T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MERİÇ NEHRİ'NİN (EDİRNE) BAZI BAKTERİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE ÇEVRESEL FAKTÖRLERLE İLİŞKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

GÖNÜL BÜLBÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ.DR. BELGİN ELİPEK

EDİRNE-2013

MERİÇ NEHRİ'NİN (EDİRNE)

BAZI BAKTERİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE

ÇEVRESEL FAKTÖRLERLE İLİŞKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

GÖNÜL BÜLBÜL

YÜKSEK LİSANS

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2013

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

Prof.Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof.Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Belgin ELİPEK
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoloji Anabilim Dalında bir Yüksek lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri İmza

Doç.Dr. Belgin ELİPEK

Doç.Dr. Çiler MERİÇ

Yrd.Doç.Dr. Halide AYDOĞDU

Tarih: 03 / 09 / 2013

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

03 / 09 / 2013
Gönül BÜLBÜL

Yüksek Lisans Tezi

Meriç Nehri'nin (Edirne) Bazı Bakteriyolojik Özellikleri ve Çevresel Faktörlerle İlişkilerinin Değerlendirilmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma, Edirne il sınırları içerisinde yer alan Meriç Nehri'nin bazı bakteriyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve dağılımlarında etkili olabilecek çevresel faktörlerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirildi. Bu amaç doğrultusunda, nehirden seçilen istasyonlardan alınan su örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), total koliform (TK), fekal koliform (FK) ve *E.coli* bakterileri ve oranlarının yanı sıra, bazı fizikokimyasal özellikler (su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH, elektrik iletkenliği, toplam sertlik, magnezyum, kalsiyum, tuzluluk, klorür, toplam fosfat, NO_2-N, NO_3-N) belirlenmeye çalışıldı. Ayrıca, elde edilen veriler doğrultusunda, Meriç-Ergene Nehir Havzası'nın bu önemli akarsuyunun su kalitesi de bakteriyolojik açıdan değerlendirilerek, Meriç Nehri'nin sürdürülebilir kullanımı açısından da bazı önerilerde bulunuldu.

Yıl : 2013

Sayfa Sayısı : 86

Anahtar Kelimeler : Meriç Nehri, bakteriyoloji, çevresel faktörler, koliform bakteriler

Master's Thesis

Some Bacteriological Properties of Meriç River (Edirne) and Evaluation of Their Relationship with Environmental Factors

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Biology

ABSTRACT

This study was performed in Meriç River which is located at Edirne province to determine some bacteriological properties and environmental features which may affect their distribution. For this aim, while total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total coliform (TC), faecal coliform (FC) and *E.coli* bacteria and their portions were determined in water samples which were taken from selected stations in the River, it was determined some physicochemical features (water temperature, dissolved oxygen, pH, conductivity, total hardness, magnesium, calcium, total phosphate, NO_2-N and NO_3-N). Furthermore, while the quality class of the River was evaluated for bacteriological properties, some suggestions were made for sustainable usage of Meriç River

Year : 2013

Number of Pages : 86

Keywords : Meriç River, bacteriology, environmental features, coliform bacteria

TEŞEKKÜR

Lisans ve lisansüstü eğitimim boyunca yanımda olan ve hiçbir konuda desteğini, yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, tez çalışmam boyunca beni motive eden, her yönden örnek aldığım değerli hocam, Sayın Doç.Dr. Belgin ELİPEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve lisansüstü öğrenimim sırasında ve tez çalışmam boyunca değerli bilgilerinden ve deneyimlerinden yararlandığım ve desteğini esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Timur KIRGIZ'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Ve ayrıca,
Arazi ve laboratuar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen ve tecrübelerinden yararlandığım, Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı elemanlarından değerli hocam Sayın Araş.Gör.Burak ÖTERLER'e ve değerli arkadaşlarım Dr. Menekşe TAŞ, doktora öğrencisi Pınar ALTINOLUK ve Arş.Gör. Gazel Burcu Aydın'a; bakteriyolojik analizlerde büyük desteklerini gördüğüm değerli hocalarım Sayın Doç.Dr. Ayten KİMİRAN ERDEM (İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Biyoloji Bölümü) ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Halide AYDOĞDU'ya (T.Ü. Arda Meslek Yüksek Okulu); istatistiksel analizlerde yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Necdet SÜT'e (T.Ü. Temel Tıp Bilimleri Bölümü),

Ders aşamasında verdikleri desteği arazi çalışmalarım sırasında da gösteren, başta Suna DAŞ olmak Silivri Kolan Hospital Laboratuvarı çalışanı değerli arkadaşlarıma; arazi çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen Deva Holding Mikrobiyoloji Laboratuvar Şefim Sayın Levent ARSLAN'a ve değerli çalışma arkadaşlarım Elif KESKİNDİR SİLAHLI ve Berk AKERSOY'a,

TÜBAP-2011/48 No'lu proje kapsamında tezime maddi destekte bulunan Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Eğitim hayatım boyunca olduğu gibi yaşamımın her alanında yanımda ve destekçim olan, maddi ve manevi destekleriyle beni mutlu eden annem Mediha BÜLBÜL, babam Lazgi BÜLBÜL ve kardeşim Görkem BÜLBÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET…… i
ABSTRACT……. ii
TEŞEKKÜR…… iii
İÇİNDEKİLER…… v
KISALTMALAR…… vi
ŞEKİLLER DİZİNİ…… vii
TABLOLAR DİZİNİ…….. x
GİRİŞ…… 1
GENEL BİLGİLER……. 7
2.1. Çalışma Yerinin Tanımı……. 7
MATERYAL VE METOD……..…… 9
3.1. Arazi Çalışmaları…… 9
3.2. Laboratuar Çalışmaları…… 15
3.3. İstatistiksel Analizler…….. 24
BULGULAR …… 25
4.1. Bakteriyolojik Bulgular ……..… 25
4.1.1. Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular …….. 34
4.1.2. Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular …….. 42
4.1.3. *E. coli* Bakterilerine Ait Bulgular …… 50
4.1.4. Toplam Mezofilik Aerobik Bakterilere Ait Bulgular …… 51
4.2. Fiziksel ve Kimyasal Özelliklere Ait Bulgular …… 58
4.2. İstatistiksel Analizlere Ait Bulgular ……..…… 67
TARTIŞMA VE SONUÇ ……. 69
KAYNAKLAR ……..…….. 81
ÖZGEÇMİŞ ……. 86

KISALTMALAR

APHA : Amerikan Halk Sağlığı Birliği

Ca : Kalsiyum

Cl^- : Klorür

cm : santimetre

Ç.O. : Çözünmüş Oksijen

E.coli : *Escherichia coli*

E.İ. : Elektrik iletkenliği

EMB : Eozin Metilen Blue

EMS : En muhtemel sayı

FK : Fekal Koliform

FS^0 : Fransız Sertlik Derecesi

g : Gram

KOB : Koloni Oluşturan Birim

KOH : Potasyum Hidroksit

km : Kilometre

L : Litre

mL : Mililitre

Mg : Magnezyum

mg : Miligram

NO_2-N : Nitrit azotu

NO_3-N : Nitrat azotu

PO_4 : Fosfat

SİM : Simmon Sitrat Medium

SKKY : Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

TÇSV : Türkiye Çevre Sorunları Vakfı

TK : Total Koliform

TMAB : Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri

TS : Toplam sertlik

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

µm : Mikrometre

µS : Mikrosimens

ŞEKİLLER DİZİNİ **sayfa**

Şekil 2.1. Edirne Meriç Nehri'nde Akım Debileri …….…… 8

Şekil 3.1.1. Meriç Nehri'nin Coğrafik Konumu ve Örnekleme İstasyonları…… 10

Şekil 3.1.2. Kapıkule İstasyonu Genel Görünüm……. 12

Şekil 3.1.3. Sosyal Tesis İstasyonu Genel Görünüm…… 12

Şekil 3.1.4. Deşarj İstasyonu Genel Görünüm……. 13

Şekil 3.1.5. Bülbül Adası İstasyonu Genel Görünüm…… 13

Şekil 3.1.6. Bosnaköy İstasyonu Genel Görünüm…… 14

Şekil 3.2.1. Bakteriyolojik Analizlerde Kullanılan Membran Filtrasyon Sistemi …….. 17

Şekil 3.2.2. Membran Filtrayon Sisteminin Analizlerden Önce Steril Edilmesi 18

Şekil 3.2.3. Endo-NKS'de Gelişen Total Koliform Şüpheli Koloniler…….. 20

Şekil 3.2.4. mFC-NKS'de Gelişen Fekal Koliform Şüpheli Koloniler…… 20

Şekil 3.2.5. R2A Agarda Gelişen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteriler…… 21

Şekil 3.2.6. EMB Agarda İncelenen *E.coli* Şüpheli Koloniler……21

Şekil 4.1.1. Kapıkule İstasyonunda (1. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması …… 28

Şekil 4.1.2. Sosyal Tesisler İstasyonunda (2. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması…….. 29

Şekil 4.1.3. Deşarj İstasyonunda (3. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması…… 30

Şekil 4.1.4. Bülbül Adası İstasyonunda (4. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması ……. 31

Şekil 4.1.5. Bosnaköy İstasyonunda (5. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması…… 32

Şekil 4.1.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Bakteriyolojik Verilere Ait Ortalama Değerlerin Karşılaştırılması …… 33

Şekil 5.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Total Koliform Bakterilerin İstasyonlara ve Aylara Göre Dağılımlarının Karşılaştırılması …… 71

Şekil 5.2. Meriç Nehri'nde 3. İstasyon'a (Deşarj İstasyonu) Yakın Bölgeden Bir Görüntü ……..…… 72

Şekil 5.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Fekal Koliform Bakterilerin İstasyonlara ve Aylara Göre Dağılımlarının Karşılaştırılması …… 72

Şekil 5.4. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin Sıcaklıkla Değişimi 76

Şekil 5.5. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin pH ile Değişimi ……..…….. 77

Şekil 5.6. Meriç Nehri'nde Ç.O. ve Sıcaklık Değerlerinin Aylara Göre Karşılaştırılması ……..…… 78

Şekil 5.7. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin Ç.O. ile Değişimi ……. 78

Şekil 5.8. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin İletkenlik ile Değişimi …… 79

Şekil 5.9. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin Toplam Sertlikle Değişimi ……. 79

TABLOLAR DİZİNİ **sayfa**

Tablo 3.1.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarının Koordinatları…… 11

Tablo 4.1.1. Kapıkule İstasyonunda (1. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular …….. 28

Tablo 4.1.2. Sosyal Tesis İstasyonunda (2. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular …… 29

Tablo 4.1.3. Deşarj İstasyonunda (3. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular …… 30

Tablo 4.1.4. Bülbül Adası İstasyonunda (4. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular……. 31

Tablo 4.1.5. Bosnaköy İstasyonunda (5. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular …… 32

Tablo 4.1.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Bakteriyolojik Verilere Ait Ortalama Değerler …….. 33

Tablo 4.1.1.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Aralık Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 35

Tablo 4.1.1.2. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Ocak Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 36

Tablo 4.1.1.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Şubat Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 37

Tablo 4.1.1.4. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mart Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 38

Tablo 4.1.1.5. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Nisan Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 39

Tablo 4.1.1.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mayıs Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 40

Tablo 4.1.1.7. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Örneklenen Sularda EMS Yöntemiyle Belirlenen Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 41

Tablo 4.1.2.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Aralık Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 43

Tablo 4.1.2.2. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Ocak Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 44

Tablo 4.1.2.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Şubat Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular……... 45

Tablo 4.1.2.4. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mart Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular…… 46

Tablo 4.1.2.5. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Nisan Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular……..... 47

Tablo 4.1.2.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mayıs Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular……..... 48

Tablo 4.1.2.7. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Örneklenen Sularda EMS Yöntemiyle Belirlenen Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular……... 49

Tablo 4.1.3.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Örneklenen Sularda EMS Yöntemiyle Belirlenen *E.coli* Bakterilerine Ait Bulgular…… 50

Tablo 4.1.4.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Aralık Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular …..... 52

Tablo 4.1.4.2. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Ocak Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular ……..…..... 53

Tablo 4.1.4.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Şubat Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular …..... 54

Tablo 4.1.4.4. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Mart Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular …….. 55

Tablo 4.1.4.5. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Nisan Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular …..... 56

Tablo 4.1.4.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Mayıs Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular …..... 57

Tablo 4.2.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Ortalama Değerler…… 59

Tablo 4.2.2. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Aralık Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular…… 60

Tablo 4.2.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Ocak Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular…… 61

Tablo 4.2.4. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Şubat Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular…… 62

Tablo 4.2.5. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mart Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular……... 63

Tablo 4.2.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Nisan Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular……... 64

Tablo 4.2.7. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mayıs Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular…… 65

Tablo 5.1. Meriç Nehrinde EMS yöntemine göre ölçülen Total Koliform (TK), Fekal Koliform (FK) ve *E.coli* değerlerinin karşılaştırılması …… 74

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Su, tüm canlıların yaşamlarını sürdürmeleri için gerekli en önemli ihtiyaçlardan biri olup, hücrelerin faaliyetlerini devam ettirebilmeleri açısından da son derece mühimdir. Bu önemli madde, insan vücudunun % 65'ini oluştururken, yine insandaki kanın % 80-90'ı ile kasların % 75'ini ve bitkilerde ise yaş ağırlığın % 60-85'ini oluşturmaktadır [1]. Diğer yandan su, canlılar için yaşam ortamının oluşmasında temel bir öğe olduğu gibi, kendisi de başlı başına bir yaşam ortamıdır.

İnsan yaşamının her döneminde yaşamsal faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için gerekli en temel madde "SU"dur. İnsanoğlu, gerek yaşamsal gerekse ekonomik nedenlerden dolayı, üretim ve tüketim faaliyetlerini gerçekleştirirken, suyu hidrolojik çevrimden alır ve kullandıktan sonra tekrar döngüye bırakır. Bu işlemler sırasında suya karışan maddelerse suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişmesine yol açar. Özellikle son yıllarda, hızla artan nüfus, plansız kentleşme, gelişen endüstri, tarımsal mücadele ilaçlarının ve kimyasal gübrelerin bilinçsizce kullanılması, evsel kökenli atık sularla, mutfak, banyo ve diğer temizlik amaçlı kullanılan sular sayesinde oluşan kanalizasyon suları, doğal su kaynaklarına karışarak su kirliliğine neden olmaktadırlar.

Su, yaşamın devam etmesi için oldukça gerekli ise de, kullanılacak suyun kalitesi de büyük önem taşır. Suyun kalitesinde hidrolojik dolaşım, uygulanan arıtım ve dağıtım sistemi gibi değişik faktörler de önemli rol oynamaktadır.

Dünyada suya olan ihtiyacın artmasıyla birlikte, su kaynakları kalitesinin bilimsel yöntemlerle tespit edilmesi ve sürekli olarak izlenmesi son derece önemli bir hal almıştır. Su kalitesinin bilinmesi, suyun kullanım amacının belirlemesini sağladığı gibi, mevcut kalitenin korunması ya da iyileştirilmesi açısından da en önemli veridir [2].

Okyanuslar, denizler, göller, akarsular, kar ve buzullar ile yeraltı suları, dünyadaki en önemli su kaynaklarını oluştururlar. Bunların içinde yer alan akarsular ise, tatlı su kaynakları içerisinde oldukça büyük bir öneme sahiptir [3]. Ancak akarsuyun su toplama havzası içerisinde yer alan yerleşim alanlarından, sanayi tesislerinden, tarım arazileri gibi alanlardan gelen atık sular, akarsuya deşarj edilmeleri durumunda, suyun kalitesini olumsuz olarak etkileyebilirler ve akarsuda sadece katıldıkları bölgeyi değil, akarsuyun ulaştığı havza boyunca akarsu çevresini de etkilemektedir [3].

Ülkemiz bulunduğu coğrafik konum nedeniyle, içsular bakımından oldukça önemli kaynaklara sahiptir. Doğal göl, baraj gölü ve göletlerin toplam alanı 1.000.000 hektarın üzerinde olup, ülkemizdeki akarsuların toplam uzunluğu ise 177.714 km. 'dir. Ancak, hızlı nüfus artışıyla birlikte artan kentleşme ve tarımsal aktivitelerdeki gelişmeler, suların her geçen gün biraz daha olumsuz etkilenmesine, su ürünlerinden yararlanma gücünün azalmasına, tarım alanlarının kullanımının sınırlanmasına ve tarımsal ürün miktarının azalmasına yol açarken, yüzeysel sulara pek çok patojen ve patojen olmayan mikroorganizmaların bulaşmasına da neden olmaktadır.

Akarsuların izlenmesinde fizikokimyasal parametrelerin kullanılmasının yanı sıra, biyolojik verilerin de kullanılmaya başlanması son yıllarda oldukça önem kazanmıştır [4,5]. Bu amaç doğrultusunda akarsuların fizikokimyasal analizlerinin yanı sıra mikrobiyolojik açıdan da değerlendirilmesi, su kalitesinin belirlenmesinde güvenirliği daha da artırmaktadır [6]. Yüzeysel sularda, patojen mikroorganizmaların izlenmesinde, laktozu fermente edebilen “koliform bakteriler” indikatör organizmalar olarak kullanılırlar ve bu bakterilerin seviyelerinin değişiminde bazı çevresel faktörler (sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, yerel mikroorganizma populasyonu ile azot, fosfor gibi besin elementleri) de rol oynar [6].

İçsular, doğal yapılarında az miktarda mikroorganizmaya sahiptirler. Ancak ekolojik sistemde topraktan, havadan, hayvan-bitki artıklarından gelen mikroorganizmalar da su ortamlarına girerek suların mikroorganizma içeriklerini artırmaktadır [7]. Sularda yapılan bakteriyolojik araştırmalar, genelde suyun mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesine yönelik çalışmalardır. İçsuların mikroflorası çeşitli çevresel faktörlerin etkisi altındadır. Suyun kendi içsel özelliklerinden kaynaklanan çevresel faktörlerin yanı sıra, hızlı sanayileşme ve kentleşme ile gelen endüstriyel, evsel ve zirai atıkların etkileri de suların mikrofloralarında değişime neden

olmaktadır. Ayrıca, suyun doğal yapısında bulunmayan insan patojeni bakteriler genellikle kanalizasyon sularının deşarj edildiği içsularda görülebilir. Böyle sularda koliform grubu bakterilere, *Enterococcus*, *Salmonella* ve *Shigella* vb. bakterilerin yanı sıra, fekal koliform bakterilerine de rastlamak mümkündür [8].

Sudan kaynaklı hastalıklara neden olan patojen bakterilerin sudaki varlıkları indikatör mikroorganizmalar sayesinde belirlenir ve indikatör bakterilerin sahip olması gereken bazı özellikler (patojen bakterilerle aynı ortamda olmalıdırlar, patojenlerden sayıca fazla olmalıdırlar, patojenlerden daha hızlı ve ucuz yöntemlerle kolaylıkla izole edilmelidirler, yaşama yetenekleri patojen bakterilerden fazla olmalıdır, insan ve hayvanlar için zararsız olmalıdır, gibi) vardır [9]. Suların rutin analizlerinde fekal kirlilik indikatörleri olarak, bu özelliklere sahip olan total koliformlar ve fekal koliformların kullanılmaları önerilir [9]. Bu nedenle su kalitesini tespit etmeye yönelik bakteriyolojik çalışmalarda, total ve fekal koliform grubuna ait, özellikle *Escherichia coli*'ye yönelik araştırmalara yer verilir.

Enterobacteriaceae familyasında yer alan, laktozu kullanarak gaz oluşturan, fakültatif anaerob, gram negatif, sporsuz çomak şeklindeki bakteriler "koliform bakteriler" olarak adlandırılırlar. *E.coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* ve *Klebsiella pneumoniae* gibi bakteriler, koliform grup içerisinde yer alırlar [9]. Bunlardan *E.coli* doğada sadece memeli ve kanatlı hayvanların barsağında yaşadığı için, fekal kaynaklı kirlenmenin göstergesi olarak kabul edilmiştir. Total koliform grubu bakteriler de genellikle insan ve hayvanların dışkısında bulunmakla birlikte, aynı zamanda toprakta (*Citrobacter, Enterobacter* ve *Klebsiella)*, tohumda, bitkilerde, otlarda (*Enterobacter* ve *Klebsiella)*, evsel ve endüstriyel atıklarda da bulunurlar [8].

Koliform grupta dışkı kaynaklı olan tüm türler "fekal koliform" olarak adlandırılır. Fekal koliformların en bilinen örneği *E.coli*'dir ve ilk kez tanımlandığı günden beri üzerinde sıkça çalışılmış bir model organizma olmuştur. İnsan ve diğer sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasının büyük bir kısmını oluşturan *E. coli* fekal kontaminasyon sonucunda su, toprak ve besinlerde de bulunabilir. *E. coli* 2-6 µm boyunda ve 1-1,5 µm eninde, Gram negatif, çomak şeklinde, oksidaz negatif, spor oluşturmayan, fakültatif anaerob bir bakteridir ve *E.coli* suşlarının çoğu peritrik kirpikleri sayesinde hareketlidir. Şekeri asit ve gaz meydana getirerek parçalarlar ve

laktoza olan bu etkileri sayesinde, bu şekere etki etmeyen diğer barsak bakterilerinden (özellikle *Salmonella* ve *Shigella*'lardan) ayırt edilirler [10]. Metil kırmızısı testi pozitif, Voges Proskauer testi negatiftir [10]. *E. coli* bakterileri triptofandan indol üretirler ve sitratlı besiyerinde üremezler [10]. Bu amaçla yapılan testler IMVIC testleri adını alır (İndol (I), metil kırmızısı (M), Voges Proskauer (V) ve sitrat (C) birlikte incelendiği için) [11]. İçsuların su kalitesinin belirlenmesinde suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bakteriyolojik verilerle birlikte değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde bu tip çalışmalar son yıllarda giderek hız kazanmıştır. Özellikle ülkemizdeki akarsuların su kalitesini belirlemeye yönelik çalışmalarda, fizikokimyasal verilerin yanı sıra bakteriyolojik bulgulara da yer verilmiştir. Örneğin;

Öterler'in [12] 2003 yılında Tunca Nehri'nde (Edirne) yapmış olduğu çalışmada, nehrin fiziksel ve kimyasal parametrelerinin yanı sıra, fekal koliform bakterilerin varlığı da araştırılmıştır. Ve tüm bu özelliklerin planktonik alg biyomasının mevsimsel değişimine olan etkileri incelenmiştir. Söz konusu çalışmada, nehirdeki fekal koliform bakteri sayısı genelde tüm örnekleme noktalarında $>1.6x10^3$ EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir [12].

Hunt ve Sarıhan'nın [13] 2004 yılında Sarıçam Deresi'ndeki kirlilik parametrelerinin aylık değişimlerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada ise bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin yanı sıra bakteriyolojik özellikleri de (fekal koliform ve toplam koliform) değerlendirilmiştir. Sonuçta Sarıçam Deresi'nin evsel ve endüstriyel atıklarla yoğun olarak kirletildiği, doğal su özelliğini yitirdiği kaydedilmiştir [13].

Çolakoğlu ve Çakır [7] tarafından 2004 yılından Sarıçay Akarsuyu'nun (Çanakkale) fiziksel ve mikrobiyolojik yapısının belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada ise, mikrobiyolojik analizlere ağırlık verilmiş, toplam aerobik bakteri ve koliform grubu bakteri sayımı yapılmış ve ayrıca suyun normal florası olarak bilinen, *Pseudomonas, Enterobacteriaceae, Staphlococcus, Lactobacillus, Enterococcus* ve maya-küf bolluğu araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada, mikrobiyolojik analizler sonucunda mikroflorada bariz bir değişim görülmemiştir [7]

Toroğlu ve arkadaşları [14] ise Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) 2006 yılında yaptıkları çalışmada, bakteriyolojik (total koliform, fekal koliform, mezofilik aerobik bakteri sayıları) analizlerin yanı sıra, bazı ağır metal analizleri (bakır, demir, manganez, nikel, kurşun, çinko) ile su sıcaklığı ve pH bulgularını değerlendirmişlerdir. Sonuç

olarak, bakteriyolojik kirlenmenin dışkılardan, ağır metal bulgularının ise yüksek oranda endüstriyel kirlenmeden kaynaklandığını tespit etmişlerdir [14].

Erkan ve Vural'ın [15] 2006 yılında Dicle Nehri'nin Diyarbakır bölgesinden geçen bölümünün hijyen kalitesinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada ise, alınan su numuneleri toplam mezofilik aerob bakteri, Enterobactericeae, koliform, *E.coli*, *Staphylococcus-Micrococcus*, *Staphylococcus aureus*, küf-maya, *Vibrio parahaemolyticus*, *V.cholerae*, *Yersinia enterocolitica* ve anaerob bakteri sayısı yönünden incelenmiş ve örneklerdeki koliform ve *E.coli* kontaminasyonu sırasıyla %100 ve %90 olarak kaydedilmiştir. Çalışmada, çalışma alanındaki suların önemli sayılabilecek düzeyde mikrobiyal kontaminasyona maruz kaldığı ve halk sağlığı açısından potansiyel bir tehlike arz ettiği kanaatine varılmıştır [15].

Küçük [16] tarafından 2007 yılında Büyük Menderes Nehri'nin su kalitesini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, fiziksel ve kimyasal parametrelerin yanı sıra bakteriyolojik (total koliform) parametreleri de incelenmiş ve nehrin su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik açıdan düşük olduğunu bildirmiştir.

Fevzioğlu ve arkadaşlarının [17] 2007 yılında Rize'deki Salarha Akarsuyu'nda yaptıkları çalışmada, pek çok fiziksel ve kimyasal parametrenin yanında koliform ve fekal koliform gibi bakteriyolojik ölçümler de yapılmıştır. Salarha sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin Su Kirliliği mevzuatında bildirilen kıta içi su kalite standartlarına göre fosfat fosforu ve fekal koliform (Sınıf II) haricinde yüksek kaliteli su standardında olduğunu bildirmişlerdir [17].

Taş [18] tarafından 2008 yılında Sazlıdere Deresi'nde (Edirne) yapılan çalışmada, bentoz örneklemesi esnasında alınan su örneklerinde bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler (toplam bakteri, toplam koliform, *E.coli*) yapılmıştır. Söz konusu çalışmada, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği değerlerine göre Sazlıdere Deresi'nin su kalitesinin özellikle toplam koliform açısından II. ve III. sınıf değerde olduğu belirlenmiştir.

Bulut ve arkadaşları [19] 2010 yılında Denizli ve Muğla sınırları içinde bulunan Karanfilliçay Deresi üzerinde memba ve dere sonu olarak seçilen iki istasyonda fizikokimyasal ve bakteriyolojik (*E.coli,* toplam koliform, toplam mezofilik aerobik bakteri) amaçlı incelemelerde bulunmuşlar ve su kalitesinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynakları kalite kriterlerinde belirtilen toplam koliform

bakteri sayısı esas alındığında, yaz ve sonbahar aylarındaki su kalitesinin II. sınıf olduğunu belirtmişlerdir.

Altınoluk [6] tarafından 2011 yılında Tunca Nehri'nin bakteriyolojik ve fizikokimyasal özellikleri ile bunların birbirleriyle olan ilişkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada ise su örnekleri toplam koliform, fekal koliform, *E.coli,* toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı açısından incelenmiş olup, bakteri dağılımlarında etkili olabilen çevresel parametreler de araştırılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda sıcaklık, iletkenlik, magnezyum, nitrit azotu, sülfat, fosfat ve askıda katı madde değerlerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ile doğru orantılı; çözünmüş oksijen, pH, ışık geçirgenliği, hidrojen sülfür, kalsiyum, toplam sertlik ve biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ile ters orantılı olduğu belirlenmiştir [6].

Meriç Nehri, Bulgaristan'da yer alan Rila sıradağlarından doğar [20]. Nehrin toplam uzunluğu 490 km olup, bunun yaklaşık 200 km'sinin Bulgaristan sınırlarında aktığı bildirilir [20,21]. Bir kısmı Yunanistan sınırları içerisinde, bir kısmı ise Türkiye sınırlarında kalmak üzere, ardında önemli sulak alanlar bırakarak Saros körfezinden Ege Denizi'ne dökülür [21]. Sınırlarımız içinde yaklaşık 175 km akan Meriç Nehri, Meriç-Ergene havzasının önemli bir parçasını oluşturduğu için, bölgedeki tarımsal faaliyetler açısından da oldukça önemlidir.

Meriç Nehri'nin Türkiye segmentinde kalan kısmında bugüne dek yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bunlardan, Kalebaşı [22] tarafından 1994 yılında yapılan çalışmada, nehrin sadece kimyasal açıdan kirliliğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Daha sonraları Özkan [23] tarafından 1998 yılında yapılan çalışmada ise nehrin Chironomidae kompozisyonu belirlenmeye çalışılırken, bazı fizikokimyasal bulgulara da yer verilmiştir. Taş [24] tarafından 2012 yılında yapılan Meriç Nehri'ndeki çalışması ise, nehrin Oligochaeta faunasının tespiti ve bunların dağılımlarında etkili olabilecek çevresel faktörlerin araştırılması amacıyla gerçekleştirilmiş olup, bu çalışmalardan hiçbirinde bakteriyolojik bulgulara yer verilmemiştir.

Bu araştırmada, Edirne il sınırları içerisinde yer alan ve Meriç-Ergene Havzasının en önemli su kaynaklarından biri olan Meriç Nehri'nde bazı bakteriyolojik özelliklerin ve bunların dağılımında etkili olabilecek çevresel faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

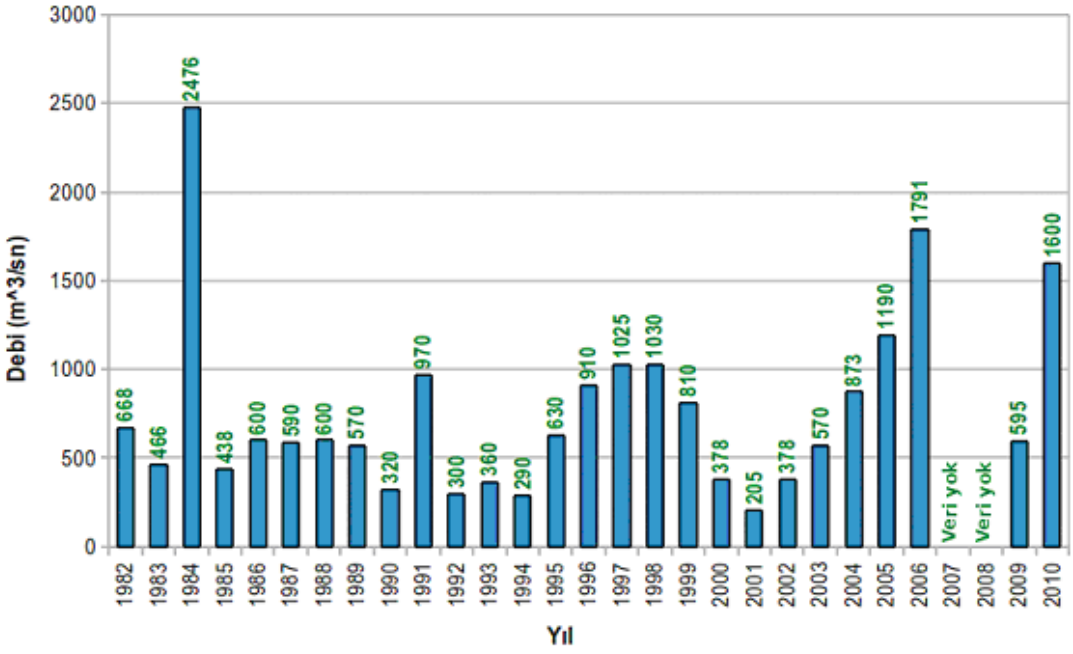
2.1. Çalışma Yerinin Tanımı

Meriç Nehri, Bulgaristan'da yer alan Rila sıradağlarından doğar [20]. Nehrin toplam uzunluğu 490 km olup, bunun yaklaşık 200 km'sinin Bulgaristan sınırlarında aktığı bildirilir [20,21]. Türkiye sınırlarına girdikten sonra, Edirne il sınırları içerisinde önce Yunanistan'dan gelen Arda Nehri, ardından da Bulgaristan'dan gelen Tunca Nehri ile birleşerek Türkiye-Yunanistan sınırını çizerek akar ve Seren köyü civarında Yunanistan'dan gelen Kokino Nehri'ni, İpsala ilçesi yakınlarında ise Ergene Nehri'ni alarak yoluna devam eder [24]. Bir kısmı Yunanistan sınırları içerisinde, bir kısmı ise Türkiye sınırlarında kalmak üzere, ardında önemli sulak alanlar bırakarak Saros körfezinden Ege Denizi'ne dökülür [21]. Havzanın yıllık potansiyel yağış miktarı ortalama 9.318 m^3/sn'dir. Meriç Nehri, bölgedeki tarımsal aktiviteler açısından oldukça önemli bir kaynaktır.

Bulgaristan sınırları içerisinde kalan Meriç Nehri'nin sularından hidroelektrik enerji üretiminde ve sulama/kullanma suyu olarak yararlanılırken, Türkiye ve Yunanistan sınırını çizen nehir sularından ise sadece çevre ovalara ekilen çeltik, pancar gibi yazlık ürünler içeren tarımsal arazileri sulama amaçlı yararlanılmaktadır [20]. Bir kısmı Türkiye'de bir kısmı ise Yunanistan'da kalan sulak alan arazisi ise, Uluslararası öneme sahip olup (A sınıfı sulak alan) büyük önem arz etmektedir [25]. Ayrıca, Meriç

Nehri etrafında sulu tarım yapılmakta olup, Türkiye'nin pirinç ihtiyacının bir kısmı bu bölgeden sağlanmaktadır.

Meriç Nehri zaman zaman fazla suları nedeniyle taşkınlara da neden olmaktadır. Bu durum sadece sucul ortamla değil, karasal ortamlarla da nehir suyunun ilişkilerini mümkün kılmaktadır. Nehirde 1982-2010 yılları arasında ölçülen günlük ortalama akım değerleri Şekil 2.1'de verilmiştir [20].



Şekil 2.1. Edirne Meriç Nehri'nde Akım Debileri (ORSAM [20]'dan alınmıştır)

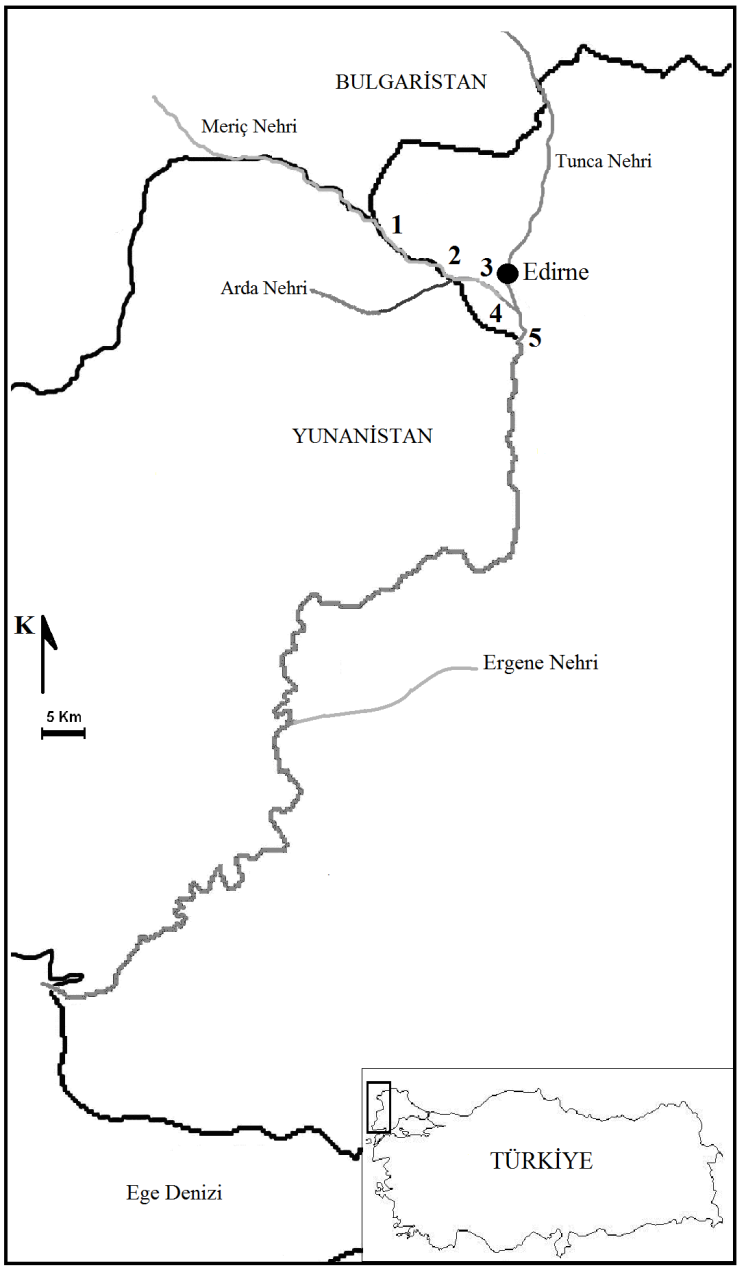
BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, Bulgaristan'dan doğarak Türkiye sınırlarına giren ve Türkiye ile Yunanistan arasında sınır oluşturarak Ege Denizi'ne dökülen Meriç Nehri'nin, Edirne il sınırları içerisinde kalan segmentinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Söz konusu araştırma için, çalışmanın amacına uygun olarak nehirden seçilen istasyonlardan aylık periyotlarla örneklemeler yapılmıştır. Araştırma, arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilirken, fizikokimyasal parametrelerin bir kısmı arazi çalışmaları sırasındaki örneklemeler esnasında, bir kısım kimyasal ve bakteriyolojik analizler ise laboratuvarda gerçekleştirilmiştir.

3.1. Arazi Çalışmaları

Söz konusu çalışma alanından, araştırmanın amacına uygun olarak, su örneklemelerinin yapılacağı istasyonlar belirlenmiştir (Şekil 3.1.1). İstasyonların seçiminde, yerleşim alanları ve tarım arazilerinin konumu ile, nehire katılan diğer su kaynaklarının durumunun yanı sıra, istasyonlara ulaşılabilirlik de (sınır oluşturan kesimlerde nehire giriş yasaktır) göz önünde bulundurulmuştur. Başlangıçta, nehir üzerinden çok sayıda istasyon seçilerek örneklemeler yapılmış ve bu örneklemeler neticesinde gerek fiziksel, gerek kimyasal, gerekse bakteriyolojik açıdan birbirine oldukça benzer istasyonlar elimine edilerek, araştırmaya toplam 5 istasyonda devam edilmiştir. Örnekleme istasyonlarına ait koordinatlar Tablo 3.1.1'de verilmiş olup, bu istasyonlara ait özellikler ise şöyledir:



Şekil 3.1.1. Meriç Nehri'nin Coğrafik Konumu ve Örnekleme İstasyonları

Tablo 3.1.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarının Koordinatları

1.istasyon (Kapıkule)	$41^0$70'54.04"	$26^0$37'51.13"
2.istasyon (Sosyal Tesis)	$41^0$39'53.27"	$26^0$32'51.99"
3.istasyon (Deşarj)	$41^0$66'22.22"	$26^0$55'24.82"
4.istasyon (Bülbül Adası)	$41^0$65'61.61"	$26^0$56'81.17"
5.istasyon (Bosnaköy)	$41^0$62'76.73"	$26^0$58'11.09"

KAPIKULE İSTASYONU (1. istasyon): Meriç Nehri'nin Türkiye sınırlarına giriş yaptığı bölgeye en yakın istasyon olarak seçilmiştir. Böylece, ülke sınırlarına girmeden önce nehrin fizikokimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin belirlenmeye çalışılması hedeflenmiştir (Şekil 3.1.2).

SOSYAL TESİS İSTASYONU (2. istasyon): Meriç Nehri'nin Arda Nehri ile birleştikten sonraki noktasıdır. Ayrıca, bu istasyon öncesinde, Edirne il sınırlarında yer alan bazı tekstil sanayine ait fabrikalar ve yerleşim alanları yer almaktadır. Fabrikalardan ve yerleşim alanlarından nehre herhangi bir kimyasal veya bakteriyolojik karışımın olup olmadığının gözlenmesi hedeflenmiştir (Şekil 3.1.3).

DEŞARJ ISTASYONU (3. istasyon): Şehir merkezine en yakın geçen ve şehir kanalizasyon atıklarının yakınında bulunan bu istasyondan Meriç Nehri'ne herhangi bir bakteriyolojik katkının olup olmadığı ve bunun nehri hangi oranda etkilediğini gözlemek amacıyla seçilmiştir (Şekil 3.1.4).

BÜLBÜL ADASI İSTASYONU (4. istasyon): Meriç Nehri'nin Tunca Nehri ile birleştikten sonraki istasyonu olup, yine şehir merkezine yakın geçen Tunca Nehri'ne herhangi bir bakteriyolojik katkının olup olmadığı ve Meriç Nehri'ni ne oranda etkilediğini belirlemek amacıyla seçilmiştir (Şekil 3.1.5).

BOSNAKÖY İSTASYONU (5. istasyon): Meriç Nehri'nin Ergene Nehri ile birleşmesinden önceki son lokalitesidir (Şekil 3.1.6). Bu istasyondan sonra Meriç Nehri Yunanistan ile sınır oluşturacak şekilde Ege Denizi'ne dek akar.



Şekil 3.1.2. Kapıkule İstasyonu Genel Görünüm



Şekil 3.1.3. Sosyal Tesis İstasyonu Genel Görünüm



Şekil 3.1.4. Deşarj İstasyonu Genel Görünüm



Şekil 3.1.5. Bülbül Adası İstasyonu Genel Görünüm



Şekil 3.1.6. Bosnaköy İstasyonu Genel Görünüm

Tüm örnekleme istasyonlarından, Aralık 2012 – Mayıs 2013 tarihleri arasında her ayın son haftası içerisinde, periyodik olarak bakteriyolojik ve fizikokimyasal inceleme amaçlı örneklemeler yapılmıştır. Bakteriyolojik örneklemeler, farklı metodlarla da incelenmek amacıyla, mevsimsel dönemleri kapsayacak şekilde, 10 ila 12 haftalık periyotlarla da tekrarlanmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında, her bir örnekleme istasyonunun yüzey suyunda bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bunlardan su sıcaklığı, basit bir termometre yardımıyla ^{0}C değerinden belirlenirken, pH değeri ise arazi tipi pHmetre ile ölçülerek arazi defterine kaydedilmiştir. Ayrıca, yine arazi çalışmaları esnasında arazi tipi konduktivitimetre ile ölçülen elektrik iletkenliği µS/cm cinsinden kaydedilirken, çözünmüş oksijen değeri ise arazi tipi oksijenmetre ile mg/L olarak ölçülerek arazi defterine kaydedilmiştir. Böylelikle her bir istasyonda her bir

parametrenin (sıcaklık, pH, iletkenlik ve çözünmüş oksijen) değerleri belirlenerek ortalama değerleri de hesaplanmıştır. Ayrıca, Nansen tipi su alma kabıyla alınarak koyu renkli cam şişelerde laboratuvara getirilen su örneklerinde diğer fizikokimyasal analizler (toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum, besin tuzları, tuzluluk ve klorür) gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, literatüre göre, bakteri dağılımında etkili olabilecek en önemli çevresel faktörlerden pek çoğuna ait değerler saptanmaya çalışılmıştır.

Bakteriyolojik analizler içinse, her bir örnekleme istasyonundan periyodik olarak su yüzeyinin hemen altından 100 mL'lik steril kaplar içerisine su numuneleri alınmıştır. Soğuk zincirle literatüre uygun olarak laboratuvara taşınan örneklerin gecikmeden ekim işlemleri yapılmış ve ardından analiz edilmişlerdir. Analizlerde, nehir suyu örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri, total koliform, fekal koliform ve *E.coli* bakteri oranları belirlenmeye çalışılmıştır.

3.2. Laboratuar Çalışmaları

Fizikokimyasal inceleme amacıyla, örnekleme istasyonlarından Nansen su şişesi yardımıyla alınan numuneler, koyu renkli cam şişeler içerisinde laboratuara getirilmiştir. Aynı gün içerisinde, su örneklerinin toplam sertlik değerleri Fransız Sertlik derecesi cinsinden belirlenirken, kalsiyum, magnezyum ve besin tuzu (fosfat, nitrat ve nitrit azotları) değerleri mg/L cinsinden belirlenmiştir. Ayrıca, nehir suyunun tuzluluk değeri ‰ olarak saptanırken, klorür değeri ise mg/L olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Tüm kimyasal analizlerde klasik titrimetrik ve spektrofotometrik yöntemlerden yararlanılmıştır [26].

Bakteriyolojik inceleme amacıyla, steril kaplarla alınarak laboratuvara getirilen su örneklerinde ise toplam mezofilik aerobik bakteri, total koliform ve fekal koliform ile *E.coli* bakteri analizleri yapılmıştır. Bunun için, aylık periyotlarla alınan su numunelerinin membran filtrasyon tekniğine göre 10^{-2} ila 10^{-6} oranlarında dilüsyonları yapılarak 3 tekrarlı olarak filtre edilmişlerdir. Ayrıca, bakteriyolojik analizler, mevsimsel periyotları kapsayacak şekilde, 10 ila 12 hafta arayla, EMS (En Muhtemel Sayı) yöntemi ile de tekrarlanmış olup, böylelikle elde edilen bakteriyolojik bulgular Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) açısından da değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızda, bakteriyolojik analizlerde kullanılan ve üçlü huni takımı ile bir vakum pompasından oluşan "Membran filtre sistemi" öncelikle her çalışmadan önce

steril edilmiştir. Bunun için, huni kapağı, filtre desteği ve filtre hunisinin alt kısmı, filtrasyondan önce %96'lık etil alkol yardımıyla alevden geçirilmiştir (Şekil 3.2.1. ve Şekil 3.2.2). Ayrıca, steril membran filtre kağıtları (0.45 µm por çaplı) da el ile temas etmeyecek şekilde açılmış, steril paslanmaz çelik pens ile aseptik olarak filtre destek kısmına yerleştirilerek huni tekrar yerine takılmıştır.

Örnekler, pepton tamponu ile sulandırıldıktan sonra, membran filtrasyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Membran filtrasyon tekniği, özellikle sıvıların analizinde kullanılan, örneğin bir membran filtreden geçirilmesinin ardından filtre üzerinde kalan mikroorganizmaların koloni oluşturmasına izin verecek şekilde uygun besiyerlerine ekilmesi esasına dayanır [27]. Çalışmamızda da literatüre uygun olarak filtrasyon yapılmış ve yine mikroorganizmaların besiyeri seçimleri de literatüre uygun olarak gerçekleştirilmiştir [27]. Çalışmamızda ayrıca, ped sistemlerini sulandırmak için kullanılan distile sular ve örneklerin dilüsyonu için kullanılan pepton tamponları da deneylerden en az iki gün önceden sterilite kontrolünden geçirilmiştir. Membran filtrasyon sistemine yerleştirilen 0.45 µm por çaplı membran filtreler, örnekler süzüldükten sonra, steril edilmiş distile su ile (3 mL) ıslatılmış hazır dehidre besiyerlerine, hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir.

Bakteriyolojik analizlerimizde kullanılan membran filtrasyon sistemi Şekil 3.2.1'de gösterilmiş olup, sistemi steril etme işlemleri ise Şekil 3.2.2'de sunulmuştur.



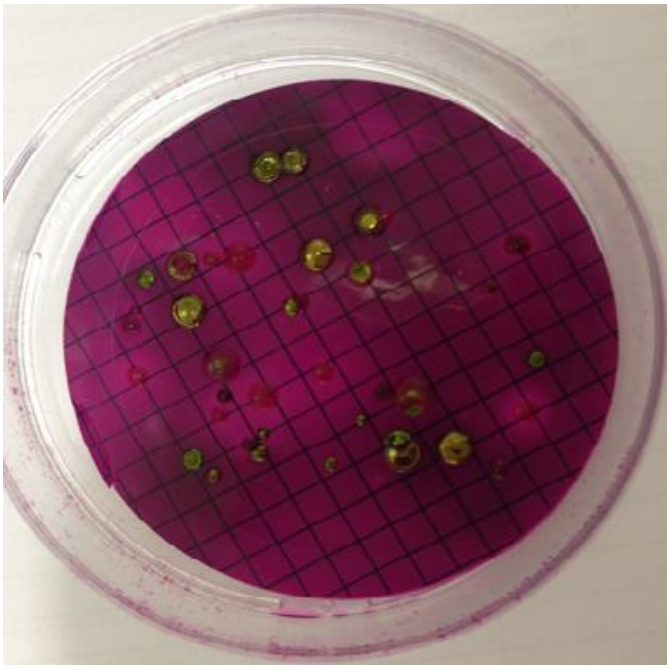
Şekil 3.2.1. Bakteriyolojik Analizlerde Kullanılan Membran Filtrasyon Sistemi



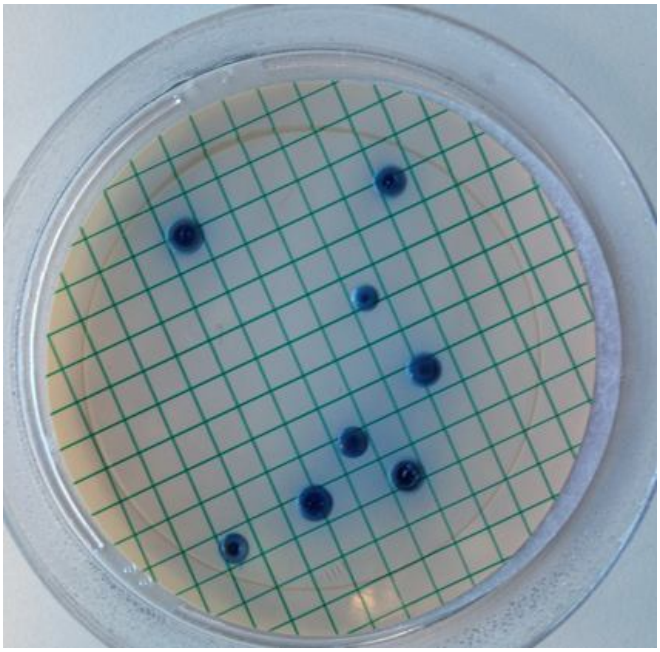
Şekil 3.2.2. Membran Filtrayon Sisteminin Analizlerden Önce Steril Edilmesi

Çalışmada, toplam mezofilik aerobik bakteriler için R2A besiyeri, total koliformlar için Endo-NKS (Sartorius), fekal koliformlar için m.FC-NKS (Sartorius) nutrient ped sistemleri kullanılmıştır. Filtrelerin yerleştirildiği besiyerleri toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ve total koliform için 37 ± 0.1 ºC'de 24 saat, fekal koliformlar için 44.5 ± 0.1 ºC'de 24 saat bekleme süresi sonunda değerlendirilmiş olup, Endo besiyerinde gelişen koyu kırmızı, metalik yeşil koloniler total koliform (Şekil 3.2.3), m.FC besiyerinde gelişen mavi koloniler fekal koliform şüpheli koloniler (Şekil 3.2.4), R2A besiyerinde gelişen farklı renk ve büyüklükteki tüm koloniler ise mezofilik aerobik bakteriler (Şekil 3.2.5) olarak değerlendirilmiştir.

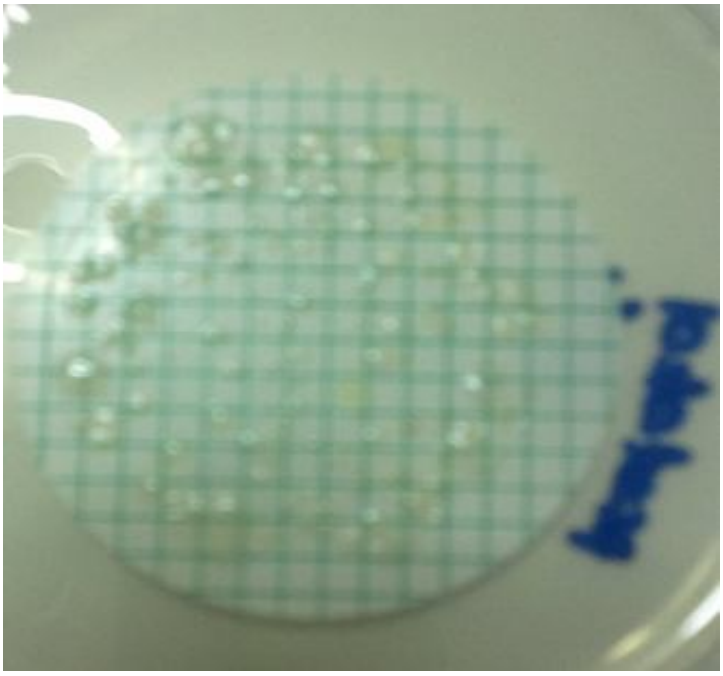
Çalışmada, Endo ve m.FC besiyerlerinde gelişen total koliform ve fekal koliform şüpheli koloniler gram boyama yöntemiyle incelenmiş ve gram negatif olduğu saptanan kolonilerden saf kültür alınmıştır. Gram negatif, sporsuz, basil oldukları saptanan suşlara sitokrom oksidaz testi yapılmış, sitokrom oksidaz negatif sonuç verenler fekal koliform grubu organizmalar olarak değerlendirilmiştir. *E. coli*, yaygın olarak kullanılan IMVIC testlerinin yanında, Eozin-Metilen mavili (EMB) Agar besiyerinde metalik yeşil, parıltılı koloni oluşturma gibi özellikler yönünden de incelenmiştir (Şekil 3.2.6). Biyokimyasal olarak IMVIC testleri (I:Indol testi; M: Metil red testi; V: Voges-Proskauer testi; C: Sitrat testi) de yapılarak bunların fekal koliform oldukları doğrulanmıştır [10]. Gram negatif sporsuz basil olduğu belirlenen mikroorganizmalardan TSA besiyerine saf kültür alınmıştır. Taze pasaj kullanılarak vitek 2 sistemde identifikasyonu yapılmıştır [28]. İşlem sonunda kullanılan suşların %96-%97 olasılıkla hangi kirlilik indikatörü bakteriye ait olduğu tespit edilmiştir.



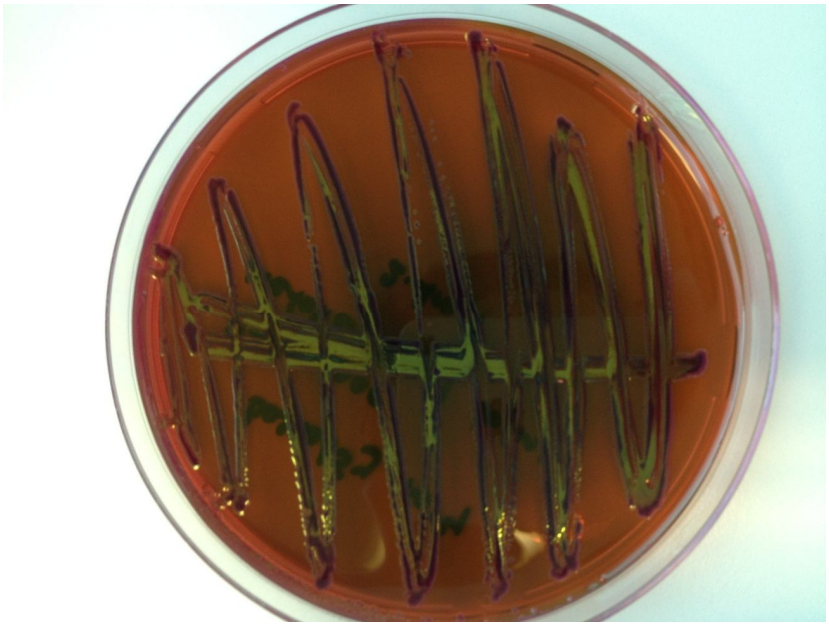
Şekil 3.2.3. Endo-NKS'de Gelişen Total Koliform Şüpheli Koloniler



Şekil 3.2.4. mFC-NKS'de Gelişen Fekal Koliform Şüpheli Koloniler



Şekil 3.2.5. R2A Agarda Gelişen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteriler



Şekil 3.2.6. EMB Agarda İncelenen *E.coli* Şüpheli Koloniler

Bakterilerin cins ve türlerini belirlenmesi işlemlerinde (identifikasyon) genel olarak üç basamak kullanılır: morfolojik ve fizyolojik özelliklerin belirlenmesi, biyokimyasal testler ve serolojik ve/veya toksin belirleme testleri [29]. İdentifikasyonda serolojik, antijenik ve patojenik karakterlerin yanı sıra biyokimyasal özelliklerin belirlenmesi de çok önemlidir ki türlerin saptanmasında bu testlerin sonucuna göre karar verilir [29]. Biyokimyasal testlerin ucuz olması ve kısa zamanda sonuçlanması gibi avantajları olduğu için, identifikasyon bazen sadece biyokimyasal testlere göre yapılmaktadır ve bu nedenle testlerin çok dikkatli yapılması, iyi ayıraçların ve ortamların kullanılması gerekmektedir [29].

Çalışmamızda, bakterilerin tespiti ve izolasyonu için kullanılan kimyasal maddeler ve besiyerleri ise şöyledir:

1. Pepton: 1.0 gram Bacto Peptone (BD), 1000 mL distile suda çözünmüş ve 121 ºC'de 15 dakika steril edilmiştir [10]. En az iki gün sterilite kontrolünden sonra numunelerin sulandırılmasında kullanılmıştır [10].

2. Sitokrom Oksidaz Ayıracı: (1.0 gram Tetrametil-p-fenilendiamin dihidroklorid, 100 mL distile su) Şüpheli kolonilerden platin öze ile örnek alınarak beyaz filtre kağıdı üzerine sürülmüş ve 30-60 saniye içinde koyu mavi renk görülmeyince (tüm *Enterobacteriaceae'*lerde negatif sonuç verir) oksidaz negatif olarak kabul edilmiştir [10].

3. Sulphate Indol Motility (SİM) Agar Besiyeri: 1000 mL distile suda 36.23 gram (SIM agar (HIMEDIA) olarak tartılan besiyeri otoklavda 121 ºC'de 15 dakika steril edilerek 16x180 milimetrelik tüplerde yüksek tabakalı olarak hazırlanmış ve sterilite kontrolü yapıldıktan sonra besiyerlerine batırma ekim yapılarak 37ºC'de 24 saat inkübe edilmiştir [10]. İnkübasyon süresi sonunda SIM besiyerinde sülfat oluşumu ve hareket gözlenirken, dip kısmında siyah renk oluşması H_2S oluşturulduğunu, dalgalı üreme ise hareketli olduğunu gösterir [10]. Üzerine damlatılan kovaks ayıracı ile indol testi yapılmış olup, oluşan kırmızı halka ise indol pozitif olduğunu göstermiştir [10]. Kovaks Ayıracı (İndol testi için) 150 mL izoamil alkol, 10.0 gram para dimetilaminobenzaldehit, 50 mL HCI ile hazırlanmıştır [10].

4. Clark – Lubs Besiyeri (Metil Kırmızısı ve Voges Proskauer reaksiyonları için): 7.0 gram Polipepton, 5.0 gram Glikoz, 5.0 gram Dipotasyum fosfat, 1000 mL (pH: 6,9) distile su ile hazırlanan besiyeri, otoklavda 121 ºC de 15 dakika steril

edilmiştir [10]. 0.1 gram Metil kırmızısı, 300 mL Etil alkol (%95) ve 200 ml distile su ile metil kırmızısı çözeltisi hazırlanarak Clark-Lubs besiyerindeki kültürün üzerine bu çözeltiden 5-6 damla damlatılmış ve besiyerinin pembe-kırmızı renge dönmesi metil kırmızısı reaksiyonunun pozitif olduğunu göstermiştir [10]. Voger Proskauer testi için 5.0 gram α-Naftol, 300 mL Etil alkol kullanılarak α-Naftol çözeltisi ve 40.0 gram KOH, 100 mL distile su kullanılarak KOH çözeltileri hazırlanmıştır [10]. Clark-Lubs besiyerindeki kültür üzerine 0.6 mL α-Naftol çözeltisi damlatıldıktan sonra 0.2 mL KOH çözeltisinden ilave edilmiş ve iyice çalkalanarak 37ºC'lik etüve konan tüplerdeki besiyerinin 5-10 dakika içinde pembe renk alması Voger Proskauer reaksiyonunun pozitif olduğunu göstermiştir [10].

5. Simmon's Sitrat Besiyeri (OXOID): 23.0 gram Simmon's sitrat, 1000 mL distile su ile hazırlanan besiyeri otoklavda 121 ºC de 15 dakika steril edilmiş, tüplere dağıtılmış ve eğri jeloz şeklinde katılaştırılarak 24 saatlik taze kültürlerden Simmon's Sitrat besiyerine ekim yapılarak 37ºC'de 24-48 saat inkübe edilmiş ve inkübasyon süresi sonunda tüplerde mavi renk oluşumu ve çizgi şeklinde üreme sitratın kullanıldığını, orjinal yeşil renk ve üremenin görülmemesi ise sitratın kullanılmadığını göstermiştir [10].

6. Eozine Methylen Blue (EMB) Agar (MERCK): Otoklavda 121 ºC de 15 dakika steril edilerek petri kaplarına döküldükten sonra, şüpheli kolonilerin 24 saatlik taze kültürlerinden ekim yapılmış ve 37ºC'de 24 saat inkübe edilmiştir [10]. Laktozu fermente eden parlak metalik yeşil koloniler *E. coli* şüpheli olarak kabul edilmiştir [10].

7. Triptic Soy Agar (TSA) Besiyeri: 40 gram TSA, 100 mL distile suda çözünmüş ve 121^0C'de 15 dakika steril edilen besiyeri steril petri kaplarına paylaştırılarak 37^0C'de en az dört gün sterilite kontrolü yapıldıktan sonra sürme plak temel olarak karışık flora içeren örneklerden saf kültür izole etmek için kullanılmıştır [10].

EMS (En Muhtemel Sayı) yönteminin esası ise, ardışık 3 seyreltiden üçer adet sıvı besiyerine ekim yapılması ve belirli bir inkübasyon işlemi sonunda tüplerin pozitif veya negatif olarak değerlendirilerek belirlenen kodun istatistiki bir çizelgeden okunmasına dayanır [6,29]. Koliform grup bakterilerde ardışık 3 seyreltiden üçer adet Lauril Sülfat Triptoz Broth (LST) besiyerine 1'er mL ekim yapılmış ve 37^0C'de en az 24 saat inkübasyondan sonra pozitif reaksiyon veren tüpler muhtemel koliform olarak

değerlendirilmiştir [6]. Bu tüplerden hem bulanıklık hem de gaz oluşumu görülenlerden ise EC Broth besiyerine aşılama yapılmış ve inkübasyon sonunda reaksiyon görülenler fekal koliform pozitif olarak değerlendirilmişlerdir [6]. EC broth besiyerinde pozitif reaksiyon veren tüplerden Tripton Water besiyerine aşılama yapılmış ve inkübasyon sonunda reaksiyon görülen tüplere indol testi yapılmış ve pozitif reaksiyon verenler *E.coli*, negatif reaksiyon verenler ise *E.coli* dışı bakteriler olarak değerlendirilmiştir [6].

3.2. İstatistiksel Analizler

Meriç Nehri örnekleme istasyonlarından elde edilen bakteriyolojik özelliklerle bunların dağılımlarında etkili olabilecek çevresel faktörler arasında anlamlı ilişkiler olup olmadığının belirlenmesi amacıyla, nehirde ölçülen fizikokimyasal değerlerin bakteriyolojik bulgularla karşılaştırılmasında Spearman korelasyon indeksinden yararlanılmıştır [30].

BÖLÜM 4

BULGULAR

Edirne il sınırları içerisinde yer alan Meriç Nehri'nden, çalışmanın amacına uygun olarak belirlenen istasyonlardan periyodik olarak yapılan örneklemeler sonucunda elde edilen bazı bakteriyolojik ve fizikokimyasal bulgular şöyledir:

4.1. Bakteriyolojik Bulgular

Nehirden seçilen istasyonlardan elde edilen total koliform, fekal koliform ve toplam mezofilik aerobik bakterilerle *E.coli'*ye ait bulgular aşağıda konu başlıkları altında verilmiştir. Buna göre, hem membran filtrasyon tekniğine hem de EMS yöntemine göre incelenen sularda, tüm örnekleme zamanlarında total ve fekal koliform bakteriler açısından en yüksek değerlere "deşarj istasyonu" olarak anılan 3. istasyonda rastlanmıştır. Yine membran filtrasyon tekniğiyle incelenen sularda toplam mezofilik aerobik bakterilere en fazla rastlanan istasyon, 3. istasyon olmuştur. Ayrıca, örnekleme yapılan tüm istasyonlarda *E. coli* tespit edilmiştir. Bunun için, Vitek testi sonunda kullanılan suşların %96-%97 arasında olasılıkla *E.coli* olduğu belirlenmiştir.

Meriç Nehri'nin Türkiye sınırları içerisine girdiği yere en yakın olarak seçilen 1. istasyondan (Kapıkule istasyonu) alınan su örneklerinde incelenen indikatör bakterilerinin aylara göre değişimi Tablo 4.1.1'de gösterilmiştir. Buna göre, total koliform koloni sayısı $6x10^3$ ile $2.06x10^5$ KOB/100 mL arasında değişmekte; en düşük değer Şubat ayı sonunda yapılan örneklemede, en yüksek değer ise Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede görülmüştür. 1. istasyonda Fekal koliform bakteri sayısı $3.3x10^2$ ila $2.3x10^3$ KOB/100 mL arasında değişmekte; en düşük değer Şubat ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilirken, en yüksek değere Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede rastlanmıştır. Total aerobik mikroorganizma sayıları ise $6x10^3$ ila $3.43x10^5$

KOB/100 mL arasında saptanmıştır ve en düşük değere Şubat, Mart ve Nisan ayları sonunda yapılan örneklemelerde rastlanırken, en yüksek değer Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemelerde kaydedilmiştir. 1. istasyondan örnekleme tarihleri boyunca elde edilen bakteriyolojik bulgular Şekil 4.1.1'de karşılaştırılmıştır.

Meriç Nehri'nin şehir merkezine yakın olan 2. istasyondan (Sosyal Tesis istasyonu) alınan su örneklerinde indikatör bakterilerin aylara göre değişimi Tablo 4.1.2'de verilmiştir. Buna göre total koliform bakteri sayısı $5.6x10^4$ ile $7.13x10^5$ KOB/100 mL arasında değişmekte ve en yüksek Aralık ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise Şubat ayı sonunda yapılan örneklemede rastlanmıştır. 2. istasyonda kaydedilen fekal koliform sayısı ise $1.6x10^3$ ile $1.43x10^4$ KOB/100 mL arasında değişmekte ve en düşük değer Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede, en yüksek değer ise Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı $1.83x10^5$ ila $9.76x10^5$ KOB/100 mL arasında değişmekte olup, en düşük değere Nisan ayı sonunda, en yüksek değere ise Aralık ayı sonundaki örneklemelerde rastlanmıştır. 2. istasyondan örnekleme tarihleri boyunca elde edilen bakteriyolojik bulgular Şekil 4.1.2'de karşılaştırılmıştır.

Edirne il sınırları içerisinde deşarj alanına yakın olarak seçilen 3. istasyondan (Deşarj istasyonu) alınan su örneklerine ait indikatör bakteri sayıları Tablo 4.1.3'te verilmiştir. Buna göre, total koliform değerinin $5.16x10^5$ ile $4.76x10^6$ KOB/100 mL arasında değiştiği ve en düşük değere Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en yüksek değere ise Mayıs ayı sonundaki örneklemede rastlandığı görülmektedir. 3. istasyonun fekal koliform değerleri ise $5x10^4$ ile $6.13x10^5$ KOB/100 mL arasında değişmekte ve en düşük değer Şubat ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilirken, en yüksek değer Mart ayı sonundaki örneklemede kaydedilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı açısından 3. istasyonun $6.73x10^5$ ile $5.06x10^6$ KOB/100 mL değerleri arasında olduğu ve en düşük değerin Şubat ayı sonunda, en yüksek değerin ise Mayıs ayı sonunda kaydedildiği görülmektedir. 3. istasyondan örnekleme tarihleri boyunca elde edilen bakteriyolojik bulgular Şekil 4.1.3'te karşılaştırılmıştır.

Meriç Nehri'nin Tunca Nehri ile birleştikten sonraki ilk lokasyonu olan 4. istasyonda (Bülbül Adası istasyonu) indikatör bakteri sayılarının aylara göre değişimi Tablo 4.1.4'te verilmiştir. Buna göre, total koliform sayısı $7x10^4$ ila $1.03x10^6$ KOB/100 mL arasında değişmekte, en düşük Mart ayı sonundaki örneklemede, en yüksek ise

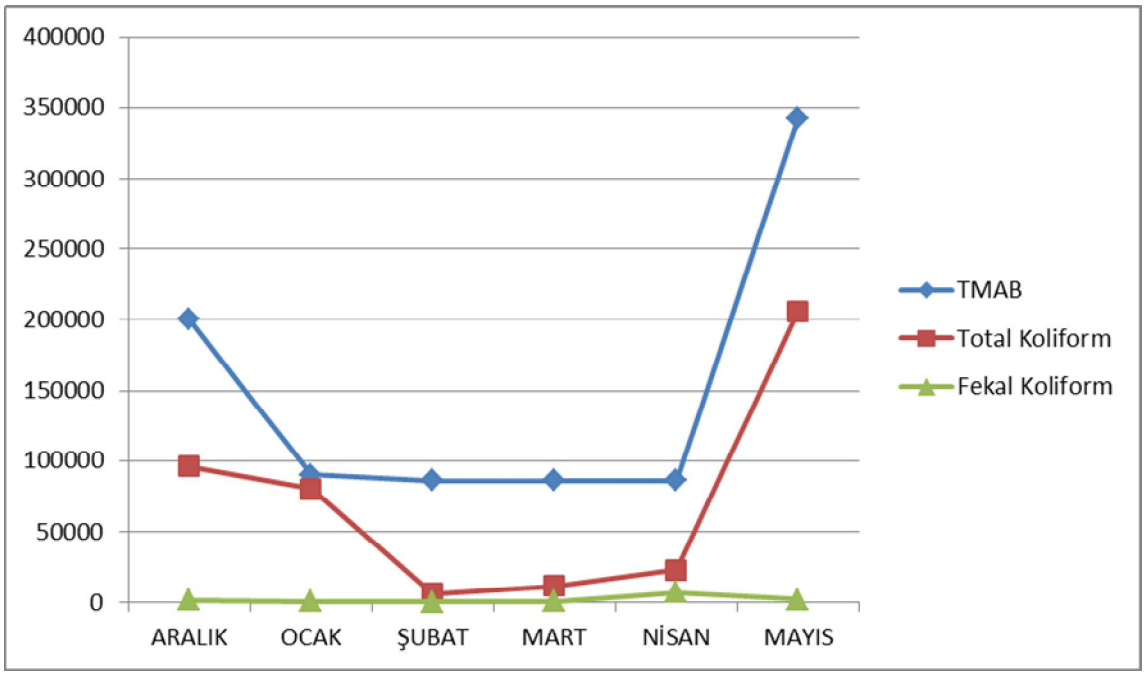
Mayıs ayı sonundaki örneklemede total koliforma rastlanmıştır. 4. istasyonunda fekal koliform bakteriler $6.6x10^3$ ile $3.9x10^4$ KOB/100 mL arasında değişmekte olup, en düşük Ocak ayı sonundaki örneklemede, en yüksek ise Mayıs ayı sonundakinde kaydedilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı $1.13x10^5$ ila $1.3x10^6$ KOB/100 mL arasında değişmekte olup, en düşük Mart ayı sonundaki örneklemede, en yüksek ise Mayıs ayındakinde kaydedilmiştir. 4. istasyondan örnekleme tarihleri boyunca elde edilen bakteriyolojik bulgular Şekil 4.1.4'te karşılaştırılmıştır.

Meriç Nehri'nin hem Arda hem de Tunca Nehirleri ile birleştiği noktadan sonra gelen ilk lokalite olan 5. istasyon (Bosnaköy istasyonu), bu çalışmada Meriç Nehri'nin Edirne il sınırları içerisinde kalan en son istasyonu olup, bu istasyondan alınan indikatör bakterilerin oranları Tablo 4.1.5'te verilmiştir. Buna göre, Total koliform sayısı $7x10^4$ ile $4.55x10^5$ KOB/100 mL arasında değişmekte olup, en düşük değer Mart ayı sonundaki örneklemede, en yüksek değer ise Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 5. istasyonun fekal koliform sayısı ise $4.3x10^3$ ile $1.17x10^5$ KOB/100 mL arasında değişmekte olup, en düşük değer Nisan ayı sonunda yapılan örneklemede, en yüksek değer ise Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı $1.4x10^5$ ile $7.23x10^5$ KOB/100 mL arasında değişmekte olup, en düşük değer Mart ayı sonundaki örneklemede, en yüksek değer ise Mayıs ayı sonunda kaydedilmiştir. 5. istasyondan örnekleme tarihleri boyunca elde edilen bakteriyolojik bulgular Şekil 4.1.5'te karşılaştırılmıştır.

Meriç Nehri'nden örnekleme yapılan aylar boyunca bakteriyolojik verilere ait ortalama değerler Tablo 4.1.6'da verilmiştir. Buna göre Meriç Nehri'nde en yüksek TMAB sayısına Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede ($1.55x10^6$ KOB/100 mL), en düşük TMAB sayısına ise Nisan ayı sonunda yapılan örneklemede ($3.04x10^5$ KOB/100 mL) rastlanmıştır. En yüksek total koliform sayısı Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede ($1.30x10^6$ KOB/100 mL), en düşük total koliform sayısı ise Şubat ayı sonunda yapılan örneklemede ($2.07x10^5$ KOB/100 mL) kaydedilmiştir. En yüksek fekal koliform değeri Mart ayı sonunda yapılan örneklemede ($1.28x10^5$ KOB/100 mL) en düşük fekal koliform sayısı ise Şubat ayı sonunda yapılan örneklemede ($1.37x10^4$ KOB/100 mL) kaydedilmiştir. Ortalama değerlere ait karşılaştırmalar Şekil 4.1.6'da verilmiştir.

Tablo 4.1.1. Kapıkule İstasyonunda (1. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular

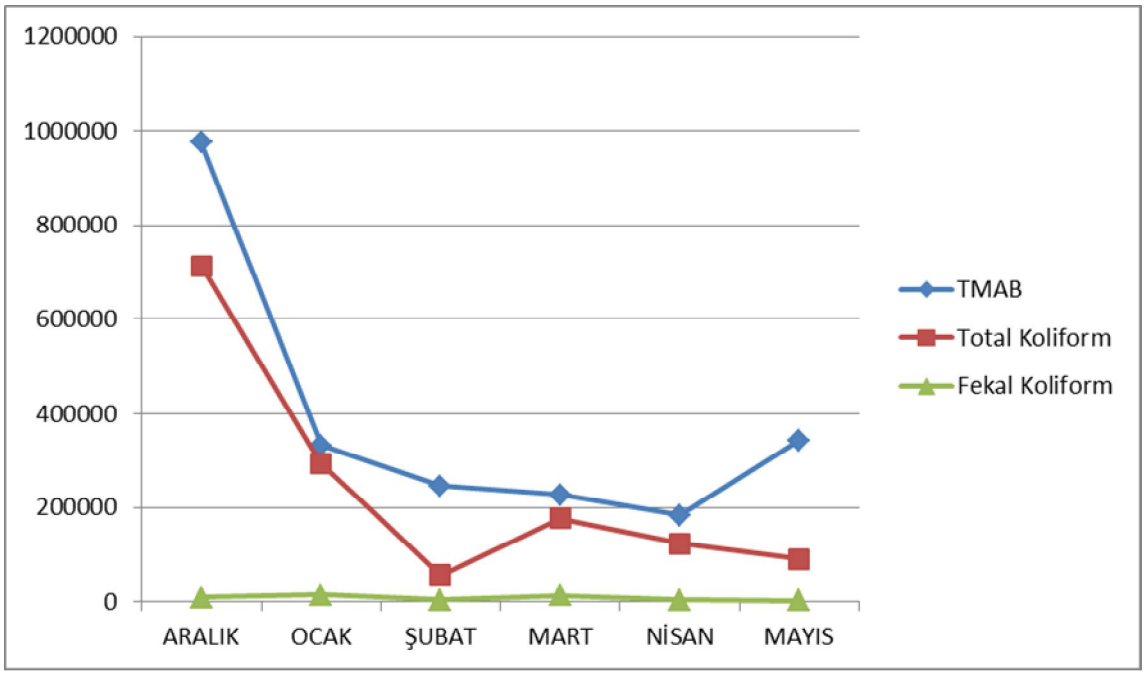
Örnekleme Tarihi	**Fekal Koliform KOB/100 mL**	**Total Koliform KOB/100mL**	**TMAB KOB/100 mL**
Aralık	$1.6x10^3$	$9.6x10^4$	$2.0x10^5$
Ocak	$5.6x10^2$	$8.0x10^4$	$9.0x10^4$
Şubat	$3.3x10^2$	$6.0x10^3$	$8.6x10^4$
Mart	$7.0x10^2$	$1.16x10^4$	$8.6x10^4$
Nisan	$7.0x10^3$	$2.3x10^4$	$8.6x10^4$
Mayıs	$2.3x10^3$	$2.06x10^5$	$3.43x10^5$



Şekil 4.1.1. Kapıkule İstasyonunda (1. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Tablo 4.1.2. Sosyal Tesis İstasyonunda (2. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular

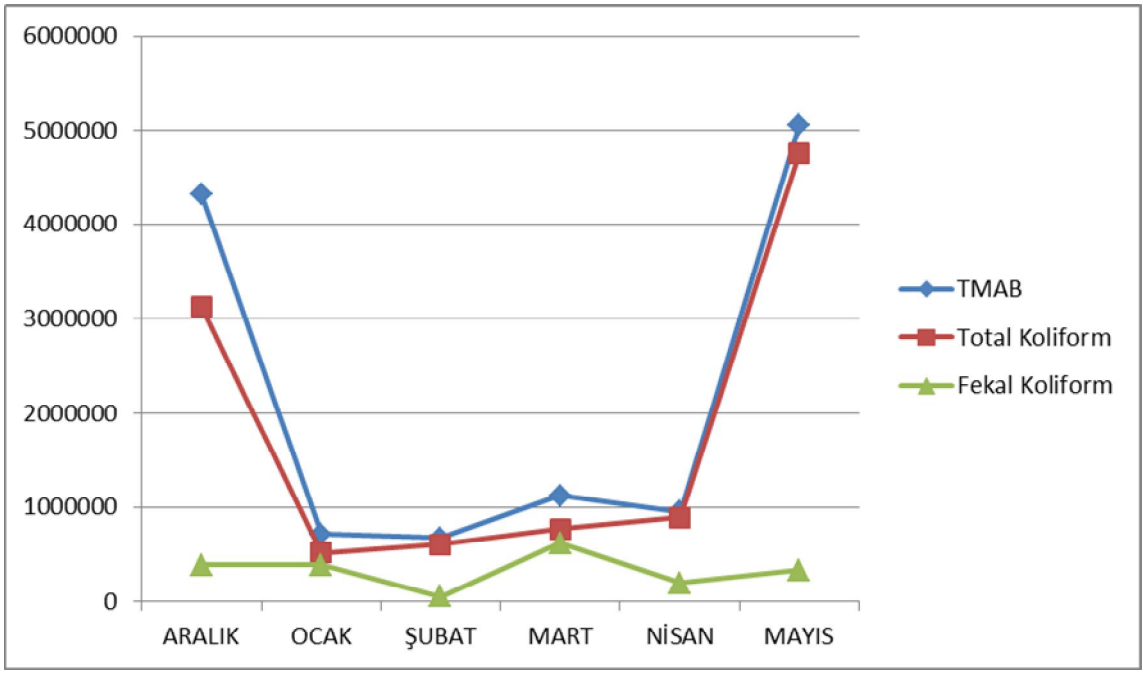
Örnekleme Tarihi	**Fekal Koliform KOB/100 mL**	**Total Koliform KOB/100mL**	**TMAB KOB/100 mL**
Aralık	$8.6x10^3$	$7.13x10^5$	$9.76x10^5$
Ocak	$1.43x10^4$	$2.93x10^5$	$3.33x10^5$
Şubat	$3.6x10^3$	$5.6x10^4$	$2.46x10^5$
Mart	$1.3x10^4$	$1.76x10^5$	$2.26x10^5$
Nisan	$3.6x10^3$	$1.23x10^5$	$1.83x10^5$
Mayıs	$1.6x10^3$	$9.0x10^4$	$3.43x10^5$



Şekil 4.1.2. Sosyal Tesisler İstasyonunda (2. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Tablo 4.1.3. Deşarj İstasyonunda (3. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular

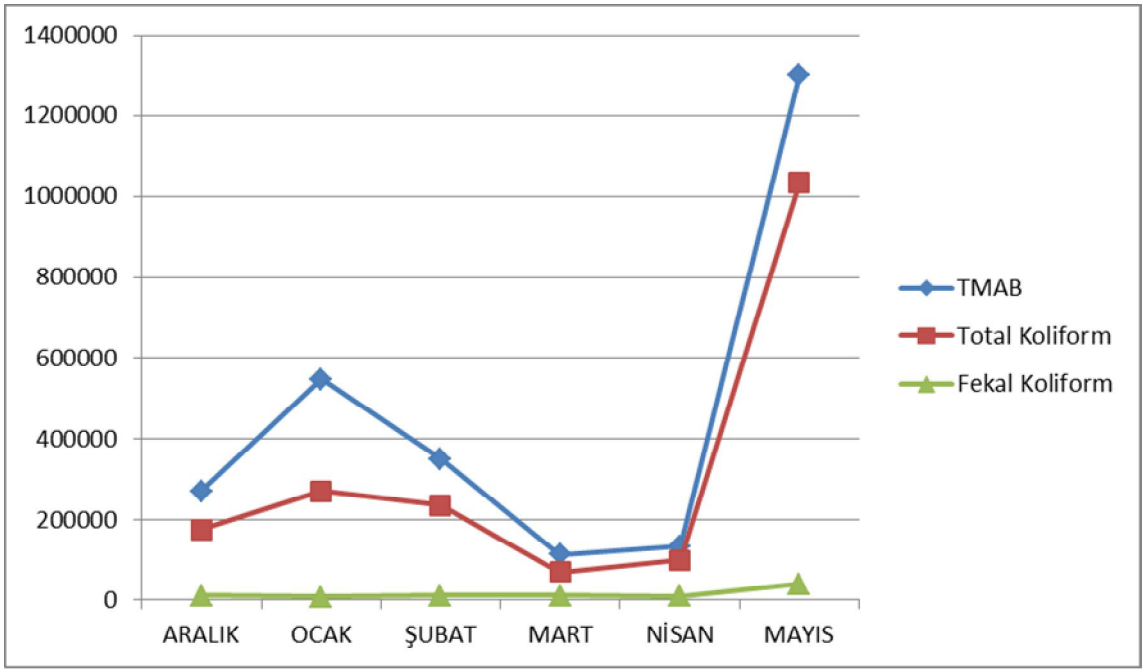
Örnekleme Tarihi	**Fekal Koliform KOB/100 mL**	**Total Koliform KOB/100mL**	**TMAB KOB/100 mL**
Aralık	$3.86x10^5$	$3.13x10^6$	$4.33x10^6$
Ocak	$3.86x10^5$	$5.16x10^5$	$7.13x10^5$
Şubat	$5.0x10^4$	$6.0x10^5$	$6.73x10^5$
Mart	$6.13x10^5$	$7.66x10^5$	$1.12x10^6$
Nisan	$1.93x10^5$	$8.86x10^5$	$9.46x10^5$
Mayıs	$3.3x10^5$	$4.76x10^6$	$5.06x10^6$



Şekil 4.1.3. Deşarj İstasyonunda (3. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Tablo 4.1.4. Bülbül Adası İstasyonunda (4. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular

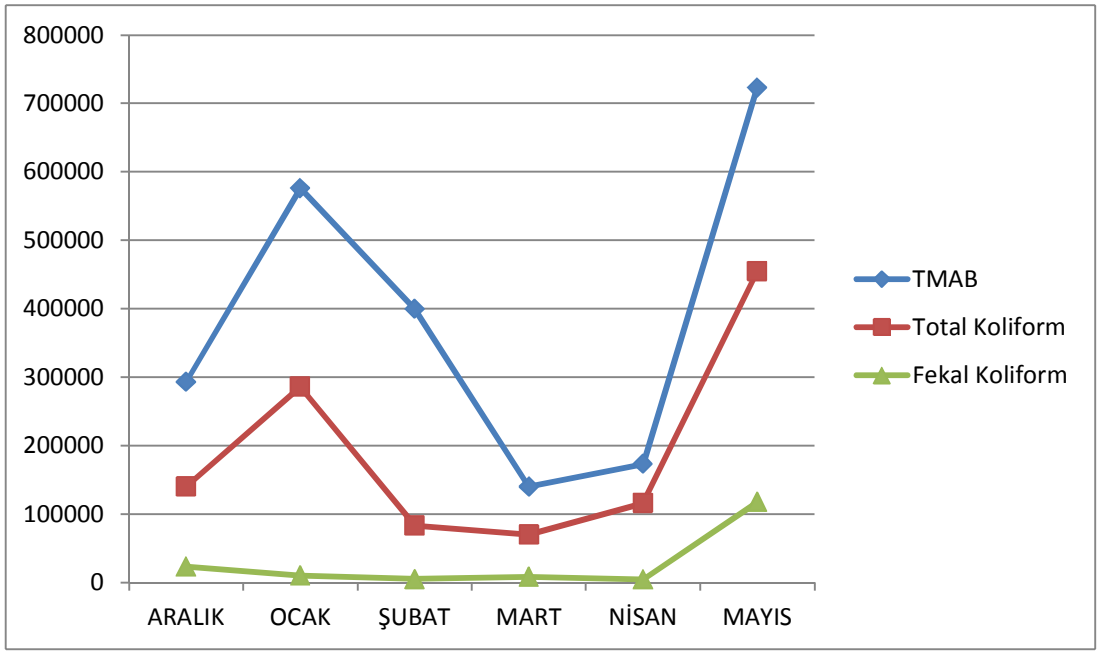
Örnekleme Tarihi	**Fekal Koliform KOB/100 mL**	**Total Koliform KOB/100mL**	**TMAB KOB/100 mL**
Aralık	$1.0x10^4$	$1.76x10^5$	$2.7x10^5$
Ocak	$6.6x10^3$	$2.7x10^5$	$5.46x10^5$
Şubat	$1.0x10^4$	$2.36x10^5$	$3.5x10^5$
Mart	$1.0x10^4$	$7.0x10^4$	$1.13x10^5$
Nisan	$9.0x10^3$	$1.0x10^5$	$1.35x10^5$
Mayıs	$3.9x10^4$	$1.03x10^6$	$1.3x10^6$



Şekil 4.1.4. Bülbül Adası İstasyonunda (4. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Tablo 4.1.5. Bosnaköy İstasyonunda (5. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulgular

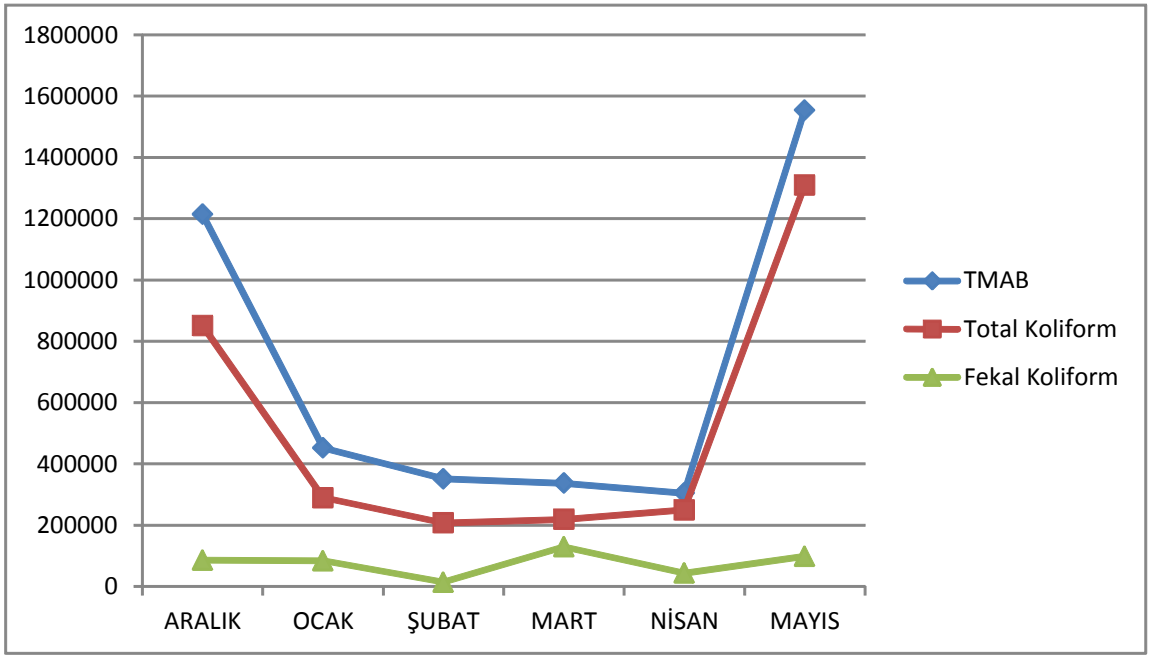
Örnekleme Tarihi	**Fekal Koliform KOB/100 mL**	**Total Koliform KOB/100mL**	**TMAB KOB/100 mL**
Aralık	$2.3x10^4$	$1.4x10^5$	$2.93x10^5$
Ocak	$9.0x10^3$	$2.86x10^5$	$5.76x10^5$
Şubat	$5.0x10^3$	$8.3x10^4$	$4.0x10^5$
Mart	$8.0x10^3$	$7.0x10^4$	$1.4x10^5$
Nisan	$4.3x10^3$	$1.16x10^5$	$1.73x10^5$
Mayıs	$1.17x10^5$	$4.55x10^5$	$7.23x10^5$



Şekil 4.1.5. Bosnaköy İstasyonunda (5. istasyon) Elde Edilen Bakteriyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Tablo 4.1.6. Meriç Nehri İstasyonlarında Bakteriyolojik Verilere Ait Ortalama Değerler

Örnekleme Tarihi	**Fekal Koliform KOB/100 mL**	**Total Koliform KOB/100mL**	**TMAB KOB/100 mL**
Aralık	$8.58x10^4$	$8.51x10^5$	$1.21x10^6$
Ocak	$8.34x10^4$	$2.89x10^5$	$4.51x10^5$
Şubat	$1.37x10^4$	$2.07x10^5$	$3.51x10^5$
Mart	$1.28x10^5$	$2.18x10^5$	$3.37x10^5$
Nisan	$4.35x10^4$	$2.49x10^5$	$3.04x10^5$
Mayıs	$9.80x10^4$	$1.30x10^6$	$1.55x10^6$



Şekil 4.1.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Bakteriyolojik Verilere Ait Ortalama Değerlerin Karşılaştırılması

4.1.1. Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular

Membran filtrasyon tekniğine göre ve 3 tekrarlı olarak farklı sulandırmalarda çalışıldıktan sonra Endo Agarda üreyen total koliform bakterilere ait bulgular Tablo 4.1.1.1, Tablo 4.1.1.2, Tablo 4.1.1.3, Tablo 4.1.1.4, Tablo 4.1.1.5 ve Tablo 4.1.1.6'da verilmiştir. Buna göre en yüksek değerlere deşarj istasyonu olarak adlandırılan 3. istasyonda rastlanmıştır.

Ayrıca, total koliforma ait en yüksek değere Mayıs ayı sonunda örneklenen deşarj istasyonunda rastlanırken (10^3 ve 10^4 sulandırmada yoğun, 10^5 sulandırmada ise $4.8x10^6$ KOB/100 mL), bunu sırasıyla Aralık ($2.41x10^6$ KOB/100 mL), Mart-Nisan ($7.7x10^5$ KOB/100 mL), Şubat ($6x10^5$ KOB/100 mL) ve Ocak ($5.2x10^5$ KOB/100 mL) aylarının sonunda yapılan örnekleme bulguları izlemiştir. Kapıkule istasyonunda (1.istasyon), Deşarj istasyonunda (3. istasyon) Bülbül Adası istasyonunda (4. istasyon) ve Bosnaköy istasyonunda (5. istasyon) ortalamadaki en yüksek total koliform değerleri yine Mayıs ayı sonunda gözlenirken (sırasıyla $2.1x10^5$, $4.8x10^6$, $1.03x10^6$ ve $4.6x10^5$ KOB/100 mL), sadece Sosyal Tesis istasyonunda (2. istasyon) en yüksek total koliform değerine Aralık ayı sonunda yapılan örneklemede ($7.1x10^5$ KOB/100 mL) rastlanmıştır.

EMS yöntemiyle belirlenen total koliform bakterilerine, örnekleme zamanlarından en fazla Mart ayı sonunda yapılan örneklemede rastlanırken (tüm istasyonlar için değer >1.100.000 EMS/100 mL), yine deşarj istasyonu olarak adlandırılan 3. istasyonda tüm örnekleme tarihlerinde en yüksek değerler saptanmıştır (Tablo 4.1.1.7). En düşük değerler ise, Kapıkule istasyonu olarak anılan 1. istasyonda gözlenmiştir.

Tablo 4.1.1.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Aralık Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Aralık 2012)	ENDO AGARDA ÜREYEN **TOTAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)					
	10^3	**ORTALAMA**	**10^4**	**ORTALAMA**	**10^5**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	80	$7.5x10^4$	10	$9.6x10^4$	-	-
	70		8		-	
	75		11		-	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	Yoğun	Yoğun	98	$7.13x10^5$	8	$6.6x10^5$
	Yoğun		67		6	
	Yoğun		49		6	
3.istasyon (deşarj)	Yoğun	Yoğun	300	$2.4x10^6$	22	$3.13x10^6$
	Yoğun		226		29	
	Yoğun		196		43	
4.istasyon (Bülbül Adası)	Yoğun	Yoğun	14	$1.76x10^5$	4	$4.3x10^5$
	Yoğun		21		4	
	Yoğun		18		5	
5.istasyon (Bosnaköy)	Yoğun	Yoğun	17	$1.4x10^5$	5	$3x10^5$
	Yoğun		14		Kontamine	
	Yoğun		11		1	

(- : Üreme Görülmedi)

Tablo 4.1.1.2. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Ocak Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Ocak 2013)	ENDO AGARDA ÜREYEN **TOTAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^3	**ORTALAMA**	**10^4**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	80	$8x10^4$	9	$8x10^4$
	85		7	
	75		8	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	Yoğun	Yoğun	41	$2.93x10^5$
	Yoğun		24	
	Yoğun		23	
3.istasyon (deşarj)	Yoğun	Yoğun	52	$5.16x10^5$
	Yoğun		60	
	Yoğun		43	
4.istasyon (Bülbül Adası)	Yoğun	Yoğun	19	$2.7x10^5$
	Yoğun		32	
	Yoğun		30	
5.istasyon (Bosnaköy)	Yoğun	Yoğun	16	$2.86x10^5$
	Yoğun		36	
	Yoğun		34	

Tablo 4.1.1.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Şubat Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Şubat 2013)	ENDO AGARDA ÜREYEN **TOTAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^3	**ORTALAMA**	**10^4**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	10	$6x10^3$	-	-
	5		-	
	3		-	
2.istasyon (Sosyal tesis)	*	*	3	$5.6x10^4$
	*		8	
	*		6	
3.istasyon (deşarj)	*	*	61	$6x10^5$
	*		59	
	*		60	
4.istasyon (Bülbül Adası)	*	*	30	$2.36x10^5$
	*		17	
	*		24	
5.istasyon (Bosnaköy)	*	*	8	$8.3x10^4$
	*		8	
	*		9	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

(- : Üreme Görülmedi)

Tablo 4.1.1.4. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mart Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Mart 2013)	ENDO AGARDA ÜREYEN **TOTAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^3	ORTALAMA	10^4	ORTALAMA
1.istasyon (Kapıkule)	13	$1.16x10^4$	-	-
	12		-	
	10		-	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	*	*	16	$1.76x10^5$
	*		19	
	*		18	
3.istasyon (deşarj)	Yoğun	Yoğun	75	$7.66x10^5$
	Yoğun		82	
	Yoğun		73	
4.istasyon (Bülbül Adası)	*	*	6	$7x10^4$
	*		7	
	*		7	
5.istasyon (Bosnaköy)	*	*	8	$7x10^4$
	*		2	
	*		11	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

(- : Üreme Görülmedi)

Tablo 4.1.1.5. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Nisan Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Nisan 2013)	ENDO AGARDA ÜREYEN **TOTAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^3	**ORTALAMA**	**10^4**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	14	$1.76x10^4$	3	$2.3x10^4$
	21		2	
	18		2	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	*	*	14	$1.23x10^5$
	*		13	
	*		10	
3.istasyon (deşarj)	*	*	106	$8.86x10^5$
	*		73	
	*		87	
4.istasyon (Bülbül Adası)	*	*	9	$1x10^5$
	*		10	
	*		12	
5.istasyon (Bosnaköy)	*	*	10	$1.16x10^5$
	*		13	
	*		12	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

Tablo 4.1.1.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mayıs Ayında Örneklenen Sularda Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Mayıs 2013)	ENDO AGARDA ÜREYEN **TOTAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^4	**ORTALAMA**	**10^5**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	20	$2.06x10^5$	*	*
	16		*	
	26		*	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	11	$9x10^4$	*	*
	7		*	
	9		*	
3.istasyon (deşarj)	Yoğun	Yoğun	56	$4.76x10^6$
	Yoğun		38	
	Yoğun		49	
4.istasyon (Bülbül Adası)	100	$1.03x10^6$	*	*
	96		*	
	114		*	
5.istasyon (Bosnaköy)	40	$4.55x10^5$	*	*
	51		*	
	Kontamine		*	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

Tablo 4.1.1.7. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Örneklenen Sularda EMS Yöntemiyle Belirlenen Total Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR	**TOTAL KOLİFORM BAKTERİLER** (EMS/ 100 mL)		
	Aralık 2012	Mart 2013	Mayıs 2013
1.istasyon (Kapıkule)	360	>1.100.000	430
2.istasyon (Sosyal Tesis)	24000	>1.100.000	750
3.istasyon (Deşarj)	>110000	>1.100.000	11000
4.istasyon (Bülbül Adası)	24000	>1.100.000	4600
5.istasyon (Bosnaköy)	9300	>1.100.000	4600

4.1.2. Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular

Yine membran filtrasyon tekniğine göre farklı sulandırmalarda 3 tekrarlı olarak çalışılan ve mFC Agarda üreyen fekal koliform bakterilere ait bulgular ise Tablo 4.1.2.1, Tablo 4.1.2.2, Tablo 4.1.2.3, Tablo 4.1.2.4, Tablo 4.1.2.5 ve Tablo 4.1.2.6'da verilmiştir. Buna göre en yüksek değerlere yine deşarj istasyonu olarak adlandırılan 3. istasyonda rastlanmıştır.

Ayrıca, fekal koliforma ait en yüksek değer Aralık ve Ocak aylarının sonunda yapılan örneklemede deşarj istasyonunda görülürken ($3.9x10^5$ KOB/100 mL), bunu sırasıyla Mayıs ayı sonu ($3.3x10^5$ KOB/100 mL), Mart-Nisan aylarının sonları ($6.1x10^4$ KOB/100 mL) ve Şubat ayı sonunda ($5.3x10^4$ KOB/100 mL) yapılan örneklemeler izlemiştir.

EMS yöntemiyle belirlenen total koliform bakterilerine ise, örneklenen tarihler içerisinde en fazla Mart ayı sonunda yapılan örneklemede yine deşarj istasyonu olarak adlandırılan 3. istasyonda (>1.100.000 EMS/100 mL) rastlanmıştır (Tablo 4.1.2.7). En düşük değerler ise, yine Kapıkule istasyonu olarak anılan 1. istasyonda gözlenmiştir.

Tablo 4.1.2.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Aralık Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Aralık 2012)	mFC AGARDA ÜREYEN **FEKAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)					
	10^3	**ORTALAMA**	**10^4**	**ORTALAMA**	**10^5**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	2	$1.6x10^3$	-	-	-	-
	1		-		-	
	2		-		-	
2.istasyon (Sosyal tesis)	10	$8.6x10^3$	-	-	-	-
	14		-		-	
	2		-		-	
3.istasyon (Deşarj)	Yoğun	Yoğun	42	$3.86x10^5$	Kontamine	$4.5x10^5$
	Yoğun		36		4	
	Yoğun		38		5	
4.istasyon (Bülbül Adası)	Yoğun	Yoğun	1	$1.0x10^4$	-	-
	Yoğun		1		-	
	Yoğun		1		-	
5.istasyon (Bosnaköy)	Yoğun	Yoğun	2	$2.3x10^4$	-	-
	Yoğun		2		-	
	Yoğun		3		-	

(- : Üreme Görülmedi)

Tablo 4.1.2.2. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Ocak Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Ocak 2013)	mFC AGARDA ÜREYEN **FEKAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)					
	10^2	**ORTALAMA**	**10^3**	**ORTALAMA**	**10^4**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	2	$5.6x10^2$	-	-	*	*
	8		-		*	
	7		-		*	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	123	$1.23x10^4$	14	$1.43x10^4$	*	*
	117		20		*	
	129		9		*	
3.istasyon (Deşarj)	*	*	Yoğun	Yoğun	42	$3.86x10^5$
	*		Yoğun		36	
	*		Yoğun		38	
4.istasyon (Bülbül Adası)	*	*	8	$6.6x10^3$	*	*
	*		9		*	
	*		3		*	
5.istasyon (Bosnaköy)	*	*	9	$9.0x10^3$	*	*
	*		4		*	
	*		14		*	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

(- : Üreme Görülmedi)

Tablo 4.1.2.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Şubat Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Şubat 2013)	mFC AGARDA ÜREYEN **FEKAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^2	**ORTALAMA**	**10^3**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	4	$3.3x10^2$	*	*
	3		*	
	3		*	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	*	*	4	$3.6x10^3$
	*		4	
	*		3	
3.istasyon (Deşarj)	*	*	45	$5.0x10^4$
	*		58	
	*		47	
4.istasyon (Bülbül Adası)	*	*	11	$1.0x10^4$
	*		9	
	*		10	
5.istasyon (Bosnaköy)	*	*	8	$5.0x10^3$
	*		2	
	*		5	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

Tablo 4.1.2.4. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mart Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Mart 2013)	mFC AGARDA ÜREYEN **FEKAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^2	**ORTALAMA**	**10^3**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	5	$7.0x10^2$	*	*
	7		*	
	9		*	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	*	*	13	$1.3x10^4$
	*		11	
	*		15	
3.istasyon (Deşarj)	102	$1.15x10^4$	60	$6.13x10^5$
	110		56	
	135		68	
4.istasyon (Bülbül Adası)	*	*	9	$1.0x10^4$
	*		10	
	*		12	
5.istasyon (Bosnaköy)	*	*	8	$8.0x10^3$
	*		6	
	*		10	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

Tablo 4.1.2.5. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Nisan Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Nisan 2013)	mFC AGARDA ÜREYEN **FEKAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^2	ORTALAMA	10^3	ORTALAMA
1.istasyon (Kapıkule)	*	*	7	$7.0x10^3$
	*		3	
	*		11	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	*	*	2	$3.6x10^3$
	*		3	
	*		6	
3.istasyon (Deşarj)	Yoğun	Yoğun	168	$1.93x10^5$
	Yoğun		239	
	Yoğun		174	
4.istasyon (Bülbül Adası)	*	*	12	$9.0x10^3$
	*		7	
	*		8	
5.istasyon (Bosnaköy)	*	*	3	$4.3x10^3$
	*		3	
	*		7	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

Tablo 4.1.2.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mayıs Ayında Örneklenen Sularda Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Mayıs)	mFC AGARDA ÜREYEN **FEKAL KOLİFORM** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^3	**ORTALAMA**	**10^4**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	4	$2.3x10^3$	*	*
	1		*	
	2		*	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	3	$1.6x10^3$	*	*
	1		*	
	1		*	
3.istasyon (Deşarj)	Yoğun	Yoğun	34	$3.3x10^5$
	Yoğun		27	
	Yoğun		38	
4.istasyon (Bülbül Adası)	26	$3.9x10^4$	*	*
	58		*	
	33		*	
5.istasyon (Bosnaköy)	110	$1.17x10^5$	*	*
	151		*	
	91		*	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

Tablo 4.1.2.7. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Örneklenen Sularda EMS Yöntemiyle Belirlenen Fekal Koliform Bakterilere Ait Bulgular

İSTASYONLAR	**FEKAL KOLİFORM BAKTERİLER** (EMS/ 100 mL)		
	Aralık 2012	Mart 2013	Mayıs 2013
1.istasyon (Kapıkule)	<300	<30	74
2.istasyon (Sosyal Tesis)	24000	460.000	150
3.istasyon (Deşarj)	>110000	>1.100.000	2400
4.istasyon (Bülbül Adası)	9300	460.000	2400
5.istasyon (Bosnaköy)	4300	1.110.000	2400

4.1.3. *E. coli* Bakterilerine Ait Bulgular

Yine membran filtrasyon tekniğine göre çalışılan tüm sularda *E.coli'*ye ait bulgulara rastlanmıştır. Tüm örnekleme zamanlarında ve tüm örneklenen istasyonlarda *E.coli*'nin varlığı uygun testlerle de doğrulanmıştır. Ayrıca, bulgular EMS yöntemiyle de desteklenmiş ve buna göre *E.coli*'ye en fazla Mart ayı sonunda yapılan örneklemelerde, deşarj istasyonu olarak anılan 3. istasyonda rastlanmıştır (Tablo 4.1.3.1).

Tablo 4.1.3.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Örneklenen Sularda EMS Yöntemiyle Belirlenen *E.coli* Bakterilerine Ait Bulgular

İSTASYONLAR	***E. coli* BAKTERİLER** (EMS/ 100 mL)		
	Aralık	Mart	Mayıs
1.istasyon (Kapıkule)	<300	<30	74
2.istasyon (Sosyal Tesis)	24000	460.000	74
3.istasyon (Deşarj)	>110000	>1.100.000	2400
4.istasyon (Bülbül Adası)	4300	460.000	930
5.istasyon (Bosnaköy)	2300	1.110.000	2400

4.1.4. Toplam Mezofilik Aerobik Bakterilere Ait Bulgular

Çalışmada, membran filtrasyon tekniğine göre çalışılan, inkübasyon süresi sonunda R2A agarda farklı renk ve boyutta gelişen kolonilere ait veriler Tablo 4.1.4.1, Tablo 4.1.4.2, Tablo 4.1.4.3, Tablo 4.1.4.4, Tablo 4.1.4.5 ve Tablo 4.1.4.6'da verilmiştir. Çalışmanın materyal ve metod kısmında da belirtildiği üzere, bunlardan m.FC besiyerinde gelişen mavi koloniler fekal koliform; endo besiyerinde gelişen koyu kırmızı, metalik yeşil koloniler ise total koliform olarak değerlendirilmiştir.

Buna göre, en fazla total mezofilik aerobik bakteriye yine Deşarj istasyonu olarak adlandırılan 3. istasyon'da rastlanmıştır. Toplam mezofilik aerobik bakteri açısından en yoğun sayıya Aralık ayı sonunda rastlanmakla birlikte ($1.2x10^7$ KOB/100 mL), bunu sırasıyla Mayıs ($5.06x10^6$ KOB/100 mL), Mart ($1.12x10^6$ KOB/100 mL) ve Nisan ($9.46x10^5$ KOB/100 mL) ayları sonunda yapılan örneklemeler izlemektedir. En düşük değerlere ise ($8.6x10^4$ KOB/100 mL) Şubat, Mart, Nisan ayları sonunda yapılan örneklemelerde elde edilen verilerle 1. istasyon olarak adlandırılan Kapıkule istasyonunda rastlanmıştır.

Tablo 4.1.4.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Aralık Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Aralık 2012)	R2A AGARDA ÜREYEN **TMAB** KOLONİLER (KOB/100 mL)							
	10^3	**ORTALAMA**	**10^4**	**ORTALAMA**	**10^5**	**ORTALAMA**	**10^6**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	110	$9.83x10^4$	20	$2.0x10^5$	-	-	-	-
	98		19		-		-	
	87		21		-		-	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	Yoğun	Yoğun	118	$9.76x10^5$	13	$1.4x10^6$	-	-
	Yoğun		99		16		-	
	Yoğun		76		13		-	
3.istasyon (Deşarj)	Yoğun	Yoğun	Yoğun	Yoğun	56	$4.33x10^6$	7	$1.2x10^7$
	Yoğun		Yoğun		34		14	
	Yoğun		Yoğun		40		15	
4.istasyon (Bülbül Adası)	Yoğun	Yoğun	23	$2.7x10^5$	7	$1.06x10^6$	3	$3.0x10^6$
	Yoğun		28		10		4	
	Yoğun		30		15		2	
5.istasyon (Bosnaköy)	Yoğun	Yoğun	26	$2.93x10^5$	11	$1.4x10^6$	2	$3.3x10^6$
	Yoğun		34		13		4	
	Yoğun		28		18		4	

(- : Üreme Görülmedi)

Tablo 4.1.4.2. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Ocak Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Ocak 2013)	R2A AGARDA ÜREYEN **TMAB** KOLONİLER (KOB/100 mL)	
	10^4	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	10	$9.0x10^4$
	5	
	12	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	19	$3.33x10^5$
	43	
	38	
3.istasyon (Deşarj)	72	$7.13x10^5$
	75	
	67	
4.istasyon (Bülbül Adası)	80	$5.46x10^5$
	37	
	47	
5.istasyon (Bosnaköy)	50	$5.76x10^5$
	60	
	63	

Tablo 4.1.4.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Şubat Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Şubat 2013)	R2A AGARDA ÜREYEN **TMAB** KOLONİLER (KOB/100 mL)	
	10^4	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	15	$8.6x10^4$
	7	
	4	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	25	$2.46x10^5$
	25	
	24	
3.istasyon (Deşarj)	68	$6.73x10^5$
	65	
	69	
4.istasyon (Bülbül Adası)	37	$3.5x10^5$
	37	
	31	
5.istasyon (Bosnaköy)	39	$4.0x10^5$
	41	
	40	

Tablo 4.1.4.4. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Mart Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Mart 2013)	R2A AGARDA ÜREYEN **TMAB** KOLONİLER (KOB/100 mL)	
	10^4	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	10	$8.6x10^4$
	8	
	8	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	29	$2.26x10^5$
	18	
	21	
3.istasyon (Deşarj)	100	$1.12x10^6$
	121	
	115	
4.istasyon (Bülbül Adası)	10	$1.13x10^5$
	12	
	12	
5.istasyon (Bosnaköy)	15	$1.4x10^5$
	11	
	16	

Tablo 4.1.4.5. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Nisan Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Nisan 2013)	R2A AGARDA ÜREYEN **TMAB** KOLONİLER (KOB/100 mL)	
	10^4	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	7	$8.6x10^4$
	10	
	9	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	18	$1.83x10^5$
	21	
	16	
3.istasyon (Deşarj)	104	$9.46x10^5$
	81	
	99	
4.istasyon (Bülbül Adası)	11	$1.35x10^5$
	16	
	Kontamine	
5.istasyon (Bosnaköy)	18	$1.73x10^4$
	17	
	17	

Tablo 4.1.4.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarından Mayıs Ayında Örneklenen Sularda R2A Agarda Üreyen Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Kolonilerine Ait Bulgular

İSTASYONLAR (Mayıs)	R2A AGARDA ÜREYEN **TMAB** KOLONİLER (KOB/100 mL)			
	10^4	**ORTALAMA**	**10^5**	**ORTALAMA**
1.istasyon (Kapıkule)	69	$5.66x10^5$	*	*
	55		*	
	46		*	
2.istasyon (Sosyal Tesis)	32	$3.43x10^5$	*	*
	30		*	
	41		*	
3.istasyon (Deşarj)	Yoğun	Yoğun	62	$5.06x10^6$
	Yoğun		51	
	Yoğun		39	
4.istasyon (Bülbül Adası)	121	$1.30x10^6$	*	*
	140		*	
	129		*	
5.istasyon (Bosnaköy)	70	$7.23x10^5$	*	*
	78		*	
	69		*	

(* : Ekim Yapılmamıştır)

4.2. Fiziksel ve Kimyasal Özelliklere Ait Bulgular

Çalışma süresince, arazi çalışmaları sırasında her bir istasyonda ölçülen bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere ait bulgular Tablo 4.2.1, Tablo 4.2.2, Tablo 4.2.3, Tablo 4.2.4, Tablo 4.2.5, Tablo 4.2.6 ve Tablo 4.2.7'de verilmiştir.

Su sıcaklığının çalışma süresi boyunca 4.5 ila 22^0C arasında değiştiği gözlenmiştir. **pH** değerlerinin ise 7.4 ila 8.4 arasında değiştiği; **iletkenliğin** 172 ila 798 µS/cm arasında seyrettiği; **çözünmüş oksijenin** 1.9 ila 11 mg/L arasında değiştiği; **toplam sertliğin** 9.8 ila 29 FS^0 arasında saptandığı ve bunun da kalsiyumdan kaynaklı olduğu; **toplam fosfat** değerlerinin 0.05 ile 0.8 mg/L arasında değişirken **nitrat azotunun** 2.5 ila 90 mg/L arasında olduğu gözlenmiştir. **Tuzluluk** değerinin ise istasyonlarda ‰0.05 ile 0.159 arasında değiştiği; **klorür** değerlerinin de 20 ila 31 mg/L arasında değiştiği gözlenmiştir. **Nitrit azotu** ilk örneklemelerde ölçülmesine rağmen, örnekleme istasyonlarında bu parametreye ait veriye rastlanmamıştır.

Tablo 4.2.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Ortalama Değerler

İSTASYONLAR Parametreler	1.istasyon (Kapıkule)	2.istasyon (Sosyal Tesis)	3.istasyon (Deşarj)	4. istasyon (Bülbül Adası)	5. istasyon (Bosnaköy)	**ORTALAMA**
Su sıcaklığı (^{0}C)	11	11	11	11	11	**11**
E.İ. (µS/cm)	249	405	315	523	475	**393**
pH	7.9	8.0	7.8	8.0	8.1	**7.9**
Ç.O. (mg/L)	5.5	5.7	5.2	5.4	5.6	**5.48**
TS (FS^0)	18	20	16	25	22	**20.2**
Ca (mg/L)	54.6	58.31	54.5	53.17	56.25	**55.36**
Mg (mg/L)	13.23	16.75	13.81	24.05	19.11	**17.39**
PO_4 (mg/L)	0.526	0.344	0.447	0.231	0.265	**0.362**
NO_2-N (mg/L)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
NO_3-N (mg/L)	20.72	31.78	8.86	42.06	40.46	**28.76**
Tuzluluk (‰)	0.060	0.058	0.159	0.050	0.067	**0.078**
Cl^- (mg/L)	20	28	31	27.9	21.9	**25.8**

Tablo 4.2.2. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Aralık Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular

(Aralık 2012)	Su sıcaklığı (^{0}C)	E.İ. (µS/cm)	pH	Ç.O. (mg/L)	TS (FS^0)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	TUZLULUK (‰)	Cl (mg/L)	PO4 (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)
1.istasyon (Kapıkule)	6	190	7.9	7.2	23	64.2	18.3	0.060	20.0	0.114	0.00	81.87
2.istasyon (Sosyal tesis)	5	485	7.8	5.9	10	59.3	11.7	0.058	28.0	0.101	0.00	85.63
3.istasyon (Deşarj)	6	270	7.8	6.5	14	56.0	11.9	0.159	31.0	0.113	0.00	19.14
4.istasyon (Bülbül Adası)	4.5	550	7.9	6.3	29	67.5	28.6	0.050	27.9	0.070	0.00	88.84
5.istasyon (Bosnaköy)	5	480	8	6.5	25	53.0	29.0	0.067	21.9	0.050	0.00	90.30
ORTALAMA	**5.3**	**395**	**7.8**	**6.5**	**20**	**60**	**19.9**	**0.078**	**25.8**	**0.09**	**0.00**	**73.15**

Tablo 4.2.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Ocak Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular

(Ocak 2013)	Su sıcaklığı (^{0}C)	E.İ. (µS/cm)	pH	Ç.O. (mg/L)	TS (FS^0)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	PO_4 (mg/L)	NO_3-N (mg/L)
1.istasyon (Kapıkule)	5	159	8.1	9.4	21	66.5	11.6	0.612	3.216
2.istasyon (Sosyal tesis)	5	279	8.5	8.7	37	86.3	35.8	0.017	12.509
3.istasyon (Deşarj)	5	163	8.6	9.9	20	65.5	12.0	0.210	3.8801
4.istasyon (Bülbül Adası)	6	319	8.5	8.7	35	85.1	34.4	0.170	9.19
5.istasyon (Bosnaköy)	5.5	370	8.8	9.4	32	71.5	33.2	0.158	7.088
ORTALAMA	**5.3**	**258**	**8.5**	**9.22**	**29**	**74.98**	**25.4**	**0.233**	**7.17**

Tablo 4.2.4. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Şubat Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular

(Şubat 2013)	Su sıcaklığı (^{0}C)	E.İ. (µS/cm)	pH	Ç.O. (mg/L)	TS (FS^0)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	PO_4 (mg/L)	NO_3-N (mg/L)
1.istasyon (Kapıkule)	7	180	8.3	3.8	12	36.0	7.3	0.685	7.40
2.istasyon (Sosyal tesis)	6.5	403	8.2	4.9	16	44.7	11.7	0.460	14.28
3.istasyon (Deşarj)	7	182	8.1	4.9	10	55.0	9.5	0.651	2.55
4.istasyon (Bülbül Adası)	6.5	535	8.3	5.1	27	64.5	28.0	0.250	52.00
5.istasyon (Bosnaköy)	7	477	8.4	5.5	24	64.2	18.5	0.335	13.39
ORTALAMA	**6.8**	**355.4**	**8.26**	**4.84**	**17.8**	**52.88**	**15**	**0.476**	**17.92**

Tablo 4.2.5. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mart Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular

(Mart 2013)	Su sıcaklığı (^{0}C)	E.İ. (µS/cm)	pH	Ç.O. (mg/L)	TS (FS^0)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	PO_4 (mg/L)	NO_3-N (mg/L)
1.istasyon (Kapıkule)	7	172	7.8	3.6	11	52.8	5.4	0.84	2.22
2.istasyon (Sosyal tesis)	7	306	7.8	1.9	15	42.0	11.0	0.76	33.19
3.istasyon (Deşarj)	7.5	188	7.6	1.9	10	53.0	11.1	0.77	1.22
4.istasyon (Bülbül Adası)	7	416	7.7	2.0	20	51.3	18.4	0.54	52.00
5.istasyon (Bosnaköy)	7	368	7.6	2.2	17	53.7	8.5	0.58	80.76
ORTALAMA	**7.1**	**290**	**7.7**	**2.32**	**14.6**	**50.56**	**10.88**	**0.698**	**33.87**

Tablo 4.2.6. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Nisan Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular

(Nisan 2013)	Su sıcaklığı (^{0}C)	E.İ. (µS/cm)	pH	Ç.O. (mg/L)	TS (FS^0)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	PO_4 (mg/L)	NO_3-N (mg/L)
1.istasyon (Kapıkule)	17.5	388	7.6	1.9	18	56.8	17.5	0.47	13.72
2.istasyon (Sosyal tesis)	19	478	7.7	2.3	21	66.5	11.6	0.40	19.03
3.istasyon (Deşarj)	18	455	7.4	1.9	19	43.0	20.1	0.48	14.27
4.istasyon (Bülbül Adası)	18	521	7.7	2.1	22	60.2	17.0	0.18	18.48
5.istasyon (Bosnaköy)	18	514	7.9	2.1	20	50.3	18.3	0.21	18.26
ORTALAMA	**18.1**	**471.2**	**7.66**	**2.06**	**20**	**55.36**	**16.9**	**0.348**	**16.806**

Tablo 4.2.7. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Mayıs Ayında Ölçülen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametrelere Ait Bulgular

(Mayıs 2013)	Su sıcaklığı (^{0}C)	E.İ. (µS/cm)	pH	Ç.O. (mg/L)	TS (FS^0)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	PO_4 (mg/L)	NO_3-N (mg/L)
1.istasyon (Kapıkule)	22	405	8.0	7.6	20	51.3	19.3	0.44	15.93
2.istasyon (Sosyal tesis)	22	480	8.2	11.0	19	51.1	18.7	0.33	25.78
3.istasyon (Deşarj)	23	634	7.3	6.6	20	51.5	18.3	0.46	11.84
4.istasyon (Bülbül adası)	22	798	8.1	8.5	19	50.9	17.9	0.18	31.86
5.istasyon (Bosnaköy)	22	639	8.2	8.4	12	44.8	7.2	0.26	32.97
ORTALAMA	**22.2**	**591.2**	**7.96**	**8.42**	**18**	**49.92**	**16.28**	**0.334**	**23.676**

1. istasyonda en yüksek sıcaklık değeri 22^0C ile Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede saptanırken, en düşük 5^0C olarak Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede ölçülmüştür. 2. istasyonda en yüksek sıcaklık değeri 22^0C ile yine Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede saptanırken, en düşük 5^0C ile Aralık-Ocak ayları sonunda yapılan örneklemelerde kaydedilmiştir. 3. istasyonda en yüksek sıcaklık değeri 23^0C ile yine Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 5^0C ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 4. ve 5. istasyonlarda en yüksek sıcaklık değeri 22^0C yine Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemelerde, en düşük sıcaklıklar ise Aralık ayı sonunda (sırasıyla 4.5 ve 5 ^{0}C) kaydedilmiştir.

1. istasyonda en yüksek pH değeri 8.3 ile Şubat ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 7.6 ile Nisan ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 2. istasyonda en yüksek pH 8.5 ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 7.7 ile Nisan ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 3. istasyonda en yüksek pH 8.6 ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 7.3 ile Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 4. istasyonda en yüksek pH değeri 8.5 ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 7.7 ile Mart ve Nisan ayları sonunda yapılan örneklemelerde kaydedilmiştir. 5. istasyonda en yüksek pH 8.8 ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilirken, en düşük ise 7.6 ile Mart ayı sonunda yapılan örneklemede ölçülmüştür.

1.istasyonda en yüksek iletkenlik değeri 405 µS/cm olarak Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük 159 µS/cm olarak Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 2. istasyonda en yüksek iletkenlik değeri 485 µS/cm ile Aralık ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 279 µS/cm ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 3. istasyonda en yüksek iletkenlik değeri 634 µS/cm ile Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük 163 µS/cm ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 4. istasyonda en yüksek iletkenlik değeri 798 µS/cm ile Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük 319 µS/cm ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 5. istasyonda en yüksek iletkenlik değeri 639 µS/cm ile Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 368 µS/cm ile Mart ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir.

1. istasyonda en yüksek çözünmüş oksijen miktarı 9.4 mg/L ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 1.9 mg/L ile Nisan ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 2. istasyonda en yüksek çözünmüş oksijen değeri 11 mg/L ile Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 1.9 mg/L ile Mart ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 3. istasyonda en yüksek çözünmüş oksijen değeri 9.9 mg/L ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 1.9 mg/L ile Mart ve Nisan ayları sonunda yapılan örneklemelerde kaydedilmiştir. 4. istasyonda en yüksek çözünmüş oksijen değeri 8.7 mg/L ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 2 mg/L ile Mart ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 5. istasyonda en yüksek çözünmüş oksijen değeri 9.4 mg/L ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 2.1 mg/L ile Mart ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir.

1. istasyonda en yüksek total sertlik değeri 23 FS^0 ile Aralık ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 11 FS^0 ile Mart ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 2. istasyonda en yüksek total sertlik değeri 37 FS^0 ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 10 FS^0 ile Aralık ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir. 3.istasyonda en yüksek total sertlik değeri 20 FS^0 ile Ocak ve Mayıs ayları sonunda yapılan örneklemelerde, en düşük ise 10 FS^0 ile Şubat ve Mart ayları sonunda yapılan örneklemelerde kaydedilmiştir. 4. istasyonda en yüksek total sertlik değeri 35 FS^0 ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemelerde, en düşük 19 FS^0 ile Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemelerde kaydedilmiştir. 5.istasyonda en yüksek total sertlik değeri 32 FS^0 ile Ocak ayı sonunda yapılan örneklemede, en düşük ise 12 FS^0 ile Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede kaydedilmiştir.

4.2. İstatistiksel Analizlere Ait Bulgular

Çalışma süresince eş zamanlı olarak örneklenerek elde edilen bakteriyolojik ve fizikokimyasal özelliklerin istatistiksel açıdan değerlendirilmesi sonucunda ise;

Kapıkule istasyonu olarak adlandırılan 1. istasyonda belirlenen TMAB sayıları ile TK Bakteri sayılarının Mg ile pozitif korelasyon halinde olduğu (sırasıyla $r=+0.82$ ve $r=+0.88$, $p<0.05$); yine TK bakteri sayılarının PO_4 ile negatif bir korelasyon halinde olduğu ($r=-0.82$, $p<0.05$) saptanmıştır. Yapılan istatistik analizleri sonucunda, 1. istasyonda ölçülen diğer çevresel faktörlerle bakteri sayıları arasında (TMAB, TK ve FK) istatistiksel açıdan anlamlı ilişkiler saptanmamıştır.

Sosyal Tesis istasyonu olarak adlandırılan 2. istasyonda ölçülen tüm çevresel faktörlerle bakteri sayıları (TMAB, TK ve FK) arasındaki ilişkiler ise yapılan istatistiksel analizler açısından anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Deşarj istasyonu olarak adlandırılan 3. istasyonda belirlenen TK Bakteri sayıları ile iletkenlik değerleri arasında pozitif ($r=+0.94$, $p<0.05$), pH değerleri arasında ise negatif ($r=-0.82$, $p<0.05$) bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistik analizleri sonucunda, 3. istasyonda ölçülen diğer çevresel faktörlerle bakteri sayıları arasında (TMAB, TK ve FK) istatistiksel açıdan anlamlı ilişkiler saptanmamıştır.

Bülbül Adası istasyonu olarak adlandırılan 4. istasyonda belirlenen TMAB ve TK Bakteri sayıları ile pH ve Ç.O. değerleri arasında pozitif (her ikisi için de sırasıyla $r=+0.81$ ve $r=+0.88$, $p<0.05$), FK bakteri sayıları ile iletkenlik değerleri arasında ise pozitif ($r=+0.82$, $p<0.05$) bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistik analizleri sonucunda, 4. istasyonda ölçülen diğer çevresel faktörlerle bakteri sayıları arasında (TMAB, TK ve FK) istatistiksel açıdan anlamlı ilişkiler saptanmamıştır.

Bosnaköy istasyonu olarak adlandırılan 5. istasyonda belirlenen TMAB Bakteri sayıları ile pH ve Ç.O. değerleri arasında pozitif (her ikisinde de $r=+0.82$, $p<0.05$) bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistik analizleri sonucunda, 5. istasyonda ölçülen diğer çevresel faktörlerle bakteri sayıları arasında (TMAB, TK ve FK) istatistiksel açıdan anlamlı ilişkiler saptanmamıştır.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bir sucul ekosistemin kirliliği; ortam koşulları, içinde yaşayan canlılar, insan aktiviteleri vb. sonucunda artar veya azalır. Sucul ortamların su kalitesini belirlerken, fiziksel ve kimyasal verilerin yanı sıra biyolojik bulgulara da yer verilmesine yönelik çalışmalar son yıllarda giderek artmıştır. Özellikle, akarsu gibi akışkan ve çevresel alıcıları değişken ortamlarda, suyun fizikokimyasal yapısı çok kısa aralıklarla bile değişebilir [31,32]. Bu nedenle bu tip ortamlarda yapılan çalışmaların biyolojik verilerle de desteklenmesi ayrıca önemlidir. Özellikle indikatör tür olarak kullanılan organizmalar arasında yer alan bakteriler, akarsuların su kalitesini izlemede önemlidirler.

Bu çalışmada, Edirne il sınırları içerisinde yer alan ve ülkemizdeki önemli tatlı su ekosistemlerinden biri olan Meriç Nehri'nin bazı bakteriyolojik özellikleri ve bunların çevresel faktörlerle ilişkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, söz konusu akarsudan seçilen istasyonlar belirli bir zaman aralığında, periyodik olarak örneklenmiştir. Elde edilen materyal, toplam mezofilik aerobik bakterinin yanı sıra, total ve fekal koliform bakteri oranları ile *E.coli* varlığı açısından değerlendirilirken, suyun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada ayrıca, bakteriyolojik analizlerde farklı analiz metodlarından (membran filtrasyon ve en muhtemel sayı yöntemleri) da yararlanılmıştır.

Kıta içi suların kullanımı ''Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması Esası"na göre sınıflandırılmıştır [33]. Buna göre: Sınıf I, yüksek kaliteli su; Sınıf II, az kirlenmiş su; Sınıf III, kirli su; Sınıf IV ise çok kirlenmiş su olarak nitelendirilir. Bu sınıflandırma, hem fizikokimyasal hem de bakteriyolojik bulguların değerlendirilmesi esasına dayanır. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi

birine dahil edilebilmesi için, bütün parametre değerlerinin o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunması gerekir.

Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su ihtiyaçları için uygun olduğu kabul edilir:

a) Sınıf I - Yüksek kaliteli su

1) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini

2) Rekreasyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil)

3) Alabalık üretimi

4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı

5) Diğer amaçlar

b) Sınıf II - Az kirlenmiş su

1) İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini

2) Rekreasyonel amaçlar

3) Alabalık dışında balık üretimi

4) Teknik Usuller Tebliği'nde verilen olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak

5) Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar

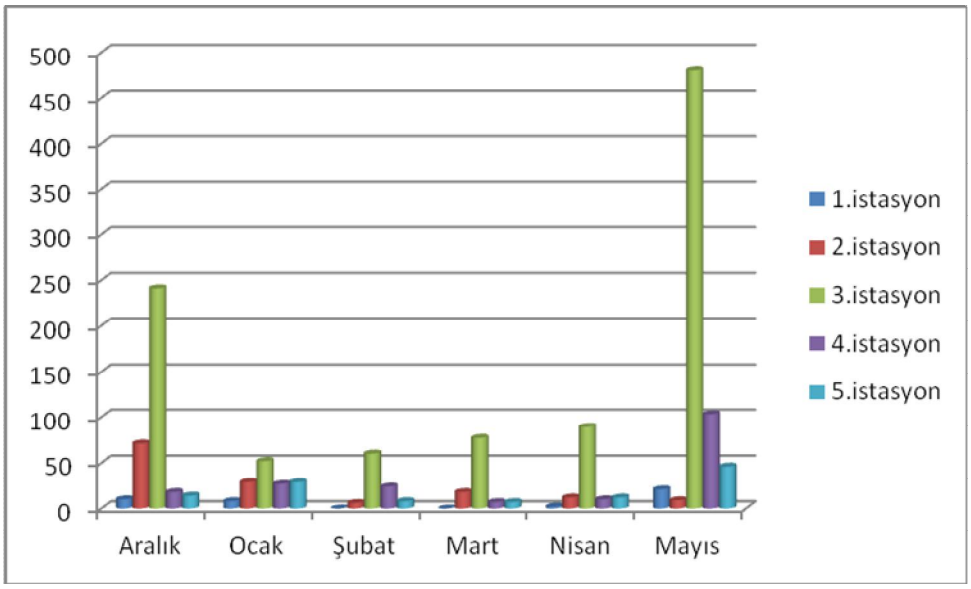
c) Sınıf III - Kirlenmiş su

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

d) Sınıf IV- Çok kirlenmiş su

Yukarıda I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder [33].

Meriç Nehri'nin Edirne il sınırları içerinde kalan segmentinden alınan su numuneleri bakteriyolojik ve fizikokimyasal açıdan değerlendirilmiştir. Buna göre, en fazla total koliform bakteri yoğunluğuna 3. istasyonda Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede rastlanırken, en az total koliform bakteriye 1. istasyonda Şubat, Mart ve Nisan ayları sonunda yapılan örneklemelerde rastlanmıştır (Şekil 5.1).



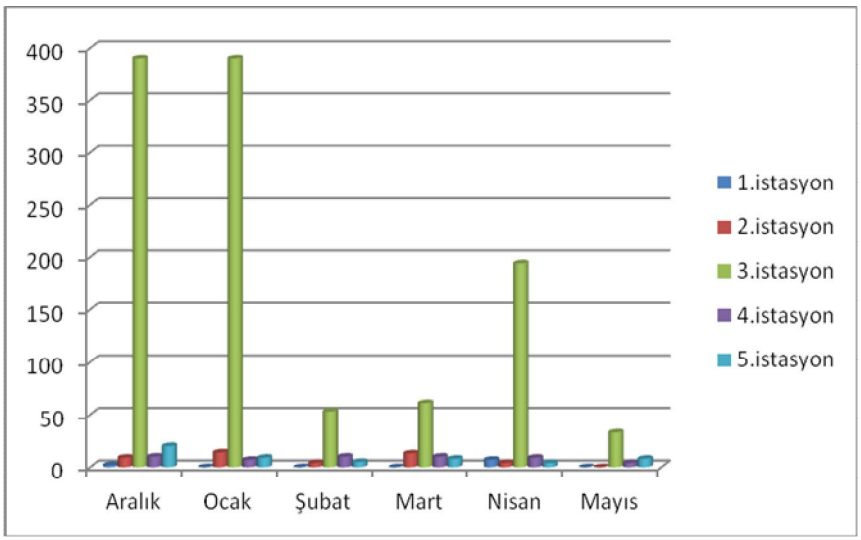
Şekil 5.1. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Total Koliform Bakterilerin İstasyonlara ve Aylara Göre Dağılımlarının Karşılaştırılması

1. istasyonun Meriç Nehri'nin Türkiye sınırlarına girdikten sonraki ilk lokalite olması ve etrafında bu istasyona yoğun bakteri girişi sağlayacak herhangi bir etkenin olmaması, bu istasyonun total koliform değerlerindeki düşüklüğü açıklamaktadır. Ancak, 3. istasyonda her örnekleme tarihinde en yüksek total koliform değerine rastlanıyor olması ve ayrıca bu bulgunun EMS yöntemiyle de destekleniyor olması, bu istasyona bir deşarj olabileceği düşüncesini akla getirmektedir (Şekil 5.2). Gerçekte de bu istasyonun şehir kanalizasyon deşarj bölgesine yakın olması, elde ettiğimiz bulguları açıklar niteliktedir.

Fekal koliform bulguları açısından da yine en yüksek bakteri oranına 3. istasyonda Aralık ve Ocak ayları sonunda yapılan örneklemelerde rastlanmıştır (Şekil 5.3). En az fekal koliform oranına ise yine 1. istasyonda Aralık ayı hariç, tüm örnekleme tarihlerinde ve 2. istasyonda Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemede rastlanmıştır (Şekil 5.3).



Şekil 5.2. Meriç Nehri'nde 3. İstasyon'a (Deşarj İstasyonu) Yakın Bölgeden Bir Görüntü



Şekil 5.3. Meriç Nehri Örnekleme İstasyonlarında Fekal Koliform Bakterilerin İstasyonlara ve Aylara Göre Dağılımlarının Karşılaştırılması

Yüzey sularında toplam koliform bakterilere ait sayılar, suyun mikrobiyolojik açıdan kalitesinin değerlendirilmesinde oldukça önemlidir [5,6]. Total koliform grubu bakterilerin 100 mL'de 100.000'den fazla sayıda olması, o suyun aşırı derecede kirlendiğini (IV. kalite su olduğunu) ifade eder [33]. Bu tip sular, ileri arıtıma tabii tutulsalar dahi, kesinlikle kullanılamaz sular sınıfına girer. 100 mL'de 100'den daha az sayıda bulunmaları durumunda suyun kalitesinden söz edilebilir.

Çalışmamızda, EMS yöntemine göre elde edilen verilerden, deşarj istasyonu olarak anılan 3. istasyonda toplam koliform sayısının, Mayıs ayı sonunda yapılan örnekleme haricinde, tüm örneklemelerde 100.000'in üzerinde olduğu tespit edildi. Bu durum, çalışmada örneklenen 3 numaralı istasyonun SKKY [33]'ne göre IV. Sınıf su kalitesinde seyrettiğini ifade etmektedir. Aynı durum, fekal koliform bakteri örneklemesi için de geçerli olup, 3. istasyonun, Mayıs ayı da dahil olmak üzere, tüm örnekleme dönemlerinde Fekal koliform açısından SKKY'ne göre [33] IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu görülmektedir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Meriç Nehrinde EMS yöntemiyle ölçülen Total Koliform (TK), Fekal Koliform (FK) ve *E.coli* değerlerinin karşılaştırılması

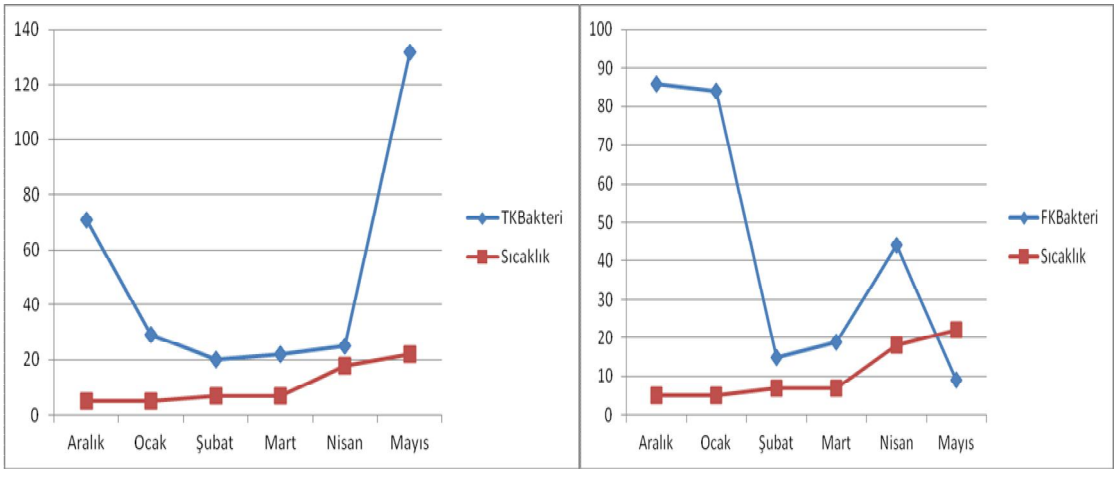
İSTASYONLAR	Aralık 2012			Mart 2013			Mayıs 2013		
	TK	FK	*E.coli*	TK	FK	*E.coli*	TK	FK	*E.coli*
1.istasyon (Kapıkule)	360	<300	<300	>1.100.000	<30	<30	430	74	74
2.istasyon (Sosyal Tesis)	24000	24000	24000	>1.100.000	460.000	460.000	750	150	74
3.istasyon (Deşarj)	>110000	>110000	>110000	>1.100.000	>1.100.000	>1.100.000	11000	2400	2400
4.istasyon (Bülbül Adası)	24000	9300	4300	>1.100.000	460.000	460.000	4600	2400	930
5.istasyon (Bosnaköy)	9300	4300	2300	>1.100.000	1.110.000	1.110.000	4600	2400	2400

Çevresel faktörler, sulardaki canlı dağılımında olduğu kadar biyomasında da etkili olabilirler. Yüzey sularında bulunan bakterilerin sayıları, çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak değişir. Bu etmenler arasında suyun bazı fiziksel ve kimyasal faktörlerinin (sıcaklık, pH, iletkenlik ve oksijen miktarı gibi) yanı sıra diğer çevresel etmenler de (besin, ışık miktarı gibi) sayılabilir [6]. Çalışmamızda, bakteriyolojik dağılımın çevresel faktörlerle ilişkilerini belirlemek amacıyla suyun bazı fizikokimyasal analizleri de bakteriyolojik örneklemelerle eş zamanlı olarak yapılmıştır. Elde edilen bulgular nehirde daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen bulgularla karşılaştırıldığı gibi, SKKY [33] açısından da kalite sınıfı değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Buna göre, çalışma süresince örnekleme istasyonlarında ölçülen sıcaklık değerlerinin mevsimsel olarak değiştiği gözlenirken, çözünmüş oksijenin de sıcaklığa bağlı olarak SKKY açısından I. sınıf kaliteyle IV. sınıf kalite arasında değiştiği gözlenmiştir [33]. Çalışmamızda su sıcaklığı ve çözünmüş oksijene ait veriler, daha önce Meriç Nehri'nde Kalebaşı [22], Özkan [23] ve Taş [24] tarafından elde edilen verilerle paralellik göstermektedir. Çalışmamızda ayrıca, pH ve klorür iyonu değerlerinin 1. Sınıf su kalitesine daha yakın olduğu gözlenirken, yine Kalebaşı [22], Özkan [23] ve Taş [24] tarafından yapılan çalışmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir. Elektrik iletkenliği bakımından çalışmamızda elde edilen bulgular, daha önce diğer araştırıcılar tarafından elde edilenlerle karşılaştırıldığında, biraz daha düşük seyretmektedir. Tüm örnekleme tarihlerinde elde edilen total sertlik ve tuzluluk değerleri ise, nehrin tatlı su karakterinde ve orta sertlikte olduğuna ve total sertliğin magnezyumdan ziyade kalsiyumdan kaynaklandığına işaret eder. Bu anlamda nehir suyunun sulama amaçlı kullanımında bir sakınca bulunmamaktadır. Benzer bulgular daha önceki çalışmalarda da kaydedilmiştir [22, 23, 24]. Çalışmamızda fosfat değerlerinin 2. Sınıf ila 4. Sınıf su kaliesi arasında değiştiği, nitrat azotu bakımındansa 1. Sınıf ila 4. Sınıf su kalitesi arasında değerler içerdiği saptanmıştır. Bu durumda, suyun içme amaçlı kullanıma uygun olmadığı görülmektedir [33]. Bu durum nehirde daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında fosfat ve nitrat azotu yükleri bakımından nehire son yıllarda besin tuzu girişinin arttığı şeklinde yorumlanabilir.

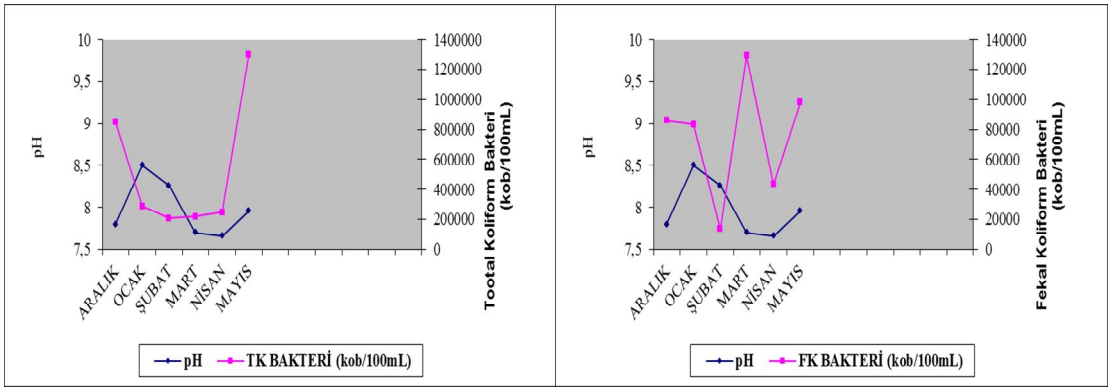
Sucul ekosistemlerde canlıların dağılımında etkili en önemli faktörlerden biri de sıcaklıktır [34]. Sıcaklık, bakterilerin yayılış ve çoğalmalarında önemli bir etkendir [35,36]. Çünkü mikrobiyal hücrelerde oluşan tüm metabolik olayları enzimler,

enzimleri de sıcaklık denetler. Sıcaklık, aynı zamanda suyun birçok fiziksel ve kimyasal özelliği üzerinde de etkilidir ve sularda meydana gelen birçok fiziksel ve kimyasal değişimde sıcaklığın etkisi vardır. Sucul ortamda sıcaklığı etkileyen en önemli faktör güneş ışınları ve atmosferle olan sıcaklık alışverişidir. Akarsulardaki sıcaklık mevsime, coğrafi konuma, nehir büyüklüğüne vs. göre değişebilir [14]. Çalışmada, sıcaklık değerlerinin mevsimlerle paralel olarak seyrettiği ve aylık ortalamalarda 5 ila 22^{0}C arasında değiştiği gözlenmiştir (Şekil 5.4). Çalışmamızda aylık yapılan örneklemelerde, istasyonlar arasında belirgin bir sıcaklık farkı olmadığı için, bu çevresel faktörün bakteri sayıları üzerine anlamlı bir etkisi tespit edilememiştir (Şekil 5.4). Ayrıca, 3 numaralı istasyon olarak adlandırılan deşarj istasyonunda gözlenen bakteri yoğunluğunun, sıcaklığa bağlı olmadığı, suya dışarıdan yapılan deşarj nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Çalışmada en yüksek bakteri sayısı Mayıs ayı sonunda yapılan örneklemelerde 3. istasyonda tespit edilirken, bunu Aralık ayı sonunda 3. istasyonda yapılan örneklemenin izliyor olması da en yüksek ve en düşük sıcaklığa sahip aylardaki bakteri sayılarının birbirine yakın olması nedeniyle, görüşümüzü destekler niteliktedir.



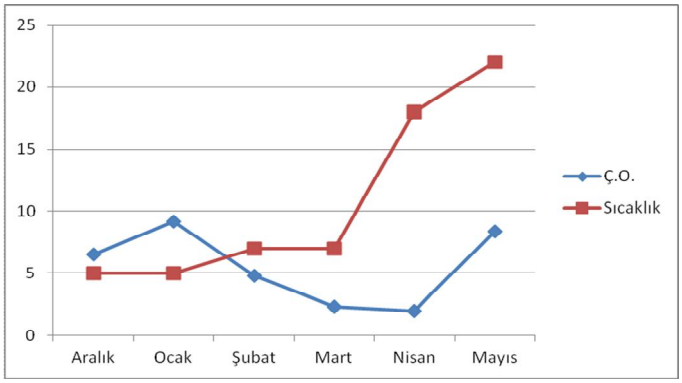
Şekil 5.4. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin Sıcaklıkla Değişimi

Bir ortamdaki hidrojen iyonunun ölçüsü, "pH" olarak tanımlanır. pH, sulardaki biyokimyasal olayların sürdürülmesinde etkili bir faktördür [37]. Ortam pH'sı mikroorganizmaların enzimatik faaliyetlerini denetlediğinden, mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri doğrudan ortamın pH'sı ile ilgilidir [38]. Akarsularda pH değerinin 4 ve altında olması sucul hayatı son derece olumsuz yönde etkiler ve su ortamlarının korunması için pH aralığının 6.5–9.0 olması gerekir [3]. Bakterilerin pH limitleri ise değişiklik gösterir. Keeton ve arkadaşları [39] tarafından, bakteriler için pH aralıkları 6.5-7.5 olarak bildirilmiştir. Bu değerlerin altında veya üstünde olan pH değerlerinde bakteri sayıları düşecektir. İnsan ve hayvanlarda hastalık oluşturan bakteriler ise genellikle pH. 7.0-7.4'de ürerler ve patojenik mikroorganizmaların üreme pH limitleri, patojen olmayanlardan daha dardır [35]. Çalışmada pH değerlerinin minimum 7.4 ve maksimum 8.8 arasında değiştiği gözlenirken, ay ortalamaları bakımından çok büyük pH farkları içermediği saptanmıştır (Şekil 5.5).

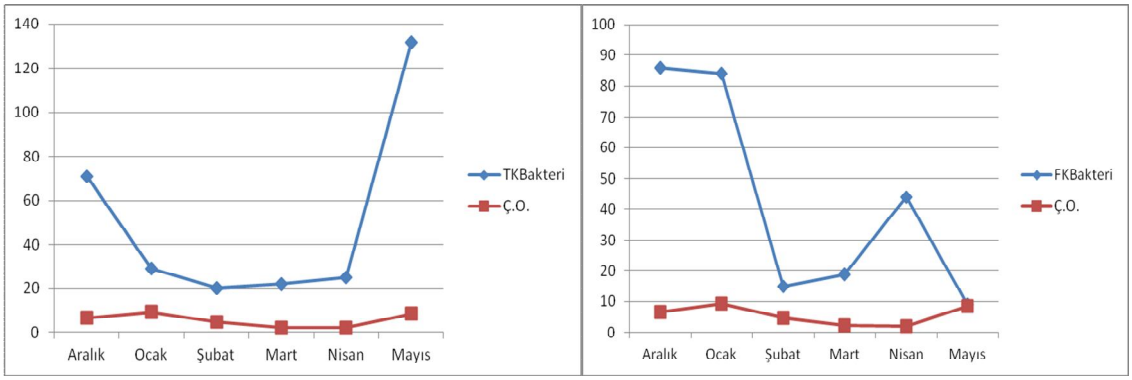


Şekil 5.5. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin pH ile Değişimi

Sulardaki çözünmüş oksijen, su kalitesinin bir göstergesi olmasının yanı sıra, canlı dağılımda da oldukça önemli bir parametredir [1,40]. Sulardaki çözünmüş oksijen miktarı ise atmosfer basıncına ve sucul canlı aktivitelerine (fotosentez ve solunum gibi) bağlı olarak değişir [3]. Aerobik ortamlarda yaşayan organizmalar ise üreme ve diğer metabolik faaliyetlerinde çözünmüş oksijene ihtiyaç duymaktadırlar. Sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu ise tuzluluğun yanı sıra su sıcaklığı ile de ters orantılıdır [3,41]. Çalışmamızda çözünmüş oksijen değerlerinin sıcaklıkla ters orantılı olarak düştüğü gözlenmiştir (Şekil 5.6). Total ve fekal koliform bakteri sayılarının ise sudaki çözünmüş oksijen değerinin düşüşüyle birlikte bazı aylarda azaldığı belirlenmiştir (Şekil 5.7).

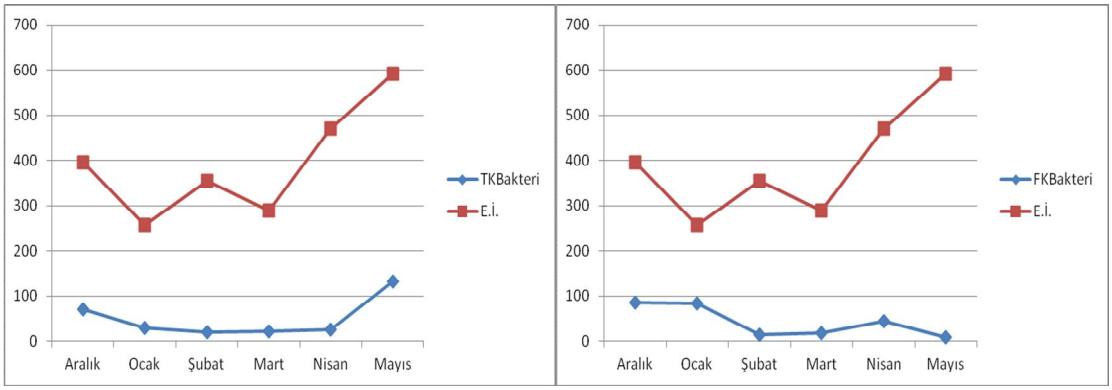


Şekil 5.6. Meriç Nehri'nde Ç.O. ve Sıcaklık Değerlerinin Aylara Göre Karşılaştırılması

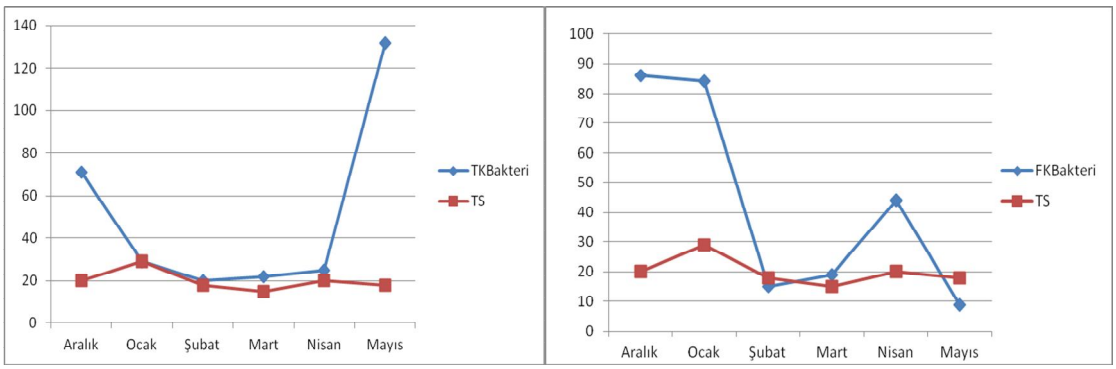


Şekil 5.7. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin Ç.O. ile Değişimi

İletkenlik değeri, sucul ortamda bulunan çözünmüş madde miktarının konsantrasyonuyla ilgilidir [42]. İletkenliği belirleyen kimyasalların konsantrasyonu, sıcaklıkla beraber görülen buharlaşma oranına, fotosentez hızına, su yatağının kayaç yapısına, suya giren organik ve inorganik etmenlere göre, günlük ve hatta saatlik olarak bile değişim gösterebilir [34,43]. Çalışmamızda bakteri sayılarıyla iletkenlik değeri karşılaştırılmış ve özellikle bazı aylarda doğru orantılı bir ilişki gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 5.8). Önceki çalışmalarda sudaki bakteri sayılarının toplam sertlikle ters orantılı olduğu belirtilmiştir [6]. Çalışmamızda da literatürü destekler nitelikte bulgular elde edilmiş ve özellikle TS oranı düşük aylarda bakteri sayılarında artış gözlenmiştir (Şekil 5.9).



Şekil 5.8. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin İletkenlik ile Değişimi



Şekil 5.9. Meriç Nehri'nde Total ve Fekal Koliform Bakterilerin Toplam Sertlikle Değişimi

Su kirliliği değerlendirilirken, ortam şartları, suda yaşayan canlılar, insan kullanımından kaynaklanan maddeler göz önünde bulundurulur. Su kalitesinin değişikliği bunlara bağlı olarak değişir. Çalışmada, örnekleme istasyonlarından periyodik olarak alınan su örnekleri bakteriyolojik ve fizikokimyasal açıdan değerlendirilmiş ve Meriç Nehri'nin su kalitesine bir yaklaşımda bulunulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, her bir örnekleme istasyonunda yapılan tüm örneklemelerde ise *E.coli* tespit edilmiştir. Sonuç olarak, sularda *E.coli* varlığı, suyun kullanım alanını kısıtlamaktadır.

Ülkemizde, son yıllarda yapılan çalışmalarda, sulara ait fizikokimyasal bulgular, bakteriyolojik bulgularla birlikte desteklenmektedir [6,42,43,44,45]. Ayrıca, bunların birbirleriyle olan ilişkileri de değerlendirilerek su kalitesine yaklaşımda bulunulmaya çalışılır [6]. Çalışmamızın neticesinde, incelenen bazı fizikokimyasal özellikler açısından Meriç Nehri'nin I. ve II. Sınıf su kalite değerlerini aşmadığı gözlenirse de bakteriyolojik bulgular açısından nehrin iyi su kalite değerlerini aştığı görülmektedir.
Sonuç olarak, Meriç-Ergene havzasının önemli bir parçası olan Meriç Nehri'nde kirlilik göstergesi olarak bilinen bazı bakteriyolojik bulguların varlığı, nehir sularına giren bu kirletici yüklerin kontrolünü gerektirir. Akışkan bir su ortamına sahip olan Meriç Nehri'nde, zaman zaman meydana gelen taşkınlar nedeniyle de erozyonel materyaller suya girecek ve bunlarla birlikte nehire giren bakteriler suyun kirlilik yükünü daha da arttıracaklardır. Bu nedenle, suya kontrolsüz deşarjların önlenmesinin yanısıra, taşkın probleminin de çözülmesi önerilir.

KAYNAKLAR

[1] Necmettin Çepel, Celal Ergün, ***Suyun Önemi ve Ekolojik Sorunları***, Suyun Önemi ve Ekolojik Sorunlar Sempozyum Dizisi, 31, 39-54, (2003).

[2] Barış Bora, M. Baha Sucugil, Arzu İleri, Süleyman Daban, ***Kemer Çayı Su Kalitesinin Tespit Edilmesi ve İzlenmesi***, Kemer Çayı Su Kalitesinin Tespit Edilmesi ve İzlenmesi (2007 yılı raporu), 1-27, (2008).

[3] Jülide Tanyolaç, ***Limnoloji***, Hatipoğlu Yayınları, Ankara, (2000).

[4] Hasan Kalyoncu, Bülent Yorulmaz, Murat Barlas, M. Zeki Yıldırım, Melek Zeybek, ***Aksu Çayı'nın Su Kalitesi ve Fizikokimyasal Parametrelerinin Makroomurgasız Çeşitliliği Üzerine Etkisi***, Fırat Üniv. Fen ve Müh Bil. Dergisi (1), 23-33, (2008).

[5] Ayşe Elmacı, Arzu Teksoy, F. Olcay Topaç, Nihan Özengin, Hüseyin S. Başkaya, ***Ulubat Gölü'nün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi***, Uludağ Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Derg.,13,1,93, (2008).

[6] Pınar Altınoluk, ***Tunca Nehri'nin Bakteriyolojik Özellikleri ve Fizikokimyasal Faktörlerle İlişkisinin Belirlenmesi***, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 116, (2011).

[7] Fatma Arık Çolakoğlu, Fikret Çakır, ***Sarıçay Akarsuyunun Mikrobiyolojik Kalitesi***, Türk Sucul Yaşam Dergisi, 2, 3, 320-327, (2004).

[8] Sevan Gürün, ***Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne Deşarj Alanındaki Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin İncelenmesi***, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (2008).

[9] APHA, ***Standard methods for the examination of water and wastewater,*** 18th Ed., American Public Health Association, Washington, DC, 087-5532-357. 10-137 pp, (1998).

[10] Hakkı Bilgehan, ***Klinik Mikrobiyolojik Tanı,*** Fakülteler Kitapevi, Barış Yayınları, İzmir, (2002).

[11] http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFA79D6F5E6C1B43FF56B1C544199E2E54

[12] Burak Öterler, ***Tunca Nehri Fitoplanktonu ve Su Kalitesi İle Olan İlişkilerinin İncelenmesi***, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68, (2003).

[13] Arzu Özlüer Hunt, Ercan Sarıhan, ***Seyhan Nehri'nin Kollarından Birini Oluşturan Sarıçam Deresi'nin Fizikokimyasal ve Bakteriyolojik Özellikleri***, Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2, 12(2), 51-58, (2004).

[14] Emin Toroğlu, Sevil Toroğlu, Faruk Alaeddinoğlu, ***Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği***, Coğrafi Bilimler Dergisi, 4(1), 93-103, (2006).

[15] M. Emin Erkan, Aydın Vural, ***Dicle Nehri'nin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma***, Dicle Tıp Dergisi, 33, 4, 205-209, (2006).

[16] Semra Küçük, ***Büyük Menderes Nehri Su Kalite Ölçümlerinin Su Ürünleri Açısından İncelenmesi***, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1-2), 7-13, (2007).

[17] Sedef Fevzioğlu, Bülent Verep, Kenan Gedik, Ertuğrul Terzi, ***Salarha (Taşlıdere) Deresi'nin Fizikokimyasal ve Bakteriyolojik Açıdan Su Kalitesinin Belirlenmesi***, akuademi.net XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz (2009).

[18] Menekşe Taş, Sazlıdere ***Deresi (Edirne) Oligochaeta Faunası ve Mevsimsel Dinamiği***, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (2008).

[19] Cafer Bulut, Ufuk Akçimen, Kazim Uysal, Ramazan Küçükkara, Soner Savaşer, ***Karanfilliçay Deresi Suyunun Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerinin Mevsimsel Değişimi ve Akuakültür Açısından Değerlendirilmesi***, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21, 7, (2010).

[20] ORSAM, ***Meriç Nehri Havzası Su Yönetiminde ''Uluslararası İşbirliği'' Zorunluluğu*** Ortadoğu Stratejik Araştırmalar Merkezi (ORSAM) Su Araştırmaları Programı, Nisan 2011 Raporu, 4, 47, (2011).

[21] Bedri Doğan Emir, ***Meriç Havzası ve Çevre Sorunları Araştırma Projesi (Ön Rapor).*** T.Ü. Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi, (1990).

[22] Yıldız Kalebaşı, ***Meriç Nehri'nin Kimyasal Kirliliğinin İncelenmesi,*** T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 84, (1994).

[23] Nurcan Özkan, ***Meriç ve Ergene Nehirleriyle Bazı Kollarında Chironomidae (Diptera) Larvalarının Dinamiği***, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 143, (1998).

[24] Menekşe Taş, ***Meriç Nehri Oligochaeta Türleri ve Dağılımlarında Etkili Çevresel Faktörlerin Belirlenmesi***, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 127, (2012).

[25] TÇSV, ***Türkiye'nin Sulak Alanları***, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları, (1989).

[26] Özdemir Egemen, Uğur Sunlu, ***Su Kalitesi Ders Kitabı II. Baskı***, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları İzmir, 148, (1999).

[27] İbrahim Çakır, ***Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları***, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Müh. Bölümü, Sim Matbaası, Ankara, (2000).

[28] Artun Yibar, Figen Çetinkaya, G. Ece Soyutemiz, ***Detection of Rope-Producing Bacillus in Bread and Identification of Isolates to Species Level by Vitek 2 System***, J. BIOL. ENVIRON. SCI., 6(18), 243-248, (2012).

[29] Kadir Halkman, ***Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları***, Başak Matbaacılık Ltd. Şti. Ankara, (2005).

[30] Charles J. Krebs, ***Ecological Methodology***. Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park California, 620, (1999).

[31] Bülent Topkaya, Bülent Şen, ***Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler ve Su Ürünleri Açısından Önemi***, Doğu Anadolu Bölgesi, II. Su ürünleri semp. 14-16 Haziran, Erzurum, (1995).

[32] Nilgün Kazancı, Sönmez Girgin, Muzaffer Dügel, Didem Oğuzkurt, ***Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi***, Türkiye İç Suları Araştırmaları Dizisi: II, Ankara, 100, (1997).

[33] SKKY, ***Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği***, Yayımlandığı Resmi Gazete, (2004).

[34] Demet Durhasan, ***Baraj Göllerinden su temininde derinliğin su kalitesine etkileri***, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 68, (2006).

[35] Mustafa Arda, ***Temel Mikrobiyoloji***, Medisan Yayınevi, Ankara, (2000).

[36] Ayşın Çotuk, ***Mikrobiyoloji Laboratuvar Kılavuzu***, Nobel Tıp Kitabevi, (2003).

[37] Robert G. Wetzel, ***Limnology***, Second Ed. Michigan State University, (1983).

[38] Edis Koru, Semra Cirik, ***Spirulina platensis (Cyanophyceae) Mikroalg'inin Büyümesine ve Bazı Biyokimyasal Özelliklerine Sıcaklığın Etkisi***, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 20 (3-4), 419-422, (2003).

[39] Keeton, W.T., Gould, J.L., Gould, C.G., Genel Biyoloji, Çeviren: Ali Demirsoy, İsmail Türkan, Ertunç Gündüz, 5. Baskıdan çeviri, Palme yayıncılık, 583, (2003).

[40] Ayhan Ünlü, Fatih Çoban, M. Sara Tunç, ***Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler açısından incelenmesi***, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak.Der. 23, 1, 119-127, (2008).

[41] Belgin Çamur-Elipek, ***Terkos Gölü Bentik Makroomurgasızlarının Nitel ve Nicel Dağılımları***, T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora tezi, 96, (2002).

[42] Cemil Kara, Uğur Çömlekçioğlu, ***Karaçay'ın (Kahramanmaraş) Kirliliğinin Biyolojik ve Fizikokimyasal Parametrelerle İncelenmesi***, KSÜ Fen ve Müh. Dergisi 7 (1), 1-7, (2004).

[43] Mehmet Küçükyılmaz, Gülşad Uslu, Nevin Birici, N. Gürel Örnekçi, Nurettin Yıldız, Tunay Şeker, ***Karakaya Baraj Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi***, International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium, Konya, 9, (2010).

[44] Sema Ağaoğlu, Kamil Ekici, Süleyman Alemdar, Semiha Dede, ***Van ve Yöresi Kaynak Sularının Mikrobiyolojik***, ***Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Araştırmalar***, Van Tıp Dergisi, 6(2), 30-33, (1999).

[45] Murat Barlas, Fevzi Yılmaz, Özlem İmamoğlu, Özge Akkoyun, ***Yuvarlakçay (Köyceğiz-Muğla)'ın Fizikokimyasal ve Biyolojik Yönden İncelenmesi***, Su Ürünleri Sempozyumu 20-22 Eylül, Sinop, 249-265, (2000).

ÖZGEÇMİŞ

05.01.1984 tarihinde Çorlu'da doğdu. İlköğrenimini Çorlu Değirmenköy Atatürk İlköğretim Okulu'nda, Ortaöğrenimini ise Tekirdağ Anadolu Lisesinde tamamladıktan sonra 2003-2007 yılları arasında T.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde lisans eğitimi aldı. 2008-2010 yılları arasında Özel Silivri Kolan Hospital Laboratuvarında çalıştı. 2010 yılından itibaren Deva Holding A.Ş Mikrobiyoloji Laboratuvarında Biyolog olarak çalışmaktadır.