5.6 'da görüleceği üzere istatistiksel analizlere göre en kirli istasyonun fekal koliform parametresinde saptandığı gibi 21577500 ± 27359360.74 EMS/100 mL ile V. İstasyon olarak saptanırken; $10240833.33 \pm 13174240.33$ EMS/100 mL ile II. İstasyonun 2. sırada yer aldığı; I, IV ve III. İstasyonların ise sırasıyla 1057000 ± 2133135.63 EMS/100 mL, 861666.66 ± 1204996.06 EMS/100 mL ve 732833.33 ± 936153.42 EMS/100 mL değerleri ile aynı fark grubunda yer alarak kirlilik yönünden 3. sırada bulunduğu saptanmıştır. İstasyonlardan alınan numunelerde belirlenen toplam koliform değerleri ile Sıcaklık ($r=0.440$, $p<0.05$), pH ($r=0.203$, $p<0.119$), BOI_5 ($r=0.718$,

$p < 0.05$), 35 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0.647$, $p < 0.05$), 55 °C'de sülfat redükleyen bakteriler ($r = 0.853$, $p < 0.05$), denitrifikasyon yapan bakteriler ($r = 0.808$, $p < 0.05$), amonifikasyon yapan bakteriler ($r = 0.807$, $p < 0.05$), 5 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0.197$, $p < 0.129$), 25 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0.786$, $p < 0.05$), 35 °C'de toplam canlı sayımı ($r = 0.807$, $p < 0.05$), ve fekal koliform ($r = 0.976$, $p < 0.05$) değerleri arasında pozitif yönde bir korelasyon bulunurken, çözünmüş oksijen ($r = -0.492$, $p < 0.05$) ve iletkenlik ($r = -0.0266$, $p < 0.05$) arasında ise negatif yönde bir korelasyon belirlenmiştir. İstasyonlardan alınan örneklerde aylar itibarı ile minimum ve maksimum toplam koliform değerleri I. İstasyonda Kasım ayında 15×10^3 EMS/100 mL, Ağustos ayında 75×10^5 EMS/100 mL; II. İstasyonda Kasım ayında 23×10^4 EMS/100 mL, Ağustos ayında 43×10^6 EMS/100 mL; III. İstasyonda Kasım ayında 15×10^3 EMS/100 mL, Ağustos ayında 28×10^5 EMS/100 mL; IV. İstasyonda Kasım ayında 9×10^3 EMS/100 mL, Ağustos ayında 43×10^5 EMS/100 mL ve V. İstasyonda Kasım ayında 43×10^4 EMS/100 mL, Ağustos ayında 93×10^6 EMS/100 mL olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise $6893966.66 \pm 15536411.85$ EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir.

5.1.3. 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 edilmiştir. Nitrit bakterilerinin varlığı tespit edildikten sonra, nitrit oluşum ortamından amonyağı nitrite oksitleyen *Nitrosococcus nitrosus* için özel hazırlanmış besiyeri 10'a ekim yapılmıştır. 2-3 haftalık bir inkübasyon periyodundan sonra organizmanın varlığı gram boyama uygulanarak kontrol edilmiştir. Yapılan incelemelerden sonra bakterinin Gr (-) karakterde ve 1.5 µm çapında olduğu saptanmıştır. Nitrifikasyonun ikinci aşamada ise, nitrat oluşumu söz konusudur. Bu aşamada nitritin, nitrate oksitlenmesi gerçekleşir. Nitrat oluşum ortamı besiyeri 7'de verilmiştir. 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 yapılmıştır. 2-3 haftalık bir inkübasyon periyodundan sonra organizmaların varlığı gram boyama yapılarak kontrol edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda *Nitrobacter winogradsky* 'nin Gr (-) ve 1.8 µm çapında; *Nitrobacter agilis* 'in ise Gr (-) ve 1.5 µm çapında olduğu tespit edilmiştir.

5.1.4. Sülfür Oksidasyonu Bulguları

İnorganik kükürtün bileşikleri ototrofik bakteriler tarafından oksitlenmektedir. Kükürt oksitleyici organizmalar enerji kaynağı olarak elementel kükürt, sülfid, tiyosülfat, tetrasyonat ve tiyosiyanat'ı kullanırlar. Sülfür bakterilerinin saptanmasında, organizmayı aktif hale getirmek için besiyeri 11 kullanılmıştır. Besiyerinin içeriğindeki sodyum tiyosülfat organizma tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ön inokulum ortamından yapılan gram boyama sonunda gr (-), küçük basil formunda veya hafif uzamış yapıdaki türler saptanmıştır. Türlerin identifikasyonları için besiyeri 12, 13, 14, 15 kullanılmıştır. Denemelerin sonucunda Uluabat Göl'ünden sülfür oksitleyen bakteriler olarak *Thiobacillus thioporus*, *T. thiooxidans*, *T. ferrooxidans* ve *T. denitrificans* izole edilmiştir. Gram (-) özellik gösteren bu izolatlar için ortam pH 'sı çok önemlidir. Ortamın son pH'sı *Thiobacillus thioporus* için 4.1-4.6, *T. thiooxidans* için 2'den küçük, *T. ferrooxidans* için 2'den küçük ve *T. denitrificans* için 5.15 olmaktadır. 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*'un 0.5x1.7 µm çapında basil formunda , Thiosülfat Agarda 1-2 mm çapında koloniler oluşturduğu gözlenmiştir *T. denitrificans* incelediğinde 0.5x1.0-3.0 µm boyutunda kısa basil formunda, genellikle tek veya çiftler halinde oldukları gözlenmiş, Thiosülfat Agarda 0.5-1.0 mm çapında küçük koloniler oluşturduğu belirlenmiştir. *T. thiooxidans* incelendiğinde, bu bakterinin 0.5x1.0-2.0 µm boyutunda kısa basil formunda, tekli ve çiftli veya kısa zincirler şeklinde ve Thiosülfat Agar yüzeyinde 0.5-1 mm çapında sarı pigmentli koloniler oluşturduğu saptanmıştır. *T. ferrooxidans* ise 0.5x1.6-1.9 µm boyutunda kısa basil formunda, tek veya çiftler halinde olduğu, Thiosülfat Agarda 0.5-1 mm çapında koloniler oluşturduğu belirlenmiştir.

5.2. Meterolojik Veriler

Uluabat Gölü'nde ortalama maksimum derinlik 3.97 m olarak Şubat 2001 tarihinde kaydedilirken, bu tarihte toplam yağış 73.0 mm ve buharlaşma 37.5 mm olarak tespit edilmiştir. Ortalama minimum derinlik ise 2.55 m ile Eylül 2001'de kaydedilirken, bu ayda tespit edilen toplam yağış 27.3 mm, buharlaşma ise 169.0 mm olmuştur. DSI I. Bölge Müdürlüğü'nün Eskikaraağaç 'ta bulunan göz gözlem istasyonu verilerine göre, Kasım 2000 – Ekim 2001 tarihleri arasında gölde kaydedilen aylık ortalama göl derinliği, toplam yağış ve buharlaşma değerleri Çizelge 5.7 ve Şekil 5.15-5.17 'de verilmiştir.



Çizelge 5.1. Uluabat (Apoliyont) gölü 1. istasyonundan alınan örneklere ait kirillik parametreleri

Parametre \ Tarih	24.11.00	24.12.00	24.01.01	24.02.01	24.03.01	24.04.01	24.05.01	24.06.01	24.07.01	24.08.01	24.09.01	24.10.01
Sıcaklık °C	12.8	8.1	5.8	4.1	8.8	15.7	20.2	22.8	28.6	32.2	24.2	17.2
Çözünmüş Oksijen mg/L	4.1	3.4	3.6	2.9	2.5	2.7	2.1	1.8	1.6	1.5	1.9	2.7
BOD ₅ mg/L	14	12	14	12	10	12	18	24	26	24	18	16
pH	7.9	8.3	7.9	7.8	7.7	8.2	7.9	8.2	8.3	8.2	7.9	8.1
İletkenlik µS/cm	496	532	507	504	402	337	424	343	373	384	393	412
Sülfat Redükleyen EMS/100 mL	43x10 ²	28x10 ²	15x10 ²	23x10 ²	15x10 ²	28x10 ²	23x10 ²	28x10 ²	23x10 ³	23x10 ³	21x10 ²	15x10 ²
Bakteriler (35 °C)												
Sülfat Redükleyen EMS/100 mL	3x10 ¹	3x10 ¹	9x10 ¹	15x10 ¹	9x10 ¹	9x10 ¹	4x10 ¹	23x10 ¹	7x10 ²	11x10 ²	9x10 ¹	9x10 ¹
Bakteriler (55 °C)												
Denitrifikasyon EMS/100 mL	9x10 ²	43x10 ²	75x10 ²	43x10 ²	21x10 ²	15x10 ²	23x10 ²	43x10 ²	21x10 ³	15x10 ³	43x10 ²	20x10 ²
Yapan Bakteriler												
Amonifikasyon EMS/100 mL	9x10 ²	15x10 ²	23x10 ²	43x10 ²	9x10 ²	4x10 ²	15x10 ²	75x10 ²	75x10 ³	43x10 ³	28x10 ²	9x10 ²
Yapan Bakteriler												
Toplam Canlı kob/1 mL	83x10 ⁵	64x10 ⁵	72x10 ⁵	68x10 ⁵	54x10 ⁴	38x10 ⁴	52x10 ⁴	84x10 ⁴	38x10 ⁴	52x10 ⁴	69x10 ⁴	82x10 ⁴
Sayımı (5 °C)												
Toplam Canlı kob/1 mL	57x10 ⁴	91x10 ⁴	73x10 ⁴	81x10 ⁴	74x10 ⁵	64x10 ⁵	78x10 ⁵	143x10 ⁵	72x10 ⁶	88x10 ⁶	98x10 ⁵	64x10 ⁵
Sayımı (25 °C)												
Toplam Canlı kob/1 mL	64x10 ⁴	37x10 ⁴	61x10 ⁴	78x10 ⁴	68x10 ⁵	78x10 ⁵	88x10 ⁵	152x10 ⁵	69x10 ⁶	72x10 ⁶	87x10 ⁵	78x10 ⁵
Sayımı (35 °C)												
Fekal Koliform EMS/100 mL	9x10 ²	43x10 ²	43x10 ²	23x10 ²	4x10 ³	23x10 ³	75x10 ³	93x10 ³	15x10 ⁴	75x10 ⁴	43x10 ³	15x10 ³
Toplam Koliform EMS/100 mL	15x10 ³	43x10 ³	23x10 ³	23x10 ³	4x10 ⁴	35x10 ⁴	43x10 ⁴	150x10 ⁴	21x10 ⁵	75x10 ⁵	43x10 ⁴	23x10 ⁴

Çizelge 5.2. Uluabat (Apolyont) gölü 2. istasyonundan alınan örneklerle ait kirlilik parametreleri

Parametre \ Tarih	24.11.00	24.12.00	24.01.01	24.02.01	24.03.01	24.04.01	24.05.01	24.06.01	24.07.01	24.08.01	24.09.01	24.10.01
Sıcaklık °C	13.3	8.2	5.6	4.0	9.0	16.0	19.9	22.9	28.2	31.9	23.9	16.9
Çözünmüş Oksijen mg/L	3.2	2.7	2.6	2.3	2.2	2.5	1.9	1.5	1.2	1.3	1.6	2.8
BOD ₅ mg/L	20	20	18	14	14	16	22	24	24	28	24	22
pH	8.1	8.4	7.6	7.7	7.5	8.1	7.8	8.1	8.1	8.0	8.1	8.4
İletkenlik µS/cm	511	432	482	491	441	382	417	321	381	427	411	442
Sülfat Redükleyen EMS/100 mL	23x10 ³	43x10 ³	43x10 ³	43x10 ³	23x10 ³	23x10 ³	75x10 ³	93x10 ³	93x10 ³	43x10 ⁴	43x10 ³	23x10 ³
Bakteriler (35 °C)												
Sülfat Redükleyen EMS/100 mL	15x10 ²	23x10 ²	15x10 ²	15x10 ²	15x10 ²	15x10 ²	15x10 ²	43x10 ²	15x10 ³	9x10 ³	20x10 ²	15x10 ²
Bakteriler (55 °C)												
Denitrifikasyon EMS/100 mL	15x10 ³	150x10 ³	75x10 ³	43x10 ⁴	150x10 ³	21x10 ⁴	75x10 ⁴	240x10 ⁴	43x10 ⁵	21x10 ⁵	23x10 ⁴	20x10 ⁴
Yapan Bakteriler												
Amonifikasyon EMS/100 mL	15x10 ³	23x10 ³	75x10 ³	93x10 ³	15x10 ³	15x10 ³	93x10 ³	150x10 ³	28x10 ⁴	93x10 ⁴	43x10 ³	23x10 ³
Yapan Bakteriler												
Toplam Canlı Sayımı (5 °C)	47x10 ⁶	128x10 ⁶	94x10 ⁶	76x10 ⁶	47x10 ⁵	41x10 ⁵	47x10 ⁵	79x10 ⁵	42x10 ⁵	41x10 ⁵	61x10 ⁵	74x10 ⁵
Toplam Canlı Sayımı (25 °C)	64x10 ⁵	142x10 ⁵	92x10 ⁵	87x10 ⁵	124x10 ⁶	78x10 ⁶	92x10 ⁶	103x10 ⁶	78x10 ⁷	72x10 ⁷	104x10 ⁶	67x10 ⁶
Toplam Canlı Sayımı (35 °C)	51x10 ⁵	93x10 ⁵	77x10 ⁵	72x10 ⁵	94x10 ⁶	84x10 ⁶	104x10 ⁶	147x10 ⁶	87x10 ⁷	89x10 ⁷	92x10 ⁶	81x10 ⁶
Fekal Koliiform EMS/100 mL	23x10 ³	93x10 ³	150x10 ³	93x10 ³	4x10 ⁴	43x10 ⁴	93x10 ⁴	240x10 ⁴	23x10 ⁵	28x10 ⁵	75x10 ⁴	23x10 ⁴
Toplam Koliiform EMS/100 mL	23x10 ⁴	93x10 ⁴	93x10 ⁴	150x10 ⁴	9x10 ⁵	28x10 ⁵	150x10 ⁵	240x10 ⁵	20x10 ⁶	43x10 ⁶	93x10 ⁵	43x10 ⁵

Çizelge 5.3. Uluabat (Apolyont) gölü 3. istasyonundan alınan örneklerle ait kirillik parametreleri

Parametre \ Tarih	24.11.00	24.12.00	24.01.01	24.02.01	24.03.01	24.04.01	24.05.01	24.06.01	24.07.01	24.08.01	24.09.01	24.10.01
Sıcaklık °C	13.1	7.9	5.7	4.1	9.1	16.1	20.1	23.2	28.8	31.8	23.8	17.1
Çözünmüş Oksijen mg/L	3.6	3.3	3.4	2.5	2.4	2.4	2.1	1.9	1.4	1.2	1.6	3.1
BOD ₅ mg/L	12	12	12	8	8	10	14	14	18	20	16	16
pH	7.8	8.3	7.7	7.7	7.7	8.0	7.7	7.9	8.4	7.9	8.2	8.3
İletkenlik µS/cm	483	527	491	478	427	313	419	334	392	402	382	483
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) EMS/100 mL	23x10 ²	23x10 ²	23x10 ²	23x10 ²	9x10 ²	43x10 ²	43x10 ²	21x10 ²	43x10 ³	15x10 ³	75x10 ²	15x10 ²
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) EMS/100 mL	9x10 ¹	9x10 ¹	3x10 ¹	9x10 ¹	9x10 ¹	9x10 ¹	9x10 ¹	23x10 ¹	14x10 ²	11x10 ²	21x10 ¹	15x10 ¹
Denitrikasyon Yapan Bakteriler EMS/100 mL	23x10 ²	93x10 ²	93x10 ²	23x10 ²	11x10 ²	20x10 ²	43x10 ²	75x10 ²	28x10 ³	28x10 ³	23x10 ²	15x10 ²
Amonifikasyon Yapan Bakteriler EMS/100 mL	9x10 ²	43x10 ²	23x10 ²	23x10 ²	23x10 ²	15x10 ²	4x10 ²	43x10 ²	93x10 ³	23x10 ³	15x10 ²	15x10 ²
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) kob/1 mL	81x10 ³	71x10 ⁴	78x10 ³	69x10 ⁴	62x10 ³	37x10 ³	56x10 ³	68x10 ³	35x10 ³	38x10 ³	57x10 ³	76x10 ³
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) kob/1 mL	72x10 ³	84x10 ³	76x10 ³	72x10 ³	81x10 ⁴	71x10 ⁴	72x10 ⁴	121x10 ⁴	69x10 ⁵	69x10 ⁵	87x10 ⁴	71x10 ⁴
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) kob/1 mL	82x10 ³	46x10 ³	58x10 ³	54x10 ³	64x10 ⁴	88x10 ⁴	92x10 ⁴	138x10 ⁴	71x10 ⁵	92x10 ⁵	116x10 ⁴	97x10 ⁴
Fekal Koliiform EMS/100 mL	21x10 ²	43x10 ²	23x10 ²	43x10 ²	11x10 ³	43x10 ³	43x10 ³	93x10 ³	21x10 ⁴	35x10 ⁴	43x10 ³	29x10 ³
Toplam Koliiform EMS/100 mL	15x10 ³	43x10 ³	23x10 ³	43x10 ³	4x10 ⁴	27x10 ⁴	93x10 ⁴	210x10 ⁴	15x10 ⁵	28x10 ⁵	75x10 ⁴	28x10 ⁴

Çizelge 5.4. Uluabat (Apolyont) gölü 4. istasyonundan alınan örneklere ait kirlilik parametreleri

Parametre \ Tarih	24.11.00	24.12.00	24.01.01	24.02.01	24.03.01	24.04.01	24.05.01	24.06.01	24.07.01	24.08.01	24.09.01	24.10.01
Sıcaklık °C	13.3	7.9	5.9	4.2	9.9	15.9	20.2	23.1	28.4	32.2	24.3	17.2
Çözünmüş Oksijen mg/l	3.7	3.1	3.2	2.8	2.6	2.6	2.2	1.6	1.3	1.2	1.7	2.8
BOD ₅ mg/l	16	14	16	16	14	14	18	22	22	24	20	18
pH	8.2	8.2	7.8	7.6	7.6	8.1	7.9	8.3	8.0	8.1	8.0	8.1
İletkenlik µS/cm	512	538	472	469	434	364	419	347	356	397	345	464
Sülfat Redükleyen EMS/100 mL	7x10 ²	43x10 ²	23x10 ²	15x10 ²	75x10 ²	75x10 ²	43x10 ²	36x10 ²	28x10 ³	28x10 ³	23x10 ²	15x10 ²
Bakteriler (35 °C)												
Sülfat Redükleyen EMS/100 mL	3x10 ¹	15x10 ¹	15x10 ¹	15x10 ¹	4x10 ¹	4x10 ¹	4x10 ¹	15x10 ¹	23x10 ²	9x10 ²	23x10 ¹	9x10 ¹
Bakteriler (55 °C)												
Denitrikasyon EMS/100 mL	23x10 ³	75x10 ³	43x10 ³	75x10 ³	44x10 ³	43x10 ³	43x10 ³	75x10 ³	15x10 ⁴	43x10 ⁴	15x10 ³	15x10 ³
Yapan Bakteriler												
Amonifikasyon EMS/100 mL	23x10 ²	43x10 ²	43x10 ²	43x10 ²	43x10 ²	28x10 ²	15x10 ²	240x10 ²	43x10 ³	39x10 ³	23x10 ²	11x10 ²
Yapan Bakteriler												
Toplam Canlı Sayımı (5 °C)	74x10 ⁴	38x10 ⁴	69x10 ⁴	82x10 ⁴	58x10 ³	51x10 ³	61x10 ³	81x10 ³	39x10 ³	47x10 ³	49x10 ³	88x10 ³
Toplam Canlı Sayımı (25 °C)	78x10 ³	68x10 ³	82x10 ³	91x10 ³	97x10 ⁴	81x10 ⁴	84x10 ⁴	147x10 ⁴	84x10 ⁵	81x10 ⁵	115x10 ⁴	68x10 ⁴
Toplam Canlı Sayımı (35 °C)	59x10 ³	52x10 ³	71x10 ³	62x10 ³	78x10 ⁴	115x10 ⁴	118x10 ⁴	146x10 ⁴	77x10 ⁵	101x10 ⁵	109x10 ⁴	68x10 ⁴
Fekal Koliform EMS/100 mL	28x10 ²	43x10 ²	23x10 ²	43x10 ²	9x10 ³	15x10 ³	43x10 ³	75x10 ³	15x10 ⁴	43x10 ⁴	93x10 ³	29x10 ³
Toplam Koliform EMS/100 mL	9x10 ³	75x10 ³	43x10 ³	93x10 ³	43x10 ⁴	43x10 ⁴	93x10 ⁴	150x10 ⁴	15x10 ⁵	43x10 ⁵	75x10 ⁴	28x10 ⁴

Çizelge 5.5. Uluabat (Apoliyont) gölü 5. istasyonundan alınan örneklere ait kirillik parametreleri

Parametre \ Tarih	24.11.00	24.12.00	24.01.01	24.02.01	24.03.01	24.04.01	24.05.01	24.06.01	24.07.01	24.08.01	24.09.01	24.10.01
Sıcaklık °C	13.2	8.1	5.8	4.2	9.0	15.8	19.9	23.2	28.6	32.1	24.1	17.2
Çözünmüş Oksijen mg/l	2.9	2.4	2.3	2.1	2.9	2.2	1.8	1.5	1.1	1.1	1.3	2.1
BOD ₅ mg/l	30	28	26	22	24	28	32	32	40	42	32	28
pH	8.3	8.3	7.7	7.7	7.8	7.9	7.8	8.4	8.2	8.2	8.1	8.2
İletkenlik µS/cm	525	478	536	512	451	343	445	328	336	387	364	453
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) EMS/100 mL	20x10 ³	93x10 ³	93x10 ³	93x10 ³	75x10 ³	75x10 ³	75x10 ³	150x10 ³	75x10 ⁴	43x10 ⁴	28x10 ³	20x10 ³
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) EMS/100 mL	15x10 ²	23x10 ²	23x10 ²	43x10 ²	15x10 ²	20x10 ²	15x10 ²	75x10 ²	20x10 ³	20x10 ³	15x10 ²	15x10 ²
Denitrifikasyon EMS/100 mL	28x10 ⁴	210x10 ⁴	150x10 ⁴	150x10 ⁴	43x10 ⁴	35x10 ⁴	93x10 ⁴	460x10 ⁴	43x10 ⁵	43x10 ⁵	43x10 ⁴	28x10 ⁴
Yapan Bakteriler Amonifikasyon EMS/100 mL	23x10 ³	93x10 ³	93x10 ³	150x10 ³	43x10 ³	43x10 ³	93x10 ³	75x10 ³	93x10 ³	93x10 ⁴	75x10 ³	23x10 ³
Yapan Bakteriler Toplam Canlı Sayımı (5 °C) kob/1 mL	101x10 ⁶	41x10 ⁶	86x10 ⁶	91x10 ⁶	71x10 ⁵	53x10 ⁵	63x10 ⁵	87x10 ⁵	44x10 ⁵	42x10 ⁵	52x10 ⁵	91x10 ⁵
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) kob/1 mL	92x10 ⁵	76x10 ⁵	103x10 ⁵	142x10 ⁵	134x10 ⁶	92x10 ⁶	89x10 ⁶	116x10 ⁶	92x10 ⁷	79x10 ⁷	121x10 ⁶	87x10 ⁶
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) kob/1 mL	72x10 ⁵	54x10 ⁵	84x10 ⁵	74x10 ⁵	104x10 ⁶	143x10 ⁶	112x10 ⁶	174x10 ⁶	81x10 ⁷	88x10 ⁷	110x10 ⁶	92x10 ⁶
Fekal Koliform EMS/100 mL	43x10 ³	150x10 ³	210x10 ³	150x10 ³	23x10 ⁴	93x10 ⁴	150x10 ⁴	460x10 ⁴	43x10 ⁵	93x10 ⁵	150x10 ⁴	36x10 ⁴
Toplam Koliform EMS/100 mL	23x10 ⁴	150x10 ⁴	210x10 ⁴	210x10 ⁴	43x10 ⁵	43x10 ⁵	210x10 ⁵	460x10 ⁵	43x10 ⁶	93x10 ⁶	150x10 ⁵	75x10 ⁵

Çizelge 5.6. Uluabat Gölü'nde saptanan kirillik parametrelerinin istasyonlara göre Tukey ve LSD testlerine ait fark grupları

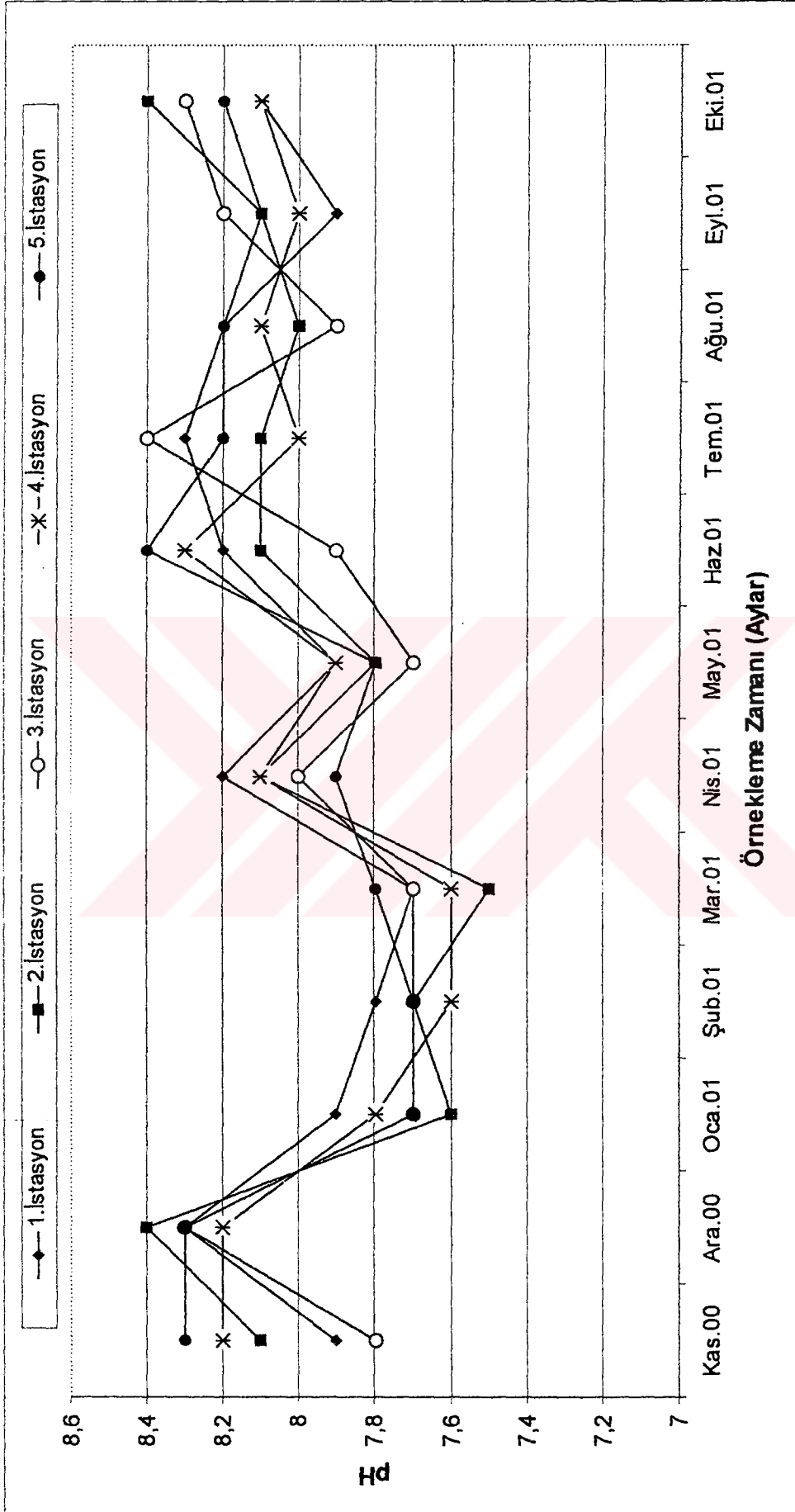
Parametreler / İstasyonlar	I. ist	II. ist	III. ist	IV. ist	V. ist	Ortalama
Sıcaklık (°C)	16.70 ^a ± 9.13	16.65 ^a ± 9.01	16.73 ^a ± 9.08	16.87 ^a ± 9.02	16.76 ^a ± 9.08	16.74 ± 8.75
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	2.56 ^a ± 0.83	2.15 ^a ± 0.64	2.40 ^a ± 0.80	2.40 ^a ± 0.80	1.97 ^a ± 0.62	2.30 ± 0.75
BOI ₅ (mg/l)	16.66 ^{bc} ± 5.41	20.50 ^b ± 4.35	13.33 ^c ± 3.74	17.83 ^{bc} ± 3.45	30.33 ^a ± 5.89	19.73 ± 7.36
pH	8.03 ^a ± 0.20	7.99 ^a ± 0.28	7.96 ^a ± 0.26	7.99 ^a ± 0.22	8.04 ^a ± 0.24	8.00 ± 0.24
İletkenlik (µS/cm)	425.53 ^a ± 67.43	428.16 ^a ± 52.51	427.58 ^a ± 66.43	428.66 ^a ± 67.96	429.83 ^a ± 7597	427.96 ± 6422
Sülfat Redükleyen Bakteriler (35 °C) (EMS/100 ml)	5825 ^b ± 8059.9	14933 ^a ± 270686.1	7316 ^b ± 11883.7	7625 ^b ± 9762.3	158500 ^a ± 215920.7	65720 ± 166408.1
Sülfat Redükleyen Bakteriler (55 °C) (EMS/100 ml)	227.50 ^b ± 330.04	3591.667 ^a ± 4207.45	305 ^b ± 449.51	355.83 ^b ± 656.24	5491.66 ^a ± 997.85	1994.33 ± 4163.75
Denitrifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 ml)	5791.66 ^b ± 6108.48	1210000 ^a ± 1245362	8158.33 ^b ± 9725.08	85916.66 ^b ± 114477.83	1750000 ^a ± 1700641.59	611973 ± 1171397
Amonifikasyon Yapan Bakteriler (EMS/100 ml)	11750 ^b ± 23183.5	146250 ^a ± 258604	11441.7 ^b ± 26401.8	11100 ^b ± 15265.3	144500 ^a ± 249988.9	65008.3 ± 169625.3
Toplam Canlı Sayımı (5 °C) (kob/l ml)	2782500 ^{ab} ± 3275218.59	32350000 ^a ± 43585391.63	284916.66 ^b ± 343145.46	258666.66 ^b ± 311553.39	30775000 ^a ± 38770328.97	13290216.66 ± 29392667.06
Toplam Canlı Sayımı (25 °C) (kob/l ml)	17926666.66 ^b ± 29498855.85	175541666.66 ^a ± 271906135.06	1594500 ^b ± 2507039.85	1894916.66 ^b ± 3005383.09	199191666.66 ^a ± 311131262.73	79229883.33 ± 200043473.16
Toplam Canlı Sayımı (35 °C) (kob/l ml)	16541666.66 ^b ± 25610892.86	199275000 ^a ± 321366305.08	1874166.66 ^b ± 3002066.13	2033000 ^b ± 3287333.56	20445000 ^a ± 305071927.43	84834566.66 ± 214591257.17
Fekal Koliiform (EMS/100 ml)	97066.66 ^b ± 210815.48	863250 ^{ab} ± 1038385.99	69583.33 ^b ± 106045.70	71475 ^b ± 121885.19	1939416.66 ^a ± 2806523.32	606158.33 ± 1492002.75
Toplam Koliiform (EMS/100 ml)	1057000 ^b ± 2133135.63	10240833.33 ^{ab} ± 13174240.33	732833.33 ^b ± 936153.42	861666.66 ^b ± 1204996.06	21577500 ^a ± 27359360.74	6893966.66 ± 15536411.85

Çizelge 5.7. Uluabat (Apolyont) gölü Eskikaraağaç göl gözlem istasyonu aylık ortalama meteorolojik değerleri

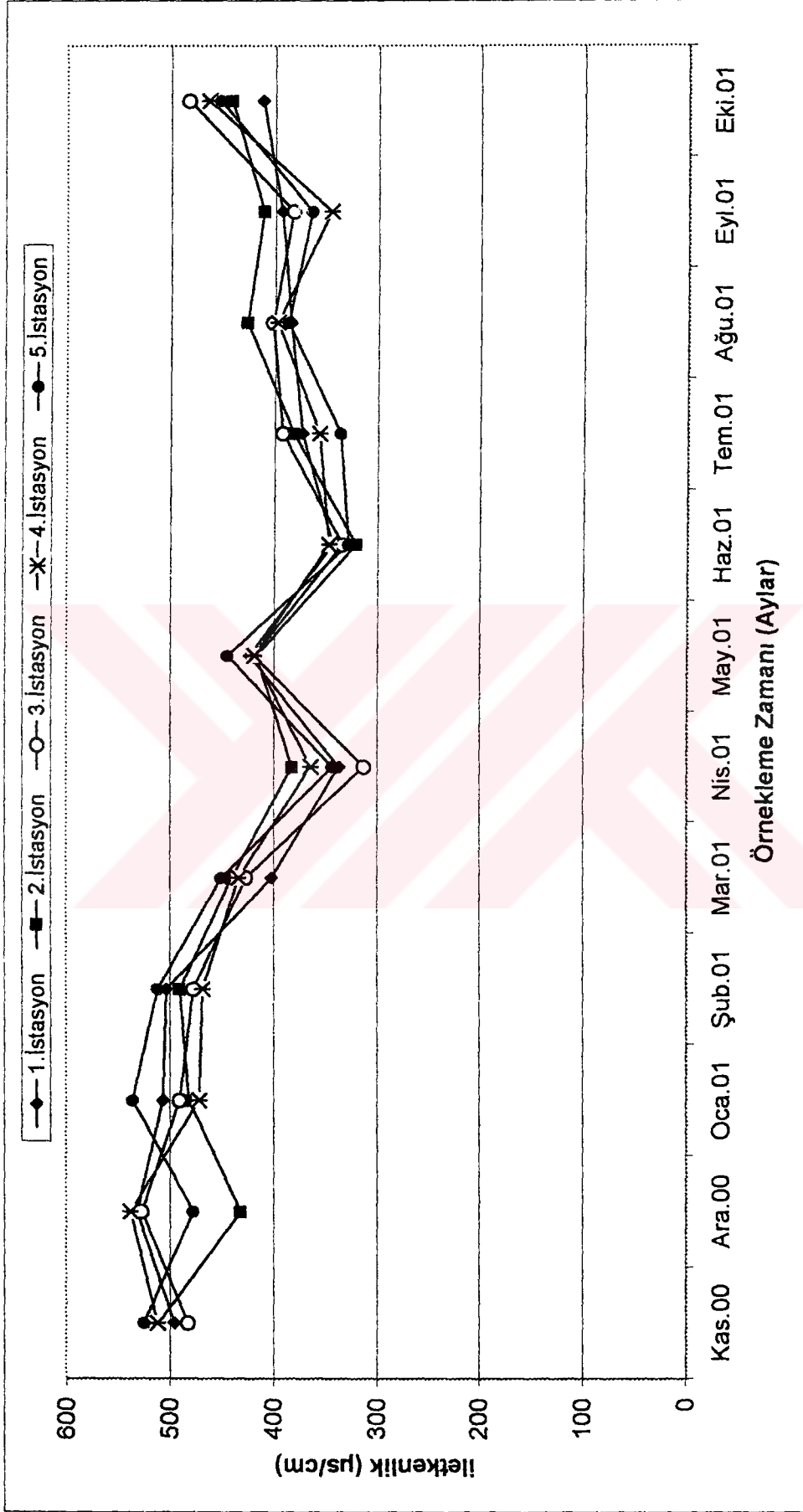
Aylar	Ortalama Derinlik (m)	Toplam Yağış (mm)	Buharlaşıma (mm)
Kasım – 2000	2.84	23.3	27.8
Aralık – 2000	3.07	53.6	35.1
Ocak – 2001	3.19	9.9	30.3
Şubat – 2001	3.97	73.0	37.5
Mart – 2001	3.06	40.8	114.0
Nisan – 2001	3.05	76.7	82.7
Mayıs – 2001	3.36	60.1	152.7
Haziran – 2001	3.11	6.0	255.5
Temmuz – 2001	2.82	11.8	290.6
Ağustos – 2001	2.62	17.5	248.5
Eylül – 2001	2.55	27.3	169.0
Ekim – 2001	2.89	38.6	126.8



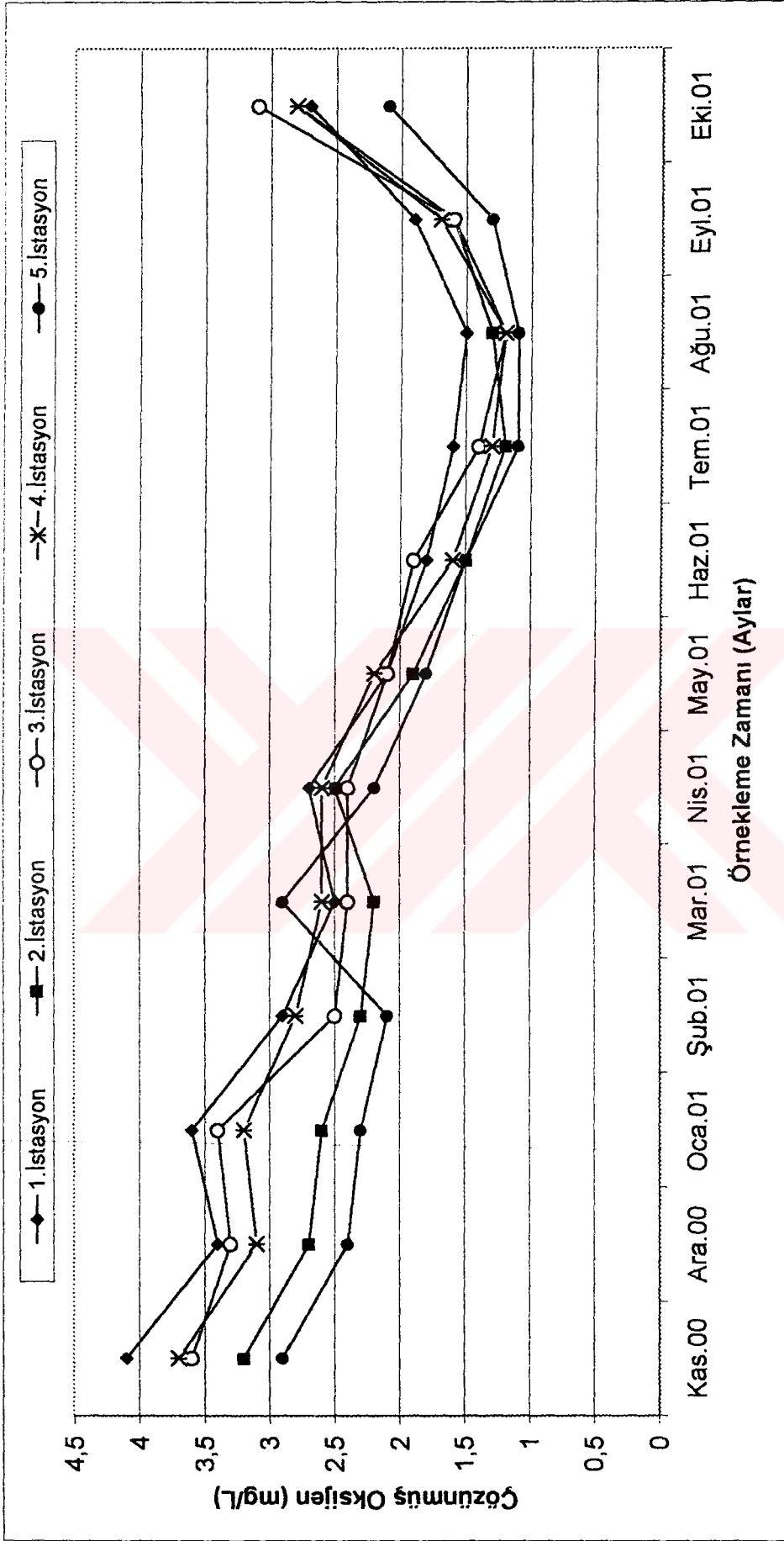
Şekil 5. 1. Uluabat (Apolyont) gölü sıcaklık değişimi



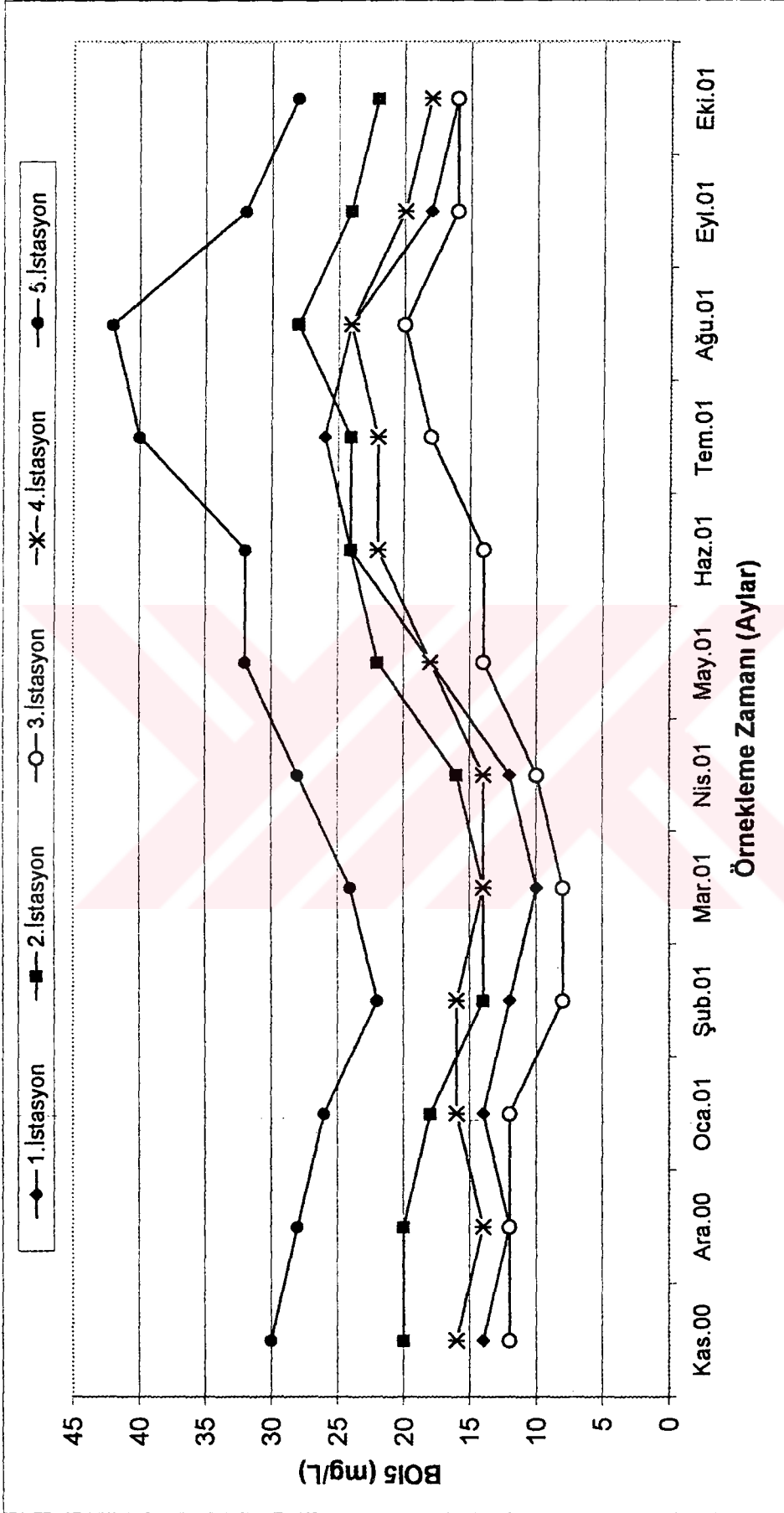
Şekil 5.2. Uluabat (Apolyont) gölü pH değişimi



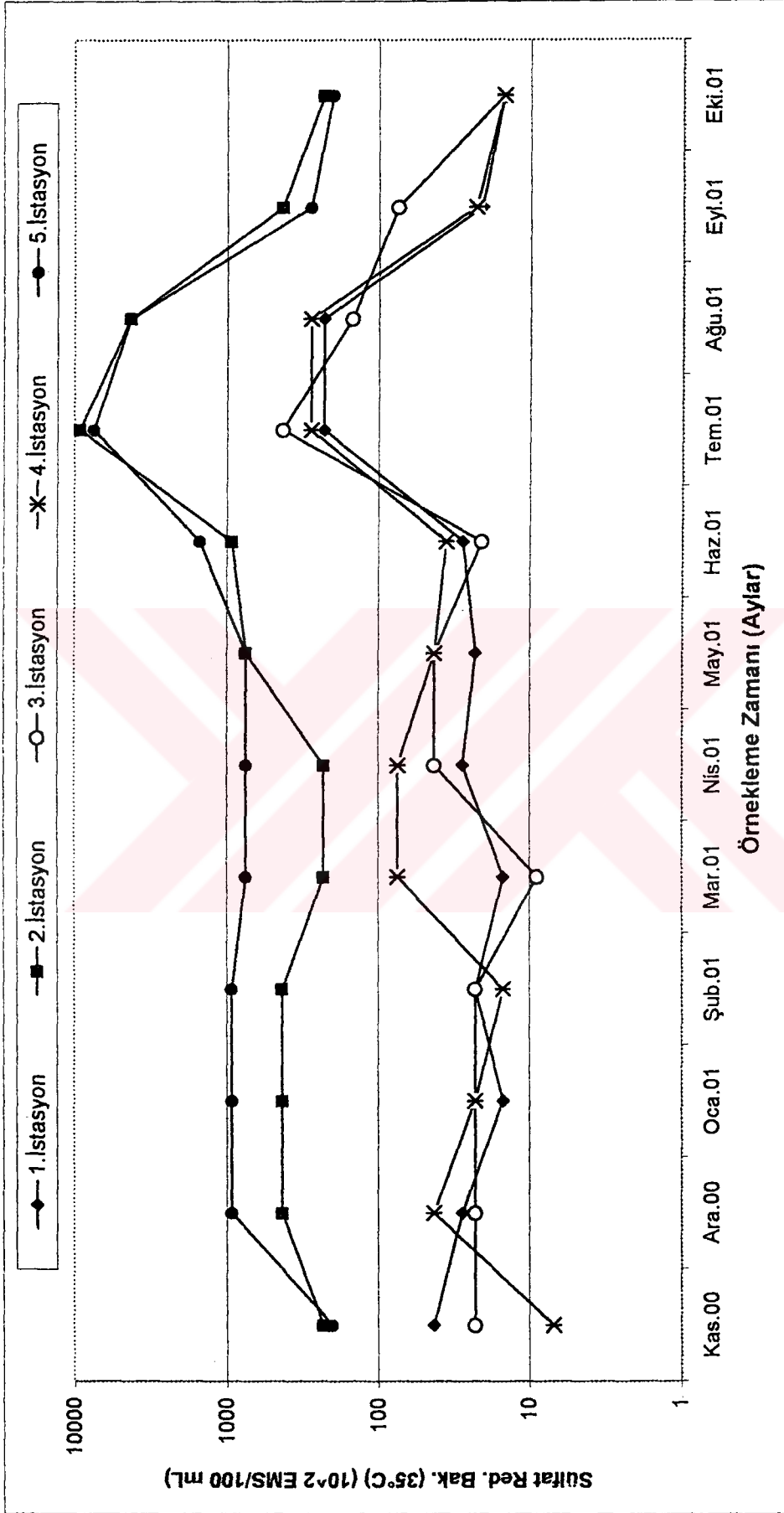
Şekil 5.3. Uluabat (Apoliyont) gölü elektriksel iletkenlik değişimi



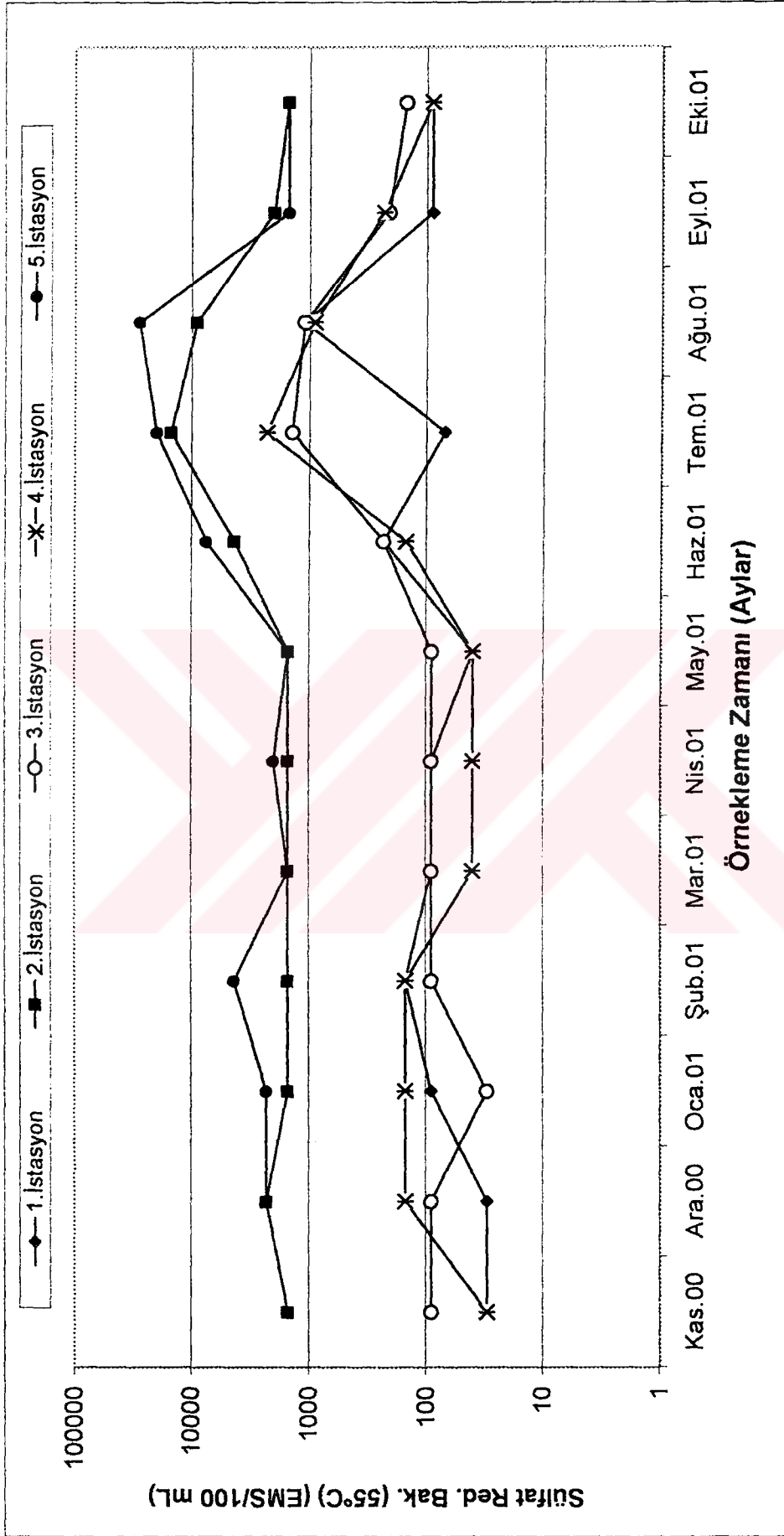
Şekil 5.4. Uluabat (Apoliyont) gölü çözünmüş oksijen değişimi



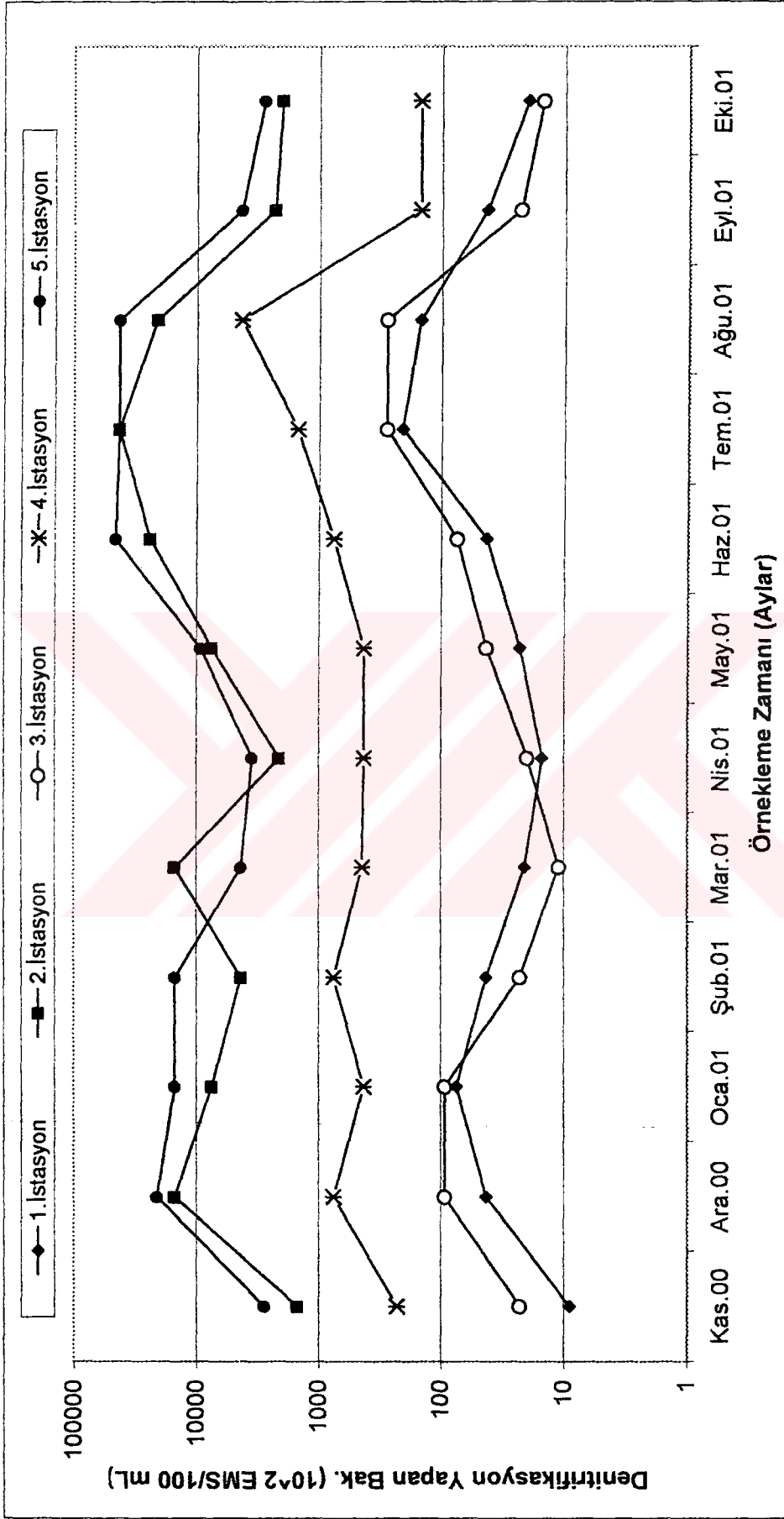
Şekil 5.5. Uluabat (Apolyont) gölü BOI₅ değişimi



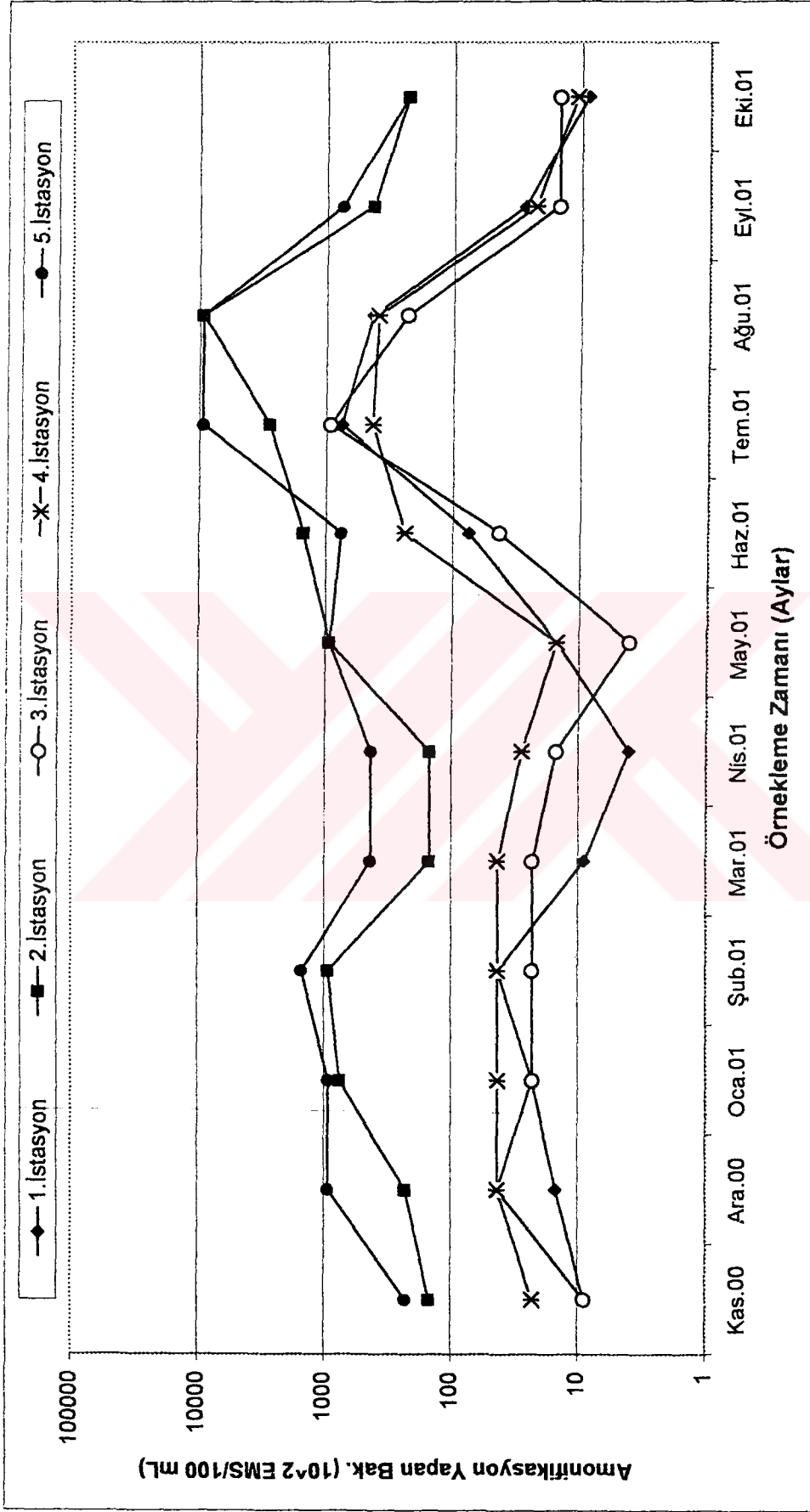
Şekil 5.6. Uluabat (Apoliyont) gölü sülfat redükleyen bakterilerin (35 °C) değişimi



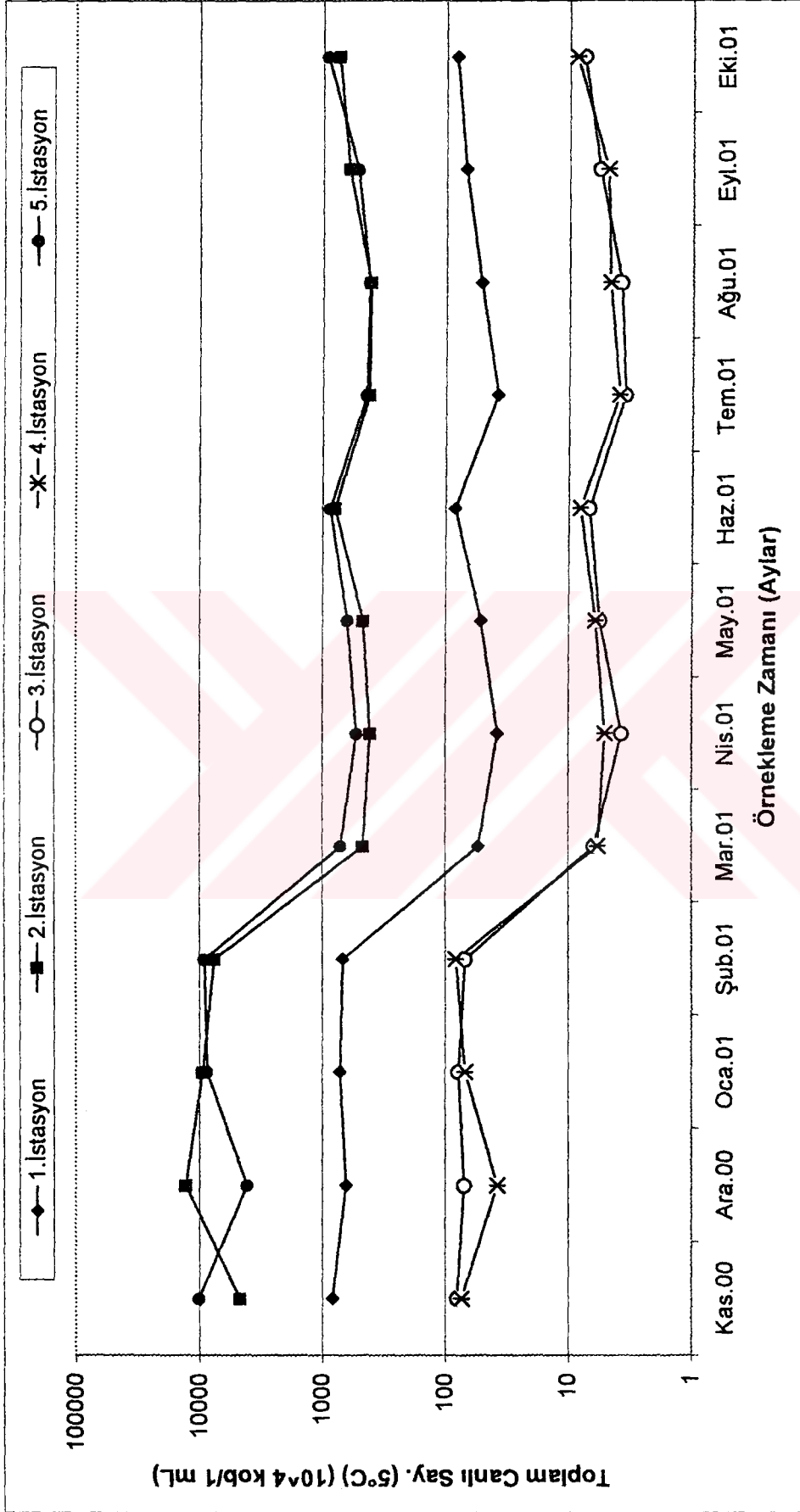
Şekil 5.7. Uluabat (Apoloyont) gölü sülfat redükleyen bakterilerin (55 °C) değişimi



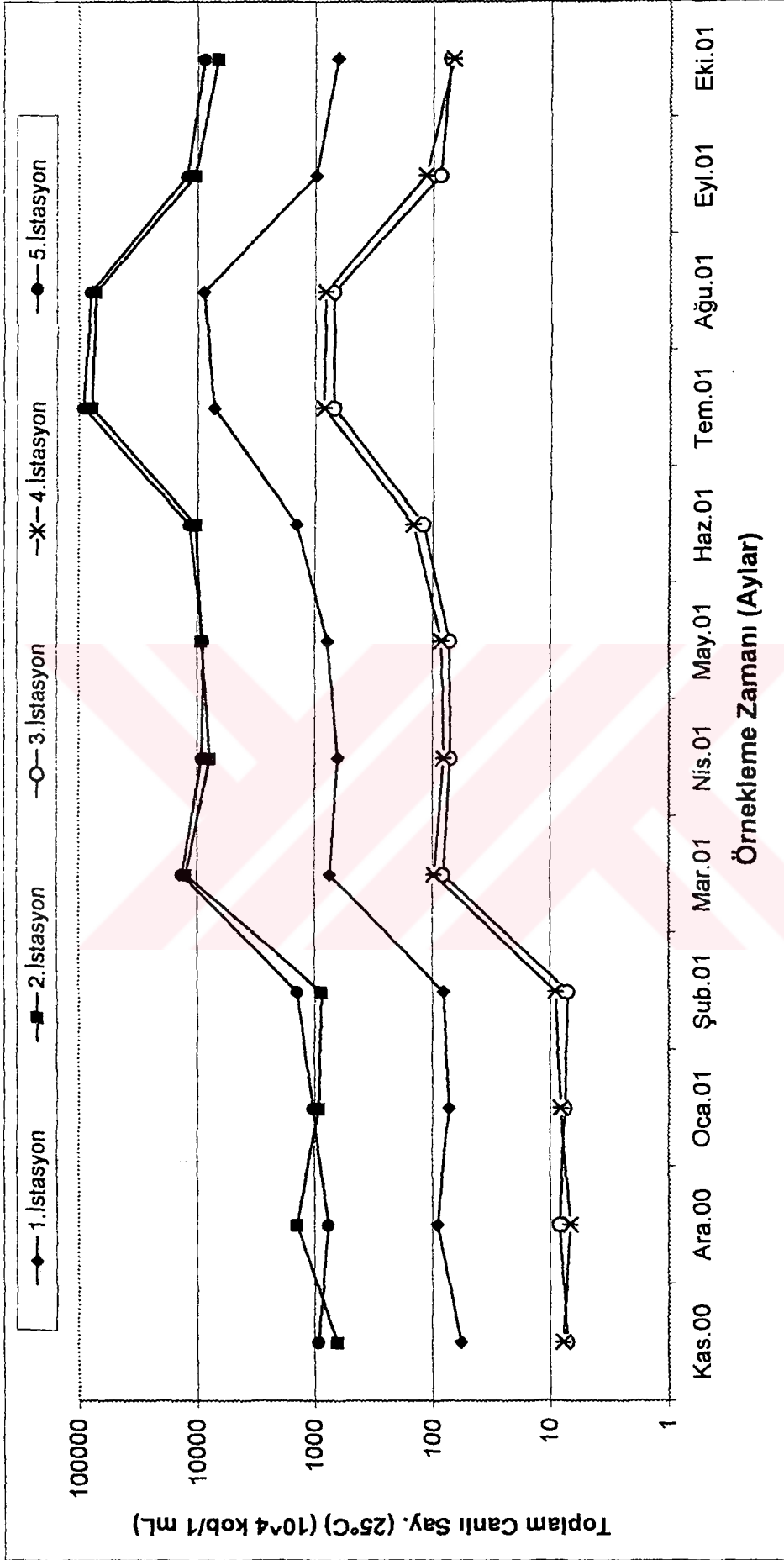
Şekil 5.8. Uluabat (Apoliyont) gölü denitrifikasyon yapan bakterilerin değişimi



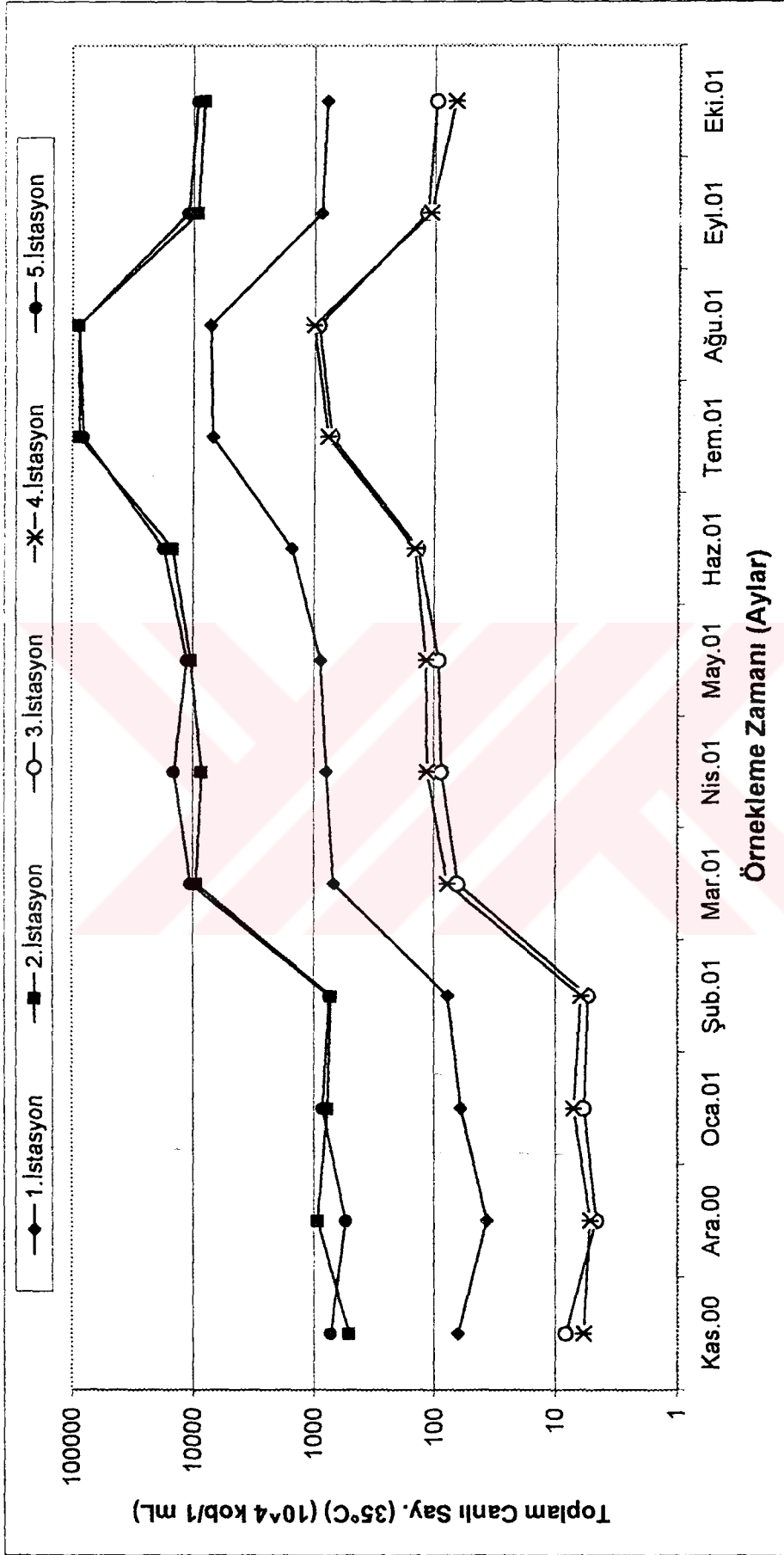
Şekil 5.9. Uluabat (Apoliyont) gölü amonifikasyon yapan bakterilerin değişimi



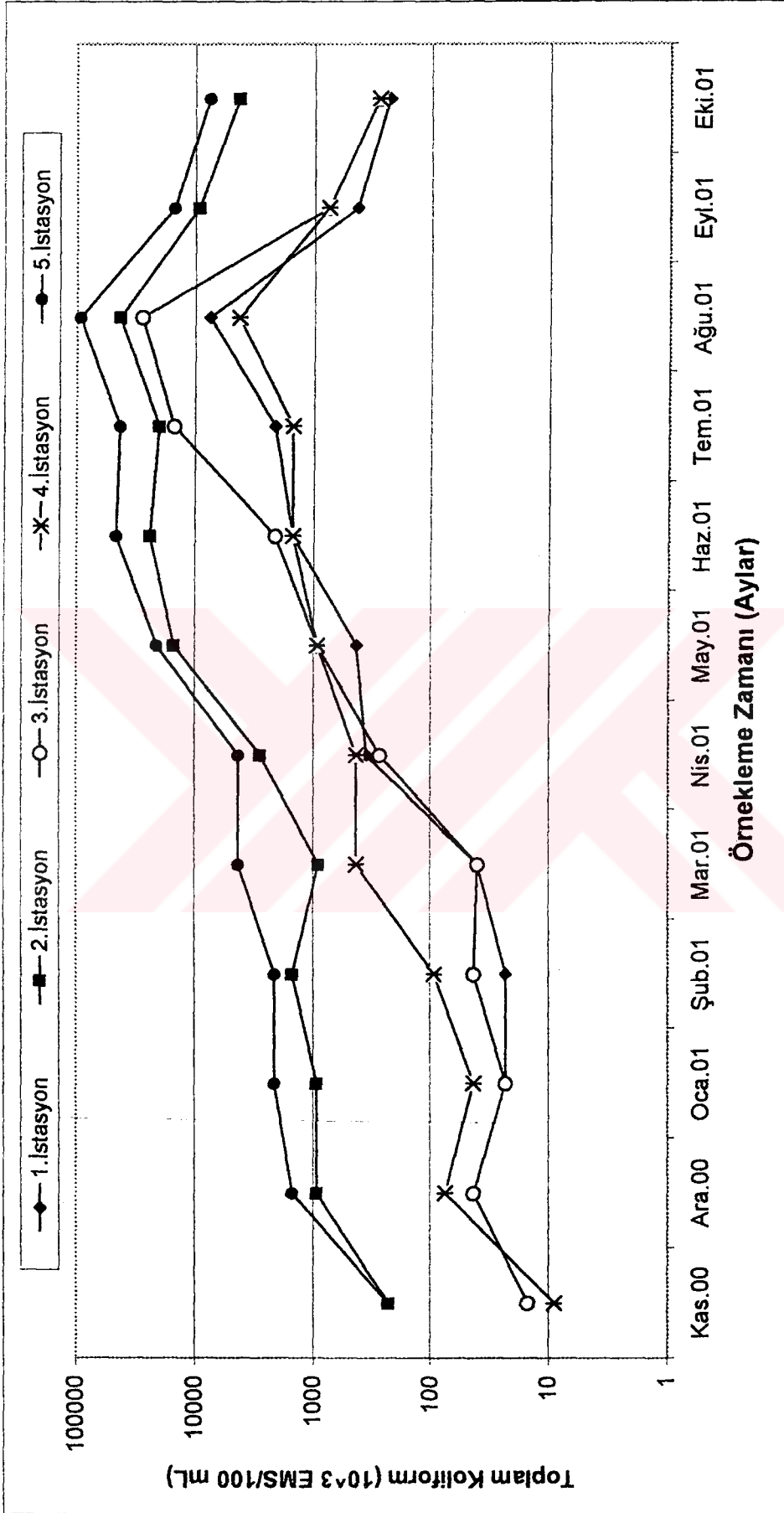
Şekil 5.10. Uluabat (Apoliyont) gölü toplam canlı sayımı (5 °C)



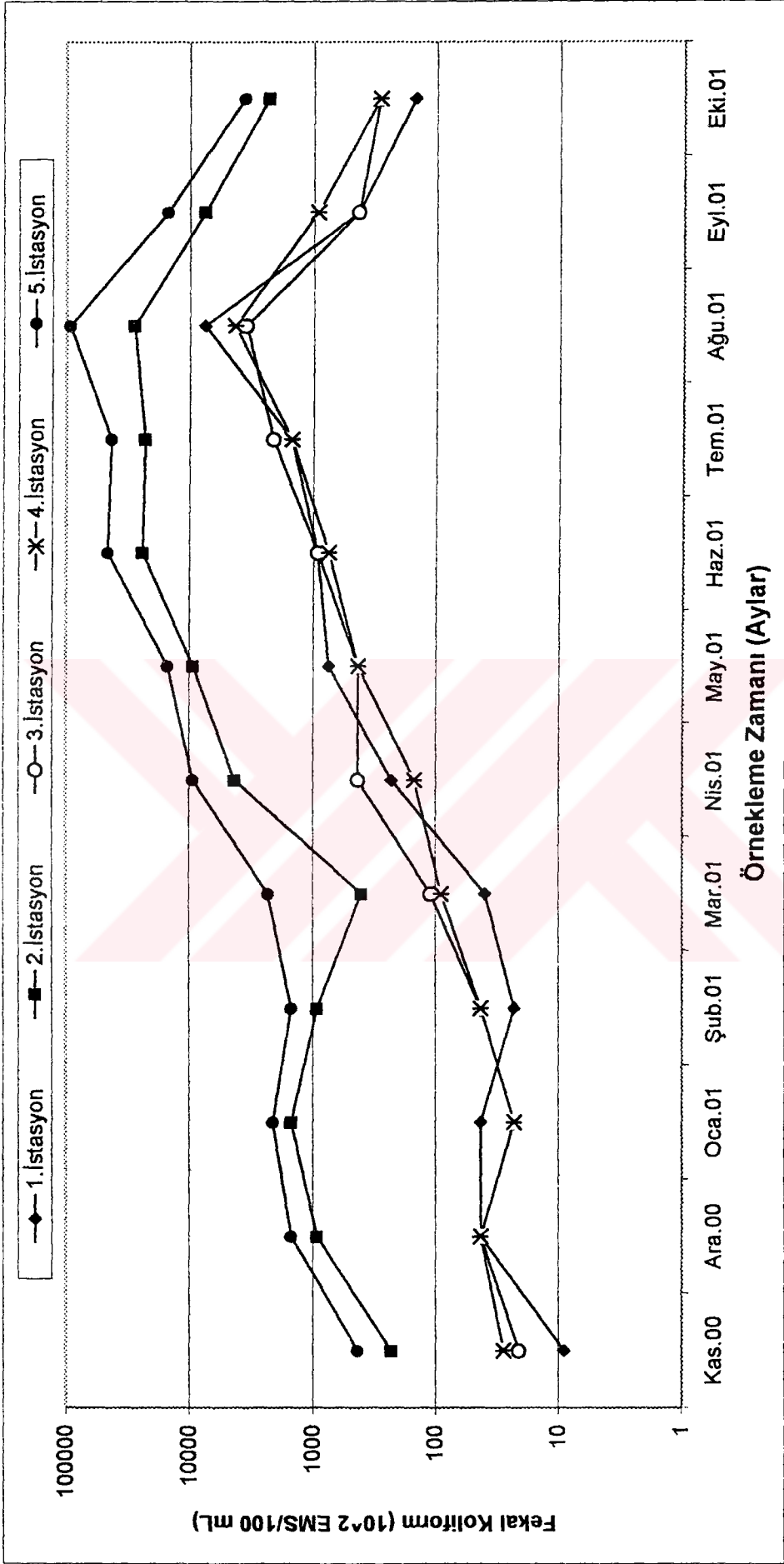
Şekil 5.11. Uluabat (Apolyont) gölü toplam canlı sayımı (25 °C)



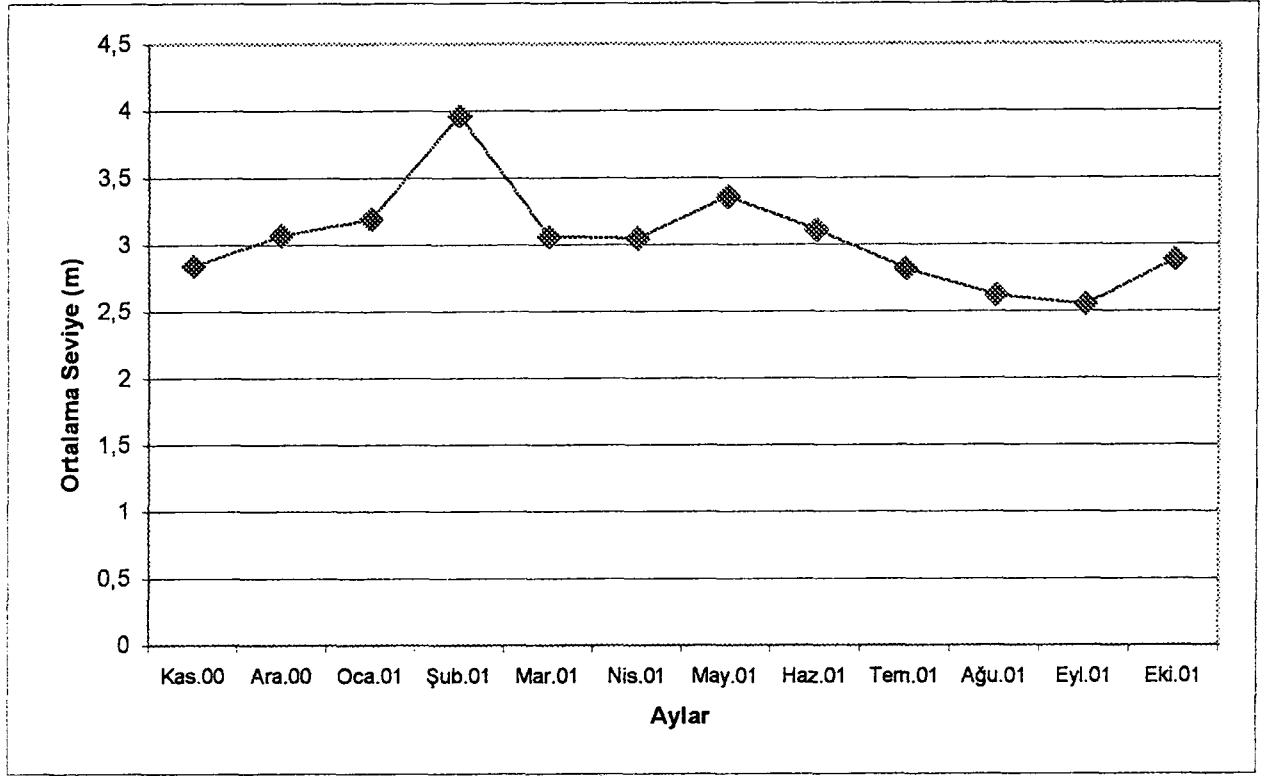
Şekil 5.12. Uluabat (Apolyont) gölü toplam canlı bakteri sayımı (35 °C)



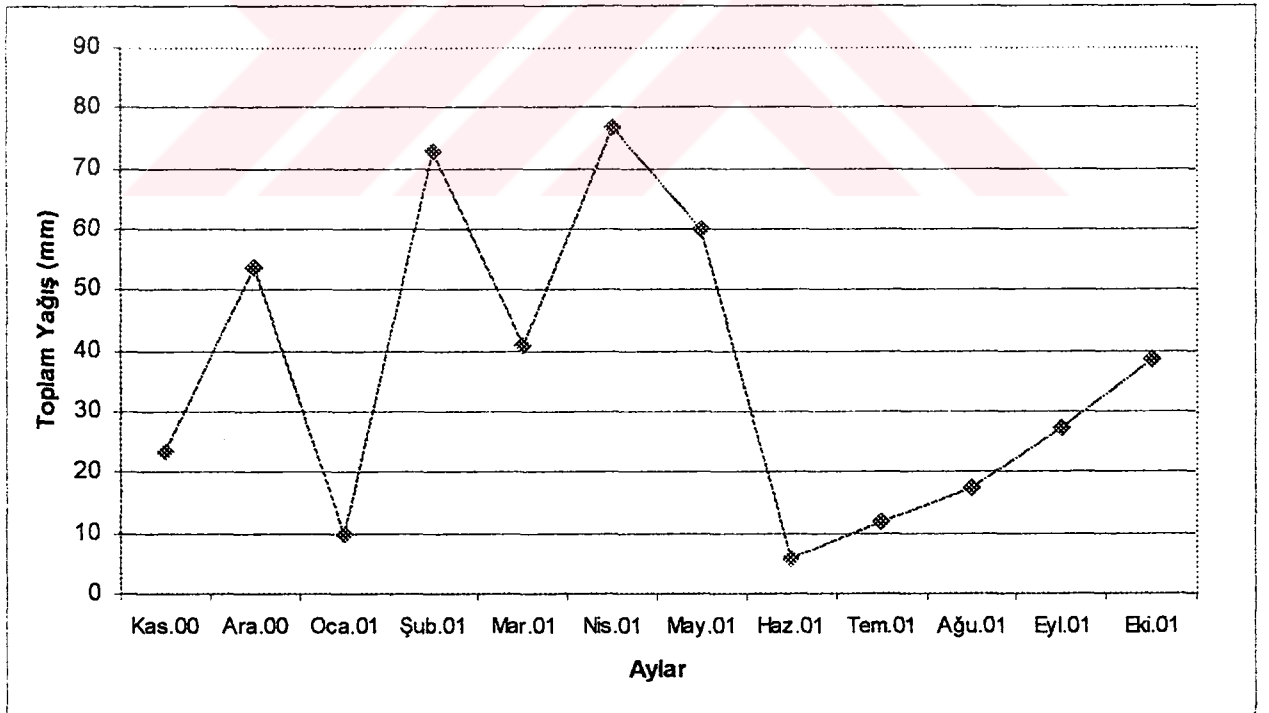
Şekil 5.13. Uluabat (Apoliyont) gölü toplam koliform değişimi



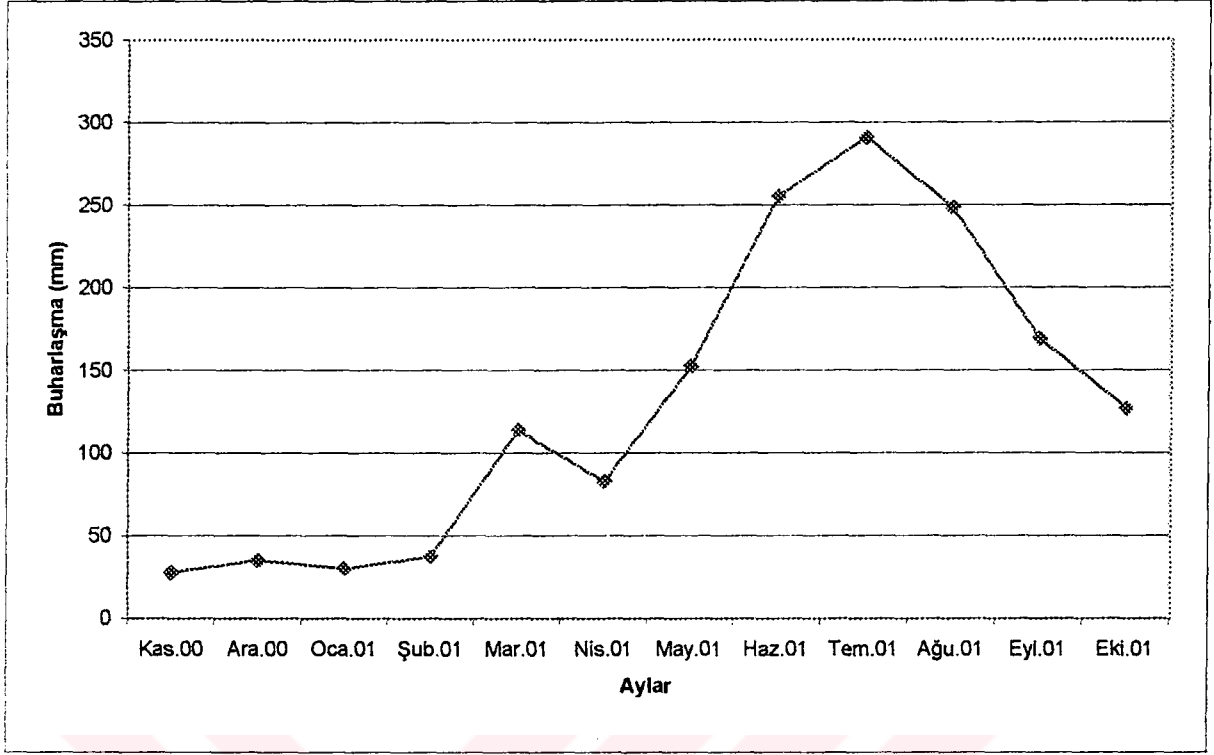
Şekil 5.14. Uluabat (Apolyont) gölü fekal koliform değişimi



Şekil 5.15. Uluabat (Apoliyont) gölü Eskikaraağaç göl gözlem istasyonu ortalama seviye değerleri



Şekil 5.16. Uluabat (Apoliyont) gölü Eskikaraağaç göl gözlem istasyonu toplam yağış değerleri



Şekil 5.17. Uluabat (Apolyont) gölü Eskikaraağaç göl gözlem istasyonu buharlaşma değerleri

6. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kıtaçı su kaynaklarının kalite kriterlerini belirlemede bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile bakteriyolojik parametreler kullanılmaktadır (Anonim 1988). Bu parametrelerden rutinleşmiş BOI, mikroorganizmaların yaşamlarını sürdürmek ve gelişip, çoğalmak için gerekli metabolik aktiviteleri sırasında harcadıkları oksijen miktarıdır (Müezzinoğlu ve Efeoğlu, 1990). Deney suda oksijen ihtiyacını belirleyerek stokiyometrik olarak organik madde miktarına geçebilecek şekilde hazırlanıp standartlaştırılmış bir deneydir (Uslu ve Türkman 1987). Kıtaçı su kaynaklarında BOI₅ değeri 20 mg/L'den daha büyükse adı geçen su kaynağı çok kirli su olarak nitelendirilir (Anonim 1988). Ünlü ve Uslu (1999), Hazar Gölü'nün kirlenme düzeylerinin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında göldeki BOI₅ değişiminin 1993 yılından 1999 yılına doğru artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Özellikle artışların yaz aylarında görüldüğünü belirtmişlerdir. Kıran (2000), Büyükçekmece Gölü'nün bakteriyolojik kirlenme parametrelerinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada BOI₅ değerlerinin 2-110 mg/L arasında değiştiğini saptamıştır. Karacaoğlu (2000), Uluabat Gölü'nde Temmuz 98 – Ağustos 99 tarihleri arasında yaptığı çalışmada BOI₅ değerlerini 0.97-9.23 mg/L arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda, BOI₅ ölçümleri ortalama olarak I. İstasyonda 16.66±5.41 mg/L, II. İstasyonda 20.50±4.35 mg/L, III. İstasyonda 13.33±3.74 mg/L, IV. İstasyonda 17.83±3.45 mg/L ve V. İstasyonda 30.33±5.89 mg/L olarak hesaplanmıştır. Ayrıca kış aylarından yaz aylarına doğru BOI değerlerinde bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu durum diğer bakteriyolojik parametrelerle uygunluk göstermektedir. BOI değerlerinde artışa paralel olarak bakteri yoğunluklarındaki artış dikkat çekicidir. Yaz aylarındaki sıcaklığın artışına takiben çözünmüş oksijen seviyelerindeki düşüş, mikrobiyal gelişim ve produktivitenin artışı, göl sathı boyunca irili ufaklı fabrikaların tam kapasitesiyle çalışması ve böylece atıksulardaki artış, BOI değerlerindeki artışı getirmektedir. Çalışma süresince yaz aylarında saptanan BOI değerlerindeki yükselmeler diğer çalışmalarla aynı paralellikte olup göle giren seyrelme suyunun, yaz aylarınca azalmasına da bağlanabilir. Ancak Karacaoğlu (2000) 'in çalışmasıyla karşılaştırıldığında gölün 1-2 sene içinde ne kadar kirlendiğini ve kirlilik düzeyindeki artışı gözler önüne serecek niteliktedir.

Karacaoğlu (2000)'nin çalışmasına göre göl, su kontrolü yönetmeliğine göre 2. Sınıf ve kısmen 3. sınıfa girerken, saptadığımız değerlerle I, III ve IV. İstasyonlar 3. sınıf su kalitesinde bulunurken, II ve V. istasyonlar 4. sınıf yani çok kirli su sınıfındadır. Tüm istasyonların BOI₅ değerlerine genel ortalaması 19.73 ± 7.36 mg/L 'dir. Böylece göl genel itibarıyla 3. kalite su sınıfına dahil edilmektedir.

Sucul ortamların incelenmesi sırasında en sık ele alınan ve her incelemede öncelikle göz önüne alınan bir diğer parametre de çözünmüş oksijendir (Anonim 1988, Anonim 1991). Çözünmüş oksijen sucul ortamda sürmekte olan biyolojik, biyokimyasal ve suyun organik madde yükünün bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir (Wetzel ve Likens, 1979). Oksijen gazı sulu ortamda serbest halde bulunur. Doğal sulardaki oksijenin kaynağı atmosferde bulunan oksijenin çözünmüş formu veya fotosentez yapan canlıların oksijen üretimidir. Oksijenin harcanması ise solunum yapan canlıların ve kimyasal bozunmaya uğrayan organik – anorganik maddelerin oksitlenmesi aracılığıyla olur. Ayrıca fizikokimyasal olarak da çözünmüş oksijenin derişimi sıcaklığa, basınca (Henry yasası) ve sudaki çeşitli iyonların derişimlerine bağlıdır. Kitaçi su kaynaklarında çözünmüş oksijen değeri 3 mg/L 'den az ise adı geçen su çok kirli olarak nitelendirilmektedir (Anonim 1988). Karacaoğlu (2000), Uluabat Gölü'nde çözünmüş oksijen değerlerinin 1.81-11.45 mg/L arasında değiştiğini belirlemiştir. Araştırmacı yaz aylarında çözünmüş oksijen değerlerinin daha düşük olduğunu, kış aylarında ise bu değerlerin yükseldiğini gözlemlemiştir. Çalışmamızda, saptadığımız çözünmüş oksijen değerlerinin ortalamaları I. İstasyonda 2.56 ± 0.83 mg/L, II. İstasyonda 2.15 ± 0.64 mg/L, III. İstasyonda 2.40 ± 0.80 mg/L, IV. İstasyonda 2.40 ± 0.80 mg/L ve V. istasyonda 1.97 ± 0.62 mg/L olarak saptanmıştır. Çözünmüş oksijen miktarlarında sıcaklığa bağlı olarak belirli bir periyodisite görülmüştür. Göl suyu özellikle sıcaklığın ve produktivitenin arttığı yaz aylarında oksijence daha fakir olmuş, kış aylarında ise su sıcaklığındaki düşme ile birlikte oksijenin çözünlülüğü artmış ve daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Bu durum çözünmüş oksijen miktarı ile sıcaklık değerinin ters orantılı olduğunu göstermektedir. Tüm istasyonlarda ortalama

çözünmüş oksijen değerleri 3 mg/L 'nin altındadır, su kontrol yönetmeliğine göre Uluabat Gölü IV. Kalite su sınıfında yani çok kirli su durumundadır.

Suyun asit ve alkali özellikte olduğu pH ile tesbit edilmektedir. Kıtaçi su kaynaklarında 6-9 dışında pH değerleri istenmez. Bu değerler dışındaki sonuçların bulunması halinde çok kirlenmiş sudan söz edilir. Karacaoğlu (2000), Uluabat Gölünde Temmuz 98 – Ağustos 99 tarihleri arasında aldığı numunelerde ortalama pH değerlerini 7.5-9.5 arasında saptamıştır. Çalışmamızda alınan su numunelerinde pH değerleri; I. İstasyonda 8.03 ± 0.20 , II. İstasyonda 7.99 ± 0.28 , III. İstasyonda 7.96 ± 0.26 , IV. İstasyonda 7.99 ± 0.2 ve V. istasyonda ise 8.04 ± 0.24 olarak belirlenmiştir. Tüm istasyonların yıllık ortalaması ise 8.00 ± 0.24 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlarımıza göre Uluabat Gölü'nde asit veya alkalilik yönünden aşırı bir kirlenme gözlenmemektedir. Dalkıran (2000), Uluabat Gölü'nün epipelik, epifitik ve epilitik alglerinin mevsimsel değişimleri üzerine yaptığı çalışmada elektriksel iletkenlik değerlerini 303 – 626 $\mu\text{S/cm}$ olarak tespit etmiş ve göl suyunu bu değer bakımından 2. sınıf su kalitesine girdiğini saptamıştır. Çalışmamızda Uluabat Gölü'nde I. İstasyondan alınan numunelerde yıllık ortalama iletkenlik değerleri 425.58 ± 67.43 , II. İstasyonda 428.16 ± 52.51 , III. İstasyonda 427.16 ± 66.47 , IV. İstasyonda 428.66 ± 67.96 ve V. İstasyonda ise 429.83 ± 75.97 olarak saptanmıştır. Tüm istasyonların genel ortalaması ise 427.96 ± 64.22 olarak belirlenmiştir. En düşük elektriksel iletkenlik değerinin 313 $\mu\text{S/cm}$ olarak Mart ayında III. İstasyonda, en yüksek değer ise 538 $\mu\text{S/cm}$ olarak Aralık ayında IV. İstasyonda belirlenmiştir. Bu değerlere göre Uluabat Gölü suyu elektriksel iletkenlik bakımından 2. sınıf su kalitesine girmektedir.

Uluabat Gölü'ne yüksek miktarlarda endüstriyel ve evsel atık verilmesi ve atıklardaki yoğun miktarlarda bulunan azot bileşikleri sonucunda göl azot bakımından kirlenmektedir. Geçmiş yıllarda DSİ I. Bölge müdürlüğü tarafında gölde belirlenmiş on istasyondan alınan örneklerin kimyasal analizi sonuçlarının aylık ortalamalarına göre Amonyak, nitrit ve nitrat düzeyleri sırasıyla Eylül 1986'da 0.12 mg/L, 0.04 mg/L ve 0.16 mg/L; Haziran 1987'de 1.16 mg/L, 0.011 mg/L ve 0.052 mg/L; Mayıs 1988'de 0.12 mg/L, 0.005 mg/L ve 0.048 mg/L, Haziran 1988 'de 0.18 mg/L, 0.003 mg/L, 0.18 mg/L; Temmuz 1988'de 0.2

mg/L, 0.079 mg/L, 0.016 mg/L; Haziran 1990'da 0.15 mg/L, 0.002 mg/L ve 0.47 mg/L ve Temmuz 1990'da ise 0.07 mg/L, 0.016 mg/L ve 0.12 mg/L olarak saptanmıştır (Anonim, 1990). Karacaoğlu (2000), Uluabat Gölü'nün fitoplanktonları üzerine yaptığı çalışmada gölde ölçülen nitrat değerlerinin 0-5.34 mg/L arasında değiştiğini ve nitrat değerlerinde yıl boyunca düzensiz değişimler meydana geldiğini belirlemiştir. Dalkıran (2000), Uluabat Gölü'nün algleri üzerine gerçekleştirdiği çalışmasında tespit ettiği nitrat değerlerinde aynı sonuçlara vararak, kış aylarında değerlerin düştüğü, ilkbahar aylarında yükseldiğini vurgulamıştır. Her iki araştırmacı da önceki yıllara nazaran nitrat değerlerindeki artışa dikkat çekmişlerdir. Su kirliliği kontrol yönetmeliğinde ötrofikasyon için toplam azotun 1 mg/L olması gerektiği belirtilmektedir (Karpuzcu 1991). Asidik çevrelerde nitrit, nitrat ve nitroz oksid (NO)'e parçalanmaktadır (kemosdenitrifikasyon), fakat nötral ile biraz alkalın çevrelerde kimyasal olarak kararlıdır (Bock ve Knoops 1992). Azot çevriminde rol oynayabilen amonifikasyon ve denitrifikasyon yapan bakterilerin bu çalışmada çoklu tüp fermantasyon tekniği ile en muhtemel sayıları (EMS) bulunmuştur (Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.6 ve 5.7). Uluabat Gölü'nde tüm çalışma dönemi boyunca yüksek oranda amonifikasyon ve denitrifikasyon yapan bakterilerin yüksek miktarlarda saptanması ve yukarıda verilen araştırma sonuçlarında verilen aşırı nitrat değerlerinden görüleceğinin yanı sıra kanallar ve dereler aracılığıyla bu ortama önemli ölçüde nitrit girdilerinin muhtemel olabileceğinin göstergesidir. Bu durum, nötral ve biraz alkalın olan göl koşullarında nitritin biyolojik olarak hızla dönüştürüldüğünü göstermektedir. Amonyakın nitrit ve nitrata biyolojik dönüşümü, esasen özelleşmiş litotrofik amonyak ve nitrit okside eden bakteriler tarafından katalizlenmektedir. 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). Bu yüzden amonyak ve nitrit okside eden bakterilerin katalizlediği nitrifikasyon işleminin Uluabat Gölü'nde önemli oranda gerçekleştiği ve bu bakterilerin dış kaynaklı girdileri yoğun olan gölün madde döngüsünde etkin oldukları düşünülmektedir. Çalışmada elektron

alıcısı olarak oksijeni kullanan nitrifikasyon bakterileri izole edilmiştir. Bu durum oksijenin sınırlı olması durumunda yada anoksik koşullar altında denitrifikasyon işlemini gerçekleştirebilme yeteneğine sahip olmaları ile ilişkili olmalıdır (Koops ve Muller 1992, Bock ve Knoop 1992, Anderson ve Levine 1986, Jorgensen 1989). Henriksen ve ark. (1981), Danimarka sularının anoksik durumlarda dahi nitrifikasyon yapan bakterilerin bulunduğunu rapor etmişlerdir. Bu durum bizim verilemizle paralellik içindedir. Karacaoğlu (2000) ve Dalkıran (2000), Uluabat Gölü'nün ötrofik durumda olduğu sonucuna varmışlardır. Buna göre Uluabat Gölü'nde birincil üretim hemde dış kaynaklı girdiler nedeniyle oldukça yüksek düzeyde bulunmaktadır. Organik madde bakımından zengin olan yüzeysel sular ve sedimentlerde bulunan NH_4^+ konsantrasyonları, NO_3^- asimilasyonunu inhibe edeceğinden NH_4^+ 'a assimilatif NO_3^- indirgenmesinin çok önemli olması beklenmemelidir (Betlach ve ark. 1981). MacFarlane ve Herbert (1984), yüzeysel sular ve sedimentlerde NO_3^- 'i amonifiye eden bakterilerin, bir yıllık döngü esnasında, denitrifikasyon yapan bakterilerden daha çok olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak $^{15}\text{NO}_3^-$ ile işlemde geçirilen yüzeysel sular ve sediment örnekleri ile yapılan deneylerde hücre sayılarının populasyonun gerçek kapasitesini yansıtmadığı gösterilerek denitrifikasyon kapasitesi, NO_3^- amonifikasyonundan daha yüksek bulunmuştur. Jorgensen (1989), yüzeysel sular ve sedimentte denitrifikasyonu, toplam NO_3^- indirgenmesinin % 13 ile 51'i ve NH_3^+ üretimi için bu oranının % 4 ila 21'i arasında değiştiğini bildirmiştir. Hem nitrat solunumu hemde denitrifikasyon yüzeysel sular ve sedimentlerde nitratın çok düşük miktarda bulunmasıyla sınırlıdır (Marty ve ark., 1990). Yüksek NO_3^- konsantrasyonu ise NO_3^- amonifikasyonuna oranla denitrifikasyonu destekler fakat iki metabolik yol arasındaki paylaşım elektron vericisinin oksidasyon seviyesiyle de kontrol edilebilir (Jorgensen, 1989). Çalışmamızda tüm istasyonların genel ortalamasına göz atıldığında denitrifikasyon bakterilerinin yıllık ortalaması 611973 ± 1171397 EMS/100 mL iken amonifikasyon yapan bakterilerin yıllık ortalaması ise sadece 65008.3 ± 169625.3 EMS/100 mL'dir. Bu nedenle Uluabat Gölü'nün sedimentlerine diffüze olan nitrat konsantrasyonları bu ortamda denitrifikasyonu destekleyecek ölçüde, fazlasıyla bulunuyor olmalıdır. Denitrifikasyon büyük

olasılıkla Uluabat Gölü'nün yüzeysel sularında ve özellikle sedimentlerde gerçekleşen organik maddelerin mineralizasyonunda etkin bir metabolik yoldur. Nitratın önemli bir bölümü sedimente çöküyor olmalıdır. Henriksen ve ark. (1989), Danimarka sularında yaptıkları mikrobiyolojik analizler sonucunda denitrifikasyon bakterilerinin, amonifikasyon bakterilerine nazaran daha fazla izole edildiği ve sayımlarında büyük bir oran olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda bulgularımız bu araştırmayla paralellik içindedir. Sonuçta Uluabat Gölü'nde azottan dolayı olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. 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.

Biyolojik materyalde indirgenmiş formda bulunan organik sülfür, bozunarak hidrojen sülfür olarak serbest bırakılır. Anaerobik ortamlarda H_2S 'in diğer önemli bir kaynağı, sülfat ve elemental sülfürün bakteriyal indirgenmesidir. Sülfat redükte eden bakterilerin fazlalığı suya çok miktarda sülfid karıştığını gösterir. 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 H_2S 'in bulunduğu bölgelerde gelişme gösterirler. Anaerobik olarak bilinen sülfat redükleyici bakterilerin Uluabat Gölü'nün aerobik su kolonundan izole edilmeleri oldukça dikkat çekicidir. Ancak son 15 yıldır yapılan çalışmalarda sülfat redükte eden bakterilerin çok daha esnek metabolik kapasiteye sahip olduklarına dair yeni deliller elde edilmiş ve onların aerobik koşullara dormant halde kalarak dayanabilmelerinin ötesinde nitrat ve hatta oksijen ile solunum yapabildikleri gösterilmiştir (Jorgensen ve Bak 1991). Bussmann ve Reickardt (1991), sülfat redükte eden bakterilerin aerobik sedimentlerde bile *Arctia islandica* istiridyelerinin kabuklarını istila ettiklerini rapor etmişlerdir. Sülfat indirgenme oranlarını ölçen araştırmacıların çalışmaları (Christensen 1989, Jorgensen ve Bak 1991); sülfat indirgenmesinin, hem indirgeyici sediment tabakalarında hem de oksitlenmiş ve hatta aerobik yüzey

tabakalarında oluştuğunu ve bu işlemin organik madde mineralizasyonunun ana mekanizması olduğunu doğrulamıştır.

Uluabat Gölü'nden örnekleme dönemi boyunca *Thiobacillus* üyelerinin tesbit edilmesi oldukça ilginçtir. Çünkü bu bakteriler H₂O ve O₂ 'nin bir arada bulunduğu mikroaerobik habitatlarda yaygın olarak gelişen gradient mikroorganizmalardır (Kuenen ve ark. 1992). Buna karşın anaerobikleşen su örneklerinde *Thiobacillus* 'ların mevcut olması bu ortamda anaerobik olarak büyüeyebilen türlerin baskın olabileceğine işaret etmektedir. Jannasch ve ark. (1972), tamamen anaerobik olan Karadeniz'in sularında toplam örneklerde *Thiobacillus* genusunun bulunduğunu rapor etmişlerdir. Bu bakterilerin indirgenmiş sülfür bileşiklerini okside ettikleri metabolik faaliyetleri sonucunda buldukları yüzey sedimentlerinin sülfür içeriğini daha derin sedimentlerinden beş kat zenginleştirerek elemental sülfür depolandıklarını bildirilmiştir (Grant ve Bathmann 1987). Eashwar ve ark. (1990), Hindistan-Turicorin'de liman sularının bakteriyolojik kirliliğini *Thiobacillus* 'ların varlığıyla 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* 'ın bulunmasını lokal pollusyonun varlığının indikatörü olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda Uluabat Gölü'nden saptadığımız her istasyonda çok yüksek sayılarda sülfat redükleyen bakteriler tespit edilmiştir (Çizelge 5.1-5.5 ve Şekil 5.8 ve 5.9). Ayrıca istasyonlardan alınan numunelerde her ay *Thiobacillus denitrificans*, *T. thiooxidans*, *T. thioporus* ve *T. ferrooxidans* izole edilmiştir. Bu da Uluabat Gölü'ne yüksek oranda sülfid karışığının ve oksitadif sülfür bakterileri sadece H₂S varlığında ürediklerinden kirliliğin yüksek olduğunun göstergesidir (Droop ve Jannasch, 1977). Ayrıca renksiz sülfür bakterileri evrensel olarak oksijen kullanmalarına rağmen bazı türleri, sülfür bileşiklerinin oksidasyonunun nitrat veya nitrit gibi azot oksidlerin redüksiyonuna bağlayarak anaerobik koşulları tolere edebilmektedirler. Sahip oldukları

metabolik kapasiteleriyle *Thiobacillus* üyelerinin Uluabat Gölü'nde sülfür ve azot bileşiklerinin dönüşümlerinde önemli rol oynadıkları düşünülmektedir.

Çalışma periyodumuz olan Kasım 2000 – Ekim 2001 tarihleri arasında Uluabat Gölü'nün ortalama derinliği 2.55 m (Eylül 2001) ile 3.97 (Şubat 2001) arasında değişmiştir (Çizelge 5.7 ve Şekil 5.15, 5.16 ve 5.17). Tüm yıl boyunca yağışların bol olmaması ve hava sıcaklıklarının normal mevsimsel değerlerin üzerinde seyretmesi göl seviyesinin geçen yıllara göre oldukça düşmesine neden olmuştur. Bu suretle gölde su seviyesi önceki yıllarındakinin oldukça altına ulaşmıştır. Artüz ve Korkmaz (1981), 1973-1977 yılları arasında Uluabat Gölü'nde yaptıkları çalışmalarında gölün 2-8 m arasında değişken derinlikte bir su külesinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Demir ve ark. (1998)'nin bildirdiğine göre, daha önceki kayıtlarda gölün 7.50 m derinlikte olduğu, buna karşın mevcut durumda ortalama 3 m derinliğine sahip olduğunu ve bu derinliğin yaz aylarında 0.5-1 m 'ye kadar düştüğünü belirtmişlerdir. Karacaoğlu (2000), Uluabatın fitoplanktonları üzerine yaptığı çalışmada ise Temmuz 98 – Haziran 99 tarihleri arasında gölün derinliğini 2.31 m (Eylül 98) ile 5.04 m (Mart 99) arasında tespit etmiştir. Araştırmacı tüm yıl boyunca yağışların bol olmasının göl seviyesinin son 20 yıldır gözlenen maksimum seviye olduğunu vurgulamıştır. Dalkıran (2000), Uluabat Gölü'nün algleri üzerine yaptığı çalışmada aynı durumu gözlemlemiştir. Ancak çalışma periyodumuz sırasında özellikle yaz aylarında derinliğin azalmasına rağmen, asla 0.5 - 1 m 'ye kadar düşmemiştir. Buna karşılık yağışların en bol olduğu Ocak – Mart tarihleri arasında dahi gölün derinliği daha önceki kayıtlarda belirtildiği gibi 7.5 m'yi yükselmemiş, ~ 3-4 m seviyelerinde kalmıştır. Bu durum yaklaşık olarak son 20 yıl içerisinde göl derinliğinin en az 2.5 m kadar düştüğünü göstermektedir. Bu durumun oluşmasında, göl tabanının her yıl havzadan gelen sedimanla hızla dolmasının etkili olduğu düşüncesindeyiz. Demir ve ark. (1998) 'da gölün sedimantasyonla her yıl bir miktar daha sığlaştığını ve küçüldüğünü belirtmişlerdir.

Suların bakteriyolojik yönden incelenmesinde indikatör organizma olarak kullanılan koliform grubu bakteriler 100 ml'deki en muhtemel sayıları 100.000'den fazla ise incelenen su kaynağı çok kötü kirlenmiş su olarak

nitelendirilir (Anonim 1988). Fekal koliform veya fekal Streptokok grubuna dahil bakteriler sulardaki fekal kirliliğin tesbit edilmesinde indikatör olarak kullanılmaktadırlar (Veissman ve Hammer 1993). 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* 'dır (Hutchinson ve Ridgway 1977). İndikatör mikroorganizmaların sulardaki mevcudiyeti bu su kaynağının insan ve sıcak kanlı hayvanlar tarafından kirletilmiş olduğunu göstermektedir (Pelczar ve ark. 1981). *Escherichia coli* ve diğer koliform bakterilerin, suda belli miktarlarda bulunması, aynı ortamda patojenik bakterilerin de mevcut olabileceğinin bir göstergesi olmaktadır (Geldreich 1970). Metcalf (1979)'a göre bir kişi günde 100-400 milyar arası koliform organizma ve diğer bakteri türlerini deşarj etmektedir. Bazı koliform türleri insanlara zararsız olup biyolojik atıksu arıtma sistemlerinde, organik maddenin parçalanmasında kullanılmaktadır (La Riviera 1981). Fekal koliformlar, fakültatif anaerobik olup sıcaklığa dayanıklı bakterilerdir. Fekal koliformların sayısı, ortam koşulları ile yakından ilgili olduğu için farklı yerlerde farklı sayılarda bulunurlar (Anonim 1977). Ünlü ve Uslu (1999), 1993-1996 yılları arasında DSİ tarafından Elazığ – Hazar Gölü'nde yapılan bakteriyolojik analizlerden yola çıkarak yaptıkları araştırmada toplam koliform sayısının Sivrice İlçesi sahili ve Tekevler'in bulunduğu sahilde özellikle 1994 Temmuz ayında 31.000 sayı/100 mL olarak saptamışlardır. Özellikle 1993-1994 yıllarında rekreasyon amacıyla kullanılan gölde istenilen standartların sağlanmadığı ve koliform sayılarında yaz aylarında oldukça bir yükselmenin görüldüğü ancak 1995-1996 yıllarında Temmuz ayı haricinde diğer aylarda 1000 toplam koliform (EMS/100 mL) ve 200 fekal koliform (EMS/100 mL) sınır değerlerinin sağlandığı belirtilmiştir. Yine Elazığ-Hazar Gölü'nde Kırımhan ve ark. (1994), Nisan 1992 – Eylül 1992 tarihleri arasında on örnekleme istasyonundan aylık olarak tespit ettikleri su analizlerinin sonucunda numunelerde koliform sayısının kıyıya yakın ve özellikle sosyal tesisler çevresinde kirlenmenin önemli boyutlara ulaştığını belirlemişlerdir. Buna göre, koliform sayısı bazı tesislerin kıyısında ve özellikle en yoğun kullanımın görüldüğü Temmuz ayında > 2400 EMS/100 mL olarak belirlenmiş, bunun yanı

sıra Sümerbank, Çimento fabrikası, Elazığ belediyesi ve Maliye'ye ait dinlenme tesislerinin kıyılarından alınan su örneklerinde *Escherichia coli* varlığı tespit edilmiştir. Özellikle bakteriyolojik kirlenmenin yaz aylarında oldukça yüksek düzeylere çıktığını vurgulamışlardır. Samastı ve ark. (1989), İstanbul Terkos Gölü ve Büyükçekmece Göllerinde koliform bakteri sayısının > 1100 EMS/100 mL olarak belirlemiştir. Araştırmacı yine yaz aylarındaki bakteriyal artışı dikkat çekmiştir. Kiran (2000) ise İstanbul – Büyükçekmece Gölü'nden aldığı su numunelerinde Bahsayış istasyonunda total koliformu 170-8760 EMS/100 mL arasında, fekal koliformu 0-230 EMS/100 mL; Çakıldere istasyonunda total koliformu 280-3440 EMS/100 mL arasında, fekal koliformu 0-200 EMS/100 mL arasında; Tepecik istasyonunda total koliformu 221-14570 EMS/100 mL arasında, fekal koliformu 0-40 EMS/100 mL arasında saptamıştır. Araştırmacı özellikle yaz ayları ve Eylül ayında koliform sayılarında çok yüksek artış gözlemlemiştir. Islam ve ark. (1994), Bangladeş'teki tatlısu çevrelerindeki fekal kirlenme üzerine araştırmalar yapmışlardır. Mayıs 1988 – Nisan 1989 arasında çeşitli su kaynaklarından elde ettikleri sonuçlara göre Ağustos ayında 6.1×10^4 – 1.88×10^5 cfu/100 mL arasında, Ocak ayında 1.63×10^3 – 1.28×10^4 cfu/100 mL arasında koliform bakteri saptamıştır. Bergstein ve ark. (1991), İsrail Kinneret Gölü'nde fekal kirlenme indikatörlerinin dağılımı üzerine yaptıkları çalışmalarında; Temmuz 1983 – Temmuz 1984 arasında göl kenarında yerleşim bölgesi olan istasyonlarda yaz aylarında çok yüksek sayılarda ($\sim 10^6$ EMS/100 mL) fekal koliform saptamışlardır. Araştırmacılar kış aylarında ise değerlerin $\sim 10^2$ - 10^3 EMS/100 mL arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Alkan ve ark. (1999), Uluabat Gölü'nün doğu kısmında belirlenen noktalardan numuneler almış ve bu örnekler üzerinde Pour-Plate (Dökme plak) metodu ile toplam koliform ve *Escherichia coli* sayımları yapmışlardır. Araştırmacılar, Nisan 1998'de Gölyazı - Turbel Fabrikası yanı, Gölyazı Köyü, Akçapınar Köyü, Fadıllı Köyü, Akçalar Köyü açıkları, Akçalar Kerevitaş Fabrikası açıkları ve Gölyazı Ada Ucu olmak üzere çeşitli göl merkezine doğru mesafelerden 7 istasyon belirlemiştir. Sonuçlara göre sırasıyla toplam koliform ve *Escherichia coli* sayılarına göre Gölyazı Turbel Fabrikası yanında 35000 cfu/100 mL ve 14700 cfu/100 mL; Gölyazı Köyü istasyonunda 1600 cfu/100 mL ve 1400 cfu/100 mL;

Akçapınar Köyü istasyonunda 2360 cfu/100 mL ve 2000 cfu/100 mL; Fadilli Köyü istasyonunda 2600 cfu/100 mL ve 2700 cfu/100 mL; Akçalar açığı istasyonunda 700 cfu/100 mL ve 400 cfu/100 mL; Akçalar Kereviş Fabrikası açıkları istasyonunda 71000 cfu/100 mL ve 5000 cfu/100 mL ve Gölyazı ada ucu istasyonunda 4100 cfu/100 mL ve 1800 cfu/100 mL olarak saptanmıştır. Araştırmacılar, araştırma sonuçlarına göre gölün su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre birkaç noktasının IV. Sınıf (çok kirlenmiş su) olmasına karşın diğer noktaların III. Sınıf (kirli su) olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Yaptığımız çalışmada I. İstasyondan alınan numunelerde ortalama toplam ve fekal değerleri sırasıyla 1057000 ± 2133135.63 EMS/100 mL ve 97066.66 ± 210815.04 EMS/100 mL; II. İstasyonda $10240833.33 \pm 13174240.33$ EMS/100 mL ve 853250 ± 1038385.99 EMS/100 mL; III. İstasyonda 732833.33 ± 936153.42 EMS/100 mL ve 69583.33 EMS/100 mL; IV. İstasyonda 861666.66 ± 1204996.06 EMS/100 mL ve 71475 ± 121885.19 EMS/100 mL ve V. istasyonda 21577500 ± 27259360.74 EMS/100 mL ve $1939416.66 \pm 2806523.32$ EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. Bu değerler gölün bakteriyolojik incelenmesinde standartların oldukça üstünde olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla Göl çevresindeki yerleşim birimleri ve irili ufaklı fabrikalardan atıkların herhangi bir arıtıma uğramadan verildiği veya arıtmaların yetersiz kaldığından dolayı total ve fekal koliform değerlerine göre kirlilik yüksek boyutlardadır. Ayrıca çalışmamızda her istasyonda fekal ve toplam koliform değerlerinde kıştan yaz doğru yüksek bir artış görülmektedir. Bu durum diğer araştırmacılarla aynı paralelliktedir. Kışın koliform sayılarının az çıkmasının sebebi yağmur sularıyla olan seyrelmenin bir sonucudur. Yaz aylarında değerlerin oldukça yüksek çıkmasının sebebi ise yağış yokluğu sebebiyle seyrelmenin azalması, bu aylarda fabrikaların tam kapasite ile çalışmaları ve sezonluk olanlarının da faaliyete geçmesinden dolayı atıkların suya verilmesindeki artıştır. Ayrıca yaz aylarında su derinliğinin azalmasından ötürü yüzeysel suların, sedimentle karışması da bu duruma katkıda bulunmaktadır. Saptanan bu sonuçlara göre Uluabat Gölü fekal ve toplam koliform değerlerince su kontrol yönetmeliğine göre IV. Kalite yani çok kirli su durumundadır.

Suların rutin bakteriyolojik analizinde koliform testine ek olarak en çok kullanılan test toplam canlı sayımıdır. 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 kıtaiçi yüzeysel suların güvenilirliğini diğer bir ifade ile sağlığa zararlı olup olmadığını gösterme yönünden temel bir test olmamakla birlikte, suyun temizlik derecesini ölçmede yararlı bir kriterdir. Öte yandan doğal olarak yüksek sayıda bakteri içeren sular sağlığa az veya çok zararlı kabul edildiğinden toplam canlı sayımı suyun kirlilik derecesi hakkında bir fikir vermektedir. Düzenli olarak toplam canlı sayımı yapılan sularda bakteri sayısının aniden yükselmesi suyun herhangi bir nedenle kirlenmeye uğradığını gösterecektir, Fransa’da kıtaiçi 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 (Veissman ve Hammer 1993, Spencer 1984; Ünlütürk ve Turantaş 1998). Çalışmamızda 5 °C’de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalaması ise $13290216.66 \pm 29392667.06$ kob/ 1mL olarak; 25 °C’de toplam canlı sayımına göre tüm istasyonların genel ortalaması ise $79229883.33 \pm 200043473.16$ kob/ 1mL olarak; 35 °C’de toplam canlı sayımına göre ise tüm istasyonların genel ortalaması ise $84834566.66 \pm 214591257.17$ kob/ 1mL olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre Uluabat Gölü toplam canlı sayımına göre çok kirli su durumundadır.

Sonuçlara göre kirlilik bakımından V. istasyonun gölde en kirli istasyon durumunda olmasının nedeni, doğuda göle mansap olan Musa Deresi’nin Akçalar yöresi atıksularıdır. Akçalar’da mevcut Superfresh-Kerevitaş A.Ş.’nin arıtılıp deşarj edildiği söylenen, Akçalar Belediye Mezbahası ve Dona Gıda A.Ş. ‘nin arıtılmayan suları Musa Dere’ye verilerek Uluabat Gölü’ne ulaşmaktadır. Ayrıca Akçalar Belde’sinin hemen karşısında bulunan Gölyazı’da bulunan Su Ürünleri Kooperatifi tesisleri, Turbel Gıda A.Ş., Gökkurtlar ve Süthanaların de etkisi kaçınılmazdır. Tüm bunlara ilaveten V. istasyonun gölün neredeyse en sığ istasyonu olması da çok önemlidir. Bu durumda istasyonun yaz aylarında su seviyesi oldukça düşmekte ve alınan numuneler suyun

tabiatından dolayı sedimentle karışım durumunda kalmaktadır. Göl'de turbülans olması durumunda sedimentte bulunan bakterilerin suya karışma olasılığı çok fazla olmaktadır. Bunun sonucunda da gölün bu istasyona ait olduğu sınıf değerleri kötü yönde değişmektedir. Kirlilik durumuna göre V. istasyona takiben gelen II. İstasyonda saptanan değerlerin oldukça yüksek çıkması; Halilibey adasında sürdürülen hayvancılık atıklarının adanın doğu kısmından göle verilmesiyle oluşan, gölün kuzey batı kısmında yer alan irili ufaklı işletmelerin atıklarının özellikle peynir altı sularını göle vermelerinden ve buradaki yerleşim birimlerinde herhangi bir kanalizasyon sisteminin bulunmayışından ötürü atıkların suya verilmesinden ötürüdür. Kirliliğe göre I, III ve IV istasyonlar aynı düzeyde ele alınabilirler. Mustafakemalpaşa Çayı'nın göl kirlenmesi üzerine etkisi iki ayrı şekilde olmaktadır. Yayılı kirlenme; Camandar Köyü ile Mustafakemalpaşa ilçe merkezi arasında kalan yatak kesiminde faaliyette bulunan kum çakıl ocakları, tek tek ve noktasal olmakla birlikte, hepsi bir arada yayılı kirleticilik etkisi yaratmaktadırlar. Bu kesimde kum alırken örselenen yataktan akarsuya askıda katı madde geçmekte, bu katı maddeler ya akış yolunda akarsu yatağında birikmekte yada göle gidip orada çökelmektedirler. Çaya aşağı havzadaki noktasal kirletici etki, Mustafakemalpaşa kentinin bir kısım kanalizasyonu ile kent içinde mevcut 54 birimden müteşekkil deri sanayicileri deşarjından kaynaklanmaktadır. Bu iki deşarjın bir kısmı Mustafakemalpaşa Çayı'na giderken, esas büyük bölümü Mustafakemalpaşa Sol sahil sulama projesinin parçası olan Azatlı Drenajına deşarj olup doğrudan göle ulaşmaktadır. Bu durum, çalışmamızda III. İstasyon olarak seçilen istasyonun kirlenme durumunu açıklamaktadır. I. İstasyon gölün boşalımın gerçekleştiği Uluabat Göluyağı açıklarından seçilmiştir. Bu istasyon yaz aylarında yoğun su otları ile kaplamaktadır. Ancak yılda birkaç kez özellikle kış aylarında gölü drene eden Kocasü Deresinde ters akım oluşmakta ve dere göle boşalmaktadır. Böylece gölün kirlenmesine sebep olmaktadır. IV. İstasyonun kirlenme faktörü ise Eskikaraağaç mevkiinin kanalizasyona sahip olmaması ve evsel atıkların fosseptik çukurlarda toplanmasıdır. Böylece göl kıyısında bulunan evlerden göle evsel atıklar karışmaktadır.

Uluabat Gölü'nün mevcut kirliliğinden kurtulması veya en azından daha fazla kirlenmesini önlemek için bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

a – Kısa Vadede Uygulanabilecek Öneriler

Aritma tesisi bulunan sanayi kuruluşlarının denetimleri sık ve sürekli yapılmalıdır. Denetimlerde sadece arıtma tesisinin çalışıp çalışmadığı değil, tesisin hangi kapasitede ve ne düzeyde arıtma yaptığına da bakılmalıdır. Bu amaca yönelik olarak, sürekli bir izleme ve değerlendirme biriminin acilen Çevre İl Müdürlüğü bünyesinde kurulması gerekmektedir. İlgili kuruluş eğer laboratuvar yönünden yetersiz ise, diğer kuruluşlar ve Üniversite ile işbirliğine gidilerek bu sorun çözümlenebilir. Tüm bunlar için;

1. Uluabat Gölü'nün çevresel sorunları sürekli kamuoyunun gündeminde tutulmalıdır. Basın ve yayın organlarının konuyu iyice işlemeleri ve halka maletmeleri sağlanmalıdır. Bunun için gerekirse yerel TV'lerde açık oturumlar ve tartışmalar yapılabilir.
2. Göl havzasında devletin ve özel sektörün yapacağı yatırımların basın ve yayın yolu ile kamuoyuna duyurulması gerekmektedir. Bu tesislerin halkın önünde tartışılmadan hemen yapımına geçilmemelidir. Bu bağlamda, gölün güney sahilinden geçirilmesi planlanan otoyolun çevresel etkileri bütün çıplaklığı ile kamuoyuna yansıtılmalıdır.
3. Arıtma tesisi bulunmayan sanayi kuruluşlarından, kirleticiliklerini azaltacak ve tedricen yok edecek arıtma tesisi yaptırma projeleri için zamana dayalı taahhütler alınmalıdır.
4. Göl çevresindeki küçük yerleşim yerlerinin atıksuları ise kurulacak bir kanalizasyon ağı ile toplanmalı ve mümkün olabilecek en ucuz yöntemle arıtılmalıdır.
5. Uluabat Gölü'nün kirlilik kaynakları özenle belirlenerek, göl kıyısındaki foseptik ve ahırlar uzaklaştırılmalı, göle kirlilik getiren akarsulara atıksu deşarjı önlenmelidir.
6. Uluabat Gölü havzasında bulunan ve belli büyüklüğü aşan yerleşim birimlerine (örneğin; Mustafakemalpaşa, Orhaneli, Harmancık ilçeleri ile Akçalar Beldesi) evsel atıksuları için mutlaka toplu arıtma tesisleri

kurdurulmasının yolları aranmalıdır. Aynı durum endüstriyel kuruluşlar için de geçerlidir.

7. Havzada erozyonu hızlandırıp, gölün sedimentasyonla dolmasını çabuklaştıran faaliyetlerin durdurulması için girişimlerde bulunmalıdır. Arazilerin yeteneklerine uygun olmayan kullanımlarına; orman arazilerinin toprak işlemeli tarıma açılmasına, tarım topraklarının kentsel yerleşim ve sanayi tesisi gibi tarımdışı amaçlarla kullanılmasını ve orman arazilerini tahrip edici yakacak, gelir temini amaçlı ağaç kesimine, maden ocağı ve taşocağı gibi işletmelerin gölü sedimentasyonla doldurmasına kesinlikle izin verilmemelidir.
8. Ramsar Sözleşmesi uyarınca Uluslararası listeye dahil edilerek koruma altına alınan Uluabat Gölü ile ilgili olarak daha önce hazırlanmış planlama, programlama, projelendirme, koruma ve yönetim çalışmaları en kısa sürede ele alınmalı; planı bulunmayan yerlerde ve ilgili kamu kurum ve kuruluşları anılan sözleşmenin hükümlerine göre işlem yapmaya hemen başlamalıdır.
9. Göl kıyısında bulunan köylerin ve beldelerin köyü kirliletmeyecek yatırımlarla kalkındırılması, örneğin doğa turizmine yönelik teşviklerinin artırılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.
10. Göl havzası ile ilgili yapılacak çalışmalarda diğer illerin Valilik ve Kamu kuruluşları ile koordinasyon kurulmalıdır.

b- Orta Vadede Uygulanacak Öneriler

1. Çınarcık Barajından getirilerek, göle boşaltılacak temiz suyla, kirliliğin seyrelmesini sağlayacak olan bir proje düşünülmelidir.
2. Gölün sedimentasyonla dolmasının en temel nedenlerinden birisi olan Mustafakemalpaşa Çayının su toplama havzasını oluşturan yüksek ve eğimli arazilerdeki orman örtüsünün tarım arazisi kazanmak, yakacak ve gelir sağlamak amacıyla yok edilmesine zemin hazırlayan ekonomik ve sosyal nedenler ortadan kaldırılmalıdır.

3. Uluabat Gölü ve çevresindeki tüm değişimlerin kolaylıkla izlenebilmesi ve daha önce üretilmiş haritaların, raporların çok uzun bir çalışma gerektirmeden güncelleştirilmesini sağlayacak "Uluabat Gölü Bilgi Sisteminin (UGBİS)" kurulması gerekmektedir.

c- Uzun Vadede Uygulanacak Öneriler

1. Erozyonu önleyecek geniş kapsamlı çalışmalar, projeli ve büyük yatırımlar gerekmektedir.
2. Havzanın tümü için "Havza Yönetim Planı" hazırlatılıp, o plan çerçevesinde hareket edilmelidir.



7. KAYNAKLAR

AKSOY, E., M.A. ÇULLU ve H. ERGÜN. 1997. Bursa İlinde Doğal Kaynaklardaki Olumsuz Değişimlerin Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafik Bilgi Sistem Teknikleri. TUFUAB III. Uzaktan Algılama ve Türkiyedeki Uygulamaları Semineri, 16-18 Mayıs 1997, Bursa, 22 s.

ALKAN, U., S. ÇALIŞKAN ve Ü. MESCİOĞLU. 1999. Uluabat Gölü'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. Ekoloji-Çevre Dergisi, 9, 33, 3-5.

ALDERISIO, K.A. ve N. DELUCA. 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. Cornell University, Second Edition, p. 46-122.

ALGUR, Ö.F. 1988. Erzurum Ovasındaki Bazı Köylerin İçme Sularının Mikrobiyolojik Analizleri, Doğa Tr. J. Biol., 12, 1-5.

ALONSO, J.L., A. SORIANO, O. CARBAJO, I. AMOROS ve H. GARELICK. 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.

ANDERSON, J.C. ve J.S. LEVINE. 1986. Relative Rates of Nitric Oxide and Nitrous Oxide Production by Nitrifiers, Denitrifiers and Nitrate Respirers. Applied and Environmental Microbiology, 61 : 299-304.

ANONİM, 1977. WHO, Guidelines for Health Related Monitoring of Coastal Water Quality. World Health Organization Regional for Europe, Copenhagen, 34 p.

ANONİM, 1981. American Society for Microbiology, Manual of Methods For General Bacteriology, Washington, 232 p.

ANONİM, 1984. Difco Manual of Dehydrated Culture Media and Reagents for Microbiology. 10. Edition, Difco Laboratories, Detroit, Michigan, 896 p.

ANONİM, 1988. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği – I. Bölüm, Resmi Gazete, Sayı : 19919, 4 Eylül 1988, 13-73.

ANONİM, 1990. DSİ Raporları 1986-1990 Yılları Arasında DSİ I. Bölge Müdürlüğü Tarafından Yapılan Kimyasal Analiz Sonuçları. DSİ I. Bölge Müdürlüğü, Bursa, 34 s.

ANONİM, 1991. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, Resmi Gazete, Sayı : 20748, 7 Ocak 1991, 2-39.

ANONİM, 1992. Uluabat II. Merhale Sulama Projesi İstikşaf Raporu. DSİ I. Bölge Müdürlüğü, Bursa, 16 s.

ANONİM, 1997. Uluabat Gölünde Yabancı Ot Sorunları Konusunda Yapılan Çalışmalarla İlgili Gezi Raporu, 18 s.

ANONİM, 1998. Uluabat Gölü. T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müd., 27 s.

ANONİM, 1999. Uluabat Gölü ve Havzasındaki Çevre Etkileri, Projelerimiz ve Ramsar Uygulamaları. DSİ I. Bölge Müdürlüğü, 20 s.

ARAUJO, M.R., M.R. ARRIBAS, F. LUCENA ve R. PARES. 1989. Relation Between *Aeromonas* and Faecal Coliforms in Freshwaters. J. Appl. Bact., 67, 213-217.

ARTÜZ, M.İ. ve K. KORKMAZ. 1981. Su Kirlenmesi Açısından Apolyont Gölünde Yapılan Araştırmalara İlişkin Ön Rapor. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Su Kirlenmesi Araştırmaları Kısımı, 50 s.

ATICI, T. 1997. Sakarya Nehri Kirliliği ve Algler. Ekoloji-Çevre Dergisi, 24, 28-32.

BEN-DAN, T.B., B. SHTEINMAN, Y. KAMEIR, O. ITZHAK ve A. HOCHMAN. 2001. Hydrodynamical Effects on Spatial Distribution of Enteric Bacteria in the Jordan River – Lake Kinneret Contact Zone. Water Research, 35, 311-314.

BERGSTEIN, T., B. DAN ve L. STONE. 1991. The Distribution of Fecal Pollution Indicator Bacteria in Lake Kinneret. Wat. Res., 25 : 263-270.

BERGSTEIN, T., B. DAN ve F. KOPPEL. 1992. Indicator Bacteria for Fecal Pollution in The Littoral Zone of Lake Kinneret. Wat. Res., 26 : 11, 1457-1469.

BETLACH, M.R., J.M. TIEDJE ve R.B. FIRESTONE. 1981. Assimilatory Nitrate Uptake in *Pseudomonas fluorescens* Studies Using Nitrogen. 13. Arc. Microbiol. 128 : 135-140.

BOCK, E. ve H. KNOOPS. 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, 631 p.

BOCK, E., H. KNOOPS, B. AHLERS ve H. HARMS. 1992. Oxidation of Inorganic Nitrogen Compounds as Energy Source. In A. Blows et al (Eds.), The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria : Ecophysiology, Isolation, Identification, Applications. Springer-Varlag, New York, 631 p.

BOZTEPE, H., 1985. Seyhan Nehrindeki Bazı Kirlilik Parametrelerinin Saptanması. Çevre 86 Sempozyumu, İzmir, s. 1-34.

BROWN, L.R., A. DURNING, C. FLAVIN, H. FRENCH ve J. JACOBSEB. 1993. Dünyanın Durumu 1993, World Watch Enstitüsü Raporu, TEMA Vakfı Yayını No 4., 23 s.

BUCHANON, R.E. ve N.E. GIBBONS. 1974. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 8 th. Edition. The Williams and Wilkins Company, Baltimore, 1574 p.

BUSSMANN, I. ve W. REICHARDT. 1991. Sulfate Reducing Bacteria in Temporarily Oxidic Sediments with Bivalves. Marine Ecology Progress Series, 78 : 97-102.

BYAMUKAMA, D., F. KAMSIIME, R.L. MACH ve A.H. FARNLEITNER. 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.

CHRISTENSEN, J.P. 1989. Sulfate Reduction and Carbon Oxidation Rates in Continental Shelf Carbon Transport. Continental Shelf Research, 9, 3 : 97-102.

COOK, C.D.K., B.J. GUT, E.M. RIX, J. SCHNELLER ve M. SEITZ. 1974. Water Plants of the World. The Pitman Press, England, p. 2-54.

DALKIRAN, N. 2000. Uluabat Gölünün (Bursa) Epipelik, Epifitik ve Epilitik alglerinin Mevsimsel Değişimi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 89 s.

DEMİR, A.O., E. AKSOY ve T. TORUNOĞLU. 1998. Uluabat Gölünün Çevresel Sorunları ve Çözüm Önerileri. T.C. Bursa Büyükşehir Belediyesi yerel gündem 21 Genel Sekreterliği Uluabat Çalışma Grubu, 25 s.

DEMİRCİOĞLU, G. 1993. Akarsu Kirliliğinin Matematiksel Modellenmesi İçin Yapılan Çalışmalar. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl., Bitirme Ödevi, İzmir, 44 s.

DEMİRHİNDİ, Ü. 1972. The Preliminary Planktonic Investigation in the Coastal Lagoons and Several Brackish Water Lakes of Turkey. I.Ü. Fen Fak. Mec. 37 (3-4) : 205-232.

DO, H.K., K. HAMASAKI, K. OHWADA, U. SIMIDU, T. NOGUCHI, Y. SHIDA ve K. KOGURE. 1993. Presence of Tetrodotoxin and Tetrodotoxin-Producing Bacteria in Freshwater Sediments Applied and Environmental Microbiology, 3934- 3937

DROOP, M.R., H.W. JANNASCH. 1977. Advances in Aquatic Microbiology, vol. 1 (Academic Press. London), 347 p.

DÜLGER, B. 1997. Nilüfer Çayında Bazı Bakteriyolojik Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, 76 s.

EASHWAR, M., S. MARUTHAMETHU ve K. BALAKRISHMAN. 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.

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.

ERDUR, D. 1990. İzmir Körfezine Dökülen Nehir ve Derelerdeki Azot Kirliliği. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl. Bitirme Tezi, Bornova-İzmir, 56 s.

FALCAO, D.P., R.V. VALENTINI ve C.Q.F. LEITE. 1993. Pathogenic or Potentially Pathogenic Bacteria as Contaminants of Fresh Water from Different Sources in Araraquara, Brazil. Wat.Res., 27 : 1737-1741.

FARAG, A.M., J.N. GOLDSTEIN, D.F. WOODWARD ve M. SAMADPOUR. 2001. Water Quality in Three Creeks in the Back Country of Grand Teton National Park, USA. Journal of Freshwater Ecology, 16 (1), 135-143.

FINSTEIN, M.S. 1972. Pollution Microbiology a Laboratory Manual. Marcel Dekker Inc., New York, 213 p.

FRANCES, N., H. HORNBY ve P.R. HUNTER. 1991. The Isolation of *Listeria* species from fresh-water sites in Cheshire and North Wales, Epidemiol Infect., 107, 235-238

GELDREICH, E.E. 1970. Applying Bacteriological Parameters to Recreational Water Quality, J. American Water Works, 62 : 113-120.

GRAM, L., A. BUNDVAD, J. MELCHIORSEN, C. JOHANSEN ve B.F. VOGEL. 1999. Occurrence of *Shewanella algae* in Danish Coastal Water and Effects of Water Temperature and Culture Conditions on Its Survival. Applied and Environmental Microbiology, 65(9), 3896-3900.

GRANT, J. ve U.V. BATHMANN. 1987. Swept Away : Resuspension of Bacterial Mats Regulates Benthic-Pelagic Exchange of Sulfur. Science, 236:1472-1474.

GÜRGÜN, V. ve A.K. HALKMAN. 1990. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. Gıda Teknoloji Derneği, Yayın no. 7, 2. Baskı, Ankara, s. 2-98.

HARWOOD, V.J., J. BUTLER, D. PARRISH ve V. WAGNER. 1999. Isolation of Faecal Coliform Bacteria From The Diamondback Terrapin (*Malaclemys terrapin centrata*). Applied and Environmental Microbiology, 65 (2), 865-867.

HENRIKSEN, K., J.I. HANSEN ve T.H. BLACKBURN. 1981. Rates of Nitrification, Distribution of Nitrifying Bacteria and Nitrate, Fluxes in Different Types of Sediment From Danish Water. Marine Biology, 61 : 229-304.

HUTCHINSON, M. ve J.W. RIDGWAY. 1977. Microbiological Aspects of Drinking Water Supplies In : FA Skinner, JA Shewan "Aquatic Microbiology" The Society for Applied Bacteriology Symp. Series, No 6, Academic Press, New York, 563 p.

ISLAM, M.S., M.J. ALAM, S.J. KHAN ve A. HUQ. 1994. Faecal Pollution of Freshwater Environments in Bangladesh. Intern. J. Environ. Stud., 46 : 161-165.

IŞIK, M., B. TOPALOĞLU ve G. BAKAN. 1999. Kızılırmak Deltası Drenaj Kanallarında Kirlilik Araştırılması. Ekoloji – Çevre Dergisi, 31, 14-19

IWANE, T. ve K. YAMAMOTO. 2001. Possible Impact of Treated Wastewater Discharge on Incidence of Antibiotic Rezistant Bacteria in River Water. *Water Science and Technology*, 43 (2), 91-99.

İNAN, M., R. BEKTAŞ ve B. ERGÜN. 1997. Uluabat Gölü Çevre Durum Raporu. T.C. Çevre Bakanlığı Bursa Valiliği, İl Çevre Müdürlüğü, Bursa, 32 s.

JANNASCH, H.W., H.G. TRUPER ve J.H. TUTTLE. 1972. Microbial Sulfur Sycle 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.

JORGENSEN, B.B. ve F. BAK. 1991. Pathways and Microbiology of Thiosulfate Transformations and Sulfate Reduction in a Marine Sediment (Kattegat, Denmark). *Applied and Environmental Microbiology*, 57, 3 : 847-856.

JORGENSEN, K.S. 1989. Annual Pattern of Denitrification and Nitrate Ammonification in Eustarine Sediment. *Applied and Environmental Microbiology*, 55, 7-15.

JOYCE, T.M., K.G. MCGUIGAN, M. ELMORE-MEEGAN ve R.M. CONROY. 1996. Inactivation of Faecal Bacteria in Drinking Water by Solar Heating. *Applied and Enviromental Microbiology*, 62 (2), 399-402.

KAPLAN, M. ve S. SÖNMEZ. 2000. Belek Özel Çevre Koruma Alanı Akarsularının Su Kalitelerinin ve Kirleticilerinin Değerlendirilmesi. *Ekoloji – Çevre Dergisi*, 34, 21-26.

KARACAOĞLU, D. 2000. Uluabat (Bursa) Gölünün Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86 s.

KARPUZCU, M. 1991. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, İstanbul : Kubbe Altı Neşriyatı, 56 s.

KAYAR, N. ve A. ÇELİK. 2001. Manisa İli İçme Sularında Florür Düzeylerinin İyon Seçici Elektrot ile Saptanması. Ekoloji – Çevre Dergisi, 40, 9-11.

KIRAN, A. 2000. Determination of Some Bacteriological Pollution Parameters at Büyükçekmece Lake. Fatih University, Institute of Sciences and Engineering, Master Thesis, 63 p.

KIRIMHAN, S., F., KEVEN ve N. ARAL. 1994. Hazar Gölünde Bakteriyolojik Kirlenme. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Çevre Sektörünü Kitapçığı, Edirne, s. 53-60

KIVANÇ, M., B. KUNDUHOĞLU, S. ATİK ve B. MALKAÇOĞLU. 1996. Eskişehir İçme ve Kullanma Sularının Bakteriyolojik Kirliliği. Ekoloji – Çevre Dergisi, 19, 19-21.

KOOPS, H. ve U.C. MULLER. 1992. The Litotrophic Ammonia-Oxidizing Bacteria. In A. Blows et al (Eds.), The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria : Ecophysiology, Isolation, Identification, Applications. Springer-Varlag, New York, 631 p.

KOLANKAYA, N., S. GÖK, N. SAĞLAM ve E. CANSUNAR. 1986. Seka (Afyon-Çay) Fabrikası Atık Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Yönden İncelenmesi ve Karamık Gölü'ne Etkisinin Araştırılması. Çevre, 1, Ankara, 59-67.

KÖSE, S. 1990. Melez Çayında Atmosferin H₂S Emisyonlarının Araştırılması. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl., Bitirme Tezi, İzmir, 64 p.

KUENEN, J.G., L.A. ROBERTSON ve O.H. TUOVINEN. 1992. The Genera *Thiobacillus*, *Thiomicrospora* and *Thiosphaera*. In A. Balows et al (Eds.). The Prokaryotes. A Handbook on the Biology of Bacteria : Escophysiology, İsolation, Identification, Application. Springer-Verlag, New York, 631 p.

LA RIVIERA, L. 1981. Microbiology Lecture Notes. International Institute for Hydraulics and Enviromental Engineering, Delft, Holland, p. 178-212

MACFARLANE, G.T. ve R.A. HERBERT. 1984. Dissimilatory Nitrate Reduction and Nitrification in Estuarine Sediments. J. Gen. Microbiol. 130 : 2301-2308.

MARTY, D., G. ESNAULT, P. CAUMETTE, E. RANAIVOSON-RAMBELOARSOA ve E. BERTRAND. 1990. Denirtification, Sulfate Reduction and Methanogenesis in the Upper Sediments of a Mediterranean Coastal Lagoon. Oceanologica Acta, 13, 2 : 199-210.

MEDAMA, G. ve S. SCHETS. 1993. Occurrence of *Plesiomonas shigelloides* in Surface Water : Relationship with Faecal Pollution and Trophic State. Zbl. Hyg. 194 : 398-404.

METCALF, I. 1979. Wastewater Engineering. Second Edition, Boston, p. 104-178.

MONTUELLE, B., B. VOLAT, M. TORIO-FERNANDEZ ve E. NAVARRO. 1996. Changes in nitrobacter Serotypes Biodiversity in a River : Impact of a Wastewater Treatment Plant Discharge. Wat.Res., 30 : 1057-1064.

MÜEZZİNOĞLU, A. ve H. EFEOĞLU. 1990. Deniz Ortamında Organik Kirlilik Parametreleri. Dokuz Eylül Üniv. Fen Bil. Ens. Çevre-89-AR-066, Araş. Raporları, İzmir, 67 s.

NIEMI, R.M. ve J.S. NIEMI, 1988. Annual Variation and Reliability of Fecal Indicators in a Polluted River. Toxicity Assessment An International Journal, 3 : 657-677.

NIEMI, R.M. ve J.S. NIEMI, 1991. Bacterial Pollution of Waters in Pristine and Agricultural Lands. J. Environ.Qual., 20 : 620-627.

NIEMI, J.S., R.M. NIEMI ve P.M. PAJAKKO. 1994. Long-Term Temporal Variation of Hygienic Indicator Bacteria in a River. Verh. Internat. Verein. Limnol., 25 : 1901-1909.

NIX, P.G., M.M. DAYKIN ve K.L. VILKAS. 1993. Sediment Bags as an Integrator of Fecal Contamination in Aquatic Systems. Wat.Res., 27 : 1569-1576.

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 Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi no. 100, Bornova-İzmir, s 89-167

ÖZDEMİR, 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.

ÖZKANCA, R. ve K.P. FLINT. 1995a. Changes in Protein Patterns of *Escherichia coli* Under Starvation Stress in Lake Water. Doğa Tr. J. Biol., 19 : 399-406.

ÖZKANCA, R. ve K.P. FLINT. 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 K.P. FLINT. 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., Ö. SEÇMEN ve E. LEBLEBİCİ. 1996. Eber Gölü (Afyon) Bitki Örtüsü ve Kirlenme İlişkileri. Ekoloji – Çevre Dergisi, 120, 14-16.

PALMER, D.M., F.M. HOLLORAN ve J.M. ROBERTS. 1993. The Effects of Indicator Organisms in Wash Water Disposal on Mooring Embayments. J. Great Lakes Res., 19(2) : 352-360.

PARVEEN, S., K.M. PORTIER, K. ROBINSON, L. EDMISTON ve M.L. TAMPLIN. 1999. Discriminant Analysis of Ribotype Profiles of *Escherichia coli* for Differentiating Human and Nonhuman Sources of Faecal Pollution Applied and Enviromental Microbiology, 65 (7), 9142-3147.

PELCZAR, M.J., E.C.S. CHAN ve M.F. PELCZAR. 1981. Elements of Microbiology, McGraw-Hill Hamburg, p 231-279

POLO, F., M.J. FIGUERAS, I. INZA, J. SALA, J.M. FLEISHER ve J. GUARRO. 1998. Relationship between presence of *Salmonella* and indicators of faecal pollution in aquatic habitats. *Fems Microbiology Letters*, 160, 253-256.

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.

RHODES, W.M. ve H. KATOR. 1994. Seasonal Occurrence of Mesophilic *Aeromonas* spp. as a Function of Biotype and Water Quality in Temperate Freshwater Lakes. *Wat.Res.*, 28 : 2241-2251.

SAMASTI, M., M. ULUSAOY, T. AKICI, R. AKDEMİR ve H. ÖZDEMİR. 1989. Evaluation of Terkos Lake and its brooks, and Büyükçekmece Lake for Public Health. *Journal of Turkish Microbiology*, 19 (2-3) : 199-205.

SAMSUNLU, A. 1986. Çevre Mikrobiyolojisi. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak., İzmir, s. 103-156.

SEELEY, H.W. ve P.J. VAN DEMARK. 1972. *Microbes in Action A Laboratory Manual of Microbiology*. Selected Exercises From 2. Edition, p. 112-188.

SÜMER, B., R. İLERİ, A. ŞAMANDAR ve B. ŞENGÖRÜR. 2001. Büyük Melen ve Kollarındaki Su Kalitesi. *Ekoloji-Çevre Dergisi*, Cilt 10, Sayı 39, 13-18.

SPENCER, R. 1984. *Microbiological Quality Control*. Elsevier Applied Science Publ. p. 135-153.

ŞENGÜL, F. ve A. TÜRKMAN. 1991. Su ve Atıksu Analizleri Lab. Notları. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak., İzmir, s. 12-67.

TAMER, A.Ü., F. UÇAR, E. ÜNVER, İ. KARABOZ, M. BURSALIOĞLU ve R. OĞULTEKİN. 1989. Mikrobiyoloji Laboratuvar Kılavuzu 3. Baskı. Ege Üniv., Biyoloji Böl., Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı. E.Ü. Fen Fak. Teksirler Serisi No.55, İzmir, s. 312-376.

TORUNOĞLU, T., A. ERBİL, S. GÖLLÜ, E. ŞENTÜRK ve H. ÖNER. 1989. Örnek Çalışma : Uluabat Gölü ve Havzası. Su Kalitesi Gözlem ve Denetimi Semineri, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, DSİ Genel Müd. İçme Suyu ve Kanallar Daire Başkanlığı, s. 301-387.

TURICK, E.C., J.A. SEXSTONE ve K.G. BISSONNETTE. 1988. Freshwater Mussels as Monitors of Bacteriological Water Quality. Water, Air and Soil Pollution, 40, 449-460.

TÜRKMAN, A. 1981. İzmir Körfezine Dökülen Yan Derelerin Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri, Cilt II., 32 s.

USLU, O. ve A. TÜRKMAN. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, s. 14-43.

UTLU, F. ve H. ÇELEBİ. 1996. Peri Suyu'nun Hidrojeokimyasal Özellikleri. Ekoloji – Çevre Dergisi, 19, 12-17.

ÜNLÜ, A. ve G. USLU. 1999. Hazar Gölü'nde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. Ekoloji-Çevre Dergisi, 32, 7-13.

ÜNLÜTÜRK, A. ve F. TURANTAŞ. 1998. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, Çınarlı – İzmir, s. 2-325.

VEISSMAN, W. ve M.J. HAMMER. 1993. Water Supply and Pollution Control, Fifth Edition. Harper Collins College Publishers, New York, p. 45-189.

WETZEL, R.G. ve G.E. LIKENS. 1979. Limnological Analyses, Springer-Verlag Publisher, New York, p. 23-98.

YILDIRIM, A. ve S.M. ARAS. 1999. Oltu Çayı'nın (Çoruh Nehri) Su Kalitesinin Bazı Parametrelerindeki Yıllık Değişimler ve Su Ürünleri Açısından Değerlendirilmesi. Ekoloji – Çevre Dergisi, 31, 22-28.

YILMAZ, Z. 1983. Kirlenici Kaynaklardan Etkilenen Yeraltı Sularında Kirlilik Parametreleri İlgileri. Dokuz Eylül Üniv. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Böl., Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s. 2-32.

YÜCEL, E., F. DOĞAN ve M. ÖZTÜRK. 1995. Porsuk Çayında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri ve Halk Sağlığı İlişkisi. Ekoloji-Çevre Dergisi, 17, 29-32.

ZAR, J.H. 1984. Biostatistical Analyses. Printice-Hall International Inc. Second Edition. 185-309.

TEŞEKKÜR

Bu çalıŐmayı bana öneren, planlanmasında ve gerçekleŐtirilmesinde ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. C. Cem ERGÜL'e, çalışmalarına yaptığı katkılar ve önerileriyle sürekli desteğini gördüğüm Hidrobiyolog Engin ŞENTÜRK, DSİ evre Sorunları bölümünden Su İŞleri Müh. Taner TORUNOĞLU ve Kimya Müh. Sibel TORUNOĞLU'na ve manevi desteklerinden dolayı aileme teŐekkürlerimi sunarım.



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Muğla'da doğdu. İlk, Orta ve Lise tahsilini Muğla'da tamamladı. 1989 yılında Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümüne girdi. 1993 yılında aynı bölümün Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalından Bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans Eğitimine başlayıp ve Yabancı dil hazırlığına devam etti. 1994 Yılında Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi oldu. Yine aynı yıl aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansa başladı. 1997 yılında "Nilüfer Çayında Bazı Bakteriyolojik Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması" başlıklı Yüksek Lisans Tezini başarıyla tamamlayarak Bilimde Uzmanlık unvanını aldı. 1998 yılında aynı Enstitünün Doktora programına başladı. Halen aynı kadroda görevini sürdürmektedir.

EC YİSSEKÜÇETİM KODU
KONJANTASYON MERKEZİ