

T.C.
HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK
ANABİLİM DALI

OBRUK BARAJ GÖLÜNÜN BAKTERİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN ÇEVRE KOŞULLARI İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Seda TERCAN KOZAN

Çorum 2020

**OBRUK BARAJ GÖLÜNÜN BAKTERİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN ÇEVRE KOŞULLARI İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Seda TERCAN KOZAN

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Gülçin ALP AVCI**

Çorum 2020

Seda TERCAN KOZAN tarafından hazırlanan “Obruk Baraj Gölünün Bakteriyolojik Özelliklerinin Çevre Koşulları İle Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması 24/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim dalında Anabilim Dalında Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Suna CEBESOY

Doç. Dr. Gülçin ALP AVCI

Dr. Öğr. Üyesi Şafak BULUT

.....
.....
.....

Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 05/03/2020 tarihli ve 2020/62... sayılı kararı ile Seda TERCAN KOZAN'ın Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

.....
Doç. Dr. Cengiz BAYKASOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.



Seda TERCAN KOZAN



OBRUK BARAJ GÖLÜNÜN BAKTERİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN ÇEVRE KOŞULLARI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Seda TERCAN KOZAN

HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2020

ÖZET

Su kalitesi, insan, hayvan ve bitki sağlığında önemli bir role sahiptir. Özellikle gastrointestinal hastalıkların bulaşmasının önde gelen nedenlerden biridir. Bu nedenle, insan tüketimine yönelik suyun, hastalığa neden olabilecek mikroorganizmalardan ve kimyasal maddelerden arınmış olması gerekmektedir. Su kalitesi çalışması, su kütlesinin kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini tanımlama ve suyun kalitesini kötü yönde etkileyecek olası kirlilik kaynaklarını tespit etme aşamalarını kapsamaktadır. Çalışmamızda Obruk baraj suyunun su kalitesi mikrobiyolojik ve fizikokimyasal olarak çevre koşulları ile birlikte değerlendirildi. Bu tez çalışması Obruk Barajı hakkında yapılan ilk bilimsel araştırmadır. Çalışmamız kapsamında Obruk baraj suyundan Ekim 2017 ve Şubat 2018 tarihlerinde belirlenen 11 istasyondan yüzeysel ve derin su örnekleri araştırmalar yürütüldü. Su örneklerinde fekal bakteri etkenleri ve bazı fizikokimyasal parametreler incelendi. Elde ettiğimiz verilere göre, baraj suyunun özellikle bazı lokasyonlarında mikrobiyal kontaminasyon ve fizikokimyasal parametrelerde normal sınırlardan sapmalar tespit edildi. Sonuç olarak, obruk barajı önemli bir lokasyona sahiptir. Baraj sularının kullanım alanları dikkate alındığında, belirli dönemlerde su kalitesi incelenmeli ve kirlilik kaynakları dikkatle belirlenmeli, halk sağlığı açısından kirliliğe neden olan etkenlerin ortadan kaldırılması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Obruk barajı, mikrobiyal kontaminasyon, fizikokimyasal parametreler

EVALUATION TOGETHER WITH ENVIRONMENTAL CONDITIONS OBRUK DAM LAKE THE BACTERIOLOGICAL CHARACTERISTICS

Seda TERCAN KOZAN

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2020

ABSTRACT

Water quality has an important role in human, animal and plant health. It is one of the leading causes of transmission of gastrointestinal diseases. Fort this reason, water intended for human consumption must be free of microorganisms and chemicals that can cause disease. The water quality study covers the stages of identifying the chemical, physical and biological properties of the water body and identifying potential sources of pollution that will adversely affect the quality of the water. In our study, the water quality of Obruk dam water was evaluated microbiologically and physicochemically with environmental conditions. This thesis study is the first scientific research about Obruk Dam. Within the scope of our study, surface and deep water samples were researched from 11 stations determined from Obruk dam water in October 2017 and February 2018. Fecal bacteria factors and some physicochemical parameters were examined in water samples. According to the data we obtained, deviations from normal limits were detected in microbial contamination and physicochemical parameters, especially in some locations of the dam water. As a result, the pothole dam has an important location. Considering the usage areas of dam waters, water quality should be examined at certain periods and sources of pollution should be determined carefully and necessary measures should be taken to eliminate the factors causing pollution in terms of public health.

Keywords: Obruk dam, microbial contamination, physicochemical parameters

TEŞEKKÜR

Akademik çalışmamın başlangıcından itibaren bana yol gösteren ve daha iyisini yapabilme cesaretini kazandıran, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyerek karşılaştığım birçok sorunu aşmama yardımcı olan güzel insanlığı ile değer katan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Gülçin ALP AVCI' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yüksek lisans öğrenimimde yardım ve desteğini esirgemeyen bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın hocam Doç. Dr. Emre AVCI'ya çok teşekkür ederim. Akademik çalışmam da bilgisini tecrübesini ve birikimlerini paylaşan destek ve yardımlarını esirgemeyen arazi çalışmalarına yön veren Sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Şafak BULUT'a çok teşekkür ederim. Çalışmalarımda yanımda olan arkadaşlarıma teşekkür ederim. Hayatım boyunca maddi ve manevi olarak her zaman yanımda durup bana destek olan tüm bu süreçleri beraber yaşadığımız; canım eşim ve canım ailem iyiki varsınız ve hep yanımda olduğunuz için sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER**Sayfa**

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
RESİMLER DİZİNİ.....	xiii
HARİTALAR DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Baraj Gölleri ve Özellikleri.....	3
2.1.1. Türkiye’deki baraj gölleri.....	3
2.1.2. Obruk barajı.....	3
2.2. Yüzeysel sularda Kirlenme.....	5
2.3. Yüzeysel suların mikrobiyolojik özellikleri	7
2.3.1. Su kalitesinde indikatör mikroorganizmalar	8
2.3.1.1. Cholera	10
2.3.1.2. <i>Salmonellosis</i>	13
2.3.1.3. <i>Shigellosis</i>	13
2.3.1.4. <i>Escherichia coli</i>	13
2.3.1.5. Enterokoklar	15
2.3.1.6. Enterobakter	16
2.3.1.7. Koliformlar.....	16

2.4. Yüzeysel Suların Fizikokimyasal Özellikleri	18
2.4.1. Sıcaklık.....	18
2.4.2. Klorür (Cl ⁻)	19
2.4.3. Özel İletkenlik (SC) / İletkenlik (C).....	19
2.4.4. Toplam Sertlik.....	20
2.4.5. Kalsiyum (Ca)	20
2.4.6. Magnezyum (Mg).....	20
2.4.7. Amonyum azotu (NH ₄ ⁺ +N).....	21
2.4.8. Nitrit ve Nitrat (NO ₂ ⁻ ve NO ₃ ⁻).....	21
2.4.9. Sülfat (SO ₄ ²⁻).....	22
2.4.10. Florür (F ⁻)	23
2.4.11. pH.....	23
2.4.12. Bulanıklık (NTU).....	24
2.4.13. Ağır Metaller	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1. Materyal	26
3.1.1. Araştırmanın yeri	26
3.1.2. Örneklerin temini	27
3.1.3. Örnek temininde kullanılan araç ve gereçler	28
3.1.4. Araştırmada kullanılan besiyerleri	28
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Mikrobiyolojik analizler	33
3.2.1.1. Bakterilerin sayımı	33
3.2.1.2. Bakterilerin ışık mikroskopunda görüntülenmeleri.....	34
3.2.1.3. Tanımlama testleri.....	34
3.2.2. Fizikokimyasal analizler	35

3.2.2.1. Amonyum Deneyi (TS ISO 7150)	37
3.2.2.2. Nitrit Tayini (TS 7526 EN 26777)	37
3.2.2.3. Mangan Tayini (TS 6289 ISO 6332).....	38
3.2.2.4. Sülfat Tayini (TS ISO 9280)	39
3.2.2.5. Demir Deneyi (TS 3651 ISO 6332)	39
3.2.2.6. Toplam sertlik deneyi.....	39
3.2.2.7. Alkalinite Deneyi	42
3.2.3. İstatistiksel analizler.....	44
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	46
4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	46
4.2. Fizikokimyasal analiz sonuçları.....	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Ülkemizde yer alan akarsular üzerinde oluşturulmuş baraj gölleri	4
Çizelge 2.2. Bazı ana kirletici türlerinin doğası, kaynakları, etkileri ve kontrolü	7
Çizelge 2.3. İçme su yoluyla bulaşan başlıca bakteriyel hastalıklar	9
Çizelge 2.4. Su kaynaklı patojenler ve su kaynaklarındaki önemi	17
Çizelge 3.1. Besi ortamına göre gelişen mikroorganizmalar	29
Çizelge 3.2. Toplam alkalinite hesaplama tablosu	43
Çizelge 3.3. İçme Suyu Standartlarının; uluslararası standartlarla kıyaslanması	44
Çizelge 3.4. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	45
Çizelge 4.1. Obruk baraj gölünde aylara göre toplam bakteri sayımı	47
Çizelge 4.2. Kıta içi yerüstü kaynaklarının fizikokimyasal kalite kriterleri..... (Resmi gazete EK-2 (Değişik:RG-10/08/2016-29797)	49
Çizelge 4.3. Ekim ayı su numunelerinin verileri.....	51
Çizelge 4.4. Şubat ayı su numunelerinin verileri	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Suda hastalık yapan patojenlerin bulaşma yolu	18
Şekil 3.1. DSİ Müdürlüğü'ne göre Obruk Baraj'ının tanımı	26



RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Ruttner cihazı	28
Resim 3.2. Steril numune kabı	28
Resim 3.3. HACH HQ 40d multimetre cihazı	29
Resim 3.4. HACH 2100N Bulanıklık cihazı	36
Resim 3.5. HACH DR 6000 (Sol) ve HACH DR 2800 (Sağ)	36
Resim 4.1. Kültür edilmiş mikroorganizmaların koloni morfolojileri.....	47
Resim 4.2. Işık mikroskopunda bakterilerin mikroskopik görünümü.....	47

HARİTALAR DİZİNİ**Harita****Sayfa**

Harita 2.1. Kızılırmak Nehri 5

Harita 3.1. Obruk Baraj Gölü su örnekleme yapılan istasyon 27



SİMGELER VE KISALTMALAR**Simgeler**

°C	Derece Santigrat
Cf	Colony formit unite
Dk	Dakika
G	Gram
L	Litre
Mg	Miligram
Ph	Hidrojen konsatrasyonunun eksi logaritması
SC	İletkenlik
spp	Alt türler

Kısaltmalar

AGE	Akut Gastroenterit
ATP	Adenozin Tri Fosfat
DSİ	Devlet Su İşleri
EMB	Eosin Methylene-blue Lactose Sucrose Agar
EHEC	<i>Enterohemorajik E. Coli</i>
EIEC	<i>Enteroinvaziv E. coli</i>
ETEC	Enterotoksikonik E.coli
NB	Nutrient Broth
PCA	Plate Count Agar
VP	Voges- Proskave
XLD	Xylose Lysine Deoxycholate Agar
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Su, gastrointestinal hastalıkların bulaşmasında başlıca araçlardan biridir (Arora ve Arora, 2008). Bu nedenle, insan tüketimine yönelik suyun, insanda hastalığa neden olabilecek kimyasal maddelerden ve mikroorganizmalardan arınmış olması gerekmektedir. Ayrıca içme suyunun berrak, renksiz ve nahoş tat veya koku bulundurmaması önemli kriterlerdendir. Suyun, bulaşıcı mikroorganizmaları, zehirli kimyasal maddeleri, endüstriyel atıkları veya kullanım amacına uygun olmayan atık maddeleri içermesi kirli su olarak adlandırılmasına sebep olmaktadır (Arora ve Arora, 2008).

Suda var olan patojenlerin tespit edilmesi, laboratuvar analizlerinin gerçekleştirilmesindeki güçlük ve düşük kalitatif tekrarlar, belirtilen arıtma teknikleri ve koli formundaki bakterilerin mevcudiyeti nedeniyle oldukça zordur. Bu nedenle, içme suyunun mikrobiyal dengesinin belirli dönemlerde izlenerek kontrol edilmesi gerekir (Ramírez-Castillo, 2015).

Su kalitesi, insan, hayvan ve bitki sağlığında önemli rol oynar. Yüzeyel suyu kalitesi, doğal çevrenin temel bir bileşeni olup, günümüzde ciddi bir endişe konusudur (Lautenschlager, 2013). Nehirler ve rezervuarlar içme suyu, tarımsal kullanım, balıkçılık ve elektrik üretiminde önemli rol üstlenmektedir. Bu nedenle su kalitesinin korunması çok önemli bir konudur ve kabul edilebilir seviyelerde tutulmalıdır (Craun ve ark., 2010). Su kalitesinin değişimi hem antropojenik (örneğin kentsel, endüstriyel, tarımsal faaliyetler ve su kaynaklarının insan sömürsü) hem de doğal katkıların (yağış oranı, hava koşulları ve toprak erozyonu gibi) temel birleşimidir (Pejman ve ark., 2009).

Dengeli bir su ekosisteminde, suyun kalitesi, ekosistemin sağlığı için de son derece önemli olan organizmalar ve çevre arasında kritik bir rol oynar (Firidin, 2015). Su kalitesi değerlendirmesinde mikrobiyal topluluğun, özellikle halk sağlığını korumak açısından özel bir önemi vardır. İnsanı ve hayvanları etkileyen hastalıkların önemli bir yüzdesini su kaynaklı hastalıklar oluşturmaktadır. Suda, az miktarda patojen

mikroorganizma varlığı bile enfeksiyona neden olabilir. Suların hastalığa neden olması için, patojen mikroorganizmaların tam sayısı, patojenin virülansının ve konağın enfeksiyona direnç gösterme kabiliyetinin rolü önemlidir (Weller, 2007).

Su kalitesi çalışması, su kütlesinin kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini tanımlama ve suyun kalitesini düşüren olası kirlilik kaynaklarını tespit etme sürecidir (Gholizadeh ve ark., 2016; Usali ve Ismail, 2010). Su kaynaklarının kalitesinin düşürülmesi atık boşalmaları, böcek ilaçları, ağır metaller, besin mikroorganizmaları ve kalıntılardan kaynaklanabilir. Su kirliliği oranının denetlenmesinde yardımcı olmak için farklı su kalitesi standartları geliştirilmiştir ve bu kalite standartlarının korunmasının bir sonucudur (Gholizadeh ve ark., 2016).

Araştırma sahası olarak seçtiğimiz Obruk Barajı'nda şu ana kadar yapılmış bilimsel bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile elektrik üretimi amacıyla kurulan bu tesis hakkında ilk kez böyle bir bilimsel araştırma yapılmış olacaktır. Bu çalışmada Obruk barajının su kalitesinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin çevre koşulları ile birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın spesifik hedefleri suyun fizikokimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin su kalitesi açısından irdelemek, mevsimsel değişimleri araştırmak ve atık suların etkisini incelemektir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Baraj Gölleri ve Özellikleri

Suyun bulunduğu ortamlar çeşitli yüzey alanlarına ve hacimlere sahiptir. Su taşkınlarının engellenmesi, hidroelektrikten faydalanmak, endüstriyel ve tarımsal uygulamalarda kullanmak ve en temel içme suyu elde etmek gibi çeşitli amaçlar ile insanoğlu uzun yıllardır barajlar inşa etmektedir. Özellikle artan nüfus ve ekonomi büyüdükçe devlet veya özel sektör tarafından baraj inşaatı hızla artarak devam etmiştir (Geertsema, 2008).

Barajların ön tarafında bir set oluşturularak baraj suların birikmesine imkân sağlanması suretiyle oluşan yapay göllere Baraj Gölü adı verilmektedir. Bu göller, akarsu vadisinin sular altında kalmasına sebep olur. Yapay göllerin hacimleri, barajın yapılış amacına göre farklılık göstermektedir. Baraj gölleri, termik ve nükleer santrallere göre çevresel etkileri bakımından daha çok ön plana çıkmıştır (Geertsema, 2006; Geertsema, 2008; Winton, 2019). Ülkemizde de farklı amaçlar doğrultusunda akarsular üzerinde bir veya daha fazla sayıda kurulmuş birçok baraj gölü mevcuttur. Türkiye'de bu amaçlarla 700' e yakın baraj ve 500' ün üzerinde hidroelektrik santral kurulmuştur.

2.1.1. Türkiye'deki baraj gölleri

Ülkemizdeki baraj gölleri hem elektrik hem de tarım alanlarının su ihtiyacını karşılamak amacıyla oluşturulmuştur. Aynı zamanda bu göller bölge halkının yanı sıra Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu su ve elektriği de karşılamaktadır. Ülkemizde yer alan akarsular üzerinde oluşturulmuş baraj gölleri Çizelge 2. 1' de verilmiştir.

2.1.2. Obruk barajı

Türkiye ölçeğindeki akarsuları değerlendirdiğimizde Kızılırmak en büyük havzaya sahiptir. Çorum İli'ne bağlı Dodurga İlçesi'nin yaklaşık 16 kilometre güneyindedir.

Obruk Barajı ve Hidroelektrik Santrali, enerji ve sulama amaçlı bir barajdır. Gövde hacmi 12.00 hektometreküp ve maksimum gölalanı 50.21 kilometrekaredir. Hidroelektrik santralinin kurulu gücü 202.8 MW ve yıllık enerji üretimi 515 milyon kWh olarak ölçülmüştür.

Çizelge 0.1. Ülkemizde yer alan akarsular üzerinde oluşturulmuş baraj gölleri

Akarsular	Barajlar
Fırat nehri	Keban, Özlüce, Karakaya, Atatürk
Dicle nehri	Kralkızı, Hancağız, Ilısu, Batman, Dicle, Devegeçidi
Seyhan nehri	Seyhan ve Çatalan
Aras nehri	Arpaçay
Ceyhan nehri	Sır, Aslantaş, Menzelet, Kartalkaya
Manavgat	Oymapınar
Yeşilırmak	Almus, Hasan Uğurlu, Suat Uğurlu ve Kılıçkaya
Tarsus çayı	Berdan, Kadıncık 1-2
Sakarya	Porsuk, Bayındır, Sarıyar (Hasan Polatkan) Gökçekaya, Kurtboğazi,
Gediz	Demirköprü
Simav Çayı	Çaygören
Büyük Menderes	Kemer ve Adıgüzel
Kızılırmak	Hirfanlı, Derbent, Kesikköprü, Altınkaya, Kapulukaya, Çubuk 1-2, Obruk
Botan Çayı	Alkumru

Ülke elektrik üretiminin binde 5'ini karşılayacak olan kapasitesiyle Obruk Hidroelektrik Santrali, Türkiye'nin 18. büyük tesisidir. Bu havza içerisinde, Sivas, Kayseri, Nevşehir, Kırşehir, Kırıkkale, Ankara, Çankırı, Çorum ve Samsun il sınırları bulunmaktadır (Harita 2.1). Çorum il yönetimi içinde kalan kesimlerinde Obruk Barajı inşa edilmiştir. Bu baraj elektrik üretimi ve tarımda sulama amacıyla kullanılmaktadır.

Obruk Baraj Havzası sanayi bölgelerinden yalın, doğal yapısı bozulmamış, İç Anadolu bölgesinin bittiği Karadeniz bölgesinin başladığı bir coğrafyada bulunmaktadır. Obruk Barajı Çorum'un kuzeyinde dar bir vadide, genişliği 600-700 metreyi geçmeyen 30 km uzunluğundadır. Güneyden-kuzeye, doğudan-batıya uzanan sıra dağlar ormanlarla kaplıdır. Bu dağlar 500 metreden 1500 metreye 2 km gibi kısa

bir mesafede dik olarak yükseldiklerinden ve bir geçiş noktasında olduklarından zengin yaban hayatını ve endemik bitki türlerini içerisinde barındırmaktadır. Aynı zamanda iklimi kaliteli meyve ve sebze yetiştirmeye olanak sağlamaktadır.



Harita 2.1. Kızılırmak Nehri

2.2. Yüzeysel sularda Kirlenme

Yüzeysel suları nehirler, akıntılar, göller, göletler ve rezervuarları ifade eder. Arazi yağmur yağdığı anda, yeraltı suyu akiferlerini (akifer: ekonomik olarak önemli miktarda suyu depolayabilen ve yeterince hızlı taşıyabilen geçirimsiz jeolojik birimlerdir) doldurmak için toprağa sızar ya da toprağın üzerinden akarsu, nehir, gölet ve göllere doğru akan yokuş aşağı akar. Bununla birlikte, yüzeysel su kütleleri sadece akıntıdan su almaz, birçoğu yeraltı sularından girdi alır, katkısı düşük akış dönemlerinde genellikle artar (Igwe, 2017). Akarsular ve nehirler, yüzeysel suyunun, yüksek irtifadaki topraklardan okyanuslara doğru olan yolda daha düşük irtifaya kadar biriktiği ve aktığı yerde oluşur. Göller veya göletler, yüzeysel akıntısının, çevredeki toprağa göre düz bir alanda birikir ve göle veya gölete giren suyun, bir

nehirden akması, yer altı suyuna sızması veya buharlaşması ile kaçabileceğinden daha hızlı gelir. Bunun anlamı, göllerin ve göletlerin durgun veya çok yavaş hareket eden su kütleleri olduğu ve nehirler ve akarsuların hızlı hareket eden bir akımla ayırt edildiğidir. Çoğu gölde tatlı su bulunurken, bazıları, özellikle de suyun nehirden kaçamadığı yerler tuzludur. Tuzlu sularda iyonlaşma daha fazladır. Hatta bazı göller okyanuslardan daha tuzludur. “Göller ve göletler” ve “nehirler ve akarsular” terimleri genellikle birbirlerinin yerine kullanılır, çünkü gerçekte aralarında belirgin bir ayrım yoktur, ancak ikinci terim tipik olarak “daha küçük” bir durgun su kütlelerini veya akan suyunu tarif ederken kullanılır. Eski zamanlardan beri, yüzey suları atıklarımız için uygun bir imha yolu olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, atık suların bertarafı için yüzey sularının bu kullanımı (veya kötüye kullanımı) diğer tüm su kullanımlarıyla ve en önemlisi de içme suyu için yüzey sularının kullanılmasıyla çelişmektedir (Bhatnagar, 2010).

Su kirliliği genellikle 'su kütlelerinde yaşayan bir veya daha fazla maddenin su kütlelerinde yaşayan organizmalara ve bitkilere ve suyu içebilecek hayvanlara ve insanlara zarar verebileceği şekilde oluşturduğu' olarak tanımlanır. Su kirliliği genellikle insan faaliyetlerinden kaynaklanan su kalitesinde bir bozulma anlamına gelse de, aynı etki doğal olarak meydana gelebilir. Örneğin, büyük miktarlarda sediment akarsu ve nehirler boyunca yayılabilir. Yağmur fırtınası ve toksik metaller metal cevher konsantrasyonlarının olduğu yüzey sularına karışabilir. Bunlar doğal süreçlerdir ve çevre zamanla su kalitesi üzerindeki etkileri etkisiz hale getirebilir. Öte yandan, insan faaliyetlerinden kaynaklanan kirlilik, genellikle daha büyük ölçekte olup, sıklıkla hızlı bir şekilde gerçekleşebilir ve Çizelge 2.2' de belirtildiği gibi çok çeşitli biçimlerde olabilir (Iskandar, 2010; Igwe, 2017).

Fizikokimyasal ve biyolojik faktörler, su ortamlarında kirlenmeyi belirleyen belli başlı kriterlerdendir. Bir suda yaşayan canlılar, biyolojik çeşitlilik, besin zinciri, su kalitesi ve suyun biyolojik yönden temizlenmesi gibi faktörler açısından büyük önem taşımaktadır. Yapay göletlerde önceden planlanan parametrelerin sürekli izlenip aylık değişimlerinin incelenmesi ve değişen bu parametrelerin su kalitesini nasıl

etkilediğinin incelenmesi gerekmektedir (Bhatnagar, 2010, Iskandar, 2010; Igwe, 2017).

Çizelge 2.2. Bazı ana kirletici türlerinin doğası, kaynakları, etkileri ve kontrolü

Kirletici madde	Doğası	Kaynağı	Etkileri	Kontrol
Besinler		Evsel atık su, endüstriyel atık ve tarım arazisi (özellikle inorganik gübre)	Ötrofikasyona yol açan su bitkilerinin aşırı büyümesi; içme suyunda yüksek nitrat konsantrasyonları potansiyel olarak toksiktir	Kanalizasyon arıtma işlerinde fosfor giderilmesi. Gübre girdilerini ve iyi arazi yönetimini kontrol ederek nitrat sızıntısını azaltılması
İz metaller		Madencilik, endüstriyel işlemler, yollardan sızma	Sucul ekosistemler üzerindeki toksik etkiler yapmaktadır.	Kontrolü zordur
Q	Pestisitler, deterjanlar, endüstriyel yan ürünler ve eczacılık.	Evsel atık su, endüstriyel atık ve çiftlikler	Toksik - balık ve diğer su faunası için tehlike; insan sağlığı üzerindeki olası etkiler	Geleneksel kanalizasyon veya su arıtma işleri ile sökülmediği için kontrol edilmesi zor
Doğal organik madde	Aerobik bakteriler tarafından parçalanan biyolojik olarak çözünebilen organik madde (çözülmüş oksijen gerektirir)	Evsel kanalizasyon, hayvan gübresi, gıda işleme	Sucul fauna ve flora üzerinde etkisi olan çözülmüş oksijen içeriğinde tükenmeye neden olur.	Atık suların işlenmesi, atık suların çevrimi, hayvan bulamacı ve gübre ve silaj atıkları
Tortu	Temelde toprak malzemesi (organik ve inorganik); endüstriyel yan ürünler	Su ve rüzgar ile toprak erozyonu, şantiyeler, bazı taşocakçılığı ve madencilik işlemleri	Verimli toprakların çıkarılması, rezervuar göllerin doldurulması, çakıl yataklarının tortulaşması; azaltılmış sucul yaşam	Toprak koruma ve en iyi yönetim uygulamaları ile kontrol edilir; yerleşme havuzlarının kullanımı; akış kontrol
Sıcaklık	Isıtılmış su nehirler ve göller geri dönüşüm	Enerji santralleri, çelik fabrikaları, rafineriler ve diğer endüstriyel soğutma birimleri.	Suyun çözülmüş oksijen içeriğini ve sucul hayata potansiyel zararı azaltır.	Endüstriyel soğutma sularının yeniden sirkülasyonu ve yeniden kullanımı ile en aza indirgenir.

2.3. Yüzeysel Suların Mikrobiyolojik Özellikleri

Su kütlelerinin organik mikro kirleticiler tarafından kirletilmesi sürekli olarak ilgi konusudur ve daima araştırılmaktadır. Su kirliliği çok sayıda gastrointestinal hastalık salgınının ve halk sağlığı endişelerinin kaynağında olmasına rağmen, bazı çalışmalar

şiddetli yağış olayları ile su kaynaklı hastalık salgınları (Auld, 2004; Curriero,2001) ve iklim değişikliği arasında tutarlı ve anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir (Hlavsa, 2011). Son zamanlarda yapılan incelemeler, kuraklık ve sel gibi olaylarla ilişkili su kaynaklı olarak gelişen hastalık çalışmalarının yetersizliğini göstermektedir (Bouzid, 2013). Su kalitesinin aşırı hava koşulları özellikle iklim değişiklikleri nedeniyle artan mikrobiyal kirlilikten etkilendiği bilinmektedir ve daha sistematik çalışmalar gerektirir (Bartram, 2009). İzleme hedefleri, basit ve hızlı göstergeler kullanarak doğrudan kirlilik kaynaklarını hedeflemekten ibarettir, ancak esas olarak fekal bakterileri içeren bazı parametreler önemlidir. Su kaynaklı hastalıklarda büyük rol oynayan enterik virüsler ise, yaygın olarak uygulanan yöntemlerin tespit limitleri nedeniyle nadiren araştırılmaktadır (Poma, 2012). Sonuç olarak, mikrobiyolojik su kalitesi standartlarına uysa bile, su kaynaklı akut gastroenteritin (AGE) endemik kısmı, sendromik gözetlemenin en küçük su kaynağı sistemleri (<500 kişi) hariç % 0- 40 arasında değişebilir (Beaudeau, 2019).

2.3.1. Su kalitesinde indikatör mikroorganizmalar

Su yaşam için çok önemlidir. Herkese yeterli, güvenli ve erişilebilir bir tedarik sağlanmalıdır. Güvenli içme suyuna erişimin iyileştirilmesi sağlığa önemli faydalar sağlayabilir. Bir içme suyu kalitesini mümkün olduğunca güvenli hale getirmek için her türlü çaba gösterilmelidir (WHO, 2008). Birçok ülke, güvenli suya ulaşmak için en etkin yolu belirlemek mücadelesinde bulunmaktadır. Her bireyin için temiz ve arıtılmış su temini özellikle gelişmekte olan ülkelerde kolay değildir. Bu ülkelerde su kaynaklı enfeksiyonlar oldukça yaygındır. Dünya genelinde iki buçuk milyar insanın iyileştirilmiş sağlık koşullarına erişimi yoktur ve her yıl 1,5 milyondan fazla çocuk ishalleri hastalıkları nedeniyle ölmektedir (Fenwick, 2006). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, suya bağlı hastalıkların ölüm oranı her yıl 5 milyon kişiyi aşmaktadır. Bunlardan % 50'den fazlası mikrobiyal bağırsak enfeksiyonlarına bağlıdır ve kolera salgınları ilk sırada yer almaktadır (Cabral, 2010).

Genel olarak, en büyük mikrobiyal riskler, insan veya hayvan dışkısı ile kirlenmiş suların kullanımı ile ilişkilidir. Tatlı sularda ve kıyılarda deniz sularındaki atık su

deşarjları, patojenler dâhil olmak üzere başlıca fekal mikroorganizma kaynaklarıdır (George, 2001). Özellikle akut mikrobiyal ishal hastalıkları gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunudur. İshalli hastalıklardan etkilenen insanlar en düşük mali kaynağa ve en düşük hijyenik tesislere sahip olanlardır. Beş yaşın altındaki çocuklar, özellikle Asya ve Afrika ülkelerinde, suyoluyla bulaşan mikrobiyal hastalıklardan en çok etkilenenlerdir (Seas, 2000).

Mikrobiyal su kaynaklı hastalıklar gelişmiş ülkeleri de etkilemektedir. ABD'de her yıl 560.000 kişinin şiddetli su kaynaklı hastalıklardan muzdarip olduğu ve 7,1 milyonunun hafif ila orta dereceli enfeksiyonlardan maruz kaldığı ve yılda 12.000 ölümle sonuçlandığı tahmin edilmektedir (Medema, 2003).

Su yoluyla bulaşan en önemli bakteriyel hastalıklar Çizelge 2.3'de listelenmiştir (Cabral, 2010).

Çizelge 2.3. İçme suyu yoluyla bulaşan başlıca bakteriyel hastalıklar

Hastalık	Nedensel Bakteri Ajanı
Kolera	<i>Vibrio cholera</i> , serovarieties Q1 ve Q139
Vibrio nedenli gastroenterit	Ağırlıklı olarak <i>vibrio parahaemolyticus</i>
Tifo ateşi ve diğer ciddi salmonelloz	<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>Enterica</i> <i>Enterica</i> serovar <i>paratipi</i> , <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>Enterica</i> <i>Enterica</i> serovar <i>tipi</i> , <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>Enterica</i> <i>Enterica</i> serovar <i>typhimurium</i>
Basilli dizanteri ve shigellosis	<i>Shigella dysenteriae</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Shigella boydii</i> <i>Shigella sonnei</i>
Akut ishal ve gastroenterit	<i>Escherichia coli</i> , özellikle serotipleri Q148, Q157 and Q124

2.3.1.1. Cholera

Vibrio cinsi, küçük, kavisli, gram-negatif basilleri içerir ve bir polar flagelluma sahiptir. Vibriolar, hem fermentatif hem de solunum metabolizması yapabilen fakültatif anaeroblardır. Sodyum tüm türlerin büyümesini uyarır ve çoğu için mutlak bir gerekliliktir. Çoğu tür oksidaz-pozitif ve nitratı nitrite indirger. Bazı türlerin hücreleri (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus*), protein TcpA' dan oluşan yapılar halinde pili (fimbria) içerir. TcpA oluşumu kolera toksin ekspresyonu ile birlikte düzenlenir ve in vivo kolonizasyonun önemli bir belirleyicisidir (Farmer, 2003). Birkaç *Vibrio* türü, insanları enfekte edebilir. *V. cholerae*, bu türlerin en önemlisidir.

V. fluvialis, *Grimontia hollisae* (*V. hollisae*) ve *V. mimicus*, ishal veya gastrointestinal sistem enfeksiyonlarına neden olabilir. *V. furnissii*, ishali birkaç kişiden izole edilmiştir, ancak gerçekte bu patolojiye neden olabileceğine dair bir kanıt yoktur. *V. parahaemolyticus*, özellikle Japonya ve Güney Doğu Asya'da akut gıda kaynaklı gastroenteritin iyi belgelenmiş bir nedensel ajanıdır. Vakalar istiridye, karides, yengeç ve ıstakoz gibi çiğ veya az pişmiş kabuklu deniz hayvanlarının tüketimi ile ilişkilidir. (Farmer, 2003; Farmer, 2005).

Vibrio cholerae

Vibrio cholerae, pH 9-10 ile 40 °C'de gelişebilir. Geişme sodyum klorür varlığı ile indüklenir. Lipopolisakkarit (LPS) (O antijenleri) yapısı ile karakterize edilen yaklaşık 200 serotipi bulunmaktadır. Klasik ve El Tor biyotipleri arasındaki ayırım, biyokimyasal ve virolojik özelliklere dayanmaktadır (Farmer, 2005; Todar, 2010).

Klinik Tablo

Kolera için kuluçka süresi yaklaşık 1-3 gündür. Hastalık, saatte bir litreyi aşabilen akut ve çok yoğun bir ishal ile karakterizedir. Kolera hastaları susuz hisseder, kas ağrıları ve genel güçsüzlük gösterir ve ardından oliüri, hipovolemi, hemo-

konsantrasyon, ardından anüri bulguları gösterir. Kandaki potasyum çok düşük seviyelerdedir. Dolaşımdaki çöküntü ve siyanoz ile dehidrasyon meydana gelir (Farmer, 2003).

Hastalığın şiddeti birkaç faktöre bağlıdır: (1) kişisel bağışıklık: bu hem önceki enfeksiyonlar hem de aşılardan sağlanabilir; (2) aşılama: hastalık sadece asgari miktarda yaklaşık olarak 10^8 bakteri yutulduktan sonra meydana gelir, (Farmer, 2005; Todar, 2010; Cabral, 2010); (3) Gastrik bariyer: normalde çok asidik olan mide, bakteriyel sağkalım için olumsuz bir ortamdır. Anti-asidik ilaçlar kullanan hastalar, enfeksiyona karşı sağlıklı insanlardan daha hassastır; (4) kan grubu: hala bilinmeyen nedenlerden dolayı, O grubu kanı olan kişiler diğerlerinden daha hassastır (Todar, 2010; Cabral, 2010).

Tedavi edilemeyen durumlarda kolera hastalarının mortalitesi yaklaşık olarak % 50 dir. Sadece kaybedilen suyun değil, ayrıca potasyum başta olmak üzere, tuzların da değiştirilmesi zorunludur. Hafif dehidrasyonlarda, su ve tuzlar oral yoldan verilebilir, ancak şiddetli koşullarda hızlı ve intravenöz uygulama zorunludur. En etkili antibiyotik şu anda Dokosiklidir. Tedavi için antibiyotik uygulanmasa da, tuzlu ve şekerli su verilmesi, çoğu durumda hastayı kurtarabilir ve iyileşmeye yardımcı olabilir (Todar, 2010, Cabral, 2010).

Enfeksiyonun iki ana belirleyicisi vardır: (1) bakteriyel hücrelerin bağırsak mukoza zarına yapışması. Bu, hücrenin yüzeyinde pili ve adesinlerin varlığına bağlıdır; (2) kolera toksininin üretimi.

Kolera toksini, hedef hücreler üzerinde çok hassas etkisi olan bir ekotoksindir. Toksin, bağırsak hücrelerinin hücre zarı üzerinde spesifik bir reseptöre (gangliosid GI) bağlanır ve adenilat siklaz enzimini aktive eder. Bu, cAMP ve inorganik fosfatın salınmasıyla birlikte iç ATP'nin kesintisiz bir şekilde bozulmasına neden olur. cAMP'ın iç konsantrasyonundaki yükselme, mukoza zarındaki hücrelerden su, sodyum, potasyum, klorür ve karbonat iyonlarının akışına neden olur ve bu, diyarenin ana nedenidir (Farmer, 2003).

2.3.1.2. Salmonellosis

Salmonella

Salmonella cinsi Lignières tarafından 1900 yılında tanımlandı. Salmonella için ilk antijenik şema 1926'da White tarafından yayınlandı ve daha sonra 1966 ve 1978'de yayınlanan iki klasik eserde Kauffmann tarafından geliştirildi. Kauffmann-White antijenik şeması 1988 yılında, yaklaşık 2.250 farklı serovar içeriyordu (Le Minor, 2003; Popoff, 2005).

Enterobacteriaceae familyasının bir üyesi olan Salmonella cinsi Gram-negatif hareketli düz çubuklar içerir. Hücreler oksidaz-negatif ve katalaz-pozitif, D-glukozdan gaz üretir ve sitratı karbon kaynağı olarak kullanır. Salmonella birkaç endotoksine sahiptir ve antijenler O, H ve Vi' dir (Le Minor,2003; Popoff, 2005).

Klinik Tablo

İnsanlara patojenik olan Salmonella iki tip salmonelloza neden olabilir: (1) tifo ve paratifo; (2) gastroenterit (Le Minor,2003). Düşük enfektif dozlar (1.000 hücreden az) klinik semptomlara neden olmak için yeterlidir. Yenidoğan ve bebeklerde salmonelloz, septisemili bir ağır tifo hastalığından hafif veya asemptomatik bir enfeksiyona kadar çeşitli klinik semptomlar sunar. Pediatrik servislerde enfeksiyon genellikle personelin elleriyle bulaşır (Popoff, 2005).

Gıda kaynaklı Salmonella gastroenteritine sıklıkla *S. typhimurium* neden olur. Kirlenmiş gıdaların yutulmasından yaklaşık 12 saat sonra semptomlar (ishal, kusma ve ateş) ortaya çıkar ve 2-5 gün sürer. Gıda kaynaklı Salmonella enfeksiyonunun önlenmesi, kontaminasyondan kaçınmaya (hijyenin iyileştirilmesine), gıdada Salmonella çoğalmasının önlenmesine (4 ° C'de gıdaların sürekli depolanması) ve mümkün olduğunda pastörizasyonun (süt) veya sterilizasyonun (diğer gıdalar) kullanılmasına dayanır. Sebzeler ve meyveler, dışkı kaynaklı gübrelerle kontamine olduğunda veya kirli suyla yıkandığında Salmonella'yı taşıyabilir (Le Minor,2003).

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi arttıkça tifo hastalığının görülme sıklığı azalır (yani, kontrollü su kanalizasyon sistemleri, sütün ve süt ürünlerinin pastörizasyonu). Bu hijyen koşullarının eksik olduğu durumlarda, su ve yiyecekte dışkı kirlenme olasılığı yüksek kalır ve bu nedenle tifo humması insidansında artış görülür (Popoff, 2005).

2.3.1.3. *Shigellosis*

Shigella, Enterobacteriaceae familyasının Gram negatif, sporsuz, hareketsiz, düz çubuk benzeri elemanlarıdır. Şeker fermentasyonu sonucunda gaz oluşturmaz. Hücreler tek karbon kaynağı olarak sitrat, malonat ve asetat kullanmaz ve hidrojen sülfür (H₂S) üretmez. Bakteriler oksidaz negatif ve katalaz pozitifdir. Cinsin üyeleri karmaşık bir antijenik yapıya sahiptir ve taksonomi somatik O antijenlerine dayanmaktadır (Strockbine, 2005; Cabral, 2010).

Klinik Tablo

Kuluçka süresi 1-4 gündür. Hastalık genellikle ateş, yorgunluk ve halsizlik ile başlar. Hastalarda karın krampları sık görülür ve kanlı dışkı kanlıdır. (Emch, 2008; Cabral, 2010).

Şigellozun moleküler temeli karmaşık olmasına rağmen, patogenezdaki ilk adım, kolon mukozasının delinmesidir. Sonuç olarak ortaya çıkan *Shigella* enfeksiyonu, epiteli dejenerasyonu ve lamina propriadaki akut enflamatuar kolit ile karakterizedir. Sonuçta, mukozanın kirlenmesi ve ülserleşmesi, bağırsak lümeninde kan, iltihap ve mukusun sızmasına neden olur. Bu koşullar altında, suyun kolon tarafından emilmesi engellenir (Hale, 1991; Cabral, 2010).

2.3.1.4. *Escherichia coli*

Bağırsak hastalıklarından izole edilen *E. coli* suşları, epidemiyolojik ve fenotipik özelliklere, hastalığın klinik özelliklerine ve spesifik virülans faktörlerine dayanarak en beş altı farklı ana grupta toplanmıştır. Bunlardan enterotoksijenik (ETEC, yani O148), enterohemorajik (EHEC, yani O157) ve enteroinvazif serotipler (EIEC, yani

O124) büyük öneme sahiptir ve kirli su aracılığıyla bulaşabilir (Bettelheim, 2003; Scheutz, 2005).

Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC) Suşları

Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC) serotipleri infantil gastroenterite neden olabilir. Gelişmiş ülkelerdeki oluşumlarına ilişkin raporların sayısı gelişmekte olan ülkelere nispeten azdır, ancak yeterli temiz su bulunmadığı ve zayıf sanitasyonda ishalin son derece önemli bir nedenidir. Gelişmekte olan ülkelerde, bu suşlar 5 yaşın altındaki çocuklarda en sık izole edilmiş bakteriyel enteropatojendir (Bettelheim, 2003; Scheutz, 2005).

ETEC'in neden olduğu hastalık kontamine yiyecek veya su alımını takiben gelişir ve sıklıkla küçük çocuklarda dehidrasyon ve yetersiz beslenmeye yol açan birkaç gün boyunca süren bol sulu ishal ile karakterizedir. ETEC aynı zamanda, dünyanın gelişmekte olan bölgelerine seyahat eden bireyleri etkileyen 'turist diyaresi' olarak da bilinir (Bettelheim, 2003; Cabral, 2010).

Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) Suşları

Temel olarak çiğ veya az pişmiş kıyma ürünleri ve çiğ süt gibi kontamine yiyeceklerin tüketimi ile ilişkilendirilmiştir. Bu bakterinin birincil rezervuarının sağlıklı sığır olduğu bilinmektedir (Bettelheim, 2003; Scheutz, 2005).

E. coli serotipi O157: H7, karın ağrısı, kanlı diyare ve hemolitik üremik sendroma neden olur. Bu bakteri Shiga benzeri toksinler üretir. Kuluçka süresi 3-4 gündür ve belirtiler 7-10 gün boyunca ortaya çıkar. *E. coli* O157: H7 enfeksiyonlarının % 2-7'sinin akut böbrek yetmezliği ile sonuçlandığı tahmin edilmektedir (Bettelheim, 2003; Scheutz, 2005).

E. coli O157: H7, arıtılmış içme suyunda genellikle bir endişe olmamasına rağmen, insan pisliği veya sığır dışkısı ile kontamine olmuş içme suyu tüketimini içeren

salgınlar bildirilmiştir. EHEC ayrıca su kütleleri (göletler, akarsular), kuyular ve su oluklarından izole edilmiştir (Bettelheim, 2003; Scheutz, 2005).

Enteroinvaziv *E. coli* (EIEC) Suşları

Enteroinvaziv *E. coli* (EIEC), insanlarda distal kalın bağırsağın bağırsak epitel hücrelerine tutunur ve burada çoğalabilirler. Hastalık, karın krampları, ishal, kusma, ateş, üşüme, halsizlik ve enfekte olmuş kişilerin dışkılarında kan ve mukus görünümü ile karakterizedir (Bettelheim, 2003; Cabral, 2010).

Doğrudan veya kirli su yoluyla hasta bir insandan insan dışkısı ile kontamine olmuş herhangi bir gıda hastalığa neden olabilir (Bettelheim, 2003; Cabral, 2010)

2.3.1.5. Enterokoklar

Enterokok, Gram pozitif, spor yapmayan, katalaz negatif kok şeklindeki mikroorganizmalardır. Bakteriler çiftler veya kısa zincirler halinde tek başlarıdır. Çoğu tür için optimum gelişme 35–37 °C'dir. Bazıları 42-45 °C'de ve 10 °C'de de gelişirler. Büyüme karmaşık besinleri gerektirir, ancak genellikle yaygın olarak kullanılan bakteriyolojik ortamlarda bol miktarda bulunur. Bakteriler %40 safraya, %0,4 aside, %6,5 sodyum klorüre karşı dirençlidir, β-glukosidaz ve eskülini hidrolize ederler. Enterokoklar fakültatif anaerobiktir ancak anaerobik koşulları tercih ederler (Wilson, 2005; Svec, 2009).

Türlerin çoğu, memelilerin, sürüngenlerin, kuşların ve diğer hayvanların bağırsak florasının bir parçasıdır. İnsan sindirim sisteminde, *E. faecalis*, baskın türdür, ancak özel durumlarda, *E. faecium* baskın olabilir (Wilson, 2005; Svec, 2009).

Enterokoklar, başta idrar yolu ve yara enfeksiyonları, bakteriyemi ve endokardit olmak üzere çeşitli hastane ve diğer enfeksiyonlardan giderek daha fazla izole edilmiştir (Cabral, 2010). Enterokoklar, özellikle süt ve süt ürünleri, et ve mayalanmış sosisler gibi hayvansal kökenli birçok tür gıdada doğal olarak bulunur.

Enterokoklar, genellikle bazı peynir türlerinin olgunlaştırılmasında ve aroma gelişiminde sıklıkla olumlu bir rol oynamasına rağmen, genellikle gıdaların ikincil kirletici maddeleri olarak kabul edilirler (Wilson, 2005; Svec, 2009). Toprak, enterokoklar için doğal bir habitat olmasa da, yağmurla taşınması nedeniyle bu habitatta bulunabilir (Cabral, 2010).

Çevre suları enterokoklar için doğal bir habitat değildir ve bu ortamdaki varlığı dışkı kirliliğinin bir sonucu olarak kabul edilir. Çevre sularında bulunan en yaygın türler *E. durans*, *E. faecalis*, *E. faecium* ve *E. hirae* ve daha az yaygın olan *E. avium*, *E. cecorum*, *E. columbae* ve *E. gallinarum*'dur (Wilson, 2005; Svec, 2009; Cabral, 2010).

2.3.1.6. Enterobakter

Enterobacteriaceae üyesi olan *Enterobacter* hareketli düz basillerdir. Bakteriler Voges-Proskauer test (VP)' de ve Simmons sitrat agar'da pozitifdir. Malonat genellikle kullanılır ve jelâtin yavaşça sıvılaştırılır. Hücreler H₂S, deoksiribonükleaz ve lipaz üretmezler.

Yaygın antibiyotik kullanımından önce, *Enterobacter* türleri nadiren patojen olarak bulunur, ancak bu organizmalara giderek artan bir şekilde rastlanmakta ve idrar yolu enfeksiyonları ve bakteremi gibi hastane enfeksiyonlarına neden olmaktadır. Ek olarak, zaman zaman topluluktan kaynaklanan enfeksiyonlara neden olurlar.

2.3.1.7. Koliformlar

Koliformlar, Gram-negatif, oksidaz-negatif, spor yapmayan çubuklardır (WHO, 2008). Koliformların testi çevre suları ile yapıldığında, dört *Enterobacteriaceae* cinsi *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* ve *Citrobacter*'in birkaç türü pozitif sonuçlar verir ve bu nedenle bu tanımlamaya göre toplam koliform denir. Bununla birlikte, bu dört cinsin çevresel önemi, daha önce anlatıldığı gibi çok farklıdır. Bu nedenle, toplam koliform sayıları mutlaka dışkı kirliliğinin bir ölçütü değildir (Madema, 2003;

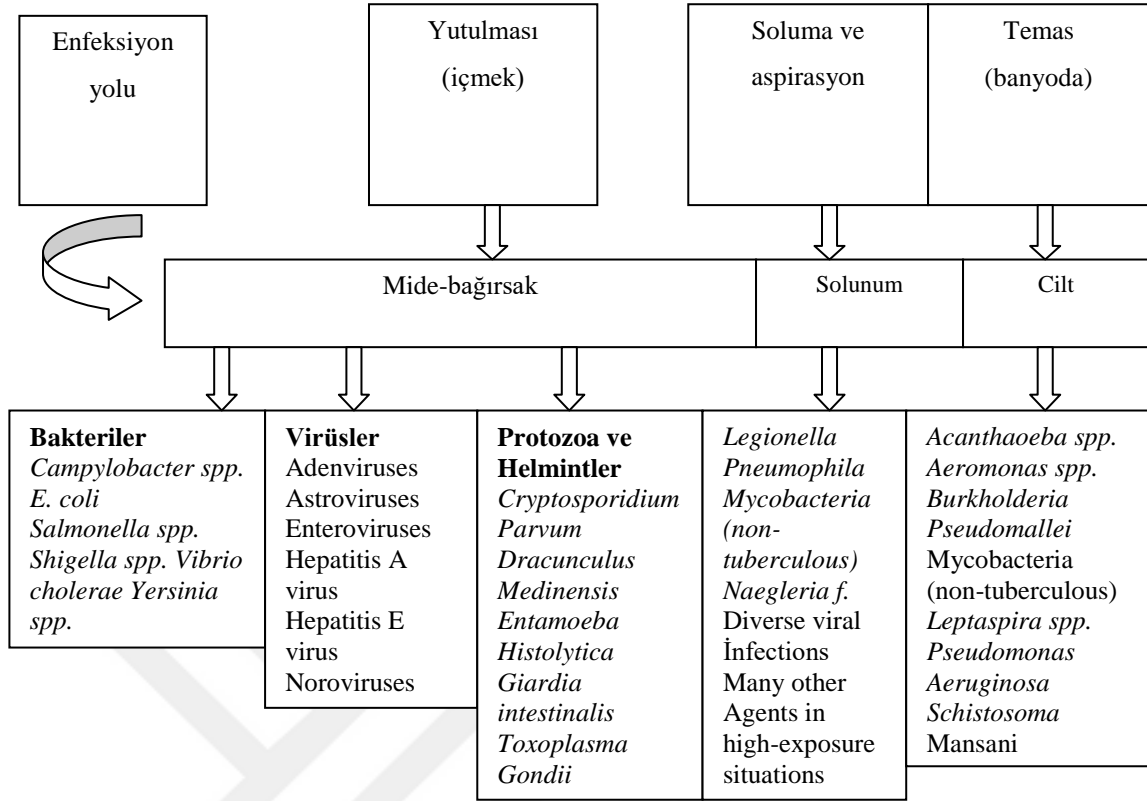
Payment, 2003; WHO, 2008).

Çizelge 0.2. Su kaynaklı patojenler ve su kaynaklarındaki önemi

Patojen	Sağlıkta önemi	Klora Direnç	Göreceli bulaşıcılık
Bakteriler			
1. <i>Burkholderia pseudomallei</i>	Düşük	Düşük	Düşük
2. <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>E.coli</i>	Yüksek	Düşük	Orta
3. <i>Escherichia. coli</i> –pathogenic	Yüksek	Düşük	Düşük
4. <i>E.coli</i> - <i>Enterohaemorrhagic</i>	Yüksek	Düşük	Yüksek
5. <i>Legionella spp.</i>	Yüksek	Düşük	Orta
6. <i>Non- tuberculous mycobacteria</i>	Düşük	Yüksek	Düşük
7. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Orta	Orta	Düşük
8. <i>Salmonella typhi</i>	Yüksek	Düşük	Düşük
9. <i>Other salmonellae</i>	Yüksek	Düşük	Düşük
10. <i>Shigella spp.</i>	Yüksek	Düşük	Orta
11. <i>Vibrio cholerae</i>	Yüksek	Düşük	Düşük
12. <i>Yersinia enterocolitic</i>	Yüksek	Düşük	Düşük
Viruses			
1. Adenoviruses	Yüksek	Orta	Yüksek
2. Enteroviruses	Yüksek	Orta	Yüksek
3. Hepatitis A virus	Yüksek	Orta	Yüksek
4. Hepatitis E virus	Yüksek	Orta	Yüksek
5. Noroviruses and saporoviruses	Yüksek	Orta	Yüksek
6. Rotaviruses	Yüksek	Orta	Yüksek
Protozoa			
1. <i>Acanthamoeba spp.</i>	Yüksek	Yüksek	Yüksek
2. <i>Cryptosporidium parvum</i>	Yüksek	Yüksek	Yüksek
3. <i>Cyclospora cayetanensis</i>	Yüksek	Yüksek	Yüksek
4. <i>Entamoeba histolytica</i>	Yüksek	Yüksek	Yüksek
5. <i>Giardia intestinalis</i>	Yüksek	Yüksek	Yüksek
6. <i>Naegleria fowleri</i>	Yüksek	Yüksek	Yüksek
7. <i>Toxoplasma gondii</i>	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Helminths			
1. <i>Dracunculus medinensis</i>	Yüksek	Orta	Yüksek
2. <i>Schistosoma spp.</i>	Yüksek	Orta	Yüksek

Koliform bakterilerden florası insan ve sıcakkanlı hayvanların alt sindirim sistemi atıklarında bulunuyorsa bunlar ‘fekal koliform’ olarak tanımlanmaktadır ve fekal kontaminasyon göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Fekal koliform olarak tanımlanan bakterilerin en büyük bölümünü *E.coli* oluşturmaktadır.



Şekil 0.1. Suda hastalık yapan patojenlerin bulaşma yolu

2.4. Yüzeysel suların Fizikokimyasal Özellikleri

2.4.1. Sıcaklık

Sıcaklık, doğal yüzey su sistemindeki en önemli parametrelerden biridir. Yüzeysel suyunun sıcaklığı, mevcut biyolojik türler ve bunların aktivite oranlarını büyük ölçüde yönetir. Sıcaklığın, doğal su sisteminde meydana gelen çoğu kimyasal reaksiyon üzerinde etkisi vardır. Soğuk sular genellikle daha geniş biyolojik tür çeşitliliğine sahiptir. Düşük sıcaklıkta, gıda kaynaklarının kullanımı, büyüme, üreme vb. biyolojik faaliyetlerin oranı daha yavaştır. Daha yüksek su sıcaklıkları, tadı, kokuyu, bulanıklığı artırabilen ve korozyon sorunlarına neden olabilen sudaki mikroorganizmaların büyümesini teşvik eder (Gupta, 1999).

Bakteriler, kendi türlerine özel sıcaklık limitleri (minimal ve maksimal) içinde gelişebilir ve üreyebilirler. Bu durum üremenin optimum düzeye ulaştırır.

2.4.2. Klorür (Cl⁻)

Çoğu klor, çözültide klorür (Cl⁻) olarak oluşur. İnsanlarda, klorür toksisitesi, konjestif kalp yetmezliğinde bildirildiği üzere, bozulmuş sodyum klorür metabolizmasının özel durumu dışında gözlenmemiştir (Gupta, 1999). Sağlıklı birey, beraberinde taze su alımı olması koşuluyla büyük miktarlarda klorür alımını tolere edebilir. Diyetle büyük miktarda klorür alımının uzun süreli etkisi hakkında çok az şey bilinmektedir. Klorürlerin yüksek konsantrasyondaki varlığı suyu sertleştirir. Klorit bakımından zengin sular metalik bir tada sahiptir. Klorür suyun elektrik iletkenliğini ve böylece aşındırıcılığını artırır. Metal borularda, klorür, çözünebilir tuzlar oluşturmak için metal iyonlarıyla reaksiyona girerek içme suyunda metal seviyesini yükseltir. Kurşun borularda koruyucu oksit tabakası oluşur, ancak klorür galvanik korozyonu artırır. Ayrıca metal boruların korozyon oranını da artırabilir (APHA, 1992).

2.4.3. Özel iletkenlik (SC) / İletkenlik (C)

Bir akımın bir ortam içinden geçirilebilmesi, SC ile ölçülür. SC, sudaki tuz muhtevasının veya toplam çözünmüş katı maddelerin dolaylı bir ölçümüdür. Bu özellik iyonize maddelerin sudaki toplam konsantrasyonu, ölçümün yapıldığı sıcaklık, çeşitli çözünmüş maddelerin yapıları, gerçek ve bağlı konsantrasyonları ve su numunesinin iyonik kuvvetleri hayati olarak spesifik iletkenliği etkiler.

Tuzlar doğal koşullardan, yani topraktaki mineralizasyondan veya insan aktivitesinden kaynaklanabilir. Bu parametre yerinde nispeten kolayca ölçülür ve içme suyu kontaminasyonunun bir göstergesi olarak kullanılır (Gupta, 1999).

2.4.4. Toplam sertlik

Suyun sertliği çok değerlikli katyonların varlığından kaynaklanır ve büyük ölçüde kalsiyum ve magnezyum iyonlarından kaynaklanır. Sertlik, suyun sabunla reaksiyona girme kapasitesinin ölçüsüdür (Gupta, 1999). Sertliğe bağlı sağlık riski yoktur, ancak

belirli sertlik konsantrasyonlarının su dağıtım sistemleri üzerinde olumsuz etkileri olabilir. Suyun sert olması durumunda, 200 mg / l'nin üzerindeki kalsiyum karbonat konsantrasyonları kazan ve boru sistemlerinde kireç birikimine neden olabilir. 100 mg/l' den az kalsiyum karbonat konsantrasyonlarına sahip yumuşak su, sudaki düşük tamponlama kapasitesi nedeniyle boru korozyonuna neden olabilir. Ayrıca, sert su, evlerde aşırı derecede sabun ve deterjan kullanımına yol açmaktadır (WHO, 2004). Yumuşak su alanlarında daha fazla kardiyovasküler hastalık vakası bildirilmiştir. Sert su ise, kalsiyum varlığından dolayı çocukların büyümesinde faydalıdır.

2.4.5. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum tüm sularda Ca_2^+ olarak bulunur ve özellikle karbonatlar ve sülfatlar, özellikle kireçtaşı ve alçıtaşı gibi kalsiyum minerali bakımından zengin kayalardan kolayca çözünür. Katyon yüzey ve yeraltı sularında bol miktarda bulunur. Kalsiyum tuzları, magnezyumun tuzları ile birlikte, suyun sertliğinden sorumludur.

Endüstriyel ve su ve atık su arıtma işlemleri aynı zamanda yüzey sularına kalsiyum katkısı da sağlar. Asitli yağmur suyu, kalsiyumun topraklardan sızmasını artırabilir. Kalsiyum bileşikleri su içinde karbondioksit bulunduğunda kararlıdır, ancak artan su sıcaklığı, fotosentez etkinliği veya basınçtaki artış nedeniyle karbon dioksit kaybı nedeniyle kalsiyum karbonat çöktüğünde kalsiyum seviyesi düşebilir. Kalsiyum tüm organizmalar için vazgeçilmez bir elementtir ve pek çok suda yaşayan omurgasızın kabuğuna ve omurgalıların kemiğine dâhil edilir.

2.4.6. Magnezyum (Mg)

Magnezyum, doğal sularda Mg_2^+ olarak yaygındır ve kalsiyumla birlikte, su sertliğine ana katkı maddesidir. Magnezyum temel olarak ferro magnezyum mineralleri içeren kayaların yıpranmasından ve bazı karbonat kayalarından kaynaklanır. Magnezyum inmany organo-metalik bileşikler ve inorganik madde oluşur, çünkü canlı organizmalar için önemli bir elementtir. Tatlı sulardaki doğal magnezyum seviyeleri, avlanma içindeki kaya türlerine bağlı olarak 1 ila $>100\text{mg l}^{-1}$

arasında değişebilir. Magnezyum birçok endüstriyel işlemden kullanılmamasına rağmen, bunlar yüzey sularındaki toplam magnezyum için nispeten az katkıda bulunur.

2.4.7. Amonyum azotu (NH₄ +N)

Amonyum azotu doğal olarak topraktaki ve sudaki azotlu organik ve inorganik maddenin mikroorganizmalar tarafından parçalanmasından kaynaklanan su kütlelerinde oluşur. Aynı zamanda, kâğıt hamurundan ve kâğıt üretiminden ve ayrıca belediye atığının bir parçası olarak su kütlelerine deşarj edilmektedir. Bazı pH seviyelerinde, yüksek konsantrasyondaki amonyum azotu sudaki yaşam için toksiktir ve bu nedenle su kütlelerinin ekolojik dengesine zarar verir (APHA, 1992). Kirlenmemiş su az miktarda amonyak ve azot olarak genellikle 0,1 mg / l'den az olan amonyak bileşiklerini içerir. Yüksek konsantrasyonlar, evsel atık su, endüstriyel atık ve gübre akışından kaynaklanan organik kirliliğin bir göstergesi olabilir. Amonyak, bu nedenle, organik kirliliğin yararlı bir göstergesidir. Doğal mevsimsel dalgalanmalar, sudaki organizmaların, özellikle de besleyici olarak zengin sulardaki fitoplankton ve bakterilerin ölümü ve çürümesi sonucu meydana gelir (APHA, 1992).

2.4.8. Nitrit ve nitrat (NO₂ ve NO₃⁻)

Nitratlar azot döngüsünün bir parçası olan doğal olarak oluşan iyonlardır. Magmatik kayalar, toprak drenajı, çürümüş bitki ve hayvan artıkları yüzey suların doğal nitrat kaynaklarıdır. Nadiren 0.1 mg/l'yi aşan doğal seviyeler, atık bertaraf alanından sızıntı suları ve sıhhi atık depolama sahaları dâhil olmak üzere, belediye ve endüstriyel atık sular tarafından artırılabilir. İnorganik nitrat gübrelerinin kullanımı da önemli bir kaynak olabilir (Gupta, 1992).

Nitrattaki mevsimsel dalgalanmalar, su bitkileri için gerekli besin maddeleri olduklarından, su bitkileri büyümesi ve çürümesi ile oluşur. 5 mg/l' yi aşan bir seviye genellikle insanlar veya hayvan artıkları veya gübre akışlarından kaynaklanan kirliliği gösterir. Nitrat, toprakta sızıntı sonucu doğal olarak yeraltı suyunda meydana gelir, ancak yüksek azotlu gübreleme uygulamalarında yüksek seviyelere ulaşabilir (500 mg/l) (APHA, 1992). Yetiştirme için temizleme ve çiftçilik yapıldığında, ortaya

çıkan toprak havalandırması, nitrifiye edici bakterilerin etkisini ve toprak nitrat üretimini artırır. İnsan ve hayvanlarda nitrat zehirlenmesi ciddi sorunlara ve hatta ölüme neden olabilir. Görünüşe göre, bir bebeğin bağırsak sistemindeki düşük asitlik, nitratı nitrite dönüştüren nitrat azaltıcı bakterilerin büyümesine izin verir, bu daha sonra kan dolaşımına emilir. Nitrit hemoglobin için oksijenden daha fazla afiniteye sahiptir ve bu nedenle nitrit kandaki hemoglobin ile birleşerek metemoglobin oluşturur. Methemoglobin, oksijen taşıma yeteneğine sahip değildir ve vücudun organları ve dokuları, vücudun mavi renklenmesiyle (siyanoz) sonuçlanır. Oksijen açlığı vücudun mavimsi bir renk almasıyla sonuçlandığından, doğru terim methemoglobinemi olmasına rağmen nitrat zehirlenmesi “Mavi Bebek” sendromu olarak anılır (Gupta, 1992).

Sudaki nitrit ya amonyum bileşiklerinin oksidasyonu ya da nitratın azaltılması nedeniyledir. Nitritin varlığı, suda bulunan organik maddenin tamamen oksitlenmediğini gösterir. İçme suyundaki nitrit miktarı sıfır olmalıdır. Nitratların varlığı, suda bulunan organik maddenin tamamen okside olduğunu ve suyun artık zararlı olmadığını gösterir (APHA, 1992).

2.4.9. Sülfat (SO_4^{2-})

Sülfat doğal olarak yüzey sularında SO_4^{2-} olarak bulunur. Sülfatlar, doğal mineral havuzundan, endüstriyel atık suların deşarjından ve atmosferik ayrışmadan su kütlelerine girerler. Sülfat içeren suların tüketimi (yani sert sular) herhangi bir sağlık sorununa neden olmaz (APHA, 1992). Bununla birlikte, büyük miktarlarda sülfatın yutulmasından kaynaklanan ana fizyolojik etkiler katarsis, dehidrasyon ve gastrointestinal tahriştir. 600 mg/l'nin üzerindeki seviyelerde magnezyum sülfat içeren su insanlarda temizleyici olarak işlev görür. İçme suyundaki sülfatın varlığı da hissedilir bir tada neden olabilir; sülfat için en düşük tat eşik konsantrasyonu, sodyum tuzu olarak yaklaşık 250 mg/l'dir. Sülfat ayrıca dağıtım sistemlerinin korozyonuna da katkıda bulunabilir.

Sudaki nitrit ya amonyum bileşiklerinin oksidasyonu ya da nitratın azaltılması

nedeniyledir. Nitritin varlığı, suda bulunan organik maddenin tamamen oksitlenmediğini gösterir. İçme suyundaki nitrit miktarı sıfır olmalıdır. Nitratların varlığı, suda bulunan organik maddenin tamamen okside olduğunu ve suyun artık zararlı olmadığını gösterir (APHA, 1992).

2.4.10. Florür (F⁻)

Florür, florür içeren minerallerin ayrışmasından kaynaklanır ve yüzey temas sularına doğrudan temas yoluyla, akıntı ve yeraltı sularından girer. Bazı endüstriyel işlemlerden (örneğin metal ve kimyasal bazlı üretimden) gelen sıvı ve gaz emisyonları, florür iyonlarının su kütlelerine de katkıda bulunabilir. Sudaki florür mobilitesi büyük ölçüde Ca²⁺ iyon içeriğine bağlıdır, çünkü florür iki değerlikli kanyonlarla düşük çözünürlükte bileşikler oluşturur (APHA, 1992). Florür içeriğinin ölçümü, içme suyu temini için bir su kütlesi kullanıldığında özellikle önemlidir. Yüksek konsantrasyonlarda florid insanlar ve hayvanlar için toksiktir ve kemik hastalıklarına neden olabilir. Bununla birlikte, doğal seviyelerde hafif bir artış diş çürüğünün önlenmesine yardımcı olabilir. Her ne kadar 1,5-2,0 mg/l'den daha yüksek ve düşük konsantrasyonlarda dişlerde ve iskelet florozunda beneklenme ve diş çürüğü ortaya çıkabilir (WHO, 2004).

2.4.11. pH

Suyun pH değeri, sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun bir ölçüsüdür ve asitlerin veya alkalın koşullarının yoğunluğunu ifade etmek için kullanılır. Su çözeltisinde, pH değerindeki 7'deki değişiklikler temel olarak güçlü bazların ve zayıf asitlerin tuzlarının hidrolizi veya bunun tersidir. Çözünen gazlar, hidrojen sülfid ve amonyak da suyun pH'ını etkiler. PH değeri 7 olan su nötr olarak kabul edilirken, pH değeri 7'den küçük olanlar asidik ve pH değeri 7'den büyük olanlar alkalidir. Parametre olarak pH, sağlık açısından önem taşımaz. Asitli su tüberkülyasyona, alkali su ise kabuklanmalara neden olur (APHA, 1992). İçme suyu için, pH değeri 6,50 ile 8,50 arasında olmalıdır. Suyun pH değeri 4'ün altında ise ekşi bir tat verir ve 8.50'dan fazla ise acı bir tat verir. Daha yüksek bir pH değeri, insanlarda kansere neden

olmaktan sorumlu olan trihalometan oluşumunu indükler. Ayrıca, su ısıtma aparatında kireç oluşumunu hızlandırır ve klorin antiseptik potansiyelini azaltır. Düşük pH değeri korozyon borularını başlatır ve böylece Zn, Pb, Cu, vb. gibi toksik metaller serbest kalır (APHA, 1992).

2.4.12. Bulanıklık (NTU)

Sudaki bulanıklık, kil, ince bölünmüş organik madde, plankton veya diğer mikroskobik organizmalar gibi partikül madde varlığından dolayı şeffaflığın azaltılmasıdır. Bunlar, numunelerden düz çizgiler halinde iletilmek yerine ışığın dağılmasını ve emilmesini sağlar. Yüzey suyundaki bulanıklığın çoğu, killi algler, mikroorganizma, kil, kaya, fragmanlar ve topraktan metal oksit gibi koloidal malzemelerin erozyonundan kaynaklanmaktadır. Sebze yumruları da bulanıklığa katkıda bulunabilir. Evsel ve endüstriyel atık sular çok çeşitli bulanık üretim malzemeleri içerebilir. Sabunlar, deterjanlar ve emülsifiye edici ajanlar bulanıklık ile sonuçlanan stabil kolloidler üretir.

Bulanıklık ile ilişkili koloidal malzeme, zararlı olabilecek veya istenmeyen tat ve kokuya neden olabilecek kimyasallar ve zararlı olabilecek biyolojik organizmalar için adsorpsiyon sahası sağlar. Bazı kolloidlerin adsorptif özelliği ve katı maddelerin dezenfektandan kısmen korunabilmesi nedeniyle bulanık suyun dezenfeksiyonu zordur. Doğal su kütlelerinde, bulanıklık, katıların ışık emici özelliklerine bağlı olarak, suya kahverengi veya başka bir renk verebilir ve akarsu ve göllerde ışık penetrasyonlarına ve fotosentetik reaksiyonlara müdahale edebilir (APHA, 1992).

2.4.13. Ağır metaller

Ağır metaller, özgül ağırlığa sahip, 4° C' de 1,0 olan suyun en az beş katı olan özgül ağırlığa sahip elementlerdir. Kolloidal, tanecikli ve çözünmüş fazlarda su içinde bulunurlar (Adepoju–Bello ve diğerleri, 2009). Su kütlelerinde oluşumu ya doğal kaynaklı (örneğin çökelti içindeki aşınmış mineraller, cevher yatakları ve volkanizma ekstrüde edilmiş ürünlerin dökülmesi) ya da antropojenik kökenlidir

(katı atık bertarafı, endüstriyel ya da evsel atıklar, liman kanalı taraması) (Marcovecchio et. al., 2007). Metallerin bazıları yaşamı sürdürmek için gerekli olsa da, örneğin kobalt, bakır, demir, manganez ve çinko enzim aktiviteleri için katalizör olarak düşük seviyelerde gereklidir (Adepoju–Bello ve diğ., 2009). Ağır metallere aşırı maruz kalma toksisiteye neden olabilir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmanın yeri

Bu araştırma Çorum İli merkez ilçesi ve Oğuzlar ilçesine bağlı olan Obruk Baraj Gölü'nde yürütülmüştür. Obruk Barajı, Çorum'da, Kızılırmak Nehri üzerinde, sulama, içme suyu ve enerji üretmek amacıyla 1996-2007 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Barajın gövdesi kil çekirdekli yarı geçirimli dolgu olup, nehir yatağından 67 metre, temelden 125 metre yükseklikindedir. Gövde hacmi 12.00 hm³ ve maksimum gölalanı 50.21 km²' dir.

Hidroelektrik santralinin kurulu gücü 202,8 MW ve yıllık enerji üretimi 515 milyon kWh'dir. Ülke elektrik üretiminin binde 5'ini karşılayacak olan kapasitesiyle Obruk Hidroelektrik Santrali, Türkiye'nin 18. büyük tesisidir. Baraj 7179 hektarlık bir alana sulama hizmeti verirken, 203 MW güç ile de yıllık 473 GWh'lik enerji üretmektedir (Şekil 3. 1.).

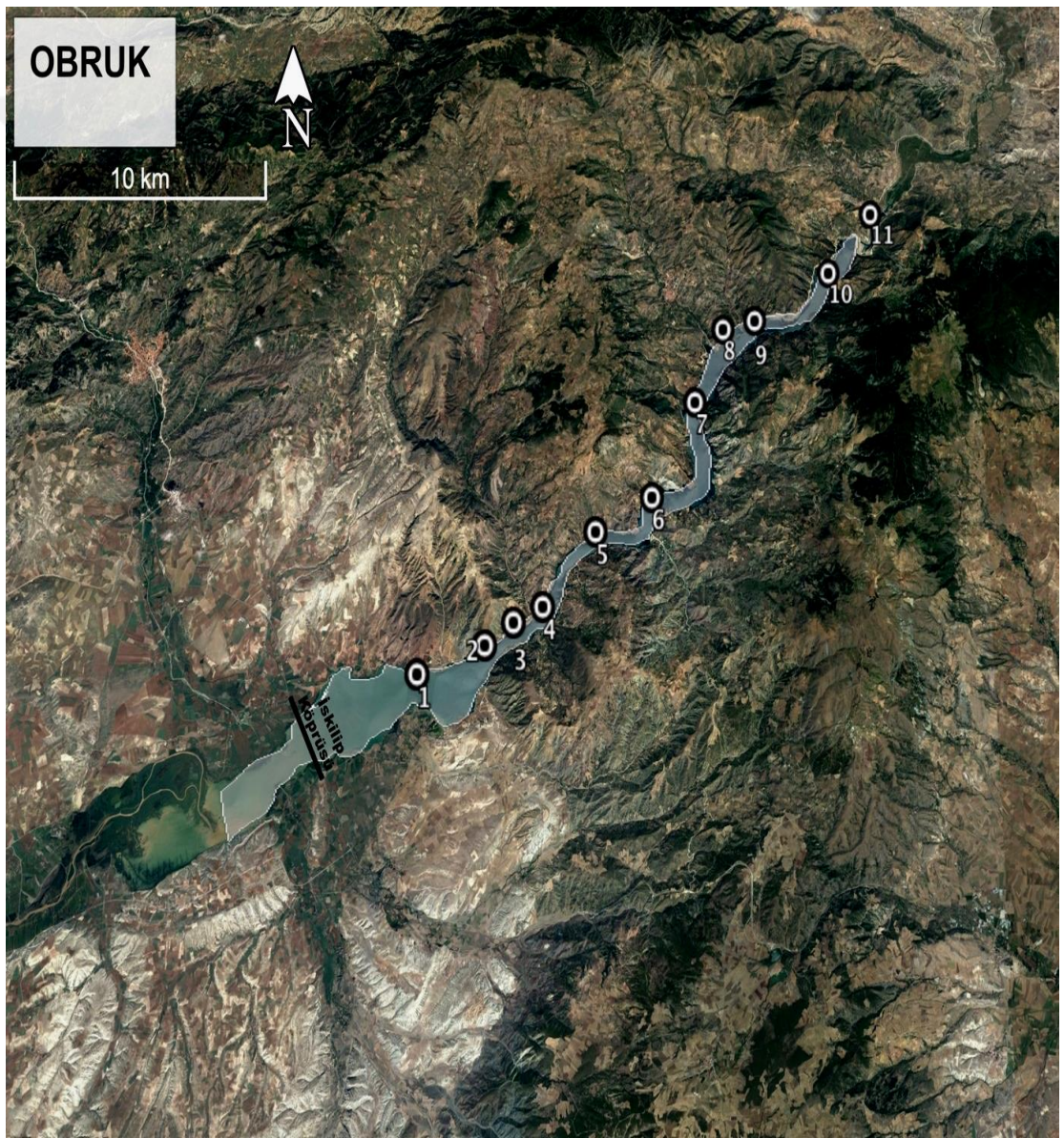
OBRUK BARAJI	
Adı	OBRUK
Yeri	Çorum
Akarsu	Kızılırmak
Amaç	Enerji+Sulama
İnşaatın Başlama-Bitiş Yılı	1996 - 2007
Gövde Dolgu Tipi	Kil çekirdekli yarı geçirimli Toprak dolgu
Gövde Hacmi	12830 dam ³
Yükseklik (Talvegden)	67 m
Normal Su Kotunda Göl Hacmi	661 hm ³
Normal Su Kotunda Göl Alanı	50 km ²
Sulama Alanı	7179 ha
Güç	203 MW
Yıllık Üretim	473 GWh



Şekil 0.2. DSİ Müdürlüğü'ne göre Obruk Baraj'ının tanımı

3.1.2. Örneklerin temini

Hitit Üniversitesi Biyoçeşitlilik Merkez Müdürü Dr. Öğr. Üyesi Şafak BULUT ve çalışma ekibi tarafından, proje sahasına 2017 yılı Kasım ayı içerisinde bir ön arazi çalışması yapılmış ve baraj içerisinde on bir çalışma istasyonu belirlenmiştir. Çalışma yapılan alanların Google Earth görüntüsü aşağıda verilmiştir (Harita 3.1). Belirlenen çalışma istasyonlarında yüzey ve 5 m derinlikten su numuneleri alınmıştır.



Harita 3.1. Obruk Baraj Gölü su örnekleme yapılan istasyon

3.1.3. Örnek temininde kullanılan araç ve gereçler

Ruttner cihazı; Göllerden, su deliklerinden, kuyulardan vb. bölgelerden su örneklerinin temini için kullanılmıştır (Resim 3.1).

Numune şişeleri; Steril sodyum tiyosülfatlı şişeler kullanılmıştır (Resim 3.2).

HACH HQ 40d multimetre cihazı; Örneklerin pH değerlerini belirlemek için kullanılmıştır (Resim 3.3).



Resim 0.1. Ruttner cihazı



Resim 0.2. Steril numune kabı



Resim 0.3. HACH HQ 40d multimetre cihazı

3.1.4. Araştırmada kullanılan besiyerleri

Çalışmalarımızda Nutrient Broth (NB), Plate Count Agar (PCA), Brilliant-green 2% Bile Broth, ENDO Agar, Eosin Methylene-blue Lactose Sucrose Agar (EMB), Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD), Kromojenik Agar ve Cetrimide besiyerlerini kullanılmıştır.

Çizelge 3.1.' da bu besiyerlerinin hangi mikroorganizmalar için kullanıldığı verilmiştir.

Çizelge 0.3. Besi ortamına göre gelişen mikroorganizmalar

Besiyeri	Gelişen mikroorganizmalar
Plate Count Agar (PCA)	Toplam aerobik mezofilik mikroorganizma
Brilliant-green 2% Bile Broth	<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella typhimurium</i>
ENDO Agar	<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella typhimurium</i> <i>Enterococcus faecalis</i>
Eosin Methylene-blue Lactose Sucrose Agar (EMB)	<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella typhimurium</i> <i>Shigella flexneri</i>
Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD)	<i>Salmonella typhimurium</i> <i>Shigella flexneri</i>
Cetrimide Agar	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

Nutrient Broth

Besiortamı bileşimi:

- Peptone from meat 5,0 g/L
- Meat extract 3,0 g/L.

Hazırlanışı:

Dehidre besiyeri, 8,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde karıştırıldı ve uygun kaplara (tüp, erlen vs.) dağıtıldı.

Plate Count Agar (PCA)

Besiortamı bileşimi:

- Peptone from casein 5,0 g/L
- Yeast extract 2,5 g/L
- D(+) Glucose 1,0 g/L
- Agar-agar 14,0 g/L

Hazırlanışı:

Dehidre besiyeri, 22,5 g/L olacak şekilde damıtık su içinde karıştırıldı ve uygun kaplara (tüp, erlen vs.) dağıtıldı.

Brillant-green 2% Bile Broth

Besiortamı bileşimi:

- Peptone 10,0 g/L
- Lactose 10,0 g/L
- Ox Bile 20,0 g/L
- Brillant Green 0,0133 g/L.

Hazırlanışı:

Dehidre besiyeri, 40,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde karıştırıldı ve uygun kaplara (tüp, erlen vs.) dağıtıldı.

Eosin Methylene-blue Lactose Sucrose Agar (EMB)

Besiortamı bileşimi:

- Peptone 10,0 g/L
- di-Potassium hydrogen phosphate 2,0 g/L
- Lactose 5,0 g/L
- Sucrose 5,0 g/L
- Eosin Y yellowish 0,4 g/L
- Methylene Blue 0,07 g/L
- Agar-agar 13,5 g/L.

Hazırlanışı:

Dehidre besiyeri, 36,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde karıştırıldı ve uygun kaplara (tüp, erlen vs.) dağıtıldı.

ENDO Agar

Besiortamı bileşimi:

- Peptones 10,0 g/L
- di-Potassium hydrogen phosphate 2,5 g/L
- Lactose 10,0 g/L
- Sodium sulfite (anhydrous) 3,3 g/L
- Pararosanilin

Hazırlanışı:

Dehidre besiyeri, 40,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde karıştırıldı ve uygun kaplara (tüp, erlen vs.) dağıtıldı.

Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD)

Besiortamı bileşimi:

- Yeast extract 3,0 g/L
- Sodium chloride 5,0 g/L
- D(+) Xylose 3,75 g/L

- Lactose 7,5 g/L
- Sucrose 7,5 g/L
- L(+) lysine 5,0 g/L
- Sodium deoxycholate 1,0 g/L
- Sodium thiosulfate 6,8 g/L
- Ammonium iron(III) citrate 0,8 g/L
- Phenol red 0,08 g/L
- Agar-agar 14,5 g/L.

Hazırlanışı:

Dehidre besiyeri, 55,0 g/L olacak şekilde damıtık su içinde karıştırıldı ve uygun kaplara (tüp, erlen vs.) dağıtıldı.

Cetrimide Agar

Besi ortamı bileşimi:

- Peptone from gelatin 20,0 g/L
- Magnesium chloride 1,4 g/L
- Potassium sulfate 10,0 g/L
- N-cetyl- N,N,N-trimethylammoniumbromide (cetrimide) 0,3 g/L
- Agar-agar 13,0 g/L.

Hazırlanışı:

Dehidre besiyeri, 44,5 g/L ve Glycerol 10 mL/L olacak şekilde damıtık su içinde kaynatılarak eritildi.

Besi ortamlarının sterilizasyonu

Otoklavda 121 °C'ta 15 dakika sterilize edilip, 45-50 °C'ye soğuduktan sonra steril Petri plaklarına döküldü.

3.2. Yöntem

Kasım 2017 ve Nisan 2018 dönemlerinde periyodik olarak belirlenen çalışma istasyonlarından yüzey ve 5 m derinlikten alınan su numunelerinin analizi Hitit

Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Mikrobiyoloji ve Genetik Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır.

3.2.1. Mikrobiyolojik analizler

3.2.1.1. Bakterilerin sayımı

Barajdan alınan su numuneleri 50 ml lik su örneği PBS tampunu içerisinde 10^{-1} 'den 10^{-6} 'ya kadar dilüe edildi ve herbiri uygun besiyerini içeren petri plakları kontrollü bir şekilde paralel yayma ekim yöntemi ile ekildi ve petri plakları uygun sıcaklıklarda inkübe edildi. İnkübasyon sonunda koloni oluşumu morfoloji, renk ve dağılım özelliklerine göre incelendi. Koloniler sayılarak cfu/ml cinsinden canlılık verisi elde edildi.

Toplam Koliform Bakteri sayımı

Her bir dilüsyondan 100 µl Endo Agara yayma ekim yöntemi ile ekildi ve 30°C de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda petrilerde gelişen parlak kırmızı koloniler sayılarak toplam koliform bakteri miktarı cfu/ml cinsinden belirlendi.

Escherichia coli Sayımı

Her bir dilüsyondan 100 µl EMB Agara yayma ekim yöntemi ile ekildi ve 30°C de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda petrilerde gelişen menekşe rengi-parlak metalik renkteki koloniler sayılarak toplam koliform bakteri miktarı cfu/ml cinsinden belirlendi.

Pseudomonas aeruginosa Sayımı

Her bir dilüsyondan 100 µl Cetrimid Agara yayma ekim yöntemi ile ekildi ve 30°C de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda petriler de gelişen sarı-yeşil renkteki koloniler sayılarak toplam koliform bakteri miktarı cfu/ml cinsinden belirlendi.

Salmonella sp. Sayımı

Her bir dilüsyondan 100 µl Brillant Brilliant-green 2% Bile Agara yayma ekim yöntemi ile ekildi ve 37°C de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda petrilerde gelişen pembe-kırmızı renkteki koloniler sayılarak toplam koliform bakteri miktarı cfu/ml cinsinden belirlendi.

Shigella sp. Sayımı

Her bir dilüsyondan 100 µl XLD Agara yayma ekim yöntemi ile ekildi ve 37°C de 24 Saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda petrilerde gelişen pembe renkteki koloniler sayılarak bakteri miktarı cfu/ml cinsinden belirlendi. Ayrıca bu besi ortamında siyah merkezli *Salmonella* sp. kolonileri de gözlemlendi.

Toplam Mezofilik Aerob Bakterileri Sayımı

Steril pipetle numunelerden alınan 1 mL su örneği Plate Count Agara (PCA) yayma ekim yöntemi ile ekildi ve 22 °C de 72 saat, 37 °C de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonucunda oluşan koloniler sayılarak toplam bakteri sayısı tespit edildi.

3.2.1.2. Bakterilerin ışık mikroskopunda görüntülenmeleri

Farklı morfolojideki kolonilerden preparatlar hazırlanarak Gram boyama yöntemi ile boyandı ve ışık mikroskobu 100x objektif altında mikroskobik morfolojileri incelendi.

3.2.1.3. Tanımlama testleri

Oksidaz testi

Besiyerinde gelişen saf koloniler tek kullanımlık steril öze yardımıyla Triptik soy agar (TSA) besiyerine ekildi ve 36°C' de 24 saat inkübe edildi. Şüpheli koloniler alınarak oksidaz test kiti (Liofilchem, Gtalya) üzerine yayıldı.

Mavi-menekşe renk oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirildi. Renk görülmemesi negatif olarak yorumlandı.

Koliform bakterilerin API 20E ile tanımlanması

Oksidaz negatif sonuç veren koloniler API 20E (BioMérieux, Fransa) test stripleri ile değerlendirildi. Buna göre TSA besiyeri üzerindeki koloniler öze yardımı ile %0,85'lik fizyolojik tuzlu su içeren tüplerde homojenize edilerek yoğunluğu, 0,5 No'lu McFarland Standartı yoğunluğunda (10^8 kob/ml) ayarlandı. Daha sonra bakteri süspansiyonları test kuyucuklarına yerleştirildi.

Test kitleri 36 °C'de 24 saat inkübe edildikten sonra reaksiyon sonuçları <https://apiweb.biomerieux.com/jsp/ident/index.jsp> yazılımına göre değerlendirildi.

3.2.2. Fizikokimyasal analizler

Laboratuarda yapılan analiz çalışmaları TSE 266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği göre yürütülmüştür.

pH analizi

Yapılan deneylerde HACH HQ 40d multimetre cihazı kullanılarak elektrometrik olarak belirlenmiştir. Cihazın probu su numunesine daldırılarak cihazda okunan değer kayda geçilmiştir.

Sıcaklık analizi

HACH HQ 40d multimetre cihazı kullanılarak termometrik olarak belirlenmiştir.

Elektriksel İletkenlik, Çözünmüş Oksijen Değerleri

HACH HQ 40d multimetre cihazı problemleri kullanılarak cihaz üzerinde okunan değer kayıt altına alınmıştır.

Bulanıklık ölçümü

HACH 2100N (Resim 3.4) turbidimetre Nefolometrik yöntemle çalışmaktadır.



Resim 0.4. HACH 2100N Bulanıklık cihazı

Demir, Manganez, Sülfat, Amonyum, Nitrit Analizleri

HACH DR6000 ve HACH DR2800 (Resim 3.5) spektrofotometre cihazları kullanılmıştır.



Resim 0.5. HACH DR 6000 (sol) ve HACH DR 2800 (sağ)

Alkalinite ve Sertlik Analizleri

Volumetrik titrasyon yöntemi ile yapılmıştır.

Sülfat (SO₄), sodyum (Na), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) düzeyleri ise atomik absorpsiyon spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir.

3.2.2.1. Amonyum Deneyi (TS ISO 7150)

Amonyaksız Su

- 1 LT damıtık su alınır
- 0,1 derişik sülfirik asit H₂SO₄ eklenir
- Sonra damıtma işlemini uygulanır

Seyreltme Tuzu

- 236 g C₄H₄KNaO₆ 4H₂O alınır
- 500 mL amonyaksız suya konur
- 10 mL nessler reaktifi eklenir
- 2-3 gün sonra cam pamuğundan süzülür.

Nessler Reaktifi

- 100 mL amonyaksız su alınır
- 10g civa iyodür eklenir (H₂I)
- 7 gr potasyum iyodür (KI) eklenir
- 16 g sodyum hidroksit (NaOH) konur

Deneyin Yapılışı

Nessler tüpüne numune sudan 50mL ve üzerine 1 ml senyet tuzu eklendi. Üzerine 1mL nessler reaktifi eklenip ve 20-30 dk. bekletildikten sonra hazırlanan köre karşı HACH DR2800 spektrofotometrede absorbanısı belirlendi. Okunan değerler tabloya kayıt edildi.

(425 nm de k değeri 7.44) Amonyak varsa sarı- turuncu renk oluşumu görülmektedir.

3.2.2.2. Nitrit Tayini (TS 7526 EN 26777)

Nitrit 1

- 120 mL nitritsiz su alınır

- 0,5g sülfanilik asit eklenir
- 30 mL asetik asit konur. (CH₃COOH)

Nitrit 2

- 120 mL nitritsiz su alınır
- 0,1 g naftilamin eklenir
- 30 mL asetik asit konur. (CH₃COOH)

Nitritsiz Su

- 1 L saf suya 1 ml derişik sülfirik asit eklenir
- 0,2 mL mangansülfat çözeltisi (36,4 gr mangansülfat+100 mL saf su) katılır
- Pembe renk görülünceye kadar 1-3 ml potasyum permanganat çözeltisi (40mg potasyum permanganat + 100 ml saf su) eklenir.
- 15 dakika bekletildikten sonra amonyum okzalat çözeltisi (90 mg amonyum okzalat +100 ml saf su) ile permanganatın rengi kaybolana kadar titre edilir.

Deneyin Yapılışı

Nessler tüpüne numune sudan 50 ml alınır. Nitrit I den 1ml ve Nitrit 2 den 1ml konur. 20-30 dakika beklendikten sonra aynı reaktiflerden hazırlanmış köre karşı 520 nm de k değeri 2.46 alınarak HACH DR2800 spektrofotometrede okuma yapılır.

Nitrit varsa pembe renk gözlenir.

3.2.2.3. Mangan Tayini (TS 6289 ISO 6332)

Sülfirik Asit Çözeltisi

- 1 Hacim derişik sülfirik asit H₂SO₄ alınır.
- 19 hacimlik damıtık suya ilave edilir. (19+1)

Mangan Koruyucu

- 7,5 g civa sülfat HgSO₄ tartılır.
- Üzerine 20 ml saf su ilave edilir
- 40 ml derişik nitrik asit eklenir

- 20 ml % 85 lik fosforik asit eklenir
- 3,5 mg (0,0035 g) gümüş nitrat eklenir
- Saf suyla 100 ml ye tamamlanır.

Deneyin Yapılışı

80-85 mL numune alınır. 1 ml H₂SO₄ eklenir. Üzerine 5 ml koruyucu çözelti amonyum peroksidisülfat eklenir. 1 dakika kaynatılır daha sonra soğumaya bırakılır. Hacim 100 mL ye tamamlanır. HACH DR2800 spektrofotometrede okuma yapılır.

3.2.2.4. Sülfat Tayini (TS ISO 9280)

Sülfat Kondisyonu

- 300 ml saf su alınır
- 50 ml gliserin eklenir
- 30 ml hidroklorik asit HCL eklenir
- 100 ml etanol eklenir
- 75 gr sodyum klorür NaCL

Baryum Klorür Kristali

- Ticari olarak elde edilen kimyasal maddeler kullanıldı.

Deneyin Yapılışı

Erlene konulmak üzere 100 mL numune alınır. 5 ml sülfat kondisyonu eklenir. 0,200 gr baryum klorid eklenir.

Üzeri parafilmle kaplanır ve daha sonra Manyetik karıştırıcı üzerinde manyetik balıkla karıştırılır. 1dk. karıştırılır ve 4 dk. beklenir ve HACH DR6000 spektrofotometrede ölçüm yapılır.

3.2.2.5. Demir Deneyi (TS 3651 ISO 6332)

Hidroklorik Asit

- Ticari olarak elde edilen kimyasal maddeler kullanıldı.

Hidroksil amin Hidroklorür Çözeltisi

- 10 gr hidroksilamin hidroklorür 100 ml saf suda çözülür

Amonyum Asetat Çözeltisi

- 25 gr Amonyum asetat 15 ml saf suda çözülür
- Üzerine 70 ml asetik asit eklenir
- 100 ml ye saf su ile tamamlanır.

Fenantrolin Çözeltisi

- 100 mg fenantrolin üzerine 2 ml HCL damlatılır
- 100 ml saf suda çözünür

Deneyin Yapılışı

Erlene konulmak üzere 100 ml numune alınır. Pipetle 2 ml hcl çözeltisi eklenir. Üzerine 1 ml hidroksilamin hidroklorür çözeltisi ilave edilir. Erlenin içinde 20 ml kalıncaya kadar kaynatılır. Daha sonra 100 ml lik nessler tüpüne alınır. İçerisine 10 ml amonyum asetat çözeltisi eklenir.

Daha sonra 4 ml fenantrolin çözeltisi eklenir ve 15 – 20 dakika beklenildikten sonra renk gözlemi yapılarak saf suyla numuneye uygulanan aynı işlemler yapılarak kontrol çözeltisine karşı HACH DR2800 spektrofotometrede okutulur.

3.2.2.6. Toplam Sertlik Deneyi

Hidroksilamin Hidroklorür Çözeltisi

- 3 gr Hidroksilamin Hidroklorür tartılıp 100 ml saf suya eklenir ve karıştırıcıda karıştırılır.

Amonyum Klorür Çözeltisi

- 6,76 g Amonyum Klorür 20 ml saf suda çözülür
- Üzerine 57 ml amonyak ve 0,498 gr mg-EDTA (TİTRİPLEX) ilave edilir.
- Çözelti 100 ml ye saf su ile tamamlanır.

Sodyum Siyanür Çözeltisi

- 2,5 gr sodyum siyanür tartılır
- Üzerine 100 ml saf su ilave edilir.

Kromblack T Tozu

- 0,4 gr krom black T tozu (C₂₀H₁₂N₃NaO₇S) tartılıp
- Üzerine 100 ml saf su eklenir.

Standart EDTA

- 40 °C' de 1 saat kurutulmuş mg-EDTA 3,720 gr tartılıp
- Üzeri 1000 ml' ye tamamlanır.

Sodyum Hidroksit Çözeltisi

- 8 gr sodyum hidroksit tartılıp 80 ml saf suda çözülür
- 100 ml' ye tamamlanır.

Potasyum Ferro Siyanür

- Ticari olarak temin edilen kimyasal maddeler kullanıldı.

Kalsiyum İndikatör Tozu

- 1 gr amonyum purpurat (müreksit) tartılıp 200 gr sakaroz ile karıştırılır.

Deneyin Yapılışı

C Sarfiyat

100 ml'lik beher alınır. İçerisine 25 ml numune ve 25 ml saf su eklenir. 1 ml hidroksilamin hidroklorür çözeltisi eklenir. 1 ml amonyum hidroksit eklenir. 2 ml sodyum siyanür eklenir. 0,200 gr kromblack T tozu dökülür .(spatul ucu ile) 2-3 adet potasyum ferro siyanür eklenir. Standart EDTA ile mavi renk görülene kadar titre edilir. Harcanan EDTA değeri ml olarak kayıt edilir.

A Sarfiyat

100 ml'lik ölçüsünde beher alınır. İçerisine 25 ml numune ve 25 ml saf su eklenir. 1 ml hidroksilamin hidroklorür ilave edilir. 1 ml sodyum hidroksit eklenir. 1 ml sodyum siyanür eklenir. 0,200 gr kalsiyum indikatör tozu dökülür. Standart EDTA ile pembemsi renkten menekşe moru rengi görülünceye kadar titre edilir. Harcanan EDTA değeri ml olarak kayıt edilir.

HESAPLAMALAR

Kalsiyum $Ca^{++} = (A \text{ sarfiyat} \times 16,04) = \dots\dots\dots \text{mg/L}$
 $CaCO_3$

Magnezyum $Mg^{++} = (C \text{ sarfiyat} - A \text{ sarfiyat}) \times 9,72 = \dots\dots\dots \text{mg/L}$
 $CaCO_3$

Toplam Sertlik = $(C \text{ sarfiyat} \times 40) = \dots\dots\dots \text{mg/L}$
 $CaCO_3$

3.2.2.7. Alkalinite Deneyi

Standart Sülfürik Asit Çözeltisi

- 0,56 ml H_2SO_4 çözeltisi 500 ml destile suya eklenir.
- 1000 ml ye tamamlanır.

Fenonflateyn Çözeltisi

- g Fenonflateyn 500 ml %95 lik etil alkolde çözülür
- Üzerine 500 ml damıtık su konur
- 0,02 N sodyum hidroksit (0,2g+250 ml saf su) çözeltisinden pembe renk görülünceye kadar ilave edilir

Metiloranj Çözeltisi

- 0,5 g metiloranj 1 lt saf suda çözülür.

Deneyin Yapılışı

100 ml numune erlene alınır. 3–4 damla fenolftalein çözeltisi konur. Eğer renk pembe oluyorsa renk gidinceye kadar 0.02 N H₂SO₄ ile titre edilir. Asit miktarı kaydedilir. Pembe renk oluşmamış ise, suyun pH'ı 8,3'den küçüktür ve hidroksit+karbonat alkalinitesi sıfırdır.

VP, Aynı numuneye 3-4 damla metiloranj damlatılarak tekrar 0.02 N H₂SO₄ ile soğan kırmızısına yakın bir renk oluşuncaya kadar titrasyona devam edilir ve sarfedilen asit miktarı kaydedilir.

Toplam Alkalinite hesabı için;

$T = (VP + VM) \times 20$ toplamı alınır. (VP, Fenolftalein Alkalinitesi; VM, Metiloranj Alkalinitesi)

Hesaplamalar: Fenolftaleyn Alkalinitesi: $P \text{ (mg/L CaCO}_3\text{)} = A.N.50000 / \text{mL}$

Toplam Alkalinite, mg/l CaCO₃ eşdeğeri olarak aşağıdaki formülden hesaplanır:

Toplam Alkalinite ($T=M+P$) (mg/L CaCO₃) = A.N.50000 / mL

Çizelge 0.2. Toplam alkalinite hesaplama tablosu

Titration sonucu	CO ₃	HCO ₃	OH
VP=VM	2P	0	0
VP=0	0	T	0
VM=0	0	0	P
VM>VP	2P	T-2P	0
VP>VM	2(T-P)	0	2P-T

*Analizlerde çıkan sonuçlar uluslararası standartlar ile kıyaslanmıştır.

Çizelge 0.3. İçme Suyu Standartlarının uluslararası standartlarla kıyaslanması

Parametreler mg/l	Türk (TSE)	Avrupa Birliği	WHO (Dünya Sağlık Örgütü)	EPA/USA	Almanya/DIN
Kalsiyum	100-200	100	--	--	--
Magnezyum	30-50	50	30-50	--	--
Demir	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Manganez	0,1	0,05	0,1	0,05	0,05
Klor	30	--	250	--	--
Sülfat	20	250	400	--	--
Amonyak	0,05-0,5	0,05-0,5	0,2	--	--
Nitrit	0,05	0,1	--	1	0,02-0,1
Sıcaklık	C 12-25	C 12-25	--	--	--
pH	6,5-9,2	6,5-8,5	6,5-9,5	6,5-8,5	--
Bulanıklık	5-25	0,4-4	5	--	--
İletkenlik	400-200	400	--	--	--

30/11/2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”nin adı “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” olarak değiştirilmiştir.

3.2.3. İstatistiksel analizler

Veriler analizi için SPSS 20.0 paket programı kullanıldı. Tüm analizler üç paralel çalışma halinde yapıldı. Veriler ortalama \pm standart sapma olarak kaydedildi ve analiz edildi.

Çalışma istasyonları ve mevsimler arasındaki etkileşimleri $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde göstermek için iki yönlü ANOVA kullanıldı. Mevsimsel olarak su kalite parametreleri ile bakteriyel parametreler arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için korelasyon katsayısı testi kullanıldı.

Kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri resmi gazetede yayımlanan parametreler aşağıda verilmiştir. (07.03. 2013, 28580).

Çizelge 0.4. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	< 6,0 - > 9,0
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^(b)	> 8	6	3	< 3
B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L) ^(c)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,01	0,06	0,12	> 0,3
C) İz Elementler (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri ^(d)				
Demir (µg Fe/L)	≤ 300	1000	5000	> 5000
Mangan (µg Mn/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Sülfür (µg S=/L)	≤ 2	≤ 2	10	> 10
D) Bakteriyolojik Parametreler				
Fekal koliform (Membran)	≤10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (Membran)	≤100	20000	100000	> 100000

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu çalışma, Obruk Barajı' nın mikrobiyal ve fizikokimyasal analiz verilerini değerlendiren ilk çalışmadır. Çalışma kapsamında, Obruk Baraj Gölü'ne ve çevresindeki alanlara arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında su ve su kenarı kara habitatları izlenmiştir.

Arazi çalışmalarında toplamda on bir farklı çalışma istasyonundan su örnekleme yapılmış ve bunların yüzey ve derin kısımları analiz edilmiştir. Ekim 2017'den Mart 2018'e kadar Çorum İli merkez ilçesi ve Oğuzlar ilçesine bağlı olan Obruk Baraj Gölü'nde suların yapılan arazi çalışmasında belirlenen 11 lokasyondan alınan su örnekleri laboratuvara getirilmiş ve analizleri yapılmıştır.

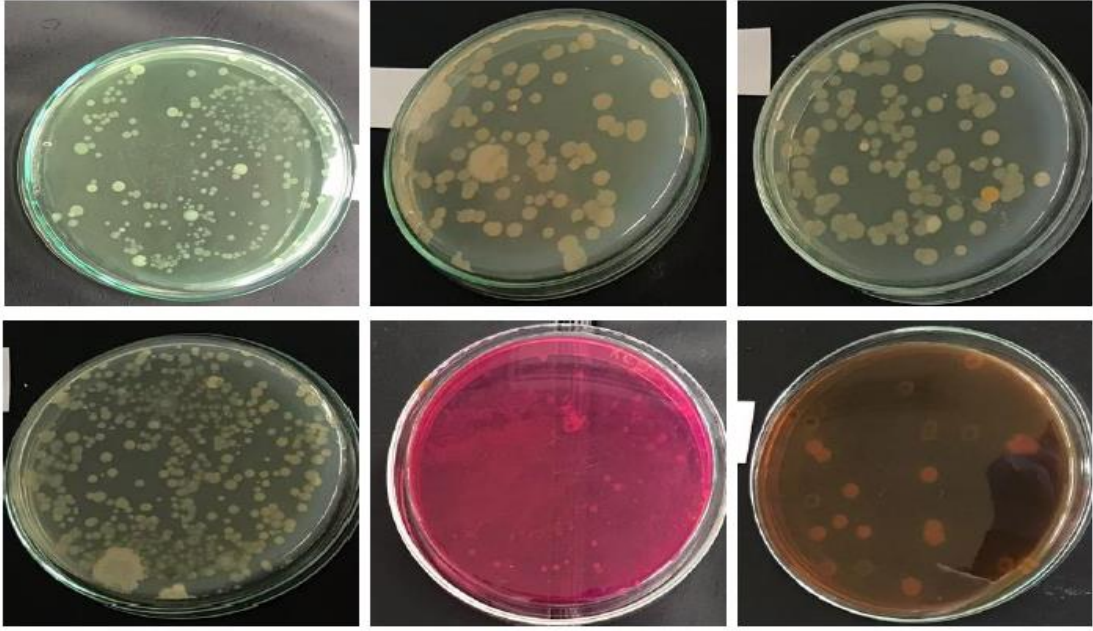
Araştırdığımız suyun, içme veya kullanma suyu olarak değerlendirilebilmesi için birçok analizin yapılması gerekir. Baraj gölünden alınan su numunelerinden mikrobiyolojik kirlilik düzeyi ile ilgili elde edilen değerler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre değerlendirilmiştir.

4.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

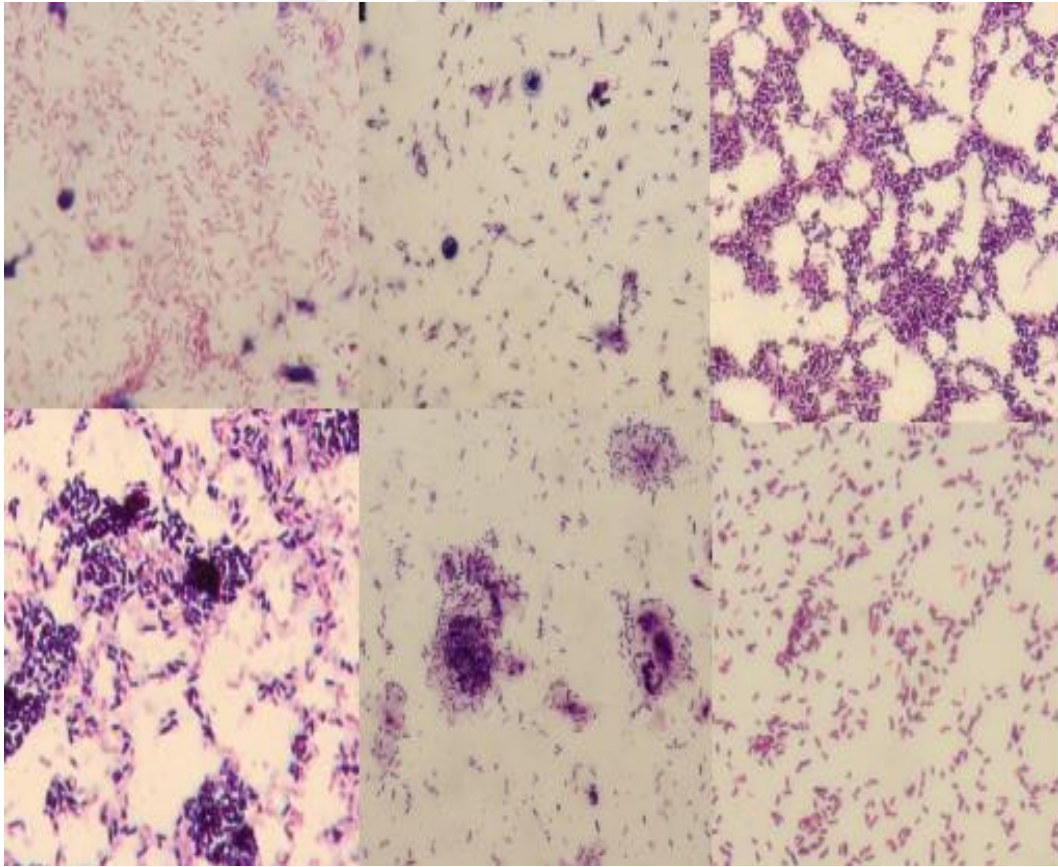
Çalışmalarımızda Plate Count Agar (PCA), Brilliant-green 2% Bile Broth, Eosin Methylene-blue Lactose Sucrose Agar (EMB), ENDO Agar, Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD) ve Cetrimide Agar besiyerleri kullanılarak özellikle fekal kontaminasyon incelenmiştir.

Besi ortamında gelişen bakterilerin koloni morfolojileri ve Gram boya reaksiyonu ile ön değerlendirmeler yapıldı (Resim 4.1. ve 4.2.).

Çalışmamızda elde edilen bakteriyel bulgular incelendiğinde, tüm su numunelerinin, WHO/FAO' nun su standartlarından daha fazla sayıda koliform mikroorganizma barındırdığı belirlenmiştir.



Resim 0.6. Kültür edilmiş mikroorganizmaların koloni morfolojileri



Resim 0.7. Işık mikroskobunda bakterilerin mikroskobik görünümü

Çalışmamızda Ekim ayında alınan örneklerden yapılan deneyler sonucunda en yüksek mikrobiyal kontaminasyonun 1. istasyonun derin sularında ($3,12 \times 10^8$) olduğu belirendi. Diğer istasyonların derin ve yüzeysel suları kıyaslandığında ise genel olarak yüzeysel sularında kontaminasyonun derin sulara göre daha yoğun olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 0.4. Obruk baraj gölünde aylara göre toplam bakteri sayımı

İstasyonlar	Ekim-2017		Şubat-2018	
	Yüzeysel Suyu Örneği (cfu/ml)	Derin Su Örneği (cfu/ml)	Yüzeysel Suyu Örneği (cfu/ml)	Derin Su Örneği (cfu/ml)
1	$2,56 \times 10^6$	$3,12 \times 10^8$	$1,74 \times 10^4$	$5,92 \times 10^4$
2	$0,83 \times 10^6$	$1,06 \times 10^6$	$0,04 \times 10^4$	$0,26 \times 10^4$
3	$1,37 \times 10^6$	$1,63 \times 10^6$	$0,77 \times 10^4$	$0,96 \times 10^4$
4	$2,45 \times 10^6$	$2,02 \times 10^6$	$1,25 \times 10^4$	$1,18 \times 10^4$
5	$0,65 \times 10^6$	$0,80 \times 10^6$	$0,45 \times 10^4$	$0,48 \times 10^4$
6	$1,80 \times 10^6$	$1,15 \times 10^6$	$1,40 \times 10^4$	$0,74 \times 10^4$
7	$3,21 \times 10^6$	$2,70 \times 10^6$	$2,83 \times 10^4$	$1,73 \times 10^4$
8	$0,50 \times 10^6$	$2,46 \times 10^6$	$0,19 \times 10^4$	$1,96 \times 10^4$
9	$1,80 \times 10^6$	$1,65 \times 10^6$	$1,25 \times 10^4$	$1,18 \times 10^4$
10	$1,80 \times 10^6$	$1,55 \times 10^6$	$1,25 \times 10^4$	$1,18 \times 10^4$
11	$2,10 \times 10^6$	-	$1,80 \times 10^4$	-

*Hesaplamaların yapılmadığı istasyonlardan örnek alınmadı.

Şubat ayında baraj yüzeyinden alınan su numunesinde en yüksek toplam bakteri sayısı 7. İstasyonda ($2,83 \times 10^4$ cfu/ml) rastlanmıştır. Ve yine Şubat ayında derin sudan alınan numune de en yüksek bakteri sayısına 1. istasyonda ($5,92 \times 10^4$ cfu/ml) rastlanmıştır. Ekim ve Şubat aylarında yüzeysel ve derin su bakteri yoğunluğunu karşılaştırırsak, Ekim ayında yüzeysel su kontaminasyonunun Şubat ayında ise derin su kontaminasyonunun daha yoğun olduğu belirlendi. Tüm su numuneleri için elde edilen mikroorganizma sayıları genellikle yüksekti ve kullanılabilir su için kabul edilebilirlik sınırını ($1,0 \times 10^2$ cfu/ml) aşmaktadır. ENDO agardaki fekal koliform sayıları, 8-20 bakteri sayısı arasında değişmekte olup, su kalitesi standartları için belirlenen limiti aşmaktadır. İzole edilen organizmalar arasında *Salmonella* ve

Shigella türleri, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* türlerinin olduğu belirlenmiştir. Bu bakteriler halk sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bu bakterilerin özellikle 4. ve 7. lokalitelerde daha yoğun olduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz çalışma verilerimize göre, tür bazında yaptığımız değerlendirmelerde, elde edilen mikroorganizmalar, %42 koliform bakteriler, %36 *Escherichia coli*, % 12 *Salmonella* sp., %8 *Pseudomonas aeruginosa* ve %2 *Shigella* sp. olarak belirlendi.

4.2. Fizikokimyasal analiz sonuçları

Obruk baraj gölünde fizikokimyasal parametreler eş zamanlı olarak çalışılmış olup; sıcaklık, bulanıklık, pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve çözülmüş oksijen (ÇO) değerleri, demir, mangan, sülfat, amonyum, nitrit değerleri "TSE 266 İnsan Tüketimine Yönelik Sular Yönetmeliği" ne göre spektrofotometrik ve multimetrik yöntemlere göre, alkalinite ve sertlik analizleri ise volumetrik titrasyon yöntemine göre yapılmıştır. Ve sonuçlar Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4' te verilmiştir.

Çizelge 0.5. Kıta içi yerüstü kaynaklarının fizikokimyasal kalite kriterleri (Resmi gazete EK-2 (Değişik: RG-10/08/2016-29797))

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	< 400	1000	3000	> 3000
Çözülmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Amonyum azotu (mg NH_4^+ -N/L)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO_3^- -N/L)	< 3	10	20	> 20
Toplam azot (mg N/L) ^(c)	< 3,5	11,5	25	> 25
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,08	0,2	0,8	> 0,8
Florür ($\mu\text{g}/\text{L}$)	\leq 1000	1500	2000	> 2000
Mangan ($\mu\text{g}/\text{L}$)	\leq 100	500	3000	> 3000
Sülfür ($\mu\text{g}/\text{L}$)	\leq 2	5	10	> 10

Ekim ayında alınan su numunelerinin fizikokimyasal analizi çalışılmış olup sonuçlar Çizelge 4.3' te gösterilmiştir. Bu tarihte sıcaklık en fazla 19,5°C ile 4. lokasyonda

yüzeyden alınan suda, en düşük 17,3 °C ile 1. lokasyonun yüzey bölgesinden alınan suda görüldü.

Ekim ayında ortalama su sıcaklığı 18,78 °C'dir. Bulanıklık değeri en yüksek 7,54 ile 1. istasyonun derin su örneğinde, en düşük 1,29 ile 6. istasyonun yüzeyel su örneğinde ölçülmüştür. pH değeri en yüksek 8,66 ile 4. istasyonun derin su örneğinde, en düşük 8,23 ile 1. istasyonun derin su örneğinde tespit edilmiş olup, tüm istasyonların ortalama pH değeri 8,48 olarak belirlenmiştir.

İletkenlik değeri en yüksek 3,44 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ile 2. istasyonun derininden alınan suda, en düşük 2,93 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ile 1. İstasyonun yüzeyinden alınan suda ölçülmüştür. Ortalama iletkenlik değeri 3,12 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 'dir. Çözünmüş oksijen (ÇO) değeri en yüksek 10,02 mg/l ile 4. İstasyonun derininden alınan suda ve 6. İstasyonun yüzeyinden alınan suda, en düşük olarak 8,79 mg/l ile 1. İstasyonun derininden alınan suda ölçülmüştür. Ortalama çözünmüş oksijen (ÇO) değeri 9,39 mg/l olarak kayıt edilmiştir. Demir (Fe) analizi sonucunda en yüksek 0,38 mg/l ile 4. lokasyonların yüzeyinden alınan suda bulunmuştur. En düşük 0 mg/l ile ölçülmüştür. Ortalama değeri 0,07 mg/l olarak kayıt edilmiştir. Mangan (Mn) değeri en yüksek 0,10 mg/l ile 2. istasyonun derininden alınan suda, en düşük 0,002 mg/l ile 5. istasyonun yüzeyinden alınan suda ölçülmüştür. Ortalama mangan (Mn) değeri 0,03 mg/l'dir.

Ekim ayında amonyum azotu ($\text{NH}_4 + \text{N}$) değeri en yüksek 1,58 mg/l ile 4. istasyonun derininden alınan suda, en düşük 0,065 mg/l ile 1. istasyonun yüzeyinden alınan suda ölçülmüştür. Ortalama amonyum azotu ($\text{NH}_4 + \text{N}$) değeri 0,78 mg/l'dir.

Nitrit ($\text{NO}^{2-} \text{N}$) analizi sonucunda en yüksek değer 0,04 mg/l ile 6. istasyonun derininden alınan suda, en düşük değer 0,009 mg/l ile 3. istasyonun yüzeyinden alınan suda ölçülmüştür. Ortalama nitrit ($\text{NO}^{2-} \text{N}$) değeri 0,02 mg/l'dir.

Sülfat (SO_4^{-2}) değeri en yüksek 137,22 mg/l ile 1. istasyonun yüzeyinden alınan suda, en düşük olarak 105,21 mg/l ile 2. istasyonun derininden alınan su örneğinden ölçülmüştür. Ortalama sülfat (SO_4^{-2}) değeri 126,55 mg/l'dir.

Çizelge 0.6. Ekim ayı su numunelerinin verileri

Parametreler	Değerler			
	Sıcaklık	Bulanıklık	Ph	İletkenlik
Birimi	°C	NTU		µs/cm
Max.-Min.	19,5-17,3	7,54-1,29	8,66-8,23	3,44-2,93
Ort. ± S.s.	18,78 ± 0,70	2,64 ± 1,98	8,48 ± 0,14	3,12 ± 0,17
	Ç.Oksijen	Demir	Mangan	Amonyum
Birimi	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Max.-Min.	10,02-8,79	0,38-0	0,10-0,002	1,58-0,065
Ort. ± S.s.	9,39 ± 0,47	0,07 ± 0,14	0,03 ± 0,03	0,78 ± 0,46
	Nitrit	Sülfat	T.Alkalinite	Bikarbonat
Birimi	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Max.-Min.	0,04-0,009	137,22-105,21	600-540	580-524
Ort. ± S.s.	0,02 ± 0,01	126,55 ± 10,76	563,67 ± 22,02	563,67 ± 22,02
	Karbonat	Hidroksit	T. Sertlik	Kalsiyum
Birimi	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Max.-Min.	22-16	0-0	592-536	145,96-133,132
Ort. ± S.s.	18,33 ± 2,26	0-0	561,67 ± 20,60	139,82 ± 4,75
	Magnezyum			
Birimi	mg/l			
Max.-Min.	61,23-41,79			
Ort. ± S.s.	51,67 ± 7,28			

*S.s.= Standart sapma/Ort.=Ortalama/Max.=Maksimum/Min.=Minimum

Toplam alkanite (CaCO_3^{-2}) oranı en yüksek 600 mg/l ile 5. istasyonun derininden alınan suda, en düşük değer olarak 540 mg/l 4. istasyonun yüzeyinden alınan suda ölçülmüştür. Ortalama toplam alkanite (CaCO_3^{-2}) değeri 563,67 mg/l'dir. Bikarbonat (HCO_3^{-1}) değeri en yüksek 580 mg/l ile 5. istasyonun derininden alınan suda, en düşük değer olarak 524 mg/l ile 4. istasyonun yüzeyinden alınan suda ölçülmüştür.

Ortalama bikarbonat (HCO_3^{-1}) değeri 545,33 mg/l'dir. Karbonat (CO_3^{-2}) değeri en yüksek 22 mg/l olarak 6. istasyonun yüzeyinden alınan su numunesinden ölçülmüştür. En düşük değeri 16 mg/l 1 ve 4. istasyonda ölçülmüştür. Hidroksit (OH) değerleri pH değeri 9,5'dan küçük olduğu için sıfır çıkmaktadır. pH değeri 4,5-8,5 arasında olduğu için suda bikarbonat alkalinitesi vardır.

Toplam sertlik oranı (kalsiyum karbonat cinsinden Fransız sertliği) en yüksek 592 mg/l ile 5. istasyonun derininden alınan suda, en düşük 536 mg/l 4. istasyonun yüzeyinden alınan su numunesinden ölçülmüştür. Ortalama sertlik oranı 561,67 mg/l'dir. Kalsiyum (Ca^{+2}) sertliği en yüksek 145,96 mg/l ile 4. istasyonun derininden alınan suda, en düşük 133,132 mg/l ile 1. istasyonun yüzeyinden alınan suda ölçülmüştür. Ortalama kalsiyum (Ca^{+2}) sertliği 139,82 mg/l'dir. Magnezyum (Mg^{+2}) sertliği en yüksek 61,23 mg/l ile 5. istasyonun derininden alınan suda, en düşük 41,79 mg/l ile 4. istasyonun yüzeyinden alınan suda ölçülmüştür. Ortalama magnezyum (Mg^{+2}) sertliği 51,67 mg/l'dir.

ubat ayında alınan su numunelerinin fizikokimyasal parametrelerine bakılmış ve sonuçlar izelge 4.4' te gösterilmiştir. Bu tarihte sıcaklık en fazla 13,6 °C ile 7. lokasyonda, en düşük 10,2 ile 4. lokasyonun yüzey bölgesinde görmekteyiz bu tarihte alınan ortalama sıcaklık 12,1 °C'dir. Bulanıklık en fazla 1,63 NTU ile 1. lokasyonda, en düşük 0,69 NTU ile 4. lokasyonun yüzey bölgesinde görmekteyiz bu tarihte alınan ortalama 1,14 NTU'dir. pH değeri en yüksek 8,49 ile 2. istasyonda, en düşük 8,18 ile 4. istasyonda gözükmekte ve tüm lokasyonların ortalama pH sı 8,32 bulunmuştur. İletkenlik değeri en yüksek 3,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ile 1. istasyonda, en 3,3 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ile 4. istasyonda gözükmekte ve tüm lokasyonların ortalama 3,39 $\mu\text{s}/\text{cm}$ bulunmuştur. Çözünmüş oksijen (O) değeri en yüksek 9,82 mg/l ile 11 istasyonda en düşük olarak da 8,91 mg/l ile 4. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama znm oksijen(O) değeri 9,48 mg/l olarak kayıt edilmiştir. Demir (Fe) analizi sonucunda en yüksek 0,32 mg/l ile 10. lokasyonda, en düşük 0 mg/l olarak bulunmuştur. Ortalama değer 0,05 mg/l olarak hesaplanmıştır. Mangan (Mn) değeri en yüksek 0,02 mg/l ile 1. istasyonda, en düşük 0,003 mg/l ile 3 ve 7. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama mangan (Mn) değeri 0,008 mg/l'dir. Amonyum azotu ($\text{NH}_4 + \text{N}$) değeri en

yüksek 5,69 mg/l ile 4. istasyonda, en düşük 0,24 mg/l ile 1. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama amonyum azotu (NH₄ +N) değeri 1,18 mg/l'dir. Nitrit (NO²⁻ N) analizi sonucunda en yüksek değer 0,073 mg/l ile 10. istasyonda, en düşük değer 0,016 mg/l ile 4. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama nitrit (NO²⁻ N) değeri 0,047 mg/l'dir.

Çizelge 0.7. Şubat ayı su numunelerinin verileri

Parametreler	Değerler			
	Sıcaklık	Bulanıklık	Ph	İletkenlik
Birimi	°C	NTU		µs/cm
Max.-Min.	13,6-10,2	1,63-0,68	8,49-1,18	3,5+3,3
Ort. ± S.s.	12,06 ± 1,19	1,14 ± 0,44	8,2 ± 0,09	3,39 ± 0,09
	Ç.Oksijen	Demir	Mangan	Amonyum
Birimi	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Max.-Min.	9,82-8,91	0,32-0	0,02-0,003	5,69-0,24
Ort. ± S.s.	9,48 ± 0,30	0,05 ± 0,12	0,008 ± 0,01	1,18 ± 1,73
	Nitrit	Sülfat	T.Alkalinite	Bikarbonat
Birimi	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Max.-Min.	0,07-0,01	81,45-21,56	590-526	590-520
Ort. ± S.s.	0,04 ± 0,02	51,45 ± 20,89	546,3 ± 18,59	541,5 ± 20,24
	Karbonat	Hidroksit	T. Sertlik	Kalsiyum
Birimi	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Max.-Min.	12-0	0-0	592-520	157,2-128,3
Ort. ± S.s.	4,8 ± 4,18	0-0	547,5 ± 22,46	140,5 ± 10,14
	Magnezyum			
Birimi	mg/l			
Max.-Min.	61,23-37,90			
Ort. ± S.s.	47,9 ± 7,23			

*S.s= Standart sapma/Ort.=Ortalama/Max.=Maksimum/Min.=Minimum

Sülfat (SO_4^{2-}) değeri en yüksek 81,455 mg/l ile 5. istasyonda, en düşük olarak 21,564 mg/l ile 6. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama sülfat (SO_4^{2-}) değeri 51,45 mg/l'dir. Toplam alkanite (CaCO_3^{2-}) oranı en yüksek 590 mg/l ile 4. istasyonda, en düşük değer olarak 526 mg/l 3. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama toplam alkanite (CaCO_3^{2-}) değeri 546,26 mg/l'dir. Bikarbonat (HCO_3^{-1}) değeri en yüksek 590 mg/l ile 4. istasyonda, en düşük değer olarak 520 mg/l ile 3. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama bikarbonat (HCO_3^{-1}) değeri 541,46 mg/l'dir. Karbonat (CO_3^{2-}) değeri en yüksek 12 mg/l olarak 1. istasyonda, en düşük 0 mg/l olarak 10 ve 11. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama karbonat (CO_3^{2-}) değeri 4,8 mg/l'dir. Hidroksit (OH) değerleri pH değeri 9,5'dan küçük olduğu için sıfır çıkmaktadır. pH değeri 4,5-8,5 arasında olduğu için suda bikarbonat alkalinitesi vardır. Toplam sertlik oranı (kalsiyum karbonat cinsinden Fransız sertliği) en yüksek 592 mg/l ile 4. İstasyonda, en düşük 520 mg/l 3. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama sertlik oranı 547,5 mg/l'dir. Kalsiyum (Ca^{+2}) sertliği en yüksek 157,192 mg/l ile 10. istasyonda, en düşük 128,3 mg/l ile 4. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama kalsiyum (Ca^{+2}) sertliği 140,5 mg/l'dir. Magnezyum (Mg^{+2}) sertliği en yüksek 61,23 mg/l ile 4. istasyonda, en düşük 37,9 mg/l ile 9. istasyonda ölçülmüştür. Ortalama magnezyum (Mg^{+2}) sertliği 47,9 mg'dir.

Fizikokimyasal sonuçlara göre Obruk Baraj Gölü'nde yüzeyden ölçülen yıllık ortalama değerleri; sıcaklık değeri 15,18°C olarak bulunmuştur. Max değeri 19,5 min değeri ise 10,2 olarak tespit edilmiştir. Ortalama bulanıklık değeri 2,26 (NTU) olarak bulunmuştur. Max. değeri 7,54 (NTU) min. değeri ise 0,687 (NTU) olarak ölçülmüştür. Ortalama pH değeri 8,39 olarak bulunmuştur. Max. değeri 8,66 min. değeri ise 8,18 olarak ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen değerlerinin ortalaması 9,44 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 10,02 mg/L min. değeri ise 8,79 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama elektriksel iletkenlik değeri 3,18 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. Max. değeri 3,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ min. değeri ise 2,93 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Ortalama demir (Fe) değeri 0,13 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 0,38 mg/L min. değeri ise 0 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama mangan (Mn) değeri 0,01 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 0,097 mg/L min. değeri ise 0,002 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama amonyum azotu ($\text{NH}_4 + \text{N}$) değeri 1,04 mg/L olarak

bulunmuştur. Max. değeri 5,6 mg/L min. değeri ise 0,06 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama nitrit ($\text{NO}_2^{-1} \text{N}$) değeri 0,03 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 0,073 mg/L min. değeri ise 0,009 mg/L olarak ölçülmüştür Ortalama sülfat değeri 86,49 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 137,22 mg/L min. değeri ise 21,564 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama alakalinite değeri 552,10 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 600 mg/L min. değeri ise 526 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama bikarbonat (HCO_3^{-1}) değeri 543,36 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 590 mg/L min. değeri ise 520 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama karbonat (CO_3^{-2}) değeri 8,73 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 22 mg/L min. değeri ise 0 mg/L olarak ölçülmüştür. Hidroksit (OH^{-1})'in ortalama, maksimum ve minimum değerleri yoktur. Çünkü pH 9,5'un altında olduğu için bikarbonat ve karbonat alkalinitesi vardır, hidroksit alkalinitesi yoktur. Ortalama T. Sertlik (CaCO_3^{-2}) değeri 552,31 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 592 mg/L min. değeri ise 520 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama Kalsiyum (Ca^{+2}) değeri 140,42 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 157,192 mg/L min. değeri ise 128,32 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama Mağnezyum (Mg^{+2}) değeri 49,105 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 61,23 mg/L min. değeri ise 37,9 mg/L olarak ölçülmüştür.

Bu çalışma kapsamında Obruk Baraj Gölü'nde belirlenen 11 istasyondan alınan su numunelerinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin su kalitesi açısından irdelemek, mevsimsel değişimleri araştırmak ve atık suların etkisini incelemek açısından değerlendirilmiştir.

Yapılan literatür taramalarında baraj göllerine ait detaylı veri elde edilememiştir. Çalışmalarımızdan elde edilen veriler, yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalar ile kıyaslanmıştır.

Halk sağlığı açısından, mikrobiyolojik parametreler suda dikkate alınması gereken en önemli kriterdir, çünkü su döngüsü enterik hastalıkların yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Koçer ve Sevgili, 2014). Mikrobiyolojik analiz çalışma verilerimize göre, tür bazında yaptığımız değerlendirmelerde, elde edilen mikroorganizmaların %42 koliform bakteriler, %36 *Escherichia coli*, % 12 *Salmonella* sp., %8

Pseudomonas aeruginosa ve %2 *Shigella sp.* olarak belirlendi. Benzer çalışmalar incelendiğinde, Akhan ve Çetin, (2007) yaptıkları çalışmalarda fekal bulaşı gösteren indikatör bakterilerin suyun içeriğinde bulunması; sularda dışkı ile oluşan patojen mikroorganizmaların olabileceğinin göstergesidir. Bu indikatör bakterilerinden koliformlar, *E. coli*, *Enterococcus faecalis* ve *Clostridium perfringens* bulunuyorsa suya dışkı karıştığına en önemli belirtisi olarak kabul etmektedirler. Bizim çalışmamızda da 1., 4. ve 7. istasyonlarda yüksek oranda koliform bakteriler, *E. coli*, *P. aeruginosa* türleri tespit edildi. Bu mikrobiyolojik kirlilik, baraj suyuna insan veya hayvansal bir fekal bulaş olduğunu göstermektedir.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (2004) göre koliform grubu bakteriler suyun içinde kolayca tespit edilip sayılabildikleri için içme ve kullanma sularında mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesinde gösterge parametre olarak kabul görmektedirler. Aynı zamanda, “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”e göre; içme-kullanma sularının 100 ml’inde, içme suları ve kaynak sularının ise 250 ml’inde koliform bakteri, *E. coli* ve enterokok mikroorganizmaları bulunmamalıdır. Yine aynı yönetmelik EK-1’de, içme sularının 100 ml’sinin ve kaynak sularının 50 ml’sinin patojen stafilokokları içermemesi gerektiği belirtilmiştir.

Erkan ve Vural (2006), Dicle Nehri sularını mikrobiyolojik kalite parametrelerini incelemişlerdir. Bu çalışmada, *Enterobacteriaceae* üyeleri, koliform, fekal koliform bakteriler ile *E. coli* suşlarını tespit etmişlerdir. Obruk Baraj Gölünde yaptığımız çalışmada da benzer şekilde *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Salmonella sp.*, ve *Shigella sp.* türleri tespit edildi. Balcı (2007), Seyhan Baraj Gölü’nde yaptığı çalışmasında mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesi için toplam aerob bakteri sayısını kış döneminde 10×10^3 cfu/mL, yaz döneminde 7×10^1 cfu/mL olarak belirlemiştir. Gholami (2012) ise, Ağyatan Lagünü’nde yaptığı çalışmada toplam aerob bakteri sayısını 5- 530 cfu/mL olarak bildirmiştir.

Tokat ili Halk Sağlığı Laboratuvarı’na periyodik olarak getirilen 2295’i şebeke ve 200 kaynak suyu olmak üzere toplam 2495 içme ve kullanma suyu örneğinin

analiz sonuçları 223'ünde (%65.3) koliform bakteri ve 119'unda (%34.7) ısıya toleranslı *E. coli* kontaminasyonunu göstermiştir (Avcı vd., 2006). Sulak bölgelerin bakteriyel kontaminasyonunu engellemek için baraj suyuna karışan fekal kökenli kirlilik kaynaklarının tespiti ve önlenmesi kirliliği büyük ölçüde azaltacaktır. Ayrıca, mevsimsel değerlendirmelerimizde ise, ekim ayında yüzeyel sularda şubat ayında ise derin sularda mikrobiyal kontaminasyonun yüksek olduğu belirlenmiştir. Şubat ayında ise derin su bakteriyel kontaminasyonun daha yoğun olduğu görülmektedir.

Bulut ve Kubilay (2019), Eğirdir Gölü su kalitesinin mevsimsel değişimini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarda gölün mevsimsel ortalama yerinde ölçülen parametrelerden ortalama olarak; su sıcaklığı 14,2 °C; çözülmüş oksijen 9,05 mg/L; pH 8,78;elektriksel iletkenlik 383,4 µS/cm olarak belirlemişler Laboratuvarda gerçekleştirilen parametrelerden ortalama olarak göl suyu bulanıklık düzeyi 1,08 NTU; SO₄⁻² 26,57 mg/L; NH₄⁺¹ 0,035 mg/L; NO₂⁻¹ 0,032 mg/L; NO₃⁻¹ 1,2 mg/L; CO₃⁻² alkalinitesi 21,1 mg/L; HCO₃⁻ alkalinitesi 197,55 mg/L; Ca⁺² 23,46 mg/L; Mg⁺² 34,80 mg/L; toplam sertlik 20 °F; mg/L olarak belirlenmişlerdir. Çalışma sonucunda Eğirdir Gölü su kalitesinin Kıta içi su kalite standartları göre fiziksel ve bazı kimyasal parametreler açısından I.Sınıf su karakterinde (Yüksek kaliteli su) olduğunu bildirmişlerdir.

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla su sorununda beraberinde getirmiştir.. Yerküresindeki mevcut göllerin ve nehirlerin pek çoğunun suları artık içilmez ve kullanılamaz bir hale gelmiş bulunmaktadır. Mevcut su potansiyelimizi korumamız ve önlem almamız gerekmektedir. Bu yüzden su kalitesini belirleyip hem bilinçli hem de etkin bir su yönetimi uygulayabilmemiz için fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerini bilmemiz gerekmektedir.

Balcı (2007), Seyhan Baraj Gölü suyuyla yapmış olduğu çalışmada, mak. 25.1°C ve min. 11.8°C sıcaklık değerlerini bulmuştur. Demir (2008), Akyatan Lagünü'ndeki çalışmasında, min. sıcaklık değerini Ocak ayında 7°C, mak. sıcaklık değerini Ağustos ayında 33.6°C olarak ölçmüştür. Gholami (2012), Ağyatan Lagünü'nün ortalama sıcaklığını 25°C olarak bulmuştur. Bizde Obruk Baraj suyundan aldığımız

su numunelerinden yaptığımız çalışmada yıllık ortalama; sıcaklık değeri 15,18°C olarak belirledik. Max değeri 19,5 min değeri ise 10,2 olarak tespit edilmiştir. Bu sıcaklık değeri gerekli sınırlar dâhilinde olduğundan ‘İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmenliği’ne uygun bulunmuştur.

Bulanıklık, suyun ışık geçişini engelleyen, askıda katı madde içeren sularda görülür. Su tahlillerinde bulanıklık birimi olarak NTU (‘Nephelometric Turbidity Unit’) kullanılmaktadır. Ortalama bulanıklık değeri 2,26 (NTU) olarak bulunmuştur. Max. değeri 7,54 (NTU) min. değeri ise 0,687 (NTU) olarak ölçülmüştür.

İçerisinde ergimiş halde bulunan CO₃, HCO₃ ve serbest karbondioksit miktarı suyun PH’ını değiştirmede etkindir. (Taş ve ark., 2010). Sularda fizikokimyasal reaksiyonlar ve biyolojik yaşam için pH önemli faktörlerdendir. Ayrıca Munsuz ve Ünver, (1995) bazı bileşiklerin amonyak, siyanür, sülfür gibi metal iyonların üzerinde etkinliği olduğunu yaptığı çalışmalarda gözlemlemiştir. Balcı (2007), Seyhan Baraj Gölü suyuyla yapmış olduğu çalışmada, pH değerlerini ilkbahar döneminde min. 6.79 ve yaz döneminde mak. 8.00 olarak ölçmüştür. Ve bizde yaptığımız çalışmada pH değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’nde (Anonim, 2016) I. Sınıf sular için tavsiye edilen değerde olduğunu tespit ettik. PH değeri en yüksek 8,46 ile 4. İstasyonun derininden alınan suda, en düşük 8,23 ile 1. istasyonun derininden alınan suda gözükmekte ve tüm lokasyonların ortalama ph sı 8,38 bulunmuştur.

Bir suyun elektrik iletkenliği suda doğal halde bulunmakta olan bazı tuzların ve çözünebilir maddelerin miktarının toplamıdır. (Barlas M. Ve ark., 1995). Demir (2008), Akyatan Lagünü’nde yapmış olduğu çalışmada, en düşük iletkenlik değerini 21,3 µS/cm ile Mayıs ayında, en yüksek 105,7 µS/cm ile Ağustos ayında olduğunu belirlemiştir. Yaptığımız çalışmada ortalama elektriksel iletkenlik değeri 3,18 µS/cm olarak bulunmuştur. Max. değeri 3,5 µS/cm min. değeri ise 2,93 µS/cm olarak ölçülmüştür. Göksu, (2003) yaptığı çalışmada oksijenin, yaşamsal süreçte en önemli parametrelerden olduğunu ve suyun kalitesini gösteren en önemli değer çözülmüş O₂ miktarı olduğunu ifade etmiştir. Demir (2008), Akyatan Lagünü’nde yapmış olduğu

çalışmada, en düşük çözünmüş oksijen değerini 2,97 mg/L ile Mayıs ayında, 10,30 mg/L ile Ocak ayında saptamıştır. Tanyolaç (2000) araştırmalarında edindiği sonuçlara göre oksijenin suda çözünebilirliği sıcaklıkla ters orantılı olduğunu belirtmiştir. Bizdeki sonuçlar da bu durumla paralellik göstermektedir. Kış aylarında sıcaklığa bağlı olarak çözünmüş oksijen seviyelerinin arttığını görmekteyiz. Çözünmüş oksijen değerlerinin ortalaması 9,44 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 10,02 mg/L min. değeri ise 8,79 mg/L olarak ölçülmüştür.

Doğal tatlı su kaynaklarındaki Fe konsantrasyonu değişen değerlerde bulunabilir. Demir, 3 mg/L ve üzerine çıkmadığı takdirde insan sağlığını etkilememektedir. Ortalama demir (Fe) değeri 0,13 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 0,38 mg/L min. değeri ise 0 mg/L olarak ölçülmüştür. Yapılan değerlendirmeye göre Obruk Baraj suyu demir parametresi açısından insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmamaktadır.

Mangan, dünya yapısında en çok bulunan metallere dendir. Genellikle demirle birlikte görülür. Fakat demire oranla daha düşük konsantrasyonda bulunmaktadır. Ham suda genellikle 0,001-0,6 mg/L aralığında bulunmakla birlikte; 1 mg/L'yi aşan konsantrasyonlarda, manganlı minerallerin oksijensiz ortamda suyla teması ya da bakterilerin aktivitesi söz konusudur (Zuane, 1990). Ortalama mangan (Mn) değeri 0,01 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 0,097 mg/L min. değeri ise 0,002 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu sonuca göre mangan değeri 'İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği'ne uygun bulunmuştur.

Barajda bulunan; özellikle amonyum azotu, nitrit azotu ve nitrat azotu suyun kalitesinde doğrudan etkilidirler Amonyumun insan sağlığı bakımından önemi oldukça yüksektir. Tepe ve arkadaşları (2006) yaptığı çalışmalarda özellikle içme sularında 0,2-1,5 mg/l, nitratın 4,25 mg/l değerlerinin üzerinde olması durumunda İnsan sağlığına olumsuz etki yaptığını belirtmiştir. Çalışmamızda Ortalama amonyum azotu (NH₄ +N) değeri 1,04 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 5,6 mg/L min. değeri ise 0,06 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu doğrultuda yaptığımız deney sonuçlarına bakınca amonyum değerimiz sınır değerlerini aşmaktadır. Amonyum

varlığı bize suyun kirlilik göstergesi parametrelerinden biridir. Özellikle suya kanalizasyon sızıntısıyla veya doğrudan insani ve hayvansal dışkının karıştığı yorumunu yapabiliriz. Gelişmekte olan devletlerde genel olarak hastalıkların %80'ine yakını su ile ilişkili olduğu Dünya Sağlık Örgütü tarafından öngörülmektedir ve sulardan kaynaklanan salgın etkisi yaparak bulaşan gastroenterit sebebi mikroorganizmalardan ortama enfeksiyon etkenleri dışkı ile yayılmaktadır (Akhan ve Çetin, 2007). Suların her türlü insan veya hayvanların dışkılarıyla ya da dışkıda bulunan mikroorganizmaların kontaminasyonu, tüketicilerin su kaynaklı hastalıklara yakalanmasında önemli rol oynamaktadır (Olaoye ve Onilude, 2009). Bu bilgilerden yola çıkarak Obruk Baraj gölünde özellikle tabloda verilen bazı lokasyonlarda kontaminasyon olduğunu ve bunun nedeninin suya kanal karışmış olduğu sonucuna ulaşmaktayız. Su ortamlarında nitritin bulunması, çoğunlukla sulara organik madde karıştığı bir göstergesidir. Nitrit, azotun oksidasyonu sonucunda oluştuğu için, sularda çözünmüş oksijen miktarının azalmasına neden olmaktadır. Obruk Baraj Gölü'nde nitrit iyonu konsantrasyonunda meydana gelen değişmelere bakıldığında ortalama nitrit ($\text{NO}_2^{-1} \text{N}$) değeri 0,03 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 0,073 mg/L min. değeri ise 0,009 mg/L olarak ölçülmüştür. Göl suyunda ölçülen nitrit azotu değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2016) tavsiye edilen değerler itibariyle I.Sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir.

Sülfat iyonunun fazla bulunması sularda kirlilik parametresi olarak kabul edilmektedir. Kirli sularda bu değer 250 mg/L üzerine çıkar. Sülfat insani tüketim amaçlı sular yönetmenliğine göre 250 mg/l aşarsa insanda ishal etkisi meydana getirmektedir. Giritöglü (1975) yaptığı çalışmalarda doğal göllerin sülfat değerleri 3-30 mg/L aralığında değişim gösterdiğini ifade etmiştir. Çalışmamızda bulunan ortalama sülfat değeri 86,49 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 137,22 mg/L min. değeri ise 21,564 mg/L olarak ölçülmüştür. 'İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği'ne göre sınır sayılan 250 mg/l'yi geçmemektedir bazı lokasyonlarda sülfat değerinin diğer lokasyonlara göre fazla çıkması o bölgenin jipsli toprak olmasından kaynaklanmaktadır. Alkalinite; karbonat, bikarbonat veya hidroksit iyonları ve borat, fosfat gibi diğer bazların da bir göstergesidir. Sular alkaliniteleri yükseldikçe sertlikleri artar, sertliklerinin yüksek olması nedeniyle içme suyu olarak

kullanılmak istenmez. 30-500 mg CaCO₃/l aralığındaki alkalinite değerleri genellikle kabul edilmektedir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda alkalinite değişimini; Dişli ve ark. (2003) 120-160 mg/lCaCO₃, Girgin ve ark. (2004) 50-130 mg/lCaCO₃, Yeşilyurt (2004) 60-260 mg/lCaCO₃ değerler arasında belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da ortalama alkalinite değeri 552,10 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 600 mg/L min. değeri ise 526 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama bikarbonat (HCO₃⁻¹) değeri 543,36 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 590 mg/L min. değeri ise 520 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama karbonat (CO₃⁻²) değeri 8,73 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 22 mg/L min. değeri ise 0 mg/L olarak ölçülmüştür. Hidroksit (OH⁻¹)'in ortalama, maksimum ve minimum değerleri yoktur. Çünkü pH 9,5'un altında olduğu için bikarbonat ve karbonat alkalinitesi vardır, hidroksit alkalinitesi yoktur. Suyun sertliği toprak ve kayalardaki toprak alkali özelliği özellikle kalsiyum ve magnezyum minerallerinin parçalanması veya direk bulaşma yoluyla ortaya çıkabilir. Mert ve arkadaşları (2008) yaptıkları çalışmada kalsiyum değerlerinin özellikle yaz aylarında düştüğü sonucuna ulaşmışlardır. Obuk baraj gölünde yaptığımız çalışmada ortalama t. sertlik (CaCO₃⁻²) değeri 552,31 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 592 mg/L min. değeri ise 520 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama kalsiyum (Ca⁺²) değeri 140,42 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 157,192 mg/L min. değeri ise 128,32 mg/L olarak ölçülmüştür. Ortalama Magnezyum (Mg⁺²) değeri 49,105 mg/L olarak bulunmuştur. Max. değeri 61,23 mg/L min. değeri ise 37,9 mg/L olarak ölçülmüştür. Ve kalsiyum değerlerinin yaz aylarında düşmesi diğer yapılan araştırmalarla paralellik göstermektedir. Çünkü yaz mevsiminde fitoplanktonik organizmalar bol miktarlarda bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar; literatür taramaları altında değerlendirildiğinde bulduğumuz sonuçlarla doğrusalıklar göstermektedir. Kıtaçi yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterleri (resmi gazete 10.08.2016 sayı:29797/ EK-2/ Değişik: RG-10/8/2016-29797) ve Obuk Baraj Gölü'nden elde ettiğimiz yıllık ortalama değerlere göre, gölün su kalitesi sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen, nitrit, sülfat ve mangan bakımından I. sınıfa girmektedir, amonyum azotu bakımından ise II. sınıfa girmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Obruk Barajı, Kızılırmak'ın biyolojik zenginliğine ev sahipliği yapmaktadır. Ülkemizde birçok baraj suyu ile ilgili çeşitli çalışmalar olmasına rağmen, Obruk Baraj suyu ile ilgili bilimsel olarak kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yaptığımız bu tez çalışması ile baraj suyunun su kalitesinin belirleyerek, baraj suyu çevresinin ekolojik dengesini belirlemek ve suyun biyolojik ve fizikokimyasal olarak çevre koşulları ile birlikte değerlendirilmesi amaçlandı. Elde ettiğimiz verilere göre, baraj suyunun özellikle bazı lokasyonlarında mikrobiyal kontaminasyon ve fizikokimyasal parametrelerde normal sınırlardan sapmalar tespit edildi.

Sonuç olarak, obruk barajı önemli bir lokasyona sahiptir. Baraj sularının kullanım alanları dikkate alındığında, belirli dönemlerde su kalitesi incelenmeli ve kirlilik kaynakları dikkatle belirlenmeli, kirliliğe neden olan etkenlerin ortadan kaldırılması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Yaşadığımız çağda gitgide artan ve en büyük problemlerden biri olmaya başlayan temiz su kaynaklarının yok olmaya başlaması; yaşamımız için harekete geçmenin zamanının geldiğini göstermektedir. Bu yüzden sularımızın korunması amacıyla ilk önce mevcut durumun muhafaza edilmesi ve suyun herhangi bir kirlilik oluşturabilecek kanal sızıntısı ya da çevre halkının faaliyetlerine bağlı olarak suya zarar verecek atıklarının engellenmesi, bölge halkına suyla ilgili gerekli eğitimin verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bütün kirletici kaynaklarının belirli bir çevresel ve sağlık açısından izin belgesine bağlanması gerekmektedir. Su kirliliğinin en çok olduğu alanların belirlenmesi ve bu su kaynaklarının en uygun kullanımının sağlanması çalışmalarını yapmak/yaptırmak ve alınacak tedbirlerin öncelikleri arasında gelmektedir.

KAYNAKLAR

- Adepoju, A., Ojomoladde, O., Ayoola, A., 2009. Quantitative analysis of some toxic metals in domestic water obtained from Lagos metropolis. *The Nig. J. Pharm.* 42 (1) : 57 – 60.
- Akhan, Ö., Çetin, M., 2013. Bir içme Suyu Dolum Tesisinde Kullanılan Geri Dönüşümlü Damacanalarda Fiziksel Kirlilikler ve Mikrobiyolojik Kalitenin incelenmesi. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.* 39 (1), 46-54.
- APHA, 1992. *Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater* 18th Edition, Washington D.C.
- Anonim, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, [https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.7510&MevzuatIliSKI=0&sourceXmlSearch=insani%20t%C3%BCketim%20ama-\(10.01.2020\)](https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.7510&MevzuatIliSKI=0&sourceXmlSearch=insani%20t%C3%BCketim%20ama-(10.01.2020)).
- Anonim, 2016. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. 10 Ağustos 2016 Tarih ve 29737 sayılı Resmi Gazete. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 28 s.
- Arora, R., Arora B., 2008. *Bacteriology of water, milk and air, Text book of microbiology* (3rd edition). CBS Publishers and Distributors, Delhi India. Pp 13, and 738-739.
- Auld, H., MacIver, D., Klaassen, J., 2004. Heavy rainfall and waterborne disease outbreaks: The Walkerton example. *J. Toxicol. Environ. Health. A*, 67, 1879–1887.
- Barlas, M., 1995 Gökova Körfezindeki Akarsu kaynaklarının fiziksel ve kimyasal açıdan incelenmesi, Muğla Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi.
- Bartram, J., Corrales, L., Davison, A., Deere, D., Drury, D., Gordon, B., Rinehold, A., Stevens, M., 2009. *Water Safety Plan Manual: Step-by-Step Risk Management for Drinking-Water Suppliers*; World Health Organization: Geneva, Switzerland.
- Beaudeau, P., Rambaud, L., Galey, C., le Tertre, A., Zeghoun, A., 2011. D'infections Sporadiques Lié à L'ingestion D'eau Du Robinet: L'émergence D'une Approche Epidémiologique. In *Proceeding of Second National Congress Société Française Santé Environnement (SFSE)*, Paris, France, 14–15 December.
- Bettelheim, A., 2003. The genus *Escherichia*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA.

- Bhatnagar, A., Singh, S., 2010. Seasonal Variation in the Physicochemical Properties of Bir Lake, Ajmer. Proc. of Sem. of Conservation of Lakes and Water Resources. Management Strategies, Held On 19-20 Feb., At Udaipur (Rajasthan), Pp. 392-399.
- Bouzid, M., Hooper, L., Hunter, R., 2013. The effectiveness of public health interventions to reduce the health impact of. climate change: A systematic review of systematic reviews. PLoS One 8,doi:10.1371/journal.pone.0062041
- Cabral, JPS., 2003. Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. Int. J. Environ. Res. Public Health, 7, 3657-3703.
- Craun, F. Brunkard, M., Yoder, J.S., Roberts, V.A., Carpenter, J., Wade, T., Calderon, L., Roberts, J.M., Beach, J., Roy, L., 2010. Causes of outbreaks associated with drinking water in the United States from 1971 to 2006. Clin. Microbiol. Rev. 23, 507–528.
- Curriero, C., Patz, A., Rose, B., Lele, S., 2001. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948–1994. Am. J. Public Health, 91, 1194–1199.
- Demirci, A., 2007. Beslenme, Onur Grafik, İstanbul. Edberg, S.C., Rice, E.W., Karlin, R.J., Allen, M.J., 2000. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Symp. Ser. Soc. Appl. Microbiol. 29, 106 – 116.
- Egemen, Ö., Sunlu, U., 1996. Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:14. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 153s.
- Farmer, J., Brenner, W., 2003. The Genus Vibrio and Phtotobacterium. In The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New-York, NY, USA.
- Farmer, J., Janda, M., Brenner, W., Cameron, N., Birkhead, M., 2005. Genus Vibrio. In Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA,; Volume 2, Part B, pp. 494–546.
- Firidin, E., 2015. Su Sorununun, Su Hakkı ve Su Etiği Çerçevesinde Değerlendirilmesi. Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 7(2) . 43-55.
- Fenwick, A., 2006. Waterborne Diseases Could they be Consigned to History Science, 313, 1077–1081.

- Flor, C., Abraham, M., Jacques, M., Garneau, P., González, F., Harel, J., Barrera, A., 2015. Waterborne Pathogens: Detection Methods and Challenges. *Pathogens*, 4, 307-334.
- Geertsema, M., Clague, J., 2008. Natural Dams, Temporary Lakes, and Outburst Floods in Western Canada. *The First World Landslide Forum, Tokyo* 211-214.
- Geertsema, M., Menounos, B., 2006. Catastrophic failure of a beaver dam at Chudnuslida Lake, east central British Columbia. *European Geosciences Union General Assembly 2006, Vienna, Austria, Geophysical Research Abstracts* 8: 00917.
- George, I., Crop, P., Servais, P., 2001. Use of β -D-Galactosidase and β -D-Glucuronidase Activities for Quantitative Detection of Total and Faecal Coliforms in Wastewater. *Can. J. Microbiol.*, 47, 670–675.
- Giritlioğlu, T., 1975. İçme Suyu Kimyasal Analiz Metodları, İller Bankası Yayını, No: 18, 343 s., Ankara.
- Gholizadeh, M., Assefa, M., Reddi, M., 2016. Spaceborne and airborne sensors in water quality assessment. Pages 3143-3180.
- Göksu, L., 2003. Su Kirliliği Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:7, Adana, 232 s.
- Gupta, K., Gupta, R., 1999. Physicochemical and bacteriological study of drinking water in Satna Maheya pradet. pg 523–525.
- Hale, L., 1991. Genetic Basis of Virulence in Shigella Species. *Microbiol. Rev.* 55, 206–224.
- Hlavsa, M.C., Roberts, V.A., Anderson, R., Hill, R., Kahler, M., Garrison, E., Hicks, A., Newton, A., Hilborn, D., 2011. et al. Surveillance for waterborne disease outbreaks and other health events associated with drinking water—United States, 2007–2008. *MMWR Surveill. Summ.* 60, 1–32.
- Igwe, U., Chukwudi, C., Ifenatuorah, C., Fagbeja, F., Okeke, A., 2017. Review of Environmental Effects of Surface Water Pollution. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*. Vol-4, Issue-12, Dec- 2017, 2456-1908.
- Iskandar, P., 2010. The Effect of Urban Runoff Water and Human Activities on Some Physicochemical Parameters of the Epie Creek in the Niger Delta. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 5(1):47-55.

- Lautenschlager, K., Hwang, C., Liu, T., Boon, N., Koster, O., Vrouwenvelder, H., Egli, T., Hammes, F., 2013. A microbiology-based multi-parametric approach towards assessing biological stability in drinking water distribution networks. *Water Res.* 47, 3015–3025.
- Le Minor., 2003. The genus *Salmonella*. In *The Prokaryotes: An Evolving Electronic Resource for the Microbiological Community*, electronic release 3.14, 3th ed.; Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Eds.; Springer-Verlag: New York, NY, USA.
- Marcovecchio, E., Botte, E., Freijie, H., 2007. Heavy Metals, Major Metals, Trace Elements. *Handbook of Water Analysis*. L.M. Nollet, (Ed.). 2nd ed. London: C.R.C Press. pg 275 – 311.
- Medema, J., Payment, P., Dufour, A., Robertson, W., Waite, M., Hunter, P., Kirby, R., Anderson, Y., 2003. Drinking water: an ongoing challenge. In *Assessing Microbial Safety of Drinking Water. Improving Approaches and Method*; WHO & OECD, IWA Publishing: London, UK, pp. 11–45.
- Munsuz, N., Ünver, İ., 1995. Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. Ankara, No: 1389, Ders Kitabı: 403.
- Olaoye OA, Onilude AA., 2009. Assessment of microbiological quality of sachet-packaged drinking water in Western Nigeria and its public health significance. *Public Health*, 123: 729-734.
- Payment, P., Waite, M., Dufour, A., 2003. Introducing parameters for the assessment of drinking water quality. In *Assessing Microbial Safety of Drinking Water. Improving Approaches and Method*; WHO & OECD, IWA Publishing: London, UK, pp. 47–77.
- Pejman, G., Bidhendi, N., Karbassi, N., Mehrdadi, M., Bidhendi, E., 2009. Evaluation of spatial and seasonal variations in surface water quality using multivariate statistical techniques. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 6 (3), 467-476.
- Poma, R., Gutiérrez Cacciabue, D., Garcé, B., Gonzo, E., Rajal, V.B., 2012. Towards a rational strategy for monitoring of microbiological quality of ambient waters. *Sci. Total Environ.* 433, 98–109.
- Popoff, Y., Le Minor, E., 2005. Genus *Salmonella*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, Volume 2, Part B, pp. 764–799.
- Scheutz, F., Strockbine, N.A., 2005. Genus *Escherichia*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, Volume 2, Part B, pp. 607–623.

- Seas, C., Alarcon, M., Aragon, C., Beneit, S., Quiñonez, M., Guerra, H., Gotuzzo, E., 2000. Surveillance of Bacterial Pathogens Associated with Acute Diarrhea in Lima, Peru. *Int. J. Infect. Dis.* 4, 96–99.
- Strockbine, A., Maurelli, T., 2005. Genus *Shigella*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Eds.; Springer: New York, NY, USA, Volume 2, Part B, pp. 811–823.
- Švec, P., Devriese, L.A., 2009. Genus *Enterococcus*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 2nd ed.; DE Vos, P., Garrity, G.M., Jones, D., Krieg, N.R., Ludwig, W., Rainey, F.A., Schleifer, K.-H., Whitman, W.B., Eds.; Springer: New York, NY, USA, Volume 3, pp. 594–607.
- Şimşek, C., 1999. Silivri bölgesi içme ve kullanma sularının fiziksel ve kimyasal yönden değerlendirilmesi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Taş, B., 2010. Ulugöl'de (Ulugöl Tabiat Parkı, Ordu) hidrofitterin artışı üzerine bir ön inceleme *Akademik Ziraat Dergisi* 7(1):111-120.
- Tanyolaç, J., 2000. Limnoloji Ders Kitabı. Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara, 194s. WWF Eğirdir Gölü nde Kirlilik Durumu ve Kirlilik Kaynakları Modelleme.
- Tepe, Y., Ateş A., Mutlu E., Töre Y., 2006. Karagöl'ün (Erzin-Hatay) Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 155-161.
- Todar, K., 2009. *Vibrio cholerae* and asiatic cholera. In *Todar's Online Textbook of Bacteriology*, online: <http://www.textbookofbacteriology.net/cholera.html> (assessed on 4 May 2010)
- Weller, M., 2007. "Pseudomonas biocontrol agents of soilborne pathogens: Looking back over 30 years", *Phytopathology*, Vol. 97, No. 2, pp. 250-256, <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-97-2-0250>.
- Wilson, M., 2005. *Microbial Inhabitants of Humans. Their Ecology and Role in Health and Disease*; Cambridge University Press: Cambridge, UK,
- Winton, R.S., Calamita, E., Wehrli, B., 2019. Reviews and syntheses: Dams, water quality and tropical reservoir stratification *Biogeosciences*, 16, 1657–1671.
- WHO (World Health Organization), 2008. *Guidelines for Drinking-water Quality, Incorporating 1st and 2nd Addenda, Volume 1, Recommendations*, 3rd ed.; WHO: Geneva, Switzerland,
- WHO (World Health Organization), 2004. *Background document for development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality*, 3rd ed., vol. 1 Geneva.

WHO (World Health Organization), 2011. Guidelines for Drinking Water Quality. 4th edn. Geneva.

Zuane, J., 1990. Handbook of Drinking Water Quality. (2nd edition). ABD: John Wiley & Sons Inc.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı Adı : TERCAN KOZAN Seda
Uyruğu :T.C.
Doğum tarihi ve yeri :03.12.1988-ÇORUM
Medeni hali :Evli
Telefon :0 544 487 36 64
e-mail :sedatercan89@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	ESOGÜ-Biyoloji	2012
Lisans	Anadolu Ü.-Uluslararası İlişkiler	Devam etmekte
Ön lisans	Anadolu Ü.-Sağlık Kurumları İşletmenliği	2016
Lise	Mimar Sinan Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-2015	Doğuş Tıbbi Cih. Ve Tek. Serv. Hiz. Ltd. Şti	Biyolog
2016-	Çorum Belediyesi	Biyolog

Yabancı Dil

İngilizce